

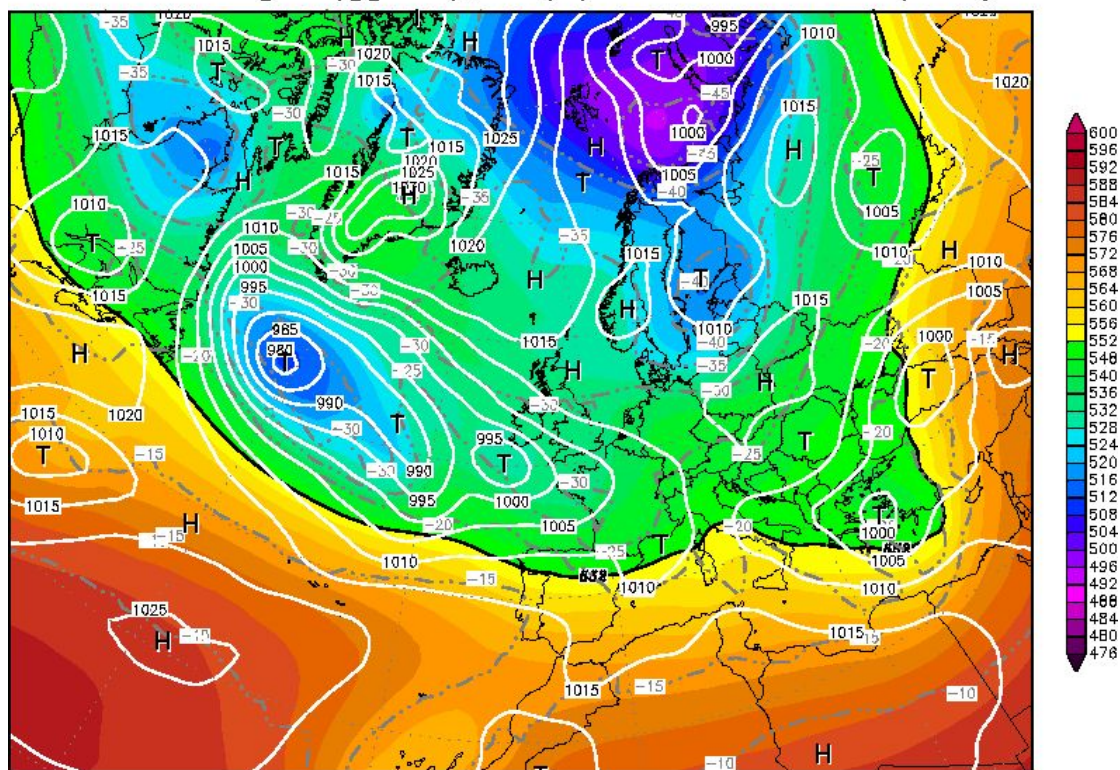
ΘΕΜΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ

ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Init : Sun,07APR2013 12Z

Valid: Mon,08APR2013 06Z

500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΜΑΝΔΡΑΛΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 3120

1. Βροχή: Ορισμός και Παράγοντες πρόκλησής της

Η βροχή αποτελεί ένα από τα υδατώδη ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (όπως π.χ. χιόνι, χαλάζι, χιονοχάλαζα και ο υετός· βλ. περισσότερα σχετικά, Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 4-8). Τα στέρεα και υδατώδη ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα αποτελούν τον υετό (βροχή). Οι υδροσταγόνες δημιουργούνται μέσα στα νέφη από τη συνένωση πολλών υδροσταγονιδίων ή και κρυστάλλων. Στη συνέχεια, η βροχή διέρχεται από τα διάφορα στρώματα της ατμόσφαιρας μέχρι να φτάσει στο έδαφος. Η διαδρομή της αυτή μπορεί να προκαλέσει την τήξη κάποιων υδροσταγονιδίων και κατ' επέκταση, την εξάτμισή τους πριν φτάσουν στο έδαφος.

Οι βροχές διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο τον οποίο προκαλείται συμπύκνωση των υδρατμών λόγω ψύξης, σε τρεις κατηγορίες.

- Βροχές οριζόντιας και κατακόρυφης μεταφοράς: Οι βροχές αυτές σχηματίζονται όταν θερμές και υγρές αέριες μάζες μεταφέρονται σε ψυχρότερες περιοχές ή όταν συμβαίνουν στην ατμόσφαιρα ισχυρές ανοδικές κινήσεις.
- Μετωπικές η υφειακές βροχές: Σε αυτόν τον τύπο βροχών, ο ουσιώδης μηχανισμός είναι η ανύψωση του αέρα μετά από σύγκλιση οριζοντίως κινούμενων αερίων ρευμάτων σε μια περιοχή χαμηλής πίεσης.
- Ορογραφικές βροχές ή βροχές ανάγλυφου: Προκαλούνται από τις ανοδικές κινήσεις υγρών αερίων μαζών στις προσήνεμες πλευρές των βουνών (*ομβροπλευρές*). Γενικά, τα μεγαλύτερα ύψη βροχής παρατηρούνται πάνω από τις ορεινές περιοχές με μια γενική τάση να αυξάνονται σε σχέση με το υψόμετρο μέχρι κάποιο ορισμένο ύψος, μέχρι τα 2km περίπου. Πάνω από το ύψος αυτό η βροχόπτωση ελαττώνεται τόσο σε ένταση, όσο και σε συχνότητα. Ευνόητο είναι ότι, τα ποσά της βροχής είναι μεγαλύτερα αν ο κύριος άξονας μιας οροσειράς είναι κάθετος προς την κίνηση των υγρών ανεμών. Στις υπήνεμες πλευρές των βουνών (*ομβροσκιές*), τα ποσά της βροχής ελαττώνονται σημαντικά (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 4).

Να σημειωθεί επίσης ότι η βροχή λαμβάνει διάφορες ονομασίες ανάλογα με το μέγεθος των σταγονιδίων της και τον ρυθμό πτώσης τους. Χαρακτηριστικά αναφέρονται οι εξής δύο ονομασίες:

- Ομβρος: Έτσι ονομάζεται η βροχή όταν προέρχεται από νέφη ανοδικών κινήσεων με απότομη έναρξη και λήξη, καθώς επίσης έχει και απότομες μεταβολές της έντασής της.
- Ψιγάλα: Ονομασία της βροχής όταν αποτελείται από μικρές και πολυάριθμες υδροσταγόνες, που αιωρούνται και ακολουθούν τα αέρια ρεύματα (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 4).

Βασικά χαρακτηριστικά που προβάλλει κάθε είδος βροχής συνοψίζονται ακολούθως:

A. Η ημερήσια πορεία της βροχής διακρίνεται σε τρεις τύπους:

- i. Ο θαλάσσιος τύπος, που σημειώνεται σε τόπους θαλάσσιας επιρροής, παρουσιάζει ένα μέγιστο κατά τις νυχτερινές ή πρώτες πρωινές ώρες, που οφείλεται στο γεγονός ότι η θερμοκρασία του αέρα αμέσως πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας δεν ελαττώνεται πολύ κατά τη νύχτα, λόγω επαφής με τη θερμότερη υποκείμενη θερμότερη επιφάνεια. Τα αμέσως υπερκείμενα στρώματα ψύχονται περισσότερο λόγω ακτινοβολίας. Η νυχτερινή αυτή αστάθεια ενισχύει τις μετωπικές βροχές πάνω από τη θάλασσα, ή και τις δημιουργεί μόνη της αν είναι ισχυρή.
- ii. Ο ηπειρωτικός τύπος παρουσιάζει το μέγιστο κατά τις απογευματινές ώρες, λόγω υπερθέρμανσης του υποκείμενου εδάφους.
- iii. Ο πολύπλοκος τύπος παρουσιάζει διάφορες αποκλίσεις ή συνδυασμούς των δυο τύπων που προαναφέρθηκαν. Μερικοί τόποι μπορεί να εμφανίζουν και τα δυο μέγιστα στις ώρες τους, ή χρονικά μετατοπισμένα, και άλλοι να εμφανίζουν θαλάσσιο τύπο το χειμώνα και ηπειρωτικό το καλοκαίρι (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 6).

B. Η ετήσια πορεία της βροχής ή βροχομετρικό σύστημα (B.Σ.) μιας περιοχής αποτελεί θεμελιώδες κλιματικό στοιχείο, όπως και η ίδια η βροχόπτωση. Μεταξύ των πολλών τύπων των βροχομετρικών συστημάτων της γης διακρίνονται μερικοί με τα ίδια χαρακτηριστικά.

- i. Το ηπειρωτικό Β.Σ., στο εσωτερικό των ηπείρων, με θερινές βροχές και χειμερινή ξηρασία.
- ii. Το θαλάσσιο, πάνω από τους ωκεανούς, με μέγιστο βροχών το φθινόπωρο και το χειμώνα. Αυτές τις εποχές οι υπερθαλάσσιες αέριες μάζες είναι θερμότερες και πλουσιότερες σε υδρατμούς από το περιβάλλον.
- iii. Το μουσωνικό Β.Σ., στις περιοχές των μουσωνικών κλιμάτων με άφθονες θερινές βροχές.
- iv. Το ισημερινό Σ., μεταξύ των παράλληλων των 10° 8 και N περίπου του ισημερινού, με δύο μέγιστα βροχής κατά τις ισημερίες (21 Μαρτίου και 23 Σεπτεμβρίου περίπου) . Βορειότερα και νοτιότερα της ζώνης αυτής το Β.Σ . γίνεται τροπικό.
- v. Το τροπικό, με ένα μέγιστο βροχής κατά το θέρος κάθε ημισφαιρίου, όταν ο Ήλιος φθάνει στο ζενίθ του τόπου ή λίγο αργότερα και ένα ελάχιστο κατά το χειμώνα .
- iv. Το υποτροπικό ή μεσογειακό Β.Σ., στις περιοχές με μεσογειακό κλίμα , με χειμερινό μέγιστο και θερινό ελάχιστο των βροχών. Επικρατεί γενικά στα προς τους πόλους όρια των ζωνών υψηλών πιέσεων (ξηρασίας) των υποτροπικών περιοχών (25° - 30°) (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 6-7).

Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω, οι βροχές δεν φτάνουν πάντα στο έδαφος, διότι καθώς διέρχονται από τα διάφορα στρώματα της ατμόσφαιρας, μερικά υδροσταγονίδια μπορεί να εξατμιστούν και να μην προλάβουν να φτάσουν στο έδαφος. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο μηχανισμός που αντιμετωπίζει η βροχή για να μην εξατμιστούν τα υδροσταγονίδια που την αποτελούν μέχρι να φτάσει στο έδαφος, είναι αρκετά περίπλοκος. Υπάρχουν λοιπόν, κάποιοι παράγοντες που κρίνουν την ύπαρξη ή όχι βροχής (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013:3).

Για την πρόκληση βροχοπτώσεων πρέπει να ισχύει τουλάχιστον ένας από τους εν ακόλουθους παράγοντες:

- Διάφορα θερμοκρασίας μεταξύ των γειτονικών στοιχείων του νέφους.
- Συνύπαρξη των τριών φάσεων του νερού στο έδαφος.
- Σχετικές ή αναταρακτικές κινήσεις.

Ανομοιόμορφο ηλεκτρικό φορτίο (ή ηλεκτρική ουδετερότητα) μεταξύ των στοιχείων του νέφους (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013:3).

Επίσης ευνοϊκές συνθήκες συνιστά η ύπαρξη ισχυρών ανοδικών και καθοδικών κινήσεων, μεγάλων ποσοτήτων νερού (υγρής φάσης) και μεγάλου αρχικού φάσματος μεγεθών υδροσταγονιδίων. Συνολικά στα υδροσταγονίδια του νέφους πρέπει να περιλαμβάνεται οπωσδήποτε και κάποιος ικανοποιητικός αριθμός μεγάλων υδροσταγόνων που έχουν ταχύτητες πτώσης σημαντικά μεγαλύτερες από τις ταχύτητες των γειτονικών τους υδροσταγονιδίων (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013:3).

Για τους παραπάνω λόγους, είναι αντιληπτό ότι οι βροχοπτώσεις δεν σημειώνονται ομοιόμορφα σε όλα τα μέρη του κόσμου, προκαλώντας και τις ανάλογες συνέπειες σε διάφορους τομείς (περιβαλλοντικούς και κατά συνέπεια, και οικονομικούς, κοινωνικούς, πολιτικούς). Έτσι, υπάρχουν μέρη που υποφέρουν από ανομβρία και κατά συνέπεια και λειψυδρία, ενώ άλλες περιοχές του πλανήτη, στις οποίες σημειώνονται ακραία φαινόμενα βροχοπτώσεων. Μάλιστα, τα ακραία φαινόμενα βροχοπτώσεων έχουν γίνει αρκετά συνήθη σε πολλές περιοχές του πλανήτη τα τελευταία χρόνια και προκαλούν πολλές περιβαλλοντικές καταστροφές με ποικίλες οικονομικές και κοινωνικοπολιτικές επιπτώσεις, με αποτέλεσμα να κρίνεται απαραίτητη η εφεύρεση κάποιων μοντέλων μέτρησής τους και κατανομής τους (οι Μαγούλης & Καραδήμας, 2013 παραπέμπουν για περισσότερα σχετικά με το θέμα αυτό, Κουτσογιάννης, 1997· Κουτσογιάννης, 2004· Klimeš, 2000: 227-231 & 232-239· Koutsoyiannis, 2004: 575-590· Koutsoyiannis, 2004: 591-610· Koutsoyiannis & Baloutsos, 2000: 31-51· Koutsoyiannis, Kozonis & Manetas, 1998: 118-135).

Γενικότερα, οι φυσικές καταστροφές που προκαλούνται από καιρικά φαινόμενα προσελκύουν όλο και περισσότερο το επιστημονικό ενδιαφέρον τις τελευταίες δεκαετίες, λόγω του αυξημένου μμεγέθους των επιπτώσεων που έχουν στην οικονομία, στην κοινωνία και στο περιβάλλον. Το μέγεθος των επιπτώσεων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι η ένταση των καιρικών φαινομένων, η ευπάθεια, η ετοιμότητα και η προσαρμοστικότητα του συνόλου που προσβάλλεται. Βασική αιτία της αύξησης των καταγεγραμμένων απωλειών από καιρικά φαινόμενα αποτελεί φυσικά το σύγχρονο μοντέλο οργάνωσης των κοινωνιών, με την έντονη συσσώρευση ανθρώπινου και οικονομικού δυναμικού σε αστικά κέντρα, χωρίς τον προαπαιτούμενο σχεδιασμό των υποδομών σύμφωνα με κανόνες ασφάλειας και προστασίας από τις επικίνδυνες καιρικές συνθήκες. Επιπλέον, σύμφωνα με

επιστημονικές μελέτες, η συχνότητα και η ένταση των καιρικών φαινομένων είναι πολύ πιθανό, μμακροπρόθεσμα, να επηρεαστούν σημαντικά από την παγκόσμια κλιματική αλλαγή και την ερημοποίηση, αποτέλεσμα των ανεξέλεγκτων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (IPCC, 2012). Το ενδεχόμενο να ισχύσει ένα ανάλογο σενάριο έχει ήδη κινητοποιήσει την παγκόσμια κοινότητα στην κατεύθυνση της συντονισμένης λήψης μέτρων για τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής, καθώς και την αντιμετώπιση του κινδύνου των φυσικών καταστροφών (Παπαγιαννάκη κ.ά., 2012: 2).

Και η Ελλάδα εντάσσεται στις χώρες, που αντιμετωπίζουν ποικίλα προβλήματα με τις επακόλουθες συνέπειές τους όχι μόνο εξαιτίας των έντονων βροχοπτώσεων, αλλά γενικότερα των ακραίων φυσικών φαινομένων. Η χώρα μας βιώνει συχνά επεισόδια με αρκετά σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις, λόγω της γεωμορφολογίας, των κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών της, των ανεπαρκών υποδομών της και της κακοδιαχείρισης που υφίσταται ο φυσικός πλούτος της χώρας. Οι επιπτώσεις από έντονα καιρικά φαινόμενα συνοψίζονται κυρίως σε προβλήματα από πλημμύρες, διακοπή κυκλοφορίας των οχημάτων, αποκλεισμούς οδηγών και οικισμών, καταστροφή περιουσιών, υποδομών και γεωργικών καλλιεργειών, ενώ δεν είναι σπάνιο φαινόμενο οι απώλειες ζωής από πνιγμό και κεραύνια πλήγματα. Πληροφορίες για το κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος που συνεπάγονται οι καταστροφικές καιρικές συνθήκες έχουμε κυρίως από έντυπα και διαδικτυακά μέσα ενημέρωσης και ερασιτέχνες παρατηρητές του καιρού, ενώ λίγες και αποσπασματικές είναι οι σχετικές αναφορές σε επιστημονικές μελέτες, οι οποίες εστιάζουν ως επί το πλείστον σε πλημμυρικά επεισόδια. Πράγματι, στην Ελλάδα οι πλημμύρες είναι το πιο συχνό είδος φυσικών καταστροφών που σχετίζονται με τον καιρό, γεγονός στο οποίο συμβάλλουν δραστικά μεταξύ άλλων η εκτεταμένη καταστροφή δασικής βλάστησης, η αύξηση του συντελεστή απορροής λόγω ανθρωπογενών παρεμβάσεων στις λεκάνες απορροής και η έλλειψη τεχνικών έργων για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Όσον αφορά στο οικονομικό κόστος, με το οποίο επιβαρύνονται το ελληνικό κράτος και οι ασφαλιστικές εταιρίες για την αποζημίωση των πληγέντων και την αποκατάσταση των υποδομών, είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθεί δεδομένης της απουσίας συστηματικής καταγραφής και ανάλυσης σχετικών στοιχείων (Παπαγιαννάκη κ.ά., 2012: 3).



Εικόνα 1: Κατεστραμμένο φράγμα στη γέφυρα της Άρτας λόγω πλημμύρας (Πηγή: www.protothema.gr).



Εικόνα 2: Καταστροφές σε γεωργικές καλλιέργειες στον Έβρο (Πηγή: www.radioevros.gr).

2. Γεωγραφική τοποθέτηση, γεωμορφολογία και κλίμα της Ελλάδας

Η Ελλάδα βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο της Ευρώπης και στο νοτιότερο άκρο της Βαλκανικής χερσονήσου. Έχει ακτές στην Ανατολική Μεσόγειο, όπου βρίσκονται τα νησιωτικά της συμπλέγματα και το μεγαλύτερο νησί της χώρας, η Κρήτη. Συνορεύει στα βορειοδυτικά με την Αλβανία, στα βόρεια με τη Βουλγαρία και την πρώην Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία της Μακεδονίας (Π.Γ.Δ.Μ.) πρώην Γιουγκοσλαβία και στα βορειοανατολικά με την Τουρκία. Βρέχεται στα ανατολικά από το Αιγαίο Πέλαγος, στα δυτικά από το Ιόνιο και νότια από το Λιβυκό Πέλαγος (<https://www.cia.gov/library/>).

Η Ελλάδα κατέχει την 11η θέση στις χώρες με τη μεγαλύτερη ακτογραμμή (13.676 χλμ.), καθώς έχει πολλά νησιά (περίπου 2.500, εκ των οποίων τα 165 κατοικούνται), τα μεγαλύτερα και τα σημαντικότερα από τα οποία θεωρούνται η Κρήτη, το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας και το πέμπτο μεγαλύτερο της Μεσογείου,

τα Δωδεκάνησα, οι Κυκλάδες, τα Επτάνησα και πολλά άλλα. Νότια της Κρήτης είναι η Γαύδος, το νοτιότερο νησί της Ελλάδας και της Ευρώπης. Τα κυριότερα νησιά του Ιονίου είναι η Κέρκυρα, η Κεφαλλονιά, η Λευκάδα και η Ζάκυνθος (<https://www.cia.gov/library/>).

Η Ελλάδα αποτελείται από ένα μεγάλο ηπειρωτικό τμήμα, το νότιο άκρο των Βαλκανίων, το οποίο ενώνεται με την πρώην ηπειρωτική Πελοπόννησο με τον Ισθμό της Κορίνθου, αφού η Πελοπόννησος μετά την κατασκευή της διώρυγας της Κορίνθου είναι στην πραγματικότητα νησί. Η χώρα περικλείεται από το Ιόνιο, το Αιγαίο, το Λιβυκό Πέλαγος και το Λύκιο Πέλαγος, το οποίο βρίσκεται νοτιοανατολικά, μεταξύ Ρόδου και Καστελόριζου. Το μεγάλο μήκος των ακτών της, όπως σημειώθηκε και παραπάνω (βλ. ανωτέρω), οφείλεται στον πλούσιο οριζόντιο εδαφικό διαμελισμό και το έντονο ανάγλυφο της περιοχής, καθώς και στο πλήθος των αναρίθμητων νησιών, τα οποία είναι κυρίως αποτέλεσμα της σύγκρουσης της αφρικανικής τεκτονικής πλάκας με την Ευρωπαϊκή. Οι μεγαλύτερες πεδιάδες είναι της Λάρισας στην Θεσσαλία και των Γιαννιτσών στην Κεντρική Μακεδονία. Το ψηλότερο βουνό της χώρας είναι ο Όλυμπος με υψόμετρο 2.918 μέτρα. Ο μεγαλύτερος σε μήκος ποταμός είναι ο Αλιάκμονας και η λίμνη με την μεγαλύτερη επιφάνεια είναι η Τριχωνίδα. Γεωγραφικά η Ελλάδα διαιρείται σε 9 διαμερίσματα, τα οποία χωρίζονται σε 51 νομούς (<https://www.cia.gov/library/>).

Το κλίμα που επικρατεί στην Ελλάδα χαρακτηρίζεται γενικά ως μεσογειακό, παρά τις ποικίλες διαφοροποιήσεις που παρουσιάζει ανά περιοχές. Κύριο χαρακτηριστικό είναι οι ήπιοι και υγροί χειμώνες και τα σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια, ενώ υπάρχουν μακρές περιόδους ηλιοφάνειας σε όλη σχεδόν τη διάρκεια του έτους (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 14).

Το κλίμα όμως της Ελλάδας παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις από περιοχή σε περιοχή, όπως ήδη αναφέρθηκε (βλ. ανωτέρω), πάντα μέσα στο πλαίσιο του μεσογειακού κλίματος. Η λεκάνη της Μεσογείου, περιοχή στην οποία βρίσκεται και η Ελλάδα, είναι ευπρόσβλητη στην αλλαγή κλίματος, ιδιαίτερα μέσω των αλλαγών στις βροχοπτώσεις (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 14). Πιο συγκεκριμένα, το μεσογειακό κλίμα της χώρας μας, το οποίο ανήκει στον τύπο του εύκρατου κλίματος, παρουσιάζει τις εξής διαφοροποιήσεις:

- υγρό μεσογειακό (δυτική Ελλάδα, δυτική Πελοπόννησος, πεδινά και ημιορεινά της Ηπείρου)
- ξηρό μεσογειακό (Κυκλάδες, παραλιακή Κρήτη, Δωδεκάνησα, ανατολική Πελοπόννησος, Αττική, πεδινές περιοχές Ανατολικής Στερεάς)
- ηπειρωτικό (δυτική Μακεδονία, εσωτερικά υψίπεδα ηπειρωτικής Ελλάδας, βόρειος Έβρος)
- ορεινό (ορεινές περιοχές με υψόμετρο περίπου >1500 m στη Βόρεια Ελλάδα, >1800m στην Κεντρική Ελλάδα και >2000m στην Κρήτη) (http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_html).

Οι θερμοκρασίες είναι σπάνια υπερβολικές στις παραθαλάσσιες περιοχές. Στις κλειστές εσωτερικές πεδιάδες και στα υψίπεδα της χώρας παρατηρούνται τα μεγαλύτερα θερμοκρασιακά εύρη -τόσο ετήσια όσο και ημερήσια. Οι χιονοπτώσεις είναι κοινές στα ορεινά από τα τέλη Σεπτεμβρίου (στη βόρεια Ελλάδα, τέλη Οκτωβρίου κατά μέσο όρο στην υπόλοιπη χώρα), ενώ στις πεδινές περιοχές χιονίζει κυρίως από το Δεκέμβριο μέχρι τα μέσα Μαρτίου. Έχει χιονίσει, πάντως, ακόμα και κατά μήνα Μάιο στη Φλώρινα. Στις παραθαλάσσιες περιοχές των νησιωτικών περιοχών οι χιονοπτώσεις συμβαίνουν σπανιότερα και δεν αποτελούν βασικό χαρακτηριστικό του κλίματος. Οι καύσωνες επηρεάζουν κυρίως τις πεδινές περιοχές και είναι συχνότεροι τον Ιούλιο και τον Αύγουστο. (http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_html).

Η Ελλάδα βρίσκεται μεταξύ του 34ου και 42ου παραλλήλου του βορείου ημισφαιρίου και έχει μεγάλη ηλιοφάνεια όλο σχεδόν το χρόνο. Λεπτομερέστερα στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας παρουσιάζεται μεγάλη ποικιλία κλιματικών τύπων, πάντα βέβαια μέσα στα πλαίσια του μεσογειακού κλίματος. Αυτό οφείλεται στην τοπογραφική διαμόρφωση της χώρας που έχει μεγάλες διαφορές υψομέτρου (υπάρχουν μεγάλες οροσειρές κατά μήκος της κεντρικής χώρας και άλλοι ορεινοί όγκοι) και εναλλαγή ξηράς και θάλασσας. Έτσι, από το ξηρό κλίμα της Αττικής και γενικά της ανατολικής Ελλάδας μεταπίπτουμε στο υγρό της βόρειας και δυτικής Ελλάδας. Τέτοιες κλιματικές διαφορές συναντώνται ακόμη και σε τόπους που βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, πράγμα που παρουσιάζεται σε λίγες μόνο χώρες (http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_html).

Από κλιματολογικής πλευράς το έτος μπορεί να χωριστεί κυρίως σε δύο εποχές: την *ψυχρή και βροχερή χειμερινή περίοδο* (από τα μέσα Οκτωβρίου μέχρι το τέλος Μαρτίου) και τη *θερμή και άνομβρη εποχή* (από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο) (http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_html).

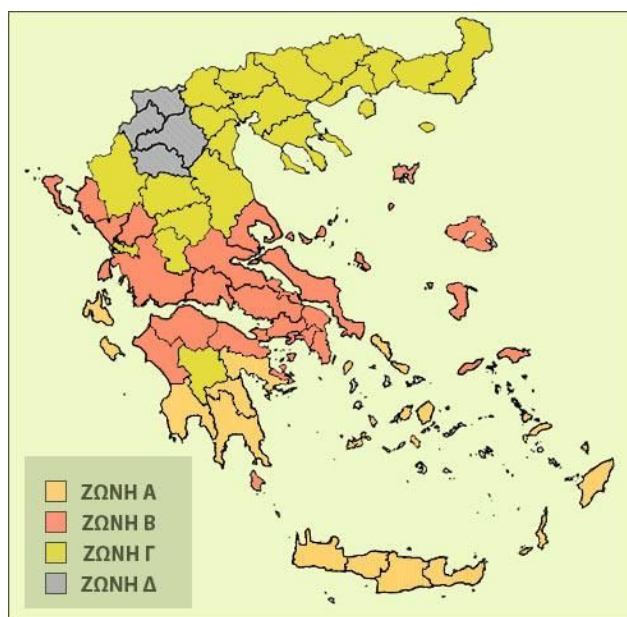
Κατά την πρώτη περίοδο οι ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος, όπου κατά μέσον όρο η μέση ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 5-10 °C στις παραθαλάσσιες περιοχές, από 0-5 °C στις ηπειρωτικές περιοχές και σε χαμηλότερες τιμές κάτω από το μηδέν στις βόρειες περιοχές (http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_html).

Οι βροχές ακόμη και τη χειμερινή περίοδο δεν διαρκούν για πάρα πολλές ημέρες και ο ουρανός της Ελλάδας δεν μένει συνεφιασμένος καθ' όλη τη διάρκεια του χειμώνα, όπως συμβαίνει σε άλλες περιοχές της γης. Οι χειμερινές κακοκαιρίες διακόπτονται καμιά φορά κατά τον Ιανουάριο και το πρώτο δεκαπενθήμερο του Φεβρουαρίου από ηλιόλουστες ημέρες, τις γνωστές από την αρχαιότητα Αλκυονίδες ημέρες. Κατά αυτήν την περίοδο λοιπόν, στα νησιά, κυρίως στο νότιο μέρος της χώρας, όπως για παράδειγμα στην Κρήτη, η θερμοκρασία μπορεί να ξεπεράσει τους 18-20 βαθμούς Κελσίου, στην Αττική τους 13-14 °C και στη Θεσσαλονίκη ο υδράργυρος μπορεί να ξεπεράσει τους 9 °C και πολλές φορές ακόμα και τους 10 °C. Σε άλλες πόλεις, όπως για παράδειγμα στην Αλεξανδρούπολη κατά τις Αλκυονίδες μέρες, η θερμοκρασία ξεπερνάει τους 7-8 °C, με αποτέλεσμα το χιόνι από τις χιονοπτώσεις του χειμώνα να λιώνει κατά τη διάρκεια της ημέρας (http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_html).

Η χειμερινή εποχή είναι γλυκύτερη στα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου από ό,τι στη Βόρεια και Ανατολική ηπειρωτική Ελλάδα. Κατά τη θερμή και άνομβρη εποχή ο καιρός είναι σταθερός, ο ουρανός σχεδόν αίθριος, ο ήλιος λαμπερός και δε βρέχει εκτός από σπάνια διαστήματα με ραγδαίες βροχές ή καταιγίδες μικρής γενικά διάρκειας (http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_html).

Οι θερμοκρασίες του καλοκαιριού είναι υψηλές, με τις μεγαλύτερες να σημειώνονται κατά το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου και το πρώτο δεκαήμερο του Αυγούστου (από 29°C έως 35°C). Οι υψηλές θερμοκρασίες ωστόσο μετριάζονται από τη δροσερή θαλάσσια αύρα και από τους τοπικούς βόρειας διεύθυνσης ανέμους, τα λεγόμενα μελτέμια (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 18). Η άνοιξη έχει μικρή

διάρκεια, διότι ο μεν χειμώνας είναι όψιμος, το δε καλοκαίρι αρχίζει πρώιμα. Το φθινόπωρο είναι μακρύ και θερμό και πολλές φορές παρατείνεται στη νότια Ελλάδα και τα νησιά έως τα μέσα του Δεκεμβρίου (http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_html· βλ. περισσότερα σχετικά με το κλίμα της Ελλάδας, Λιβαδάς, 1976· Lutgens & Tarbuck, 1992· Μαυρομάτης, 1980· Μπαλαφούτης & Μαχαίρας, 1985· Πέννας, 1977· Φλόκας, 1990).



Εικόνα 3: Χάρτης κατανομής των κλιματικών ζωνών της Ελλάδας (Πηγή: physicslessons.blogspot.com).

Αυτή η πληθώρα διαφοροποιήσεων και η ευρύτερη ποικιλότητα του κλίματος της Ελλάδας προκαλεί αναπόφευκτα δυσμενείς επιπτώσεις στην παροχή νερού και ως εκ τούτου, στη γεωργία. Έτσι, για να υπάρξουν δυνατότητες ενδείξεων μεταβολής του κλίματος στην Ελλάδα απαιτείται η ενημέρωση των κλιματολογικών παραμέτρων και ιδιαίτερα των στοιχείων των βροχοπτώσεων. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων βροχοπτώσεων είναι πολύ σημαντικές για ποικίλες δραστηριότητες, όπως τα γεωργικά προγράμματα άρδευσης, ο σχεδιασμός παροχών νερού, η πρόληψη πλημμυρών. Η μείωση των βροχοπτώσεων και η ενδεχόμενη αύξηση της θερμοκρασίας ευθύνονται για το χρονικό περιορισμό της βροχερής περιόδου, με ενδεχόμενη την πρόκληση μείωσης της συγκομιδής. Αλλαγές στις βροχοπτώσεις και

αύξηση της εξατμισο-διαπνοής μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση της περιοχής καλλιεργουμένου εδάφους (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 14-15).

Τα τελευταία χρόνια είναι εμφανές ότι έχουν αυξηθεί η συχνότητα εμφάνισης, η εμμονή, η διάρκεια και η ένταση περιόδων ξηρασίας στις μεσογειακές χώρες. Η Ελλάδα βρίσκεται στη νοτιοανατολική Ευρώπη, με αποτέλεσμα να είναι ταξινομημένη ότι έχει μεσογειακό τύπο κλίματος, με τους ήπιους υγρούς χειμώνες και τα μακριά ηλιόλουστα ξηρά καλοκαίρια . Σύμφωνα με την ταξινόμηση του Koppen (1936), το μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας είναι ένα τύπος κλίματος στον οποίο οι χειμερινές βροχοπτώσεις είναι τουλάχιστον τριπλάσιες από τις θερινές. Προκειμένου να μελετηθούν οι πρόσφατες κλιματολογικές διακυμάνσεις στη νότια Ευρώπη και να αναπτυχθούν τα κατάλληλα κλιματολογικά πρότυπα (μοντέλα), είναι πολύ σημαντικό να γίνει κατανοητή η μορφή και η κατανομή της βροχόπτωσης ώστε να υπάρχει δυνατότητα να προβλεφθεί . Επομένως, είναι απαραίτητη η μελέτη των χαρακτηριστικών των χρονολογικών σειρών των βροχοπτώσεων (π χ. γεωγραφικές και χρονικές δομές) κατά τη διάρκεια των μεγάλων περιόδων. Το καθεστώς βροχοπτώσεων στην Ελλάδα είναι συνάρτηση του γεωγραφικού πλάτους και της γενικής κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας, αλλά τροποποιείται από την αλληλεπίδραση μεταξύ του εδάφους και της θάλασσας και από τη σύνθετη ορογραφία της περιοχής. Οι ορογραφικές βροχές, στις κορυφογραμμές των βουνών, έρχονται σε εμφανή αντίθεση με τις ελάχιστες ετήσιες βροχοπτώσεις, λιγότερα από 300 mm, στις νότιες περιοχές . Η διαφορά στα ποσά και τα περιστατικά των βροχοπτώσεων επηρεάζεται από την τοπογραφία. Διάφοροι ερευνητές έχουν αναλύσει τη μεταβλητότητα βροχοπτώσεων στις διαφορετικές περιοχές του κόσμου, ιδιαίτερα στην περιοχή της Μεσογείου (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 15).

Σε γενικές γραμμές, η πορεία των βροχοπτώσεων στην Ελλάδα παρουσιάζει ένα ελάχιστο στα τέλη του 19ου αιώνα, ενώ στη συνέχεια εμφανίζει μια ανοδική τάση κατά τις πρώτες δύο-τρεις δεκαετίες του 20ου αιώνα. Μελέτες δεδομένων βροχής για μεγάλο αριθμό σταθμών στην Ελλάδα που καλύπτουν τις χρονικές περιόδους 1951-1990 και 1951-2000, κατά τις οποίες τα δεδομένα είναι σχετικώς ομογενή, έδειξαν ότι οι βροχοπτώσεις στον ελληνικό χώρο κατά τις προαναφερθείσες χρονικές περιόδους , εμφανίζουν τάση μείωσης που σε ορισμένες περιοχές είναι στατιστικά σημαντική (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 15).

Για την κατανόηση των φυσικών μηχανισμών που διέπουν την ατμοσφαιρική κυκλοφορία και κατ' επέκταση τα καιρικά συστήματα, τα οποία καθορίζουν τις βροχοπτώσεις σ' έναν τόπο, εκτός της μελέτης των τάσεων, ενδιαφέρον παρουσιάζει η μελέτη της κατανομής της διακύμανσης της βροχής στις διάφορες περιοδικότητες. Αναλύσεις χρονοσειρών με δεδομένα βροχής σταθμών του ελληνικού χώρου έγιναν από διάφορους ερευνητές (ενδεικτικές αναφορές, στις οποίες παραπέμπουν οι Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 16: Repapis, 1986· Maheras and Kolyva-Mahera, 1990· Amanatidis et al., 1997· Metaxas et al., 1999· Nastos, 1993· Παλιατσός κ.ά., 2004· Πρώϊας κ.ά., 2010· Kambezidis et al., 2010· Philandras et al., 2010·).

Το μεσογειακό κλίμα, όπως είναι γνωστό, χαρακτηρίζεται από έλλειψη βροχοπτώσεων κατά τη θερμή περίοδο του έτους. Στην Ελλάδα, ιδιαίτερα στις ανατολικές και νότιες περιοχές της που βρίσκονται στα βόρεια κράσπεδα ημιορημικών κλιματικών περιοχών, το πρόβλημα καθίσταται οξύτερο εξ αιτίας των μεγάλων διακυμάνσεων των βροχοπτώσεων. Λόγω του μεγάλου ενδιαφέροντος και της οξύτητας του προβλήματος καθώς επίσης λόγω της αβεβαιότητας ως προς τις επιπτώσεις που θα έχει στο καθεστώς της βροχής η εντατικοποίηση του φαινομένου του θερμοκηπίου, έχουν γίνει πολλές αξιολογικές μελέτες αναφερόμενες στις τάσεις και διακυμάνσεις των βροχοπτώσεων στην Ευρώπη και στον χώρο της Μεσογείου και των Βαλκανίων. Στην Ελλάδα, έχει διαπιστωθεί τάση μείωσης των βροχοπτώσεων μετά την δεκαετία του 1920 (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 16).

Προτού παρουσιαστεί και να αναλυθεί η κατανομή των βροχοπτώσεων στον ελλαδικό χώρο, καλό θα ήταν να γίνει μια αδρομερής αναφορά σε κάποιες τεχνικές και όργανα μέτρησης των βροχοπτώσεων, που χρησιμοποιούνται από τη σημερινή επιστημονική-ερευνητική κοινότητα.

Η ποσότητα του νετού που παρέχεται στην επιφάνεια του εδάφους μετρείται σε χιλιοστά (mm) ύψους του υδάτινου στρώματος το οποίο σχηματίζει . Αν δηλαδή το νερό της βροχής, ή το νερό που προέρχεται από την τήξη του χιονιού ή του χαλαζιού δεν απορροφάται από το έδαφος, δεν εξατμίζεται και δεν ρέει στις κλιθείς του εδάφους , θα σχηματίσει ένα υγρό οριζόντιο στρώμα νερού. Το πάχος του στρώματος αυτού, σε χιλιοστά, εκφράζει ποσοτικά τη βροχή που έπεσε σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Τα όργανα που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της βροχής ονομάζονται βροχόμετρα, τα δε αυτογραφικά βροχογράφοι . Χιονόμετρα

ονομάζονται τα όργανα με τα οποία γίνεται η μέτρηση τόσο της βροχής , όσο και του νερού που προέρχεται από την τήξη του χιονιού, του χαλάζιου κλπ. Διακρίνουμε τους εξής τύπους βροχομέτρων (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 10):

- I. Το ογκομετρικό βροχόμετρο είναι το απλούστερο όργανο τόσο από την άποψη της κατασκευής όσο και από άποψη χρήσης. Αποτελείται από ένα χωνί, από ψευδάργυρο με διάμετρο συνήθως μεταξύ 10cm και 30cm, του οποίου γνωρίζουμε το εμβαδόν του στομίου. Το χωνί καλύπτει την ανώτερη επιφάνεια κυλινδρικού μεταλλικού δοχείου, στο οποίο ρέει το νερό που συλλέγεται με το χωνί. Το νερό μετριέται με ειδικό γυάλινο ογκομετρικό σωλήνα του οποίου οι διαιρέσεις αντιπροσωπεύουν απ' ευθείας τα χιλιοστά ύψους βροχής. Το βροχόμετρο εγκαθίσταται μόνιμα και κατακόρυφα μέσα στο μετεωρολογικό σταθμό και σε αρκετή απόσταση από υψηλά αντικείμενα. Το στόμιο του βροχόμετρου πρέπει να είναι εντελώς οριζόντιο και σε απόσταση συνήθως 150 cm από την επιφάνεια του εδάφους (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 10).

- II. Το δεκαπλασιαστικό βροχόμετρο αποτελείται από ένα χωνί, από ψευδάργυρο, το οποίο καταλήγει σε μεταλλικό κύλινδρο, ο οποίος στο κάτω άκρο του φέρει στρόφιγγα και μια πλάγια διακλάδωση, με την οποία συγκοινωνεί με ένα γυάλινο σωλήνα, που είναι προσαρμοσμένος κατά μήκος του σωλήνα (Σχήμα 1.2). Παράλληλα με το γυάλινο σωλήνα υπάρχει μεταλλική κλίμακα που διαιρείται από κάτω προς τα πάνω, σε εκατοστά και χιλιοστά του μέτρου . Το μήκος των δύο σωλήνων, καθώς και της κλίμακας, είναι συνήθως 40cm μέχρι 100cm. Το εμβαδόν του στομίου του χωνιού είναι ακριβώς δέκα φορές μεγαλύτερο από το άθροισμα των τομών των δύο σωλήνων. Έτσι, κατά τη μέτρηση, τα εκατοστά της κλίμακας αντιπροσωπεύουν χιλιοστά ύψους βροχής και τα χιλιοστά της κλίμακας αντιπροσωπεύουν δέκατα του χιλιοστού. Με αυτό τον τρόπο διευκολύνεται η ανάγνωση του ύψους βροχής με ακρίβεια δέκατου του χιλιοστού. Επειδή όμως, ακόμα και όταν δεν βρέχει, το ύψος της στήλης του ύδατος εντός των σωλήνων μεταβάλλεται λόγω εξάτμισης, θα πρέπει να αναγράφεται στο βιβλίο παρατηρήσεων, καθημερινά το ύψος αυτής

(Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 11· βλ. σχετικά με τις μετρήσεις των βροχοπτώσεων, Αναγνωστοπούλου, 2006: 20-22).



Εικόνα 4: Ενδεικτική εικόνα βροχόμετρου (Πηγή: *5dim-pyrgou.ilei.sch.gr*).

Γενικότερα, στη μελέτη των βροχοπτώσεων μιας περιοχής σε μια δεδομένη χρονική στιγμή υπάρχουν πολλοί παράμετροι, που πρέπει να διευκρινιστούν εξ αρχής, ούτως ώστε να είναι αντικειμενική η έρευνα. Το κύριο χαρακτηριστικό που στη ουσία ξεχωρίζει τις μετρήσεις των βροχών από εκείνες των θερμοκρασιών είναι ότι οι βροχές είναι ασυνεχείς κατά τόπο και χρόνο, γεγονός που σημαίνει ότι δεν βρέχει ποτέ την ίδια στιγμή, ακόμα και σε μικρές ποσότητες, επάνω σε ολόκληρη την επιφάνεια της γης, ή σε μια εκτεταμένη ήπειρο. Μια συστηματική επεξεργασία αναφερόμενη στα στοιχεία βροχής ενός σταθμού θα πρέπει να ακολουθήσει την εξής διαδικασία: Θα πρέπει αρχικά να βρεθεί η διάρκεια κάθε επεισοδίου βροχής, διάρκεια που μπορεί να κυμαίνεται από μερικά λεπτά μέχρι μερικές ώρες, και στη συνέχεια να γίνει ανάλυση κάθε επεισοδίου για να βρεθούν οι διάφορες εντάσεις της βροχής. Όπως είναι ευνόητο, η ένταση βρίσκεται με τη βοήθεια αυτογραφικού οργάνου και εκτιμάται σε χιλιοστά ανά ώρα (mm/h), ή σε mm/5min ή σε mm/10min. Εάν κατά τη

διάρκεια μιας ημέρας υπάρχουν περισσότερα του ενός επεισόδια βροχής, τα επί μέρους ύψη βροχής αθροίζονται και βρίσκεται το ημερήσιο ύψος βροχής, καθώς και η συνολική ημερήσια διάρκεια βροχής. Στη συνέχεια, για κάθε μήνα αθροίζονται τα ημερήσια ύψη και η αντίστοιχη διάρκεια για τον υπολογισμό του μηνιαίου ύψους βροχής και της μηνιαίας διάρκειας αυτής. Τα 12 μηνιαία ύψη αθροιζόμενα δίνουν το ετήσιο ύψος βροχής. Το ίδιο γίνεται προκειμένου για τη διάρκεια της βροχής. Θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι αναφορικά με τη βροχή εκείνο που πρέπει να γνωρίζουμε για κάθε μήνα ή έτος είναι το συνολικό ύψος, σε χιλιοστά, και όχι το μέσο όρο όπως γίνεται με τη θερμοκρασία. Η χρησιμοποίηση του μέσου όρου γίνεται όταν υπάρχουν μετρήσεις βροχής περισσότερων ετών και θέλουμε να οδηγηθούμε σε κλιματικά συμπεράσματα (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 13-14).

3. Κατανομή των βροχοπτώσεων στην Ελλάδα

Το κύριο χαρακτηριστικό των υδάτινων πόρων στην Ελλάδα είναι η άνιση κατανομή τους στο χώρο και το χρόνο. Το έντονο ανάγλυφο, οι πολλές και σχετικά μικρές λεκάνες απορροής, η άνιση κατανομή των βροχοπτώσεων σε συνδυασμό με τη συγκέντρωση του πληθυσμού και των κυριότερων δραστηριοτήτων στα ξηρότερα μέρη της χώρας, προκαλούν τελικά προβλήματα διαθεσιμότητας και κάνουν δύσκολη τη διαχείριση των υδάτινων πόρων. Οι κύριες οικονομικές δραστηριότητες που αναπτύσσονται λ.χ. στην περιοχή της Θεσσαλίας είναι η γεωργία, η βιομηχανία, ο τουρισμός, η κτηνοτροφία και η δασοπονία. Η ορθολογική διαχείριση των υδάτων και η αειφόρος ανάπτυξη αποτελούν βασικούς πολιτικούς και επιχειρησιακούς άξονες σε ευρωπαϊκή και 16 παγκόσμια κλίμακα (2000/60/EK) (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013:16).

Η μείωση των βροχοπτώσεων στην Ελλάδα έχει επιφέρει δυσμενείς επιπτώσεις στη γεωργική παραγωγή, στην υδροδότηση ορισμένων αστικών περιοχών, αλλά και στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας· ως εκ τούτου, καθίσταται επιβεβλημένη η ορθολογική χρησιμοποίηση και αξιοποίηση των λιγοστών και περιορισμένων έστω υδάτινων πόρων της χώρας. Ο ρυθμός μεταβολής της βροχόπτωσης εμφανίζεται πτωτικός, με τις μεγαλύτερες τιμές να παρατηρούνται τόσο στις ΒΔ περιοχές (Κέρκυρα-Ηπειρος) του ελλαδικού χώρου, ενώ προοδευτικά εξασθενεί προς τις νότιες περιοχές της χώρας. Ειδικότερα, στα ΝΔ γίνεται και ανοδικός (περιοχή

Πύργου). Ο ρυθμός μείωσης των βροχοπτώσεων ανέρχεται στα 9mm/έτος στις ιδιαίτερα σημαντικές περιοχές της χώρας, από την άποψη του ενεργειακού δυναμικού όπου λειτουργούν υδροηλεκτρικοί σταθμοί. Επίσης, ανέρχεται στα 5mm/έτος περίπου στις περιοχές, από τις οποίες υδροδοτείται η Αθήνα, όπου κατοικεί περίπου το 30% του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Συμπερασματικά, ιδιαίτερης σημασίας είναι η διαπίστωση ότι η παρατηρούμενη μείωση των βροχοπτώσεων είναι μεγαλύτερη στις περιοχές όπου παρατηρούνται τα μεγαλύτερα ύψη βροχής (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013:16-17).

Είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία του αέρα μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου. Συνεπώς, οι πλούσιες σε υδρατμούς αέριες μάζες ψύχονται οπότε οι υδρατμοί συμπυκνώνονται και πέφτουν με τη μορφή ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στις δυτικές πλαγιές των ορεινών όγκων. Αφού εγκαταλείψουν τους υδρατμούς δυτικά, οι αέριες μάζες κατέρχονται θερμές και ξηρές στις ανατολικές πλαγιές. Έτσι, το ξηρό κλίμα της Αττικής και γενικότερα της ανατολικής Ελλάδας μετατρέπεται σε υγρό κλίμα στη βόρεια και δυτική Ελλάδα. Η Πίνδος εμποδίζει τους υγρούς δυτικούς ανέμους να φτάσουν στην ανατολική χώρα, με αποτέλεσμα στη δυτική Ελλάδα να σημειώνονται μέσες ετήσιες τιμές ύψους βροχής που κυμαίνονται μεταξύ 800 και 1200 mm, ενώ στην ανατολική Ελλάδα οι μέσες ετήσιες τιμές φθάνουν μέχρι 700mm. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι η Αθήνα δεν ξεπερνά τα 400mm ετησίως, ενώ στα Ιωάννινα ξεπερνά τα 1100 mm. Επίσης, πυκνές ισοϋετες καμπύλες με υψηλές τιμές παρουσιάζονται σε περιοχές που υπάρχουν μορφολογικές εξάρσεις όπως οι ορεινοί όγκοι του Ολύμπου, του Ψηλορείτη, του Ταύγετου κλπ. (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 17-18).

Κατά τη διάρκεια της βροχερής περιόδου οι θερμοκρασίες που επικρατούν κυμαίνονται μεταξύ 5°C και 10°C στις παραθαλάσσιες περιοχές, 0°C και 5°C στις ηπειρωτικές περιοχές και πολλές φορές χαμηλότερες από 0°C στις βόρειες και τις πολύ ορεινές περιοχές (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013: 17-18). Γενικότερα, οι δυναμικοί παράγοντες που δημιουργούν τις καιρικές καταστάσεις στον ελλαδικό χώρο, κατά τη βροχερή περίοδο, είναι οι παρακάτω :

- Οι υφέσεις (συστήματα χαμηλών πιέσεων), οι οποίες προέρχονται από τον Ατλαντικό Ωκεανό, αλλά και αυτές που δημιουργούνται εντός της Μεσόγειου κατά μήκος του μεσογειακού μετώπου.

- Ο σιβηρικός αντικυκλώνας (συστήματα υψηλών πιέσεων), σποραδικά τμήματα του οποίου εμφανίζονται και στη Βαλκανική χερσόνησο, καθώς και οι αντικυκλώνες της Δυτικής Ρωσίας και της Κεντρικής Ευρώπης.
- Ο αντικυκλώνας των Αζορών, ο οποίος τη συγκεκριμένη περίοδο μετατοπίζεται νότια και επιτρέπει τη διέλευση των υφέσεων του Ατλαντικού Ωκεανού στη λεκάνη της Μεσόγειου.
- Οι κινητοί αντικυκλώνες της Βόρειας Ευρώπης και της Σκανδιναβικής χερσονήσου, οι οποίοι προκαλούν ταχεία μεταφορά ψυχρών αέριων μαζών στον μεσογειακό χώρο (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013:9).

Κατά την ψυχρή περίοδο του έτους οι κυριότεροι δυναμικοί παράγοντες που διαμορφώνουν τον καιρό, είναι :

- Ο αντικυκλώνας των Αζορών, ο οποίος υφίσταται μετατόπιση προς τα βόρεια και τα ακραία τμήματα του καταλαμβάνουν και τη Βαλκανική χερσόνησο .
- Το θερμικό χαμηλό των Ινδιών, το οποίο δημιουργείται λόγω της υψηλής θερμότητας και εκτεινόμενο αγγίζει πολλές φορές τις ακτές της Ανατολικής Μεσόγειου μέχρι και τις δυτικές ακτές της Μικρής Ασίας (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013:9).

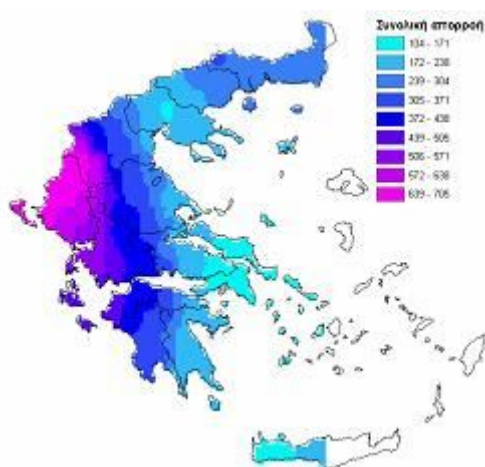
Ο συνδυασμός αυτών των δύο, δημιουργεί το σταθερό ρεύμα των ετήσιων ανεμών (μελέμια· βλ. ανωτέρω). Εκτός από αυτά τα συστήματα, την περίοδο αυτή, ο καιρός της Αττικής επηρεάζεται και από τα αντικυκλωνικά συστήματα της δυτικής Ρωσίας και της Βορειοδυτικής Ευρώπης (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013:9).

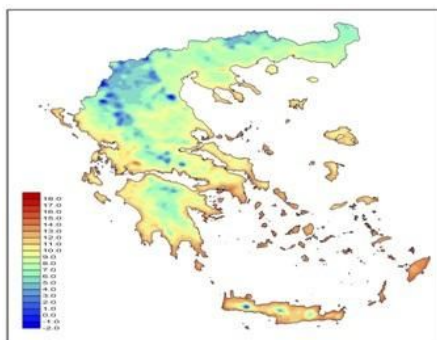
Επιλογικά, αναφέρουμε ότι η μείωση των βροχοπτώσεων στην Ελλάδα, με δυσμενείς επιπτώσεις στη γεωργική παραγωγή, στην υδροδότηση ορισμένων αστικών περιοχών, αλλά και στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθιστούν επιβεβλημένη την ορθολογική χρησιμοποίηση των υδάτινων πόρων της χώρας. Για τη χάραξη όμως της στρατηγικής της διαχείρισης των υδάτινων πόρων, πρέπει να έχει γίνει κατανοητή, όσο το δυνατόν πληρέστερα, η συμπεριφορά των βροχοπτώσεων (κατανομή, τάσεις, διακυμάνσεις, κλπ.) στον ελληνικό χώρο, αλλά και των καιρικών συστημάτων, τα οποία ως γνωστό είναι ο γενεσιουργός παράγοντας των βροχοπτώσεων (Μαγούλης & Καραδήμας, 2013:69). Ενδεικτικά, επισημαίνονται κάποια μέτρα που είχαν αναγγελθεί από τον Υπουργό Γεωργίας το 2002 και όπως

αναγράφονται σε άρθρο της εφημερίδας *Καθημερινή* (12.4.2002), σχετικά με την αποθήκευση του νερού της βροχής για την καλύτερη αξιοποίησή του:

- Πρόχειρα χωμάτινα φράγματα, ώστε να συγκεντρωθεί και να χρησιμοποιηθεί για άρδευση νερό που διαφορετικά θα χανόταν.
- Θα αντικατασταθούν γεωτρήσεις και θα επισκευαστούν ζημιές σε δίκτυα που έχουν αποτέλεσμα τις μεγάλες απώλειες νερού.
- Θα εγκατασταθούν αντλητικά συγκροτήματα ώστε να ανακυκλώνονται τα νερά που ήδη έχουν χρησιμοποιηθεί.
- Θα δημιουργηθούν στραγγιστικά δίκτυα ώστε να αξιοποιούνται τα νερά, που «φεύγουν» μετά το πότισμα.
- Θα δημιουργηθούν μικρά έργα άμεσης απόδοσης σε τοπικό επίπεδο (Γεωργιοπούλου, 2002).

Η ενεργοποίηση του ελληνικού δημοσιογραφικού και πολιτικού χώρου ήδη από τις αρχές του 21^{ου} αι. σχετικά με το ζήτημα αυτό, δείχνει την αναγκαιότητα της κατάστασης και το πιθανό μελλοντικό πρόβλημα λειψυδρίας με όλες τις προαναφερθείσες επακόλουθες συνέπειές του για την ελληνική κοινωνία και οικονομία.





Εικόνες 5,6: Χάρτες Κατανομής Βροχοπτώσεων στον ελλαδικό χώρο (Πηγές: www.giannena-e.gr & physicslessons.blogspot.gr αντίστοιχα).

4. Γεωγραφική τοποθέτηση, γεωμορφολογία και κλίμα της Ευρωπαϊκής Ηπείρου

Η Ευρώπη, αποκαλούμενη συνήθως *Γηραιά ήπειρος* κατά συνθήκη, θεωρείται ότι είναι μία από τις επτά ηπείρους του κόσμου. Αποτελούμενη από τη δυτικότερη χερσόνησο της Ευρασίας, η Ευρώπη χωρίζεται γενικά από την Ασία στην ανατολή του από το χάρισμα που αποτελείται από τα Ουράλια, τον ποταμό Ουράλη, την Κασπία Θάλασσα, την περιοχή του Καυκάσου (προσδιορισμός των συνόρων) και τον Εύξεινο Πόντο προς τα νοτιοανατολικά. Επίσης, η Ευρώπη συνορεύει με τον Αρκτικό ωκεανό και άλλα υδατικά συστήματα στα βόρεια, τον Ατλαντικό Ωκεανό στα δυτικά, τη Μεσόγειο Θάλασσα προς νότο, και τον Εύξεινο Πόντο και συνδέεται με υδατικές οδούς προς τα νοτιοανατολικά. Ωστόσο, τα σύνορα της Ευρώπης -μια έννοια που χρονολογείται από την κλασική αρχαιότητα- είναι κάπως αυθαίρετη, όπως ο όρος ήπειρος μπορεί να αναφέρεται σε μια πολιτιστική και πολιτική διάκριση ή μία φυσιογραφική. Η Ευρώπη είναι η τέταρτη σε έκταση ήπειρος του πλανήτη μας. Καταλαμβάνει συνολικά με τα νησιά έκταση 10.500.000 τετρ. χλμ., το 7% περίπου της συνολικής ξηράς του πλανήτη μας. Ο πληθυσμός της, σύμφωνα με τα στοιχεία του 1981 ξεπερνούσε τα 670.000.000 κατοίκους. (<https://www.cia.gov/library/publications/>).

Εκτός από τα ανατολικά και την περιοχή γύρω από τη Βαλτική θάλασσα, που είναι επίπεδη και κάπως μονότονη, η υπόλοιπη Ευρώπη παρουσιάζει μια διαδοχική αλλαγή από βουνά και πεδιάδες. Ο κύριος όγκος των βουνών είναι συγκεντρωμένος στη νότια και κεντρική Ευρώπη, καθώς και στην περιοχή των Σκανδιναβικών κρατών. Στην κεντρική Ευρώπη, στις Άλπεις, που είναι από τις πιο νέες οροσειρές της Ευρώπης, βρίσκεται και το ψηλότερο σημείο, το Λευκό Όρος, που έχει ύψος

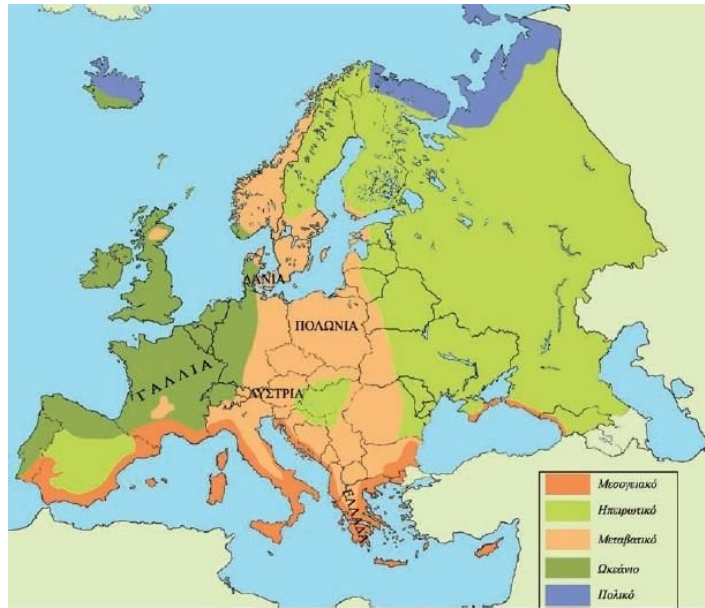
4.810 μέτρα. Την ίδια περίοδο, δημιουργήθηκαν και τα Απέννινα, οι Δειναρικές Άλπεις, τα Καρπάθια και ο Αίμος. Οι υπόλοιπες οροσειρές είναι παλιότερες. Σημαντική επίδραση στη διαμόρφωση της Ευρώπης, όπως παρουσιάζεται σήμερα, είχαν και οι παγετώνες που με τις διαβρώσεις και τις καθιζήσεις δημιούργησαν και την τελική μορφή της (<https://www.cia.gov/library/publications/>).

Ανεξάρτητα από ποια αιτία δημιουργήθηκε, ανάλογη είναι και η υδρογραφική της δομή. Στα δυτικά και στα νότια, όπου τα βουνά είναι κοντά στη θάλασσα, υπάρχουν ποτάμια με μικρό μήκος, αλλά με ισχυρά ρεύματα και πορεία ζιγκ - ζαγκ. Αντίθετα, στα ανατολικά, τα ποτάμια είναι μεγάλα, βαθιά, με πολύ νερό, που κυλούν αργά μέσα από τις απέραντες πεδιάδες. Στην περιοχή αυτή βρίσκονται και μερικά από τα μεγαλύτερα ποτάμια της Ευρώπης, με μεγαλύτερα το Βόλγα και το Δούναβη. Στην Ευρώπη υπάρχουν πάρα πολλές λίμνες, αλλά όλες έχουν μικρές διαστάσεις. Οι περισσότερες είναι συγκεντρωμένες γύρω από τη Βαλτική θάλασσα και στην Αλπική περιοχή (<https://www.cia.gov/library/publications/>).

Το κλίμα της Ευρώπης μπορεί να θεωρηθεί από τα πιο ευνοϊκά στον κόσμο. Μόνο ένα πολύ μικρό τμήμα, που ανήκει στον πολικό κύκλο, χαρακτηρίζεται από ακραίες θερμοκρασίες κατά τον χειμώνα. Το μεγάλο μέρος ανήκει στην εύκρατη ζώνη. Τρεις βασικοί παράγοντες συντελούν σ' αυτήν τη διαμόρφωση. Η θέση της σε συνδυασμό με τα ρεύματα του Ατλαντικού και το ότι δεν χαρακτηρίζεται από μεγάλο υψόμετρο. Το ευρωπαϊκό κλίμα χαρακτηρίζεται από τέσσερις τύπους:

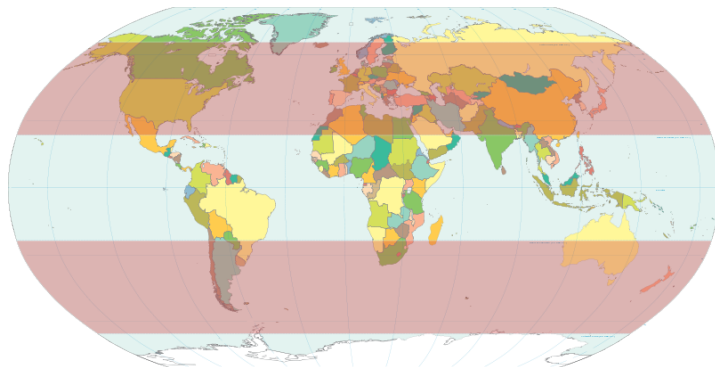
- **το κλίμα της περιοχής προς τον Ατλαντικό,**
- **το ηπειρωτικό κλίμα** (περιοχές της ανατολικής Ευρώπης),
- **το αρκτικό κλίμα** (σε ένα μικρό μέρος της βόρειας Ευρώπης) και
- **το μεσογειακό κλίμα** στη νότια Ευρώπη.

Θα μπορούσε ακόμη να αναφερθεί και το κλίμα της κεντρικής Ευρώπης ως μεταβατικό ανάμεσα και στους τέσσερις τύπους κλίματος που αναφέρθηκαν (περιοχές Τσεχίας, Σλοβακίας και Ουγγαρίας). Οι ακραίες θερμοκρασίες που έχουν καταγραφεί στην Ήπειρο είναι +48 °C στην Ελλάδα και -42 °C στην Ρωσία (<https://www.cia.gov/library/publications/>). Ακολουθούν διάφοροι κλιματικοί χάρτες, προκειμένου να δοθεί και σχεδιαστική και συνοπτικότερη απεικόνιση των ποικίλων κλιμάτων της ευρωπαϊκής ηπείρου, όπως απαντούν σήμερα.

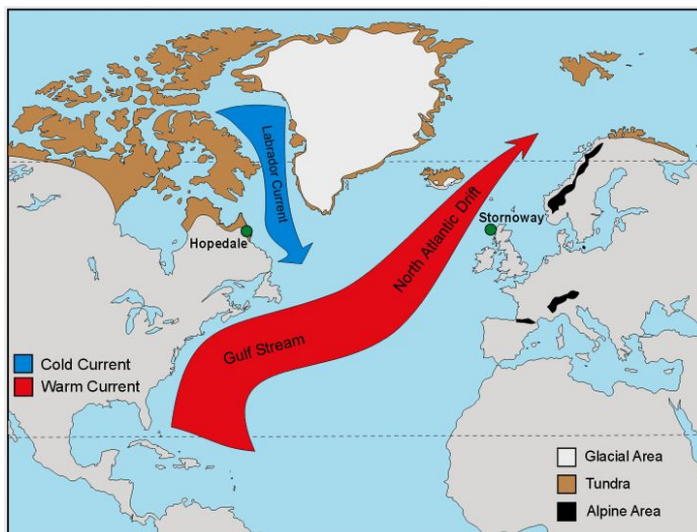


Εικόνα 27.1: Κλιματικός χάρτης της Ευρώπης

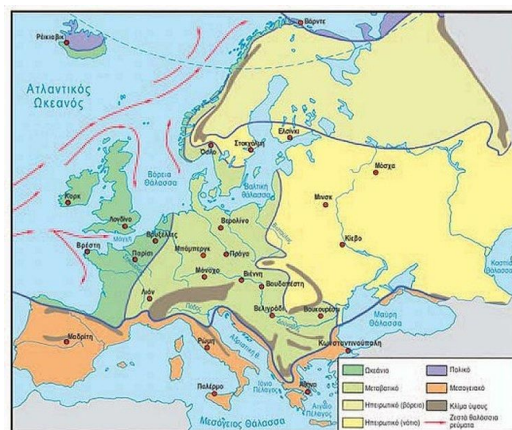
Εικόνα 6: Κλιματικός χάρτης της Ευρώπης (Πηγή: <http://daskalemata.weebly.com/>)



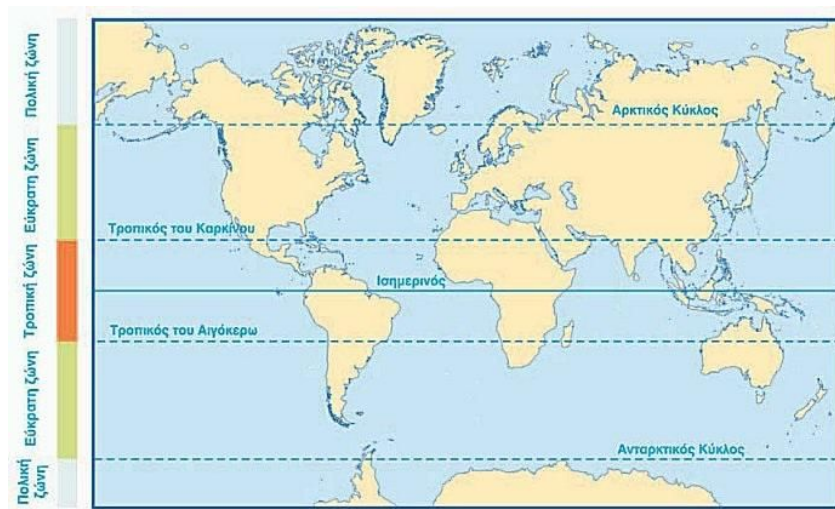
Εικόνα 7: Κλιματικός χάρτης της Ευρώπης (Πηγή: <http://daskalemata.weebly.com/>)



Εικόνα 8: Ζώνη Ωκεάνιου Κλίματος (Πηγή: <http://daskalemata.weebly.com/>)



Εικόνα 9: Ζώνη Ηπειρωτικού Κλίματος (Πηγή: <http://daskalemata.weebly.com/>)



Εικόνα 10: Ζώνη Πολικού Κλίματος (Πηγή: <http://daskalemata.weebly.com/>)

Εντούτοις, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια έντονη κλιματική αλλαγή στο μεγαλύτερο μέρος της ηπείρου. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι οι θερμοκρασίες αυξάνονται, η κατανομή των βροχοπτώσεων αλλάζει, οι παγετώνες και το χιόνι λιώνουν και η παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει. Αναμένουμε ότι αυτές οι αλλαγές θα συνεχιστούν και ότι θα αυξηθεί η συχνότητα και η ένταση ακραίων καιρικών φαινομένων που προκαλούν επικίνδυνες καταστάσεις, (http://www.eea.europa.eu/el/pressroom/newsreleases/soer2005_pp-el).

Για όλες αυτές τις αλλαγές, οι οποίες γίνονται ολοένα και εντονότερες, πρέπει να σημειωθεί ότι οι επιπτώσεις και η ευπάθεια για τη φύση, την οικονομία και την υγεία (βλ. περισσότερα σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην υγεία, Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, 2011: 24-26) δεν είναι ίδιες παντού σε όλη την ήπειρο (<http://www.eea.europa.eu/el/themes/climate/intro>).

Να σημειωθεί επίσης ότι έκθεση του 2005 (βλ. το σχετικό κείμενο http://www.eea.europa.eu/publications/state_of_environment_report_2005_1) αναφέρει αφενός την αποτελεσματικότητα κάποιων περιβαλλοντικών μέτρων και νόμων που είχε λάβει η Ευρώπη (όπως το ότι έχουμε καθαρίσει τα ύδατα και την ατμόσφαιρά μας, έχουμε περιορίσει τη χρήση ορισμένων ουσιών που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος κι έχουμε διπλασιάσει τα ποσοστά ανακύκλωσης των αποβλήτων. Έχουμε επίσης λιγότερο ρυπογόνα αυτοκίνητα χωρίς τις ριζικές βελτιώσεις στους καταλύτες τα τελευταία είκοσι χρόνια), αλλά και τα προβλήματα που έχουν ανακύψει τα τελευταία χρόνια. Πιο συγκεκριμένα, επισημαίνονται οι αλλαγές στα ατομικά καταναλωτικά πρότυπα. Οι Ευρωπαίοι ζουν περισσότερο και οι περισσότεροι από εμάς ζούμε μόνοι μας, αυξάνοντας τις ανάγκες για χώρους διαβίωσης. Ανάμεσα στο 1990 και το 2000, οικοδομήθηκαν πάνω από 800 000 εκτάρια από την έκταση της Ευρώπης. Η έκταση αυτή είναι τρεις φορές το μέγεθος του Λουξεμβούργου. Εάν οι τωρινές τάσεις συνεχιστούν, το αστικό μας περιβάλλον θα διπλασιαστεί μόλις μέσα σε ένα αιώνα. Η διαχείριση της πολεοδομικής αναρχίας έχει ουσιαστική σημασία εάν θέλουμε να προστατέψουμε τους φυσικούς μας πόρους, υποστηρίζει η έκθεση. Ταξιδεύουμε σε μεγαλύτερες αποστάσεις και συχνότερα, και καταναλώνουμε τους φυσικούς πόρους του πλανήτη με το διπλάσιο ρυθμό σε σχέση με τον μέσο όρο όλων των χωρών του πλανήτη. Οι μεταφορές είναι ο ταχύτερα

αναπτυσσόμενος τομέας που συμβάλλει στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και η τάση αυτή θα συνεχιστεί σύμφωνα με τις προβλέψεις. Για παράδειγμα, τα αεροπορικά ταξίδια αναμένεται να διπλασιαστούν έως το 2030. Κατά συνέπεια, αφήνουμε σαφώς τα χνάρια μας εκτός Ευρώπης, εξαντλώντας τους φυσικούς πόρους και καταστρέφοντας το περιβάλλον του πλανήτη (http://www.eea.europa.eu/el/pressroom/newsreleases/soer2005_pp-el).

Μερικά από τα πιθανά αίτια αυτών των αρνητικών κλιματικών μεταβολών μπορούν να θεωρηθούν η καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο) στην παραγωγή ηλεκτρισμού, τις μεταφορές, τη βιομηχανία και τα νοικοκυριά· η γεωργία και οι αλλαγές στη χρήση της γης· η υγειονομική ταφή των αποβλήτων· τα βιομηχανικών φθοριούχων αερίων (<http://www.eea.europa.eu/el/themes/climate/intro>).

Οι περιφέρειες της Ευρώπης που είναι ιδιαίτερα ευπαθείς στην κλιματική αλλαγή περιλαμβάνουν:

- η νότια Ευρώπη και η λεκάνη της Μεσογείου (λόγω της αύξησης των καυσώνων και της ξηρασίας)·
- οι ορεινές περιοχές (καθώς αυξάνεται το λιώσιμο του χιονιού και των πάγων)·
- οι παράκτιες ζώνες, τα δέλτα και οι πλημμυρικές περιοχές (λόγω της αύξησης της στάθμης της θάλασσας και των αυξανόμενων έντονων βροχοπτώσεων, των πλημμυρών και των καταιγίδων)·
- οι πλέον βόρειες περιοχές της Ευρώπης και η Αρκτική (καθώς αυξάνονται οι θερμοκρασίες και το λιώσιμο των πάγων).

(<http://www.eea.europa.eu/el/themes/climate/intro>).

Μερικές από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής της Ευρώπης αφορούν σε όλους τους τομείς του πολιτισμού, της δραστηριότητας και της ζωής του ατόμου και μάλιστα, όχι μόνο του Ευρωπαίου πολίτη, αλλά γενικότερα. Μάλιστα, πρέπει να τονιστεί ότι οι δυσάρεστες συνέπειες αφορούν και στις φτωχές αναπτυσσόμενες χώρες, καθόσον βρίσκονται ανάμεσα στις χώρες που πλήττονται περισσότερο. Οι άνθρωποι που ζουν εκεί συχνά εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το φυσικό τους περιβάλλον και διαθέτουν τους λιγότερους πόρους για να αντιμετωπίσουν την κλιματική αλλαγή. Φυσικά, από τους πρώτους τομείς επίδρασης της κλιματικής μεταβολής είναι η ανθρώπινη υγεία (βλ. και ανωτέρω). Πιο συγκεκριμένα, έχει

σημειωθεί αύξηση του αριθμού των θανάτων που σχετίζονται με τον καύσωνα σε ορισμένες περιοχές και μείωση των θανάτων που σχετίζονται με το κρύο σε άλλα κράτη μέλη. Επιπροσθέτως, παρατηρούνται ήδη αλλαγές στην κατανομή ορισμένων ασθενειών που μεταδίδονται με το νερό καθώς και φορέων νόσων (http://ec.europa.eu/clima/change/consequences/index_el.htm).

Οι υλικές ζημιές και οι ζημιές στις υποδομές, καθώς και στην ανθρώπινη υγεία, συνεπάγονται υψηλό κόστος για την κοινωνία και την οικονομία. Το διάστημα 1980 - 2011, οι πλημμύρες έπληξαν περισσότερα από 5,5 εκατομμύρια άτομα και προκάλεσαν άμεσες οικονομικές ζημιές άνω των 90 δισ. ευρώ. Τομείς που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το επίπεδο της θερμοκρασίας και των βροχοπτώσεων, όπως η γεωργία, η δασοκομία, η ενέργεια και ο τουρισμός (http://ec.europa.eu/clima/change/consequences/index_el.htm).

Τέλος, η κλιματική αλλαγή επέρχεται εξαιρετικά γρήγορα και πολλά είδη φυτών και ζώων αγωνίζονται να αντιμετωπίσουν την κατάσταση. Πολλά είδη που ζουν στην ξηρά ή σε γλυκά και θαλασσινά νερά έχουν ήδη μετακινηθεί προς νέες περιοχές. Ορισμένα είδη φυτών και ζώων θα αντιμετωπίσουν υψηλό κίνδυνο εξαφάνισης εάν η μέση θερμοκρασία της γης εξακολουθήσει να αυξάνεται (http://ec.europa.eu/clima/change/consequences/index_el.htm).





Εικόνα 11, 7: Χάρτης της Ευρώπης (Πηγές: *ebooks.edu.gr* & *www.worldatlas.com* αντίστοιχα).

5. Οι βροχοπτώσεις της Ευρώπης ως απόρροια της γενικότερης κλιματικής αλλαγής

Επιστήμονες προβλέπουν ότι στη τριακονταετία 2020 με 2050 η μέση θερμοκρασία στην Ευρώπη θα ανέβει γύρω στους 2 βαθμούς Κελσίου συγκριτικά με τη δεκαετία του 1970. Το θέμα είναι ότι περισσότερο από αυτή την αύξηση θα επηρεαστούν το Ανατολικό κομμάτι της Σκανδιναβίας, δηλαδή η Φινλανδία, χώρες της Ανατολικής Ευρώπης, και η Νοτιοανατολική Ευρώπη, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας. Από την άλλη προβλέπεται ότι οι βροχοπτώσεις θα μειωθούν στη Νότια Ευρώπη και θα αυξηθούν στη Βόρεια Ευρώπη (<http://www.ecotimes.gr>).

Έτσι από τη μία οι Βορειοευρωπαϊκές χώρες με βάση αυτή την εκτίμηση θα έχουν συχνά πλημμυρικά φαινόμενα ενώ αντίθετα οι χώρες της Νότιας Ευρώπης θα έχουν συχνές ξηρασίες και κατά συνέπεια ερημοποιήσεις με δραματικές επιπτώσεις στις γεωργικές καλλιέργειες διότι στις Μεσογειακές χώρες υπολογίζεται ότι πάνω από το 75% του νερού ξοδεύεται για τις ανάγκες της γεωργίας (<http://www.ecotimes.gr>).

Γενικότερα, στη νοτιοανατολική και κεντρική Ευρώπη οι θερμοκρασίες είναι πολύ χαμηλές, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται μειωμένες βροχοπτώσεις, λειψυδρία, καθώς και πολλές πυρκαγιές κατά τις θερινές περιόδους. Ενδεικτικά παραδείγματα αποτελούν η Ιταλία, η Ισπανία, η Πορτογαλία, τα Σκόπια, η Σερβία, το

Μαυροβούνιο, η Βοσνία, η Αλβανία, η Κροατία, η Ουκρανία και η γειτονική μας Τουρκία (<http://www.fireservice.gr/>).

Ειδικά οι περιοχές της Μεσογείου (βλ. περισσότερα σχετικά με τις βροχοπτώσεις στη Μεσόγειο, Kutiel, H., Maheras, P., Guika, S., (1996). Circulation and extreme rainfall conditions in the eastern Mediterranean during the last century. *International Journal of Climatology*, 16, 73-92. Maheras, P. and Kolyva-Mahera, F. (1990). Temporal and spatial characteristics of annual precipitation over Balkans in the twentieth century. *Journal of Climatology*. 10, 495-504. Mantis, . T., Repapis, C. C, Philandras, C. M., Paliatsos, A. G. and Amanatidis, G. T. (1994). The spatial and temporal structure of precipitation in the Eastern Mediterranean. *Proc. of Eastern Europe and Global Change Conference*, 3- 1 October 1994, 125-131), είναι από τα ευρωπαϊκά τμήματα που ταλαιπωρούνται περισσότερο από τη λειψυδρία τα τελευταία χρόνια. Τον τελευταίο μισό αιώνα παρατηρείται μια σταθερή πτώση των βροχοπτώσεων και αύξηση των επιπέδων ξηρασίας και λειψυδρίας σε πολλές χώρες της Μεσογείου. Οι παρατηρηθείσες αλλαγές όμως, δεν είναι πάντα στατιστικά σημαντικές και αξιοπαρατήρητες. Για παράδειγμα, υπάρχουν στοιχεία αυξημένων βροχοπτώσεων την άνοιξη στους κόλπους της Γένοβας και της Λυών. Στον αντίποδα, τον χειμώνα παρατηρείται μείωση βροχοπτώσεων στη δυτική και βόρεια Μεσόγειο (http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/booklets/B7_Booklet_Final_GR.pdf).

Από την άλλη πλευρά, υγρά καλοκαίρια με πολλές ή και υπερβολικές θα μπορούσαμε να πούμε βροχοπτώσεις βιώνουν συνήθως οι εξής χώρες της Ευρώπης: η Μεγάλη Βρετανία, η Γαλλία (στο νότιο τμήμα της ως επί το πλείστον), η Ρουμανία, η Βουλγαρία (<http://www.fireservice.gr/>).

Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία αυτά αφορούν γενικά στις βροχοπτώσεις αυτών των ευρωπαϊκών χωρών. Δεν σημαίνει σε καμία περίπτωση ότι δεν παρατηρούνται και στις χώρες με αυξημένες βροχοπτώσεις περίοδοι ξηρασίας ή αντιστρόφως, δηλαδή στις χώρες με μειωμένες βροχοπτώσεις ή ακόμη και ξηρασία και φαινόμενα λειψυδρίας, να παρατηρούνται κατά περιόδους (έστω και σπάνια ή τουλάχιστον, όχι συχνά) έντονες βροχοπτώσεις, που να οδηγούν μάλιστα και σε πλημμυρικά φαινόμενα, πολλές φορές με ολέθριες επιπτώσεις για πολλούς τομείς του βίου και της καθημερινής δραστηριότητας (π.χ. γεωργία, κτηνοτροφία, μετακινήσεις-συγκοινωνίες, τουρισμός κλπ.).

Γενικότερα, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των τελευταίων ερευνών και μελετών σχετικών με το θέμα των βροχοπτώσεων στην Ευρώπη, αλλά και εν γένει τις κλιματικές μεταβολές και τις επιπτώσεις τους στους διάφορους τομείς της ζωής και του πολιτισμού, πρέπει να σημειωθεί ότι εκτιμάται από τους επιστήμονες και τους ερευνητές πως στην Ευρώπη η βροχόπτωση και η χιονόπτωση θα αυξάνονται στο βορρά ενώ στο νότιο τμήμα οι βροχές και τα χιόνια θα μειώνονται. Στην Ελλάδα, η κλιματική αλλαγή θα έχει ως αποτέλεσμα ορισμένες περιοχές να έχουν λιγότερες βροχοπτώσεις και, σε περίπτωση που συνεχιστεί το φαινόμενο, θα προκληθούν καταστροφές στις καλλιέργειες ελιάς και δημητριακών από την ξηρασία ενώ και η εθνική οικονομία θα ζημιωθεί άμεσα από τη μείωση της παραγωγής. Να σημειωθεί επίσης ότι τα αποτελέσματα και οι εκτιμήσεις αυτές οφείλονται σε πολλά ερευνητικά έργα που στοχεύουν στην αξιολόγηση των κλιματικών αλλαγών, συμπεριλαμβανομένων των επιπτώσεών τους στην ποσότητα και ποιότητα του νερού. (<http://www.nagref.gr/journals/ethg/images/33/ethg33p18-19.pdf>).

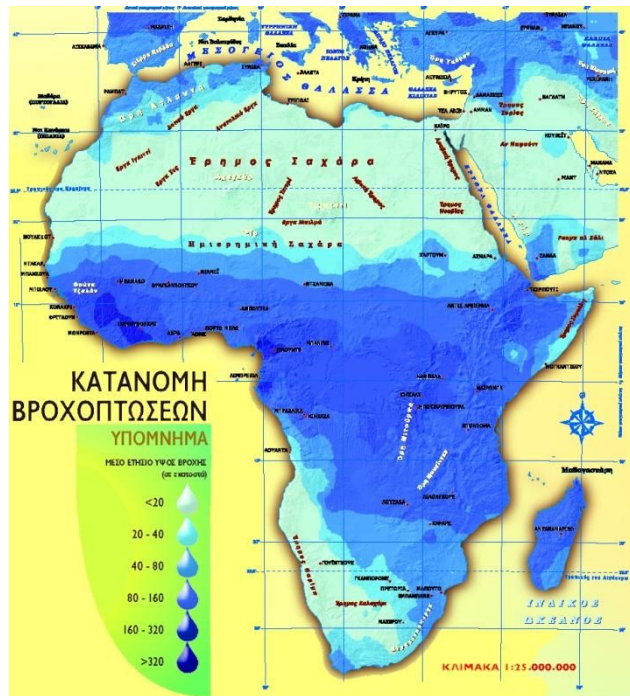
Σήμερα υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι η διατάραξη της κατανομής των βροχοπτώσεων και γενικότερα του κλίματος, έχει ήδη επιδράσει στα φυσικά και αγροτικά συστήματα της Ευρώπης. Παραδείγματα τέτοιων αλλαγών περιλαμβάνουν τις αλλαγές των σταδίων των καλλιεργειών, την επιμήκυνση της καλλιεργητικής περιόδου, τη μετατόπιση γεωγραφικού πλάτους και υψομέτρου ευδοκίμησης των φυτών, την πρόωμη ανθοφορία, την έκρηξη ασθενειών των φυτών, την επιτάχυνση αποδόμησης της οργανικής ουσίας των εδαφών και τη διαφοροποίηση της κατανάλωσης νερού. Η συχνότερη βροχόπτωση και οι υγρές συνθήκες βοηθούν την επέκταση των ασθενειών. Η μεγαλύτερη ένταση των βροχών μειώνει τη διήθηση του νερού στο έδαφος (<http://www.nagref.gr/journals/ethg/images/33/ethg33p18-19.pdf>).

Βλέπουμε λοιπόν, ότι η αλλαγή του κλίματος επηρεάζει και τη διαθεσιμότητα του νερού και επομένως μπορεί να επηρεάσει και τα σύνθετα συστήματα που εξαρτώνται απ' αυτό, όπως η γεωργία αλλά και η φυσική βλάστηση, επιδρώντας στα κύρια βιολογικά, χημικά και φυσικά τους στοιχεία. Επομένως, πρέπει να ληφθούν υπόψη και να προσαρμοσθούν όλες οι συνθήκες και ο σχεδιασμός διαχείρισης του νερού για τις αγροτικές και τις άλλες δραστηριότητες, στις κλιματικές αλλαγές και την παραλλακτικότητα του κλίματος, με ειδικές στρατηγικές, βραχυπρόθεσμες και

μακροπρόθεσμες, όσον αφορά την άρδευση αλλά και τις άλλες χρήσεις (<http://www.nagref.gr/journals/ethg/images/33/ethg33p18-19.pdf>).

Τα κατευθυντήρια κείμενα της ΕΕ έχουν στόχο την αναβάθμιση και προστασία του περιβάλλοντος και την πρόληψη των κινδύνων. Θεματικές ενότητες όπως προώθηση της αειφόρου ανάπτυξης, προώθηση μέτρων πρόληψης της υποβάθμισης του νερού από φυσικούς και τεχνολογικούς κινδύνους, ενίσχυση επενδύσεων που αυξάνουν την αποδοτικότητα της χρήσης του νερού (κλειστοί αγωγοί μεταφοράς, μείωση των απωλειών, ταμίευση, προστασία και διαφύλαξη της καθαρότητας) και ανάπτυξη και χρήση μεθόδων περιορισμού της κατανάλωσης και εξοικονόμησης υδατικών πόρων, περιλαμβάνονται στους άξονες ανάπτυξης όλων των περιφερειών της ΕΕ. Εκτός από τις προτάσεις που εμπίπτουν στο γενικό πλαίσιο της διαχείρισης της ζήτησης του νερού, η ανάγκη προστασίας από τα ακραία φαινόμενα πρόσθεσε μια νέα κατηγορία δράσεων με την πρόγνωση, εκτίμηση και παρακολούθηση των ακραίων υδρολογικών φαινομένων (<http://www.nagref.gr/journals/ethg/images/33/ethg33p18-19.pdf>).

Παρ' όλα αυτά, η Ευρωπαϊκή Κοινότητα θέλει περισσότερες αποδείξεις για τις κλιματικές αλλαγές και την παραλλακτικότητα. Επομένως, η εκτίμηση των επιπτώσεων των μετεωρολογικών συμβάντων αποτελεί θεμελιώδη στόχο των ερευνητών που θέλουν αντικειμενική αξιολόγηση των τρεχουσών και μελλοντικών κλιματικών συνθηκών, χρησιμοποιώντας, εναρμονίζοντας και ολοκληρώνοντας όλα τα διαθέσιμα δεδομένα, μεθόδους και τεχνολογίες. Η εκτίμηση του κινδύνου, ο καθορισμός συστημάτων προειδοποίησης και η παροχή ειδικών συμβουλών προς τους πολιτικούς, τις υπηρεσίες και τους χρήστες (αγρότες κ.λπ.), είναι κρίσιμη για την Ευρώπη, λαμβάνοντας υπόψη το ρόλο του νερού στην αγροτική οικονομία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (<http://www.nagref.gr/journals/ethg/images/33/ethg33p18-19.pdf>).



Εικόνα 12: Κατανομή βροχοπτώσεων (Πηγή: *ebooks.edu.gr*).

Χρήση νερού στη Μεσόγειο ανά τομέα δραστηριότητας και περιοχή (km³/yr)

Περιοχές της Μεσογείου	Οικιακή χρήση	Γεωργία	Βιομηχανία	Ενέργεια	Σύνολο
Βόρεια	23	65.5	20	47	155.5
Ανατολική	7.5	43	4	0	54
Νότια	7.5	72.5	8.5	0	88,5
Σύνολο	38	181	33	47	299

Εικόνα 13: Χρήσεις νερού σε διάφορες περιοχές της Μεσογείου (Πηγή: *www.monumenta.org*).

6. Επίλογος

Το νερό είναι σήμερα ένα από τα βασικότερα εργαλεία ανάπτυξης της οικονομίας και ίσως το πολυτιμότερο αγαθό για την ίδια την ύπαρξη των ανθρώπων. Το νερό αποτέλεσε και αποτελεί το συγκριτικό πλεονέκτημα ανάπτυξης μιας περιοχής, λειτουργώντας συμπληρωματικά με τους άλλους φυσικούς πόρους. Το νερό είναι παράγοντας που καθορίζει αφενός, την ποιότητα του περιβάλλοντος και αφετέρου, τη δυνατότητα ή αδυναμία επέκτασης των παραγωγικών δραστηριοτήτων, και επομένως επιβάλλει νέα, σύγχρονη αντιμετώπιση, σύμφωνα με τις εξειδικευμένες ανάγκες της χώρας και τις διακηρύξεις και τα πρότυπα των διεθνών οργανισμών (<http://www.nagref.gr/journals/ethg/images/33/ethg33p18-19.pdf>).

ΒΑΣΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΚΑΙ ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ)

- Αναγνωστοπούλου, Φ., *Διερεύνηση χωρικής κατανομής κλιματικών μεταβλητών στον Ελληνικό χώρο*, Μεταπτυχιακή εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ιούνιος 2006.
- *IPCC. Third Assessment Report* (Contribution of Working Group I and 11 to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change), Cambridge University Press, Cambridge, 2001.
- Kutiel, H., Maheras, P. & Guika, S., “Circulation and extreme rainfall conditions in the eastern Mediterranean during the last century”, *International Journal of Climatology* 16 (1996), 73-92.
- Λιβαδάς, Γ., *Μαθήματα Γενικής Μετεωρολογίας*, Θεσσαλονίκη 1980³.
- Λιβαδάς, Γ., *Μαθήματα Κλιματολογίας*, τόμ. 5: *Το κλίμα της Ελλάδας*, Θεσσαλονίκη 1976.
- Lutgens - Tarbuck L., *The Atmosphere*, Prentice-Hall; New Jersey 1992⁵.
- Μαγούλης, Α., & Καραδήμας, Χ., *Χωρική και Χρονική Κατανομή των Βροχοπτώσεων στην περιοχή της Θεσσαλίας*, Πτυχιακή εργασία, Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Αθήνα 2013.
- Maheras, P. & Kolyva-Mahera, F., “Temporal and spatial characteristics of annual precipitation over Balkans in the twentieth century”, *Journal of Climatology* 10 (1990), 495-504.
- Mantis., T., Repapis, C., C., Philandras, C. M., Paliatsos, A. G. & Amanatidis, G. T., “The spatial and temporal structure of precipitation in the Eastern Mediterranean” in *Proc. of Eastern Europe and Global Change Conference*, 3- 1 O October 1994, 125-131.
- Μαυρομάτης, Γ., *Το Βιοκλίμα της Ελλάδας*, τόμ. 1, Αθήνα 1980.
- Μπαλαφούτης, Χ., & Μάχαιρας, Π., *Μαθήματα Γενικής Κλιματολογίας*, Γιαχούδη – Γιαπούλη, Αθήνα 1985.

- Παπαγιαννάκη, Κ., Λαγουβάρδος, Κ., & Κοτρώνη, Β., *Ανάλυση επιπτώσεων καιρικών φαινομένων την περίοδο 2001-2011 στην Ελλάδα*, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Αθήνα 2012.
- Πέννας, Π., *Το κλίμα της Κρήτης*, δφ., ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 1977.
- Φλόκας, Α., *Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας*, Θεσσαλονίκη 1990.

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- <http://www.nagref.gr/journals/ethg/images/33/ethg33p18-19.pdf>.
- <https://www.cia.gov/library/>.
- http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_html.
- http://www.eea.europa.eu/el/pressroom/newsreleases/soer2005_pp-el.
- http://www.eea.europa.eu/publications/state_of_environment_report_2005_1.
- http://ec.europa.eu/clima/change/consequences/index_el.htm.
- http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/booklets/B7_Booklet_Final_GR.pdf.
- <http://www.fireservice.gr/>.
- <http://www.nagref.gr/journals/ethg/images/33/ethg33p18-19.pdf>.