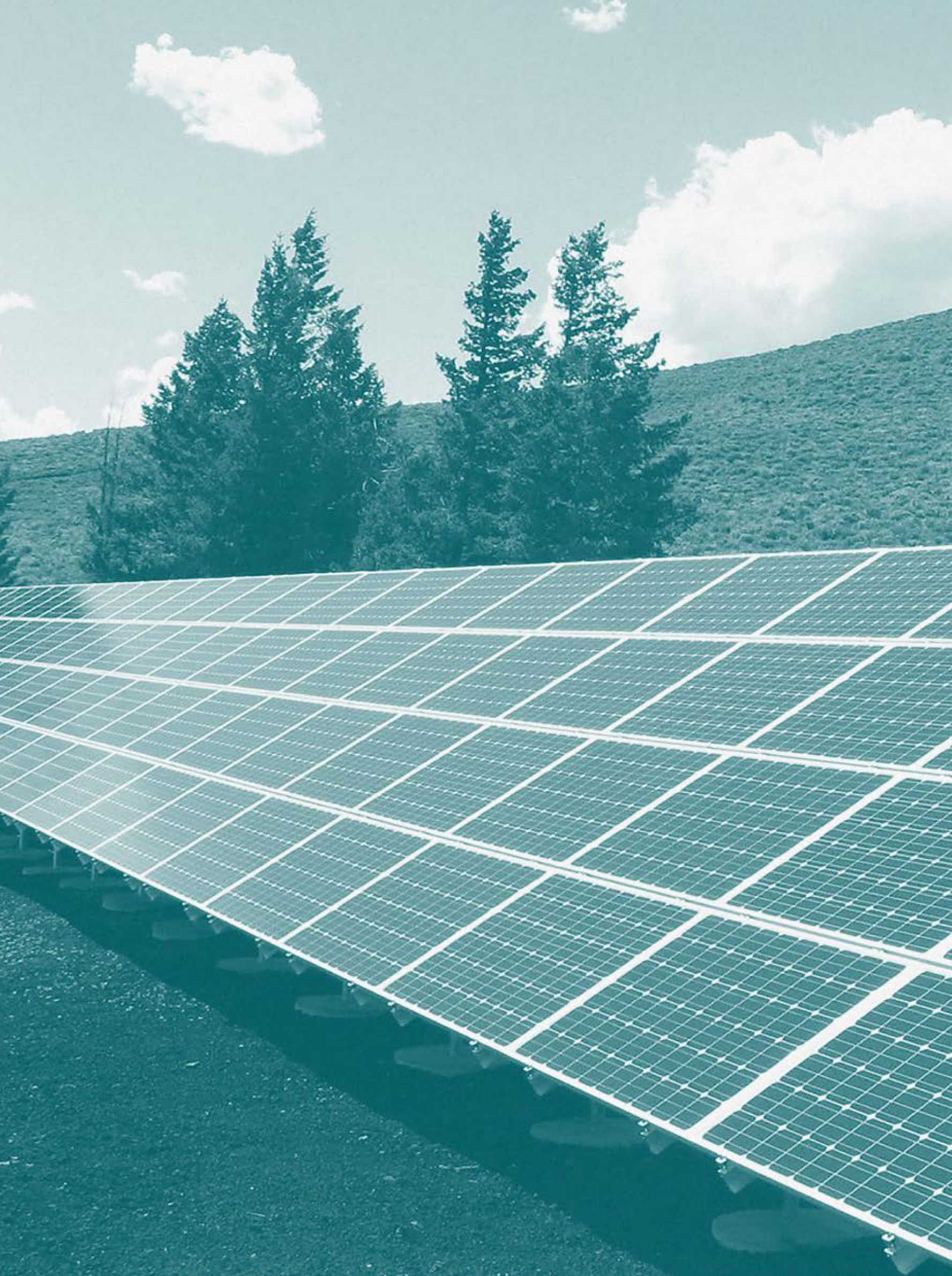




Κλιματική
Αλλαγή

Η συντελούμενη κλιματική αλλαγή αποτελεί αναμφισβήτητα το σημαντικότερο περιβαλλοντικό ζήτημα σε παγκόσμιο επίπεδο, επιφέροντας συνέπειες για τα οικοσυστήματα αλλά και τους περισσότερους τομείς της ανθρώπινης ζωής και δραστηριότητας, οι οποίες αναμένονται να οξυνθούν στα χρόνια που έρχονται.

Αναγνωρίζοντας το ρόλο των αυξημένων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από ανθρωπογενείς δραστηριότητες στην παρατηρούμενη αύξηση της θερμοκρασίας, η διεθνής δράση για τον περιορισμό τους με στόχο τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής έχει ενταθεί τις δύο τελευταίες δεκαετίες. **Στο Παράρτημα Α** παρέχεται αναλυτική περιγραφή της διεθνούς, ευρωπαϊκής και εθνικής νομοθεσίας, σχετικά με την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Στη σύμβαση πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC) συμφωνήθηκε ο περιορισμός της αύξησης της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας, σε λιγότερο από 2°C σε σχέση με τα προ-βιομηχανικά επίπεδα. Οι δεσμεύσεις των κρατών για μειώσεις εκπομπών καθορίστηκαν από το πρωτόκολλο του Κιότο. Ο στόχος επαναλαμβάνεται στην πρόσφατη συμφωνία των Παρισιών με αναφορά στην καταβολή προσπάθειών για περαιτέρω περιορισμό στους 1,5 °C. Η ευρωπαϊκή νομοθεσία είναι ευθυγραμμισμένη με τους διεθνείς στόχους και έχει δεσμευθεί για μειώσεις 20% των εκπομπών του θερμοκηπίου έως το 2020 και 30% έως το 2030, η οποία επιδιώκεται κυρίως μέσω του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων αερίων του θερμοκηπίου (Emissions Trading System - ETS) και καθορισμένων μειώσεων σε εθνικό επίπεδο από τομείς που δεν εντάσσονται στο σύστημα, στο πλαίσιο του επιμερισμού της προσπάθειας μείωσης των εκπομπών (effort sharing).

Ακόμα και αν οι προσπάθειες για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αποβούν επιτυχείς, η μεταβολή των κλιματικών συνθηκών έως έναν βαθμό είναι αναπόφευκτη, με αποτέλεσμα να απαιτείται συμπληρωματική δράση προς την προσαρμογή στις συνέπειες της. Στην ΕΕ έχει υιοθετηθεί στρατηγική για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, που προωθεί και συντονίζει σχετικές δράσεις σε όλες τις χώρες, διασφαλίζοντας ότι ο παράγοντας της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή λαμβάνεται υπόψη σε κάθε συναφή τομέα πολιτικής. Σε εθνικό επίπεδο, έχει εκπονηθεί και εγκριθεί η Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ)[ΥΠΕΝ, 2016]. **Στο Παράρτημα Β** περιγράφεται η ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία, σχετικά με την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και παρουσιάζεται συνοπτικά η ΕΣΠΚΑ καθώς και δράσεις προσαρμογής σε άλλες τομεακές πολιτικές.

Η περιοχή της Μεσογείου είναι ιδιαίτερα ευπρόσβλητη στην κλιματική αλλαγή λόγω της περαιτέρω επιδείνωσης που επιφέρει στις κλιματικές συνθήκες που χαρακτηρίζονται από υψηλές θερμοκρασίες και ξηρασία. Σε συνδυασμό με τη μεταβολή του μέσου κλίματος, η αύξηση της συχνότητας και έντασης των ακραίων φαινομένων αναμένονται να επιφέρουν σημαντικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και σε κύριους τομείς της οικονομίας όπως η γεωργία και ο τουρισμός. Σε αυτό το πλαίσιο είναι σημαντική η παρακολούθηση και αξιολόγηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου **(ενότητα 1)** και των μεταβαλλόμενων κλιματικών παραμέτρων **(ενότητα 3)** και των σχετιζομένων ακραίων φαινομένων **(ενότητα 4)**. Αντίστοιχο καίριο ρόλο έχει η καταγραφή και ανάλυση των πολιτικών και μέτρων που στοχεύουν στο μετριασμό της κλιματικής αλλαγής **(ενότητα 2)**, αλλά των δράσεων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή **(ενότητα 5)**.

1. Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου

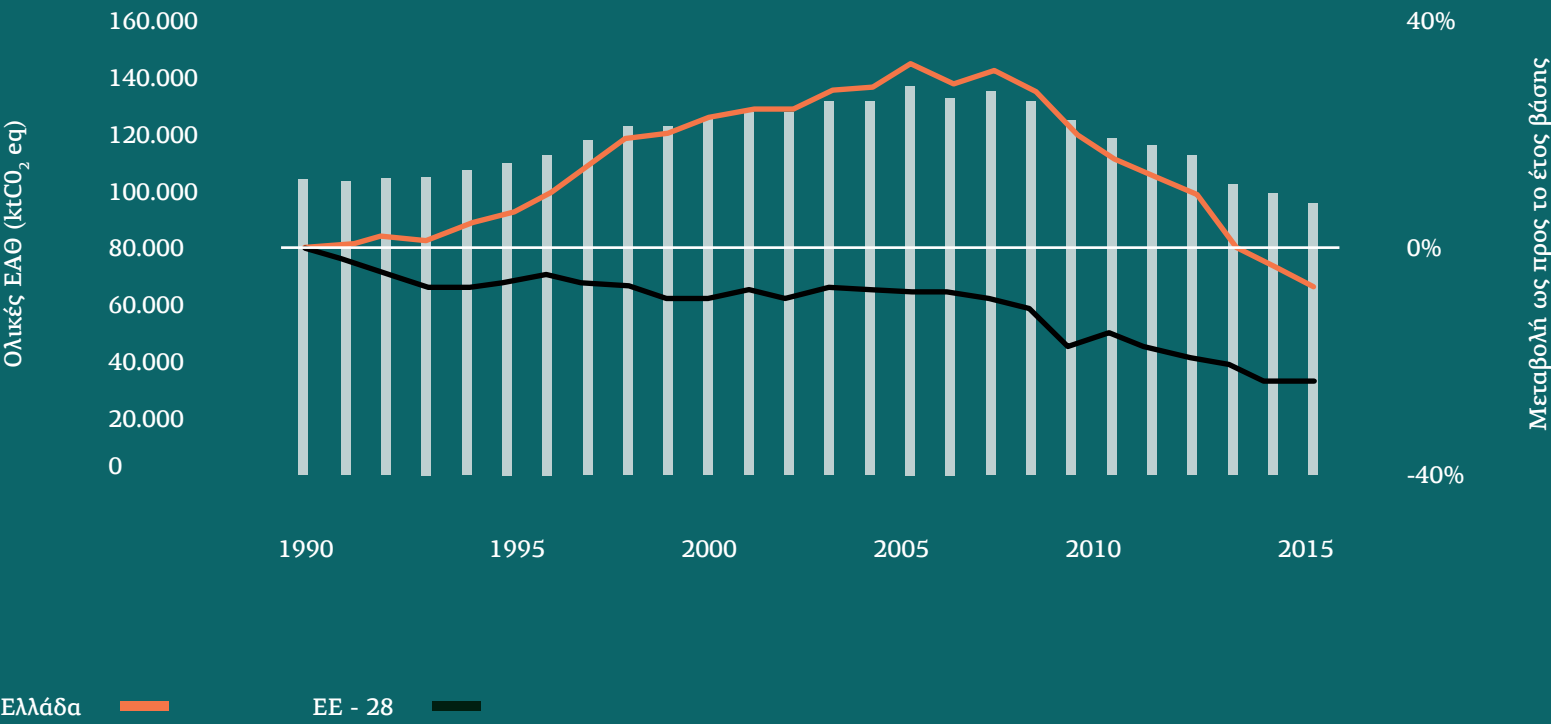
1.1. Διαχρονική εξέλιξη εκπομπών αερίων θερμοκηπίου

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι κύριες τάσεις εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (ΕΑΘ) στην Ελλάδα. Τα δεδομένα προέρχονται από τις επίσημες αναφορές της χώρας προς την UNFCCC (UNFCCC, 2017), για το έτος αναφοράς 2015. Τα αποτελέσματα αναλύονται ανά τομέα εκπομπής και ανά αέριο του θερμοκηπίου. Το 2015 οι συνολικές ΕΑΘ στη χώρα, εξαιρώντας τη συνεισφορά του τομέα χρήσης γης, αλλαγής χρήσης γης και δασοπονίας (LULUCF) ανήλθαν σε 95,7 Mt ισοδυνάμου CO₂, μειωμένες κατά 7,1% σε σχέση με το έτος βάσης 1990. Σε σχέση με το αμέσως προηγούμενο έτος η μείωση ανέρχεται σε 3,6%. Η διαχρονική τάση μεταβολής παρουσιάζεται στο Γράφημα 1.1.1. Σε αντίθεση με τη σταθερά πτωτική τάση που καταγράφεται για τις ευρωπαϊκές χώρες (όπου παράλληλα, μεταξύ 1990-2015 καταγράφεται μια αύξηση ΑΕΠ άνω του 40%), στην Ελλάδα δεν παρατηρείται η ίδια αποσύνδεση των ΕΑΘ από τους δείκτες οικονομικής ανάπτυξης, καθώς έως το 2007 καταγράφεται ανοδική τάση που οδηγεί σε υπέρβαση των επιπέδων του έτους βάσης. Στη συνέχεια σημειώνεται σημαντική πτώση (27,3% για την περίοδο 2008-2015).

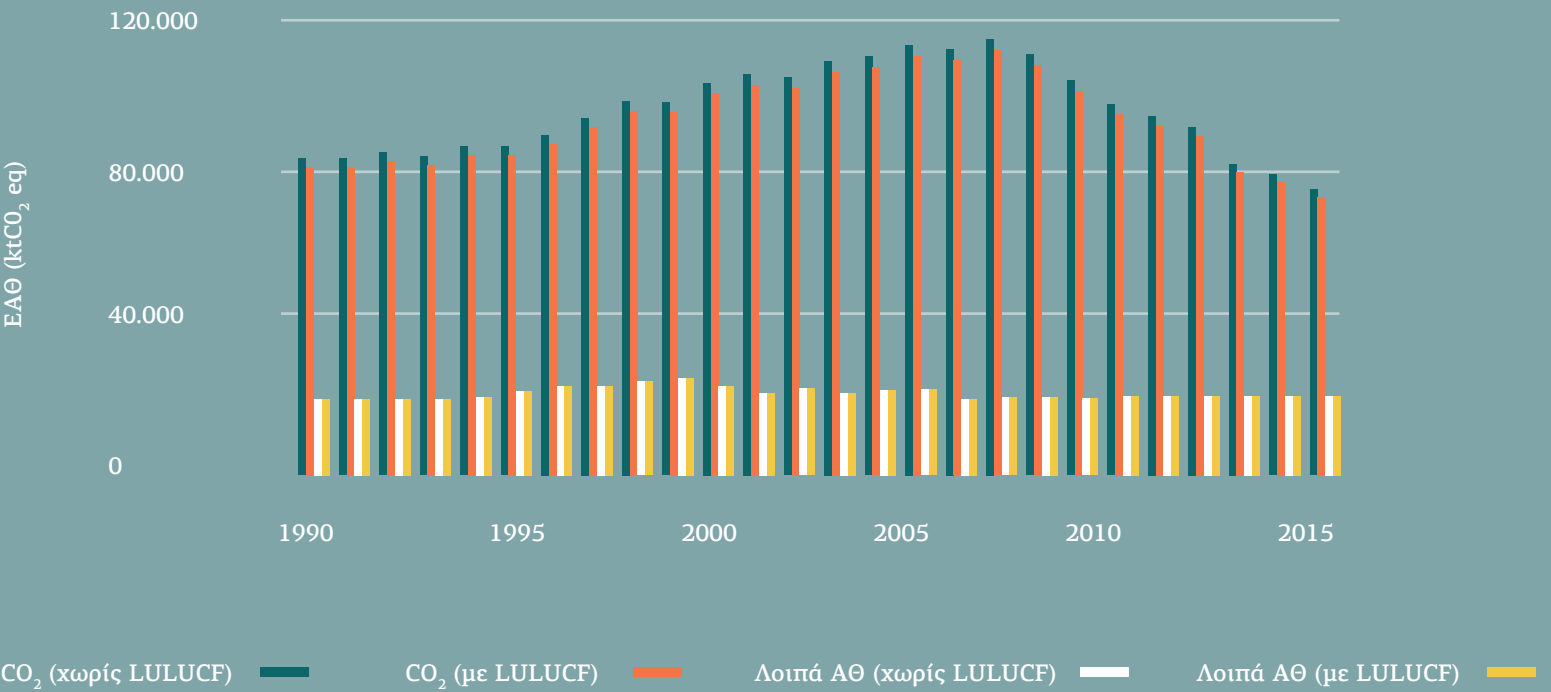
Οι εκπομπές έτους βάσης για την Ελλάδα ως προς τον στόχο του πρωτοκόλλου του Κιότο (1990 για τα CO₂, CH₄, N₂O και 1995 για τα φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου) αντιστοιχούν σε 105,9 Mt. Καθώς η συνεισφορά του τομέα LULUCF έχει αρνητικό αποτέλεσμα ως προς το ισοζύγιο εκπομπών διαχρονικά, δε συμπεριλαμβάνεται κατά τον υπολογισμό των εκπομπών του έτους βάσης. Οι εκπομπές που αναλογούν στην Ελλάδα για την περίοδο 2008-2012, σύμφωνα με την απόφαση των χωρών της ΕΕ για κοινή επίτευξη των στόχων του πρωτοκόλλου η οποία επιτρέπει στη χώρα αύξηση 25% κατ’ έτος, είναι 662,9 Mt. Οι συνολικές εκπομπές που υπολογίζονται γι’ αυτό το διάστημα ανέρχονται σε 601,8 Mt (χωρίς LULUCF).

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι το αέριο θερμοκηπίου με τη μεγαλύτερη συνεισφορά στις ολικές ΕΑΘ, η οποία για το 2015, ανέρχεται σε 78,3%. Οι εκπομπές CO₂ έχουν μειωθεί κατά 10,1% σε σχέση με το 1990 και 4,7% σε σχέση με το 2014. Η διαχρονική διακύμανση των εκπομπών CO₂ διαμορφώνει σε μεγάλο βαθμό την αντίστοιχη των ολικών ΕΑΘ, ιδιαίτερα από τη στιγμή που οι εκπομπές των υπολοίπων αερίων του θερμοκηπίου παρουσιάζουν μικρότερη διαχρονική διακύμανση.

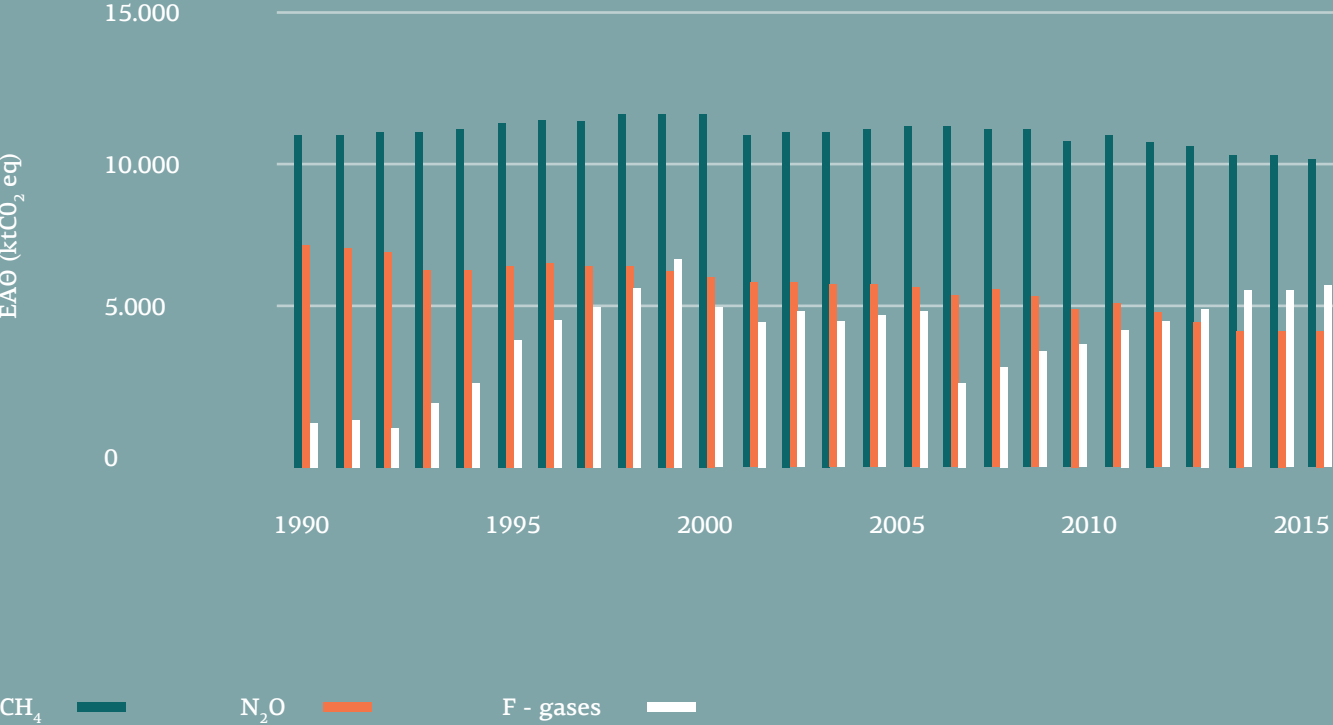
Γράφημα 1.1.1
Διαχρονική μεταβολή των ελληνικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (ΕΑΘ), χωρίς LULUCF, σε όρους ισοδύναμου CO₂ (CO₂ eq) και % μεταβολή (γραμμές) ως προς το έτος βάσης (περιλαμβάνεται η αντίστοιχη μεταβολή στις χώρες της ΕΕ - 28)



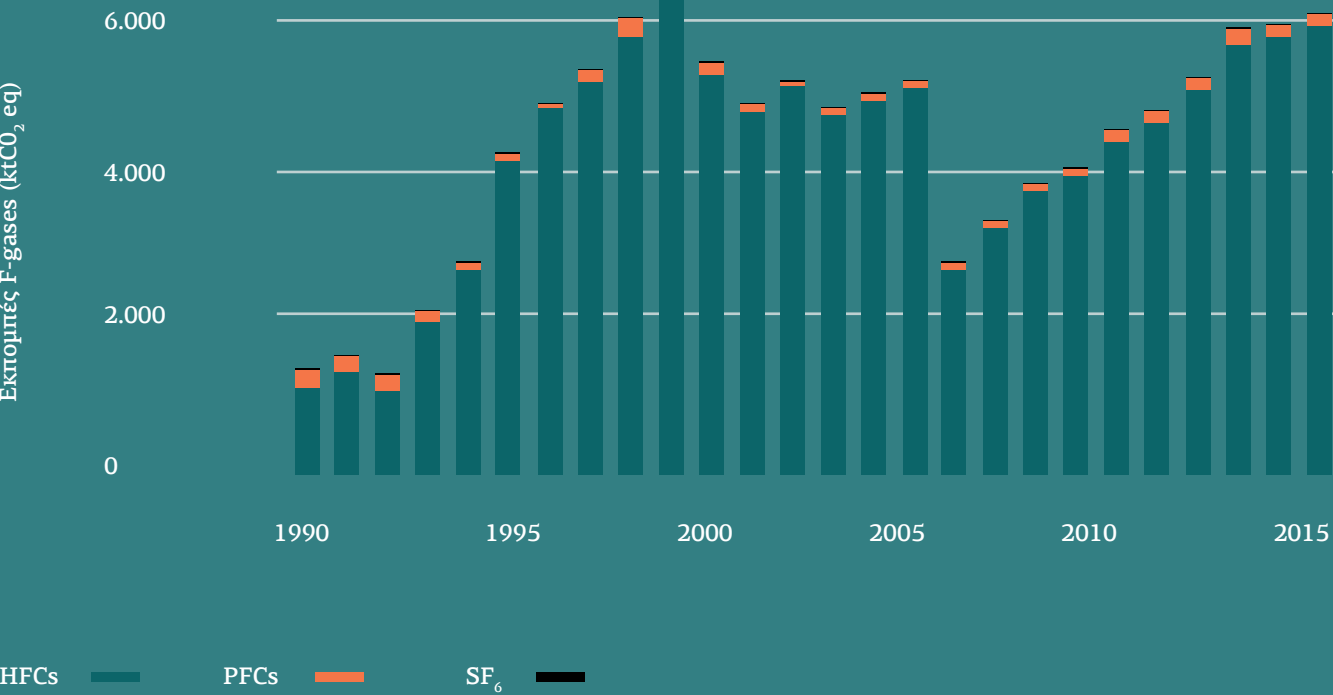
Γράφημα 1.1.2
Διαχρονική μεταβολή των εκπομπών CO₂ και του συνόλου των υπολοίπων αερίων του θερμοκηπίου (ΑΘ), με ή χωρίς LULUCF



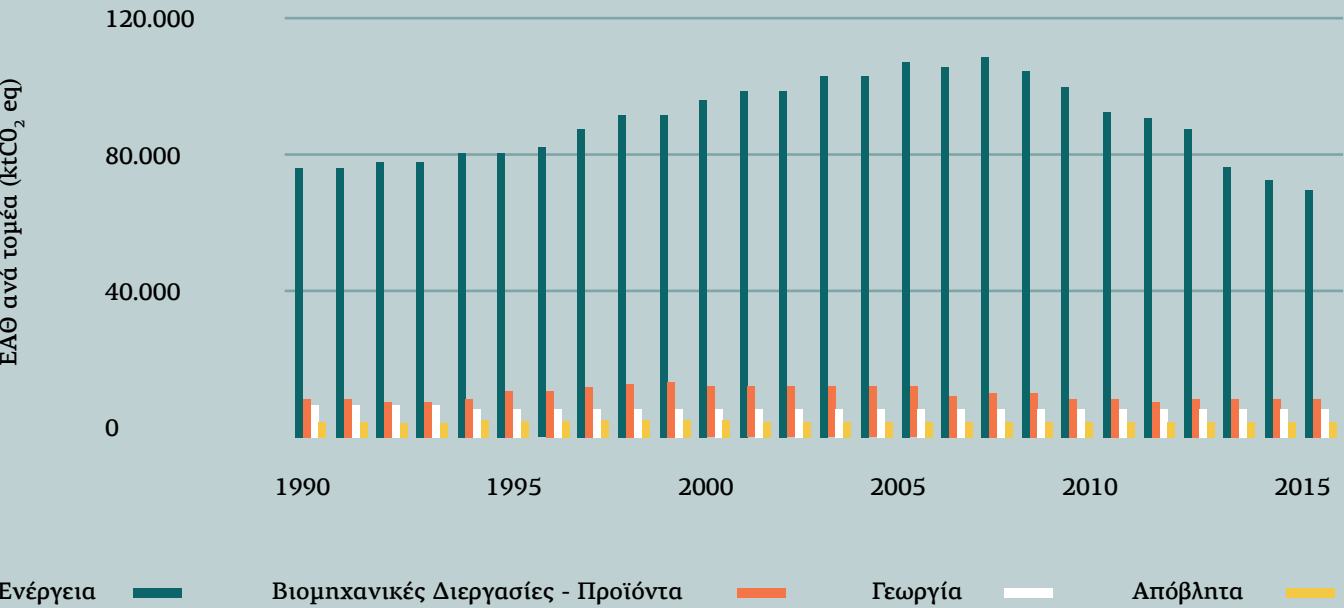
Γράφημα 1.1.3
Διαχρονική μεταβολή των εκπομπών για το μεθάνιο (CH₄), το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) και τις φθοριούχες ενώσεις (F-gases)



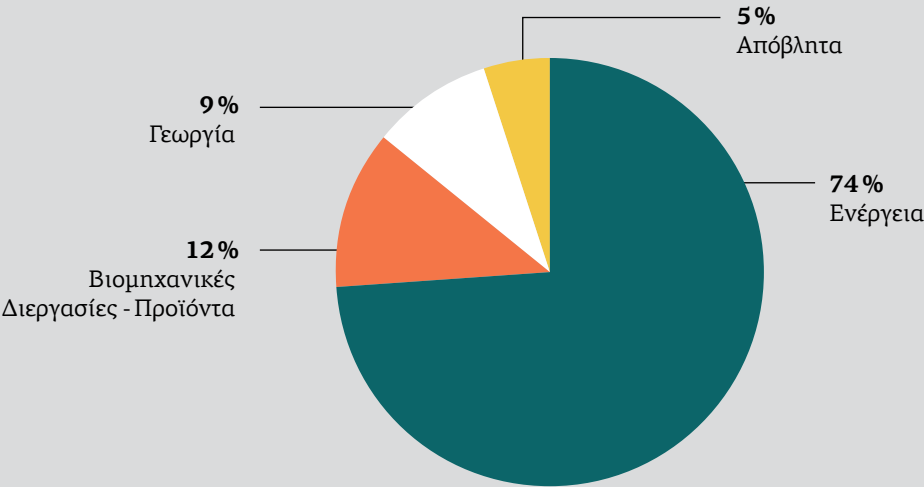
Γράφημα 1.1.4
Διαχρονική μεταβολή των εκπομπών φθοριούχων αερίων (F-gases) του θερμοκηπίου (HFCs: υδροφθοράνθρακες, PFCs: υπερφθοράνθρακες, SF₆)



Γράφημα 1.1.5
Διαχρονική μεταβολή των ΕΑΘ ανά τομέα, σε όρους ισοδύναμου CO₂



Γράφημα 1.1.6
Συμμετοχή των διαφόρων τομέων στις εθνικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, για το 2015



Οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου εκτός του CO₂ παρουσιάζονται στο Γράφημα 1.1.3. Για το μεθάνιο (CH₄), οι εκπομπές κατά το 2015, αναλογούν στο 10,7% των ολικών ισοδυνάμων εκπομπών. Για το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) το αντίστοιχο ποσοστό είναι 4,7%. Ενώ οι εκπομπές μεθανίου έχουν καταγράψει μικρή μείωση σε σχέση με το 1990 (6,3%), η αντίστοιχη μείωση των εκπομπών N₂O είναι αρκετά μεγαλύτερη (39,3%). Για την ίδια περίοδο, στις χώρες της ΕΕ - 28, ενώ η μείωση για το N₂O είναι συγκρίσιμη (37%), στην περίπτωση του CH₄ αναφέρεται πολύ υψηλότερη μείωση σε σχέση με την Ελλάδα (38%), λόγω του περιορισμού των εκπομπών από την καύση ανθρακούχων ορυκτών για την παραγωγή ενέργειας και από τον τομέα των αποβλήτων. Οι εκπομπές από την παραγωγή και χρήση φθοριούχων αερίων του θερμοκηπίου, συνιστούν το 6,3% των ισοδυνάμων ολικών ΕΑΘ και καταγράφονται σημαντικά αυξημένες (42,7%), σε σχέση με το 1995 (έτος βάσης για τα F-gases).

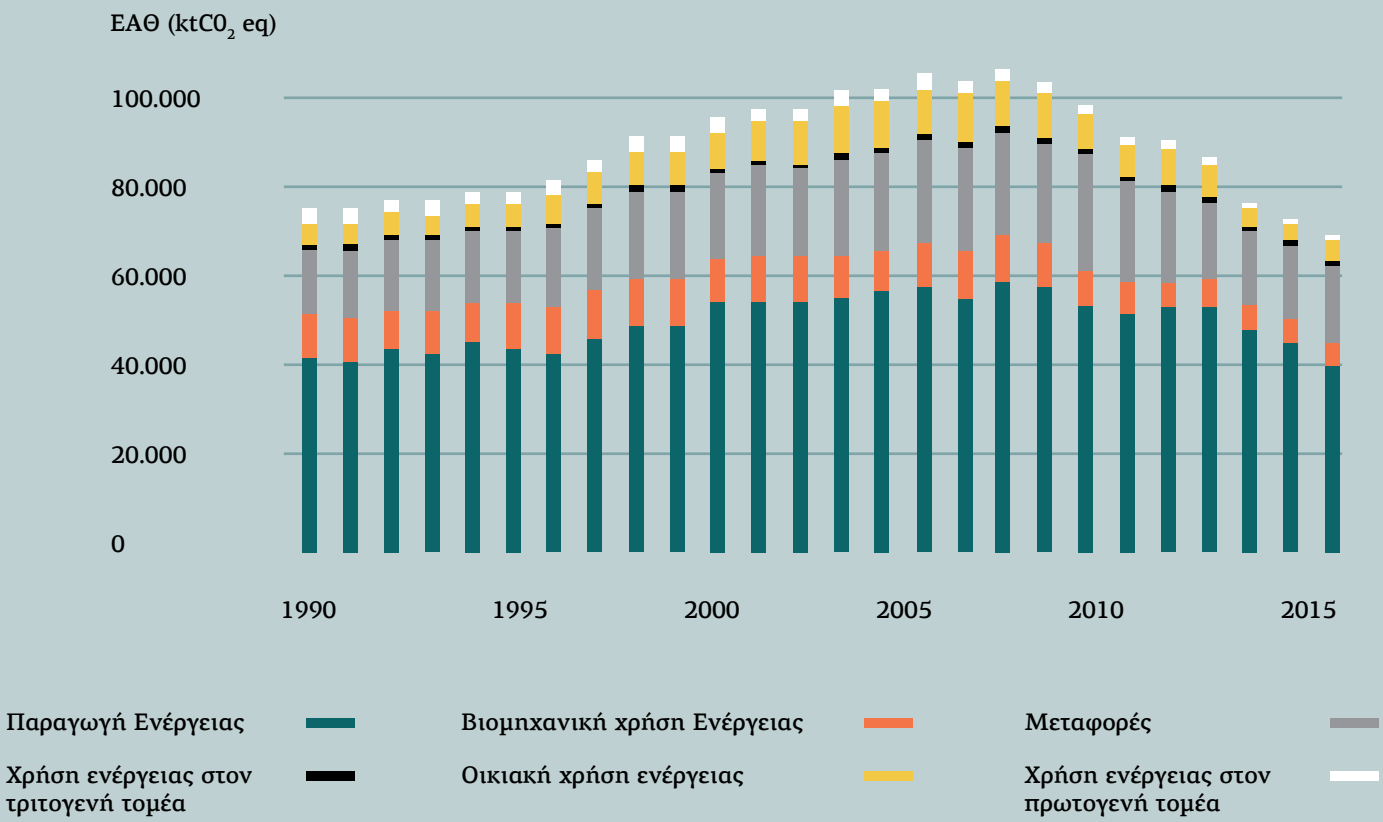
Όπως φαίνεται στο Γράφημα 1.1.4 οι υδροφθοράνθρακες (HFCs) είναι μακράν η κατηγορία με τη μεγαλύτερη συνεισφορά

μεταξύ των φθοριούχων ενώσεων. Επισημαίνεται ότι για τη δεύτερη περίοδο του πρωτοκόλλου του Κιότο, στα F-gases έχει ενταχθεί και το τριφθοριούχο άζωτο (NF₃). Το NF₃ αποτελεί μια ένωση που έχει περιορισμένη χρήση σε εξειδικευμένες εφαρμογές ηλεκτρονικών, όμως όπως και το εξαφθοριούχο θείο (SF₆) διακρίνεται από πολύ υψηλό δυναμικό υπερθέρμανσης.

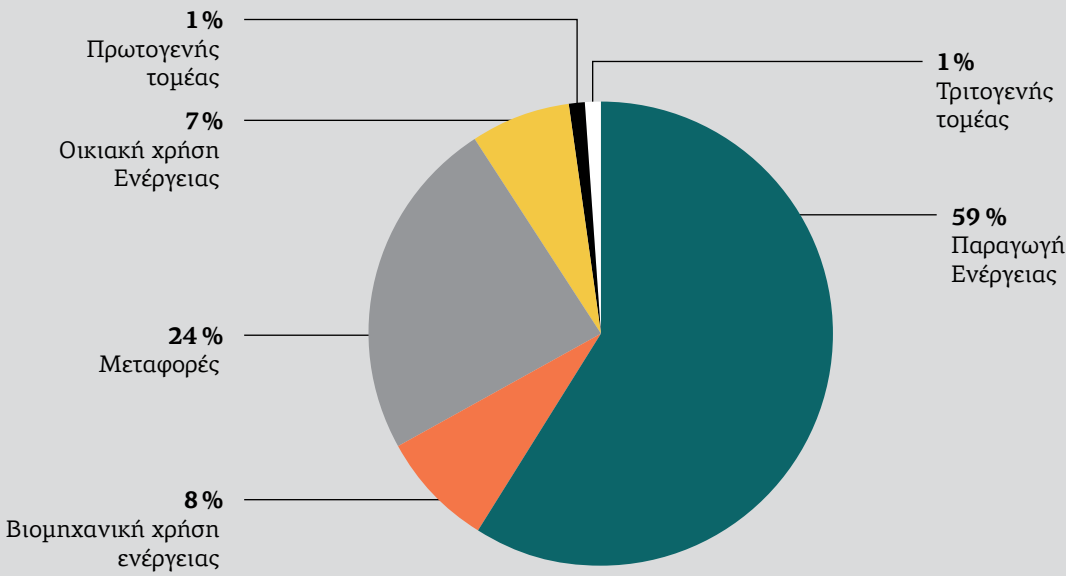
Στο Γράφημα 1.1.5 παρουσιάζεται η διαχρονική μεταβολή για τις ολικές εκπομπές ΕΑΘ, κατά τους κύριους τομείς δραστηριοτήτων. Ο τομέας της ενέργειας είναι αυτός που σχετίζεται με τον μεγαλύτερο όγκο εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Σε σχέση με το 1990, οι εκπομπές του καταγράφονται μειωμένες κατά 7,6% και βρίσκονται στα χαμηλότερα επίπεδα διαχρονικά. Οι μεταβολές μεταξύ διαδοχικών ετών ενδέχεται να διαφέρουν, ως αποτέλεσμα της μεταβλητότητας των συνθηκών που καθορίζουν την ενεργειακή ζήτηση, όμως από το 2007 και μετά παρατηρείται σημαντική μείωση, η οποία ανέρχεται σε 34,3%. Αναλυτικά για το έτος καταγραφής 2015 η κατανομή των συνεισφορών των κυρίων τομέων στις ΕΑΘ απεικονίζεται στο Γράφημα 1.1.6.

Γράφημα 1.1.7
Διαχρονική μεταβολή των ΕΑΘ από καύσεις στον τομέα της ενέργειας



Γράφημα 1.1.8
Συμμετοχή των επιμέρους κατηγοριών στις ΕΑΘ από καύσεις στον τομέα της ενέργειας για το 2015



Έως το 2007, η βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης στη χώρα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και της δραστηριότητας του τομέα των οδικών μεταφορών, με την αύξηση του αριθμού οχημάτων και της χρήσης τους. Η πτωτική τάση των εκπομπών στο διάστημα που ακολουθεί, δεν αποδίδεται μόνο στα αποτελέσματα της οικονομικής ύφεσης αλλά και στην απόδοση των διαφόρων στρατηγικών που ευνοούν τον μετριασμό τους (αύξηση μεριδίου

ΑΠΕ, αύξηση χρήσης φυσικού αερίου στην παραγωγή ενέργειας και στη βιομηχανία, πολιτικές σχετικές με τον περιορισμό των εκπομπών από τα οχήματα). Το 2015 ο τομέας της ενέργειας παράγει σχεδόν τα 3/4 των ολικών εκπομπών (74,2%, χωρίς LULUCF).

Η μείωση που καταγράφηκε για τις ολικές ΕΑΘ από τον τομέα της ενέργειας κατά το 2007-2015 παρατηρείται για τις περισσότερες επί μέρους κατηγορίες δραστηριότητας του τομέα

(Γράφημα 1.1.7), καθώς στο ίδιο διάστημα οι εκπομπές από την παραγωγή ενέργειας μειώνονται κατά 31,3%, από τις μεταφορές κατά 26,3% και από τη βιομηχανική χρήση ενέργειας κατά 47,8%.

Οι εκπομπές που προέρχονται από τον κλάδο των διαφεугουσών εκπομπών και αφορούν κυρίως εκπομπές μεθανίου από την εξόρυξη ανθρακούχων ορυκτών, επίσης μειώνονται, κατά 34,3%.

Επισημαίνεται ωστόσο ότι σε σχέση με το έτος βάσης (1990), οι εκπομπές από τον τομέα των μεταφορών έχουν αυξηθεί (17,8%), ενώ από τον τομέα της παραγωγής ενέργειας έχουν μειωθεί μόνο κατά 5,4%. Η αύξηση των ΕΑΘ από τον τομέα των μεταφορών μεταξύ 1990-2015 παρατηρείται και για τις χώρες της ΕΕ, όμως η μείωση για το αντίστοιχο διάστημα από τον τομέα παραγωγής ενέργειας είναι αρκετά υψηλότερη (περίπου 25%). Στο Γράφημα 1.1.8 απεικονίζεται η συμμετοχή των επιμέρους κατηγοριών καύσεων στον τομέα της ενέργειας στις ολικές εθνικές ΕΑΘ από τον τομέα για το 2015.

Ο τομέας βιομηχανικών διεργασιών και χρήσης προϊόντων (Industrial Processes and Product Use - IPPU) παράγει για το 2015, το 12,4% των ολικών ΕΑΘ (χωρίς LULUCF). Αν και σε σχέση με το 1990, παρατηρείται αύξηση κατά 6,0% (σε αντίθεση με τις χώρες της ΕΕ -28, όπου καταγράφεται μείωση κατά 27%), τα επίπεδα έχουν υποχωρήσει σημαντικά σε σχέση με αυτά των αρχών της προηγούμενης δεκαετίας. Παρότι η πτωτική τάση των εκπομπών που οδήγησε σε περιορισμό τους κατά το 1/3 στο διάστημα 2005-2010 έχει αντιστραφεί, παρατηρούνται σημαντικές διακυμάνσεις ανά έτος.

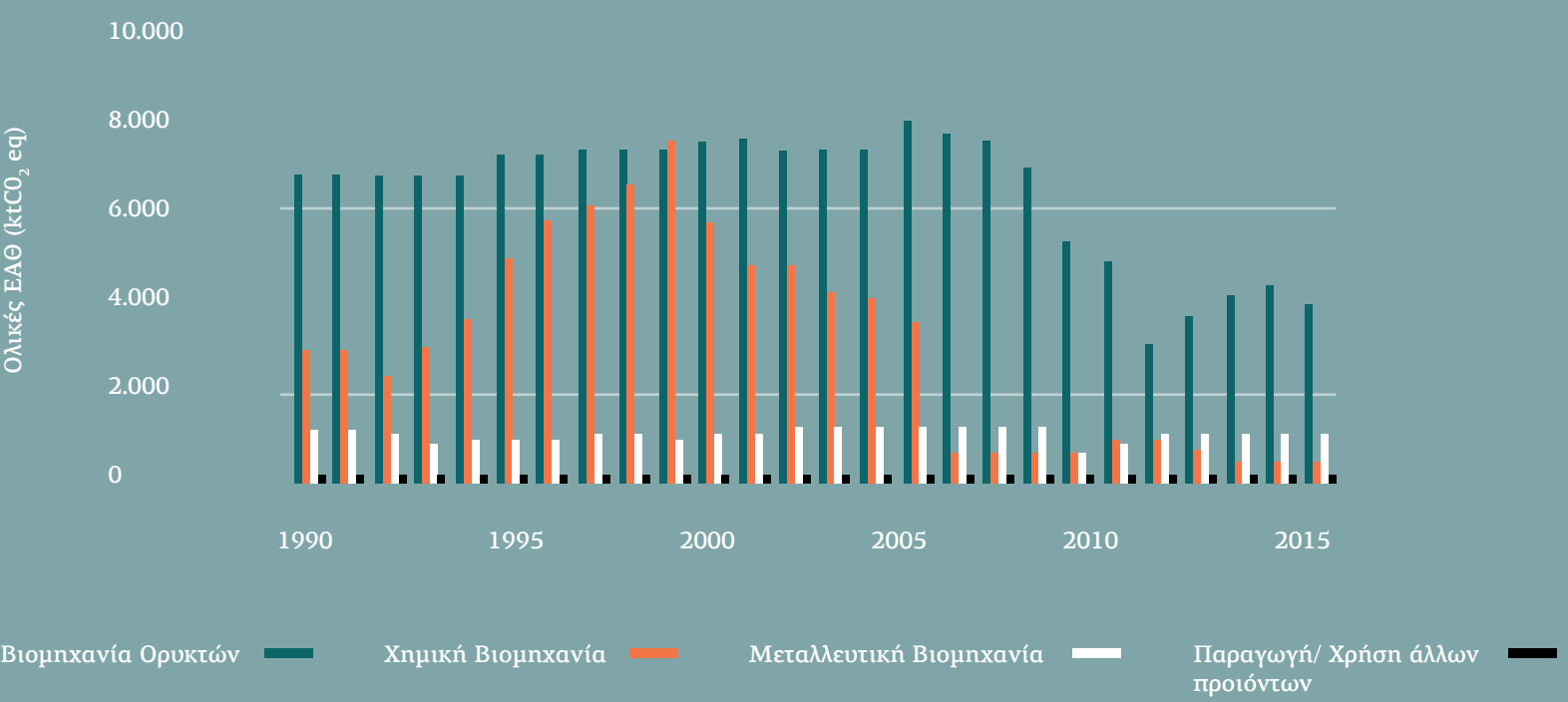
Οι ανά κατηγορία δραστηριότητες ΕΑΘ από τον τομέα συνοψίζονται στο Γράφημα 1.1.9. Η βιομηχανία ορυκτών υλικών καταγράφει μεγάλη μείωση των εκπομπών (47% μεταξύ 2007-2015), η οποία ανεξάρτητα από τα μέτρα περιορισμού εκπομπών, αντικατοπτρίζει τις επιπτώσεις της ύφεσης στον κατασκευαστικό

τομέα. Ακόμα μεγαλύτερη είναι η μείωση στον κλάδο της χημικής βιομηχανίας (85% μεταξύ 2005-2015), ενώ αντίθετα ο κλάδος της μεταλλευτικής βιομηχανίας παρουσιάζει σχετική διαχρονική σταθερότητα.

Ο γεωργικός τομέας καλύπτει το 8,7% των ολικών ΕΑΘ (χωρίς LULUCF) του 2015, οι οποίες σε σχέση με το έτος βάσης υπολογίζονται μειωμένες κατά 17,9%. Η μείωση αποδίδεται κυρίως στον περιορισμό των εκπομπών υποξειδίου του αζώτου που αναφέρθηκε ανωτέρω και σχετίζεται με τον σταδιακό έλεγχο των εκπομπών από τη χρήση λιπασμάτων στα γεωργικά εδάφη, λόγω των υψηλών τιμών τους και των εναλλακτικών δυνατοτήτων στο πλαίσιο οργανικών καλλιεργειών. Σε αντίθεση με τις ευρωπαϊκές χώρες όπου ο σημαντικότερος παράγοντας περιορισμού των ΕΑΘ από τον αγροτικό τομέα είναι η μείωση του αριθμού των εκτρεφόμενων βοοειδών, στην Ελλάδα η επίδραση από τις μεταβολές στον κτηνοτροφικό κλάδο είναι μικρή.

Στον τομέα των αποβλήτων αποδίδεται το 4,7% των ΕΑΘ (χωρίς LULUCF) για το 2015, με τις εκπομπές να είναι κατά 7,8% μειωμένες ως προς το έτος βάσης. Η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει οδηγήσει στην αύξηση του αριθμού των παραγόμενων αποβλήτων, η οποία σε συνδυασμό με τη μη-διαχείριση του παραγόμενου βιοαερίου και την περιορισμένη εφαρμογή εναλλακτικών μορφών διαχείρισης, έως το 2006, οδήγησε στην αύξηση των εκπομπών από τον κλάδο της διάθεσης στερεών αποβλήτων κατά 53%. Στα χρόνια που ακολούθησαν, η σταδιακή υιοθέτηση κατάλληλων πρακτικών για το βιοαέριο και την ανακύκλωση έχει οδηγήσει στον περιορισμό εκπομπών μεθανίου και η αύξηση των εκπομπών από τον κλάδο ως προς το έτος βάσης έχει περιορισθεί στο 40%. Αντίθετα, στον κλάδο της διαχείρισης υγρών αποβλήτων έχει καταγραφεί σημαντική μείωση (σχεδόν κατά το ήμισυ του έτους βάσης), λόγω της αύξησης του τμήματος του πληθυσμού που εξυπηρετείται από εγκαταστάσεις βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων.

Γράφημα 1.1.9
Διαχρονική μεταβολή των ΕΑΘ από τον τομέα των βιομηχανικών διεργασιών και χρήσης προϊόντων

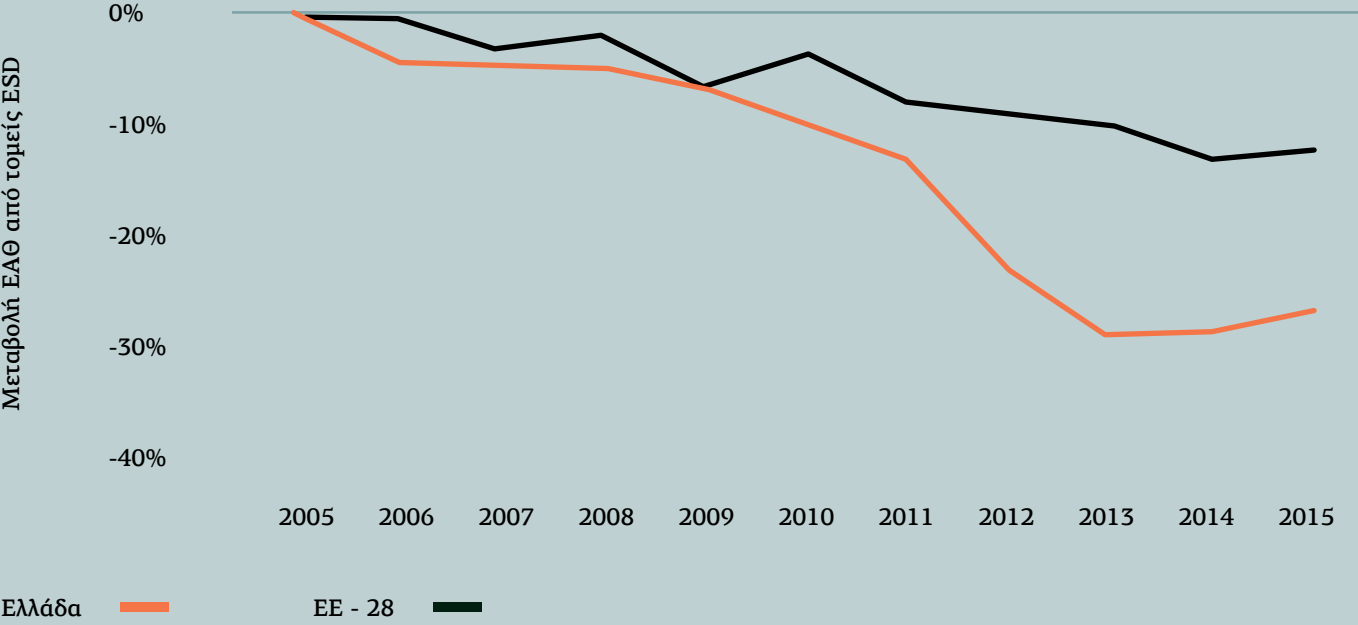


Η διαχρονική τάση των εκπομπών που εμπίπτουν στις προβλέψεις της απόφασης 406/2009/ΕΚ και δεν καλύπτονται από το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών (ETS), σε σχέση με το έτος βάσης του 2005, παρουσιάζεται στο Γράφημα 1.1.10. Είναι εμφανές ότι οι μειώσεις στην Ελλάδα κατά την περίοδο 2005 - 2015 είναι ιδιαίτερα σημαντικές και προσεγγίζουν το 30%. Αν και κατά τα έτη 2014 και 2015 παρατηρείται μια τάση αύξησης των εκπομπών, επισημαίνεται ότι η μείωση των υπολογιζόμενων εκπομπών, υπερβαίνει κατά πολύ την προβλεπόμενη από την απόφαση (4%) και είναι η μεγαλύτερη σε ποσοστό μεταξύ των ευρωπαϊκών κρατών.

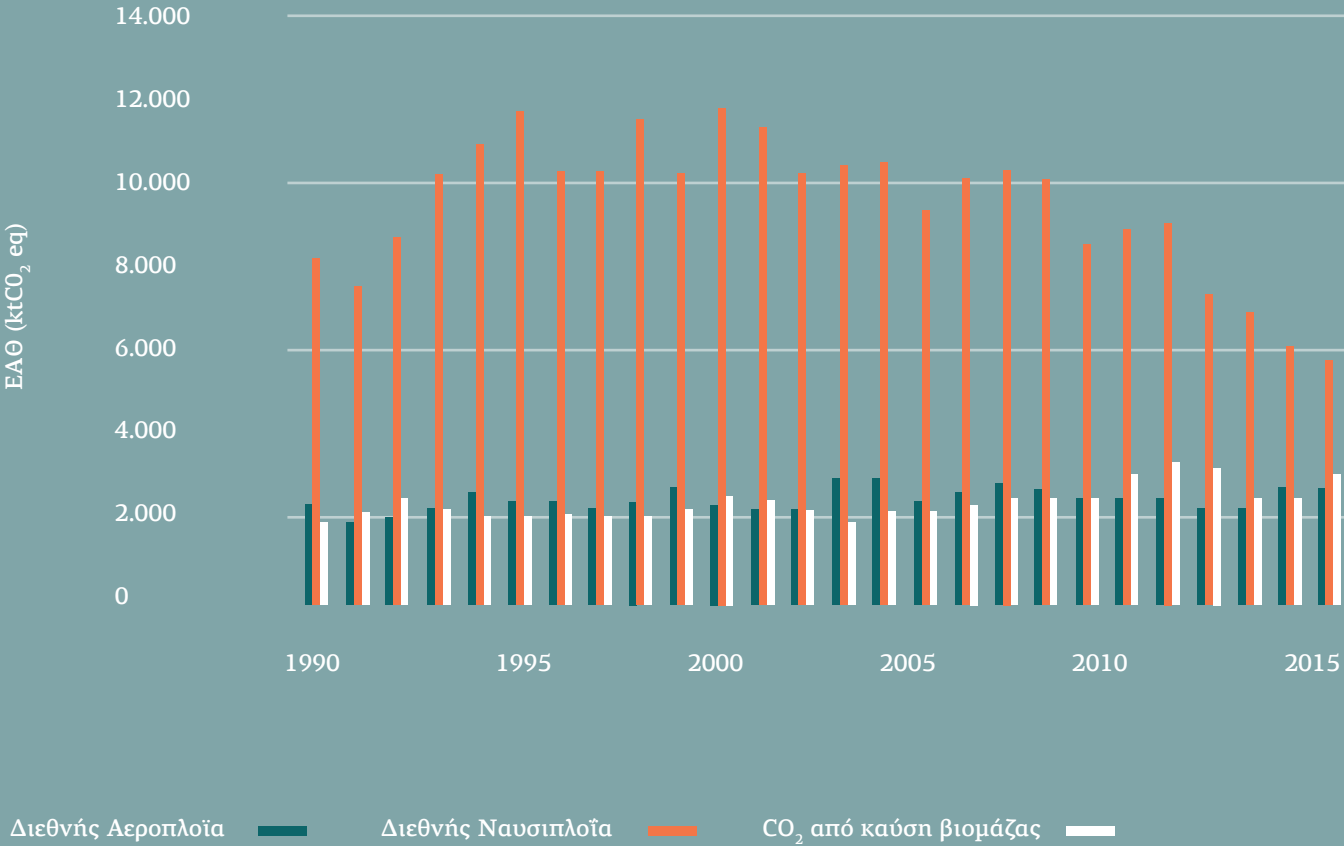
Οι εκπομπές από τους τομείς που δεν προσμετρώνται στα εθνικά σύνολα (memo items), για την απογραφική διαδικασία των ΕΑΘ κατά UNFCCC, και συγκεκριμένα οι εκπομπές από τη διεθνή ναυσιπλοΐα, οι εκπομπές από τη διεθνή αεροπλοΐα και οι εκπομπές CO₂ από την καύση βιομάζας παρουσιάζονται στο Γράφημα 1.1.11.

Όπως έχει αναφερθεί, ο τομέας LULUCF αποτελεί παράγοντα απορρόφησης (sink) για τα αέρια του θερμοκηπίου, για όλη την περίοδο 1990-2015. Στο Γράφημα 1.1.12 είναι ορατή η έντονη διαχρονική διακύμανση της συνεισφοράς του τομέα στο ισοζύγιο εκπομπών/απορροφήσεων αερίων θερμοκηπίου. Σε σχέση με το 1990, η καθαρή απορρόφηση έχει αυξηθεί κατά 44%, κυρίως ως αποτέλεσμα του αυξημένου (106%) δυναμικού καθαρής απορρόφησης από τις δασικές εκτάσεις. Αντίθετα, πλέον υπολογίζονται καθαρές εκπομπές από τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις (εκπομπή 287kt CO₂ το 2015, σε σχέση με απορρόφηση 808kt CO₂ το 1990).

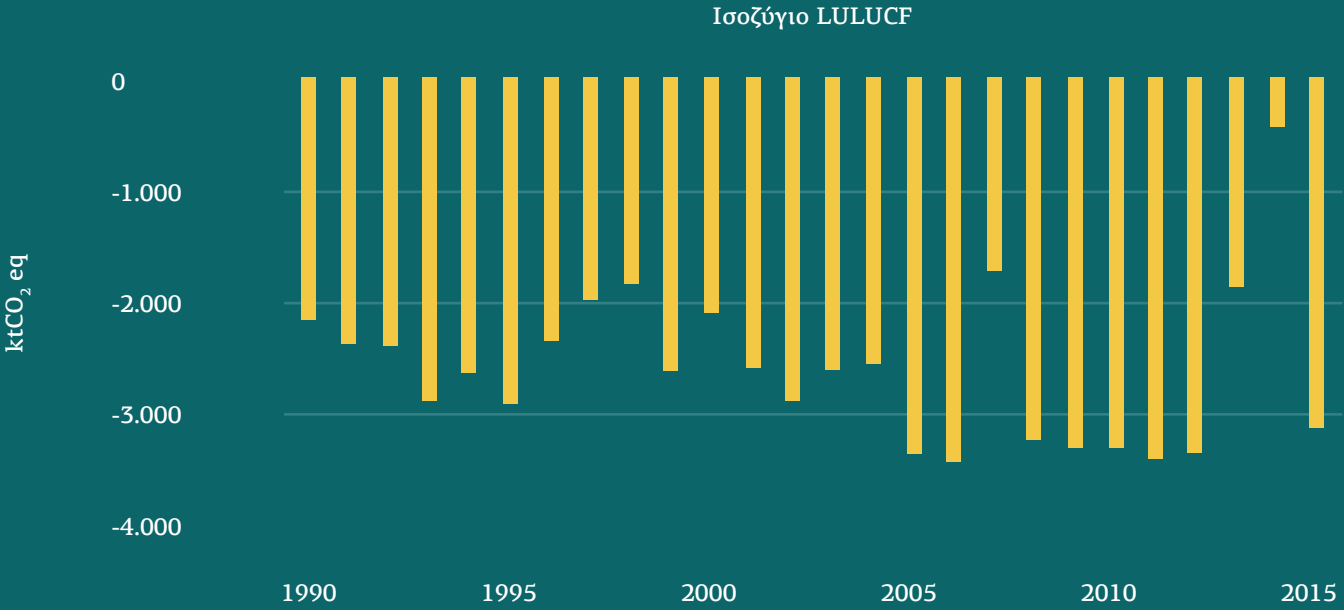
Γράφημα 1.1.10
Διαχρονική μεταβολή ως προς το έτος 2005, των ΕΑΘ που εντάσσονται στις προβλέψεις της απόφασης 406/2009/ΕΚ (ESD - Effort Sharing Decision)



Γράφημα 1.1.11
Διαχρονική μεταβολή των ΕΑΘ από τομείς που δεν προσμετρώνται στο εθνικό σύνολο



Γράφημα 1.1.12
Διαχρονική εξέλιξη του ισοζυγίου εκπομπής/απομάκρυνσης αερίων του θερμοκηπίου από τον τομέα χρήσης γης, αλλαγής χρήσης γης και δασοπονίας (LULUCF)



1.2. Διαχρονική εξέλιξη έντασης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου

Στη συνέχεια καταγράφεται η διαχρονική εξέλιξη της έντασης των ΕΑΘ σε σχέση με βασικά δημογραφικά και οικονομικά μεγέθη. Τα στατιστικά στοιχεία που αφορούν στο ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (Gross Domestic Product - GDP), το κατά κεφαλήν ΑΕΠ σε μονάδες αγοραστικής δύναμης (Purchasing Power Standards, GDP-PPS), τη βιομηχανική δραστηριότητα σε όρους ακαθάριστης προστιθέμενης αξίας (Gross Value Added - GVA), τον αριθμό των νοικοκυριών και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (καθαρή παραγόμενη - GWh), προέρχονται από τη βάση δεδομένων του Ευρωπαϊκού Στατιστικού Συστήματος (Eurostat).

Στο Γράφημα 1.1.13 παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη των ΕΑΘ ανά κάτοικο. Από το 2013 και μετά σε κάθε κάτοικο της χώρας αναλογεί η εκπομπή λιγότερων από 10 τόνους ισοδυνάμου CO₂ ανά έτος, χωρίς να υπολογίζεται ο τομέας LULUCF. Το ποσό του 2015 (8,9 ton/κάτοικο), έχει μειωθεί κατά 12% σε σχέση με το 1990 και είναι συγκρίσιμό με την κατά κεφαλή ένταση ευρωπαϊκό μέσο όρο που για το 2015 διαμορφώνεται στους 8,5 τόνους ανά κάτοικο.

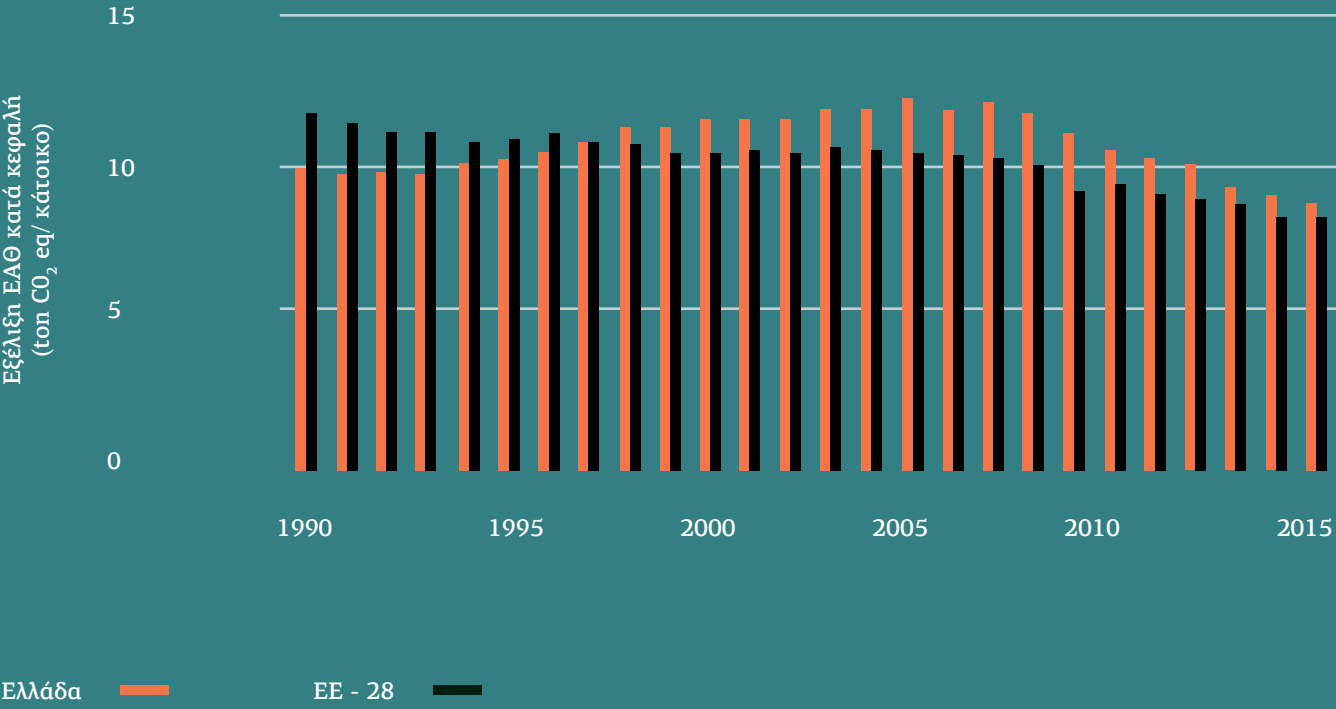
Η μεταβολή των εθνικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (χωρίς LULUCF) ως προς το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ σε σταθερές τιμές 2010) εμφανίζεται στο Γράφημα 1.1.14. Κατά την περίοδο 1995-2008, η αύξηση του ΑΕΠ κατά 57% συνοδεύτηκε από αύξηση των ΕΑΘ κατά 21%, με αποτέλεσμα την μείωση κατά 23% της έντασης των εκπομπών ανά μονάδα ΑΕΠ. Στα χρόνια που ακολούθησαν (2009-2016), η ένταση έχει σχεδόν παραμείνει αμετάβλητη (0,52-0,59), καθώς ο σημαντικός περιορισμός των ΕΑΘ (κατά 23%), συνοδεύεται - και σε μεγάλο βαθμό εξαρτάται - από την οικονομική ύφεση, η οποία αντικατοπτρίζεται στην κατά 23% μείωση του ΑΕΠ στο συγκεκριμένο διάστημα. Η διαχρονική εξέλιξη της έντασης των ΕΑΘ προς το ΑΕΠ σε όρους αγοραστική δύναμης, συνοψίζεται στο Γράφημα 1.1.15.

Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης παρατηρείται η αποσύζευξη των ΕΑΘ από την οικονομική ανάπτυξη, καθώς για τη συνολική περίοδο, η μείωση κατά 19% των εκπομπών, σχεδόν επιμερίζεται στα αντίστοιχα έτη. Είναι χαρακτηριστικό ότι σε όλη την περίοδο 1995-2015, μόνο για 3 έτη δεν παρατηρείται μείωση της έντασης (και σε αυτές τις περιπτώσεις η αύξηση δεν υπερβαίνει το 0.3%). Η μείωση των ΕΑΘ εμφανίζεται ανεξάρτητη από την αυξητική πορεία του ΑΕΠ, το οποίο αυξάνεται πάνω από 40%, μεταξύ 1990-2015.

Γράφημα 1.1.14
Διαχρονική εξέλιξη έντασης ΕΑΘ στην Ελλάδα (χωρίς LULUCF) ανά μονάδα ΑΕΠ (το ΑΕΠ εκφρασμένο σε σταθερές τιμές αγοράς), σε σχέση με την ΕΕ -28



Γράφημα 1.1.13
Διαχρονική εξέλιξη ΕΑΘ (χωρίς LULUCF) ανά κάτοικο



Γράφημα 1.1.15
Διαχρονική εξέλιξη έντασης ΕΑΘ στην Ελλάδα (χωρίς LULUCF) ανά μονάδα ΑΕΠ (το ΑΕΠ εκφρασμένο σε όρους αγοραστικής δύναμης PPS, σε σχέση με την ΕΕ -28)



Στο Γράφημα 1.1.16 παρουσιάζεται η ένταση των εκπομπών που προέρχεται από χρήση ενέργειας στη βιομηχανία. Ως δείκτης βιομηχανικής δραστηριότητας για τη στάθμιση των εκπομπών χρησιμοποιείται η ακαθάριστη προστιθέμενη αξία (Gross Value Added - GVA, εκφρασμένη σε σταθερές τιμές 2010), για τις δραστηριότητες που εμπίπτουν στους κωδικούς NACE B-E, εξαιρουμένων των κατασκευών. Παρατηρείται ότι η ένταση των εκπομπών, αν και παρουσιάζει πτωτική τάση κατά την τελευταία δεκαετία, παραμένει υψηλότερη και εμφανίζει μεγαλύτερη μεταβλητότητα από την αντίστοιχη σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η οποία καταγράφει σταθερή μείωση, ως αποτέλεσμα πολιτικών για την αποδοτικότερη χρήση ενέργειας και περιορισμού των εκπομπών, ενόσω ο τομέας εξακολουθεί να αναπτύσσεται.

Η ένταση των εκπομπών από χρήση ενέργειας στα νοικοκυριά (Γράφημα 1.1.17) εμφανίζεται χαμηλότερη στην Ελλάδα απ’ ότι σε ευρωπαϊκό επίπεδο, κατά τα τελευταία έτη (για τα οποία υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για την ΕΕ-28). Η επίπτωση της μεταβολής που έχει σημειωθεί στον εγχώριο τομέα οικιακής χρήσης ενέργειας, κατά την περίοδο της ύφεσης, αντικατοπτρίζεται στη ραγδαία πτώση που σημειώνεται στο διάστημα 2011-2013, η οποία υποδεικνύει τον περιορισμό της οικιακής καύσης πετρελαίου και την αντικατάσταση της από εναλλακτικούς τρόπους θέρμανσης, συμπεριλαμβανόμενης της οικιακής καύσης βιομάζας.

Η ένταση εκπομπών από παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (ΕΑΘ από τον κλάδο παραγωγής δημόσιας ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, διαθέσιμης προς κατανάλωση) έχει σταδιακά μειωθεί από το 1990 και μετά λόγω της λειτουργίας παραγωγικών μονάδων φυσικού αερίου και της αύξησης της συμμετοχής των ΑΠΕ. Επισημαίνονται οι δυνατότητες του συστήματος να καλύπτονται οι πρόσκαιρες αιχμές της ζήτησης ηλεκτρισμού, ιδίως μέσω των μονάδων υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Η μείωση της έντασης από ηλεκτροπαραγωγή είναι εμφανής ακόμα και κατά το παλαιότερο διάστημα οικονομικής ανάπτυξης και αυξημένης ζήτησης, αναδεικνύοντας σε βάθος χρόνου τη σταδιακή μετάβαση του τομέα ηλεκτροπαραγωγής σε καύσιμα και τεχνολογίες χαμηλότερων εκπομπών. Ωστόσο, η εξάρτηση της ηλεκτροπαραγωγής από την καύση χαμηλής θερμογόνου δύναμης λιγνίτη αποτυπώνεται στην απόκλιση που παρατηρείται σε σχέση με την ένταση στις χώρες της ΕΕ.

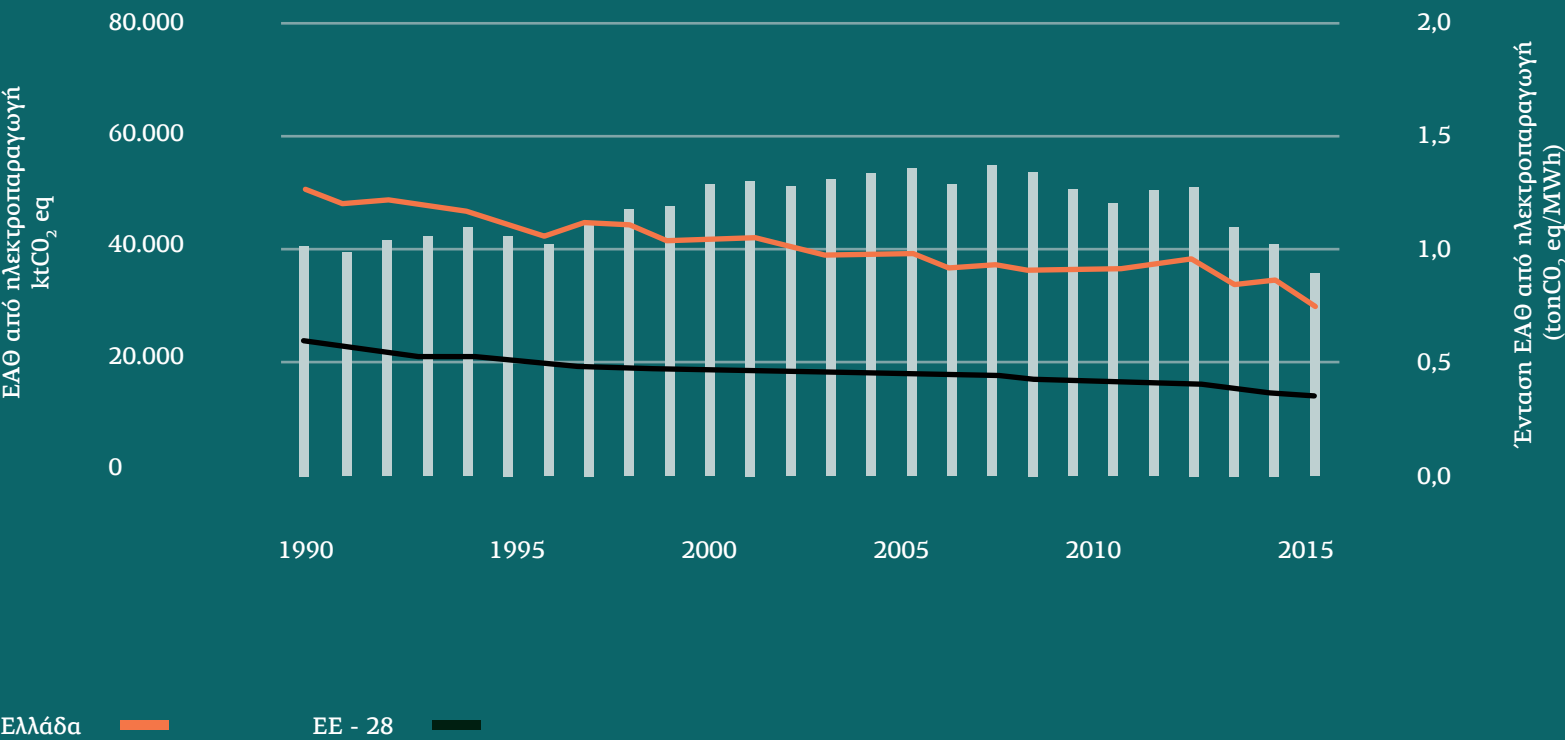
Γράφημα 1.1.16
Διαχρονική εξέλιξη έντασης ΕΑΘ από τη χρήση ενέργειας στη βιομηχανία



Γράφημα 1.1.17
Διαχρονική εξέλιξη έντασης ΕΑΘ από τη χρήση ενέργειας στα νοικοκυριά



Γράφημα 1.1.18
Διαχρονική εξέλιξη ΕΑΘ στην Ελλάδα από παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ένταση εκπομπών (γραμμές)



2. Πολιτικές και μέτρα αντιμετώπισης κλιματικής αλλαγής

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται οι κυριότερες υιοθετημένες και εφαρμοσμένες τομεακές πολιτικές σε εθνικό επίπεδο, που στοχεύουν στη μείωση των ΕΑΘ, σύμφωνα με τις προβλέψεις του πρωτοκόλλου του Κιότο, του ευρωπαϊκού πακέτου Ενέργειας - Κλιματικής Αλλαγής και των λοιπών οδηγιών της ΕΕ (MEEN, 2018). Η υιοθέτηση των συγκεκριμένων πολιτικών και μέτρων πραγματοποιείται στο πλαίσιο των αντιστοίχων Εθνικών Σχεδίων Δράσης και των βασικών στόχων της Εθνικής Ενεργειακής Στρατηγικής, στο μέτρο του δυναμικού μείωσης εκπομπών και της οικονομικής αποτελεσματικότητας τους.

Τομέας Ενέργειας

→ Βελτίωση του συστήματος συμβατικής παραγωγής ενέργειας με κύρια μέτρα:

- τη σταδιακή διακοπή λειτουργίας των παλαιότερων, μη-αποδοτικών και πλέον ρυπογόνων θερμοηλεκτρικών μονάδων παραγωγής. Κατά την περίοδο 2010-2016 έχουν τεθεί εκτός συστήματος λιγνιτικές μονάδες συνολικής ισχύος 913MW ενώ ο σχετικός προγραμματισμός έως το 2025 προβλέπει άλλα 2112 MW.
- την έναρξη λειτουργίας νέων παραγωγικών μονάδων που ακολουθούν τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές και την οδηγία 2010/75/EK (Industrial Emissions Directive - IED)
- την αύξηση του μεριδίου παραγόμενου ηλεκτρισμού από φυσικό αέριο.
- τη διασύνδεση νησιών με το ηπειρωτικό δίκτυο. Η διασύνδεση νησιών των βορείων Κυκλάδων πραγματοποιείται σε τρεις φάσεις μέχρι το 2020. Έως τώρα έχει πραγματοποιηθεί η κεντρική διασύνδεση της Σύρου και η ακτινική διασύνδεση της Πάρου, και η πρώτη φάση θα ολοκληρωθεί με τη διασύνδεση και της Μυκόνου, εντός του 2018. Η διασύνδεση με την Κρήτη σχεδιάζεται σε δύο φάσεις έως το 2022.

→ Προώθηση της χρήσης φυσικού αερίου για οικιακή θέρμανση, στον τριτογενή τομέα και στη βιομηχανία μέσω:

- ευνοϊκής τιμολογιακής πολιτικής σε όλους τους τομείς, με την πρόβλεψη ότι η τιμή του φυσικού αερίου θα είναι χαμηλότερη από των ανταγωνιστικών υγρών καυσίμων.
- διαρκούς ανάπτυξης των δικτύων μεταφοράς και διανομής για την ενίσχυση της πρόσβασης.
- αναμόρφωσης του θεσμικού και κανονιστικού πλαισίου της ελληνικής αγοράς φυσικού αερίου με τη σταδιακή απελευθέρωση της πρόσβασης στο σύστημα μεταφοράς και διανομής έως το 2018.

Ειδικά για τον οικιακό και τριτογενή τομέα προβλέφθηκαν:

- δημοσιονομικά μέτρα, όπως μειώσεις στον φόρο εισοδήματος για μετατροπή εγκαταστάσεων σε φυσικό αέριο ή την εγκατάσταση νέων.
- εκπτώσεις σε τέλη σύνδεσης με το δίκτυο.
- εντατική διαφημιστική προβολή με έμφαση στην αυξημένη απόδοση, την εξοικονόμηση και τον φιλικό προς το περιβάλλον χαρακτήρα του φυσικού αερίου.

Ειδικά για τον βιομηχανικό τομέα:

- παρέχονται κίνητρα στο πλαίσιο του συστήματος εμπορίας, καθώς ο περιορισμένος αριθμός δικαιωμάτων εκπομπής που διανέμονται στον βιομηχανικό τομέα θα οδηγήσει σε αυξημένη χρήση καθαρών τεχνολογιών και καυσίμων.
- αυστηροποιούνται οι αποφάσεις έγκρισης περιβαλλοντικών όρων που εκδίδονται σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις αναφορικά με τη χρήση άλλων συμβατικών καυσίμων.

→ Προώθηση της χρήσης ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή:

Τα μέτρα στον τομέα των ΑΠΕ εντάσσονται στο πλαίσιο της οδηγίας 2009/28/EK, η οποία έθεσε σαν στόχο για την Ελλάδα, συμμετοχή των ΑΠΕ στην ολική κατανάλωση ενέργειας που να ανέρχεται σε 18% το 2020. Η Ελλάδα επέλεξε να αναμορφώσει τον στόχο στο 20% και καθόρισε στο Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την ανανεώσιμη ενέργεια ότι 40% της ολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού θα προέρχεται από ΑΠΕ. Ήδη κατά το 2016, ως αποτέλεσμα της ταχείας αύξησης της εγκατεστημένης δυναμικότητας ηλεκτροπαραγωγής από αιολική και ηλιακή ενέργεια, αλλά και της μείωσης της ζήτησης κατά την τελευταία δεκαετία, οι ΑΠΕ καταλαμβάνουν μερίδιο 31% στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Κύριος μοχλός για τη μεγάλη αύξηση παραγωγής ηλεκτρισμού από ΑΠΕ κατά την περίοδο 2006-2015 ήταν το πρόγραμμα σταθερών εγγυημένων τιμών (Feed-In Tariff), που οδήγησε σε μεγάλη αύξηση της εγκατεστημένης δυναμικότητας από ΑΠΕ, ιδιαίτερα από φωτοβολταϊκά συστήματα. Κατά το 2012-2014, ανεστάλη η αδειοδότηση νέων φωτοβολταϊκών καθώς είχε επιτευχθεί ήδη ο στόχος των 2200 MW έως το 2020. Επίσης, από το 2014 αναδιαρθρώθηκαν οι εγγυημένες τιμές, ενώ το πρόγραμμα FiT για νέες μονάδες ΑΠΕ τερματίστηκε το 2015. Στο μεγαλύτερο του τμήμα έχει αντικατασταθεί από ένα νέο πρόγραμμα υποστήριξης παραγωγής από ΑΠΕ, που βασίζεται σε σύστημα προσαύξησης επί της αγοραίας τιμής (Feed-In-Premium), όπου οι νέες μονάδες παραγωγής (με κάποιες εξαιρέσεις) συμμετέχουν σε μια ανταγωνιστική διαδικασία δημοπράτησης για τον καθορισμό των τιμών. Παράλληλα, έχουν ληφθεί μέτρα για την απλοποίηση της αδειοδότησης μικρότερων μονάδων και για την παροχή κινήτρων στις τοπικές κοινότητες όπου εγκαθίστανται νέες μονάδες.

→ Εφαρμογή μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας στη βιομηχανία:

Βασικό όργανο περιορισμού των βιομηχανικών εκπομπών από κατανάλωση ενέργειας στον βιομηχανικό τομέα αποτελεί το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων ΕΑΘ, καθώς προάγει τη λήψη μέτρων για την ενίσχυση της ενεργειακής αποδοτικότητας από τις μονάδες. Πρόσθετα μέτρα στους διάφορους τομείς της βιομηχανίας έχουν κατευθυνθεί μέσω του Εθνικού Προγράμματος Δράσης για τη μείωση των ΕΑΘ και των Επιχειρησιακών Προγραμμάτων για την Ενέργεια και την Ανταγωνιστικότητα και περιλαμβάνουν κυρίως:

- παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στις κτηριακές υποδομές των βιομηχανικών εγκαταστάσεων.
- ανάπτυξη και εγκατάσταση συστημάτων για την ανάκτηση, εξοικονόμηση και υποκατάσταση συμβατικής ενέργειας στην παραγωγική διαδικασία.
- μέτρα σχετικά με το κόστος εξοπλισμού για την αυτόνομη παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ή την υποκατάσταση καυσίμων από φυσικό αέριο ή LPG.
- βιοκλιματικού τύπου παρεμβάσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας.
- πραγματοποίηση ενεργειακών διαγνωστικών ελέγχων (υποχρεωτικών από το 2016 και ανά 4 έτη για τις μεγάλες επιχειρήσεις) και συγκριτικής αξιολόγησης.

→ Εφαρμογή των μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας στον οικιακό και τριτογενή τομέα:

- Πέρα από την προώθηση της χρήσης φυσικού αερίου και ΑΠΕ, τα μέτρα που λαμβάνονται στοχεύουν στη βελτίωση της θερμικής απόδοσης των κατοικιών και την προώθηση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών και εξοπλισμού θέρμανσης. Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (KENAK) θεσμοθετεί τον ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό στον κτιριακό τομέα με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Τα μέτρα υποστηρίζονται από τη μεταφορά στην εθνική νομοθεσία των ευρωπαϊκών οδηγιών 2002/91/EK για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης από κτήρια και των οδηγιών 2006/32/EK, 2010/31/EE και 2012/27/EE για την ενεργειακή απόδοση κτηρίων.
- Τα κυριότερα μέτρα που περιλαμβάνονται στο Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Εξοικονόμηση ενέργειας περιλαμβάνουν:
- την εφαρμογή του κανονισμού ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, με θεσμοθέτηση προδιαγραφών για το σχεδιασμό, τη μόνωση και την ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση, με τον καθορισμό διαδικασίας έκδοσης και ισχύος ενεργειακών πιστοποιητικών και με τον καθορισμό διαδικασίας ενεργειακών επιθεωρήσεων σε κτήρια, λέβητες και συστήματα θέρμανσης και ψύξης.
 - το πρόγραμμα “εξοικονομώ κατ’ οίκον”, που στοχεύει στην παροχή οικονομικών κινήτρων σε ιδιώτες για παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στις κατοικίες τους και συγκεκριμένα για θερμομόνωση του κτηριακού κελύφους, για εγκατάσταση θερμομονωτικών πλαισίων και συστημάτων σκίασης καθώς και για την αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης και ζεστού νερού.
 - την υποχρεωτική εγκατάσταση θερμικών ηλιακών συστημάτων σε νέα κτήρια κατοικίας και σε κτήρια του τριτογενούς τομέα από το 2011 και μετά, με στόχο τον περιορισμό κατανάλωσης ενέργειας για χρήση ζεστού νερού.
 - την ενεργειακή σήμανση συσκευών και τον καθορισμό ελάχιστης απαιτούμενης ενεργειακής απόδοσης.
 - τον ολοκληρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό στην τοπική αυτοδιοίκηση, με παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης και εξοικονόμησης στα δημοτικά κτήρια, στους δημόσιους

- χώρους (παρεμβάσεις στα δίκτυα φωτισμού και βιοκλιματικές παρεμβάσεις), στις τοπικές συγκοινωνίες με βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των δημοτικών οχημάτων και συνολικά στις τεχνικές υποδομές των τοπικών αρχών.
- παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια και σχολικά κτήρια με πραγματοποίηση δράσεων αξιοποίησης ΑΠΕ για την παροχή θέρμανσης ή/και ψύξης και παρεμβάσεις βιοκλιματικού σχεδιασμού σε νέα σχολεία.
- πρόγραμμα “πράσινων δωματίων” σε δημόσια κτήρια.
- υποχρεωτική αντικατάσταση όλων των χαμηλής ενεργειακής απόδοσης λαμπτήρων στο σύνολο του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα.





Τομέας Μεταφορών

→ Μέτρα για τις οδικές μεταφορές:

- Παρά την ελάττωση τους λόγω της οικονομικής κρίσης, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τον τομέα μεταφορών εξακολουθούν να είναι υπολογίσιμες. Ταυτόχρονα με δημοσιονομικά μέτρα, όπως η ένταξη των εκπομπών CO₂ ως παραμέτρου κατά τον υπολογισμό των τελών ταξινόμησης και τελών κυκλοφορίας των οχημάτων, η περαιτέρω ελάττωση των εκπομπών του τομέα προωθείται μέσω:
- παρεμβάσεων συνολικά στο σύστημα μεταφορών και συγκεκριμένα με έργα ενίσχυσης των υποδομών του οδικού δικτύου ιδίως στα αστικά κέντρα, με προγράμματα αναβάθμισης των συστημάτων λειτουργίας των φωτεινών σηματοδοτών και διαχείρισης κυκλοφορίας και με την ανάπτυξη των υποδομών μεταφοράς εναλλακτικών καυσίμων.
 - παρεμβάσεων στα μέσα μαζικής μεταφοράς και συγκεκριμένα με την επέκταση των δικτύων μετρό, προαστιακού και τραμ στην Αθήνα και την κατασκευή του μετρό Θεσσαλονίκης, με τον συνεχιζόμενο εξηλεκτρισμό του σιδηροδρομικού δικτύου, με την ανανέωση του στόλου των αστικών λεωφορείων (οχήματα τεχνολογίας Euro V, ηλεκτρικά και φυσικού αερίου), με την επέκταση του δικτύου των λεωφορειόδρομων στην Αθήνα και με τη μείωση του ορίου ηλικίας για την κυκλοφορία ημιαστικών και υπεραστικών λεωφορείων.
 - παρεμβάσεων στα ιδιωτικές χρήσης οχήματα και συγκεκριμένα με την επέκταση του δικτύου των Κέντρων Τεχνικού Ελέγχου Οχημάτων (ΚΤΕΟ) και τη συνεπαγόμενη αύξηση του αριθμού των ελεγχόμενων οχημάτων, με την απαίτηση έκδοσης κάρτας ελέγχου καυσασερίων και με την παροχή κινήτρων για την ανανέωση του στόλου ιδιωτικών αυτοκινήτων, μοτοσυκλετών και ταξί. Επίσης, η συμφωνία μεταξύ της ΕΕ και των ευρωπαϊκών, ιαπωνικών και κορεατικών εταιρειών κατασκευής αυτοκινήτων (ACEA, JAMA, KAMA) για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των καυσίμων των νέων αυτοκινήτων αναμένεται να οδηγήσει στην αύξηση της συμμετοχής των οχημάτων χαμηλών εκπομπών στον επιβατικό στόλο.
 - μέτρων για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από οδικές μεταφορές στα αστικά κέντρα και συγκεκριμένα κατά την τροποποίηση του συστήματος του δακτυλίου στην Αθήνα με την απαγόρευση κυκλοφορίας των παλαιών φορτηγών και λεωφορείων στον μεγάλο δακτύλιο (“πράσινο δακτύλιος”).
 - μέτρων δημιουργίας ή επέκτασης δικτύων ποδηλατοδρόμων και γενικότερα προώθησης βιώσιμης αστικής κινητικότητας.

Ο περιορισμός των ΕΑΘ από τις μεταφορές επιδιώκεται και από τις πολιτικές της ΕΕ στον τομέα και συγκεκριμένα από:

- τους κανονισμούς 443/2009/ΕΚ και 510/2011/ΕΕ για τις εκπομπές CO₂ από νέα επιβατικά και ελαφρά επαγγελματικά οχήματα, αντίστοιχα και την οδηγία 2009/30/ΕΚ για την ποιότητα των καυσίμων. Επίσης, υποστηρίζεται από την οδηγία 1999/94/ΕΚ για την πληροφόρηση των καταναλωτών σχετικά με τις εκπομπές CO₂ νέων επιβατικών οχημάτων και την οδηγία 2014/94/ΕΕ για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων.

→ Προώθηση της χρήσης φυσικού αερίου στις μεταφορές:

Σημαντικό τμήμα των αστικών λεωφορείων και των δημοτικών απορριμματοφόρων χρησιμοποιούν ως καύσιμο το φυσικό αέριο, ενώ ένα τμήμα του επιβατικού στόλου απαρτίζεται από οχήματα διπλού καυσίμου. Παρέχονται κίνητρα για την

προώθηση της χρήσης ιδιωτικών οχημάτων που κινούνται με φυσικό αέριο, βιοκαύσιμα ή χρησιμοποιούν υβριδική τεχνολογία.

→ Χρήση βιοκαυσίμων στις μεταφορές:

Με τη μεταφορά στην εθνική νομοθεσία της οδηγίας 2003/30/ΕΚ από τον νόμο 3423/2005 (ΦΕΚ 304Α/13.12.2005) τροποποιούνται οι νομοθετικές διατάξεις για την ελληνική αγορά καυσίμων με την ένταξη των βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων καυσίμων. Για την ενίσχυση της χρήσης τους προβλέφθηκε από τον νόμο 3340/2005 ο μηδενισμός του ειδικού φόρου κατανάλωσης βιοκαυσίμων για τα έτη 2005-2007. Από τον Δεκέμβριο του 2005, στο πετρέλαιο κίνησης που παράγεται από τα ελληνικά διυλιστήρια αναμειγνύεται καθαρό βιοντίζελ έως και 5% κατ’ όγκο (7% από τον Ιανουάριο του 2010). Κατά το 2015, η συμμετοχή των καυσίμων στη συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια στον τομέα των μεταφορών ανέρχεται σε 2,5%, όταν ο νομικά δεσμευτικός στόχος για το 2020 είναι 10%. Το μερίδιο των βιοκαυσίμων αναμένεται να ανέλθει σημαντικά με την εναρμόνιση της διαδικασίας πιστοποίησης τήρησης κριτηρίων αιφορίας των βιοκαυσίμων που διατίθενται στην ελληνική αγορά, προς την αντίστοιχη που εφαρμόζεται στις άλλες χώρες της ΕΕ.

Τομέας Βιομηχανίας

→ Μείωση εκπομπών φθοριούχων αερίων του θερμοκηπίου:

Η μείωση των εκπομπών φθοριούχων αερίων του θερμοκηπίου (F-gases) επιδιώκεται μέσω της εφαρμογής της οδηγίας 2006/40/ΕΚ και του κανονισμού (ΕΕ) 517/2014, που καλύπτουν τις βασικές εφαρμογές χρήσης τους και στοχεύουν στον περιορισμό άμεσης εκπομπής και διαρροών. Στην Ελλάδα ενεργοποιούνται διάφοροι μηχανισμοί ελέγχου και επιβολής ποινών. Ο έλεγχος για τη συμμόρφωση με τις προβλέψεις της ευρωπαϊκής νομοθεσίας πραγματοποιείται από τις αρμόδιες υπηρεσίες στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων τους και σε περίπτωση όπου διαπιστώνονται παραβάσεις από νομικά ή φυσικά πρόσωπα επιβάλλονται οι προβλεπόμενες κυρώσεις.

Αγροτικός τομέας

→ Κοινή αγροτική πολιτική (ΚΑΠ):

Κατά την τελευταία της αναθεώρηση, η Ευρωπαϊκή Κοινή Αγροτική Πολιτική εισήγαγε μέτρα για την άμεση χρηματοδότηση παραγωγών που τηρούν βασικούς κανόνες περιβαλλοντικών πρακτικών, συνθηκών υγιεινής διαβίωσης των ζώων και διαχείρισης καλλιεργειών και εδαφών. Το σύστημα αναμένεται να οδηγήσει σε μείωση των εκπομπών μεθανίου (CH₄) και υποξειδίου του αζώτου (N₂O), κυρίως μέσω:

- της μείωσης του ρυθμού εντατικοποίησης στη χρήση γεωργικής γης και τη βελτίωση της διαχείρισης κτηνοτροφικών αποβλήτων.
- της μείωσης χρήσης λιπασμάτων.

→ Πρόγραμμα αγροτικής ανάπτυξης - Ενίσχυση βιολογικής γεωργίας:

Η βιολογική παραγωγή και η μείωση της χρήσης συνθετικών αζωτούχων λιπασμάτων αναμένεται να οδηγήσουν σε σημαντικό περιορισμό των εκπομπών N₂O. Σύμφωνα με στατιστικές εκτιμήσεις σε εθνικό επίπεδο (MEEN, 2018), οι δράσεις του προγράμματος αγροτικής ανάπτυξης (2014 - 2020) για τη μετάβαση σε βιολογικές μεθόδους και πρακτικές θα αυξήσουν κατά 40%, σε σχέση με το 2016, την έκταση των βιολογικών καλλιεργειών της χώρας και η οικονομική

ενίσχυση για διατήρηση των βιολογικών πρακτικών θα καλύψει το 70% των ήδη υπάρχουσών.

Τομέας Αποβλήτων

→ Ανάκτηση οργανικών αποβλήτων:

Τα βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα είναι η κατηγορία αποβλήτων με την ισχυρότερη εκπομπή CH₄ κατά τη διαδικασία αναερόβιας αποσύνθεσης. Κατά συνέπεια, στοχεύεται η ελάττωση της ποσότητας βιοαποικοδομήσιμων αποβλήτων που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής, μέσω της εγκατάστασης μονάδων επεξεργασίας στερεών αποβλήτων. Επίσης, προωθούνται μέτρα για τη ξεχωριστή συλλογή βιοαποβλήτων και τη γεωργική χρήση ιλύος ως λίπασμα/εδαφοβελτιωτικό.

→ Ανάκτηση βιοαερίου:

Συστήματα για τη συλλογή/κάυση σε πυρσό και την ενεργειακή αξιοποίηση λειτουργούν στους χώρους ελεγχόμενης διάθεσης απορριμμάτων στα μεγάλα αστικά κέντρα και αντίστοιχα εγκαθίστανται σε αστικά κέντρα με περισσότερους από 100.000 κατοίκους. Στο κέντρο επεξεργασίας λυμάτων της Ψυττάλειας, από τη διαδικασία αναερόβιας χώνευσης της ιλύος παράγεται βιοαέριο, το οποίο χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε δύο μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας που καλύπτουν τις θερμικές ανάγκες της μονάδας.

Τομέας LULUCF

→ Μέτρα στον τομέα χρήσης γης, αλλαγής χρήσης γης και δασοπονίας:

Οι στόχοι των ελληνικών πολιτικών αναφορικά με τον τομέα χρήσης γης, αλλαγής χρήσης γης και δασοπονίας εστιάζουν κυρίως στη διατήρηση και προστασία της ήδη υπάρχουσας δασικής γης και στη σταδιακή επέκταση και αναβάθμιση της. Στο πλαίσιο της ελληνικής δημοσιονομικής κατάστασης η επίτευξη των στόχων βασίζεται κυρίως σε πολιτικές που έχουν ήδη υιοθετηθεί και εφαρμοσθεί. Για την περίοδο 2013 - 2020, τα σχετικά μέτρα που εφαρμόζονται στοχεύουν στη δασοπροστασία και βιώσιμη διαχείριση, στη διαφύλαξη της υγείας των οικοσυστημάτων και στην ανάπτυξη και επέκταση δασικών εκτάσεων.

Στον Πίνακα 1.2.1 συνοψίζονται οι ποσοτικοποιημένες εκτιμήσεις για την απόδοση των υιοθετημένων και εφαρμοσμένων πολιτικών που στοχεύουν στη μείωση των ΕΑΘ σύμφωνα με τις προβλέψεις του πρωτοκόλλου του Κιότο, του ευρωπαϊκού πακέτου Ενέργειας - Κλιματικής Αλλαγής και των λοιπών οδηγιών της ΕΕ, όπως περιγράφονται στην 7^η Εθνική Έκθεση για την Κλιματική Αλλαγή προς τη Γραμματεία της Σύμβασης για την Κλιματική Αλλαγή (MEEN, 2018).

Η ποσοτικοποιημένη επίδραση των μέτρων εκτιμάται μέσω της σύγκρισης ενός υποθετικού σεναρίου βάσης, στο οποίο δεν έχει ενσωματωθεί η επίδραση, με το σενάριο κατόπιν μέτρων (“with measures”), το οποίο έχει καταρτισθεί (MEEN, 2018) για την πραγματοποίηση των εθνικών προβλέψεων ΕΑΘ και στο

οποίο η επίδραση του μέτρου λαμβάνεται υπόψη. Το σενάριο “κατόπιν μέτρων” υποθέτει ότι δε λαμβάνονται περαιτέρω μέτρα, εκτός από αυτά που έχουν υιοθετηθεί και εφαρμοσθεί έως το 2015 και θεωρείται επαρκές για την επίτευξη των τρεχόντων στόχων μετριασμού ΕΑΘ της χώρας. Στον πίνακα αναφέρονται, ανά κατηγορία μέτρων, οι προβλέψεις για τα έτη 2020 και 2030 και οι εκτιμήσεις για την απόδοση τους για το διάστημα εφαρμογής έως το 2015.

Η συνολική δυνητική μείωση ΕΑΘ, που θα έχει συντελεστεί έως το 2020 ως αποτέλεσμα των υιοθετημένων και εφαρμοζόμενων τομεακών μέτρων και πολιτικών σε εθνικό επίπεδο, εκτιμάται σε 34,8 Μt ισοδύναμου CO₂.

Πίνακας 1.2.1
Μέτρα και πολιτικές αντιμετώπισης κλιματικής αλλαγής σε εθνικό επίπεδο, ανά τομέα, και ποσοτικοποίηση της επίδρασης τους (Πηγή: 7^η Εθνική Έκθεση για την Κλιματική Αλλαγή προς τη Γραμματεία της Σύμβασης για την Κλιματική Αλλαγή (MEEN, 2018))

Δράση Αντιμετώπισης Κ.Α.	Τομέας	Αέριο θερμοκηπίου	Έτος έναρξης εφαρμογής	Μείωση ΕΑΘ 2015 (kt CO ₂ eq)	Μείωση ΕΑΘ 2020 (kt CO ₂ eq)	Μείωση ΕΑΘ 2030 (kt CO ₂ eq)
Βελτίωση του συστήματος συμβατικής παραγωγής ενέργειας	Ενέργεια	CO ₂	1996	23211	11700	5500
Προώθηση της χρήσης φυσικού αερίου για οικιακή θέρμανση		CO ₂	1998		304	366
Προώθηση της χρήσης φυσικού αερίου στον τριτογενή τομέα		CO ₂	1998		250	430
Προώθηση της χρήσης φυσικού αερίου στη βιομηχανία		CO ₂	1996		671	1094
Προώθηση της χρήσης ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή		CO ₂	1994		15000	25000
Εφαρμογή μέτρων ενεργειακής απόδοσης στη βιομηχανία		CO ₂	2008		300	500
Εφαρμογή των μέτρων ενεργειακής απόδοσης στον οικιακό και τριτογενή τομέα	Μεταφορές	CO ₂	2008	501 (μόνο για CO ₂)	2930	4000
Μέτρα για τις οδικές μεταφορές		CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	1983		340	600
Προώθηση της χρήσης φυσικού αερίου στις μεταφορές		CO ₂	1999		17	22
Χρήση βιοκαυσίμων στις μεταφορές	Βιομηχανία	CO ₂	2005	NA	650	960
Μείωση εκπομπών φθοριωμένων αερίων		HFCs, PFCs	2004		460	2300
ΚΑΠ - Μείωση του ρυθμού εντατικοποίησης στη χρήση γεωργικής γης και τη βελτίωση της διαχείρισης κτηνοτροφικών αποβλήτων	Αγροτικός	CH ₄ , N ₂ O	2007	800	430	600
ΚΑΠ - Μείωση χρήσης λιπασμάτων		N ₂ O	2007		125	200
Πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης - Ενίσχυση βιολογικής γεωργίας		N ₂ O	2007		350	450
Ανάκτηση οργανικών αποβλήτων	Απόβλητα	CH ₄	2002	800	800	1000
Ανάκτηση βιοαερίου		CH ₄	2002		500	700
Μέτρα στον τομέα LULUCF	LULUCF	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	2002		-	

3. Επιπτώσεις σχετικές με βασικές κλιματικές μεταβλητές

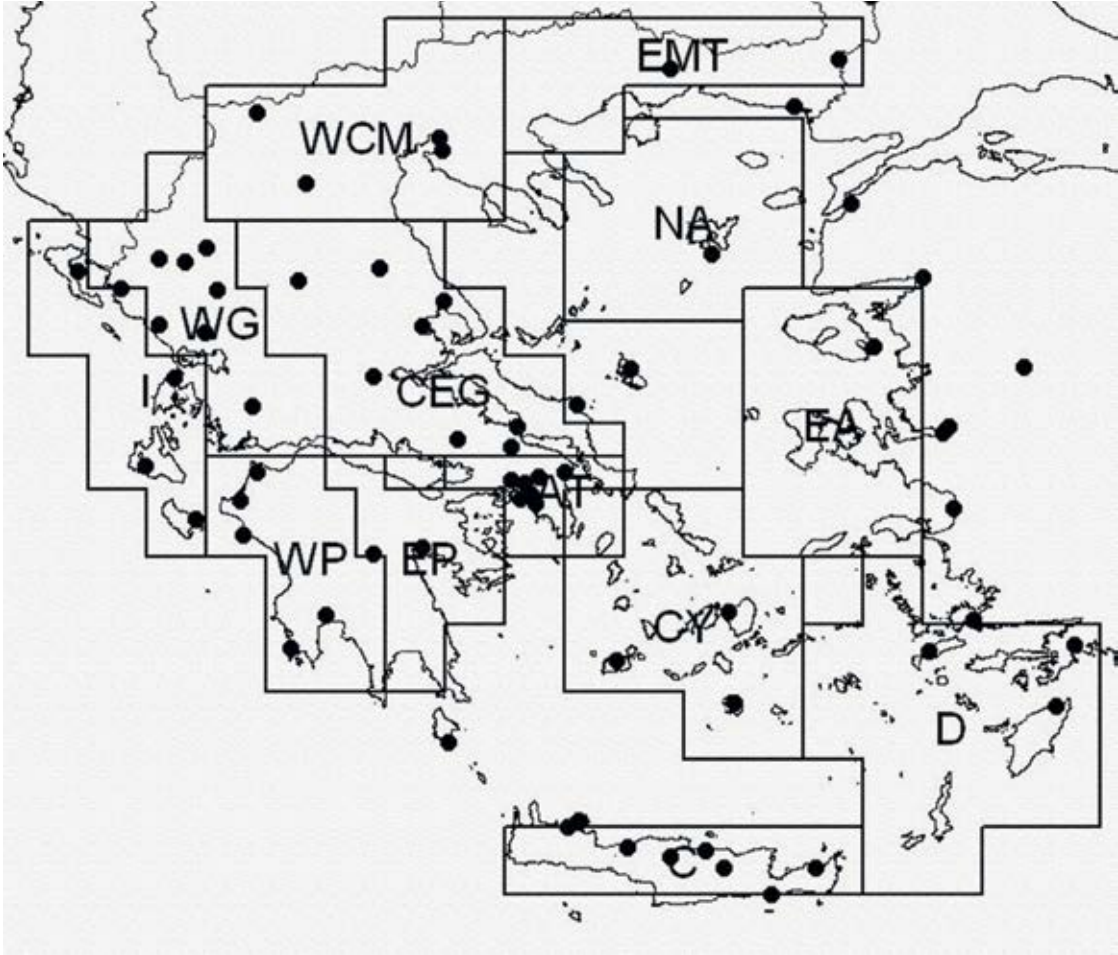
3.1. Ατμόσφαιρα

Η εξέταση των μεταβολών σε σχέση με τις κύριες ατμοσφαιρικές μεταβλητές στην Ελλάδα για τον 21^ο αιώνα πραγματοποιήθηκε με την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων ενός συνόλου (ensemble) κλιματικών μοντέλων για διάφορα σενάρια εκπομπών. Τα χρησιμοποιούμενα μοντέλα βασίζονται σε μεγάλης-κλίμακας συζευγμένα μοντέλα γενικής κυκλοφορίας (General Circulation Models - GCMs), τα οποία συμπληρώνονται, ως προς την παροχή εξειδικευμένης πληροφορίας με υψηλή χωρική ανάλυση, από περιοχικά κλιματικά μοντέλα (Regional Climate Models - RCMs).

Η μελέτη των κλιματικών μεταβολών πραγματοποιήθηκε ξεχωριστά για 13 περιοχές της ελληνικής επικράτειας, οι οποίες διακρίνονται στη βάση των κλιματικών και γεωγραφικών χαρακτηριστικών τους. Οι 13 κλιματικές περιοχές (Εικόνα 1.3.1) είναι οι ακόλουθες:

- 1. Ηπειρωτικές κλιματικές περιοχές:**
Δυτική Ελλάδα (WG), Κεντρική και Ανατολική Ελλάδα (CEG), Δυτική και Κεντρική Μακεδονία (WCM), Ανατολική Μακεδονία - Θράκη (EMT), Δυτική Πελοπόννησος (WP), Ανατολική Πελοπόννησος (EP) και Αττική (AT)
- 2. Νησιωτικές και Θαλάσσιες κλιματικές περιοχές:**
Κρήτη (C), Δωδεκάνησα (D), Κυκλάδες (CY), Ανατολικό Αιγαίο (EA), Βόρειο Αιγαίο (NA), και Ιόνιο (I).

Εικόνα 1.3.1
Κλιματικές περιοχές της Ελλάδας για την εκτίμηση των κλιματικών μεταβολών



Σενάριο A2:

Μέτρια αύξηση του μέσου παγκόσμιου κατά κεφαλήν εισοδήματος. Ιδιαίτερα έντονη κατανάλωση ενέργειας. Ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. Αργή και τμηματική τεχνολογική ανάπτυξη και μέτριες έως μεγάλες αλλαγές στη χρήση γης. Ραγδαία αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα η οποία θα φτάσει τα 850 ppm το 2100.

Σενάριο A1B:

Ραγδαία οικονομική ανάπτυξη. Ιδιαίτερα έντονη κατανάλωση ενέργειας, αλλά παράλληλα διάδοση νέων και αποδοτικών τεχνολογιών. Χρήση τόσο ορυκτών καυσίμων όσο και εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Μικρές αλλαγές στη χρήση γης. Ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού μέχρι το έτος 2050 και σταδιακή μείωσή του στη συνέχεια. Έντονη αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα η οποία θα φτάσει τα 720 ppm το 2100.

Σενάριο B2:

Ανάπτυξη της παγκόσμιας οικονομίας με μέτριους ρυθμούς. Ηπιότερες τεχνολογικές αλλαγές σε σύγκριση με το σενάριο εκπομπών A1B. Ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. Αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα με μέτριους αλλά σταθερούς ρυθμούς η οποία θα φτάσει το 2100 τα 620 ppm.

Τα σενάρια εκπομπών αερίων (CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, SF₆, HFCs, NO_x, CO, VOC, SO₂, BC, OC), τα οποία χρησιμοποιήθηκαν σαν βάση είναι τα A2, A1B και B2, βάσει των οποίων έχουν αναπτυχθεί βάσεις δεδομένων και προσομοιώσεων μοντέλων από το Κέντρο Ερεύνης Φυσικής της Ατμόσφαιρας και Κλιματολογίας της Ακαδημίας Αθηνών (ΚΕΦΑΚ). Τα κύρια χαρακτηριστικά τους συνοψίζονται αριστερά (ΕΜΕΚΑ, 2011).

Η μελέτη των μεταβολών των κλιματικών παραμέτρων για τα σενάρια εκπομπών A2 και B2 βασίστηκε στα αποτελέσματα ενός συνόλου κλιματικών προσομοιώσεων με RCMs, που διεξήχθησαν στα πλαίσια του κοινοτικού προγράμματος PRUDENCE (<http://prudence.dmi.dk/>). Τα δεδομένα καλύπτουν μια περίοδο 30 ετών για το παρόν κλίμα (1961-1990) και μια περίοδο 30 ετών στο μέλλον (2071-2100) για τη μελέτη της κλιματικής αλλαγής. Η διακριτική ικανότητα των RCMs του προγράμματος PRUDENCE είναι 0,5 μοίρες.

Για την περίπτωση του σεναρίου A1B, η μελέτη των κλιματικών μεταβολών βασίστηκε σε σύνολο 12 προσομοιώσεων που διεξήχθησαν στα πλαίσια του προγράμματος ENSEMBLES (<http://ensemblesrt3.dmi.dk/>). Τα δεδομένα για την περίπτωση του σεναρίου A1B καλύπτουν μια περίοδο 30 ετών για το παρόν κλίμα (1961-1990) και τις μελλοντικές χρονικές περιόδους 2021-2050 και 2071-2100. Η διακριτική ικανότητα των RCMs του προγράμματος ENSEMBLES είναι περίπου 0,25 μοίρες.

Οι μεταβολές των υπό μελέτη κλιματικών παραμέτρων για την περίπτωση των σεναρίων A2, A1B και B2 βασίζεται στη μέση τιμή του συνόλου (ensemble mean) των αντίστοιχων προσομοιώσεων.

Μέση θερμοκρασία αέρα

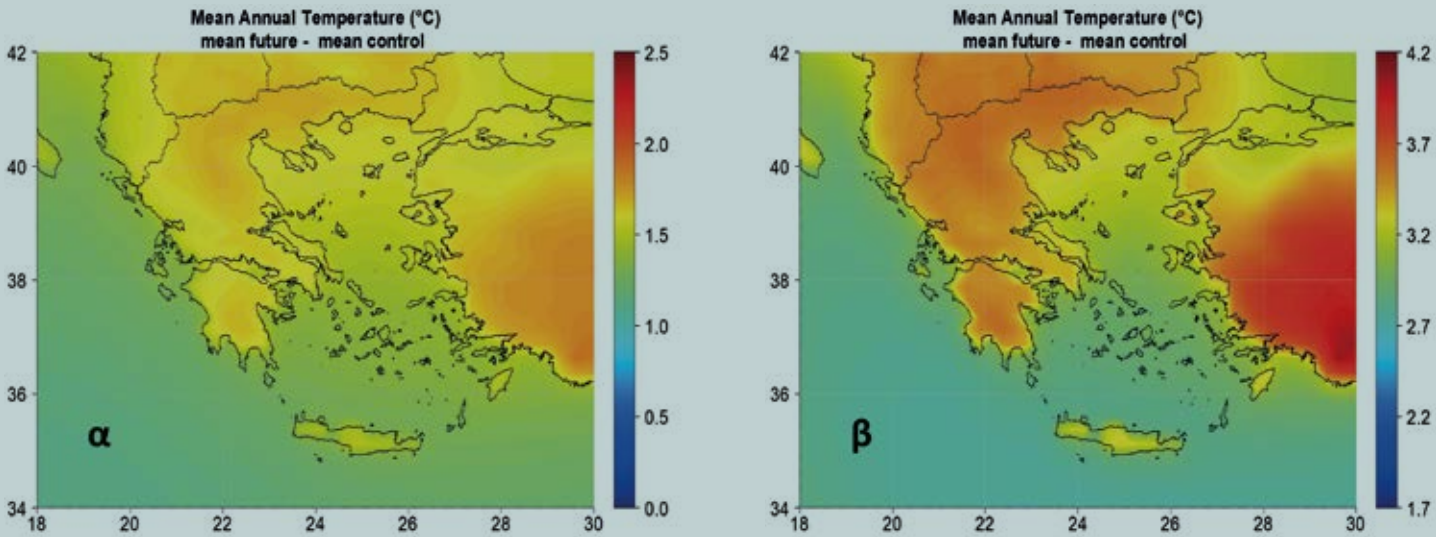
Οι κλιματικές προσομοιώσεις με βάση και τα 3 εξεταζόμενα σενάρια εκπομπών υποδεικνύουν τη μελλοντική αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην Ελλάδα, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1961-1990). Η αύξηση αναμένεται ισχυρότερη στις ηπειρωτικές περιοχές της Ελλάδας σε σύγκριση με τις νησιωτικές. Επίσης, θα είναι μεγαλύτερη κατά το καλοκαίρι και το φθινόπωρο και μικρότερη κατά το χειμώνα και την άνοιξη.

Στην Εικόνα 1.3.2 απεικονίζονται οι μεταβολές της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας των περιόδων 2021-2050 και 2071-2100 σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1961-1990 για το σενάριο A1B. Όπως προκύπτει, όλες οι περιοχές της Ελλάδας αναμένεται το 2021-2050 να έχουν περίπου κατά 1,5 °C θερμότερες μέσες ετήσιες θερμοκρασίες. Κατά τη δεκαετία 2091-2100, η μέση θερμοκρασία για την επικράτεια προβλέπεται ότι θα είναι υψηλότερη της αντίστοιχης την περίοδο αναφοράς κατά 3,2 °C το χειμώνα, κατά 4,2 °C το καλοκαίρι, και κατά περίπου 3,5 °C την άνοιξη, το φθινόπωρο και για το σύνολο του έτους. Η άνοδος της θερμοκρασίας κατά τη χειμερινή περίοδο, για τις διάφορες κλιματικές περιοχές της Ελλάδας, κυμαίνεται μεταξύ 3 °C και 3,5 °C, με τις μεγαλύτερες τιμές να προβλέπονται για τη Βόρεια Ελλάδα και τις μικρότερες για τα νησιά. Το καλοκαίρι η αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται ότι θα προσεγγίσει τους 4,5 °C με 5 °C στις ηπειρωτικές περιοχές, ενώ αντίθετα στα νησιά δε θα ξεπεράσει τους 4 °C.

Στην περίπτωση του πλέον δυσμενούς υπό μελέτη σεναρίου A2, η μέση θερμοκρασία του αέρα για την επικράτεια, αναμένεται κατά τη δεκαετία 2091-2100 να είναι υψηλότερη κατά 3,9 °C το χειμώνα και την άνοιξη, κατά 5,4 °C το καλοκαίρι, κατά 4,7 °C το φθινόπωρο. Σε ετήσια βάση, η αύξηση θα ανέρχεται σε 4,5 °C. Η άνοδος της θερμοκρασίας κατά τη χειμερινή περίοδο προβλέπεται ότι θα κυμανθεί μεταξύ 4 °C και 4,5 °C στις ηπειρωτικές περιοχές, ενώ στις νησιωτικές περιοχές θα είναι μικρότερη και δε θα ξεπεράσει τους 3,5 °C, με εξαίρεση το Βόρειο Αιγαίο όπου θα φτάσει τους 4 °C. Κατά την άνοιξη, η θερμοκρασία προβλέπεται ότι θα αυξηθεί κατά 4,5 °C στις ηπειρωτικές περιοχές και κατά 3,5 °C στα νησιά. Το καλοκαίρι η αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται ότι θα είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με τις υπόλοιπες εποχές. Πιο συγκεκριμένα, προβλέπεται άνοδος της θερινής θερμοκρασίας μεταξύ 6 °C και 7 °C στις ηπειρωτικές περιοχές και μεταξύ 4,5 °C και 5 °C στις νησιωτικές περιοχές. Τέλος, κατά το φθινόπωρο, η άνοδος της θερμοκρασίας θα είναι πιο ομοιόμορφη στις διάφορες κλιματικές περιοχές της Ελλάδας και θα κυμανθεί μεταξύ 4,3 °C και 5,2 °C.

Η προβλεπόμενη άνοδος της μέσης θερμοκρασίας κατά το τέλος του 21^{ου} αιώνα για την περίπτωση του σεναρίου εκπομπών B2 είναι μικρότερη περίπου κατά 1,3 °C σε σύγκριση με την αντίστοιχη άνοδο για το σενάριο εκπομπών A2. Η διαφορά αυτή είναι μικρότερη το χειμώνα και την άνοιξη (1 °C) και μεγαλύτερη το φθινόπωρο (1,5 °C) και το καλοκαίρι (1,7 °C).

Εικόνα 1.3.2
Μεταβολές της μέσης θερμοκρασίας του αέρα (°C) μεταξύ των περιόδων (α) 2021-2050 και 1961-1990, (β) 2071-2100 και 1961-1990 (σενάριο A1B)



Βροχόπτωση

Με βάση τα αποτελέσματα των κλιματικών προσομοιώσεων, ο υετός που κατακρημνίζεται κατά τη διάρκεια το έτους θα μειωθεί στο μέλλον στο σύνολο της ελληνικής επικράτειας και κατά τα τρία εξεταζόμενα σενάρια. Η μείωση του υετού εκτιμάται ότι θα είναι ιδιαίτερα σημαντική για την περίπτωση των σεναρίων Α2 και Α1Β και πιο ήπια για την περίπτωση του σεναρίου Β2.

Στην Εικόνα 1.3.3 απεικονίζονται οι ποσοστιαίες μεταβολές του μέσου ετήσιου ύψους του υετού των περιόδων 2021-2050 και 2071-2100, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς για την περίπτωση του σεναρίου Α1Β. Το ύψος του υετού που κατακρημνίζεται ανά την επικράτεια κατά την περίοδο 2021-2050 θα μειωθεί, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς, περίπου κατά 5%. Η ποσοστιαία μείωση του μέσου ετήσιου υετού, κατά την περίοδο 2021-2050, προβλέπεται ότι θα είναι μεγαλύτερη στην Κρήτη και την Πελοπόννησο όπου θα προσεγγίσει το 15%, στις υπόλοιπες περιοχές της Ελλάδας θα κυμανθεί μεταξύ 5% και 10%, ενώ στον αντίποδα στο Βόρειο Αιγαίο θα παρουσιάσει μικρή αύξηση. Μεγαλύτερη θα είναι η μείωση του υετού που κατακρημνίζεται ανά την επικράτεια κατά το τέλος του 21^{ου} αιώνα. Πιο συγκεκριμένα για την Ελλάδα ως σύνολο, το μέσο ύψος του υετού κατά την περίοδο 2071-2100 (για την περίπτωση του σεναρίου εκπομπών Α1Β), προβλέπεται ότι θα μειωθεί κατά 16% τον χειμώνα, κατά 26,5% την άνοιξη, κατά 37% το καλοκαίρι, κατά 12,5% το φθινόπωρο και κατά 19% για το σύνολο του έτους. Η ποσοστιαία μείωση του μέσου ετήσιου υετού προβλέπεται ότι θα είναι μεγαλύτερη στην Κρήτη και την Πελοπόννησο όπου θα προσεγγίσει το 25%, στις υπόλοιπες περιοχές της Ελλάδας θα είναι ίση με περίπου 20% ενώ στο Βόρειο Αιγαίο θα είναι μικρότερη από 15%.

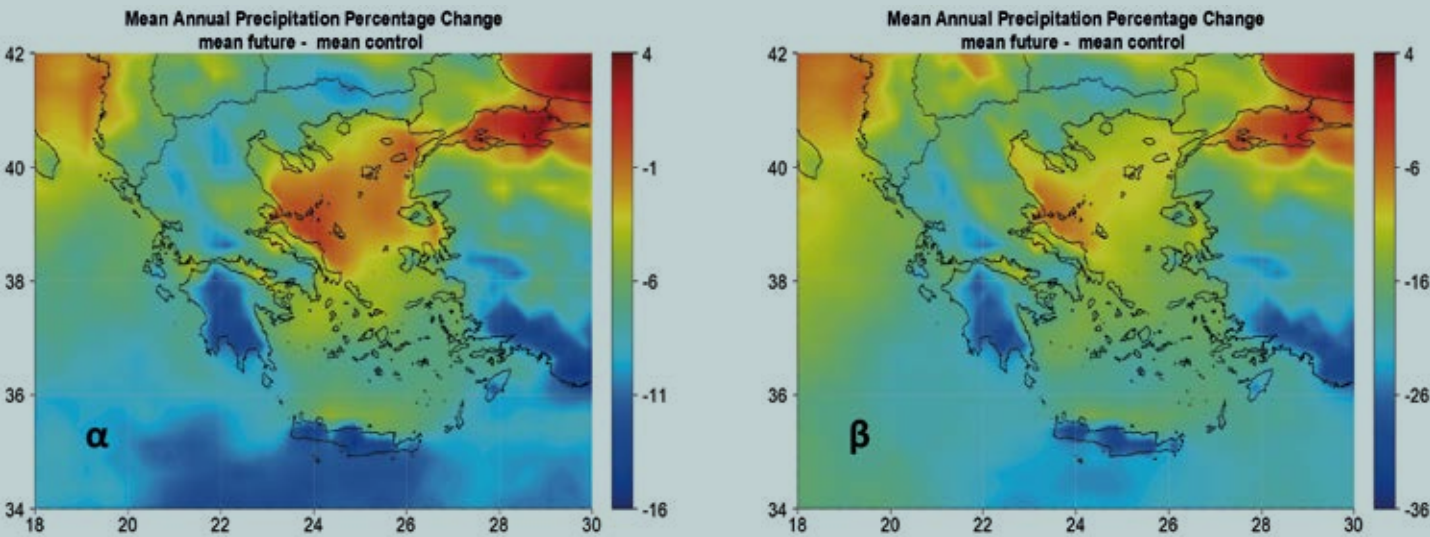
Κατά τον χειμώνα, η μεγαλύτερη ποσοστιαία μείωση του υετού αναμένεται στη νότια νησιωτική Ελλάδα και την Πελοπόννησο, όπου θα ξεπεράσει το 20%. Στη Δυτική Ελλάδα, το Ιόνιο και τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου ο υετός αναμένεται ότι θα μειωθεί περίπου κατά 15%, ενώ στις υπόλοιπες περιοχές η ποσοστιαία μείωση θα κυμανθεί στην περιοχή του 10%. Το καλοκαίρι η ποσοστιαία μείωση του υετού θα προσεγγίσει ή και θα ξεπεράσει το 40% στο μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας ενώ ακόμα και στο Βόρειο Αιγαίο, για το οποίο προβλέπεται η μικρότερη ποσοστιαία μείωση του, το ύψος του θα μειωθεί σε ποσοστό μεγαλύτερο από 20%. Κατά την άνοιξη, στο μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας η βροχόπτωση θα μειωθεί σε ποσοστό άνω του 20%. Τέλος, κατά το φθινόπωρο, η σημαντικότερη ποσοστιαία μείωση της βροχόπτωσης προβλέπεται στην Κρήτη και τη Δυτική Πελοπόννησο όπου θα φτάσει το 20%, ενώ στον αντίποδα στην Κεντρική-Ανατολική Ελλάδα και το Βόρειο Αιγαίο η μείωση της δε θα ξεπεράσει το 7%.

Στην περίπτωση του σεναρίου Α2, το ύψος του υετού που κατακρημνίζεται ανά την επικράτεια αναμένεται ότι, κατά την περίοδο 2071-2100, θα μειωθεί σε σχέση με την περίοδο αναφοράς κατά 16% τον χειμώνα, κατά 19% την άνοιξη, κατά 47% το καλοκαίρι, κατά 10% το φθινόπωρο και κατά 17% για το έτος συνολικά. Η ποσοστιαία μείωση του μέσου ετήσιου υετού εκτιμάται ότι θα είναι μεγαλύτερη στα δυτικά ηπειρωτικά και την Ανατολική Πελοπόννησο όπου θα υπερβεί το 20%, στις υπόλοιπες περιοχές της Ελλάδας εκτός του Βορείου Αιγαίου η μείωση του θα κυμανθεί μεταξύ 15% και 20% και στο Βόρειο Αιγαίο δεν αναμένεται να υπερβεί το 10%.

Κατά το χειμώνα, οπότε καταγράφεται το μεγαλύτερο ύψος υετού στην Ελλάδα, η μεγαλύτερη ποσοστιαία μείωση αναμένεται στα ανατολικά ηπειρωτικά τμήματα, τη Δυτική Πελοπόννησο και το Νότιο Αιγαίο, όπου θα ξεπεράσει το 18%. Σε αντιδιαστολή, στο Βόρειο Αιγαίο η μείωση της βροχόπτωσης θα είναι μικρότερη από 8%, ενώ στις υπόλοιπες περιοχές η μείωσή της θα κυμανθεί μεταξύ 9% και 12%. Η ποσοστιαία μείωση της βροχόπτωσης παίρνει τη μέγιστη τιμή της το καλοκαίρι και στο μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας ξεπερνά το 40%. Ωστόσο σε απόλυτα νούμερα η μείωση του υετού το καλοκαίρι είναι μικρή με εξαίρεση τη Βόρεια Ελλάδα, καθώς και κατά την τρέχουσα χρονική περίοδο το θερινό ύψος βροχής στην Ελλάδα (με εξαίρεση τα βόρεια ηπειρωτικά) είναι μικρό. Κατά την άνοιξη, στο μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας το ύψος του υετού θα μειωθεί σε ποσοστό μεγαλύτερο του 20% ενώ και στις υπόλοιπες περιοχές η μείωση του θα προσεγγίσει το 15%. Τέλος, κατά το φθινόπωρο σημαντική μείωση του υετού, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 18%, αναμένεται στη Δυτική Ελλάδα, τη Δυτική Πελοπόννησο και την Ανατολική Μακεδονία-Θράκη.

Στην περίπτωση του σεναρίου Β2 η μείωση της βροχόπτωσης κατά την περίοδο 2071-2100, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς, θα είναι μικρότερη. Τον χειμώνα και την άνοιξη, αξιοσημείωτη μείωση του υετού, περίπου κατά 10%, προβλέπεται μόνο στη Νότια Ελλάδα. Το φθινόπωρο το ύψος του υετού θα μειωθεί σημαντικά μόνο στη Δυτική Ελλάδα (περίπου κατά 8%) ενώ αντιθέτως στη νησιωτική Ελλάδα η βροχόπτωση προβλέπεται ότι θα αυξηθεί μέχρι και κατά 10%. Τέλος, το καλοκαίρι η βροχόπτωση θα μειωθεί σημαντικά σε όλη την Ελλάδα. Όμως σε απόλυτη κλίμακα, η θερινή μείωση του υετού θα είναι αξιόλογη μόνο στη Βόρεια Ελλάδα.

Εικόνα 1.3.3
Ποσοστιαίες (%) μεταβολές του μέσου ετήσιου ύψους του υετού μεταξύ των περιόδων
(α) 2021-2050 και 1961-1990, (β) 2071-2100 και 1961-1990 (σενάριο Α1Β)



Σχετική Υγρασία

Η μέση ετήσια τιμή της σχετικής υγρασίας στα 2 μέτρα από την επιφάνεια αναμένεται ότι θα μειωθεί στην Ελλάδα και για τα τρία σενάρια εκπομπών. Η μείωση της σχετικής υγρασίας συνδέεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της τάσης κορεσμού. Στην περίπτωση που δεν είναι δυνατό να αυξηθεί το περιεχόμενο της ατμόσφαιρας σε υδρατμούς, κάτι το οποίο συμβαίνει στις ηπειρωτικές περιοχές ιδιαίτερα το καλοκαίρι, η μέση τιμή της σχετικής υγρασίας μειώνεται. Από τις προσομοιώσεις προκύπτει ότι και για τα τρία σενάρια εκπομπών οι μεταβολές της σχετικής υγρασίας είναι πολύ ηπιότερες στις νησιωτικές σε σχέση με τις ηπειρωτικές κλιματικές περιοχές. Επίσης είναι κατά πολύ ηπιότερες στο εγγύς μέλλον σε σύγκριση με το τέλος του αιώνα.

Η μεγαλύτερη ποσοστιαία μείωση της σχετικής υγρασίας, στην περίπτωση του σεναρίου Α1Β, προβλέπεται κατά το καλοκαίρι. Πιο συγκεκριμένα, η μέση θερινή τιμή της σχετικής υγρασίας, κατά την περίοδο 2091-2100, προβλέπεται ότι θα μειωθεί κατά 12% στα δυτικά και βόρεια ηπειρωτικά τμήματα της Ελλάδας, κατά 6% έως 8% στα υπόλοιπα ηπειρωτικά, και κατά 3% έως 5% στις νησιωτικές περιοχές. Το χειμώνα αντίθετα η σχετική υγρασία εκτιμάται ότι δε θα μεταβληθεί σημαντικά στην ευρύτερη περιοχή της Ελλάδας. Κατά την άνοιξη, η μέση τιμή της σχετικής υγρασίας προβλέπεται ότι θα ελαττωθεί κατά 6% στις ηπειρωτικές περιοχές, κατά 4% στα νησιά του Βορείου του Ανατολικού Αιγαίου και την Κρήτη, και σε ποσοστό μικρότερο του 2% στις υπόλοιπες νησιωτικές περιοχές. Τέλος, το φθινόπωρο η σχετική υγρασία θα παρουσιάσει μικρή μείωση στα δυτικά και βόρεια ηπειρωτικά, ενώ στις υπόλοιπες περιοχές δε θα μεταβληθεί σημαντικά.

Βάσει του πλέον δυσμενούς υπό μελέτη σεναρίου εκπομπών Α2, η σχετική υγρασία θα μειωθεί την περίοδο 2091-2100 κατά 4,5%, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1961-1990, στην Ελλάδα ως σύνολο. Η ποσοστιαία μείωση της μέσης ετήσιας τιμής της σχετικής υγρασίας στα δυτικά και βόρεια ηπειρωτικά τμήματα της Ελλάδας θα προσεγγίσει το 10%, στα υπόλοιπα ηπειρωτικά θα κυμανθεί μεταξύ 6% και 8%, ενώ στα νησιά θα είναι μικρότερη και δε θα ξεπεράσει το 4%.

Στην περίπτωση του σεναρίου Β2 οι μεταβολές της σχετικής υγρασίας σε εποχική και ετήσια βάση θα είναι μικρές, με μοναδική εξαίρεση τη θερινή περίοδο, κατά την οποία προβλέπεται σημαντική μείωση της στην ηπειρωτική Ελλάδα (έως και 10%).

Κλάσμα νεφοκάλυψης - Εισερχόμενη μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία

Οι κλιματικές προσομοιώσεις, με βάση και τα 3 υπό μελέτη σενάρια εκπομπών, υποδεικνύουν τη μείωση της νεφοκάλυψης στην Ελλάδα για τις προσεχείς δεκαετίες, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1961-1990. Η μείωση της νεφοκάλυψης προβλέπεται ότι θα είναι εντονότερη στην περίπτωση του σεναρίου Α2 και ηπιότερη στην περίπτωση του σεναρίου Β2.

Η ποσοστιαία μείωση της μέσης ετήσιας νεφοκάλυψης μεταξύ της δεκαετίας 2091-2100 και της περιόδου αναφοράς για την επικράτεια εκτιμάται ότι θα είναι ίση με 16% και 8% για τα σενάρια Α2 και Β2, αντίστοιχα. Σημειώνεται ότι η χωρική κατανομή της μεταβολής του μέσου ετήσιου κλάσματος νεφοκάλυψης προβλέπεται ότι θα είναι ομοιόμορφη και για τα δύο σενάρια εκπομπών. Η νεφοκάλυψη αναμένεται ότι θα ελαττωθεί στο μέλλον και στην περίπτωση του σεναρίου εκπομπών Α1Β. Γενικά, η ποσοστιαία μείωση του μέσου κλάσματος νεφοκάλυψης στις διάφορες κλιματικές περιοχές παίρνει τιμές μεταξύ των τιμών που προβλέπονται για τα σενάρια Α2 και Β2 και για την περίοδο 2071-2100 αναμένεται μέση μείωση 13% σε επίπεδο επικράτειας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπό μελέτη προσομοιώσεων, η εισερχόμενη μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια θα παρουσιάσει μικρή αύξηση στην Ελλάδα βάσει των σεναρίων εκπομπών Α2, Α1Β και Β2. Σημειώνεται ότι η αύξηση αυτή - έως έναν βαθμό - σχετίζεται με τη εκτιμώμενη μείωση της νεφοκάλυψης.

Στην περίπτωση του σεναρίου εκπομπών Α2, η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, κατά τη διάρκεια του έτους για την επικράτεια, προβλέπεται ότι την περίοδο 2091-2100 θα αυξηθεί κατά 4,5 W m⁻², σε σχέση με την περίοδο ελέγχου. Στη Βόρεια Ελλάδα αναμένεται αύξηση μεγαλύτερη των 6 W m⁻², ενώ αντίθετα στις νότιες νησιωτικές περιοχές η αύξηση δε θα ξεπεράσει τα 3 Wm⁻². Επίσης, η αύξηση γενικά θα είναι μεγαλύτερη στη Δυτική σε σύγκριση με την Ανατολική Ελλάδα.

Για την περίπτωση του σεναρίου εκπομπών Α1Β, η μέση ετήσια τιμή της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια, για την Ελλάδα ως σύνολο, προβλέπεται ότι την περίοδο 2091-2100 θα αυξηθεί κατά 2,4 W m⁻². Η αύξηση θα κυμανθεί στις περιοχές της Ελλάδας μεταξύ 2 W m⁻² και 4,5 W m⁻², με τις μεγαλύτερες τιμές να αντιστοιχούν στη Δυτική Ελλάδα και τις μικρότερες στις Κυκλάδες, το Ανατολικό Αιγαίο και τα Δωδεκάνησα. Κατά τη χειμερινή περίοδο, η αύξηση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας στο μεγαλύτερο τμήμα της Ελλάδας θα κυμανθεί μεταξύ 3-5 W m⁻², εκτός της Βορείου Ελλάδας, όπου δεν αναμένεται να ξεπεράσει τα 2,5 W m⁻². Το καλοκαίρι η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια δεν αναμένεται να μεταβληθεί σημαντικά για την Ελλάδα ως σύνολο.

Η μεγαλύτερη αύξηση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας, συνολικά για την επικράτεια, προβλέπεται κατά την άνοιξη και θα είναι ίση με 10 W m⁻². Η αύξηση θα είναι εντονότερη στα δυτικά ηπειρωτικά τμήματα, όπου θα ξεπεράσει τα 13 W m⁻², ενώ και στην υπόλοιπη Ελλάδα η αύξηση της ηλιακής ακτινοβολίας θα είναι μεγάλη και θα κυμανθεί μεταξύ 8 W m⁻² και 11 W m⁻². Τέλος, κατά το φθινόπωρο, η εισερχόμενη μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία προβλέπεται ότι θα μειωθεί. Η μείωση θα είναι ομοιόμορφη ανά την Ελλάδα και θα ισούται με 3 W m⁻².

Στην περίπτωση του σεναρίου εκπομπών Β2, η αύξηση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ανά την Ελλάδα είναι μικρότερη σε σχέση με το σενάριο Α2. Ειδικότερα, βάσει των προσομοιώσεων, προκύπτει ότι η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία για την Ελλάδα ως σύνολο, κατά τη διάρκεια του έτους στο τέλος του 21^{ου} αιώνα, θα είναι μεγαλύτερη κατά 2,3 W m⁻², σε σύγκριση με την περίοδο ελέγχου. Και στην περίπτωση του σεναρίου Β2, η μέγιστη αύξηση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας προβλέπεται την άνοιξη και η ελάχιστη το φθινόπωρο. Επίσης, η μέγιστη αύξηση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας προβλέπεται στη Δυτική και τη Βόρεια Ελλάδα και η μικρότερη στις νότιες νησιωτικές περιοχές.

Ταχύτητα ανέμου

Η μέση ετήσια τιμή της ταχύτητας του ανέμου για την Ελλάδα ως σύνολο δεν αναμένεται να μεταβληθεί μεταξύ του μελλοντικού και του παρόντος κλίματος, βάσει και των τριών σεναρίων εκπομπών. Εντούτοις σε συγκεκριμένες περιοχές, προς τα τέλη του 21^{ου} αιώνα, αναμένονται σημαντικές μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου σε εποχική και ετήσια βάση.

Πιο συγκεκριμένα, για την περίπτωση του πιο ακραίου υπό μελέτη σεναρίου Α2, η μέση ετήσια τιμή της ταχύτητας του ανέμου προβλέπεται ότι θα αυξηθεί στην ανατολική Ελλάδα με εξαίρεση τα Δωδεκάνησα όπου θα μείνει αμετάβλητη, ενώ θα μειωθεί στα δυτικά. Στην περίπτωση του ηπιότερου σεναρίου Β2 προβλέπεται ότι οι μεταβολές των μέσων εποχικών και της μέσης ετήσιας ταχύτητας του ανέμου, στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας, θα έχουν το ίδιο πρόσημο με την περίπτωση του σεναρίου Α2, αλλά μικρότερη απόλυτη τιμή. Εξαίρεση αποτελεί η περιοχή του Αιγαίου το καλοκαίρι, όπου οι μεταβολές της έντασης των ετησίων ανέμων προβλέπονται παρόμοιες και για τα δύο σενάρια.

Παρόμοια συμπεράσματα προκύπτουν και στην περίπτωση του ενδιάμεσου σεναρίου Α1Β. Σε εποχική βάση, η ταχύτητα του ανέμου για την Ελλάδα ως σύνολο θα αυξηθεί το καλοκαίρι, εξαιτίας της ενίσχυσης των ετησίων ανέμων στο Αιγαίο, περίπου κατά 4%. Τονίζεται ότι, ενώ τα μοντέλα του PRUDENCE (σενάρια Α2 και Β2) προβλέπουν ότι η μέγιστη ενίσχυση των ετησίων θα παρατηρηθεί στο Κεντρικό Αιγαίο, τα μοντέλα του ENSEMBLE (σενάριο Α1Β) προβλέπουν ότι η μέγιστη θερινή ενίσχυση του ανέμου, σε ποσοστό άνω του 10%, αναμένεται στο Βόρειο Αιγαίο. Αντίθετα, κατά τον χειμώνα, προβλέπεται ελάττωση της έντασης του ανέμου σε όλες της περιοχές της Ελλάδας, η οποία θα είναι σημαντικότερη στο Ιόνιο και τη Δυτική Ελλάδα (5%) και ασθενέστερη στην ανατολική ηπειρωτική Ελλάδα και τα νησιά του Αιγαίου (3%). Κατά τις ενδιάμεσες εποχές, οι μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου είναι αντίστοιχες αυτών που εκτιμώνται για τα σενάρια Α2 και Β2. Αξίζει να σημειωθεί ότι η τάση της έντασης των ετησίων ανέμων, κατά την περίοδο 2071-2100, είναι στην περίπτωση και των τριών σεναρίων εκπομπών ανοδική.

Πίνακας 1.3.1
Μέσες τιμές (και τυπική απόκλιση 12 RCMs) της σχετικής υγρασίας στα 2m από την επιφάνεια (RH, %), για τις τριακονταετίες 1961-1990, 2021-2050 και 2071-2100, κατά το σενάριο A1B

	Περίοδος	RH (%)	Μεταβολή(%)
Δυτική - Κεντρική Μακεδονία	1961-1990	67,01±7,21	
	2021-2050	65,27±7,06	-2,6±1,0
	2071-2100	63,53±6,59	-5,1±2,3
Ανατολική Μακεδονία - Θράκη	1961-1990	68,57±6,25	
	2021-2050	66,93±6,24	-2,4±0,7
	2071-2100	65,25±5,80	-4,8±1,8
Βόρειο Αιγαίο	1961-1990	74,20±3,85	
	2021-2050	73,26±3,86	-1,3±0,8
	2071-2100	72,52±3,88	-2,3±1,8
Κυκλάδες	1961-1990	73,93±3,08	
	2021-2050	73,64±2,96	-0,4±0,6
	2071-2100	73,48±2,66	-0,6±0,8
Ανατολικό Αιγαίο	1961-1990	71,75±3,82	
	2021-2050	71,01±3,91	-1,0±0,4
	2071-2100	70,14±3,68	-2,2±1,1
Δωδεκάνησα	1961-1990	72,75±2,79	
	2021-2050	72,50±2,75	-0,3±0,4
	2071-2100	72,32±2,41	-0,6±1,0
Κρήτη	1961-1990	71,56±3,69	
	2021-2050	70,79±3,68	-1,1±0,5
	2071-2100	69,95±3,85	-2,3±1,5
Κεντρική - Ανατολική Ελλάδα	1961-1990	66,68±5,93	
	2021-2050	65,43±5,85	-1,9±0,9
	2071-2100	64,06±5,54	-3,9±2,3
Αττική	1961-1990	66,51±4,32	
	2021-2050	65,28±4,26	-1,9±1,0
	2071-2100	63,98±4,04	-3,8±2,5
Ανατολική Πελοπόννησος	1961-1990	67,50±5,48	
	2021-2050	66,50±5,59	-1,5±0,8
	2071-2100	65,31±5,45	-3,3±1,9
Δυτική Ελλάδα	1961-1990	71,38±6,17	
	2021-2050	69,92±6,23	-2,1±0,7
	2071-2100	67,96±6,18	-4,8±1,4
Ιόνιο	1961-1990	73,16±3,56	
	2021-2050	72,84±3,72	-0,5±0,6
	2071-2100	72,47±3,72	-1,0±1,0
Δυτική Πελοπόννησος	1961-1990	70,55±5,2	
	2021-2050	69,25±5,27	-1,9±0,5
	2071-2100	67,45±5,26	-4,4±1,4
Επικράτεια	1961-1990	71,40±3,71	
	2021-2050	70,61±3,70	-1,1±0,4
	2071-2100	69,78±3,42	-2,3±1,0

Πίνακας 1.3.2
Μέσες τιμές (και τυπική απόκλιση 12 RCMs) του κλάσματος νεφοκάλυψης (%) και εισερχόμενης ολικής μικρού μήκους κύματος ακτινοβολίας στην επιφάνεια (W m⁻²), για τις τριακονταετίες 1961-1990, 2021-2050 και 2071-2100, κατά το σενάριο A1B

	Περίοδος	Νεφοκάλυψη	(%)	Εισερχόμενη Ακτινοβολία	(%)
Δυτική - Κεντρική Μακεδονία	1961-1990	41,4±8,3		180,7±17,3	
	2021-2050	39,2±8,0	-5,3±1,3	182,5±16,8	1,0±0,8
	2071-2100	36,7±7,8	-11,4±3,0	184,3±15,3	2,1±1,6
Ανατολική Μακεδονία - Θράκη	1961-1990	41,7±7,5		178,6±16,9	
	2021-2050	39,4±7,3	-5,4±1,3	180,3±16,4	1,0±0,8
	2071-2100	36,9±7,1	-11,6±3,0	182,2±15,1	2,1±1,6
Βόρειο Αιγαίο	1961-1990	39,2±5,9		186,5±18,6	
	2021-2050	37,0±5,7	-5,5±1,7	187,3±18,4	0,5±0,7
	2071-2100	34,7±5,7	-11,7±3,1	188,2±18,5	1,0±1,1
Κυκλάδες	1961-1990	36,5±6,3		196,0±20,8	
	2021-2050	34,2±6,4	-6,4±2,0	197,0±20,9	0,5±0,5
	2071-2100	31,8±6,4	-13,2±3,8	198,1±21,5	1,1±0,9
Ανατολικό Αιγαίο	1961-1990	35,6±5,5		194,3±19,2	
	2021-2050	33,3±5,4	-6,5±1,5	195,3±19,3	0,6±0,6
	2071-2100	30,8±5,3	-13,7±3,7	196,7±19,3	1,2±0,9
Δωδεκάνησα	1961-1990	34,6±7,4		201,0±22,0	
	2021-2050	32,2±7,4	-7,2±2,0	202,1±22,0	0,5±0,4
	2071-2100	29,7±7,5	-14,7±5,0	203,4±22,8	1,2±0,8
Κρήτη	1961-1990	36,6±5,9		200,6±19,0	
	2021-2050	34,1±5,5	-6,8±1,6	202,2±19,0	0,8±0,6
	2071-2100	31,4±5,2	-14,2±3,2	203,9±19,1	1,7±1,2
Κεντρική - Ανατολική Ελλάδα	1961-1990	37,9±7,5		188,3±17,7	
	2021-2050	35,8±7,1	-5,6±1,5	189,7±17,3	0,8±0,8
	2071-2100	33,5±6,8	-11,6±3,1	191,2±16,0	1,6±1,4
Αττική	1961-1990	36,9±7,0		192,4±17,3	
	2021-2050	34,7±6,6	-6,0±1,8	193,7±17,0	0,7±0,8
	2071-2100	32,5±6,3	-12,0±3,4	195,2±16,6	1,5±1,5
Ανατολική Πελοπόννησος	1961-1990	35,3±6,7		195,3±18,5	
	2021-2050	33,1±6,3	-6,2±1,9	196,7±18,3	0,8±0,7
	2071-2100	30,9±6,1	-12,6±3,7	198,4±17,5	1,6±1,2
Δυτική Ελλάδα	1961-1990	44,9±7,9		179,1±18,7	
	2021-2050	42,4±7,6	-5,7±1,6	181,6±18,3	1,4±0,9
	2071-2100	39,4±7,6	-12,4±2,9	184,1±16,8	2,9±1,4
Ιόνιο	1961-1990	40,6±6,0		186,9±19,7	
	2021-2050	38,3±6,0	-5,8±1,8	188,3±19,6	0,7±0,5
	2071-2100	35,5±5,9	-12,9±2,9	189,6±19,5	1,5±1,0
Δυτική Πελοπόννησος	1961-1990	40,8±7,0		189,9±19,3	
	2021-2050	38,3±6,7	-6,2±1,9	192,2±19,0	1,2±0,7
	2071-2100	35,4±6,6	-13,6±3,1	194,5±18,0	2,5±1,2
Επικράτεια	1961-1990	38,0±5,8		191,1±18,8	
	2021-2050	35,8±5,7	-6±1,4	192,4±18,8	0,7±0,5
	2071-2100	33,3±5,6	-12,7±3,1	193,8±18,7	1,5±1,0

Πίνακας 1.3.3
Μέσες τιμές (και τυπική απόκλιση 12 RCMs) της ταχύτητας ανέμου (m sec⁻¹), για τις τριακονταετίες 1961-1990, 2021-2050 και 2071-2100, κατά το σενάριο A1B

	Περίοδος	Ταχύτητα Ανέμου	(%)
Δυτική - Κεντρική Μακεδονία	1961-1990	2,90±0,83	
	2021-2050	2,88±0,81	-0,4±1,2
	2071-2100	2,82±0,77	-2,1±2,7
Ανατολική Μακεδονία - Θράκη	1961-1990	3,54±0,86	
	2021-2050	3,56±0,86	0,5±0,9
	2071-2100	3,57±0,82	0,9±2,0
Βόρειο Αιγαίο	1961-1990	6,21±0,96	
	2021-2050	6,26±0,95	0,8±1,4
	2071-2100	6,38±0,96	2,9±2,9
Κυκλάδες	1961-1990	6,51±1,24	
	2021-2050	6,51±1,24	0,1±0,9
	2071-2100	6,64±1,28	2,0±1,8
Ανατολικό Αιγαίο	1961-1990	5,74±1,13	
	2021-2050	5,75±1,11	0,3±1,1
	2071-2100	5,87±1,13	2,4±2,0
Δωδεκάνησα	1961-1990	6,08±0,69	
	2021-2050	6,03±0,65	-0,8±1,8
	2071-2100	6,01±0,62	-1,1±2,9
Κρήτη	1961-1990	4,61±1,25	
	2021-2050	4,59±1,24	-0,3±0,9
	2071-2100	4,64±1,23	0,9±1,7
Κεντρική - Ανατολική Ελλάδα	1961-1990	3,47±1,08	
	2021-2050	3,47±1,07	0,1±0,8
	2071-2100	3,46±1,04	0,2±1,8
Αττική	1961-1990	3,73±1,15	
	2021-2050	3,75±1,14	0,5±0,8
	2071-2100	3,80±1,14	2,2±1,9
Ανατολική Πελοπόννησος	1961-1990	4,16±1,27	
	2021-2050	4,15±1,27	-0,1±0,9
	2071-2100	4,18±1,27	0,6±2,2
Δυτική Ελλάδα	1961-1990	3,09±1,11	
	2021-2050	3,06±1,10	-1,1±1,3
	2071-2100	3,01±1,07	-2,5±1,7
Ιόνιο	1961-1990	4,95±0,86	
	2021-2050	4,88±0,84	-1,3±1,1
	2071-2100	4,78±0,80	-3,4±1,4
Δυτική Πελοπόννησος	1961-1990	3,60±1,09	
	2021-2050	3,57±1,08	-0,8±1,1
	2071-2100	3,53±1,06	-2,0±1,6
Επικράτεια	1961-1990	5,02±0,87	
	2021-2050	5,00±0,86	-0,3±0,9
	2071-2100	5,01±0,84	0,1±1,4

3.2. Θαλάσσιο περιβάλλον

Θερμοκρασία επιφάνειας της θάλασσας

Η θερμοκρασία της θάλασσας αποτελεί κρίσιμη φυσική παράμετρο με σημαντικές προεκτάσεις, τόσο στη ρύθμιση του κλίματος, όσο και στο μεταβολισμό και την κατανομή των διαφόρων ειδών. Ωστόσο, η αξιόπιστη παρακολούθηση των διαχρονικών μεταβολών της παρουσιάζει δυσκολίες.

Κατά τη μελέτη για τις πιθανές επιπτώσεις των κλιματικών μεταβολών στην αλιεία και τις υδατοκαλλιέργειες στην Ελλάδα (Παπουτσόγλου, 2011), στο πλαίσιο της επιτροπής μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής, πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση αναφορών για τα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των ελληνικών θαλάσσιων περιοχών. Εξετάσθηκαν παράκτιες και μη περιοχές του Βορείου-Βορειοανατολικού Αιγαίου (κόλπος Καβάλας, Θερμαϊκός κόλπος), του κεντρικού Αιγαίου (Παγασπητικός, Ευβοϊκός και Σαρωνικός κόλπος), του Νοτίου Αιγαίου (Κρητικό πέλαγος) και του Ιονίου πελάγους. Οι αναφορές αυτές καλύπτουν 1-2 ετήσιες μετρήσεις της δεκαετίας του 1980, του 1990, καθώς και της δεκαετίας του 2000 μέχρι το 2006. Οι τιμές της θερμοκρασίας σε αρκετές περιπτώσεις έχουν καταγραφεί με σχετικά μεγάλο εύρος μεταξύ ελαχίστων και μεγίστων (π.χ. 2-21°C, 15-25°C, 15-22°C) ενώ σε άλλες όχι (π.χ. 18-20°C, 18-22°C και 16-18°C).

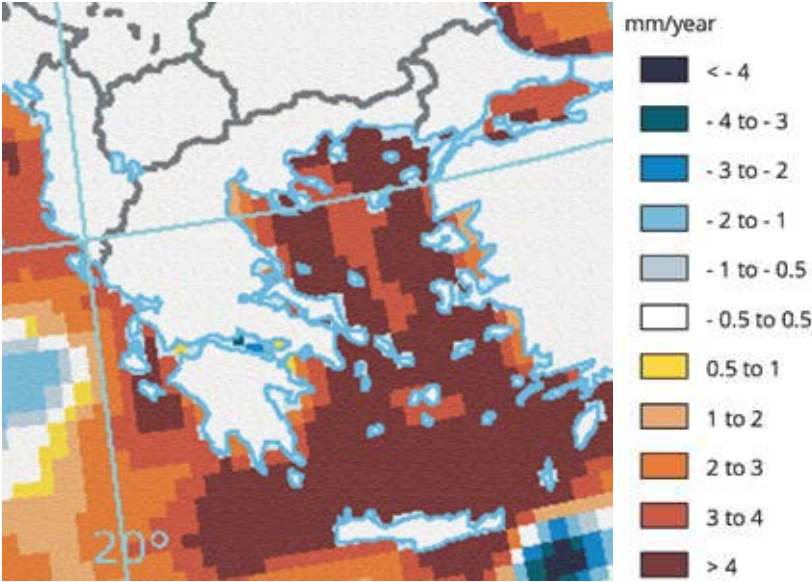
Λαμβάνοντας υπόψη ότι η προσαρμογή της θερμοκρασίας των επιφανειακών στρωμάτων των θαλασσών στη θερμοκρασία της υπερκείμενης ατμόσφαιρας ολοκληρώνεται σε περίπου 30 ημέρες, εκτιμάται ότι στο Αιγαίο έχει διαπιστωθεί αύξηση της θερμοκρασίας, από το 1985 έως το 2005, κατά μέσο όρο περίπου 1,5 °C.

Θεωρείται πολύ πιθανό ότι η αύξηση της θερμοκρασίας - η οποία εκτιμάται ότι έχει συντελεστεί σε όλες τις θάλασσες της Ευρώπης από το 1870 και έπειτα - θα εξακολουθήσει σε παγκόσμιο επίπεδο και στα επόμενα χρόνια, αν και με βραδύτερους ρυθμούς σε σχέση με τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας (Kirtman et al., 2013).

Μέση στάθμη θάλασσας

Η μέση στάθμη της θάλασσας έχει ανέλθει σε παγκόσμιο επίπεδο και κατά μήκος των περισσότερων ακτών στην Ευρώπη.

Εικόνα 1.3.4
Τάση μεταβολής (mm ανά έτος) επιπέδου της θαλάσσιας στάθμης, για την περίοδο 1992-2014, όπως καταγράφεται από δορυφορικές μετρήσεις (ΕΕΑ, 2016)



Το παγκόσμιο μέσο επίπεδο κατά το 2015 ήταν το υψηλότερο μεταξύ των ετών για τα οποία υπάρχουν καταγεγραμμένα στοιχεία. Η συνολική άνοδος για το διάστημα 1901-2015 ανέρχεται σε 19,5 cm (1,7 mm ανά έτος, αλλά με σημαντική διακύμανση μεταξύ των δεκαετιών). Οι εκτιμήσεις για τον ρυθμό της ανόδου, για την περίοδο μετά το 1993, οπότε έγινε δυνατή η δορυφορική παρατήρηση του φαινομένου, υποδεικνύουν υψηλότερες τιμές, της τάξης των 2,6-3,2 mm έτος. Αν και παρατηρείται ευρεία χωρική διακύμανση, στις περισσότερες περιοχές της ευρωπαϊκής ακτογραμμής έχει παρατηρηθεί άνοδος της στάθμης. Οι διαδικασίες που σχετίζονται με την πλανητική υπερθέρμανση θεωρούνται ως το βασικό αίτιο για την παρατηρούμενη άνοδο. Η άνοδος, η οποία αναμένεται να συνεχισθεί στο υπόλοιπο του αιώνα, προβλέπεται ότι θα υπερβεί την αντίστοιχη για την περίοδο 1971-2010, σε παγκόσμιο επίπεδο, αλλά και για τις περισσότερες θαλάσσιες περιοχές της Ευρώπης, συμπεριλαμβανόμενης της Μεσογείου (ΕΕΑ, 2016).

Στην Εικόνα 1.3.4 παρουσιάζεται η τάση μεταβολής της στάθμης της θάλασσας, από δορυφορική καταγραφή, για το διάστημα 1992-2010. Οι παρατηρούμενες μεταβολές στην Μεσόγειο, δεν είναι απαραίτητο ότι προέρχονται ως αποτέλεσμα μόνο της κλιματικής αλλαγής, αντιθέτως ενδέχεται να επηρεάζονται και από διάφορες άλλες φυσικές διεργασίες, που σχετίζονται με την ατμοσφαιρική και ωκεάνια κυκλοφορία και άλλους τοπικούς παράγοντες.

Σε τοπικό επίπεδο, η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης αναμένεται να παρουσιάζει σημαντική μεταβλητότητα σε σχέση με την παγκόσμια τάση και οι εκτιμήσεις για τη μελλοντική εξέλιξη εμφανίζουν δυσχέρειες. Στην περίπτωση της Ελλάδας, η επικινδυνότητα που συνδέεται με το φαινόμενο ρυθμίζεται, εκτός από τον ρυθμό και το εύρος της ανόδου της στάθμης, και από τοπικούς παράγοντες, όπως η τεκτονική ανύψωση/καθίζηση, η στερεοπαροχή - ιδιαίτερα σε δελταϊκές περιοχές - και η παράκτια γεωμορφολογία. Εκτιμάται ότι εάν δεν υπάρξει τεκτονική και γεωδυναμική διόρθωση μιας ενδεχόμενης ανόδου της στάθμης της θάλασσας κατά 0,5 m, σε δελταϊκές περιοχές, όπως του Αλφειού και του Αξιού-Αλιάκμονα, το εύρος της υποχώρησης της ακτογραμμής, θα κυμανθεί μεταξύ 30-190 m και 50-2.750 m, αντίστοιχα (Παπανικολάου κ.α., 2011).

4. Επιπτώσεις σχετικές με ακραία φαινόμενα

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής ενδέχεται να είναι πιο σοβαρές εξαιτίας της αλλαγής της συχνότητας εμφάνισης ακραίων καιρικών φαινομένων, παρά εξαιτίας μιας μακροχρόνιας αλλαγής στο “μέσο” κλίμα. Αυτό συμβαίνει διότι μια αλλαγή στη μέση τιμή μπορεί να επιφέρει μια δυσανάλογη και μη - γραμμική επίπτωση σε ακραία γεγονότα, που ξεπερνούν κάποια στατιστικά κατώφλια αναφοράς.

Εξαιτίας της πολυπλοκότητας των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των φυσικών συστημάτων και του κλιματικού συστήματος, οι επιπτώσεις από μία κλιματική αλλαγή δεν είναι εύκολο να εκτιμηθούν και να περιγραφούν πλήρως και άμεσα. Για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούνται ως δείκτες οι παρατηρούμενες μεταβολές σε εμφανή και μετρήσιμα χαρακτηριστικά των φυσικών συστημάτων, τα οποία παρουσιάζουν σημαντική εξάρτηση από την κλιματική αλλαγή και μπορούν να υποδηλώσουν αλλαγές στο σύνολο του συστήματος. Η εκτίμηση πραγματοποιείται με χρήση εξειδικευμένων μοντέλων, τα οποία χρησιμοποιούν δεδομένα για τις κλιματικές μεταβλητές, για το παρόν κλίμα, καθώς και προβολές τους για μελλοντικές περιόδους, ώστε να προβλεφθούν οι μελλοντικές μεταβολές των δεικτών.

Οι εκτιμήσεις που παρουσιάζονται στη συνέχεια για τις ακραίες θερμοκρασίες και τις υδρολογικές μεταβλητές, προέκυψαν από τη χρήση των χωρικά διακριτών δεδομένων που δημιουργήθηκαν στο πλαίσιο του κοινοτικού προγράμματος ENSEMBLES, με τη συμμετοχή του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, και έχει σαν αντικείμενο τη μοντελοποίηση ακραίων κλιματικών φαινομένων και τη μελέτη της αβεβαιότητάς τους. Τα δεδομένα προήλθαν από το κλιματικό μοντέλο RACMO2, με χωρική ανάλυση περίπου 25 χιλιομέτρων περίπου).

Τα δεδομένα καλύπτουν μία χρονική περίοδο 30 ετών για το παρόν κλίμα (1961-1990) και δύο μελλοντικές χρονικές περιόδους (2021-2050 και 2071-2100), για τη μελέτη της κλιματικής αλλαγής σύμφωνα με το σενάριο A1B της IPCC. Το σενάριο A1B, όπως έχει αναφερθεί, είναι μετριοπαθές ως προς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (Alcamo et al. 2007).

Η εξέταση πραγματοποιείται σε καθεμία από τις επιλεγμένες κλιματικές περιοχές, στις οποίες εξετάστηκε η μεταβολή των βασικών κλιματικών μεταβλητών στην προηγούμενη ενότητα, και τα αποτελέσματα απεικονίζονται χαρτογραφικά για τον ελλαδικό χώρο. Υπολογίζονται οι αλλαγές σε σχετικούς κλιματικούς δείκτες μεταξύ της κάθε μελλοντικής περιόδου (2021-2050 και 2071-2100) και της περιόδου αναφοράς (1961-1990). Η πρώτη μελλοντική περίοδος (2021-2050), καλύπτει τις ανάγκες των φορέων διαμόρφωσης πολιτικής, για τον προγραμματισμό τους κατά τα επόμενα χρόνια. Η δεύτερη περίοδος (2071-2100) είναι κατάλληλη να αναδείξει το εύρος των μεταβολών στο τέλος του 21^{ου} αιώνα.

Για τη μεταβολή της έντασης των πλημμυρών παρουσιάζονται τα σχετικά αποτελέσματα της έκθεσης της Τράπεζας της Ελλάδας για τις περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (ΕΜΕΚΑ, 2011). Οι εκτιμήσεις έχουν πραγματοποιηθεί για τα κλιματικά σενάρια A1B, A2 και B2, βάσει των κλιματικών μοντέλων ECHAM4 και HadCM3 (Lehner et al., 2006).

4.1. Ακραίες θερμοκρασίες

Μέγιστη θερμοκρασία

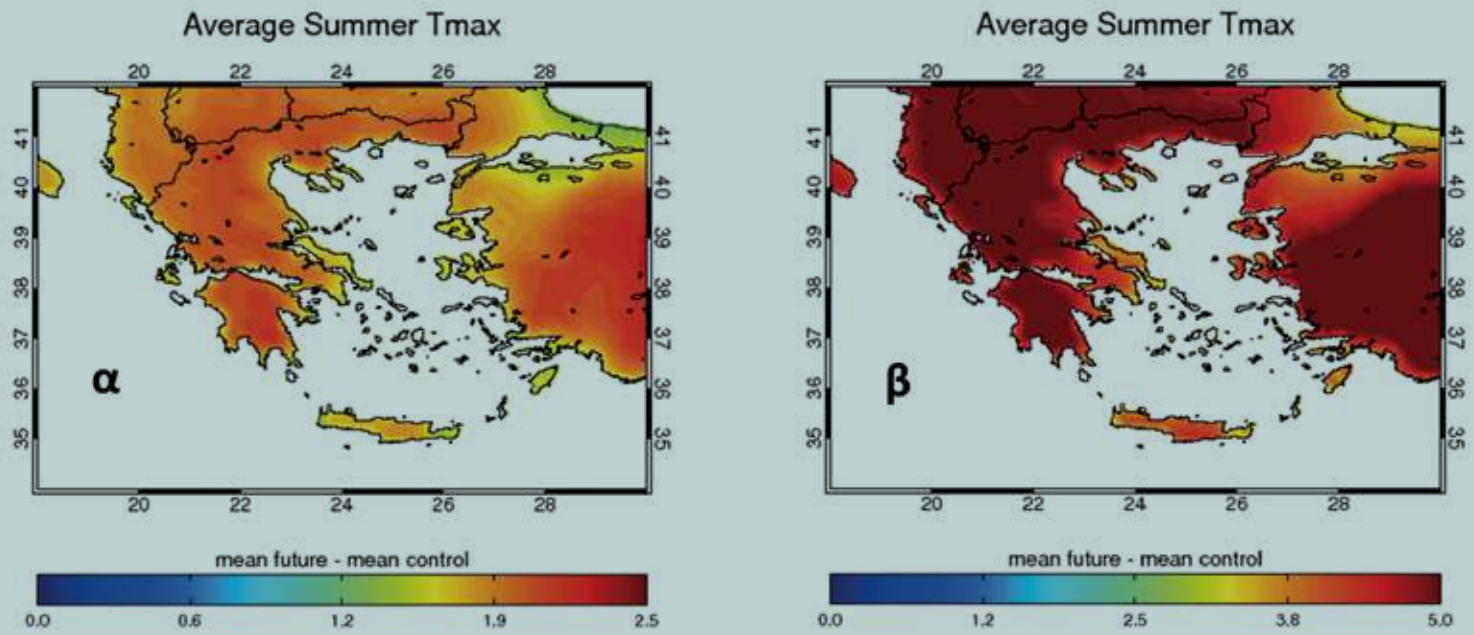
Οι μεταβολές στην μέση **θερινή μέγιστη θερμοκρασία** παρουσιάζονται στην Εικόνα 1.4.1. Για την περίοδο 2021-2050, αναμένεται αύξηση η οποία ξεπερνά τους 1,5 °C, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις φθάνει τους 2,5 °C. Για το 2071-2100 η αντίστοιχη αύξηση φθάνει τους 5 °C. Οι περιοχές που επηρεάζονται περισσότερο είναι οι ηπειρωτικές περιοχές στο εσωτερικό της χώρας, που βρίσκονται μακριά από την επίδραση της θάλασσας. Αντίθετα, περιοχές που επηρεάζονται από τη θαλάσσια αύρα παρουσιάζουν σημαντικά μικρότερες μεταβολές στις αντίστοιχες θερμοκρασίες (Κρήτη, νησιά Αιγαίου).

Στην Εικόνα 1.4.2 αποτυπώνονται οι αλλαγές στον αριθμό των ημερών **καύσωνα**, όταν η θερμοκρασία ξεπερνά τους 35 °C, οι οποίες ασκούν σημαντική επίδραση στη δυσφορία του πληθυσμού, ειδικά στις αστικές περιοχές. Είναι εμφανές ότι σε όλη την ελληνική επικράτεια, ο αριθμός των ημερών, κατά τις οποίες η θερμοκρασία ξεπερνά τους 35 °C, αυξάνεται. Οι μεγαλύτερες αλλαγές αναμένονται στα πεδινά ηπειρωτικά της Στερεάς Ελλάδας, της Θεσσαλίας, της Νότιας Πελοποννήσου και της Κεντρικής Μακεδονίας, όπου φθάνουν μέχρι και 20 το 2021-2050 και μέχρι 40 το 2071-2100 επιπλέον ημέρες καύσωνα σε ετήσια βάση (σε σύγκριση με την περίοδο 1961-1990).

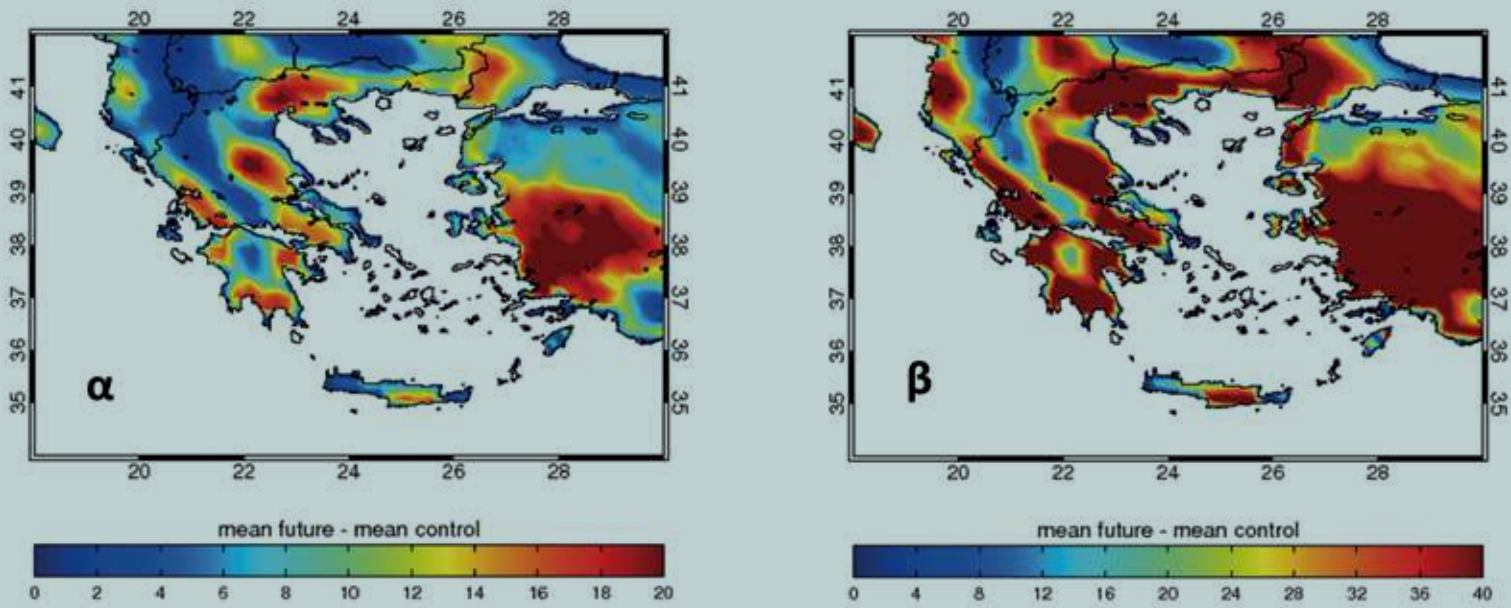
Σχετικά μικρότερες αλλαγές θα παρατηρηθούν στην Κρήτη και την Αττική, με αύξηση στον αριθμό των ημερών καύσωνα που δε θα υπερβαίνει τις 15 επιπλέον μέρες το 2021-2050 και τις 30 επιπλέον ημέρες το 2071-2100. Στα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου, η αύξηση στις αναμενόμενες ημέρες καύσωνα προβλέπεται να είναι μικρότερη, με 10 περισσότερες ημέρες το 2021-2050 και 15 επιπλέον ημέρες το 2071-2100. Η μικρότερη αύξηση κρίνεται φυσιολογική με δεδομένη τη θαλάσσια επίδραση, η οποία παίζει κυρίαρχο ρόλο στο μετριασμό των υψηλών θερμοκρασιών το καλοκαίρι, κυρίως εξαιτίας της ευεργετικής επίδρασης της θαλάσσιας αύρας.

Έχει εκτιμηθεί ότι στα περισσότερα μεγάλα αστικά κέντρα της χώρας, τα "ψυχρά" καλοκαίρια στην περίοδο 2070-2100 θα είναι όσο ζεστά ήταν τα θερμότερα του πρόσφατου παρελθόντος (Lelieveld et al., 2012). Ειδικά για την περίπτωση της Αθήνας, το πιο καυτό καλοκαίρι της περιόδου 1961-1990, αυτό του 1987 (με τον περίφημο καύσωνα του Ιουλίου, που χαρακτηρίστηκε από υψηλή θνησιμότητα), στο τέλος του αιώνα θα θεωρείται αρκετά ψυχρό, σε σχέση με τις αναμενόμενες συνθήκες.

Εικόνα 1.4.1
Μεταβολές στη μέση μέγιστη καλοκαιρινή θερμοκρασία (Average Summer Tmax) μεταξύ (α) 2021-2050 και 1961-1990, (β) 2071-2100 και 1961-1990



Εικόνα 1.4.2
Μεταβολές στον αριθμό ημερών με μέγιστη θερμοκρασία >35 °C μεταξύ (α) 2021-2050 και 1961-1990, (β) 2071-2100 και 1961-1990



Σημαντική παράμετρος είναι και η αλλαγή στον αριθμό των **θερμών νυχτών** κάθε χρόνο. Ως θερμές (ή τροπικές) νύχτες χαρακτηρίζονται εκείνες κατά τις οποίες η νυχτερινή ελάχιστη θερμοκρασία ξεπερνά τους 20 °C. Η παράμετρος αυτή συνδέεται στενά με την υγεία του πληθυσμού, καθώς μια “θερμή νύχτα” μετά από μια μέρα καύσωνα μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση των επιπέδων δυσφορίας των πολιτών. Η Εικόνα 1.4.3 εμφανίζει τις αλλαγές σε αυτή την παράμετρο για την Ελλάδα.

Οι θερμές νύχτες αναμένεται να αυξηθούν στο σύνολο της επικράτειας, όμως σε αυτήν την περίπτωση, σε αντίθεση με ότι αναμένεται για τις πολύ θερμές ημέρες, οι παράκτιες και νησιωτικές περιοχές είναι αυτές που πλήττονται περισσότερο σε σχέση με περιοχές στον ηπειρωτικό κορμό της χώρας. Η Κρήτη, οι παράκτιες περιοχές της Ανατολικής Ελλάδας και τα νησιά του Αιγαίου υπολογίζεται ότι θα βιώσουν, ανά έτος, 40 επιπλέον ημέρες το 2021-2050 και 80 επιπλέον ημέρες το 2071-2100 με υψηλές νυκτερινές θερμοκρασίες. Ωστόσο, στη Δυτική Ελλάδα και στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη, η αύξηση θα είναι μικρότερη από 30 μέρες το 2021-2050 και από 70 μέρες το 2071-2100. Στη Δυτική Μακεδονία, θα παρατηρηθούν οι μικρότερες αυξήσεις, ως 15 ημέρες το 2021-2050 και ως 30 ημέρες το 2071-2100.

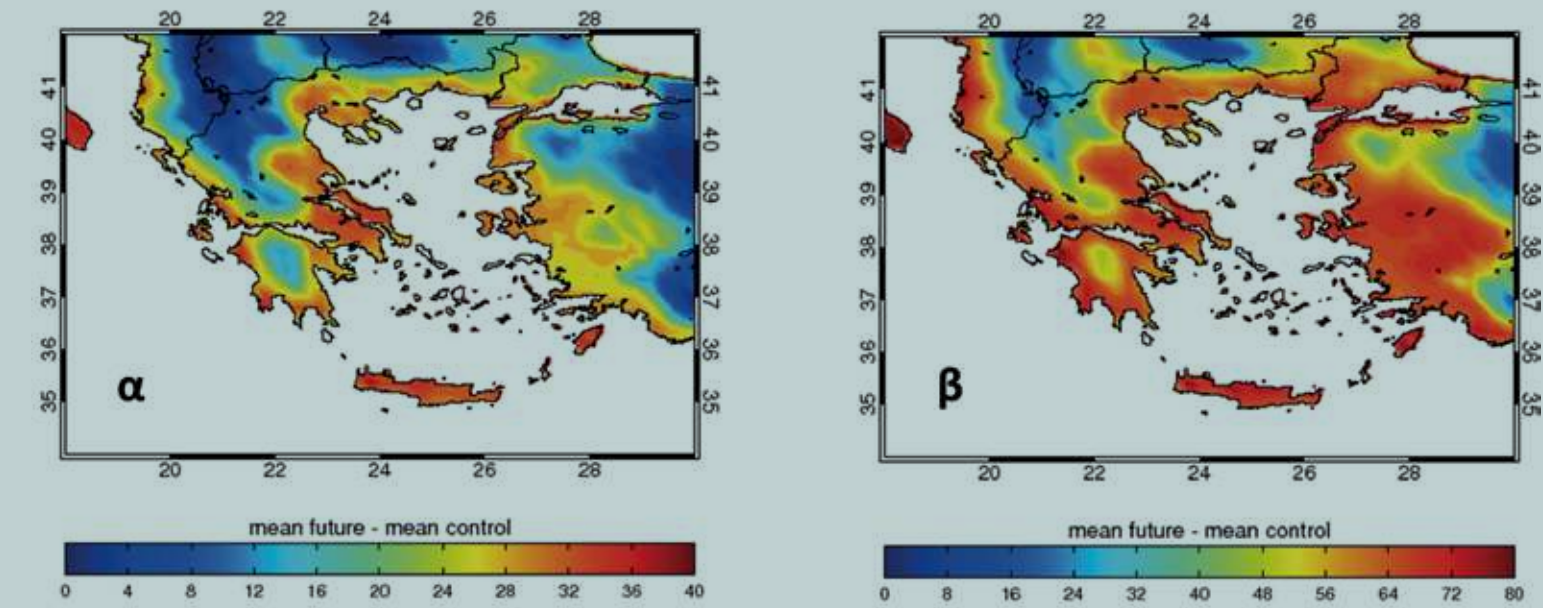
Η αυξημένη θερμοκρασία επιδρά στην άνεση (ή τη **δυσφορία**) που αισθάνεται ο άνθρωπος, σε βαθμό ο οποίος εξαρτάται επιπλέον από την υγρασία του περιβάλλοντος. Για την εκτίμηση της αισθητής θερμότητας κατά την έκθεση σε ζέση και υγρασία χρησιμοποιείται ο δείκτης humidex (Masterton and Richardson 1979). Ο δείκτης εκφράζει τη θερμοκρασία όπως γίνεται αισθητή από τον άνθρωπο και εφαρμόζεται σε θερινές και γενικά θερμές περιόδους. Τιμές του δείκτη που πλησιάζουν και υπερβαίνουν τους 40 °C σχετίζονται με έντονη αίσθηση δυσφορίας και υποδεικνύουν την ανάγκη να αποφεύγεται η κόπωση.

Η Εικόνα 1.4.4 παρουσιάζει τις μεταβολές στη διάρκεια της περιόδου του έτους όπου ο δείκτης humidex ξεπερνά τους 38 °C. Επισημαίνεται ότι, αντίθετα με την περίπτωση των καυσώνων, όπου τα ηπειρωτικά διαμερίσματα έχουν τις μεγαλύτερες αλλαγές, εδώ είναι τα παράκτια και νησιωτικά συμπλέγματα της χώρας αυτά που επηρεάζονται περισσότερο.

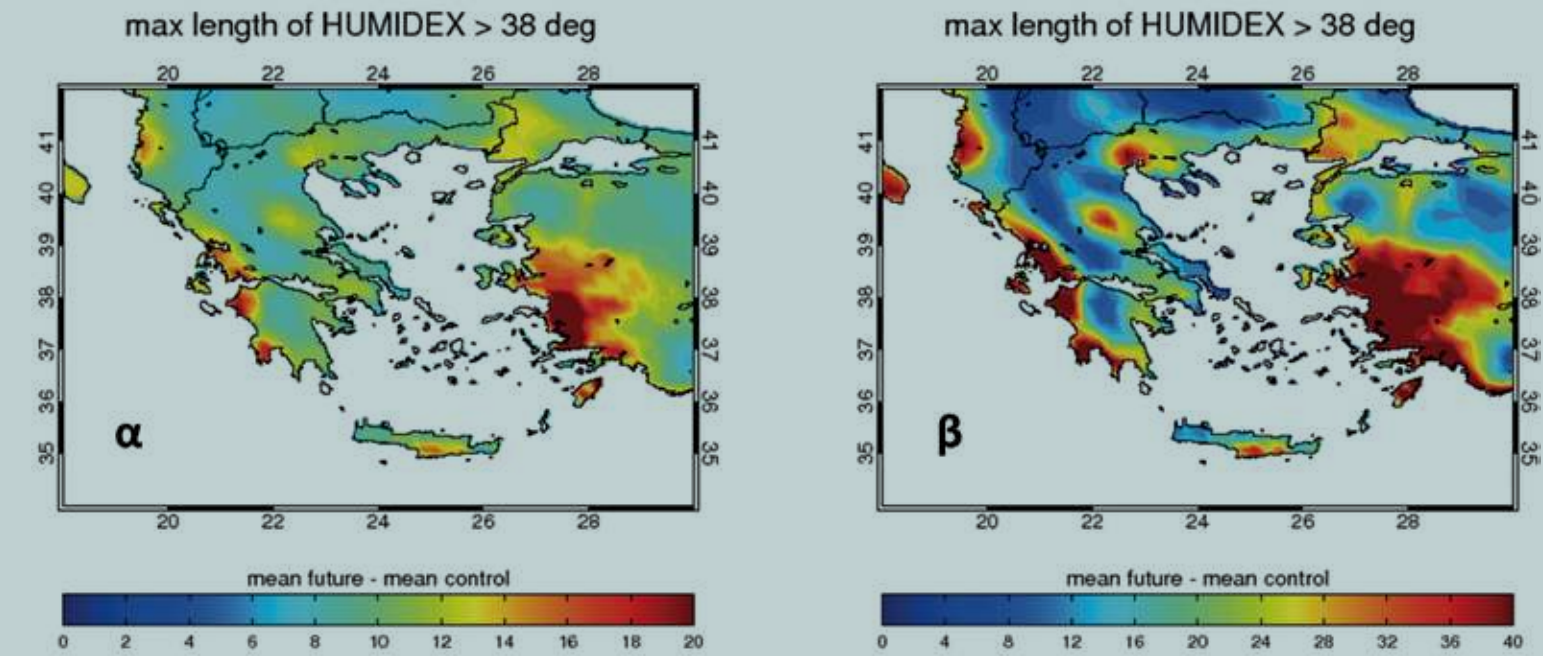
Ειδικά στα παράκτια του Ιονίου και στα Δωδεκάνησα θα αυξηθεί η διάρκεια της περιόδου με humidex >38 °C κατά 20 ημέρες το 2021-2050 και κατά 40 ημέρες το 2071-2100. Αυτό θα έχει αντίκτυπο στη δυσφορία και κατ’ επέκταση στην υγεία του πληθυσμού. Αυξήσεις της τάξης των 15 ημερών για την περίοδο 2021-2050 και 25 ημερών για την περίοδο 2071-2100 θα έχουν τα πεδινά ηπειρωτικά και η Κρήτη, ενώ οι ορεινές περιοχές φαίνεται ότι δε θα έχουν σημαντικές μεταβολές σε αυτή την παράμετρο και θα διατηρήσουν το δροσερό καλοκαιρινό κλίμα τους.

Η άνοδος των θερινών μεγίστων θερμοκρασιών και η παρατήρηση ακραία υψηλών τιμών αναμένεται να έχει σημαντικές πρόσθετες συνέπειες, όπως οι αυξημένες ενεργειακές ανάγκες για ψύξη, αλλά και ο αυξημένος δευτερογενής σχηματισμός φωτοχημικών ρύπων στην ατμόσφαιρα (Lelieveld et al., 2014).

Εικόνα 1.4.3
Μεταβολές στον αριθμό ημερών με ελάχιστη θερμοκρασία >20 °C μεταξύ (α) 2021-2050 και 1961-1990 (β) 2071-2100 και 1961-1990



Εικόνα 1.4.4
Μεταβολές στον αριθμό ημερών με έντονη δυσφορία μεταξύ (α) 2021-2050 και 1961-1990 και (β) 2071-2100 και 1961-1990



Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τις μεταβολές των δεικτών που σχετίζονται με την αύξηση της θερμοκρασίας, κατά τη θερμή περίοδο του έτους.

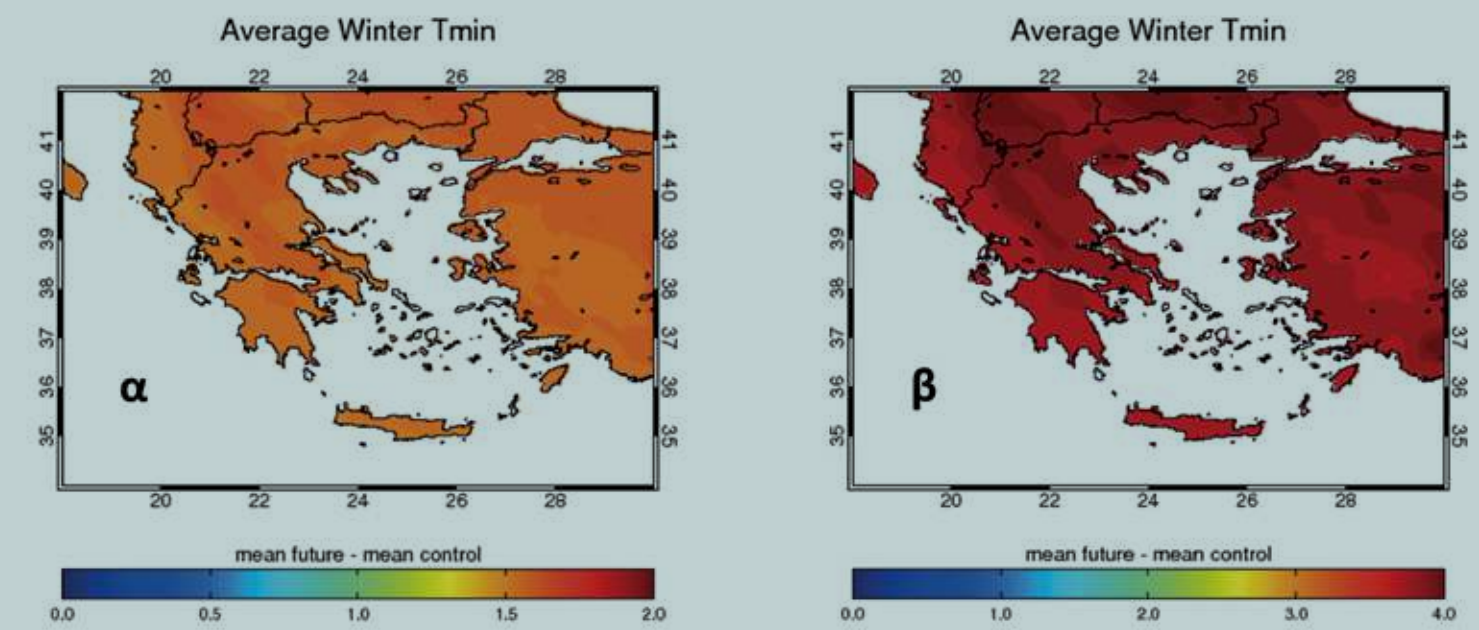
Πίνακας 1.4.1
Αυξητικές μεταβολές στους δείκτες σχετικά με την αύξηση της θερινής θερμοκρασίας για τις 13 κλιματικές περιοχές της Ελλάδας. Η πρώτη τιμή σε κάθε κελί του πίνακα αντιστοιχεί στην περίοδο 2021-2050 και η δεύτερη τιμή στην περίοδο 2071-2100

	Μέγιστη θερινή θερμοκρασία (°C)		Tmax > 35°C (ημέρες)		Tmin > 20°C (ημέρες)		Έντονη δυσφορία (ημέρες)	
Δυτική Ελλάδα	2	4	20	40	20	50	20	40
Κεντρική και Ανατολική Ελλάδα	2	4,5	20	40	35	65	15	30
Αττική	1,7	4	15	35	40	70	15	25
Δυτική και Κεντρική Μακεδονία	2	4	20	40	15	20	5	10
Ανατολική Μακεδονία - Θράκη	2	4	15	40	20	50	10	20
Δυτική Πελοπόννησος	2	4	20	40	25	60	20	40
Ανατολική Πελοπόννησος	2,5	4,5	20	40	25	60	10	25
Κρήτη	1,5	3,5	15	35	40	70	15	30
Δωδεκάνησα	1,5	3,5	10	15	40	70	20	40
Κυκλάδες	1,5	3,5	10	15	30	60	10	20
Ανατολικό Αιγαίο	1,5	3,5	10	15	30	60	10	25
Βόρειο Αιγαίο	1,5	3,5	10	15	25	50	10	20
Ιόνιο	1,5	3,5	10	15	25	50	20	40

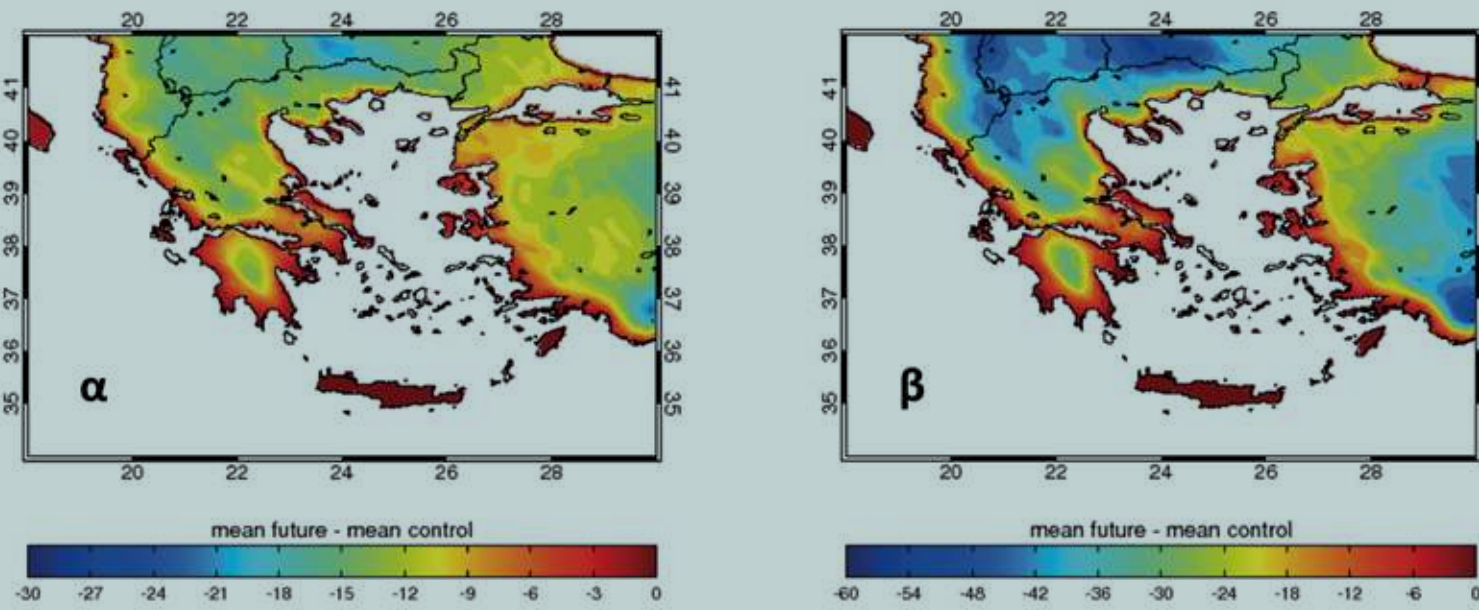
Ελάχιστη θερμοκρασία

Στην Εικόνα 1.4.5 απεικονίζονται οι αλλαγές στη μέση **ελάχιστη χειμερινή θερμοκρασία**. Οι μέσες ελάχιστες χειμερινές θερμοκρασίες αυξάνονται λιγότερο σε σχέση με τις μέσες μέγιστες θερινές. Όλες οι περιοχές της Ελλάδας αναμένεται να έχουν, κατά περίπου 1,5 °C το 2021-2050 και κατά 3,5 °C το 2071-2100, θερμότερες ελάχιστες θερμοκρασίες τον χειμώνα. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σε αντιστοιχία με ευρήματα σε μεγάλη κλίμακα, σύμφωνα με τα οποία, κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει παρατηρηθεί σημαντική τάση αύξησης των ελαχίστων θερμοκρασιών. Αυτή η άνοδος της θερμοκρασίας θα είναι μεγαλύτερη στις πιο ορεινές περιοχές, κυρίως στις οροσειρές της Πίνδου και της νότιας Ελλάδας. Εκεί η αύξηση θα φτάσει τους 2 °C το 2021-2050 και τους 4 °C το 2071-2100. Η άνοδος αυτής της παραμέτρου μπορεί να επηρεάσει τα δάση που είναι συνηθισμένα σε ψυχρότερες συνθήκες. Αν οι συνθήκες γίνουν απαγορευτικές για ορισμένες κατηγορίες δασών (π.χ. δάση ελάτης), ενδέχεται αυτά να αρχίσουν να αναπτύσσονται σε μεγαλύτερα υψόμετρα. Αντίθετα, μια θετική πτυχή της ανόδου της ελάχιστης θερμοκρασίας θα αποτελέσει η μειωμένη ενεργειακή απαίτηση για θέρμανση κατά τη χειμερινή περίοδο.

Εικόνα 1.4.5
Μεταβολές στη μέση ελάχιστη χειμερινή θερμοκρασία (Average Winter Tmin) μεταξύ (α) 2021-2050 και 1961-1990, (β) 2071-2100 και 1961-1990



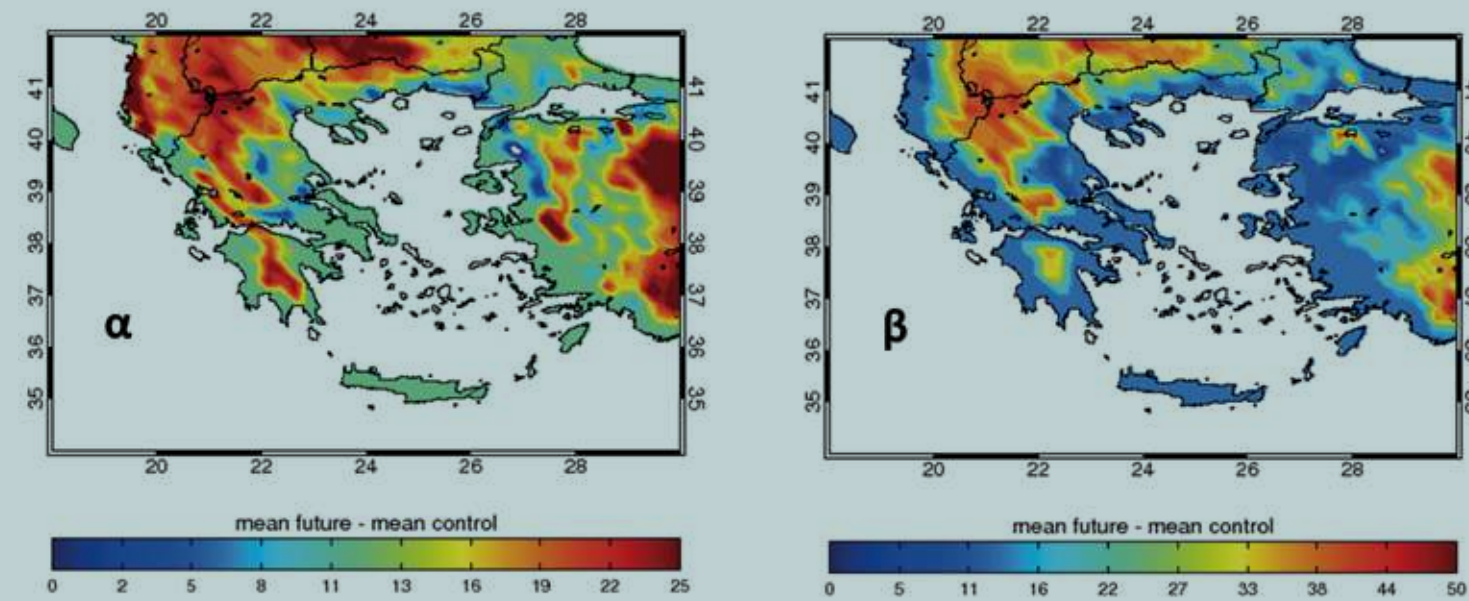
Εικόνα 1.4.6
Μεταβολές στον αριθμό των νυχτερινών παγετών μεταξύ (α) 2021-2050 και 1961-1990 και (β) 2071-2100 και 1961-1990



Σαν αποτέλεσμα της πρώιμης λήξης και αργότερης έναρξης των ανοιξιότικων και φθινοπωρινών παγετών αντίστοιχα, αναμένεται η χρονική επέκταση της βλασπτικής περιόδου, η οποία καθορίζεται από την επικράτηση ευνοϊκών συνθήκων για ανάπτυξη φυτών και καλλιεργειών. Οι μεγαλύτερες αναμενόμενες αυξήσεις, οι οποίες εστιάζονται στον ορεινό ηπειρωτικό κορμό της χώρας, θα φθάσουν έως και τις 20 και 35 επιπλέον ημέρες, για το 2021-2050 και το 2071-2100, αντίστοιχα. Στις υπόλοιπες περιοχές θα υπάρξουν αυξήσεις 10-15 ημέρες το 2021-2050 και 15-25 ημέρες το 2071-2100. Στην Εικόνα 1.4.7 συνοψίζονται οι αλλαγές στη διάρκεια της βλασπτικής περιόδου.

Στον Πίνακα 1.4.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τις μεταβολές των δεικτών που σχετίζονται με την αύξηση της ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας και τις συνεπαγόμενες επιπτώσεις.

Εικόνα 1.4.7
Μεταβολές στη διάρκεια της βλασπτικής περιόδου μεταξύ
(α) 2021-2050 και 1961-1990 και (β) 2071-2100



Πίνακας 1.4.2
Αυξητικές μεταβολές στους δείκτες σχετικά αύξηση της ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας για τις 13 κλιματικές περιοχές της Ελλάδας. Μεταβολές με αρνητικό πρόσημο υποδηλώνουν μειώσεις. Η πρώτη τιμή σε κάθε κελί του πίνακα αντιστοιχεί στην περίοδο 2021-2050 και η δεύτερη τιμή στην περίοδο 2071-2100

	Ελάχιστη χειμερινή θερμοκρασία (°C)		Αριθμός παγετών (ημέρες)		Βλασπτική περίοδος (ημέρες)	
Δυτική Ελλάδα	2	4	0	0	20	35
Κεντρική και Ανατολική Ελλάδα	1,5	3,5	-10	-25	10	20
Αττική	1,5	3,5	-5	-5	10	15
Δυτική και Κεντρική Μακεδονία	1,5	3,5	-15	-40	15	35
Ανατολική Μακεδονία - Θράκη	1,5	3,5	-15	-30	10	20
Δυτική Πελοπόννησος	1,5	3,5	-5	0	10	15
Ανατολική Πελοπόννησος	1,5	3,5	-10	-15	10	15
Κρήτη	1,5	3,5	0	0	10	15
Δωδεκάνησα	1,5	3,5	0	0	10	15
Κυκλάδες	1,5	3,5	0	0	10	15
Ανατολικό Αιγαίο	1,5	3,5	0	0	10	15
Βόρειο Αιγαίο	1,5	3,5	0	0	10	15
Ιόνιο	1,5	3,5	0	0	10	15

Βροχοπτώσεις

Στην Εικόνα 1.4.8 αποτυπώνονται οι βραχυπρόθεσμες μεταβολές των βροχοπτώσεων, εκφρασμένες ως ποσοστιαία μεταβολή στην ποσότητα του νερού που πέφτει σε σύντομο χρονικό διάστημα (εντός τριών συνεχόμενων ημερών στην υπό εξέταση περίπτωση), κατά τη διάρκεια του έτους. Η αυξητική τάση αυτής της παραμέτρου, που συνδυάζεται με μια παράλληλη μείωση στη συνολική ετήσια βροχόπτωση, συνεπάγεται ότι περισσότερες και πιο ραγδαίες βροχές θα σημειώνονται σε σύντομα χρονικά διαστήματα, αυξάνοντας τον κίνδυνο πλημμυρικών φαινομένων. Οι ξαφνικές πλημμύρες (flash floods) αποτελούν ένα ιδιαίτερα ανησυχητικό φαινόμενο, ειδικά αν μεταβληθεί η συχνότητά τους με την κλιματική αλλαγή.

Παρατηρείται ισχυρή χωρική διαφοροποίηση για τις αναμενόμενες μεταβολές στην περίοδο 2021-2050. Ορισμένες περιοχές της Ελλάδας δεν εμφανίζουν καμία ουσιαστική μεταβολή για το 2021-2050, όπως για παράδειγμα η Δυτική Ελλάδα, η Ανατολική Μακεδονία-Θράκη και η Κρήτη. Αντίθετα, άλλες περιοχές παρουσιάζουν σημαντικές αυξήσεις στην ένταση των ακραίων βροχοπτώσεων.

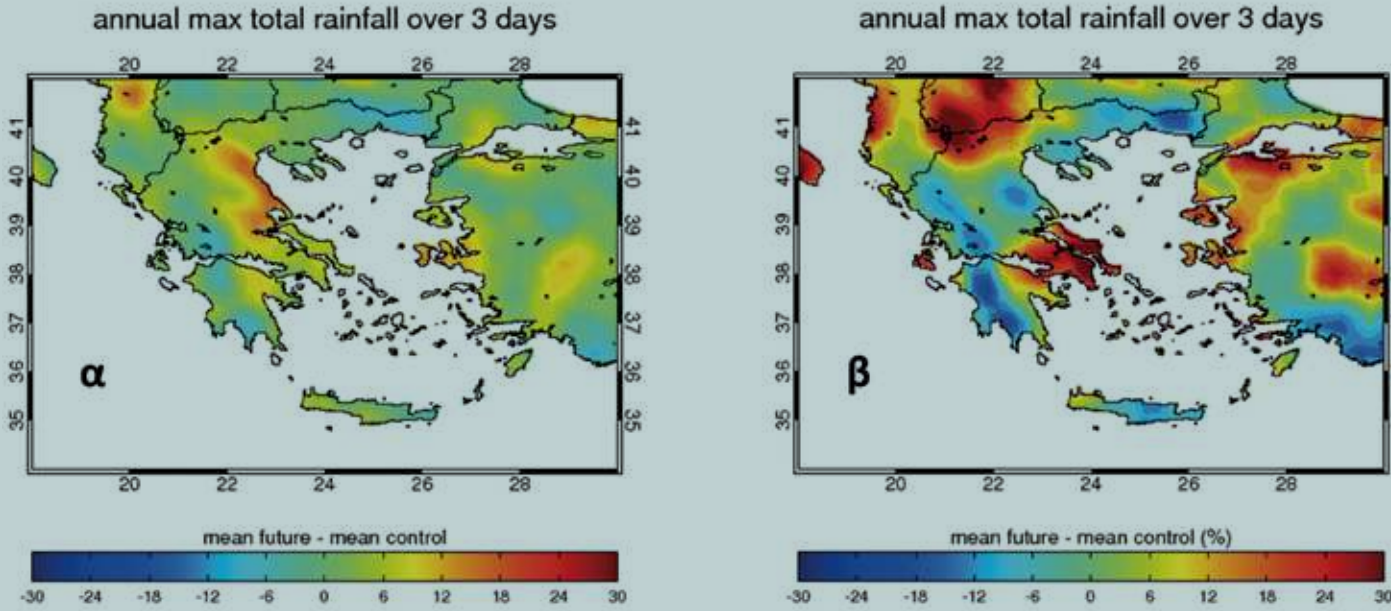
Ειδικότερα στην ανατολική ηπειρωτική χώρα το συνολικό ποσό βροχής που σημειώνεται σε διάστημα τριών ημερών αυξάνεται κατά 20%, το 2021-2050. Η κατάσταση φαίνεται να αλλάζει σημαντικά μέχρι το τέλος του 21^{ου} αιώνα. Σε περιοχές της Δυτικής Ελλάδας και της Θράκης, η ποσότητα των ραγδαίων βροχοπτώσεων μειώνεται κατά 10-20%, ενώ αντίθετα, στην Ανατολική Στερεά και Βορειοδυτική Μακεδονία, η παράμετρος αυτή αυξάνεται κατά 30%. Στις υπόλοιπες περιοχές υπάρχουν μικρές αυξομειώσεις.

Ξηρασία

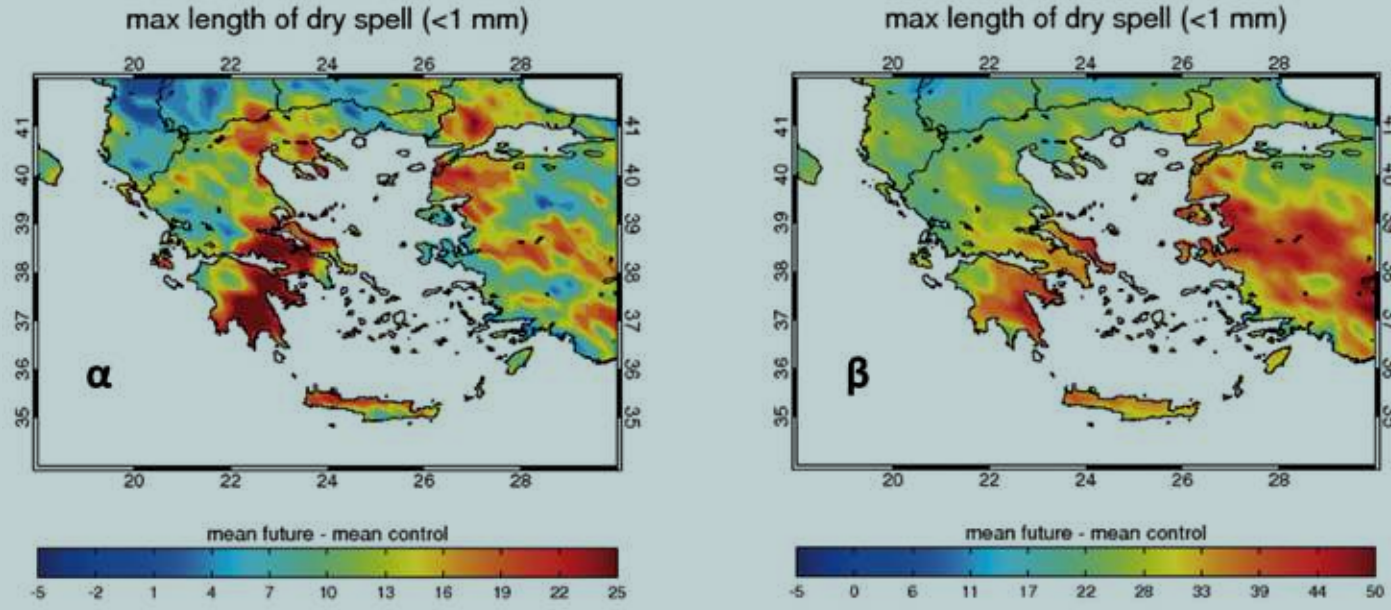
Στη συνέχεια εξετάζονται οι αλλαγές στη διάρκεια των περιόδων ξηρασίας, δηλαδή οι αλλαγές στη διάρκεια των διαδοχικών ημερών στις οποίες οι βροχοπτώσεις είναι λιγότερες από 1mm την ημέρα (Εικόνα 1.4.9).

Γίνεται φανερό ότι η διάρκεια των ξηρών περιόδων αυξάνεται. Αύξηση μικρότερη από 10 ημέρες παρατηρείται στη Δυτική χώρα για την περίοδο 2021-2050. Για την περίοδο 2071-2100, η Δυτική και Βόρεια Ελλάδα θα έχουν αυξήσεις μικρότερες από 20 ημέρες. Οι μεγαλύτερες αυξήσεις παρατηρούνται στην ανατολική ηπειρωτική χώρα (Ανατολική Στερεά, Ανατολική Πελοπόννησο και Εύβοια) και Βόρεια Κρήτη, όπου αναμένονται περισσότερες από 20 επιπλέον ημέρες ξηρασίας μέχρι το 2021-2050 και μέχρι 40 ημέρες το 2071-2100.

Εικόνα 1.4.8
Ποσοστιαία μεταβολή στη συνολική βροχόπτωση σε διάστημα 3 συνεχόμενων ημερών μεταξύ (α) 2021-2050 και 1961-1990 και (β) 2071-2100 και 1961-1990



Εικόνα 1.4.9
Μεταβολές στη μέγιστη διάρκεια της ξηρής περιόδου (σε ημέρες) μεταξύ (α) 2021-2050 και 1961-1990 και (β) 2071-2100 και 1961-1990



4.3. Δασικές πυρκαγιές

Οι δασικές **πυρκαγιές**, όπως και κάθε άλλη φυσική διαδικασία ενός οικοσυστήματος, επηρεάζονται πολύ εύκολα από την κλιματική αλλαγή, καθώς η συμπεριφορά της φωτιάς συναρτάται άμεσα με την υγρασία της καύσιμης ύλης, που με τη σειρά της καθορίζεται από τη βροχόπτωση, τη σχετική υγρασία και θερμοκρασία του αέρα και την ταχύτητα του ανέμου. Συνεπώς, η προβλεπόμενη άνοδος της μέσης θερμοκρασίας εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής θα αυξήσει την ξηρότητα της καύσιμης ύλης, ελαττώνοντας τη σχετική υγρασία, με το φαινόμενο αυτό να γίνεται πιο έντονο στις περιοχές που μειώνεται η βροχόπτωση. Παράλληλα η αύξηση της συχνότητας εμφάνισης ακραίων καιρικών συνθηκών αναμένεται να έχει μεγάλη επίπτωση στην τρωτότητα των δασών από πυρκαγιές.

Η Εικόνα 1.4.10 παρουσιάζει τις αλλαγές στον αριθμό των ημερών με εξαιρετικά αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς, μια παράμετρο εξίσου σημαντική για δασικές, γεωργικές και τουριστικές περιοχές. Ο κίνδυνος πυρκαγιάς εκτιμάται βάσει του ημερησίου δείκτη επικινδυνότητας πυρκαγιάς (FWI), ο οποίος χρησιμοποιείται παγκόσμια για την εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς σε ένα γενικευμένο τύπο καυσίμου. Ο υπολογισμός του δείκτη πραγματοποιείται με βάση παραμέτρους που σχετίζονται με την υγρασία ανά είδος καύσιμης ύλης και με την ένταση και διάδοση της πυρκαγιάς. Για τον υπολογισμό απαιτούνται δεδομένα μόνο για καιρικές μεταβλητές και συγκεκριμένα για τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία, την ταχύτητα ανέμου και τις βροχοπτώσεις. Υψηλές τιμές του δείκτη (FWI >30) σχετίζονται με εξαιρετικά αυξημένο κίνδυνο εκδήλωσης δασικής πυρκαγιάς (Good et al., 2008).

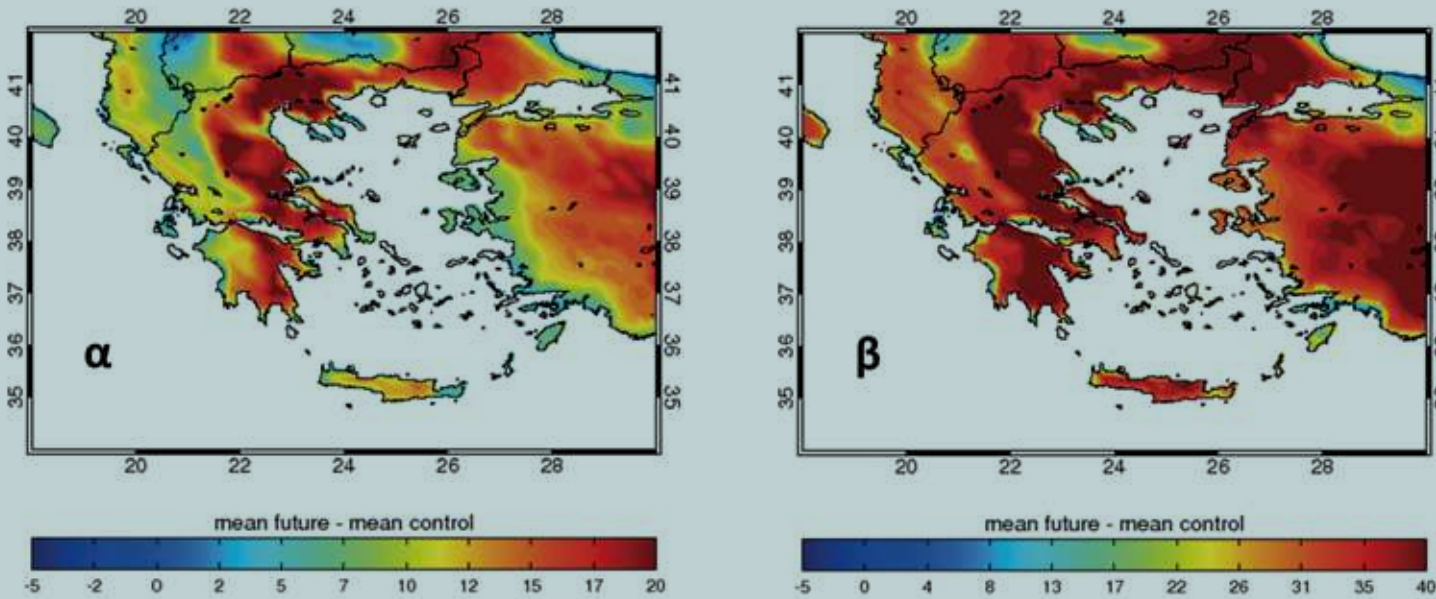
Εκτιμάται ότι το διάστημα με εξαιρετικά αυξημένο κίνδυνο για πυρκαγιά αυξάνεται κατά 20 ημέρες το 2021-2050 και κατά 40 ημέρες το 2071-2100, σε όλη την Ανατολική Ελλάδα από τη Θράκη ως την Πελοπόννησο. Μικρότερες αυξήσεις αναμένονται στη Δυτική Ελλάδα, κυρίως λόγω του υγρότερου κλίματος της περιοχής.

Στον Πίνακα 1.4.3 συνοψίζονται οι μεταβολές στις παραμέτρων που σχετίζονται με διαταραχές στον υδρολογικό κύκλο και δασικές πυρκαγιές, για τις 13 γεωγραφικές περιοχές της Ελλάδας.

Πίνακας 1.4.3
Μεταβολές στους δείκτες σχετικά με τις βροχοπτώσεις, την ξηρασία και τις δασικές πυρκαγιές για τις 13 κλιματικές περιοχές της Ελλάδας. Μεταβολές με αρνητικό πρόσημο υποδηλώνουν μειώσεις. Η πρώτη τιμή σε κάθε κελί του πίνακα αντιστοιχεί στην περίοδο 2021-2050 και η δεύτερη τιμή στην περίοδο 2071-2100

	Μέγιστη βροχόπτωση σε 3 ημέρες (%)		Διάρκεια ξηρής περιόδου (ημέρες)		Ακραίος κίνδυνος πυρκαγιάς (ημέρες)	
Δυτική Ελλάδα	0	-10	10	20	10	30
Κεντρική και Ανατολική Ελλάδα	20	0	15	25	20	40
Αττική	10	25	20	35	15	35
Δυτική και Κεντρική Μακεδονία	10	20	10	20	20	40
Ανατολική Μακεδονία - Θράκη	0	0	10	25	20	40
Δυτική Πελοπόννησος	0	-15	15	30	15	30
Ανατολική Πελοπόννησος	15	10	20	45	20	40
Κρήτη	0	0	20	40	15	35
Δωδεκάνησα	0	0	10	30	10	25
Κυκλάδες	0	0	10	30	10	25
Ανατολικό Αιγαίο	15	15	10	40	10	30
Βόρειο Αιγαίο	0	10	10	30	10	30
Ιόνιο	0	20	15	30	10	25

Εικόνα 1.4.10
Μεταβολές στον αριθμό ημερών με εξαιρετικά αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς μεταξύ (α) 2021-2050 και 1961-1990 και (β) 2071-2100 και 1961-1990



4.4. Πλημμυρικά φαινόμενα

Όπως είναι τυπικό για τις περιοχές της Μεσογείου, έτσι και στην περίπτωση της Ελλάδας, το συνηθέστερο είδος πλημμυρών είναι οι αιφνίδιες πλημμύρες (flash floods), ένα φαινόμενο με ιδιαίτερα καταστροφικές συνέπειες. Τα πλημμυρικά φαινόμενα στην Ελλάδα - κατά κανόνα μικρής διάρκειας - συνήθως συνδέονται με βροχοπτώσεις υψηλής ραγδαιότητας. Οι πλημμύρες παρουσιάζουν μεγάλες απορροές και η εμφάνισή τους επηρεάζεται από το περιορισμένο μέγεθος των υδρολογικών λεκανών.

Οι μελλοντικές κλιματικές μεταβολές ενδέχεται να οδηγήσουν στην αύξηση της συχνότητας των πλημμυρών (Parry et al. 2007), λόγω της αύξησης της έντασης των βροχοπτώσεων. Η πιθανότητα εμφάνισης αναμένεται αυξημένη για την περίπτωση των αιφνίδιων και αστικών πλημμυρών (Kundzewicz et al., 2007). Στην περίπτωση της Ελλάδας, το ζήτημα των αστικών πλημμυρών θεωρείται βαρύνουσας σημασίας, καθώς οι επικρατούσες συνθήκες οικιστικής ανάπτυξης ενεργούν εις βάρος των αποστραγγιστικών συστημάτων και δυνητικά πολλαπλασιάζουν τις οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες των πλημμυρικών φαινομένων.

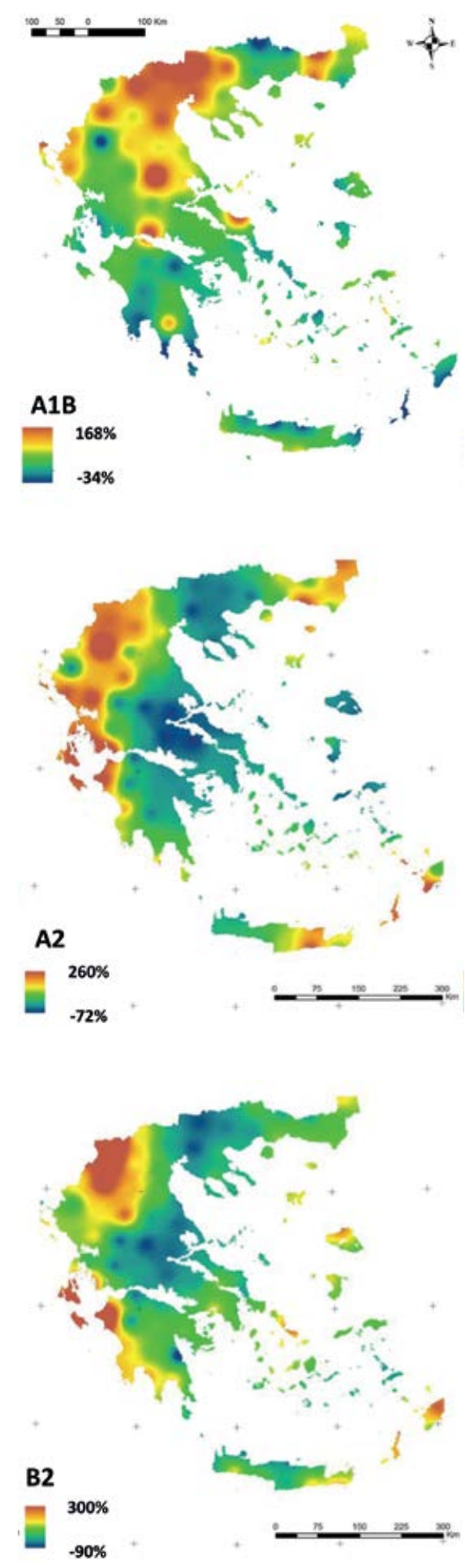
Στην Εικόνα 1.4.11 (επόμενη σελίδα) παρουσιάζονται οι μεταβολές της πιθανότητας υπέρβασης του κατωφλίου έντασης βροχόπτωσης (Cannon and Gartner, 2005), πέρα από το οποίο προκύπτει αυξημένος κίνδυνος πλημμύρας, για τα τρία κλιματικά σενάρια A1B (για το 2090-2099) και A2, B2 (για το 2070-2100).

Η μέση εκατοστιαία μεταβολή πιθανότητας υπέρβασης ορίου εκτιμάται σε 6,45% για το σενάριο B2, 24,7% για το σενάριο A2 και 30,15% για το σενάριο A1B.

Παρατηρούνται σημαντικές αυξομειώσεις στην εκτιμώμενη πιθανότητα πλημμυρών κατά τόπους ανάλογα με το κλιματικό σενάριο. Για τα σενάρια A2 και B2 αναμένεται αυξημένη πιθανότητα εκδήλωσης πλημμυρών κατά 2,6 (A2) και 3 (B2) φορές στη Δ. Πελοπόννησο, Ήπειρο και Δ. Μακεδονία. Αντίθετα μειώσεις αναμένονται στην Κ. Ελλάδα και την Κ. Μακεδονία, κατά 50% (A2) έως 90% (B2).

Υπό το Σενάριο A1B για το τέλος του αιώνα, σχεδόν σε όλη την επικράτεια διαφαίνεται αύξηση της πιθανότητας έως και 168%, όπου η Κ. Μακεδονία και η Θεσσαλία παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες μεταβολές. Αντίθετα, μειώσεις προκύπτουν στη Ν. Πελοπόννησο, τη Β. Κρήτη και τα Δωδεκάνησα, έως και 35%.

Εικόνα 1.4.11
Μεταβολές πιθανότητας υπέρβασης του κατωφλίου έντασης βροχόπτωσης πέρα από το οποίο προκύπτει αυξημένος κίνδυνος πλημμύρας μεταξύ των 2070-2100 (A2, B2), 2090-2099 (A1B) και 1961-1990 (ΕΜΕΚΑ, 2011)



5. Βιοφυσικές και κοινωνικό-οικονομικές επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής

Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε εθνικό επίπεδο, συνοψίζονται στη σχετική μελέτη της Επιτροπής Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής στην Ελλάδα, που έχει εκδοθεί από την Τράπεζα της Ελλάδας (ΕΜΕΚΑ, 2011) και τις συναφείς τομεακές μελέτες.

Η μελέτη εξετάζει τα διάφορα σενάρια εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για την αναμενόμενη κλιματική μεταβολή κατά τα επόμενα έτη, τα οποία αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο της τρίτης έκθεσης της διακυβερνητικής επιτροπής του Ο.Η.Ε. για την κλιματική αλλαγή (Nakicenovic et al., 2000). Τα πιο ακραία εξ' αυτών, σενάρια B2 (ηπιότερο) και A2 (δυσμενέστερο) προβλέπουν για το τέλος του 21ου αιώνα, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1961-1990:

- αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα μεταξύ 3,0 °C και 4,5 °C.
- μείωση της βροχόπτωσης μεταξύ 5% και 19% , σε επίπεδο επικράτειας.
- μείωση της σχετικής υγρασίας, για το σύνολο της επικράτειας, μεταξύ 1% και 4,5%.
- μείωση της νεφοκάλυψης μεταξύ 8% και 16%.
- αύξηση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας μεταξύ 2,3 και 4,5 W m⁻².
- αύξηση των μέσων ταχυτήτων για τους Ετησίες ανέμους έως και 10%.
- άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, που θα κυμαίνεται από 0,2 έως και 2 μέτρα.

Στη βάση αυτών των δυνητικών μεταβολών πραγματοποιούνται οι ακόλουθες εκτιμήσεις για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής ανά τομέα:

Οικοσυστήματα: Προβλέπονται σοβαρές επιπτώσεις στη **βιοποικιλότητα**, καθώς η Ελλάδα - όπως και οι υπόλοιπες Μεσογειακές χώρες - αναμένεται να χάσει υπό προϋποθέσεις, έως και το 100% της τρέχουσας αφθονίας των ειδών της. Ιδιαίτερα ευάλωτα εμφανίζονται τα ενδημικά είδη, κυρίως σε περιοχές όπου δεν υπάρχει η δυνατότητα μετανάστευσης. Έως και το 47% των αυτόχθονων ειδών ψαριών στα εσωτερικά ύδατα της Ελλάδας απειλούνται από την κλιματική αλλαγή.

Πολλά εφήμερα οικοσυστήματα υγροτόπων αναμένεται να εξαφανισθούν και πολλά άλλα να συρρικνωθούν μόνιμα. Σημαντικό είναι το ενδεχόμενο επηρεασμού της ποιότητας και διαθεσιμότητας του νερού των λιμνών. Στο θαλάσσιο περιβάλλον, η άνοδος της θερμοκρασίας και η μεταβολή των βιοχημικών και φυσικών ιδιοτήτων του νερού είναι πιθανό να έχουν επιπτώσεις στη θαλάσσια βιοποικιλότητα, ευνοώντας την εξάπλωση ασθενειών, την εμφάνιση τοξικών φυτών και τη διάδοση θερμόφιλων ειδών. Γενικότερα, στην περιοχή της Μεσογείου, το ευμετάβλητο περιβαλλοντικό σκηνικό ευνοεί την εισβολή και τον εγκλιματισμό χωροκατακτητικών ξενικών ειδών τα οποία επηρεάζουν τα υδάτινα οικοσυστήματα. Οι γενικευμένες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις υπηρεσίες οικοσυστήματος, αναμένεται να περιορί-

σουν τις δυνατότητες προσαρμογής σε αυτήν, κινητοποιώντας μια δύσκολα αντιστρέψιμη κυκλική διαδικασία (Βέλλα κ.α., 2011).

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται, επίσης, να επηρεάσει τα **δασικά οικοσυστήματα**, με σημαντικές μεταβολές στη σύνθεση και χωρική κατανομή των δασών. Προβλέπεται η συρρίκνωση των εκτάσεων των παραγωγικών δασών, σε ποσοστά έως και 4-8%, για το δυσμενές σενάριο, ανάλογα με το είδος τους. Το 1-2% των παράκτιων δασικών οικοσυστημάτων κινδυνεύουν με ερημοποίηση. Παρά την προβλεπόμενη επέκταση της αυξητικής περιόδου των φυτών, η συνεπαγόμενη μείωση της παραγωγής ξυλείας θα ανέλθει σε 27-35%, ενώ αναμένεται μείωση της λιβαδικής παραγωγής (10-25%). Η άνοδος της θερμοκρασίας, όπως έχει αναφερθεί και στην ενότητα 1.4, θα οδηγήσει σε αύξηση του αριθμού των πυρκαγιών. Σε αυτήν την περίπτωση η αναμενόμενη διεύρυνση της συνολικής καμένης έκτασης εκτιμάται σε 10-20%.

Έμμεση επίδραση, με δυνητικές επιπτώσεις στις προσπάθειες μετριασμού της κλιματικής αλλαγής, αποτελεί η συνεπακόλουθη επιβράδυνση του ρυθμού δέσμευσης άνθρακα (35-50%, έως το τέλος του αιώνα). Επισημαίνεται ότι, λόγω της διαχείρισης που εφαρμόστηκε κατά το παρελθόν, τα δασικά οικοσυστήματα, που καλύπτουν μεγάλο μέρος της χερσαίας επιφάνειας της Ελλάδας, είναι ιδιαίτερα υποβαθμισμένα και οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής αναμένονται να περιορίσουν ακόμα περισσότερο την παραγωγή τους σε σχέση με το δυναμικό τους (Νάσσης κ.α., 2011).

Γεωργική παραγωγή: Στην Ελλάδα, δίνεται έμφαση κυρίως στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε καλλιέργειες σίτου, βαμβακιού, αραβοσίτου, ελιάς και αμπέλου, οι οποίες καταλαμβάνουν τις μεγαλύτερες εκτάσεις γεωργικής γης στη χώρα (Καραμάνος και Βολουδάκης, 2008). Υπό το ηπιότερο σενάριο B2, θα ευνοηθεί η γεωργική παραγωγή βορειότερα και ανατολικά (Μακεδονία και Θράκη). Αντίθετα, το σενάριο A2 θα έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην παραγωγή. Πιο ευαίσθητη εμφανίζεται η καλλιέργεια σίτου, ενώ η παραγωγή βαμβακιού θα υποστεί μειώσεις, ιδιαίτερα στην Κεντρική και Ανατολική Ελλάδα. Οι επιπτώσεις στην παραγωγή των δενδροκαλλιεργειών, έως τα μέσα του αιώνα, αναμένεται να είναι από ουδέτερες έως θετικές, όμως, προς το τέλος του αιώνα, οι αρνητικές επιπτώσεις θα αυξηθούν, ιδίως στη νότια Ελλάδα. Η καλλιέργεια κηπευτικών θα μετατοπισθεί βορειότερα και η παραγωγή θα αυξηθεί, ως συνέπεια της επέκτασης της καλλιεργητικής περιόδου.

Το γεωργικό εισόδημα, λόγω των συνολικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, αναμένεται να αυξηθεί μέχρι το 2100, σε ποσοστά 2,92-13,37% του ΑΕΠ, στην περίπτωση που δε ληφθούν υπόψη οι επιπτώσεις της ερημοποίησης στην απόδοση των καλλιεργειών. Αν συμπεριληφθούν οι αρνητικές επιδράσεις της ερημοποίησης, οι συνολικές επιπτώσεις κυμαίνονται από οφέλη 3,31% έως ζημιές 14,84% του ΑΕΠ. Οι επιπτώσεις διαφοροποιούνται περαιτέρω αν συνεκτιμηθούν οι μεταβολές και άλλων παραγόντων που επηρεάζουν τη γεωργική παραγωγή και σχετίζονται με τις κλιματικές μεταβολές, όπως η επίδραση των ζιζανί-

ων και των επιβλαβών εντόμων (Σκούρτος κ.α., 2011α). Επίσης, οι προβλέψεις θα μπορούσαν να επιβαρυνθούν ακόμα περισσότερο εάν λαμβάνονταν υπόψη οι επιπτώσεις από την αύξηση της συχνότητας των ακραίων φαινομένων.

Αλιεία: Έχει εκτιμηθεί ότι αύξηση της μέσης θερμοκρασίας στην επιφάνεια του Αιγαίου κατά 1°C συνδέεται με μείωση του συνόλου των αλιευμάτων κατά 0,8%, ως προς τη μέση τιμή. Μια δυνητική αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας κατά 3,3 °C έως το 2100 θα οδηγούσε σε μείωση κατά 2,5% του πληθυσμού των αλιευμάτων. Η παραγωγή δεν αναμένεται να μειωθεί σημαντικά, αλλά θα πραγματοποιηθεί ανακατανομή των ποσοτήτων των ειδών που αλιεύονται και θα προστεθούν μεταναστευτικά είδη. Επίσης, θα ενισχυθεί η είσοδος και επικράτηση θερμόφιλων φυτικών και ζωικών υδρόβιων ειδών, με μεταβολές στη βιοποικιλότητα και πιθανά τοξικά φαινόμενα. Στην περίπτωση των εκτρεφόμενων ιχθύων η αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται να οδηγήσει σε αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης και αύξηση της παραγωγής.

Αντίθετα, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας πιθανώς θα έχει επιπτώσεις για τις παράκτιες εγκαταστάσεις εκτροφής. Η αύξηση των επιπέδων CO₂ ενδέχεται να συνοδευθεί από οξίνιση των υδατοσυλλογών, με πιθανές συνέπειες σε είδη ευαίσθητα σε χαμηλότερες τιμές pH. Επίσης, οι μεταβολές που σχετίζονται με την ακραία βροχόπτωση είναι δυνατό να οδηγήσουν σε αυξομειώσεις της παροχής των ποταμών, με συνεπακόλουθες μεταβολές σε υδατοκαλλιέργειες στην περιοχή των εκβολών τους (Παπουτσόγλου, 2011).

Υδάτινοι πόροι: Σύμφωνα με τα εξεταζόμενα σενάρια, αναμένεται η μείωση της ποσότητας των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και η αύξηση της εξατμισιοδιαπνοής, η οποία στο ξηρό κλίμα της Ελλάδας αποτελεί σημαντική παράμετρο του υδρολογικού κύκλου. Κατά συνέπεια, αναμένεται γενική μείωση της τροφοδοσίας και ανανέωσης του ύδατος των υδροφόρων οριζόντων. Η μείωση του όγκου ύδατος που κατεισδύει από την επιφάνεια προς τους υπογείους υδροφόρους ορίζοντες, έως το 2050, θα είναι 14-22% και έως το 2100, 30-54%. Κατ’ επέκταση, οι αναμενόμενες μεταβολές θα έχουν άμεσες επιπτώσεις στο είδος και στην έκταση των καλλιεργειών.

Προβλέπεται επέκταση των υφάλμυρων παράκτιων ζωνών, ως αποτέλεσμα του μειωμένου δυναμικού των χερσαίων υδάτων, λόγω της μειωμένης τροφοδοσίας και της υπεράντλησης. Επίσης, θα αυξηθεί η συγκέντρωση ρύπων στις παράκτιες περιοχές και στη θάλασσα, λόγω της ελαττωμένης αραίωσης. Η αποδόμηση των δελταϊκών περιοχών που ήδη παρατηρείται θα εντατικοποιηθεί (Στουρνάρας κ.α., 2011).

Οι μεταβολές στον όγκο των επιφανειακών απορροών, στα διαθέσιμα αποθέματα υπογείων υδάτινων πόρων, αλλά και γενικά στην ποιότητα των υδάτων συνδέονται με οικονομικές επιπτώσεις, λόγω της μειωμένης παραγωγικότητας, ιδίως στον γεωργικό τομέα και του αυξημένου κόστους απορρύπανσης. Η συνολική ζημία για την ελληνική οικονομία, σε παρούσες αξίες, εκτιμάται, ότι με επιτόκιο προεξόφλησης 1% και υπό το δυσμενές σενάριο Α2, θα ανέλθει σε 1,69% του ΑΕΠ (0,58% αντίστοιχα με επιτόκιο προεξόφλησης 3%) [Σκούρτος κ.α., 2011β].

Παράκτιες περιοχές: Οι κύριες επιπτώσεις που αφορούν το δομημένο περιβάλλον και τους ανθρώπους που κατοικούν σε παράκτιες περιοχές σχετίζονται με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας εξετάζεται υπό το πρίσμα τόσο των μακροπρόθεσμων προβλέψεων για τη μέση στάθμη, όσο και της αύξησης της συχνότητας των κυματικών

καταιγίδων (πρόσκαιρη άνοδος), λόγω της διατάραξης του υδρολογικού κύκλου.

Το συνολικό κόστος λόγω της μακροχρόνιας ανόδου κατά 0,5m και 1m της στάθμης του νερού στην ελληνική παράκτια ζώνη, λόγω των αρνητικών επιπτώσεων για την οικιστική, τουριστική, υγροτοπική, δασική και γεωργική χρήση της γης, εκτιμάται σε 4,4 και 10,5 δισεκατομμύρια €, αντίστοιχα. Τα κόστη που αντιστοιχούν σε αρνητικές επιπτώσεις, λόγω της απώλειας πολιτιστικών/πνευματικών και αισθητικών/ ψυχαγωγικών αξιών ανέρχονται σε 10,5 και 19,5 δισεκατομμύρια €, κατά περίπτωση ανόδου στάθμης, αντίστοιχα. Το κοινωνικό κόστος των κυματικών καταιγίδων στην ελληνική παράκτια ζώνη εκτιμάται σε περίπου 620 εκατομμύρια €.

Ζήτηση Ενέργειας: Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, η αύξηση της θερμοκρασίας θα οδηγήσει σε αυξημένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη, κατά τη θερινή περίοδο. Η αυξημένη ζήτηση μπορεί να προκαλέσει διακοπές ρεύματος και υπερφόρτωση στο δίκτυο ηλεκτρισμού της χώρας, σε βαθμό που να μη μπορεί να καλύψει τα επίπεδα ζήτησης. Εκτιμάται ότι, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1961-1990), στα πεδινά ηπειρωτικά της Ελλάδος έως το 2050, θα υπάρξουν 10-20 επιπλέον ημέρες ανά έτος με αυξημένες ανάγκες ψύξης (30-40, έως το 2100, αντίστοιχα), ενώ στις νησιωτικές και ορεινές περιοχές οι αυξήσεις θα είναι μικρότερες. Αντίστροφα, αναμένεται η μείωση των ημερών με αυξημένες απαιτήσεις θέρμανσης, κατά τη χειμερινή περίοδο (κατά 10-20 ημέρες ανά έτος έως το 2050 και κατά 45 ημέρες έως το 2100).

Μεταφορές: Οι υποδομές μεταφορών αναμένεται κυρίως να επηρεασθούν λόγω της ανόδου της στάθμης των θάλασσας. Οι επιπτώσεις αφορούν στα δίκτυα χερσαίων μεταφορών και στη λειτουργία των λιμένων και κατ’ επέκταση του συστήματος των θαλασσίων μεταφορών. Άνοδος της στάθμης κατά 0,5m έως το 2050, θα επιφέρει συνολικό κόστος 3,9 δισεκατομμυρίων €, για συντήρηση και ανακατασκευή στο σύστημα μεταφορών. Πρόσθετη φθορά στις υποδομές προβλέπεται να προκύψει λόγω της αυξημένης συχνότητας και έντασης πλημμυρικών επεισοδίων. Σημαντικό είναι και το κόστος από την αύξηση των αναγκών συντήρησης και αποκατάστασης του οδοστρώματος και των σιδηροτροχιών, λόγω των αυξημένων θερμοκρασιών. Επίσης, αναμένεται μείωση της απόδοσης των εφοδιαστικών αλυσίδων, λόγω καθυστερήσεων και διακοπών των μεταφορικών υπηρεσιών. Περιορισμένα οφέλη θα προκύψουν από τη μείωση των χιονοπτώσεων και της συνεπαγόμενης μείωσης των καθυστερήσεων και των αναγκών διάνοιξης των μεταφορικών αξόνων. Το κόστος συντήρησης στον μεταφορικό τομέα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής κυμαίνεται από 195 έως 595 εκατομμύρια €/έτος, ανάλογα με το σενάριο, ενώ πολύ μεγαλύτερες θα είναι οι επιβαρύνσεις λόγω των καθυστερήσεων στα συστήματα μεταφορών.

Δομημένο περιβάλλον: Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να οδηγήσει στη μεταβολή των συνθηκών που επικρατούν στους εσωτερικούς χώρους κτηρίων που λειτουργούν χωρίς προσθήκη ενέργειας και στη μεταβολή της κατανάλωσης σε κτήρια που εφαρμόζεται θερμοστατικός έλεγχος. Οι συγκεκριμένες συνέπειες αναμένεται να αντισταθμισθούν σε μεγάλο βαθμό από την αναβάθμιση των κτηρίων και τη μελλοντική βελτίωση της τεχνολογίας των συστημάτων παραγωγής ενέργειας. Το σημερινό κόστος των παρεμβάσεων που απαιτούνται για τον εκσυγχρονισμό του συνόλου των κτηρίων, ώστε να είναι συμβατά με τις τεχνολογικές επιταγές που θα ισχύουν κατά το 2050, είναι

της τάξης των 230 δισεκατομμυρίων €. Υπολογίζεται, ότι οι έως τότε κλιματικές μεταβολές θα επιβαρύνουν το κόστος επιπλέον κατά 7,6-10,3%, ανάλογα με τη γεωγραφική περιφέρεια.

Τουρισμός: Εκτιμάται ότι η κλιματική αλλαγή θα οδηγήσει σε χρονική και περιφερειακή ανακατανομή των τουριστικών αφίξεων και κατά συνέπεια των τουριστικών εσόδων. Αν και η εκτίμηση των οικονομικών επιπτώσεων σε ποσοτικό επίπεδο παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες, θεωρείται ότι προς το τέλος του αιώνα, οι διεθνείς αφίξεις, κατά τους θερινούς μήνες στους κύριους τουριστικούς προορισμούς, θα μειωθούν σημαντικά. Αν ληφθεί υπόψη και το προβλεπόμενο αυξημένο κόστος λειτουργίας (5-7%), λόγω των αναγκών προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, τα καθαρά αποτελέσματα χρήσης των τουριστικών μονάδων θα επηρεασθούν σημαντικά και η βιωσιμότητα πολλών θα δοκιμασθεί, εφόσον ο χρόνος των τουριστικών αφίξεων παραμείνει επικεντρωμένος στη θερινή περίοδο (Σαρτζετάκης κ.α., 2011).

Υγεία: Εκτιμάται ότι στην Ελλάδα, η σχετιζόμενη με την κλιματική αλλαγή αύξηση της θνησιμότητας του πληθυσμού θα σημειώσει σταδιακή αύξηση κατά τον 21° αιώνα. Στην περίπτωση αύξησης της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας, τη θερινή περίοδο στην Αττική, κατά 4,4°C το 2100, εκτιμάται - υπό το μετριοπαθές σενάριο Α1Β - ότι ο αριθμός των θανάτων που αποδίδονται στην ανθρωπογενή υπερθέρμανση θα αυξηθεί κατά περίπου 25%. Αντίθετα, η μείωση των θανάτων που σχετίζονται με το ακραίο ψύχος, δε θα υπερβεί το 3%. Για την περιοχή της Αττικής, η ετήσια οικονομική επίπτωση, κατά τη δεκαετία 2091-2100 για την περίπτωση του σεναρίου Α1Β, εκτιμάται ότι θα ανέλθει σε 95 εκατομμύρια €, ενώ οι αντίστοιχες επιπτώσεις υπό τα σενάρια Β2 και Α2 θα είναι 85 και 135 εκατομμύρια €.

Συνολικές επιπτώσεις στην οικονομία: Όπως προκύπτει, η κλιματική αλλαγή θα έχει σημαντικές οικονομικές επιπτώσεις σε σειρά τομέων δραστηριότητας, με μείωση παραγωγικότητας, απώλεια κεφαλαίου και επιπλέον δαπάνες για αποκατάσταση ζημιών. Το κόστος της κλιματικής αλλαγής για την ελληνική οικονομία περιλαμβάνει τις άμεσες επιπτώσεις ανά τομέα, τις έμμεσες επιπτώσεις στην οικονομία, καθώς και τις επιπτώσεις από τις αλληλεπιδράσεις των τομέων μεταξύ τους. Έχουν εκτιμηθεί (ΕΜΕΚΑ, 2011), τα κόστη για τα σενάρια μη-δράσης, δράσης προς τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και δράσης προς την προσαρμογή στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών - που πραγματοποιούνται με μηδενικό προεξοφλητικό επιτόκιο - αναφέρουν ότι:

→ Το συνολικό σωρευτικό κόστος του σεναρίου μη-δράσης για την ελληνική οικονομία, για το χρονικό διάστημα έως το 2100, εκφρασμένο ως μείωση του ΑΕΠ του έτους βάσης, ανέρχεται στα 701 δισεκατομμύρια € (σταθερές τιμές του 2008).

→ Στο σενάριο μετριασμού, κατά το οποίο η Ελλάδα μειώνει συνεχώς και δραστικά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, στο πλαίσιο αντίστοιχης παγκόσμιας προσπάθειας η οποία επιτυγχάνει περιορισμό της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας στους 2 βαθμούς Κελσίου, το συνολικό κόστος για την ελληνική οικονομία, εξαιτίας της μετριασμένης κλιματικής αλλαγής, εκτιμάται στα 294 δισεκατομμύρια. Αν σε αυτά προστεθεί το κόστος των μέτρων μείωσης των εκπομπών (142 δισεκατομμύρια €), η συνολική εξοικονόμηση σε σχέση με το σενάριο μη-δράσης ανέρχεται σε 265 δισεκατομμύρια €. Επισημαίνεται ότι, προκειμένου να αποβεί επιτυχής, η στρατηγική μετριασμού πρέπει να εφαρμοσθεί αποτελεσματικά στο σύνολο της παγκόσμιας κοινότητας.

→ Στο σενάριο προσαρμογής, κατά το οποίο λαμβάνονται μέτρα που αποσκοπούν στο να μειώσουν τις ζημίες εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, η οποία θα επέλθει με ένταση όπως αυτή του σεναρίου μη-δράσης, οι ζημίες από τις μη-αντιμετωπιζόμενες επιπτώσεις ανέρχεται σε 510 δισεκατομμύρια €. Συμπεριλαμβανομένου του κόστους των μέτρων προσαρμογής (67 δισεκατομμύρια €), προκύπτει συνολική εξοικονόμηση 124 δισεκατομμυρίων €, σε σχέση με το σενάριο μη-δράσης.

Νομοθεσία για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι προσπάθειες για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής κατευθύνονται προς τη διαμόρφωση και υλοποίηση κατάλληλων στρατηγικών για το κλίμα στα κράτη-μέλη, αλλά και σε διεθνές επίπεδο. Με στόχο τον περιορισμό στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σταδιακά έως το 2050, έχουν τεθεί κρίσιμοι στόχοι για το κλίμα και το περιβάλλον κατά την περίοδο που μεσολαβεί.

Η δράση για το κλίμα στην ΕΕ συντάσσεται με τους στόχους της σύμβασης - πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC, 1992), και του πρωτοκόλλου του Κιότο (1997), το οποίο αποτελεί την πρώτη νομικά δεσμευτική συμφωνία για μειώσεις εκπομπών που απορρέει από τη σύμβαση. Η σύμβαση επικυρώθηκε από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα με την απόφαση **94/69/ΕΚ** (ΕΚ, 1994) και την Ελλάδα με τον νόμο 2205/94 (ΦΕΚ 60/Α/15.4.94). Το πρωτόκολλο του Κιότο επικυρώθηκε από την ΕΕ το 2002, με την απόφαση **2002/358/ΕΚ** (ΕΚ, 2002α). Για την πρώτη περίοδο δέσμευσης στο πρωτόκολλο (2008-2012), οι χώρες της ΕΕ έθεσαν ως στόχο την από κοινού μείωση των εκπομπών, σε ποσοστό 8% ως προς το 1990. Στο πλαίσιο της απόφασης για την από κοινού μείωση, η Ελλάδα είχε τη δυνατότητα αύξησης των εκπομπών έως 25%. Το πρωτόκολλο επικυρώθηκε από τη χώρα με τον νόμο 3017/2002 (ΦΕΚ 117/Α/30.5.02) και για την επίτευξη της εθνικής δέσμευσης καταρτίσθηκε το 2^ο εθνικό πρόγραμμα μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (ΦΕΚ 58/Α/5.3.03).

Κύριο στόχο της UNFCCC αποτελεί η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδο που να προλαμβάνεται η επικίνδυνη ανθρωπογενής επίδραση στο κλιματικό σύστημα. Προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος αυτός, η συνολική μέση ετήσια αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας του πλανήτη δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 2°C, σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα. Αυτό συνεπάγεται ότι οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου θα πρέπει να μειωθούν μέχρι το 2050 σε ποσοστό τουλάχιστον 50% έναντι των επιπέδων του 1990.

Στο πλαίσια μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης για την κλιματική και ενεργειακή πολιτική (2020 European Climate - Energy Package), οι χώρες της ΕΕ έχουν δεσμευθεί έως το **2020** για:

- μείωση των συνολικών εκπομπών** αερίων θερμοκηπίου της Κοινότητας σε ποσοστό τουλάχιστον **20%** σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, έως το 2020.
- 20%** της κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ που να προέρχεται από **ανανεώσιμες πηγές ενέργειας** (ΑΠΕ).
- βελτίωση στην **ενεργειακή αποδοτικότητα**, ώστε να μειωθεί κατά **20%**η χρήση πρωτογενούς ενέργειας.

→ Βασικά συστατικά της προσπάθειας για περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ είναι:

- **το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων αερίων θερμοκηπίου**, στο πλαίσιο των ευέλικτων μηχανισμών που προβλέπονται από το πρωτόκολλο του Κιότο, το οποίο θεσπίσθηκε από την οδηγία **2003/87/ΕΚ** (ΕΚ, 2003) και τροποποιήθηκε από τις οδηγίες **2004/101/ΕΚ** (ΕΚ, 2004) και **2009/29/ΕΚ** (ΕΚ, 2009α). Το σύστημα εμπορίας (Emission Trading System - ETS) καλύπτει το 40-45% των ευρωπαϊκών

εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και ο προβλεπόμενος στόχος για το 2020 είναι οι εκπομπές από τους τομείς που εντάσσονται σε αυτό να είναι κατά 21% χαμηλότερες, σε σχέση με το 2005. Για τις επιπλέον μειώσεις εκπομπών που προγραμματίζονται για το 2030, θα απαιτηθούν συνολικές μειώσεις 43% από το σύστημα εμπορίας, σε σχέση με το 2005, και κατά συνέπεια σχεδιάζεται η αναμόρφωση και ενίσχυση του. Στους τομείς που εντάσσονται στο σύστημα συγκαταλέγονται και οι αεροπορικές δραστηριότητες σύμφωνα με την οδηγία **2008/101/ΕΚ** (ΕΚ, 2008).

Στην Ελλάδα, η ενσωμάτωση των ανωτέρων οδηγιών πραγματοποιείται κυρίως με τις κοινές υπουργικές αποφάσεις 54409/2632/2004 (ΦΕΚ 1931/Β/27.12.2004), 26910/852/Ε103/2013 (ΦΕΚ 1021/Β/25.4.2013) και 57495/2959/Ε103 (ΦΕΚ 2030/Β/29.12.2010), αντίστοιχα. Ο Εθνικός πίνακας κατανομής δικαιωμάτων εκπομπών 2013-2020 έχει καταρτισθεί σύμφωνα και με τα οριζόμενα στην απόφαση 2013/448/ΕΕ. Με την ΚΥΑ 181478/965 (ΦΕΚ 3763/Β/26.10.2017) πραγματοποιήθηκε η κωδικοποίηση της νομοθεσίας για το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών.

- **οι εθνικοί στόχοι περιορισμού εκπομπών**, οι οποίοι καλύπτουν τους τομείς που δεν εντάσσονται στο σύστημα εμπορίας (σχεδόν το 55% των συνολικών εκπομπών της ΕΕ), όπως οδικές μεταφορές, οικιακές εκπομπές, γεωργία και απόβλητα. Με βάση την απόφαση 406/2009/ΕΚ (ΕΚ, 2009β), που στοχεύει στον επιμερισμό της προσπάθειας των κρατών-μελών για τη μείωση των εκπομπών, καθορίζονται τα ελάχιστα ποσοστά κατά τα οποία οφείλει κάθε κράτος-μέλος να περιορίσει τις οικίες εκπομπές έως το 2020, σε σχέση με το 2005 (το προβλεπόμενο ποσοστό για την Ελλάδα είναι 4%), καθώς και οι ετήσιοι δεσμευτικοί εθνικοί στόχοι εκπομπών για την περίοδο 2013-2020. Με την απόφαση **2013/162/ΕΕ** (ΕΕ, 2013α), όπως έχει τροποποιηθεί από την απόφαση 2013/634/ΕΕ και έχει επικαιροποιηθεί με την απόφαση 2017/1471/ΕΕ, προσδιορίζονται τα ετήσια δικαιώματα εκπομπής των κρατών μελών για την περίοδο 2013-2020. Οι προβλεπόμενες μειώσεις εκπομπών από τα κράτη συνδυαστικά θα οδηγήσουν σε συνολική μείωση της τάξης του 10%, η οποία μαζί με τη μείωση κατά 21% από το σύστημα εμπορίας θα έχουν ως αποτέλεσμα την επίτευξη του προσδοκώμενου στόχου, για 20% μείωση των συνολικών εκπομπών στην ΕΕ, έως το 2020.

- **η μείωση των εκπομπών από των τομέα των μεταφορών**. Ο τομέας στον οποίο έχει πραγματοποιηθεί η μικρότερη πρόοδος σε ευρωπαϊκό επίπεδο αναφορικά με τη μείωση των ΕΑΘ είναι οι μεταφορές. Η στρατηγική της ΕΕ προβλέπει τη στροφή προς τις μετακινήσεις με χαμηλές εκπομπές, νομοθετώντας τον περιορισμό των εκπομπών από οχήματα και τη βελτίωση της ποιότητας των καυσίμων. Ο κανονισμός **(ΕΚ) 443/2009** (ΕΚ, 2009γ) καθορίζει στόχους επιδόσεων των εκπομπών CO₂ για καινούργια επιβατικά αυτοκίνητα. Αντίστοιχα η μείωση εκπομπών από καινούργια ελαφρά επαγγελματικά οχήματα επιδιώκεται μέσω του κανονισμού (ΕΕ) **510/2011** (ΕΕ, 2011α), που θέτει πρότυπα επίδοσης. Ο κανονισμός (ΕΕ) **2017/2400** (ΕΕ, 2017α) θεσπίζει κανόνες για την έκδοση αδειών και τη χρήση εργαλείου προσομοίωσης (Vehicle Energy Consumption Calculation Tool -VECTO) για προσδιορισμό των εκπομπών CO₂ και της κατανάλωσης καυσίμου των νέων βαρέων επαγγελματικών οχημάτων και τη δήλωση τους.

Αυστηρές προδιαγραφές τίθενται στην ποιότητα των καυσίμων που χρησιμοποιούνται από τα διάφορα οχήματα. Η οδηγία **2009/30/ΕΚ** (ΕΚ, 2009δ) προβλέπει την καθιέρωση μηχανισμού για την παρακολούθηση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τον κύκλο ζωής των καυσίμων και θέτει ως στόχο για τα κράτη τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κύκλου ζωής ανά μονάδα ενέργειας, κατά τουλάχιστον 6%, έως το 2020. Η οδηγία αναφέρεται στη χρήση βενζίνης, ντίζελ και βιοκαυσίμων στις οδικές μεταφορές καθώς και στο πετρέλαιο εσωτερικής καύσης που χρησιμοποιείται από κινητά μη-οδικά μηχανήματα.

Η Λευκή Βίβλος για τις μεταφορές (ΕΕ, 2011β) έχει επισημάνει ότι οι ευρωπαϊκές εκπομπές από τις θαλάσσιες μεταφορές θα πρέπει να μειωθούν κατά τουλάχιστον 40% στο διάστημα 2005-2050. Οι εκπομπές της διεθνούς ναυτιλίας δεν περιέχονται στους τρέχοντες στόχους περιορισμού εκπομπών της ΕΕ. Αντίθετα, προωθεί μια διεθνή προσέγγιση υπό την καθοδήγηση του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού, καθώς θεωρείται ότι θα είναι πιο αποτελεσματική. Ωστόσο, έχει προταθεί στρατηγική για τη σταδιακή ενσωμάτωση των ναυτιλιακών εκπομπών στις πολιτικές της ΕΕ για τη μείωση των οικείων ΕΑΘ και αναφέρεται αρχικά στην καταγραφή/αναφορά/ επαλήθευση των εκπομπών CO₂ από εμπορικά πλοία υψηλής χωρητικότητας που χρησιμοποιούν ευρωπαϊκούς λιμένες κατάπλου (κανονισμός ΕΕ 2015/757) και σε επόμενο στάδιο στη θέσπιση στόχων για τον περιορισμό των εκπομπών του τομέα.

- **ο έλεγχος των εκπομπών φθοριούχων αερίων** του θερμοκηπίου (HFCs, PFCs, SF₆), τα οποία έχουν σταδιακά υποκαταστήσει τις επιβλαβείς για το στρατοσφαιρικό όζον ενώσεις (CFCs, HCFCs, halons). Η δράση της ΕΕ κατευθύνεται μέσω της οδηγίας **2006/40/ΕΚ** (ΕΚ, 2006) και του **κανονισμού (ΕΕ) 517/2014** (ΕΕ, 2014). Με την οδηγία απαγορεύεται η χρήση στα συστήματα κλιματισμού οχημάτων, όσων **φθοριούχων** αερίων έχουν δυναμικό πλανητικής υπερθέρμανσης πάνω από 150 φορές αυτό του CO₂. Ο κανονισμός προβλέπει μια σειρά από μέτρα για την ορθή χρήση των φθοριούχων αερίων και την ελαχιστοποίηση των διαρροών στην ατμόσφαιρα, καθώς και για τη σταδιακή μείωση της παραγωγής και χρήσης των αερίων αυτών σε προϊόντα, διεργασίες και εξοπλισμό

- η σταδιακή ενσωμάτωση της τήρησης ουδέτερου ισοζυγίου εκπομπών-απορροφήσεων από τον τομέα χρήσης γης, αλλαγής χρήσης γης και δασοπονίας (**LULUCF**) στην επίσημη ευρωπαϊκή πολιτική. Έως το 2020, η ΕΕ δεσμεύεται στο πλαίσιο του πρωτοκόλλου του Κιότο να διασφαλίσει ότι οι ΕΑΘ από τις χρήσεις γης αντισταθμίζονται από ισοδύναμες απορροφήσεις που προκύπτουν από πρόσθετες δράσεις στον τομέα. Επιδιώκεται η νομοθετική ένταξη αυτής της αρχής στο πλαίσιο της πολιτικής για την περίοδο έως το 2030, με την ενσωμάτωση προβλέψεων για τον τομέα στον αναθεωρημένο κανονισμό για την μείωση εκπομπών από τομείς εκτός συστήματος εμπορίας. Με την απόφαση **529/2013/ΕΕ** (ΕΕ, 2013β), έχουν ορισθεί λογιστικοί κανόνες για τις εκπομπές και τις απορροφήσεις αερίων του τομέα και προβλέπεται η υποχρέωση των κρατών μελών να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις δράσεις για τη βελτίωση του ισοζυγίου.

→ **Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας** εξειδικεύεται σαν στόχος με το ομώνυμο ευρωπαϊκό σχέδιο

του 2011. Για την επίτευξη του καθορισμένου στόχου μείωσης 20% στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ως το 2020, η οδηγία **2012/27/ΕΕ** (ΕΕ, 2012) προβλέπει την αξιοποίηση ενέργειας με πλέον αποδοτικό τρόπο σε όλα τα στάδια της ενεργειακής αλυσίδας, από την παραγωγή έως την τελική χρήση. Αναφέρεται η θέσπιση ενδεικτικών στόχων ενεργειακής αποδοτικότητας και καθορίζονται σειρά μέτρων και πολιτικών για την εξοικονόμηση ενέργειας, τόσο για τον παραγωγικό τομέα όσο και για τους ιδιώτες. Επίσης, ζητείται από τα κράτη μέλη να πραγματοποιήσουν αξιολόγηση των δυνατοτήτων αποδοτικής συμπαραγωγής ενέργειας. Στο πλαίσιο της οδηγίας, αλλά και της παλαιότερης 2006/32/ΕΚ, η Ελλάδα έχει υποβάλει σχέδια ενεργειακής αποδοτικότητας το 2007, το 2011 και το 2014. Επίσης, έχει καθορίσει σαν στόχο ενεργειακής αποδοτικότητας για το 2020, τελική κατανάλωση ενέργειας 18,4 εκατομμύρια toe (τόνοι ισοδυνάμου πετρελαίου).

Στην κατεύθυνση του περιορισμού της ενεργειακής κατανάλωσης βρίσκονται επίσης η οδηγία **2010/31/ΕΕ** (ΕΕ, 2010α) για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων και οι οδηγίες **(ΕΕ) 2017/1369** (ΕΕ, 2017β) και **2009/125/ΕΚ** (ΕΚ, 2009ε) για την ενεργειακή σήμανση και τις απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού των συνδεδόμενων με την ενέργεια καταναλωτικών προϊόντων, αντίστοιχα.

→ Για την επίτευξη του προβλεπόμενου ποσοστού ενέργειας από **ΑΠΕ**, η σχετική οδηγία 2009/28/ΕΚ (ΕΚ, 2009ζ) προσδιορίζει δεσμευτικούς εθνικούς στόχους για το 2020 (18% μερίδιο ενέργειας από ΑΠΕ στην περίπτωση της Ελλάδας), για την επίτευξη των οποίων πρέπει να λαμβάνονται σχετικά μέτρα. Ορίζεται ότι κάθε κράτος-μέλος οφείλει να μεριμνήσει ώστε το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε όλες τις μορφές μεταφορών να αντιπροσωπεύει, το 2020, ποσοστό τουλάχιστον 10% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στις μεταφορές. Προβλέπεται επίσης η θέσπιση εθνικών σχεδίων δράσης για την ανανεώσιμη ενέργεια, όπου καθορίζονται οι εθνικοί στόχοι για τα μερίδια ενέργειας από ΑΠΕ σε επιμέρους τομείς.

Οι προβλέψεις της οδηγίας έχουν μεταφερθεί στην ελληνική νομοθεσία με τον νόμο 3851 (ΦΕΚ Α/85/4.6.2010), όπου καθορίζεται ένα πιο φιλόδοξο ποσοστό ενέργειας από ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (20%), και ποσοστό παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ τουλάχιστον 40%.

→ Κομβική στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής πολιτικής αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής είναι η στήριξη έργων για **την περιβαλλοντικά ασφαλή δέσμευση CO₂** και αποθήκευση του σε γεωλογικούς σχηματισμούς (σύμφωνα με το θεσμικό πλαίσιο που τίθεται από την οδηγία 2009/31/ΕΚ) αλλά και για την ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Η χρηματοδότηση των έργων πραγματοποιείται στο πλαίσιο του συστήματος ETS όπως προβλέπεται στην απόφαση **2010/670/ΕΕ** (ΕΕ, 2010β).

Έχοντας επιτύχει τους στόχους για την πρώτη φάση εφαρμογής του πρωτοκόλλου του Κιότο (2008-2012), η ΕΕ δεσμεύθηκε στη δεύτερη φάση του πρωτοκόλλου (συμφωνία της Ντόχα) για μείωση εκπομπών 20% έως το 2020 σε σχέση με το 1990 (στόχος παρόμοιος με την αντίστοιχη ευρωπαϊκή πολιτική). Η τροποποίηση της Ντόχα στο πρωτόκολλο του Κιότο έχει κυρωθεί από την Ελλάδα και μεταφερθεί στην εθνική νομοθεσία (νόμος 4345/2015, ΦΕΚ 14/Α/17.11.2015).

Ο στόχος της συμβάσης -πλαίσιο για περιορισμό της αύξησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας, σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα, κάτω των 2 °C, επαναλαμβάνεται στη συμφωνία των Παρισίων, την οποία συνομολόγησαν 195 κράτη κατά την 21^η παγκόσμια διάσκεψη για το κλίμα (2015). Ο στόχος επεκτείνεται με την πρόβλεψη ότι θα καταβληθούν προσπάθειες για την περαιτέρω μείωση στους 1,5 °C, ώστε να περιορισθούν σημαντικά οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Στη συμφωνία επίσης προβλέπεται η αύξηση της ικανότητας προσαρμογής στις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής καθώς και η ύπαρξη συνεπούς χρηματοδότησης για τη μείωση των εκπομπών. Η συμφωνία απαιτεί από τα μέρη της να συμβάλλουν ανάλογα με τις δυνατότητες τους, με τον προγραμματισμό, αναφορά και υποστήριξη “εθνικά προσδιορισμένων συμβολών”. Τα μέρη θα θεσπίσουν κατάλληλα μέτρα περιορισμού των εκπομπών με στόχο την επίτευξη των σχεδιασμένων συμβολών. Η αξιολόγηση της εφαρμογής της συμφωνίας προγραμματίζεται για το 2023 - και ανά πέντε έτη στη συνέχεια - με την πραγματοποίηση παγκόσμιας απογραφής, τα αποτελέσματα της οποίας θα χρησιμοποιούνται για την αναμόρφωση και ενίσχυση των λαμβανόμενων μέτρων. Η συμφωνία των Παρισίων έχει επικυρωθεί από την Ελλάδα με τον νόμο 4426/2016 (ΦΕΚ 187/Α/6.10.2016).

Στην Ευρώπη, με αφετηρία την έκδοση της Πράσινης Βίβλου το 2013 (ΕΕ, 2013γ), το 2014 τέθηκαν ακόμα πιο φιλόδοξοι στόχοι για το **2030**, κατά τη θέσπιση στρατηγικού πλαισίου για το κλίμα και την ενέργεια (2030 Climate & Energy Framework) [ΕC, 2014]. Οι τρεις προαναφερθέντες άξονες (μείωση εκπομπών, ΑΠΕ και ενεργειακή αποδοτικότητα) πλέον προβλέπουν, σε επίπεδο ΕΕ, κατ’ ελάχιστον:

- **40% μείωση στις εκπομπές αερίων** του θερμοκηπίου (σε σχέση με το 1990), η οποία θα επιτευχθεί από κοινού από τα κράτη-μέλη, με μείωση, σε σχέση με το 2005, κατά 43% των εκπομπών από τους τομείς που εντάσσονται στο σύστημα εμπορίας εκπομπών και κατά 30% των εκπομπών από τομείς εκτός συστήματος. Ο στόχος του 40% αποτελεί τη βάση της από κοινού συμβολής των χωρών της ΕΕ, στη συμφωνία των Παρισίων.

- **27% μερίδιο από ΑΠΕ** στη τελική ακαθάριστη κατανάλωση ενέργειας, με προγραμματιζόμενη εξειδίκευση του στόχου ανά κράτος-μέλος.

- **27% βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας** (σε σχέση με το σενάριο αναφοράς). Ο συγκεκριμένος ενδεικτικός στόχος μπορεί να αυξηθεί στο 30% στο πλαίσιο αναμενόμενης αναθεώρησης μετά το 2020.

Η επίτευξη των νέων στόχων αναμένεται να συνοδευτεί με ευρεία αναθεώρηση του νομοθετικού πλαισίου σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Ειδικότερα, για τις εκπομπές από το ΕΤS, στο πλαίσιο της σχεδιαζόμενης αναμόρφωσης των κανόνων και μηχανισμών του συστήματος, η οδηγία **(ΕΕ) 2018/410** (ΕΕ, 2018), τροποποιεί την 2003/87/ΕΚ, προβλέποντας μεγαλύτερη μείωση (2,2%

κατ’ έτος αντί του 1,5% της τρίτης περιόδου εφαρμογής) του μεγίστου αριθμού δικαιωμάτων που θα εκδοθούν από το 2021 και έπειτα. Επίσης, με τον νέο κανονισμό Effort Sharing (ΕC, 2016α) που έχει προταθεί (και τέθηκε σε ισχύ στις 30 Μαΐου 2018, ως κανονισμός (ΕΕ) 2018/842), προβλέπεται η ανάληψη δεσμευτικών στόχων σε εθνικό επίπεδο για την μείωση των εκπομπών εκτός ΕΤS. Η μείωση ΕΑΘ εκτός ΕΤS για την Ελλάδα, για το 2030 σε σχέση με το 2005, καθορίζεται στο 16%.

Η επίτευξη του στόχου του 27% των ΑΠΕ αναμένεται ότι θα οδηγήσει σε διείσδυση 50% των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή. Αν και δεν υπάρχουν ακόμα εξειδικευμένοι στόχοι σε εθνικό επίπεδο, προβλέπεται η λήψη δεσμεύσεων κατά την προτεινόμενη αναθεωρημένη οδηγία για τις ΑΠΕ (ΕC, 2016β). Επίσης, έχουν εξετασθεί ενδεικτικοί στόχοι για διάφορα σενάρια επιμερισμού της απαιτούμενης προσπάθειας, στα οποία η Ελλάδα εμφανίζεται με στόχους διείσδυσης των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας το 2030, μεταξύ 26% και 34% (ΕC, 2016γ).

Τέλος, σχετικά με την ενεργειακή αποδοτικότητα, ενόψει της αναθεώρησης της σχετικής οδηγίας (ΕC, 2016δ) αναμένεται ο προσδιορισμός - δεσμευτικού πλέον - στόχου βελτίωσης κατά 30% σε επίπεδο ΕΕ για το 2030, με πολιτικές σχετικές με μείωσης των πωλήσεων ενέργειας σε εθνικό επίπεδο και με σειρά μέτρων αναφορικά με την ενεργειακή απόδοση κτηρίων και επιχειρήσεων.

Οι στόχοι που έχουν τεθεί για το 2030 συγκλίνουν στον μακροπρόθεσμο στόχο της ΕΕ, σύμφωνα με τον **Ενεργειακό Χάρτη Πορείας 2050** (2050 Low-Carbon Roadmap), για τη σταδιακή μετάβαση σε οικονομία χαμηλού άνθρακα έως το 2050 (ΕC, 2011). Σύμφωνα με τον σχεδιασμό, τα επίπεδα των εκπομπών το 2050 θα έχουν μειωθεί κατά 80% σε σχέση με το 1990, με τη συμβολή όλων των κρατών-μελών που θα εφαρμόσουν κατάλληλες πολιτικές και μέτρα σε εθνικό επίπεδο και στο σύνολο των τομέων.

Παράρτημα Β

Νομοθεσία σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής

Π.Β.1. Θεσμικό πλαίσιο

Το πλαίσιο για την ενίσχυση της ετοιμότητας των ευρωπαϊκών χωρών στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής τίθεται από την **“Ευρωπαϊκή Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή”** (European Strategy on Adaptation to Climate Change)[ΕΕ, 2013δ], η οποία υιοθετήθηκε το 2013. Η στρατηγική προωθεί και συντονίζει δράσεις για την προσαρμογή στις ευρωπαϊκές χώρες, διασφαλίζοντας ότι ο παράγοντας της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή λαμβάνεται υπόψη σε κάθε συναφή τομέα πολιτικής. Οι κύριοι τομείς ενδιαφέροντος περιλαμβάνουν τους υδατικούς πόρους, τα οικοσυστήματα και τη βιοποικιλότητα, τα δάση, την ενέργεια καθώς και κοινωνικά ζητήματα.

Σε εθνικό επίπεδο, έχει εκπονηθεί και εγκριθεί η Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ), διαθέσιμη στην ιστοσελίδα του ΥΠΕΝ (<http://ypeka.gr/Default.aspx?tabid=303>)[ΥΠΕΝ, 2016]. Η ΕΣΠΚΑ θέτει τους γενικούς στόχους, τις κατευθυντήριες αρχές και τα μέσα υλοποίησης μιας σύγχρονης αποτελεσματικής και αναπτυξιακής στρατηγικής προσαρμογής, σκοπεύοντας να κινητοποιήσει διαδικασίες σχεδιασμού και υλοποίησης των απαραίτητων μέτρων σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο.

Το σχέδιο της Εθνικής Στρατηγικής για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ) καταρτίσθηκε από Επιτροπή Μελέτης των Επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής της Τράπεζας της Ελλάδος (ΕΜΕΚΑ), με τη στήριξη της Τράπεζα της Ελλάδας και την κατ' αρχήν συνεισφορά της Δ/σης Κλιματικής Αλλαγής και Ποιότητας της Ατμόσφαιρας του ΥΠΕΝ. Στη συνέχεια συνοψίζονται τα βασικά σημείο της ΕΣΠΚΑ (ΥΠΕΝ, 2016).

«Η Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ) σκοπεύει στην τεκμηρίωση της αναγκαιότητας διαμόρφωσης κατάλληλου θεσμικού και οικονομικού πλαισίου για την υποστήριξη των δημόσιων και ιδιωτικών δράσεων προσαρμογής στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Η διεθνής εμπειρία και η διαθέσιμη πληροφόρηση από τα κράτη-μέλη της ΕΕ παρέχουν ικανά δεδομένα για τον προβληματισμό πάνω στους βασικούς πυλώνες της ΕΣΠΚΑ: την ανάλυση κλιματικής επικινδυνότητας και τρωτότητας της ελληνικής επικράτειας, την κριτική ανασκόπηση των εναλλακτικών μέτρων προσαρμογής σε 15 τομείς ενδιαφέροντος, την παρουσίαση των κυριότερων εργαλείων αξιολόγησης προσαρμοστικών επενδύσεων και πολιτικών, τα εργαλεία ενσωμάτωσης της προσαρμοστικής πολιτικής σε ευρύτερες πολιτικές, τη διεθνή διάσταση της προσαρμογής, την ενδυνάμωση της προσαρμοστικής ικανότητας, τη διαβούλευση κοινωνικών εταίρων για την προσαρμογή και τέλος την παρακολούθηση και αναθεώρηση των προσαρμοστικών πολιτικών.

Το γενικό πλαίσιο της ΕΣΠΚΑ πρέπει να καταστεί λειτουργικό για τους φορείς υλοποίησης του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα. Η λειτουργικότητα συνεπάγεται εξειδίκευση, η οποία με τη σειρά της απαιτεί λεπτομερή πληροφόρηση σε χωρική κλίμακα και στοχευμένη διαβούλευση με συγκεκριμένους κοινωνικούς εταίρους. Ιδιαίτερα σημαντική κρίνεται η συνεχής παρακολούθηση της εφαρμογής της στρατηγικής με τη δημιουργία παρατηρητηρίου παρακολούθησης και ειδικού μηχανισμού επιστημονικής υποστήριξης εθνικών/

περιφερειακών/τοπικών προσπαθειών και δράσεων.

Εκτός από το παρατηρητήριο παρακολούθησης και τον μηχανισμό υποστήριξης, τα επόμενα βήματα προς την υλοποίηση της ΕΣΠΚΑ πρέπει να εστιάζονται:

→ στην επέκταση της γνωστικής και πληροφοριακής βάσης σε θέματα κλιματικών επιπτώσεων.
→στη σύνδεση της ΕΣΠΚΑ με το υπάρχον πλαίσιο διαχείρισης φυσικών καταστροφών.
→στην αξιολόγηση και ιεράρχηση των προτεινόμενων από τους φορείς μέτρων.
→στη διερεύνηση των δυνατοτήτων χρηματοδότησης των μέτρων από εθνικές και διεθνείς πηγές.
→στην κατάρτιση εξειδικευμένων σεναρίων της ελληνικής οικονομίας και των πλέον τρωτών κλάδων της.
→στην ενσωμάτωση των παραπάνω σε εξειδικευμένα περιφερειακά σχέδια δράσης και οδικούς χάρτες σε συγκεκριμένους τομείς ενδιαφέροντος.
→στη διερεύνηση συγκεκριμένων μέτρων για την ενδυνάμωση της προσαρμοστικής ικανότητας φορέων και πολιτών.
→στην κατάρτιση σχεδίου αναθεώρησης και προσαρμογής της ΕΣΠΚΑ».

Η έγκριση της πρώτης ΕΣΠΚΑ πραγματοποιείται με τον νόμο 4414 (ΦΕΚ 149/Α/9.8.2016). Η ΕΣΠΚΑ δεν αναλύει σε βάθος τις αναγκαίες τομεακές πολιτικές, ούτε αποφαινεται για τη σκοπιμότητα επιμέρους μέτρων και δράσεων προσαρμογής σε τοπικό/περιφερειακό επίπεδο και δεν επιχειρεί την ιεράρχηση των ενδεικτικά προτεινόμενων μέτρων και δράσεων. Η ΕΣΠΚΑ ορίζει ότι τα θέματα αυτά αποτελούν την ουσία των Περιφερειακών Σχεδίων Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ), τα οποία εξειδικεύουν τις κατευθύνσεις της, καθορίζοντας τις άμεσες προτεραιότητες προσαρμογής σε τοπικό επίπεδο. Για την εκπόνηση των ΠεΣΠΚΑ καθορίζεται ως απαραίτητη προϋπόθεση η θεσμική κατοχύρωση των διαδικασιών εκπόνησης με τη θεσμοθέτηση των προδιαγραφών/περιεχομένου των σχεδίων και των διαδικασιών έγκρισης, υλοποίησης και παρακολούθησης της εφαρμογής τους. Στα άρθρα 42-45 του νόμου 4414 ρυθμίζονται θέματα σχετικά με την εκπόνηση και αναθεώρηση της ΕΣΠΚΑ και των Περιφερειακών Σχεδίων για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ), τα οποία με βάση τις κλιματικές συνθήκες και την τρωτότητα κάθε περιφέρειας θα καθορίσουν επακριβώς τους τομείς πολιτικής και τις γεωγραφικές ενότητες προτεραιότητας για λήψη εξειδικευμένων μέτρων. Συγκεκριμένα, από τον νόμο τίθενται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές σχετικά με το περιεχόμενο των ΠεΣΠΚΑ.

Με την ΥΑ 11258 (ΦΕΚ 873/Β/16.03.2017) προσδιορίζονται οι επακριβείς προδιαγραφές περιεχομένου των ΠεΣΠΚΑ, σχετικά με τους στόχους τους, με την αναφορά δεδομένων από το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, με την εκτίμηση των αναμενόμενων κλιματικών μεταβολών και την ανάλυση της κλιματικής τρωτότητας επιμέρους τομέων και γεωγραφικών περιοχών, με την εκτίμηση των άμεσων και μακροπρόθεσμων επιπτώσεων των κλιματικών αλλαγών και με προτεινόμενα μέτρα και δράσεις για τους τομείς και τις περιοχές προτεραιότητας.

Κατά τον χρόνο συγγραφής της παρούσας έκθεσης έχουν ξεκινήσει οι διαδικασίες εκπόνησης των ΠεΣΠΚΑ στις 13 περιφέρειες της χώρας, με τις διαδικασίες προκήρυξης και ανάθεσης να βρίσκονται σε εξέλιξη σε 10 περιφέρειες.

Με την Υπουργική Απόφαση Υ.Α. 34768/2017 (ΦΕΚ Β/3246/15.7.2017) συστάθηκε και συγκροτήθηκε Εθνικό Συμβούλιο για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή.

Η ποιότητα και διαθεσιμότητα του **νερού** αναμένεται να αποτελέσει κεντρικό ζήτημα, το οποίο θα πρέπει να αντιμετωπισθεί στο πλαίσιο της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Στον τομέα της πολιτικής των υδάτων, το πλαίσιο κοινοτικής δράσης τίθεται από την οδηγία **2000/60/ΕΚ** (ΕΚ, 2000). Αν και η κλιματική αλλαγή δεν τυχάνει ειδικής μνείας στην οδηγία, η Λευκή Βίβλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (ΕΕ, 2009α) επισημαίνει την ανάγκη προώθησης στρατηγικών που ενισχύουν την ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή, μεταξύ άλλων με τη βελτίωση της διαχείρισης των υδατίνων πόρων και των οικοσυστημάτων. Ως αποτέλεσμα των προβλεπόμενων δράσεων, έχει υιοθετηθεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο έγγραφο καθοδήγησης (ΕΚ, 2009), στο πλαίσιο της στρατηγικής κοινής εφαρμογής της οδηγίας 2000/60/ΕΚ, αναφορικά με τη συμβατότητα ως προς την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή των σχεδίων διαχείρισης σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού. Προτείνεται επίσης να λαμβάνεται υπόψη η κλιματική αλλαγή κατά την εφαρμογή της οδηγίας **2007/60/ΕΚ** (ΕΚ, 2007) για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας.

Σε εθνικό επίπεδο, για την επίτευξη της καλής κατάστασης των υδάτων απαιτείται η κατάρτιση και εφαρμογή Σχεδίων Διαχείρισης σε επίπεδο Λεκάνης Απορροής Ποταμού (ΣΔΛΑΠ). Τα Σχέδια Διαχείρισης περιγράφονται αναλυτικά στο Άρθρο 13 και στο παράρτημα VII της οδηγίας 2000/60/ΕΚ και περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, προγράμματα μέτρων για την προστασία και αποκατάσταση των υδάτων, σύμφωνα με το Άρθρο 11 και το παράρτημα VI της οδηγίας. Τα ΣΔΛΑΠ περιλαμβάνουν πληροφορίες που αφορούν στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και στις δυνατότητες προσαρμογής, όπως αποδοτική χρήση των υδάτων, διαχείριση της ζήτησης, παρατηρητήριο ξηρασιών, ανάπτυξη δεικτών και σχέδια διαχείρισης της ξηρασίας (ΕΕ, 2011γ).

Η **βιοποικιλότητα** διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του κλίματος και κατά συνέπεια μπορεί να συμβάλει δραστικά στην αντιμετώπιση και στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Ταυτόχρονα όμως, είναι απαραίτητη η λήψη μέτρων προσαρμογής, μαζί με τις εξειδικευμένες προσεγγίσεις στα οικοσυστήματα για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Με στόχο την εξασφάλιση της επιβίωσης των πολυτιμότερων ειδών και οικοτόπων της Ευρώπης έχει δημιουργηθεί το οικολογικό δίκτυο Natura 2000, το οποίο βασίζεται στις οδηγίες **2009/14/ΕΚ** (ΕΚ, 2009η) για τα πτηνά (τροποποίηση της παλαιότερης 79/409/ΕΟΚ) και **92/43/ΕΟΚ** για τους οικοτόπους (ΕΟΚ, 1992). Ως απόρροια της Λευκής Βίβλου για την κλιματική αλλαγή και της ευρωπαϊκής στρατηγικής για την προσαρμογή έχει εκδοθεί ευρωπαϊκό έγγραφο καθοδήγησης (ΕΚ, 2013α), σχετικά με την ένταξη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, ως παράγοντα κατά τη διαχείριση του δικτύου Natura 2000. Επίσης, η ευρωπαϊκή στρατηγική για τη βιοποικιλότητα, αναγνωρίζει το ρόλο της κλιματικής αλλαγής στην απώλεια ειδών και την υποβάθμιση των οικοσυστημάτων.

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με το νόμο 3937/11 για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας (ΦΕΚ 60/Α/31.3.2011), προβλέπεται η εκπόνηση, από το αρμόδιο υπουργείο, εθνικού σχεδίου προσαρμογής των δράσεων διαχείρισης οικοτόπων και ειδών κλωρίδας και πανίδας, ανάλογα με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Η πρόληψη και μείωση των επιπτώσεων στη βιοποικιλότητα λόγω της κλιματικής αλλαγής αναφέρεται ως γενικός στόχος στο σχέδιο δράσης που προτείνεται στην

Εθνική Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα, για τα έτη 2014 -2029 (εγκεκριμένη με την ΥΑ 40332, ΦΕΚ 2383/Β/8.9.2014).

Η επίδραση της κλιματικής αλλαγή στις βιοφυσικές διαδικασίες που ρυθμίζουν τη **γεωργική** παραγωγή είναι σύνθετη, καθώς η αύξηση της θερμοκρασίας, των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων CO₂ και της συχνότητας ακραίων καιρικών φαινομένων επηρεάζουν το φυσικό περιβάλλον και την ποιότητα/ απόδοση της παραγωγής τροφίμων. Το κύριο όργανο για την υποστήριξη του αγροτικού τομέα στην προσαρμογή στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι η αναθεωρημένη Κοινή Αγροτική Πολιτική (Common Agricultural Policy - CAP), για το 2014- 2020. Οι κανόνες, η χρηματοδότηση, η διαχείριση και η παρακολούθηση της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής περιγράφονται στους κανονισμούς (ΕΕ) 1306/2013 (ΕΕ, 2013ε) και (ΕΕ) 1307/2013 (ΕΕ, 2013ζ). Σύμφωνα με τους δύο πυλώνες της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής, προβλέπεται η άμεση χρηματική ενίσχυση των αγροτών που εφαρμόζουν πρακτικές συμβατές με την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και επίσης η διάθεση του 30% του προϋπολογισμού κάθε προγράμματος αγροτικής ανάπτυξης για μέτρα και επενδύσεις που επιφέρουν κλιματικό όφελος.

Οι εθνικές επιλογές, τα διοικητικά μέτρα και οι διαδικασίες εφαρμογής, σχετικά με τις προβλέψεις των ευρωπαϊκών κανονισμών για την άμεση χρηματοδότηση των αγροτών στο πλαίσιο της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής, θεσμοθετούνται με την Υ.Ε. 104/7056 (ΦΕΚ 147/Β/22.1.2015).

Στην Πράσινη Βίβλο για την αναθεώρηση της Κοινής **Αλιευτικής** Πολιτικής (ΕΕ, 2009β), προβλέπεται ότι η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει σημαντικά το θαλάσσιο περιβάλλον, καθώς τα θαλάσσια οικοσυστήματα και η βιοποικιλότητα, που υφίστανται ήδη πίεση από τη ρύπανση και την υπεραλίευση, θα επηρεαστούν περαιτέρω από τις υψηλότερες θερμοκρασίες και την οξίνιση. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα αλλαγές στην αναπαραγωγή και τους πληθυσμούς των ειδών, μεταβολές στις κατανομές των θαλάσσιων οργανισμών και μετατοπίσεις των κοινοτήτων πλαγκτόν. Καθορίζεται ότι η νέα Κοινή Αλιευτική Πολιτική πρέπει να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο για τη διευκόλυνση των προσπαθειών προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, όσον αφορά τις επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει πολλαπλώς τον **ενεργειακό** τομέα, μέσω των αλλαγών στις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης, τη μεταβολή των δυνατοτήτων προμήθειας ενέργειας και την ενδεχόμενη φθορά των ενεργειακών υποδομών. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στοχεύει στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας των υποδομών, συμπεριλαμβανομένων των ενεργειακών, προτείνοντας ένα στρατηγικό πλαίσιο για μια ανθεκτική ενεργειακή ένωση με μακρόπνοη πολιτική για την κλιματική αλλαγή (ΕΕ, 2015). Η οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) έχει επίσης σαφείς προεκτάσεις για τα θέματα της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή (ΕΚ, 2009ζ).

Σε εθνικό επίπεδο, στο πλαίσιο της οδηγίας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχει καταρτισθεί εθνικό σχέδιο δράσης και έχει προβλεφθεί νομοθετικά η επιτάχυνση της ανάπτυξης των ΑΠΕ με στόχο την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (νόμος 3851/2010, ΦΕΚ 85/Α΄/ 4.6.2010).

Τα **κτήρια** και γενικότερα οι υποδομές τίθενται σε διακινδύνευση από τις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες και τα σχετιζόμενα ακραία καιρικά φαινόμενα. Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή στρατηγική για την προσαρμογή στην κλιματική

αλλαγή, είναι αναγκαία η επιθεώρηση των κτηρίων, ως προς την ανθεκτικότητα τους στις τρέχουσες και μελλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή, και η κατάλληλη αναβάθμιση τους. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει δημοσιεύσει κείμενο εργασίας για την καθοδήγηση της προσαρμογής των υποδομών (ΕΚ, 2013β).

Η αύξηση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων που προβλέπεται από τις οδηγίες 2010/31/ΕΕ και 2012/27/ΕΕ σχετίζεται με την καλύτερη συνολική ανταπόκριση στις συνθήκες αυξημένων ενεργειακών αναγκών που αναμένονται εν όψει των κλιματικών μεταβολών. Στο πλαίσιο των επιταγών της οδηγίας 2012/27/ΕΕ έχει καταρτισθεί το 4^ο Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης.

Οι παράκτιες περιοχές απειλούνται σημαντικά από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, καθώς η άνοδος της στάθμης των υδάτων δυνητικά θα προκαλέσει πλημμύρες, διάβρωση των ακτών και φθορά των παράκτιων οικοσυστημάτων. Οι συγκεκριμένοι κίνδυνοι στις Μεσογειακές περιοχές έχουν ληφθεί υπόψη στην απόφαση **2009/89/ΕΚ** για την υπογραφή του πρωτοκόλλου Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των Παράκτιων Ζωνών (ΟΔΠΖ) της σύμβασης για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και των παράκτιων περιοχών της Μεσογείου (ΕΚ, 2009θ), το οποίο στοχοθετεί τη λήψη βιώσιμων μέτρων για τη μείωση του αρνητικού αντίκτυπου των φυσικών φαινομένων. Με τη σύσταση 2002/413/ΕΚ, αναγνωρίζεται, μεταξύ άλλων, η απειλή που συνιστούν οι κλιματικές μεταβολές για τις παράκτιες ζώνες και οι κίνδυνοι που συνεπάγεται η άνοδος της στάθμης των θαλασσών, καθώς και η αυξανόμενη συχνότητα και βιαιότητα των καταιγίδων, και καλούνται τα κράτη μέλη να αναπτύξουν εθνικές στρατηγικές για την εφαρμογή των αρχών της ΟΔΠΖ (ΕΚ, 2002β).

Κατά τα πρόσφατα έτη, τα ευρωπαϊκά κράτη έχουν δοκιμασθεί από ευρέος φάσματος **φυσικές καταστροφές**, όπως πλημμύρες, δασικές πυρκαγιές και φαινόμενα λειψυδρίας και ξηρασίας. Τα συγκεκριμένα φαινόμενα, τα οποία συγκαταλέγονται μεταξύ των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, είναι ιδιαίτερα επιζήμια για τον άνθρωπο, το περιβάλλον και την οικονομία. Κατά συνέπεια, οι ευρωπαϊκές πολιτικές που αναπτύσσονται για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων τους, εμφανίζουν και τη διάσταση της προσαρμογής στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Σε αυτήν την κατεύθυνση βρίσκονται η οδηγία 2007/60/ΕΚ για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας, η ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σχετικά με την αντιμετώπιση του προβλήματος της λειψυδρίας και της ξηρασίας (ΕΕ, 2007) και η απόφαση 1313/2013/ΕΕ περί μηχανισμού πολιτικής προστασίας (ΕΕ, 2013").

Στην Ελλάδα, στο πλαίσιο εφαρμογής της οδηγίας 2007/60/ΕΚ, η οποία ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο με την ΚΥΑ 31822/1542/Ε103 (ΦΕΚ 1108/Β/21.7.2010), έχουν υποβληθεί στην ΕΕ η έκθεση Προκαταρκτικής Αξιολόγησης Κινδύνων Πλημμύρας και έχει ολοκληρωθεί ο προσδιορισμός των Ζωνών Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας στα 14 Υδατικά Διαμερίσματα.

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να δημιουργήσει πρόσθετη διακινδύνευση για την **υγεία** και να ενισχύσει την ήδη υπάρχουσα. Άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις θα προκύψουν για την υγεία του ανθρώπου και των άλλων έμβιων οργανισμών.

Οι άμεσες επιπτώσεις σχετίζονται με τη μεταβολή της έντασης και συχνότητας των ακραίων καιρικών φαινομένων (π.χ. κύματα καύσωνα και πλημμύρες), ενώ οι έμμεσες επιπτώσεις θα γίνουν αισθητές με την αύξηση του επιπολασμού ασθενειών που μεταδίδονται από έντομα και τρωκτικά ή σχετίζονται με την ποιότητα του νερού, των τροφίμων και του αέρα. Με την ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Στρατηγικής για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή, διαβιβάζεται και έγγραφο εργασίας (ΕΚ, 2013γ) σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην υγεία και τις δυνατότητες αντιμετώπισης τους.

Βιβλιογραφία

Ημερήσια εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 1999

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Βέλλα, Ε., Κυριακοπούλου, Ε., Ξεπαπαδέας, Α., Τσιαούση, Β., Δουλγέρης, Χ., Κεμιτζόγλου, Δ., Παπαδήμος, Δ., Σεφερλής, Μ., Χρυσοπολίτου, Β., 2011. “Κίνδυνοι και επιπτώσεις της κλιματικής μεταβολής στη βιοποικιλότητα και στα οικοσυστήματα”. Αθήνα: Τράπεζα της Ελλάδας.

ΕΕ, 2007. “Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο - Η αντιμετώπιση του προβλήματος της λειψυδρίας και της ξηρασίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση”. COM/2007/0414.

ΕΕ, 2009α. “Λευκή Βίβλος - Η προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος : προς ένα Ευρωπαϊκό πλαίσιο δράσης”. COM/2009/0147.

ΕΕ, 2009β. “Πράσινη Βίβλος. Μεταρρύθμιση της Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής”. COM/2009/163.

ΕΕ, 2010α. “Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19^{ης} Μαΐου 2010, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 153, 18.6.2010, σελ. 13-35.

ΕΕ, 2010β. “2010/670/ΕΕ: Απόφαση της Επιτροπής, της 3^{ης} Νοεμβρίου 2010, για καθορισμό κριτηρίων και μέτρων χρηματοδότησης έργων επίδειξης σε εμπορική κλίμακα, τα οποία αποσκοπούν στην περιβαλλοντικά ασφαλή δέσμευση και αποθήκευση CO₂ σε γεωλογικούς σχηματισμούς, καθώς και έργων επίδειξης καινοτόμων τεχνολογιών ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, στο πλαίσιο του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας που θεσπίστηκε με την οδηγία 2003/87/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 290, 6.11.2010, σελ. 39-48.

ΕΕ, 2011α. “Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 510/2011 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 11^{ης} Μαΐου 2011, σχετικά με τα πρότυπα επιδόσεων για τις εκπομπές από τα καινούργια ελαφρά επαγγελματικά οχήματα όσον αφορά τις εκπομπές, στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης προσέγγισης της Ένωσης για τη μείωση των εκπομπών CO₂ από ελαφρά οχήματα”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 145, 31.5.2011, σελ. 1-18.

ΕΕ, 2011β. “Λευκή βίβλος. Χάρτης πορείας για έναν Ενιαίο Ευρωπαϊκό Χώρο Μεταφορών - Για ένα ανταγωνιστικό και ενεργειακά αποδοτικό σύστημα μεταφορών”. COM/2011/0144.

ΕΕ, 2011γ. “Τρίτη έκθεση παρακολούθησης όσον αφορά την ανακοίνωση σχετικά με τη λειψυδρία και τις ξηρασίες στην Ευρωπαϊκή Ένωση”. COM/2011/133.

ΕΕ, 2012. “Οδηγία 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 25^{ης} Οκτωβρίου 2012, για την ενεργειακή απόδοση, την τροποποίηση των οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και την κατάργηση των οδηγιών 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 315, 14.11.2012, σελ. 1–56.

ΕΕ, 2013α. “2013/162/ΕΕ: Απόφαση της Επιτροπής, της

26^{ης} Μαρτίου 2013, για τον προσδιορισμό των ετήσιων δικαιωμάτων εκπομπής των κρατών μελών για την περίοδο 2013-2020 σύμφωνα με την απόφαση αριθ. 406/2009/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 90, 28.3.2013, σελ. 106-110.

ΕΕ, 2013β. “Απόφαση αριθ. 529/2013/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 21^{ης} Μαΐου 2013, σχετικά με λογιστικούς κανόνες για τις εκπομπές και τις απορροφήσεις αερίων θερμοκηπίου από δραστηριότητες σχετιζόμενες με τις χρήσεις γης, τις αλλαγές χρήσεων γης και τη δασοπονία και πληροφόρηση για δράσεις σχετιζόμενες με τις δραστηριότητες αυτές”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 165, 18.6.2013, σελ. 80-97.

ΕΕ, 2013γ. “Πράσινη Βίβλος. Πλαίσιο για τις πολιτικές που αφορούν το κλίμα και την ενέργεια με χρονικό ορίζοντα το έτος 2030”. COM/2013/0169.

ΕΕ, 2013δ. “Ανακοίνωση της Επιτροπής στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών: Στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή”. COM/2013/0216.

ΕΕ, 2013ε. “Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1306/2013 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 17^{ης} Δεκεμβρίου 2013, σχετικά με τη χρηματοδότηση, τη διαχείριση και την παρακολούθηση της κοινής γεωργικής πολιτικής και την κατάργηση των κανονισμών (ΕΟΚ) αριθ. 352/78, (ΕΚ) αριθ. 165/94, (ΕΚ) αριθ. 2799/98, (ΕΚ) αριθ. 814/2000, (ΕΚ) αριθ. 1290/2005 και (ΕΚ) αριθ. 485/2008 του Συμβουλίου”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 347, 20.12.2013, σελ. 549-607.

ΕΕ, 2013ζ. “Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1307/2013 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 17^{ης} Δεκεμβρίου 2013 , περί θεσπίσεως κανόνων για άμεσες ενισχύσεις στους γεωργούς βάσει καθεστώτων στήριξης στο πλαίσιο της Κοινής γεωργικής πολιτικής και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 637/2008 και του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 73/2009 του Συμβουλίου”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 347, 20.12.2013, σελ. 608-670.

ΕΕ, 2013η. “Απόφαση αριθ. 1313/2013/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 17^{ης} Δεκεμβρίου 2013 , περί μηχανισμού πολιτικής προστασίας της Ένωσης”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 347, 20.12.2013, σελ. 924-947.

ΕΕ, 2014. “Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 517/2014 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16^{ης} Απριλίου 2014, για τα φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 842/2006”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 150, 20.5.2014, σελ. 195-230.

ΕΕ, 2015. “Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή, την Επιτροπή των Περιφερειών και την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων για μια ανθεκτική Ενεργειακή Ένωση με μακρόπνοη πολιτική για την κλιματική αλλαγή”. COM/2015/080.

ΕΕ, 2017α. “Κανονισμός (ΕΕ) 2017/2400 της Επιτροπής, της 12^{ης} Δεκεμβρίου 2017, για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 595/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τον προσδιορισμό των εκπομπών CO₂

και της κατανάλωσης καυσίμου των βαρέων επαγγελματικών οχημάτων και για την τροποποίηση της οδηγίας 2007/46/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 582/2011 της Επιτροπής”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 349, 29.12.2017, σελ. 1-247.

ΕΕ, 2017β. “Κανονισμός (ΕΕ) 2017/1369 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 4ης Ιουλίου 2017, σχετικά με τον καθορισμό ενός πλαισίου για την ενεργειακή σήμανση και για την κατάργηση της οδηγίας 2010/30/ΕΕ”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 198, 28.7.2017, σελ. 1-23.

ΕΕ, 2018. “Οδηγία (ΕΕ) 2018/410 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 14^{ης} Μαρτίου 2018, για την τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/ΕΚ με σκοπό την ενίσχυση οικονομικά αποδοτικών μειώσεων των εκπομπών και την προώθηση επενδύσεων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών και της απόφασης (ΕΕ) 2015/1814”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 76, 19.3.2018, σελ. 3-27.

ΕΚ, 1994. “94/69/ΕΚ: Απόφαση του Συμβουλίου της 15^{ης} Δεκεμβρίου 1993 σχετικά με τη σύναψη της σύμβασης - πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 033, 07.02.1994, σελ. 11-12.

ΕΚ, 2000. “Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Οκτωβρίου 2000 για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 327, 22.12.2000, σελ. 1-73.

ΕΚ, 2002α. “2002/358/ΕΚ: Απόφαση του Συμβουλίου, της 25^{ης} Απριλίου 2002, για την έγκριση, εξ ονόματος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, του πρωτοκόλλου του Κίτο στο Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές και την από κοινού τήρηση των σχετικών δεσμεύσεων”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 130, 15.05.2002, σελ. 1-3.

ΕΚ, 2002β. “Σύσταση 2002/41 3/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30^{ης} Μαΐου 2002, σχετικά με την εφαρμογή στην Ευρώπη της ολοκληρωμένης διαχείρισης των παράκτιων ζωνών. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 148, 6.6.2002, σελ. 24-27.

ΕΚ, 2003. “Οδηγία 2003/87/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 13^{ης} Οκτωβρίου 2003, σχετικά με τη θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας και την τροποποίηση της οδηγίας 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 275, 25.10.2003, σελ. 32-46.

ΕΚ, 2004. “Οδηγία 2004/101/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27^{ης} Οκτωβρίου 2004 για την τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/ΕΚ σχετικά με τη θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας, όσον αφορά τους μηχανισμούς έργων του πρωτοκόλλου του Κίτο”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 338, 13.11.2004, σελ. 18-23.

ΕΚ, 2006. “Οδηγία 2006/40/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 17^{ης} Μαΐου 2006, για τις εκπομπές των συστημάτων κλιματισμού των μηχανοκίνητων οχημάτων και για την τροποποίηση της οδηγίας 70/156/ΕΟΚ του

Συμβουλίου”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 161, 14.6.2006, σελ. 12-18.

ΕΚ, 2007. “Οδηγία 2007/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23^{ης} Οκτωβρίου 2007, για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 288, 6.11.2007, σελ. 27-34.

ΕΚ, 2008. “Οδηγία 2008/101/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19^{ης} Νοεμβρίου 2008, για την τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/ΕΚ ώστε να ενταχθούν οι αεροπορικές δραστηριότητες στο σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 8, 13.1.2009, σελ.3-21.

ΕΚ, 2009α. “Οδηγία 2009/29/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23^{ης} Απριλίου 2009, για τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/ΕΚ με στόχο τη βελτίωση και την επέκταση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου της Κοινότητας”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 140, 5.6.2009, σελ. 63-87.

ΕΚ, 2009β. “Απόφαση αριθ. 406/2009/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23^{ης} Απριλίου 2009, περί των προσαθειών των κρατών μελών να μειώσουν τις οικείες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, ώστε να τηρηθούν οι δεσμεύσεις της Κοινότητας για μείωση των εκπομπών αυτών μέχρι το 2020”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 140, 5.6.2009, σελ. 136-148.

ΕΚ, 2009γ. “Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 443/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23^{ης} Απριλίου 2009, σχετικά με τα πρότυπα επιδόσεων για τις εκπομπές από τα καινούργια επιβατικά αυτοκίνητα, στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης προσέγγισης της Κοινότητας για τη μείωση των εκπομπών CO₂ από ελαφρά οχήματα”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 140, 5.6.2009, σελ. 1-15.

ΕΚ, 2009δ. “Οδηγία 2009/30/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23^{ης} Απριλίου 2009, με την οποία τροποποιείται η οδηγία 98/70/ΕΚ όσον αφορά τις προδιαγραφές για τη βενζίνη, το ντίζελ και το πετρέλαιο εσωτερικής καύσης και την καθιέρωση μηχανισμού για την παρακολούθηση και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, τροποποιείται η οδηγία 1999/32/ΕΚ του Συμβουλίου όσον αφορά την προδιαγραφή των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στα πλοία εσωτερικής ναυσιπλοΐας και καταργείται η οδηγία 93/12/ΕΟΚ”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 140, 5.6.2009, σελ. 88 - 113.

ΕΚ, 2009ε. “Οδηγία 2009/125/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 21^{ης} Οκτωβρίου 2009, για τη θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα συνδεδόμενα με την ενέργεια προϊόντα”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 285, 31.10.2009, σελ. 10-35.

ΕΚ, 2009ζ. “Οδηγία 2009/28/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23^{ης} Απριλίου 2009, σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 140, 5.6.2009, σελ. 16-62.

ΕΚ, 2009η. “Οδηγία 2009/147/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30^{ης} Νοεμβρίου 2009 περί της

διατηρήσεως των αγρίων πτηνών”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 20, 26.11.2010, σελ. 7-25.

ΕΚ, 2009θ. “Απόφαση 2009/89/ΕΚ του Συμβουλίου, της 4^{ης} Δεκεμβρίου 2008, σχετικά με την υπογραφή, εξ ονόματος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, του πρωτοκόλλου για την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών της Μεσογείου στη σύμβαση για την προστασία του θαλασσίου περιβάλλοντος και των παρακτίων περιοχών της Μεσογείου”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 34, 4.2.2009, σελ. 17-28.

ΕΜΕΚΑ (Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής), 2011. “Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα”. Αθήνα: Τράπεζα της Ελλάδας.

ΕΟΚ, 1992. “Οδηγία 92/43/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21^{ης} Μαΐου 1992 για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας”. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 206, 22.7.1992, σελ. 7-50.

Καραμάνος, Α., Βολουδάκης, Δ., 2011. “Η επίδραση της κλιματικής μεταβολής στη γεωργία και τα γεωργικά εδάφη”. Αθήνα: Τράπεζα της Ελλάδας.

Νάσσης, Α., Καρμίρης, Η., Σαρτζετάκης, Ε., Νάσσης, Σ., 2011. “Οικονομικές και φυσικές επιπτώσεις της κλιματικής μεταβολής στα δάση και στα οικοσυστήματα της Ελλάδας”. Αθήνα: Τράπεζα της Ελλάδας.

Παπανικολάου, Μ., Παπανικολάου, Δ., Βασιλάκης, Ε., 2001. “Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής - Μεταβολές της στάθμης της θάλασσας και επιπτώσεις στις ακτές”. Αθήνα: Τράπεζα της Ελλάδας.

Παπουτσόγλου, Σ., 2011. “Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής - Πιθανές επιπτώσεις των κλιματικών μεταβολών στην αλιεία και στις υδατοκαλλιέργειες της Ελλάδος”. Αθήνα: Τράπεζα της Ελλάδας.

Σαρτζετάκης, Ε., Καρατζόγλου Β., 2011. “Οικονομικές και φυσικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον κλάδο του τουρισμού”. Αθήνα: Τράπεζα της Ελλάδας.

Σκούρτος, Μ. Σ., Μαχλέρας, Α., Κοντογιάννη, Α., 2011α. “Η οικονομική αποτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής μεταβολής στη γεωργία και τα γεωργικά εδάφη”. Αθήνα: Τράπεζα της Ελλάδας.

Σκούρτος, Μ. Σ., Μαχλέρας, Α., Κοντογιάννη, Α., 2011β. “Η οικονομική αποτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα υδάτινα αποθέματα”. Αθήνα: Τράπεζα της Ελλάδας.

Στουρνάρας, Γ., Νάστος, Π., Γιόζας, Γ., Ευελπίδου, Ν., Βασιλάκης, Ε., Παρτσινέβελου, Σ.Α., Ηλιόπουλος, Β., 2011. “Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα επιφανειακά και υπόγεια υδατικά σώματα του ελλαδικού χώρου”. Αθήνα: Τράπεζα της Ελλάδας.

ΥΠΕΝ, 2016. “Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή”. Αθήνα: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Alcamo, J., Moreno, J.M., Novaky, B., Bindi, M., Corobov, R., Devoy, R.J.N., Giannakopoulos, C., Martin, E., Olesen, J.E. Shvidenko, A., 2007. “Europe. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability”, in: Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds.), Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (σελ. 541-580). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Cannon, S.H., Gartner, J.E., 2005. “Wildfire-related debris flow from a hazards perspective”, in Jakob, M. and O. Hungr (eds.), Debris flow Hazards and Related Phenomena (σελ. 363-385). Berlin-Heidelberg: Springer.

EC, 2009. “Guidance Document no. 24: River Basin Management in a changing climate”, in: Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive, Technical Report - 2009 - 040.

EC, 2011. “Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050”. COM/2011/0112.

EC, 2013α. “EU Guidelines on climate change and Natura 2000”. Technical Report - 2013 - 068.

EC, 2013β. “Commission Staff Working Document: Adapting infrastructure to climate change. Accompanying the document: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: An EU Strategy on adaptation to climate change”. SWD/2013/137.

EC, 2013γ. “Commission Staff Working Document: Adaptation to climate change impacts on human, animal and plant health. Accompanying the document: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: An EU Strategy on adaptation to climate change”. SWD/2013/136.

EC, 2014. “Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030”. COM/2014/015.

EC, 2016α. “Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 for a resilient Energy Union and to meet commitments under the Paris Agreement and amending Regulation No 525/2013 of the European Parliament and the Council on a mechanism for monitoring and reporting greenhouse gas emissions and other information relevant to climate change”. COM/2016/0482.

EC, 2016β. “Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources”. COM/2016/0767.

EC, 2016γ. “Commission staff working document impact assessment accompanying the document Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources”. SWD/2016/0418.

EC, 2016δ. “Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2012/27/EU on energy efficiency”. COM/2016/0761.

EEA, 2016. “Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report”. Report No 1/2017. Copenhagen: European Environment Agency.

Good, P., Moriondo, M., Giannakopoulos, C., Bindi, M., 2008. “The meteorological conditions associated with extreme fire risk in Italy and Greece: Relevance to climate model studies”. International Journal of Wildland Fire, 17, σελ. 155-165.

MEEN, 2018. “7th National communication and 3rd biennial report under the United Nations Framework Convention on Climate Change”. Athens: Ministry of Environment and Energy.

Kirtman, B., Power, S., Adedoyin, J. A., Boer, G. J., Bojariu, R., Camilloni, I., et al., 2013. “Near-term climate change: Projections and predictability”, in: Stocker, T. F., D. Qin., G.-K. Plattner et al. (eds.), Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge New York: Cambridge University Press.

Kundzewicz, Z.W., Mata, L. J., Arnell, N.W., Döll, P., Kabat, P., Jiménez, B., Miller, K.A., Oki, T., Sen, Z., Shiklomanov, I.A., 2007. “Freshwater resources and their management. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability”, in M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, (eds.), Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (σελ. 173-210). Cambridge, UK Cambridge University Press.

Lehner, B., Döll P., Alcamo J., Henrichs H., Kaspar F., 2006. “Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: a continental, integrated analysis”. Climatic Change, 75, σελ. 273-299.

Lelieveld, J., Hadjinicolaou, P., Kostopoulou, E., Chenoweth, J., Giannakopoulos, C., Hannides, C., Lange, M.A., El Maayar, M., Tanarthe, M., Tyrllis, E., Xoplaki, E., 2012. “Climate change and impacts in the eastern Mediterranean and the Middle East”. Climate Change, 114, σελ. 667-687.

Lelieveld, J., Hadjinicolaou, P., Kostopoulou, E., Giannakopoulos, C., Pozzer, A., Tanarhte, M., Tyrllis, E., 2014. “Model projected heat extremes and air pollution in the eastern Mediterranean and Middle East in the twenty-first century”. Regional Environmental Change, 14, σελ. 1937-1949.

Masterton, J.M., Richardson, F.A., 1979. “Humidex. A method of quantifying human discomfort due to excessive heat and humidity”, Downsview, Ontario, Canada, AES, Environment Canada, CLI 1-79.

MEEN, 2018. “7th National communication and 3rd biennial report under the United Nations Framework Convention on Climate Change”. Ministry of Environment and Energy, Athens.

Nakićenović, N., Alcamo, J., Davis, G., de Vries, B., Fenhann, J., Gaffin, S., et al., 2000. “IPCC special report on emissions scenarios”. Cambridge UK: Cambridge University Press.

Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P. and Co-authors, 2007. “Technical Summary. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability”, in: M.L. Parry, O.F. Canziani,

J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds.), Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (σελ. 23-78). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

UNFCCC, 2017. National total and sectoral emissions officially reported to UNFCCC. http://di.unfccc.int/detailed_data_by_party