



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και
Περιφερειακής Ανάπτυξης

Στα Πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών:
Χωρική Ανάλυση και Διαχείριση Περιβάλλοντος

ΘΕΜΑ:

Δάση και Κλιματική Αλλαγή: περιορισμός και προσαρμογή

Επιμέλεια: Βασιλική Λεονταράκη

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Όλγα Χριστοπούλου

Βόλος, Σεπτέμβριος 2017

Ευχαριστίες

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω για τη βοήθειά της την κυρία Όλγα Χριστοπούλου (καθηγήτρια στο Τ.Μ.Χ.Π.Π.Α.) για τη σωστή καθοδήγησή της κατά τη διάρκεια της συγγραφής της και για το θέμα που μου ανέθεσε καθώς και την οικογένειά μου για τη στήριξή τους σε αυτή μου την προσπάθεια.

Περίληψη

Το δάσος ως οικοσύστημα είναι πηγή ζωής για τον άνθρωπο και η συμβολή του στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής είναι αποδεδειγμένα σημαντική, καθώς δεσμεύει και αποθηκεύει ατμοσφαιρικό άνθρακα και αποτελεί ανανεώσιμη πηγή παραγωγής ενέργειας. Η κλιματική αλλαγή αποτελεί τη σύγχρονη απειλή για το περιβάλλον έχοντας σημαντικές επιπτώσεις στο δασικό οικοσύστημα. Τα κράτη και κατ' επέκταση η διεθνής κοινότητα έχουν ασχοληθεί νομοθετώντας μέτρα και δράσεις ώστε να διατηρηθούν τα δασικά οικοσυστήματα ανέπαφα από την κλιματική αλλαγή. Έχουν θέσει στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από ανθρώπινες δραστηριότητες για την αντιμετώπιση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής τονίζοντας το πόσο σημαντική είναι η βοήθεια των δασικών οικοσυστημάτων σε αυτό. Στην εργασία αυτή αναλύεται το δάσος ως οικοσύστημα, οι λειτουργίες του και τι έχει γίνει σε διεθνές επίπεδο για την προστασία του. Επίσης, εξηγείται τι είναι κλιματική αλλαγή, τα αίτιά της, ποιες είναι οι διεθνείς συμβάσεις και πρωτόκολλα που υπογράφηκαν για τον περιορισμό των αερίων του θερμοκηπίου και ο ρόλος των δασών στον περιορισμό της. Ακολουθούν οι φυσικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα δασικά οικοσυστήματα, οι οικονομικές επιπτώσεις από την καταστροφή τους και προτείνονται δράσεις για τον περιορισμό των επιπτώσεων της στα δάση.

Λέξεις κλειδιά: Δάσος, Κλιματική Αλλαγή, Διαχείριση Δασών, Περιορισμός, Προσαρμογή

SUMMARY

The forest as an ecosystem is a source of life for the man and its contribution to the moderation of the consequences of the climate change has been proved significant, as it absorbs and stores the atmospheric carbon and constitutes renewable source of the production of the energy. The climate change constitutes the contemporary threat for the environment having significant consequences for the forest ecosystem. The nations and generally the national community have dealt with it, legislating metres and actions so that the forest ecosystems could remain unimpaired from the climate change. Their target is the reduction of the emissions of the greenhouses gases which are caused by human actions in order to deal with the phenomenon of climate change pointing out how important the help of the forest ecosystems to this is. In this project the forest as an ecosystem, its functions and all the actions which have been made internationally for its protection are going to be analyzed. Furthermore, it is going to be analyzed what climate change is, its causes and what the national contracts and protocols, which were signed for the limitation of the greenhouses gases and the function of the forests to the reduction of the climate change, are. Moreover, natural consequences of the climate change to the forest ecosystems, economical consequences from their destructions and actions for the limitation of its consequences to the forests are suggested.

Key words: Forest, Climate Change, Forest Management, Limitation, Adjustment

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
2. ΔΑΣΗ – ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ	6
2.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΔΑΣΟΣ ΚΑΙ ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ	6
2.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ	10
2.3. ΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΠΟΥ ΑΠΕΙΛΟΥΝ ΤΟ ΔΑΣΟΣ	14
2.4. ΔΑΣΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ	15
3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ	19
3.1. ΑΙΤΙΕΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ	20
3.1.1. <i>ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ</i>	<i>20</i>
3.1.2. <i>Η ΤΡΥΠΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ</i>	<i>27</i>
3.1.3. <i>Η ΑΛΟΓΙΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ</i>	<i>29</i>
3.1.4. <i>Η ΜΟΛΥΝΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ</i>	<i>30</i>
3.2. ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΓΙΑ ΤΟΝ	
ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ	30
3.2.1. <i>ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ</i>	<i>30</i>
3.2.2. <i>ΣΥΜΒΑΣΗ ΤΗΣ ΒΙΕΝΝΗΣ - ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΜΟΝΤΡΕΑΛ</i>	<i>31</i>
3.2.3. <i>ΥΠΟΥΡΓΙΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ</i>	
<i>ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΟ ΝΟΡΝΤΒΕΙΚ</i>	<i>33</i>
3.2.4. <i>ΔΙΑΣΚΕΨΗ ΤΟΥ ΡΙΟ ΝΤΕ ΤΖΑΝΕΙΡΟ</i>	<i>33</i>
3.2.5. <i>ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ</i>	<i>34</i>
3.2.6. <i>ΔΙΑΣΚΕΨΗ ΤΟΥ ΠΑΡΙΣΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ</i>	<i>37</i>

4. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΑ ΔΑΣΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	39
4.1. ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	41
4.1.1. ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ.....	41
4.1.2. ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	43
4.1.3. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ.....	44
4.1.4. ΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ - ΕΙΣΒΟΛΕΙΣ.....	48
4.1.5. Η ΥΔΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ	50
4.1.6. ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ	51
4.1.7. ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ.....	54
4.1.8. ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ	55
4.2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	57
5. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ	60
6. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΑΣΩΝ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ.....	65
6.1. ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ	66
6.2. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ	69
6.3. ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	70
6.4. ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	70
6.5. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ	70
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	79
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	82

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα από το 1975 μέχρι το 2015.....	24
Διάγραμμα 2: Η μεταβολή στη συγκέντρωση των χλωροφθορανθράκων	25
Διάγραμμα 3: Η μεταβολή στη συγκέντρωση του μεθανίου	26
Διάγραμμα 4: Η μεταβολή στη συγκέντρωση του υποξειδίου του αζώτου	27

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Σχηματική απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου	21
Εικόνα 2: Σχηματική αναπαράσταση μείωσης επίδρασης έντονων καιρικών φαινομένων από τα δάση	63

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΩΝ

°C	Βαθμός Κελσίου
CBD	Convention on Biological Diversity
CFC's	ChloroFluoroCarbons (χλωροφθοράνθρακες)
CH ₄	Μεθάνιο
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora
CMP	Σύνοδος των Μερών του Πρωτοκόλλου του Κιότο
CO ₂	Διοξείδιο του άνθρακα
COP	Conference of the Parties
EE	Ευρωπαϊκή Ένωση
εκ.	Εκατοστό
εκατ.	Εκατομμύρια
εκτ.	Εκτάρια
GHG	Greenhouse Gases (αέρια του θερμοκηπίου)
Gt	Giga Tone
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
INDC	Intended Nationally Determined Contributions
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ITTO	International Tropical Timber Organisation
κ.α.	Και άλλα
κ.λπ.	Και τα λοιπά
MCPFE	Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe
MCPFE	Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe
mm	Milimetre (χιλιοστό)
N.	Νόμος
N.A. Ασία	Νοτιοανατολική Ασία
N ₂ O	Υποξείδιο του αζώτου
O ₃	Όζον
OHE	Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών
π.χ.	Παραδείγματος χάριν
ppm	Parts per million (μέρη στο εκατομμύριο)
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNFF	United Nations Forum on Forests
UNFF	United Nations Forum on Forests
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδας Κυβέρνησης
χλγρ.	Χιλιογραμμάρια
χλμ.	Χιλιόμετρα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα δάση είναι ένας σημαντικός πνεύμονας οξυγόνου. Είναι ένα οικοσύστημα που χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλία πανίδας και χλωρίδας, ιδιαίτερα τα τροπικά δάση. Επίσης, λειτουργεί ως καταβόθρα διοξειδίου του άνθρακα και ως φίλτρο αέριων ρύπων. Αυτά τα χαρακτηριστικά του και πολλά άλλα το βοήθησαν να επιβιώσει ανά τους αιώνες αφού τα δασικά οικοσυστήματα έχουν περάσει κατά το παρελθόν πολυάριθμες μεταβολές στο κλίμα, ανταποκρινόμενα με διάφορους τρόπους σε αυτές. Τα δάση κατάφεραν κυρίως με την προσαρμοστικότητα των ειδών που ζουν σε αυτά να αποτελέσουν χώρο μεγάλης βιοποικιλότητας.

Η κλιματική αλλαγή οφείλεται κυρίως στον εγκλωβισμό μεγαλύτερου μέρους της ηλιακής ενέργειας από ότι είναι αναγκαίο στην επιφάνεια του πλανήτη εξαιτίας των αερίων του θερμοκηπίου που εμποδίζουν μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας να διαφύγει στο διάστημα ανακλώντας την πίσω στην επιφάνεια διαμορφώνοντας έτσι τη θερμοκρασία της Γης. Η αύξηση των αερίων αυτών οφείλεται σε ένα συνδυασμό από φυσικούς και ανθρώπινους παράγοντες και προκαλεί πολλά ακραία φαινόμενα. Η σημερινή κλιματική αλλαγή διαφέρει από τις παλαιότερες λόγω της αύξησης της έντασης και της συχνότητας των φαινομένων που προκαλεί μέσα σε μικρό σχετικά χρονικό διάστημα καθιστώντας δυσκολότερη την προσαρμογή των διαφόρων οικοσυστημάτων σε αυτήν. Αναμένεται να υπάρξουν μεγάλες απώλειες στην προσπάθεια προσαρμογής των δασών σε αυτήν αν δεν παρθούν τα κατάλληλα μέτρα από τους ανθρώπους αντί να αφεθούν στη μοίρα τους.

Σκοπός της εργασίας είναι να παρουσιάσει τα αίτια της κλιματικής αλλαγής, τη σχέση κλιματικής αλλαγής και δάσους, να προτείνει μέτρα και δράσεις για τη μείωση της κλιματικής αλλαγής και για την προσαρμογή των δασών σε αυτήν με τον περιορισμό των επιπτώσεων της. Τονίζουμε τη σημασία που έχουν τα δάση στη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, κατά πόσο επηρεάζει η κλιματική αλλαγή τα δασικά οικοσυστήματα και τι προσπάθειες έχει κάνει η διεθνής κοινότητα προς την κατεύθυνση της προστασίας και διατήρησης των δασικών οικοσυστημάτων και τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής.

2. ΔΑΣΗ – ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ

2.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΔΑΣΟΣ ΚΑΙ ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ



Δάσος είναι ένα σύνολο διάφορων φυτών, δέντρων και ζώων που αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους, με το έδαφος και το κλίμα που επικρατεί στην περιοχή δημιουργώντας ένα ιδιαίτερο περιβάλλον με ξεχωριστά χαρακτηριστικά δεδομένα, <το δασογενές περιβάλλον>. Όλες οι εκτάσεις που

καλύπτονται από φυσική βλάστηση λέγονται δασικές εκτάσεις, ανεξάρτητα από το αν κυριαρχούν δέντρα, θάμνοι ή φρύγανα, τα οποία μαζί με τα ζώα της περιοχής αλληλοεπιδρούν δημιουργώντας βιοκοινότητες με δική τους ζωή και λειτουργίες, τις δασοβιοκοινότητες. Οι δασικές εκτάσεις διαφέρουν από το δάσος γιατί κατά κανόνα το δασογενές περιβάλλον είναι υποβαθμισμένο εν μέρη από ανθρώπινες ενέργειες, όμως τα κοινωνικά κ.α. οφέλη τους έχουν ίδια οικολογική αξία με του δάσους. (Σμύρης, 2012)

Τα δάση είναι κοινωνικό αγαθό, είναι ένας φυσικός ανανεώσιμος πόρος πολλαπλών χρήσεων που καλύπτουν περίπου το ένα τρίτο του πλανήτη και διαδραματίζουν βασικό ρόλο τόσο στην παγκόσμια όσο και στις εθνικές οικονομίες. Πάνω από το 80% των ζώων, φυτών και εντόμων στη γη ζουν στα δάση, ενώ προσφέρουν καταφύγιο, θέσεις εργασίας, οικονομική ασφάλεια και προστασία από ακραία καιρικά φαινόμενα στις παραδασόβιες κοινωνίες. Διαδραματίζουν, επίσης, σημαντικό ρόλο στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής συμβάλλοντας στην ισορροπία του οξυγόνου, του CO₂, την υγρασία του αέρα και την προστασία των λεκανών απορροής που παρέχουν το 75% του γλυκού νερού στη Γη. Η ρύθμιση του κύκλου του νερού, η διατήρηση γενετικού υλικού, η διατήρηση της άγριας χλωρίδας και πανίδας και η χρήση για αναψυχή είναι κάποιες επιπλέον ωφέλειες από την ύπαρξη των δασών. (Ινστιτούτο Εργασίας /ΓΣΕΕ Περιφέρειας Ηπείρου, 2000)

Δυστυχώς τα τελευταία χρόνια, η παγκόσμια αποδάσωση έχει εξαπλωθεί σε ανησυχητικό βαθμό. Κάθε χρόνο 13 εκατομμύρια εκτάρια δάσους εξαφανίζονται από την επιφάνεια της Γης. Η αποψίλωση των δασών ευθύνεται για το 12% έως 20% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που συμβάλλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη. (Hiking Experience, 2015)

Η δομή του οικοσυστήματος του δάσους χαρακτηρίζεται από δύο βασικά και προσδιοριστικά στοιχεία:

1) Τους αβιοτικούς παράγοντες, ένα σύνολο μη ζωντανών φυσικών ή χημικών περιβαλλοντικών παραγόντων που συνίσταται από: το έδαφος, το νερό, το κλίμα (ηλιακή ακτινοβολία, φως, θερμοκρασία, υγρασία, άνεμος κ.α.), ανόργανα στοιχεία και ενώσεις (οξυγόνο, άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα κ.α.), οργανικές ενώσεις (πρωτεΐνες, υδατάνθρακες κ.α.).

2) Τους βιοτικούς παράγοντες, το σύνολο δηλαδή των ζωντανών οργανισμών που με τη σειρά τους διακρίνονται σε:

α) Κοινότητα των φυτών, όπου κυριαρχούν ανώτερα είδη φυτών (δέντρα, θάμνοι, ποώδη φυτά), οι λεγόμενοι παραγωγοί.

β) Κοινότητα των ζώων, που αποτελείται από το σύνολο των ζωικών οργανισμών που απαντώνται στην περιοχή (φυτοφάγοι και σαρκοφάγοι), οι λεγόμενοι καταναλωτές.

γ) Κοινότητα των μικροοργανισμών ή αποικοδομητών που αποτελείται από ετερότροφους οργανισμούς, κυρίως βακτήρια και μύκητες που διασπούν τη νεκρή οργανική ύλη και τη μετατρέπουν σε ανόργανα μόρια, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν πάλι από τους παραγωγούς.

Οι αβιοτικοί και οι βιοτικοί παράγοντες βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση, με αδιάκοπη μεταφορά ενέργειας μεταξύ των δύο συνόλων, αλλά και στο εσωτερικό τους. Το δάσος είναι ένα από τα πολυπλοκότερα συστήματα που απαντώνται στη φύση και αντιπροσωπεύει το είδος του χερσαίου οικοσυστήματος με τη μεγαλύτερη κατανομή στον πλανήτη (καλύπτει το 32% της γήινης επιφάνειας).

Η ισορροπία του δασικού οικοσυστήματος διαταράσσεται από δύο παράγοντες, τους φυσικούς και τους ανθρωπογενείς. Αν οι διαταραχές πραγματοποιούνται σε μεγάλο χρονικό διάστημα, όπως είναι κατά κύριο λόγο οι φυσικές, το δάσος έχει τη δυνατότητα να προσαρμοστεί σε αυτές έχοντας όσο το δυνατόν λιγότερες απώλειες καθώς η ίδια η

φύση διαθέτει αυτορυθμιστικούς μηχανισμούς. Αν οι διαταραχές είναι έντονες και γίνονται σε σύντομο χρονικό διάστημα, όπως είναι κυρίως αυτές που προκαλούνται από τις ανθρώπινες επεμβάσεις μπορούν να οδηγήσουν σε υποβάθμιση του οικοσυστήματος έως και στην πλήρη κατάρρευσή του.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι δασών, οι οποίοι έχουν διαμορφωθεί στο πέρασμα των αιώνων από συγκεκριμένους παράγοντες που είναι το κλίμα (θερμοκρασία, βροχοπτώσεις κ.α.) και ο τύπος του εδάφους. Επειδή αυτοί μεταβάλλονται από τόπο σε τόπο γι' αυτό και τα είδη της δασικής βλάστησης παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία. Τα είδη δασών που κατάφεραν να κυριαρχήσουν στις διάφορες γεωγραφικές ζώνες είναι (Σμύρης, 2012):

- Στην υποαρκτική ζώνη συναντάμε δάση κωνοφόρων (τάιγκα).
- Στην εύκρατη ζώνη συναντάμε δάση φυλλοβόλων.
- Στην τροπική ζώνη βρίσκουμε υγρά τροπικά δάση και δάση φυλλοβόλων.

Κωνοφόρα δάση - Τάιγκα

☞ Δάση ψυχρόβιων κωνοφόρων

Στην υποαρκτική ζώνη επιβιώνουν τα κωνοφόρα δάση ή τάιγκα που αναπτύσσονται κοντά μεταξύ τους για να προστατευτούν από το κρύο και τον αέρα. Είναι χαμηλότερα στο ύψος από τους συγγενείς τους στις εύκρατες περιοχές και απλώνονται σε συνέχεια της αρκτικής τούνδρας, στα βόρεια της Σκανδιναβίας, του Καναδά και της Σιβηρίας 1.200 χλμ. περίπου νότια του αρκτικού κύκλου. Τα φυτικά είδη που κυριαρχούν είναι το πεύκο, το έλατο, η ερυθρελάτη και η σημύδα, εξαιτίας της μεγαλύτερης αντοχής τους στο κρύο. Τα κωνοφόρα είναι γυμνόσπερμα, με τους σπόρους προστατευμένους σε κώνους. Όλα τα κωνοφόρα έχουν ξυλώδη κορμό, με τα περισσότερα να είναι δέντρα, ενώ λίγα είναι θάμνοι. Τα δάση αυτά για να επιβιώσουν χρειάζονται θερμοκρασίες υψηλότερες των 10°C τους καλοκαιρινούς μήνες και θρεπτικά συστατικά από το έδαφος, το οποίο, όμως, επειδή είναι φτωχό ένα παχύ στρώμα βελονοτάπητα που σχηματίζεται και βρίσκεται σε μερική αποσύνθεση το καθιστά όξινο αποτρέποντας άλλα φυτά να αναπτυχθούν με εξαίρεση ελάχιστα είδη θάμνων, ώστε να μην χάνονται θρεπτικά συστατικά από το έδαφος. Στη τάιγκα υπάρχουν επίσης κάποια μικρά πλατύφυλλα φυλλοβόλα δέντρα, όπως σημύδα, ιτιές και λεύκες, ως επί το πλείστον σε περιοχές μακριά από το ακραίο κρύο του χειμώνα. Τα πολύ νοτιότερα τμήματα της τάιγκα μπορεί να έχουν

δέντρα όπως δρύες, σφενδάμια, φτελίες και φίλυρα διάσπαρτα ανάμεσα στα κωνοφόρα, όπως και πολλά είδη μούρων.

Εύκρατα δάση φυλλοβόλων

Σε ένα μεγάλο μέρος της Ευρώπης, στην ανατολική Βόρεια Αμερική, στην ανατολική Ασία και σε τμήματα της Αυστραλίας, όπου υπάρχουν ήπιες θερμοκρασίες και υψηλή βροχόπτωση σχεδόν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους απαντώνται τα εύκρατα φυλλοβόλα δάση. Στα δάση αυτά κυριαρχούν η βελανιδιά, η καρυδιά, η οξιά, το σφεντάμι και η λεύκα. Επιτρέπουν τη διείσδυση του ηλιακού φωτός μέχρι το έδαφος με αποτέλεσμα την ύπαρξη αρκετών ειδών (χαμηλότερα δέντρα, θάμνοι, πόες) στον υπόροφο. Σκίουροι, αρκούδες, ελάφια, αλεπούδες, λύκοι, αλλά και πολλά είδη ψαριών, πουλιών, μανιταριών και εντόμων ζουν στα δάση αυτά, όπου εμφανίζονται τα μεγαλύτερα και γηραιότερα δέντρα του κόσμου. Τα ώριμα φυλλοβόλα δάση της εύκρατης ζώνης συνήθως έχουν απλή δομή και λίγα είδη δέντρων.

Τροπικά δάση

☞ Υγρά τροπικά δάση

Τα τροπικά δάση εκτείνονται σε περιοχές χαμηλών υψομέτρων κοντά στον ισημερινό, όπου το ύψος των ετήσιων βροχοπτώσεων υπερβαίνει τα 2.000 mm και επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες με πολύ μικρές διακυμάνσεις στη διάρκεια της ημέρας. Τα υγρά τροπικά δάση βρίσκονται κυρίως στη νότια και κεντρική Αμερική, στην Αφρική, στη Μαδαγασκάρη και στη Ν.Α. Ασία. Καταλαμβάνουν το 3,7% της επιφάνειας της γης και φιλοξενούν το 50% - 90% του συνόλου των ειδών του πλανήτη μας. Απαρτίζονται από πλατύφυλλα αειθαλή δέντρα, επίφυτα (φυτά που προσκολλώνται στα δέντρα), θάμνους και πόες. Τα ίδια τα δέντρα και φυτά αποτελούν κατοικία για πλήθος πουλιών, εντόμων, δενδρόβιων θηλαστικών και άλλων ζώων η ποικιλότητα των οποίων μπορεί να υπερβαίνει ακόμα και εκείνη των φυτών. Τα εδάφη των δασών αυτών είναι ιδιαίτερα φτωχά σε θρεπτικά, όμως, εξαιτίας της ταχύτατης αποικοδόμησης της νεκρής οργανικής ύλης γίνεται συσσώρευση των θρεπτικών συστατικών της στη βιομάζα των οργανισμών που ζουν σ' αυτό. (Μελιάδου, 2000)

☞ Τροπικά φυλλοβόλα δάση

Λίγο μακρύτερα από τον Ισημερινό, μεταξύ των υγρών τροπικών δασών και της τροπικής σαβάνας, βρίσκονται τα τροπικά φυλλοβόλα δάση που είναι ζεστά σε όλη τη διάρκεια του έτους και το μεγαλύτερο μέρος των βροχοπτώσεών τους σημειώνεται στη

διάρκεια της υγρής περιόδου των μουσώνων που ακολουθείται από εποχή παρατεταμένης ξηρασίας. Τα τροπικά φυλλοβόλα δάση έχουν μικρότερο ανώροφο και είναι λιγότερο σύνθετα απ' ό,τι τα βροχερά τροπικά δάση.

Η εντυπωσιακή αφθονία των ειδών που χαρακτηρίζει τα τροπικά δάση, η έντονη <συμμετοχή> τους στον κύκλο του νερού και άρα στη ρύθμιση του παγκόσμιου κλίματος και ο ταχύς ρυθμός αποψίλωσης, εντείνουν την ανάγκη εφαρμογής αειφορικών πρακτικών διαχείρισης και προστασίας.

Τα δασικά οικοσυστήματα μπορούμε, επίσης, να τα διακρίνουμε (Ντάφης, 1986):

- α) σε φυσικά σταθερά οικοσυστήματα τα οποία είναι ανεπηρέαστα από τον άνθρωπο, π.χ. τα παρθένα δάση,
- β) σε φυσικά συμβιβαστικά οικοσυστήματα, δηλαδή τα φυσικά οικοσυστήματα που διαχειρίζεται ο άνθρωπος, και
- γ) στα μετασταθιά δασικά οικοσυστήματα, που προέρχονται από αναδασώσεις υποβαθμισμένων και χαμηλής παραγωγικότητας οικοσυστημάτων.

2.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ

Ο άνθρωπος, από τη στιγμή της εμφάνισής του, αναπτύσσει στενές σχέσεις με το δάσος και το χρησιμοποιεί ως χώρο κατοικίας, λατρείας και αναζήτησης τροφής. Αργότερα το ξύλο αποτέλεσε βασικό υλικό για τη θέρμανση, τη μαγειρική, τις οικοδομικές κατασκευές και άλλα προϊόντα. Το ξύλο το έβρισκαν κυρίως στο δάσος, όπως και άλλα προϊόντα (ρητίνη, βοσκίσιμη ύλη, μανιτάρια κ.λπ.), και γι' αυτό το δάσος είχε κυρίως οικονομική σημασία. Μέχρι σήμερα, σύμφωνα με τους Vang Rasmussen et al. (2017), <τα δάση υποστηρίζουν τα μέσα διαβίωσης ενός τεράστιου αριθμού ανθρώπων μέσω της χρήσης των προϊόντων διατροφής, όπως τα τρόφιμα, οι ζωοτροφές και τα φαρμακευτικά φυτά, έσοδα που προέρχονται από την πώληση προϊόντων και πιο έμμεσα οικολογικά οφέλη, όπως η συμβολή των δασών και των δέντρων στη γεωργική παραγωγικότητα. Είναι ευρέως αποδεκτό ότι αυτές οι συνεισφορές μπορούν να είναι υψίστης σημασίας για τα τοπικά μέσα διαβίωσης>.

Η μεγάλη κατανάλωση ξύλου (καυσόξυλα, αγροτικά εργαλεία, όπλα, πλοία, σπίτια, έπιπλα κ.λπ.) σε συνδυασμό με τις εκχερσώσεις για τη δημιουργία αγροτικών εκτάσεων,

τη βόσκηση και τις δασικές πυρκαγιές προκάλεσαν εκτεταμένες καταστροφές στα δάση. Σήμερα γνωρίζουμε ότι το δάσος, εκτός από ξύλο και άλλα προϊόντα, εξυπηρετεί σειρά σκοπών και ασκεί λειτουργίες και κοινωφελείς επιδράσεις, με συνέπεια, η παραγωγή ξύλου να έρχεται πλέον σε δεύτερη μοίρα. (Κόντου, 2015)

Τις τελευταίες δεκαετίες οι λειτουργίες και τα οφέλη του δάσους, όπως η διατήρηση της βιοποικιλότητας, η προστασία του εδάφους από τη διάβρωση, η μείωση των πλημμυρικών φαινομένων με τη ρύθμιση της απορροής, η βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου νερού, η αντιανεμική προστασία, η προστασία από τους θορύβους, η βελτίωση του κλίματος και της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα, η συμβολή του ως χώρος αναψυχής, αισθητικής απόλαυσης και στην ανθρώπινη υγεία κ.λπ., έχουν αποκτήσει μεγαλύτερη αξία και οδήγησαν σε νέες πρακτικές διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων. (Ομάδα Εργασίας του Έργου LIFE+ AdaptFor, 2014)

Το δάσος ως πηγή πρώτων υλών

Η κοινωνία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το δάσος, γιατί αποτελεί σημαντική πηγή για πολλά προϊόντα, από τα οποία το κυριότερο είναι το ξύλο που ένα μέρος του είναι για χρήση οικοδομική, ναυπηγική, για την κατασκευή επίπλων, εργαλείων, παιχνιδιών κ.λπ., και ένα μέρος του (κυρίως κατώτερης ποιότητας) χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη, για την κατασκευή χαρτιού και χαρτονιού, τεχνητών σανίδων και βιομηχανικών χημικών προϊόντων. Τα υπόλοιπα είναι άλλα προϊόντα που εκμεταλλεύεται, επίσης, ο άνθρωπος, όπως καρποί (αγριοφράουλες, βατόμουρα, σμέουρα, κράνα, μύρτιλλα κ.λπ.), φυτά με θεραπευτικές ιδιότητες (φασκομηλιά, δίκταμο κ.λπ.), αρωματικά φυτά (δάφνη, ρίγανη, θυμάρι κ.λπ.), μελισσοτροφικά φυτά που είναι απαραίτητα για την παραγωγή μελιού, διάφορα εκκρίματα (ρετσίνι/ρητίνη, μαστίχα Χίου κ.λπ.), μανιτάρια, θηράματα, βοσκήσιμη ύλη κ.λπ. (Ομάδα Εργασίας του Έργου LIFE+ AdaptFor, 2014)

Διατήρηση και προστασία της βιοποικιλότητας

Η δασική χλωρίδα και πανίδα συνθέτουν τη βιοδασοκοινότητα. Το έδαφος, τα φυτά και τα δέντρα σε ένα δάσος παρέχουν κατάλληλες συνθήκες για την προστασία, διατροφή και διατήρηση πολλών ζωικών οργανισμών και δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για τη διατήρηση διαφόρων φυτικών ειδών. Δέντρα, θάμνοι, γρασίδι, πόες, βρύα, λειχήνες, μανιτάρια (μύκητες), θηλαστικά, πουλιά, αμφίβια, ερπετά, έντομα, σκουλήκια, βακτήρια και πρωτόζωα, συνθέτουν το δασικό οικοσύστημα. Ανάμεσα σε όλα αυτά έχουν σχηματιστεί σχέσεις αλληλεξάρτησης. Είδη από αυτά θα μπορούσαν να έχουν

εξαφανιστεί αν δεν υπήρχε το δάσος, το οποίο λειτουργεί και ως τράπεζα γονιδίων φυτών και ζώων, απαραίτητων για μια τυχόν γενετική βελτίωση. Τα 2/3 από τις περίπου 200 περιοχές που έχουν οριστεί ως αξιοσημείωτα παραδείγματα της βιοποικιλότητας των οικοσυστημάτων του πλανήτη (Olson and Dinerstein, 1998), είναι δασικές. Είναι γνωστό ότι τα τροπικά δάση έχουν τη μεγαλύτερη βιοποικιλότητα ανά τετραγωνικό μέτρο από οποιοδήποτε άλλο σύστημα σε όλο τον πλανήτη. (Ομάδα Εργασίας του Έργου LIFE+ AdaptFor, 2014)

Δάση και νερό

Τα φυλλώματα των δέντρων του δάσους συγκρατούν το νερό της βροχής και μειώνουν την ένταση πτώσης του νερού στο έδαφος ελαχιστοποιώντας τα φαινόμενα διάβρωσης. Σύμφωνα με μελέτες, το δάσος συγκρατεί το 95% της βροχής και επιτρέπει μόνο στο 5% να κυλήσει στο έδαφος καθώς σημαντικό μέρος του νερού της βροχής δεν φθάνει ποτέ στο έδαφος, αλλά εξατμίζεται απευθείας στην ατμόσφαιρα. Το δάσος, επίσης, βελτιώνει ποσοτικά και ποιοτικά το υπόγειο νερό, αφού με τη βοήθεια της βλάστησης και του πορώδους εδάφους η μεγαλύτερη ποσότητα βροχής απορροφάται από το έδαφος και φιλτράρεται, με αποτέλεσμα το νερό που <παράγεται> στο δάσος να είναι οργανοληπτικά, χημικά και μικροβιολογικά το καλύτερο. Επιπλέον, το δασικό έδαφος έχει την ικανότητα να κατακρατεί νερό την περίοδο των βροχών και να το απελευθερώνει την περίοδο της ανομβρίας διατηρώντας σταθερή την παροχή των πηγών. (Ομάδα Εργασίας του Έργου LIFE+ AdaptFor, 2014)

Δάση και έδαφος

Το δάσος συμβάλλει στη δημιουργία και βελτίωση του εδάφους, αλλά και το προστατεύει από τη διάβρωση από το νερό και τον αέρα. Το χούμους που παράγεται από τα νεκρά οργανικά υλικά (φύλλα, κλαδιά) που πέφτουν στο έδαφος με τη βοήθεια των αποικοδομητών ανακατεύεται με το έδαφος με αποτέλεσμα να το αυξάνει και να το εμπλουτίζει με θρεπτικά συστατικά. Η διάβρωση εξαρτάται από το είδος του εδάφους, τη μορφολογία του (ανάγλυφο), την κάλυψή του, καθώς και από την ένταση και διάρκεια των βροχών και σε ορισμένες περιπτώσεις οδηγεί σε ερημοποίηση. (Ομάδα Εργασίας του Έργου LIFE+ AdaptFor, 2014)

Το δάσος - ατμοσφαιρικός αέρας – ηχορύπανση- αντιανεμική προστασία

Το δάσος εμπλουτίζει τον αέρα με οξυγόνο και δεσμεύει το διοξείδιο του άνθρακα. Παράλληλα τα φύλλα και τα κλαδιά του δάσους λειτουργούν σαν τεράστια φίλτρα,

συγκρατώντας αέριους ρυπαντές (αιωρούμενα στερεά με σωματιδιακή μορφή), που προέρχονται από τη βιομηχανία, τα μέσα συγκοινωνίας κι από άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες. Επίσης το δάσος συμβάλλει στη μείωση της ηχορύπανσης όταν υπάρχει κοντά σε πηγές θορύβου. Τα δασικά δέντρα ακόμη εμποδίζουν την κίνηση του αέρα και μπορούν να μεταβάλλουν την ταχύτητα, την κατεύθυνση και τη δομή των ανέμων, τόσο στο εσωτερικό του δάσους, όσο και στις γειτονικές μη δασικές εκτάσεις. Η ιδιότητα αυτή οδήγησε τον άνθρωπο να τα χρησιμοποιεί σαν αντιανεμικούς φράκτες. (Ομάδα Εργασίας του Έργου LIFE+ AdaptFor, 2014)

Δάσος ως χώρος αναψυχής και υγείας

Το δάσος προσφέρει στον άνθρωπο, ιδιαίτερα της πόλης, έναν μοναδικό χώρο αναψυχής, άθλησης, ξεκούρασης, αναζωογόνησης και ηρεμίας (Κασσιούμης, 2010). Ο άνθρωπος στη σύγχρονη εποχή, ιδιαίτερα στις πόλεις, έχει αποκοπεί από τη φύση, έχει γεμίσει άγχος και ψάχνει απεγνωσμένα τρόπους διαφυγής από τη σκληρή πραγματικότητα. Ένας χώρος διαφυγής είναι το δάσος, όπου οι άνθρωποι μπορούν να συνδεθούν με τη φύση, να ηρεμίσουν και να διασκεδάσουν μέσω του ορεινού τουρισμού, του περιπατητικού τουρισμού, την ορειβασία και τον οικοτουρισμό. Ο αέρας του δάσους είναι ο πιο καθαρός μετά τον θαλασσινό, απαλλαγμένος από ρύπους και σκόνη. Επιπλέον, περιέχει πτητικές ουσίες όπως αιθέρια έλαια και τερπένες (αεροβιταμίνες) που επιδρούν τονωτικά στον ανθρώπινο οργανισμό. Ακόμα, το δάσος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την περιβαλλοντική εκπαίδευση μαθητών ευαισθητοποιώντας τα σε θέματα περιβάλλοντος και προστασίας του δάσους. (Κόντου, 2015)

Δάσος και κλίμα

Η ύπαρξη δασικών εκτάσεων επηρεάζει το κλίμα και το μικροκλίμα μιας περιοχής, γιατί αμβλύνει τις ακραίες θερμοκρασίες μειώνοντας τις μεγάλες και αυξάνοντας τις μικρές. Σε αυτό συμβάλλουν τα φυλλώματα των δέντρων με τη λειτουργία της διαπνοής τους και την ιδιότητά τους να απορροφούν μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας και να απελευθερώνουν προς το έδαφος μεγάλου μήκους ακτινοβολία, ενώ εμποδίζουν τη διαφυγή της γήινης ακτινοβολίας. Το δάσος μειώνει τοπικά τις επιπτώσεις από τα ακραία καιρικά φαινόμενα, λειτουργώντας ως αντιανεμικός φράκτης και ως αποθήκη νερού σε εποχές ανομβρίας διαμορφώνοντας το μικροκλίμα της περιοχής. (Regato, 2008, Regato, 2010)

2.3. ΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΠΟΥ ΑΠΕΙΛΟΥΝ ΤΟ ΔΑΣΟΣ

Η συνεχής αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού επέφερε σημαντική αύξηση στις ανάγκες για τροφή και στέγαση. Οι αυξημένες ανάγκες οδήγησαν στην αναζήτηση νέων πηγών για την κάλυψή τους με αποτέλεσμα οι άνθρωποι να στραφούν κυρίως στα δάση που αποτελούν πηγή για πάρα πολλά προϊόντα. Οι συνέπειες για τα δάση ήταν η υποβάθμισή τους και η μείωση των εκτάσεών τους. Οι μεγαλύτερες απειλές για τα δάση είναι (Admin, 2016, Δημόπουλος, 2014):

- Η διεύρυνση των καλλιεργήσιμων εδαφών με αποδάσωση,
- η συνεχής επέκταση των πόλεων (δρόμοι, λεωφόροι, χώροι εργασίας, χώροι κατοικίας κ.λπ.) μέσω της εντατικής αστικοποίησης,
- η εξάπλωση των βιομηχανιών (μεγάλες ανάγκες σε προϊόντα ξύλου κ.λπ.) εις βάρος των δασικών εκτάσεων έχοντας αρνητικές επιπτώσεις στο νερό, στην ατμόσφαιρα και το έδαφος,
- οι επαναλαμβανόμενες, ανά μικρά χρονικά διαστήματα, δασικές πυρκαγιές με την ταυτόχρονη ελλιπή περιφρούρηση των δασικών οικοσυστημάτων,
- η εφαρμογή μεθόδων συγκομιδής του ξύλου, μη - φιλικών προς το δάσος (χρήση βαρέων μηχανημάτων κ.λπ.),
- η υπερβόσκηση που προκαλεί ζημιές στη υψηλή, βλάστηση, καταστρέφει τη φυσική αναγέννηση ποδοπατώντας το έδαφος και υποβαθμίζοντας τις φυσικές του ιδιότητες,
- η ρύπανση της ατμόσφαιρας από βιομηχανικές και άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες (π.χ. όξινη βροχή),
- η έλλειψη αειφορικής διαχείρισης κατά τα διάφορα στάδια της δασικής παραγωγής (για απόληψη ξυλείας ή άλλων δασικών προϊόντων),
- η κακή διαχείριση από τον άνθρωπο (ανεξέλεγκτη υλοτομία, απόρριψη σκουπιδιών, κακές κατασκευές έργων υποδομής, διαμελισμό των δασικών εκτάσεων κ.λπ.),
- οι ασθένειες που προκαλούνται από παθογόνους οργανισμούς, και
- η κλιματική αλλαγή (επικράτηση ξηρότερων συνθηκών λόγω της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας, εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων), ως αποτέλεσμα της οποίας αναμένεται να ενταθούν οι υφιστάμενες απειλές για τα δάση και να προκληθούν νέες.

2.4. ΔΑΣΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

Τον τελευταίο αιώνα κρίνεται όλο και περισσότερο απαραίτητη η προστασία του δάσους αφού η επιβίωση του ανθρώπου εξαρτάται από αυτό. Η περιβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική αξία των δασών καθίσταται περισσότερο σημαντική από ποτέ καθώς η επιβίωση του πλανήτη βρίσκεται σε κίνδυνο. Τον 15^ο αιώνα τα δάση κάλυπταν περίπου τη μισή έκταση της γης, ενώ σήμερα λιγότερο από το ένα τρίτο της έκτασης αυτής. Από μελέτες που έγιναν για τα δάση βρέθηκε ότι πέρα από οικονομικό ρόλο έχουν και πολλούς άλλους εξίσου σημαντικούς γι' αυτό πια αντιμετωπίζονται ως ολοκληρωμένα οικοσυστήματα, των οποίων η προστασία και διαχείριση πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις αρχές της αειφορίας. (Μπριάστικας, 2011)

Αποφάσεις σε Διεθνές Επίπεδο για τα δάση

Στη Στοκχόλμη το 1972 πραγματοποιήθηκε το Συνέδριο του ΟΗΕ για το <Ανθρώπινο Περιβάλλον>, στο Ρίο ντε Τζανέιρο το 1992 το Συνέδριο του ΟΗΕ για το <Περιβάλλον και την Ανάπτυξη> και στο Γιοχάνεσμπουργκ το 2002 η Παγκόσμια Συνδιάσκεψη για την Αειφόρο Ανάπτυξη, τα οποία βοήθησαν στη διαμόρφωση ενός σύγχρονου Διεθνούς Περιβαλλοντικού Δικαίου και οδήγησαν στη σύναψη αρκετών περιβαλλοντικών συμβάσεων με δεσμευτικές διατάξεις και στη σύσταση αρκετών διεθνών οργανισμών με σκοπό τον συντονισμό των αυξανόμενων αναγκών στην περιβαλλοντική προστασία. (Παπακώστας, 2010)

Όσον αφορά τα δάση, το 1992 στο Ρίο της Βραζιλίας η διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη αποτελεί την πρώτη Συνάντηση Κορυφής για το Περιβάλλον και είχε ως αποτέλεσμα την υπογραφή της Διακήρυξης του Ρίο και της Ατζέντας 21. Επίσης, εκεί υπογράφηκαν η σύμβαση για τη Διεθνή Εμπορία Απειλούμενων Ειδών Πανίδας και Χλωρίδας (CITES, 1973), η Σύμβαση - Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή, η Σύμβαση για τη Βιοποικιλότητα, η Σύμβαση για την Καταπολέμηση της Απερήμωσης, η Διακήρυξη του Ρίο και οι Δασικές Αρχές. (COM(2005)0084)

Ένα από τα όργανα που ιδρύθηκε στα πλαίσια της Διάσκεψης του Ρίο ντε Τζανέιρο ήταν η Συνδιάσκεψη των Συμβαλλομένων Μερών (Conference of the Parties - COP), στην οποία εκπροσωπούνται όλα τα Συμβαλλόμενα Μέρη και συνεδριάζει μια φορά το χρόνο. Το Πρωτόκολλο του Κιότο ήταν το ψήφισμα της Τρίτης Συνδιάσκεψης των

Συμβαλλομένων Μερών (COP - 3) που έγινε στο Κιότο της Ιαπωνίας, από 1 ως 11 Δεκεμβρίου 1997 με θέμα την κλιματική αλλαγή και τη μείωση των εκπομπών CO₂ και ως πρώτη περίοδο εφαρμογής ήταν 2008 - 2012. Στο Πρωτόκολλο του Κιότο αποφασίστηκε, για πρώτη φορά, ότι κατά τον υπολογισμό της μείωσης εκπομπών CO₂ κάθε χώρα πρέπει να συνυπολογίζει την αλλαγή της απορρόφησης από τις καταβόθρες (δάση, καλλιεργούμενες εκτάσεις κ.λπ.). Το νέο αυτό υπολογιστικό σύστημα επιβραβεύει τις χώρες που αυξάνουν τις δασικές τους καταβόθρες και τιμωρεί εκείνες των οποίων οι καταβόθρες μειώνονται. Στη 18^η Διεθνή Συνδιάσκεψη για την Κλιματική Αλλαγή στην Ντόχα του Κατάρ, στις 8 Δεκεμβρίου 2012, όπου συμμετείχαν 38 ανεπτυγμένες χώρες, μεταξύ των οποίων η ΕΕ και τα 28 κράτη μέλη της, εγκρίθηκε η <Τροποποίηση της Ντόχα του Πρωτοκόλλου του Κιότο> και ορίστηκε δεύτερη περίοδο δέσμευσης από την 1^η Ιανουαρίου 2013 έως την 31^η Δεκεμβρίου 2020. (Μελάς κ.α., 2000, <http://www.ypeka.gr>)

Το 2000 συγκροτήθηκε το Φόρουμ των Ηνωμένων Εθνών για τα Δάση (UNFF), όπου συμμετείχε η ΕΕ με τα κράτη – μέλη της και ανέλαβαν δεσμεύσεις για την εφαρμογή διατάξεων άλλων διεθνών συμφωνιών, συμβάσεων και πρωτοκόλλων, όπως της Σύμβαση - Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Αλλαγή του Κλίματος (UN Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) και του Πρωτοκόλλου του Κιότο, της Σύμβασης για Βιολογική Ποικιλότητα (Convention on Biological Diversity, CBD), της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για την Αντιμετώπιση της Απερήμωσης (UN Convention to Combat Desertification UNCCD), της Διεθνούς Οργάνωσης για την Τροπική Ξυλεία (International Tropical Timber Organisation, ITTO), και της Σύμβασης για το Εμπόριο Ειδών της Άγριας Πανίδας και Χλωρίδας που Απειλούνται με Εξαφάνιση (The Convention on Trade in Endangered Species, CITES) (Μπριάστικας, 2011). Η Παγκόσμια Διάσκεψη Κορυφής για την Αειφόρο ανάπτυξη που πραγματοποιήθηκε στο Γιοχάνεσμπουργκ το 2002, ενσωματώνει τα δάση στην αειφόρο ανάπτυξη. (COM(2005)0084)

Αποφάσεις σε Πανευρωπαϊκό Επίπεδο για τα δάση

Σε πανευρωπαϊκό επίπεδο, πραγματοποιούνται Υπουργικές Διασκέψεις για την Προστασία των Δασών στην Ευρώπη (MCPFE) όπου συζητούνται η αειφορική διαχείριση, η προστασία των δασών, και ο συντονισμός και η συνεργασία προς αυτή την κατεύθυνση και αναπτύχθηκαν μέχρι σήμερα αναλυτικές κατευθυντήριες γραμμές για τη δασική πολιτική. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν πέντε Διυπουργικές Διασκέψεις, στο

Στρασβούργο της Γαλλίας το 1990, στο Ελσίνκι της Φιλανδίας το 1993, στη Λισσαβόνα της Πορτογαλίας το 1998, στη Βιέννη της Αυστρίας το 2003 και στη Βαρσοβία της Πολωνίας το 2007. Στην 1^η Διυπουργική Σύνοδο το 1990 θεσπίστηκε Ευρωπαϊκό Δίκτυο Μόνιμων Δειγματοληπτικών Δασοτεμαχίων για την παρακολούθηση των Δασικών Γενετικών Πόρων, Ευρωπαϊκή Τράπεζα Δεδομένων για τις δασικές πυρκαγιές, η προσαρμογή της Διαχείρισης των Ορεινών Δασών στις Νέες Περιβαλλοντικές συνθήκες, η επέκταση του υπάρχοντος Δικτύου για την έρευνα της Φυσιολογίας των Δένδρων και η ίδρυση Ευρωπαϊκού Δικτύου για την Έρευνα των Δασικών Οικοσυστημάτων. (COM(2005)0084)

Στην 2^η Διυπουργική Σύνοδο στο Ελσίνκι το 1993 δεσμεύθηκαν να εφαρμόσουν τις 12 γενικές αρχές που καθορίστηκαν από τη Σύνοδο για την Αειφορική Διαχείριση των δασών και τις Αρχές για τη Διατήρηση της Βιοποικιλότητας τους, η συνεργασία με τις αναπτυσσόμενες χώρες στον τομέα της δασοκομίας. Στην 3^η Διυπουργική Σύνοδο στη Λισσαβόνα το 1998 υπογράφηκαν ένα ψήφισμα που αφορούσε τις Κοινωνικοοικονομικές Διαστάσεις της Αειφορικής Διαχείρισης των δασών και το ψήφισμα όπου οι αρμόδιοι υπουργοί υιοθέτησαν τα έξι κριτήρια από τα <Πανευρωπαϊκά Κριτήρια και Δείκτες για την Αειφορική Διαχείριση των Δασών>. Επίσης, αναδείχτηκε ως θεμελιώδες ζήτημα η πρόοδος των Εθνικών Δασικών Προγραμμάτων τα οποία μέχρι σήμερα αναγνωρίζονται ρητά ως σημαντικό εργαλείο προγραμματισμού για την εθνική πολιτική. Στην 4^η Διυπουργική Σύνοδο στη Βιέννη το 2003 ενέκριναν πέντε ψηφίσματα για τη διατομεακή συνεργασία των εθνικών δασικών προγραμμάτων, την οικονομική βιωσιμότητα της αειφόρου διαχείρισης των δασών, τις κοινωνικές και πολιτιστικές πτυχές, τη βιολογική ποικιλότητα των δασών και τα δάση σε σχέση με την αλλαγή του κλίματος. Στην 5^η Διυπουργική Σύνοδο στη Βαρσοβία το 2007 οι σύνεδροι δεσμεύτηκαν στη διασφάλιση των δασών και την αειφορική διαχείριση τους. (COM(2005)0084)

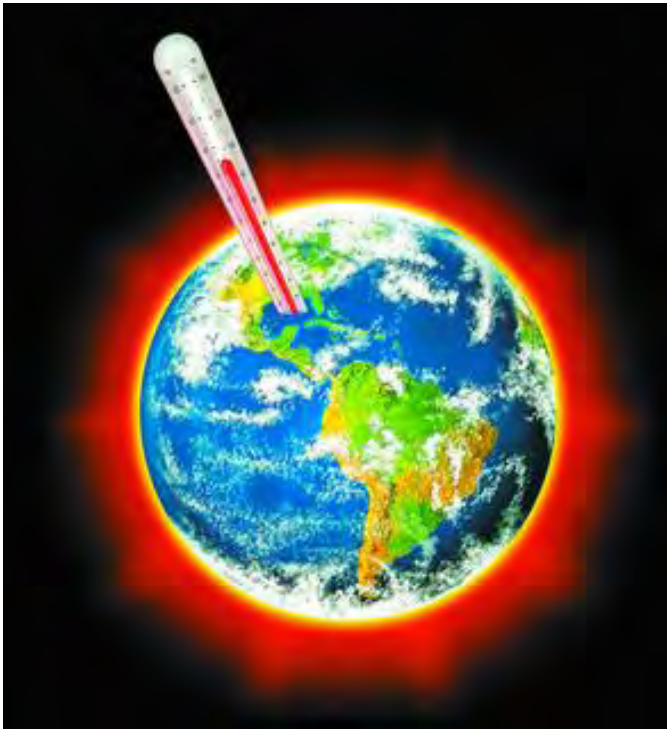
Ενέργειες σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο για τα δάση

Η Ευρωπαϊκή Ένωση δεν έχει ορίσει Κοινή Δασική Πολιτική, αλλά η διαχείριση και προστασία των δασών της επιτυγχάνεται έμμεσα από Κανονισμούς και Οδηγίες που περιέχονται σε άλλες πολιτικές και συγκεκριμένα στην Κοινή Αγροτική Πολιτική, στην Κοινοτική Πολιτική για το Περιβάλλον, στην Πολιτική Οικονομική Εξισορρόπηση, στην Πολιτική Ανταγωνισμού και στην Πολική Εμπορίου. Μη έχοντας μια Κοινή Δασική Πολιτική, τα περισσότερα κράτη – μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν αναπτύξει τη δική τους Εθνική Δασική Πολιτική που διαφέρει από χώρα σε χώρα.

Η ΕΕ μέχρι σήμερα έχει κάνει κάποιες προσπάθειες για να διαμορφώσει μία ευρωπαϊκή δασική πολιτική. Πρώτη προσπάθεια έγινε στα μέσα της δεκαετίας του '90 όπου το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο προσπάθησε να νομοθετήσει δασική στρατηγική της ΕΕ, η οποία τροποποιήθηκε και εγκρίθηκε από την ολομέλεια του Κοινοβουλίου τον Ιανουάριο του 1997 στο Στρασβούργο (Μπριάστικας, 2011). Ακολούθησε το Ψήφισμα του Συμβουλίου στις 15.12.1998 <για τη Δασική Στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης> (ΕΕ.C56/26.02.1999), όπου θεσπίστηκε ένα πλαίσιο στο οποίο οι εθνικές δράσεις των κρατών – μελών που αφορούν το δάσος πρέπει να συντονίζονται με σκοπό τη βιώσιμη διαχείριση των δασών. Στο ψήφισμα λήφθηκαν υπόψιν όλες οι δεσμεύσεις της ΕΕ και των κρατών - μελών στις διάφορες διεθνείς συναντήσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω. Το 2005 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Κομισιόν) συνέταξε την Έκθεση Εφαρμογής της Δασικής Στρατηγικής για την περίοδο 1999 – 2004, όπου αναφέρει τα συμπεράσματα από τις δράσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την υλοποίηση της Στρατηγικής, αναφέρει πιθανά προβλήματα και προτείνει δράσεις. Το 2006 βασισόμενη στο Ψήφισμα του 1998 υιοθετήθηκε ένα πενταετές πλάνο γνωστό ως Forest Action Plan 2007 – 2011 με σκοπό την ενίσχυση και προστασία του περιβάλλοντος και τον συντονισμό και τη συνεργασία για δασικά θέματα ανάμεσα στα κράτη – μέλη με την αρωγή της ΕΕ (Ανδρεάκος, 2012). Τέλος, τον Σεπτέμβριο του 2013 εγκρίθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μια νέα στρατηγική της ΕΕ για τα δάση, με την οποία προτείνονται τα κριτήρια για τη βιώσιμη διαχείριση των δασών, η προώθηση του πολυλειτουργικού τους ρόλου, η αποδοτική χρήση των πόρων και η ευθύνη της ΕΕ για τα δάση σε παγκόσμια κλίμακα. Τον Σεπτέμβριο του 2015, η Επιτροπή ενέκρινε πολυετές σχέδιο για την υλοποίηση της δασικής στρατηγικής, το οποίο απαριθμεί τις προβλεπόμενες δράσεις. (<http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/el/>)

Η ΕΕ έθεσε στόχο έως το 2030 να σταματήσει την καταστροφή των δασικών εκτάσεων σε παγκόσμιο επίπεδο και έως το 2020 να μειώσει κατά 50% την απώλεια σε τροπικά δάση. (COM(2008)645)

3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ



Για να κατανοήσουμε τον όρο κλιματική αλλαγή θα πρέπει να διασαφηνίσουμε τι εννοούμε με τον όρο κλίμα. Με τον όρο κλίμα νοείται η μέση καιρική κατάσταση που επικρατεί σε μια ορισμένη περιοχή, για μεγάλη χρονική περίοδο και ποικίλλει λόγω φυσικών συνθηκών. Το κλίμα διαμορφώνεται από διάφορους παράγοντες, όπως την ηλιακή ακτινοβολία, τη σύσταση της ατμόσφαιρας, τους ανέμους, τα θαλάσσια ρεύματα, τη βροχή, τις

ηφαιστειακές εκρήξεις και άλλα φαινόμενα. Το κλίμα κατά τη διάρκεια των αιώνων παρουσίαζε μεγάλες, αλλά και μικρές μεταβολές, στις οποίες τα διάφορα οικοσυστήματα της γης κατάφερναν να προσαρμοστούν. Τα χρόνια μετά τη βιομηχανική επανάσταση οι αλλαγές του παγκόσμιου κλίματος είναι πιο ακραίες από τις αναμενόμενες λόγω ανθρώπινων, βιομηχανικών και γεωργικών δραστηριοτήτων και παρεμβάσεων. (Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών Κυπριακής Δημοκρατίας, 2016)

Αυτή η απότομη και ακραία αλλαγή των τελευταίων ετών του παγκόσμιου κλίματος ονομάζεται κλιματική αλλαγή. Σύμφωνα με τη Σύμβαση - Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC) ως κλιματική αλλαγή νοείται <η αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος που αποδίδεται άμεσα ή έμμεσα στην ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία μεταβάλλει τη σύνθεση της παγκόσμιας ατμόσφαιρας και η οποία είναι επιπλέον της φυσικής μεταβλητότητας του κλίματος που παρατηρείται σε συγκρίσιμες χρονικές περιόδους>. (United Nations, 1992)

Η κλιματική αλλαγή, δηλαδή οι έντονες διακυμάνσεις στα καιρικά φαινόμενα που διαρκούν μεγάλες χρονικές περιόδους, μπορεί να οφείλεται είτε σε φυσικούς παράγοντες είτε σε ανθρωπογενείς, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου που αποτελεί ίσως τη

σημαντικότερη αιτία αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη και της κλιματικής αλλαγής και δημιουργήθηκε από ανθρώπινη δραστηριότητα. (Βικιπαίδεια) Το φαινόμενο του θερμοκηπίου προκαλείται από τη μεταβολή της συγκέντρωσης στην ατμόσφαιρα των αερίων του θερμοκηπίου, όπως το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο, τα οποία παγιδεύουν την υπερύλη ακτινοβολία που ανακλάται στην επιφάνεια της Γης. Το φαινόμενο αυτό θα αναλυθεί περισσότερο παρακάτω.

Άλλες αιτίες που προκαλούν την κλιματική αλλαγή είναι η τρύπα του όζοντος που βρίσκεται στη στρατόσφαιρα πάνω από την Ανταρκτική, η μόλυνση της ατμόσφαιρας από την εκπομπή βλαβερών αερίων και σωματιδίων και η σπατάλη του νερού. Η όξινη βροχή αποτελεί, επίσης, αιτία εμφάνισης της κλιματικής αλλαγής. (Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών Κυπριακής Δημοκρατίας, 2016)

Σήμερα η κλιματική αλλαγή και η καταστροφή του περιβάλλοντος απασχολεί έντονα τον σύγχρονο πολιτισμό, ιδιαίτερα από τότε που έχουν κάνει την εμφάνισή τους ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως έντονες βροχοπτώσεις με πλημμύρες και κατακρημνίσεις, συχνοί καύσωνες το καλοκαίρι, ξηρασίες σε περιοχές που πριν ήταν πλούσιες σε νερό, τυφώνες και τσουνάμι (Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών Κυπριακής Δημοκρατίας, 2016). Πάντα υπήρχαν μεταπτώσεις στο κλίμα, αλλά τις τελευταίες δεκαετίες η κατάσταση επιδεινώθηκε. Αυτό οφείλεται στην συνεχή ανάγκη των ανθρώπων για ανάπτυξη και βελτίωση του βιοτικού τους επιπέδου συχνά εις βάρος της φύσης.

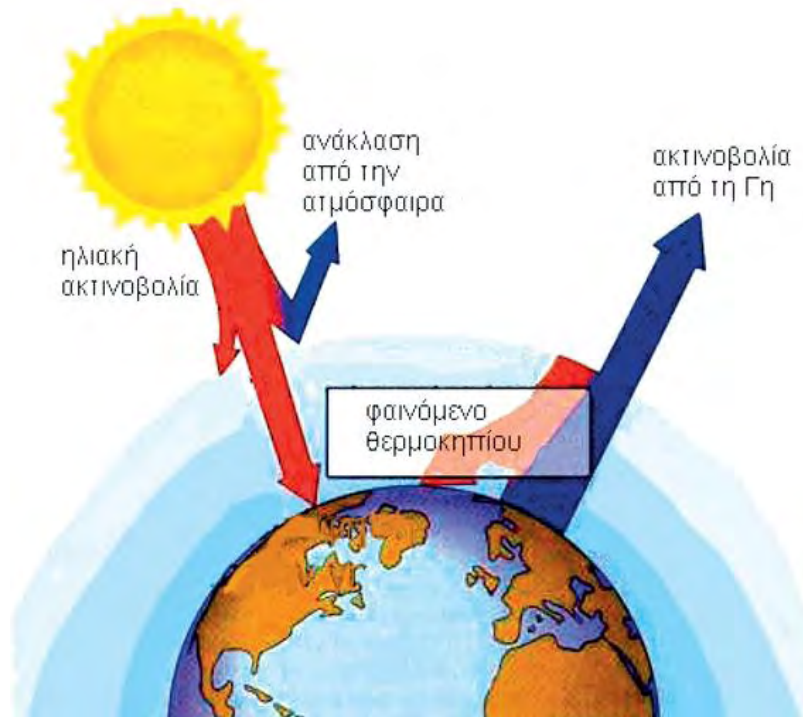
3.1. ΑΙΤΙΕΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

3.1.1. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Ο ήλιος εκπέμπει ηλιακή ακτινοβολία στη Γη, η οποία φτάνει στην επιφάνειά της. Μέρος αυτής της ακτινοβολίας, περίπου το 70%, απορροφάται από την ατμόσφαιρα, τους ωκεανούς, το έδαφος και ότι υπάρχει πάνω σε αυτό ενώ το υπόλοιπο μέρος της αντανακλάται πίσω. Η ακτινοβολία που απορροφάται αυξάνει τη θερμοκρασία της Γης, η οποία μετά εκπέμπει μέρος αυτής υπό μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Η Γη περιβάλλεται από ένα στρώμα αερίων, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), οι υδρατμοί, το οξείδιο του αζώτου, το μεθάνιο και το όζον, τα λεγόμενα αέρια του θερμοκηπίου. Τα αέρια του θερμοκηπίου, που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, εμποδίζουν μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας να διαφύγει στο διάστημα ανακλώντας την πίσω στην

επιφάνεια διατηρώντας έτσι τη θερμοκρασία της Γης σε σταθερά επίπεδα.
(<http://climate.nasa.gov>)

Εικόνα 1: Σχηματική απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου.



Πηγή: <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-B132/471/3118,12542/>

Αυτή η φυσική διαδικασία ονομάζεται φαινόμενο του θερμοκηπίου και είναι αυτή που ευθύνεται για τη ζωή στον πλανήτη μας. Χωρίς αυτήν τη διαδικασία η μέση θερμοκρασία της Γης θα ήταν περίπου κατά 35°C χαμηλότερη, δηλαδή -20°C αντί για $+15^{\circ}\text{C}$ που είναι σήμερα, και η ύπαρξη ζωής θα ήταν αδύνατη, τουλάχιστον στη μορφή που τη γνωρίζουμε. Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά από τον Γάλλο μαθηματικό και φυσικό Fourier, το 1824, ενώ διερευνήθηκε συστηματικά από τον Σουηδό Χημικό Svante Arrhenius το 1896. (Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών Κυπριακής Δημοκρατίας, 2016)

Τα αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου ή αλλιώς αέρια του θερμοκηπίου αποτελούνται κατά 50 - 60% από διοξείδιο του άνθρακα, κατά 15 - 25% από χλωροφθοράνθρακες, κατά 12 - 20% από μεθάνιο, κατά 5% από υποξείδιο του αζώτου και κατά 11% από όζον και άλλα αέρια (National Geographic, 2013). Τα αέρια αυτά επιτρέπουν τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας προς τη Γη ενώ ταυτόχρονα απορροφούν τη γήινη υπέρυθη ακτινοβολία και την επανεκπέμπουν πίσω ανεβάζοντας τη θερμοκρασία στα κατάλληλα για τον άνθρωπο επίπεδα. Συγκεκριμένα υπάρχουν αέρια

θερμοκηπίου που η συγκέντρωσή τους στην ατμόσφαιρα επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις δραστηριότητες του ανθρώπου και κάποια άλλα αέρια που δεν επηρεάζεται η συγκέντρωσή τους σε μεγάλο βαθμό από τον άνθρωπο, όπως οι υδρατμοί. Οι υδρατμοί παίζουν μεγάλο ρόλο στον μηχανισμό του φαινομένου, όμως εμείς θα επικεντρωθούμε στα άλλα αέρια, δηλαδή αυτά που επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Οι δραστηριότητες αυτές περιλαμβάνουν κατά κύριο λόγο τους παρακάτω τομείς (National Geographic, 2013):

- 1) Τον ενεργειακό τομέα (περιλαμβανομένων και των μεταφορών). Εδώ χρησιμοποιούνται ανεξέλεγκτα ορυκτά καύσιμα (κάρβουνο, πετρέλαιο, βενζίνη κ.λπ.) παράγοντας το 50% των επιπλέον εκπομπών. Το 40% είναι διοξείδιο του άνθρακα και το 10% άλλα αέρια, όπως μεθάνιο, τροποσφαιρικό όζον, μονοξείδιο του άνθρακα και άλλες ενώσεις.
- 2) Την αποψίλωση δασικών εκτάσεων, που συνεισφέρει στην παραγωγή επιπλέον αερίων του θερμοκηπίου κατά 15%, από το οποίο το 10% είναι το διοξείδιο του άνθρακα, ενώ το 5% είναι το υποξείδιο του αζώτου και το μονοξείδιου του άνθρακα και μεθανίου που προέρχονται από την καύση και αποσύνθεση των δασών, και
- 3) Τη γεωργία, από την οποία προέρχεται το 15% των επιπλέον εκπομπών. Για παράδειγμα, από την εκτροφή βοοειδών απελευθερώνεται μεθάνιο, από τη χρήση λιπασμάτων στις καλλιέργειες ρυζιού απελευθερώνεται υποξείδιο του αζώτου, ενώ από τις γεωργικές βιομηχανίες εκλύεται διοξείδιο του άνθρακα.

Τα τελευταία 100 χρόνια η έλλειψη σεβασμού των ανθρώπων απέναντι στο περιβάλλον οδήγησε στη ραγδαία αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα και κυρίως του CO₂ που αποτελεί το 80% αυτών. Οι ιδιαίτερα αυτές υψηλές συγκεντρώσεις οδήγησαν στο να αυξηθεί ο μέσος όρος της θερμοκρασίας κατά 0,74°C σε όλο τον κόσμο και κατά 1°C ειδικά στην Ευρώπη (Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών Κυπριακής Δημοκρατίας, 2016). Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα φυσικό φαινόμενο με ευεργετικά αποτελέσματα στο κλίμα της γης. Η σημασία του και ο ρόλος του αυτός αλλάζει όταν αυξάνεται η ένταση του φαινομένου εξαιτίας ανθρωπογενών παραγόντων. Τα κυριότερα αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι:

Διοξείδιο του Άνθρακα (CO₂)

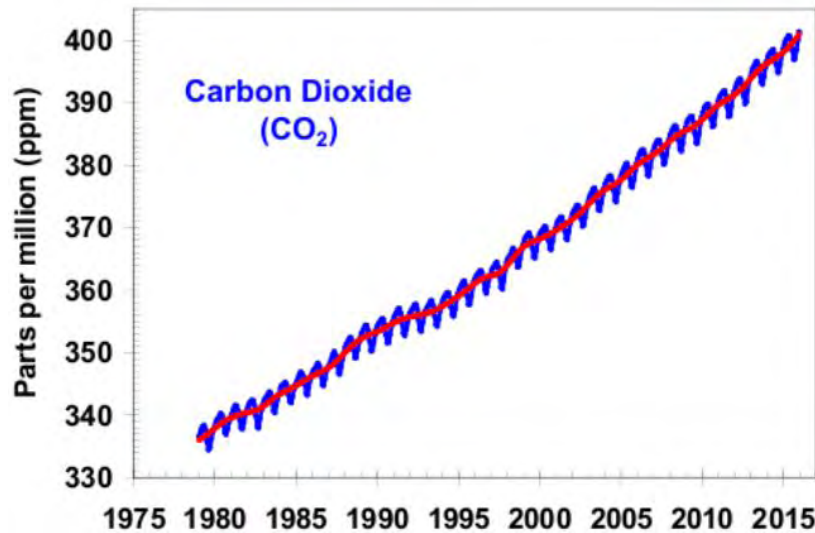
Το διοξείδιο του άνθρακα παράγεται από την καύση των ορυκτών καυσίμων, όπως κάρβουνου, πετρελαίου, βενζίνης, φυσικού αερίου κ.λπ., αλλά και του ξύλου, πλαστικών και άλλων οργανικών ενώσεων. Παράγεται ακόμα από την αποσύνθεση οργανικών ουσιών, από τα ηφαίστεια και από τις θερμές πηγές αλλά και από τη διάλυση των ανθρακικών πετρωμάτων. Εκπέμπονται 27 δισεκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα κάθε χρόνο με αποτέλεσμα τις τελευταίες δεκαετίες να παρουσιαστεί περίπου 35% αύξηση της συγκέντρωσής του στην ατμόσφαιρα της Γης. (<https://el.wikipedia.org/>, Καραθανάσης, 2006)

Η μεγάλη αυτή αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ οφείλεται σε σημαντικό βαθμό όχι μόνο στην καύση κάρβουνου, πετρελαίου, βενζίνης και φυσικού αερίου, αλλά και στις κτηνοτροφικές δραστηριότητες που συμβάλουν στην εκπομπή μεθανίου, σε συνδυασμό με την αποψίλωση των δασών τα οποία απορροφούν τα αέρια του θερμοκηπίου. Τα επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα εκτιμάται ότι αυξάνονται κατά 3 – 4% κάθε δεκαετία και κατά 0,4 – 0,5% περίπου κάθε χρόνο. Πιθανολογείται ότι έως το 2030 η συγκέντρωση του CO₂ θα έχει διπλασιαστεί με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 3 – 5°C. (Μελάς κ.α., 2000)

<Οι συγκεντρώσεις του CO₂ στην ατμόσφαιρα είναι γνωστές με ακρίβεια από το 1958 αλλά, με βάση μετρήσεις στον πάγο και των ισοτόπων του άνθρακα στους δακτυλίους των δέντρων, έχουν υπολογιστεί και για τις τελευταίες χιλιετίες. Κατά τη διάρκεια της τελευταίας περιόδου των παγετώνων, οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα προσδιορίστηκαν στα 200 ppm (μέρη στο εκατομμύριο) αλλά, στο τέλος της περιόδου αυτής, πριν περίπου 15.000 χρόνια, βρέθηκε ότι εκτοξεύτηκαν στα 280 ppm. Ήταν η περίοδος που η γη άρχισε να ζεσταίνεται και σε λιγότερο από 10.000 χρόνια εξελίχθηκε από ένα πλανήτη στον οποίο πολύ μεγάλα ποσοστά της επιφάνειάς του ήταν καλυμμένα με πάγο, στον σημερινό, που ουσιαστικά είναι ελεύθερος από πάγους>. (Μελάς κ.α., 2000)

Το παρακάτω γράφημα δείχνει την αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα από το 1975 μέχρι το 2000. Η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα έχει αυξηθεί κατά 31% από το 1975 έως το 2000 ενώ το 2015 βρίσκεται στα υψηλότερα επίπεδα που έχουν παρατηρηθεί από την περίοδο που άρχισαν οι μετρήσεις. (Στασινός, 2013)

Διάγραμμα 1: Η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα από το 1975 μέχρι το 2015.



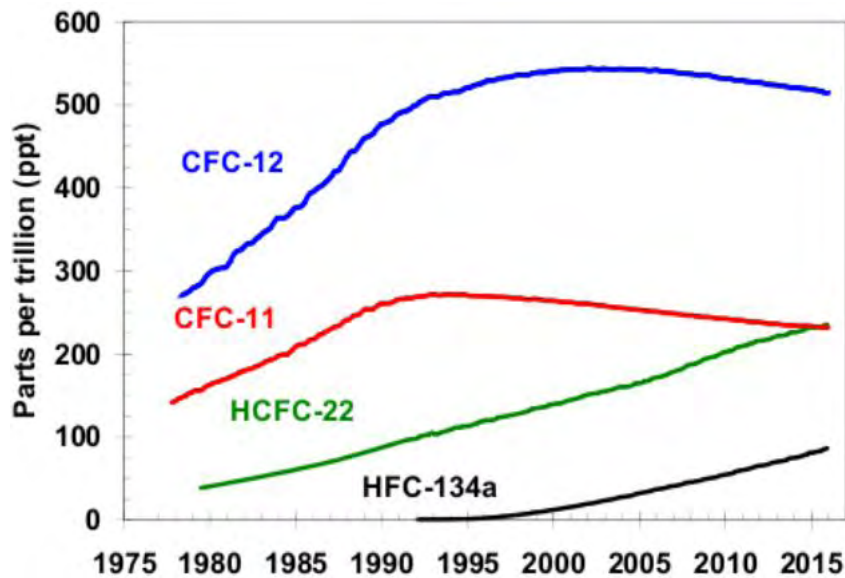
Πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Major_greenhouse_gas_trends.png

Το διοξείδιο του άνθρακα συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και κατ' επέκταση στην κλιματική αλλαγή όταν βρίσκεται σε μη φυσιολογικές συγκεντρώσεις, αλλά αποτελεί και σημαντικό στοιχείο για την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη μας. Είναι μεγάλης σημασίας, λοιπόν, η παρουσία του στην ατμόσφαιρα σε φυσιολογικά επίπεδα, κάτι που πια είναι δύσκολο καθώς έχει χρόνο ζωής στην ατμόσφαιρα 5 – 7 χρόνια. Ακόμα και αν μειωθούν οι εκπομπές CO₂ με πιο συνετή καύση ορυκτών καυσίμων και άλλων δραστηριοτήτων η αποκατάστασή του στα επιθυμητά επίπεδα θα καθυστερήσει πολύ. (WWF Ελλάς, 2009)

Χλωροφθοράνθρακες (CFC's)

Οι χλωροφθοράνθρακες είναι χημικές ενώσεις που συνεισφέρουν τόσο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (15 – 25%) όσο και στη δημιουργία της τρύπας του όζοντος καθώς παραμένουν στην ατμόσφαιρα για μεγάλο χρονικό διάστημα και οδηγούν στην αραίωση της στοιβάδας του όζοντος. Μέχρι πρόσφατα χρησιμοποιούνταν ως ψυκτικά υγρά στα ψυγεία και στα συστήματα κλιματισμού κι ως προωθητικά αέρια στα διάφορα σπρέι. Τα τελευταία χρόνια έχει ελαχιστοποιηθεί η χρήση τους. (Μελάς κ.α., 2000)

Διάγραμμα 2: Η μεταβολή στη συγκέντρωση των χλωροφθορανθράκων.

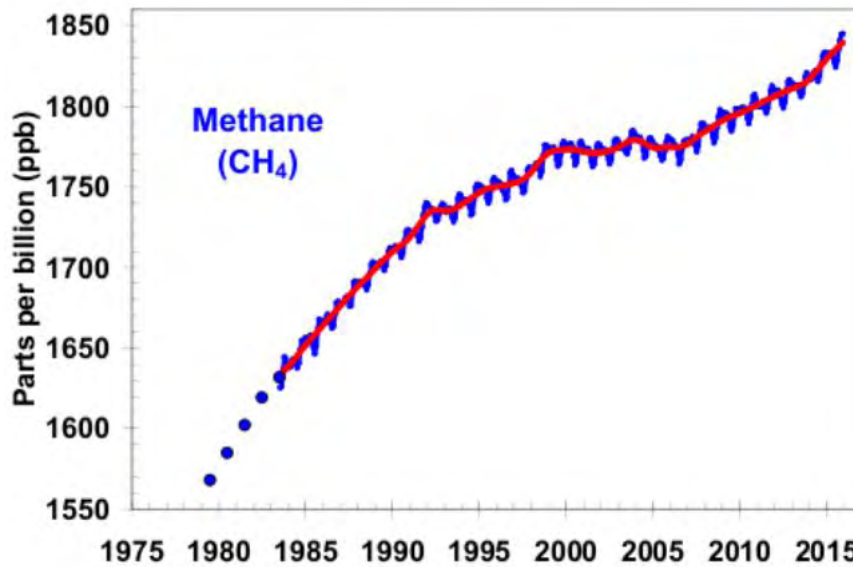


Πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Major_greenhouse_gas_trends.png

Μεθάνιο (CH₄)

Το μεθάνιο είναι οργανική χημική ένωση που έχει χρόνο ζωής 10 χρόνια, με μοριακό τύπο CH₄ και αποτελείται από ένα άτομο άνθρακα και τέσσερα άτομα υδρογόνου. Συμμετέχει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 12 – 20%, που οφείλεται στο γεγονός ότι αν και απαντάται σε πολύ μικρότερες ποσότητες από το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα παρακρατεί περισσότερη υπέρυθη ακτινοβολία. Απελευθερώνεται κυρίως κατά τη βακτηριακή αποσύνθεση της οργανικής ύλης (αναερόβια σήψη) στις καλλιέργειες ρυζιού, στους χώρους απόθεσης απορριμμάτων και από το πεπτικό σύστημα των μηρυκαστικών ζώων. (Μελάς κ.α., 2000)

Διάγραμμα 3: Η μεταβολή στη συγκέντρωση του μεθανίου.



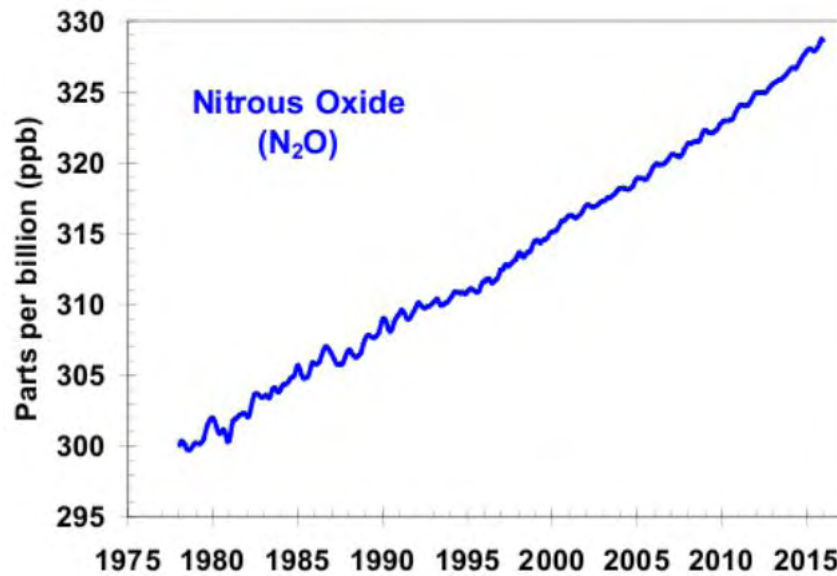
Πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Major_greenhouse_gas_trends.png

Οι εκλύσεις εκπομπών ρύπων μεθανίου άρχισαν να καταγράφονται το 1984 και έκτοτε έχουν ανοδική πορεία, παρατηρείται μεγαλύτερη συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα, εξαιτίας της αύξησης της οργανικής ύλης που αποσυντίθεται, το οποίο οφείλεται στην αυξανόμενη κατανάλωση τροφίμων από τους κατοίκους των ανεπτυγμένων περιοχών του πλανήτη. Αν και είναι μικρότερη η συγκέντρωση μεθανίου στην ατμόσφαιρα από το διοξείδιο του άνθρακα, εξαιτίας της σύνθεσής του, ευθύνεται για το 1/5 της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας. (Μελάς κ.α., 2000)

Υποξείδιο του αζώτου (N₂O)

Το υποξείδιο του αζώτου είναι μία χημική ένωση που αποτελείται από δύο άτομα αζώτου και ένα άτομο οξυγόνου, με μοριακό τύπο N₂O. Όταν αντιδρά με το οξυγόνο μετατρέπεται σε μονοξείδιο του αζώτου, το οποίο αντιδρά με το όζον συμμετέχοντας έτσι κατά 4 – 6% στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Είναι μη τοξικό αέριο και αρχίζει να αποσυντίθεται μετά από 170 χρόνια. <Παράγεται από βακτηριακή δράση στο νερό και το χώμα, από τη διάσπαση αζωτούχων λιπασμάτων και από την καύση των ορυκτών καυσίμων ως υποπροϊόν. Κάθε χρόνο τα επίπεδά του αυξάνονται κατά 0,25 – 0,4%>. (Μελάς κ.α., 2000)

Διάγραμμα 4: Η μεταβολή στη συγκέντρωση του υποξειδίου του αζώτου.



Πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Major_greenhouse_gas_trends.png

Όζον (O₃)

Το όζον αποτελείται από τρία άτομα οξυγόνου, παραμένει στην ατμόσφαιρα έως τρεις εβδομάδες και υπάρχει διάσπαρτο στην ατμόσφαιρα. Το 10% του όζοντος βρίσκεται σε χαμηλά ύψη στην τροπόσφαιρα (0 - 2 χλμ.), προέρχεται κυρίως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και θεωρείται ρύπος. Το 90% βρίσκεται στη στρατόσφαιρα (17 - 50 χλμ.) και στα ανώτερα στρώματα της τροπόσφαιρας (> 2 χλμ.), προστατεύει τη Γη από την υπεριώδη ακτινοβολία, αλλά και ανακλά μέρος της υπέρυθρης πίσω στη Γη, συμβάλλοντας κατά 10 - 12% στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το μεγαλύτερο ποσοστό του όζοντος προέρχεται από την αντίδραση αέριων ρύπων, όπως τα οξείδια του αζώτου και οι υδρογονάνθρακες, με το φως. (<http://www.chem.uoa.gr/>)

3.1.2. Η ΤΡΥΠΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ

Η ατμόσφαιρα της Γης αποτελείται από διάφορα αέρια, ένα από τα οποία είναι το όζον. Ένα 10% του όζοντος βρίσκεται διάσπαρτο χαμηλά στην τροπόσφαιρα, ενώ το υπόλοιπο σχηματίζει ένα στρώμα στο επίπεδο της στρατόσφαιρας και ψηλά στην τροπόσφαιρα, 25 χλμ. περίπου πάνω από τη Γη. Όταν λέμε στρώμα εννοούμε ότι μαζί με τα άλλα αέρια της ατμόσφαιρας περιέχεται και όζον αλλά σε μεγαλύτερη συγκέντρωση

από ότι αλλού στην ατμόσφαιρα. Η στιβάδα αυτή έχει πολύ σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ζωής στη Γη. (<http://www.chem.uoa.gr/>)

Το όζον απορροφά μεγάλο μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τον ήλιο μειώνοντας έτσι τις βλάβες σε δομικά ή λειτουργικά συστατικά των οργανισμών (βιομόρια) και τη συχνότητα εμφάνισης καρκίνου του δέρματος στους ανθρώπους. Ταυτόχρονα, επιτρέπει τη διέλευση τόσης υπεριώδους ακτινοβολίας όση χρειάζεται για να επιβιώσουν οι ζωντανοί οργανισμοί που βρίσκονται στη Γη. (<http://www.chem.uoa.gr/>)

Το 1985 ο Βρετανός επιστήμονας Joe Farman παρατήρησε ότι υπάρχει μία αραιώση της συγκέντρωσης του όζοντος στο επίπεδο της στρατόσφαιρας πάνω από την Ανταρκτική, η οποία ονομάστηκε τρύπα του όζοντος. Την τελευταία δεκαετία η μείωση της συγκέντρωσης της στιβάδας έφτασε το 6 - 7% που οφείλεται στη αλόγιστη χρήση διάφορων αερίων και κυρίως των χλωροφθορανθράκων (CFC's), των καυσαερίων (από την κυκλοφορία των οχημάτων), των αέριων αποβλήτων των εργοστασίων και των αερίων των αεριωθούμενων αεροπλάνων. (Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών Κυπριακής Δημοκρατίας, 2016)

Η τρύπα του όζοντος συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή αυξάνοντας τη θερμοκρασία στον πλανήτη, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στην αύξηση του ρυθμού με τον οποίο λιώνουν οι πάγοι. Τα τελευταία χρόνια εμφανίζονται μελέτες με αισιόδοξα μηνύματα σχετικά με τη μείωση της έκτασής της.

3.1.3. Η ΑΛΟΓΙΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ



Το νερό στη Γη γνωρίζουμε ότι είναι ρυθμιστής του κλίματος. Το νερό καθορίζει το κλίμα κάθε περιοχής διαμορφώνοντας πιο ήπιες αλλαγές στη θερμοκρασία και η σωστή χρήση του μειώνει την πιθανότητα ερημοποίησης. Η αλόγιστη χρήση οφείλεται στις πρακτικές ποτίσματος που χρησιμοποιούνται, αλλά και λόγω της παλαιότητας του δικτύου μεταφοράς νερού στη γεωργία. Επίσης, μεγάλη σπατάλη νερού γίνεται από τα νοικοκυριά, τις βιομηχανίες και από τα τουριστικά καταλύματα. Συνέπειες αποτελούν η λειψυδρία και η ερημοποίηση. Οι ωκεανοί βοηθούν στη ρύθμιση του παγκόσμιου κλίματος, καθώς απορροφούν την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, την οποία αποθηκεύουν ως θερμική ενέργεια. Τα συνεχώς μετακινούμενα ωκεάνια ρεύματα, κατανέμουν αυτή τη θερμική ενέργεια σε όλη τη Γη.

Επιπρόσθετα, οι ωκεανοί και τα παράκτια οικοσυστήματα, όπως οι υγρότοποι, τα μαγκρόβια (φυσικές ακτογραμμές με βυθούς με θαλάσσια βλάστηση), οι κοραλλιογενείς ύφαλοι, οι ύφαλοι στρειδιών και τα παραλιακά φράγματα, βοηθούν στη διαχείριση του άνθρακα, με τους ωκεανούς να αποθηκεύουν τις μεγαλύτερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα συμβάλλοντας στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής με τη μείωση στην ατμόσφαιρα της συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2009)

3.1.4. Η ΜΟΛΥΝΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Η μόλυνση της ατμόσφαιρας οφείλεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες και σε φυσικά φαινόμενα. Η κατάσταση με την πάροδο των ετών επιδεινώθηκε κυρίως μετά τη βιομηχανική επανάσταση. Πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης αποτελούν η καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τα καυσαέρια από τα αυτοκίνητα, τα αεροπλάνα και άλλα μέσα μεταφοράς, τα αέρια απόβλητα των βιομηχανιών και των νοικοκυριών, η ανεξέλεγκτη χρήση γεωργικών φυτοφαρμάκων και τα αέρια που προκύπτουν από τη διαχείριση αποβλήτων. Φυσικές πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης αποτελούν οι ηφαιστειογενείς εκρήξεις, ο κονιορτός, η εκνέφωση θαλάσσιου άλατος και οι πυρκαγιές. (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, 2017)

Συνέπεια της μόλυνσης της ατμόσφαιρας είναι και η όξινη βροχή. Όπου αυτή η βροχή πέφτει μολύνει το πόσιμο νερό, νεκρώνει λίμνες και ποτάμια και καταστρέφει τεράστιες εκτάσεις δασών που παίζουν σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια κλιματική αλλαγή. (Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών Κυπριακής Δημοκρατίας, 2016)

3.2. ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

3.2.1. ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

Στην προσπάθεια για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και διατήρηση της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη, κάτω από 2°C σε σύγκριση με τα προ - βιομηχανικής εποχής επίπεδα έχουν ιδρυθεί διεθνείς οργανισμοί και υπογράφηκαν συνθήκες οι οποίες καθόρισαν το πλαίσιο και τις πρακτικές για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής λαμβάνοντας υπόψη την οικουμενική διάσταση του ζητήματος και τη συνολική αλληλεπίδραση των παραγόντων που το επηρεάζουν και το διαμορφώνουν. (Καραχρήστος, 2015)

Οι κυριότεροι διεθνείς οργανισμοί είναι:

A) Η επιτροπή IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), η οποία είναι επιστημονική διακυβερνητική και συνέρχεται μία φορά το χρόνο υπό την αιγίδα του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών. Ιδρύθηκε το 1988 από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό

Οργανισμό και το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών. Ασχολείται με την αξιολόγηση της επιστημονικής γνωστικής βάσης και των ερευνών που διεξάγονται για τη μελέτη των κλιματικών αλλαγών. Επίσης, αξιολογεί τις συνέπειες των κλιματικών μεταβολών που προέρχονται από ανθρώπινη δραστηριότητα, μελετώντας πιθανές πολιτικές και δράσεις για την αντιμετώπιση των ενδεχόμενων κινδύνων, (<https://el.wikipedia.org/>)

Β) ο οργανισμός UNFF (United Nations Forum on Forests) που ιδρύθηκε τον Οκτώβριο του 2000 από το Οικονομικό και Κοινωνικό Συμβούλιο των Ηνωμένων Εθνών (UNITED NATIONS ECONOMIC and SOCIAL COUNCIL) και προωθεί τη διαχείριση, διατήρηση και την αειφορική ανάπτυξη όλων των τύπων των δασών σε παγκόσμιο επίπεδο, ενώ ταυτόχρονα προσπαθεί να ενισχύσει τη μακροπρόθεσμη πολιτική δέσμευση των κρατών για το σκοπό αυτό (Καραχρήστος, 2015), και

Γ) η MCPFE (Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe) που είναι μία πανευρωπαϊκή πολιτική διαδικασία για τη βιώσιμη διαχείριση των δασών της ευρωπαϊκής ηπείρου. Στο πλαίσιο των Σχεδίων Δράσης που αποφασίζονται μετά από κάθε Υπουργική Διάσκεψη διοργανώνονται συναντήσεις ομάδων εργασίας, ημερίδες και άλλες παρόμοιες εκδηλώσεις, συντάσσονται αναφορές και εκθέσεις επί τεχνικών δασοπονικών θεμάτων με σκοπό τη διεύρυνση της τεχνογνωσίας και της εμπειρίας, τη μετάδοση αυτών καθώς και την κατάσχεση καινοτόμων πολιτικών και στρατηγικών σε δασικά ζητήματα. (Καραχρήστος, 2015, <http://www.ypoka.gr>)

3.2.2. ΣΥΜΒΑΣΗ ΤΗΣ ΒΙΕΝΝΗΣ - ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΜΟΝΤΡΕΑΛ

Μετά τη δεκαετία του '50 άρχισε να παρατηρείται ραγδαία αύξηση της θερμοκρασίας της Γης και διάφοροι οργανισμοί ξεκίνησαν προσπάθειες για να αντιστρέψουν αυτό το φαινόμενο. Με αφορμή τον εντοπισμό της άγνωστης μέχρι τότε στην επιστημονική κοινότητα τρύπας του όζοντος πάνω από την Ανταρκτική το 1985 πραγματοποιήθηκε σύνοδος στη Βιέννη και συμφωνήθηκε η Σύμβαση της Βιέννης γνωστή ως <Συνθήκη Πλαίσιο> που όρισε για πρώτη φορά το πλαίσιο στο οποίο θα κινούνταν οι προσπάθειες για την προστασία της στιβάδας του όζοντος. Την ίδια χρονιά ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών οργάνωσε συνάντηση των κρατών – μελών του στο Μόντρεαλ του Καναδά όπου συντάχθηκε το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ. Στα πλαίσια της Σύμβασης στις 16

Σεπτεμβρίου του 1987 υπογράφηκε το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ για την προστασία της ζώνης του όζοντος (Στασινός, 2013). Η Σύμβαση της Βιέννης τέθηκε σε εφαρμογή στις 22 Σεπτεμβρίου του 1988 ενώ το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ τέθηκε σε ισχύ τον Ιανουάριο του 1989. Το 2009 η Σύμβαση της Βιέννης έγινε η πρώτη διεθνής συμφωνία που έτυχε καθολικής επικύρωσης από όλα τα κράτη μέλη (μέρη) του ΟΗΕ. (<http://www.ypeka.gr>)

Η Σύμβαση της Βιέννης δεν δέσμευε τα μέρη στη λήψη συγκεκριμένων μέτρων, αλλά προωθούσε τη συνεργασία μεταξύ των κρατών στους τομείς της συστηματικής μελέτης, έρευνας και ανταλλαγής πληροφοριών για τις επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στη στιβάδα του όζοντος. Παράλληλα τα μέρη καλούνταν να λάβουν νομοθετικά και διοικητικά μέτρα για τον έλεγχο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που θα μπορούσαν να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη στιβάδα του όζοντος. Η Ελλάδα κύρωσε τη Συνθήκη το 1988 με τον Ν. 1818/1988 (ΦΕΚ 253Α/15-11 1988). Από την άλλη, το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ δέσμευε τα κράτη που θα την υπέγραφαν να πάρουν μέτρα για τη μείωση της παραγωγής και κατανάλωσης των ουσιών που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος με στόχο τη μείωση των συγκεντρώσεων των ουσιών αυτών στην ατμόσφαιρα και την προστασία της εύθραυστης στιβάδας του όζοντος. Το πρωτόκολλο αναθεωρήθηκε αρκετές φορές μέσα στα επόμενα χρόνια και γίνονταν συνήθως με σκοπό την προσθήκη νέων ουσιών που πρέπει να μειωθεί η παραγωγή τους αλλά και νέων μέτρων ελέγχου (Στασινός, 2013). Η Ελλάδα κύρωσε το Πρωτόκολλο το 1992 με τον Ν. 2110/1992 (ΦΕΚ 206Α/29-12-1992). Επιπλέον η 16^η Σεπτεμβρίου ανακηρύχθηκε από τα Ηνωμένα Έθνη ως Παγκόσμια Ημέρα για την Προστασία της Στιβάδας του Όζοντος. (<http://www.ypeka.gr>) Τα κράτη που υπέγραψαν κατάφεραν να επιτύχουν τους στόχους που έθεσε το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ με σκοπό τη μείωση της τρύπας του όζοντος. Επιτεύχθηκε σε ποσοστό 98% η μείωση της παραγωγής και κατανάλωσης των ουσιών που καταστρέφουν το όζον. Συγχρόνως συνέβαλλε στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής με τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Επίσης, τα οφέλη στην υγεία ήταν τεράστια καθώς συνέβαλλε στον περιορισμό των περιστατικών θανατηφόρου καρκίνου του δέρματος και παθήσεων, όπως ο οφθαλμικός καταρράκτης. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2013)

3.2.3. ΥΠΟΥΡΓΙΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΟ ΝΟΡΝΤΒΕΙΚ

Το 1989 έγινε η πρώτη διακρατική συμφωνία μεταξύ 67 υπουργών περιβάλλοντος ειδικά για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής στο Νόρντβέικ (Noordwijk) της Ολλανδίας στο Υπουργικό Συμβούλιο για την Ατμοσφαιρική Ρύπανση και την Κλιματική Αλλαγή που πραγματοποιήθηκε. Στην συμφωνία αυτή συνυπολογίστηκαν οι εκπομπές και οι απορροφήσεις CO₂ από τις δραστηριότητες δάσωσης, αναδάσωσης και αποδάσωσης από το 1990 και μετά και προτάθηκε η αύξηση της παγκόσμιας δασικής κάλυψης με δασώσεις και αναδασώσεις, η μείωση των αποδασώσεων και η αειφορική διαχείριση των δασών, με σκοπό το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. (Πέτσικος, 2012, Γρηγοριάδης, 2015)

3.2.4. ΔΙΑΣΚΕΨΗ ΤΟΥ ΡΙΟ ΝΤΕ ΤΖΑΝΕΙΡΟ

Ακολούθησε τον Ιούνιο του 1992 η Διάσκεψη του Ρίο ντε Τζανέιρο όπου προτάθηκε η Ατζέντα 21 για το περιβάλλον και την ανάπτυξη που ήταν ένα πρόγραμμα με τοπικές, εθνικές και παγκόσμιες δράσεις που απευθύνονται στα Ηνωμένα Έθνη, σε άλλους οργανισμούς και κυβερνήσεις. (<https://el.wikipedia.org>) Στο πλαίσιο της Ατζέντα 21 εγκρίθηκαν τρεις συμβάσεις και συγκεκριμένα η Δήλωση των δασικών αρχών, η σύμβαση - πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή και η σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για τη βιοποικιλότητα. (Ζαφείρη, 2017)

Η σύμβαση - πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές (UNFCCC) ξεκίνησε ως τρόπος διακρατικής συνεργασίας με σκοπό να περιοριστούν η άνοδος της θερμοκρασίας του πλανήτη και η κλιματική αλλαγή, και να αντιμετωπιστούν οι συνέπειές τους με τη δραστική μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και των άλλων αερίων του θερμοκηπίου. Μετά την επικύρωσή της από 50 κράτη, η Σύμβαση τέθηκε σε ισχύ στις 21 Μαρτίου 1994. Μέχρι σήμερα έχει επικυρωθεί από 195 χώρες (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο και Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2015α). Η Ελλάδα επικύρωσε τη Σύμβαση με τον Ν. 2205/1994 (ΦΕΚ 60/Α/15-4-1994). Τα κράτη - μέλη που έχουν επικυρώσει τη σύμβαση συναντώνται κάθε χρόνο (με αρχή το 1995 στο Βερολίνο), για

να συζητήσουν πώς μπορεί να επιτευχθεί ο στόχος της σύμβασης, που επί της ουσίας είναι να αποφευχθεί η υπερθέρμανση του πλανήτη. (<http://www.ypeka.gr>)

Στη Διάσκεψη του Ρίο ντε Τζανέιρο αποφασίστηκε η ίδρυση μονίμων οργάνων ως μηχανισμοί παρακολούθησης για την καλή εφαρμογή και την περαιτέρω ανάπτυξη των κυρίων διατάξεών της. Το πρώτο και σημαντικότερο όργανο είναι η Συνδιάσκεψη των Συμβαλλομένων Μερών (Conference of the Parties - COP), στην οποία εκπροσωπούνται όλα τα Συμβαλλόμενα Μέρη και συνεδριάζει μια φορά το χρόνο. Η πρώτη Συνδιάσκεψη των Συμβαλλομένων Μερών (COP - 1) έγινε στο Βερολίνο και διήρκησε από τις 28 Μαρτίου ως τις 7 Απριλίου 1995, όπου διαπίστωσαν ότι οι δεσμεύσεις, που απορρέουν από τη Σύμβαση, ήταν αναποτελεσματικές. Γι' αυτό έλαβαν την απόφαση, γνωστή ως <Εντολή του Βερολίνου>, να ξεκινήσει μια διαδικασία για την ενδυνάμωση των δεσμεύσεων της Σύμβασης. Η δεύτερη Συνδιάσκεψη έγινε στη Γενεύη, τον Ιούλιο του 1996, όπου ψηφίστηκαν σημαντικές πολιτικές διακηρύξεις, όπως η <Διακήρυξη της Γενεύης> με την οποία κάλεσαν τα κράτη να αναλάβουν δεσμευτικούς στόχους και να προβούν σε σημαντικές μειώσεις των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Η Τρίτη Συνδιάσκεψη (COP - 3) έγινε στο Κιότο της Ιαπωνίας, από 1 ως 11 Δεκεμβρίου 1997 και έληξε με την ψήφιση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στις 11 Δεκεμβρίου 1997.

3.2.5. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Όπως έχουμε αναφέρει το Πρωτόκολλο του Κιότο ήταν το ψήφισμα της Τρίτης Συνδιάσκεψης των Συμβαλλομένων Μερών (COP - 3) που έγινε στο Κιότο της Ιαπωνίας, από 1 ως 11 Δεκεμβρίου 1997. Έγινε με τη συμμετοχή 10.000 εκπροσώπων κυβερνήσεων, διεθνών οργανισμών, μη κυβερνητικών οργανισμών και του τύπου. Στις 12 Οκτωβρίου 1999, 84 κράτη είχαν υπογράψει το Πρωτόκολλο και 16 το είχαν επικυρώσει. Οι λεπτομερείς κανόνες για την εφαρμογή του πρωτοκόλλου εγκρίθηκαν στη COP - 7 στο Μαρακές του Μαρόκου το 2001 και αναφέρονται ως <Συμφωνίες του Μαρακές> (United Nations, 2017). Το Πρωτόκολλο του Κιότο τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005, ύστερα από την υπογραφή του από τη Ρωσία γιατί ικανοποιήθηκε η προϋπόθεση της κύρωσής του από τουλάχιστον 55 κράτη. Οι ΗΠΑ αρνούνταν συστηματικά να υπογράψουν το Πρωτόκολλο, παρόλο που αποτελούν τον μεγαλύτερο ρυπαντή παγκοσμίως. Έγινε μία προσπάθεια σύγκλισης των ΗΠΑ με τις αρχές του Πρωτοκόλλου του Κιότο υπό την προεδρία Ομπάμα (Μπατιστάτος, 2011). Όλα τα κράτη

– μέρη της ΕΕ κύρωσαν το Πρωτόκολλο το Μάιο 2002. Η Ελλάδα το κύρωσε με το Νόμο 3017/2002 (ΦΕΚ Α'117) (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας). Η πρώτη περίοδος ανάληψης υποχρεώσεων άρχισε το 2008 και έληξε το 2012 και η δεύτερη άρχισε την 1^η Ιανουαρίου 2013 και λήγει στις 31 Δεκεμβρίου 2020. (United Nations, 2017)

Τα βασικά σημεία του Πρωτοκόλλου ήταν τα εξής (United Nations, 2017, <http://www.ypoka.gr>):

- Το Πρωτόκολλο αναγνώρισε ότι οι ανεπτυγμένες χώρες, εξαιτίας της έντονης βιομηχανικής δραστηριότητας που είχαν τα τελευταία 150 χρόνια, είναι κυρίως υπεύθυνες για τα σημερινά υψηλά επίπεδα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, γι' αυτό υπόβαλλε σε αρκετά πιο αυστηρούς κανονισμούς τις αναπτυγμένες χώρες σύμφωνα με την αρχή <κοινών αλλά διαφοροποιημένων ευθυνών> και δεν έβαλε ποσοτικούς στόχους στις αναπτυσσόμενες χώρες.
- Τα ανεπτυγμένα κράτη δεσμεύτηκαν να μειώσουν τις συνολικές τους εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, που δεν ελέγχονται από το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, κατά τουλάχιστον 5,2% κάτω από τα επίπεδα του 1990 για το διάστημα 2008 - 2012, και αφορούσε το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, το υποξείδιο του αζώτου, τους υδροφθοράνθρακες, τους πλήρως φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες και το εξαφθοριούχο θείο. Για τις αναπτυσσόμενες χώρες δεν καθορίστηκαν στόχοι ως προς τις εκπομπές.
- Έδινε τη δυνατότητα στα κράτη να συνεργαστούν για να εκπληρώσουν τις υποχρεώσεις τους αρκεί στη συμφωνία που θα υπέγραφαν να αναφερόταν η υποχρέωση κάθε κράτους ως προς το επίπεδο των εκπομπών. Η συμφωνία έπρεπε να δηλωθεί και να επικυρωθεί.
- Δημιουργήθηκαν τρεις, συμπληρωματικοί των εθνικών δράσεων, μηχανισμοί διευκόλυνσης των κρατών στην προσπάθειά τους να επιτύχουν τους στόχους που ήταν η από κοινού εφαρμογή, ο μηχανισμός <καθαρές> ανάπτυξης και το εμπόριο εκπομπών. Οι μηχανισμοί αυτοί προωθούν τις πράσινες επενδύσεις και την επίτευξη των στόχων με οικονομικά αποδοτικό τρόπο.
- Το Πρωτόκολλο δεσμεύει τα κράτη να εφαρμόσουν ή να υιοθετήσουν πολιτικές και μέτρα για την επίτευξη του στόχου του Πρωτοκόλλου, σύμφωνα με τις εθνικές συνθήκες κάθε κράτους και τα βοηθά προτείνοντας κατάλογο με συγκεκριμένα μέτρα που μπορούν να εφαρμόσουν.

- Στο Πρωτόκολλο του Κιότο αποφασίστηκε, για πρώτη φορά, ότι κατά το υπολογισμό της μείωσης εκπομπών CO₂ κάθε χώρα πρέπει να συνυπολογίζει την αλλαγή της απορρόφησης από τις καταβόθρες (δάση, καλλιεργούμενες εκτάσεις κ.λπ.). Το νέο αυτό υπολογιστικό σύστημα επιβραβεύει τις χώρες που αυξάνουν τις δασικές τους καταβόθρες και τιμωρεί εκείνες των οποίων οι καταβόθρες μειώνονται.
- Για να εξασφαλιστεί η συμμόρφωση των κρατών - μερών στους στόχους του Πρωτοκόλλου, συστήματα μητρώου παρακολουθούν και καταγράφουν τις συναλλαγές των μερών στο πλαίσιο των μηχανισμών. Η Γραμματεία του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή, με έδρα τη Βόννη της Γερμανίας, διατηρεί ένα διεθνές ημερολόγιο συναλλαγών για να επαληθεύει ότι οι συναλλαγές είναι σύμφωνες με τους κανόνες του Πρωτοκόλλου. Επιπλέον, τα κράτη είναι υποχρεωμένα να υποβάλουν ετήσιες απογραφές εκπομπών και εθνικές εκθέσεις σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Στη 18^η Διεθνή Συνδιάσκεψη για την Κλιματική Αλλαγή στη Ντόχα του Κατάρ, στις 8 Δεκεμβρίου 2012, όπου συμμετείχαν 38 ανεπτυγμένες χώρες, μεταξύ των οποίων η ΕΕ και τα 28 κράτη μέλη της, εγκρίθηκε η <Τροποποίηση της Ντόχα του Πρωτοκόλλου του Κιότο> και ορίστηκε δεύτερη περίοδο δέσμευσης από την 1^η Ιανουαρίου 2013 έως την 31^η Δεκεμβρίου 2020 και περιλάμβανε (United Nations, 2017, Ευρωπαϊκό Συμβούλιο και Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2015α):

- Νέες δεσμεύσεις για τα μέρη του πρωτοκόλλου του Κιότο του παραρτήματος Ι (37 βιομηχανικές χώρες του κόσμου) που ήταν να μειώσουν τις εκπομπές τους σε επίπεδο που θα ήταν τουλάχιστον κατά 18% χαμηλότερο από εκείνο του 1990. Η ΕΕ δεσμεύτηκε να μειώσει στο διάστημα αυτό τις εκπομπές της κατά 20% χαμηλότερο από εκείνο του 1990.
- Αναθεωρημένος κατάλογος των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) που πρέπει να αναφέρονται από τα μέρη κατά τη δεύτερη περίοδο δέσμευσης.
- Τροποποίηση και επικαιροποίηση αρκετών άρθρων του Πρωτοκόλλου του Κιότο, που αφορούσαν την πρώτη περίοδο δέσμευσης.
- Η σύνθεση των μερών στη δεύτερη περίοδο δέσμευσης είναι διαφορετική από την πρώτη. Με τη σύνθεση αυτή, πλέον, το Πρωτόκολλο αφορά μόνον το 14% περίπου των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αφού δεν υπογράφηκε από τις πιο ρυπογόνες χώρες του κόσμου (Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, Καναδάς, Ρωσία, Ιαπωνία, Νέα Ζηλανδία), ενώ πάνω από 70 ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες

έδωσαν μη δεσμευτικές υποσχέσεις για τη μείωση ή τον περιορισμό των εκπομπών τους.

3.2.6. ΔΙΑΣΚΕΨΗ ΤΟΥ ΠΑΡΙΣΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ



PARIS2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE
COP21·CMP11

Στο Παρίσι της Γαλλίας, από τις 30 Νοεμβρίου έως τις 12 Δεκεμβρίου 2015, πραγματοποιήθηκε η 21^η Σύνοδος της Διάσκεψης των Μερών (COP - 21) της Σύμβασης - Πλαισίου του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) και η 11^η Σύνοδος της Διάσκεψης των Μερών του Πρωτοκόλλου του Κιότο (CMP - 11) και συμφωνήθηκε σχέδιο δράσης για τον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη <αρκετά κάτω> από 2°C και να συνεχιστούν οι προσπάθειες για τον περιορισμό της σε 1,5°C. Επίσης, πριν και κατά τη διάσκεψη των Παρισίων, οι χώρες υπέβαλαν ολοκληρωμένα εθνικά σχέδια δράσης για το κλίμα με στόχο τη μείωση των εκπομπών τους. Ακόμα, οι κυβερνήσεις συμφώνησαν να γνωστοποιούν ανά 5ετία τις συνεισφορές τους με σκοπό τον καθορισμό πιο φιλόδοξων στόχων, ενώ δέχθηκαν να γνωστοποιούν μεταξύ τους και στο κοινό την πρόοδό τους προς την επίτευξη των στόχων τους, με σκοπό την εξασφάλιση διαφάνειας και εποπτείας (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο και Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2015β). Όταν η Διάσκεψη των Συμβαλλομένων Μερών (COP) ενεργεί και ως Σύνοδος των Μερών του Πρωτοκόλλου του Κιότο (CMP) μπορούν να παρακολουθήσουν όλα τα κράτη, αλλά χωρίς να μπορούν να πάρουν αποφάσεις αν δεν είναι συμβαλλόμενα μέρη του πρωτοκόλλου. Η Συμφωνία του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή αποτελεί την πρώτη οικουμενική, νομικά δεσμευτική παγκόσμια συμφωνία για το κλίμα. Υπογράφηκε στις 22 Απριλίου 2016 και κυρώθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση στις 5 Οκτωβρίου 2016. Η Ελλάδα κύρωσε τη Συμφωνία του Παρισιού με τον Ν. 4426 (ΦΕΚ Α 187/06.01.2016).

Λίγο πριν τη Διάσκεψη του Παρισιού, η ΕΕ, θέλοντας να συμβάλλει στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, στη Σύνοδο του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου της 6^{ης} Μαρτίου 2015 ενέκρινε την Εθνικά Καθορισμένη Πρόθεση Συνεισφοράς της ΕΕ (INDC) που πρόκειται για δεσμευτικό στόχο μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ κατά τουλάχιστον 40% σε σύγκριση με το 1990, έως το 2030. Υπεβλήθη επισήμως στην UNFCCC στις 6 Μαρτίου 2015. Το Συμβούλιο Οικονομικών και Δημοσιονομικών Υποθέσεων, κατά τη Σύνοδό του στις 10 Νοεμβρίου 2015 έκρινε

σημαντικό να ορίσει την οικονομική συνεισφορά της ΕΕ στην υλοποίηση δράσεων από τις αναπτυσσόμενες χώρες με σκοπό την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Τα συμπεράσματα από το Συμβούλιο καθόρισαν τη θέση της ΕΕ στη Διάσκεψη για την κλιματική αλλαγή τον Δεκέμβριο στο Παρίσι. (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο και Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2015α)

Συμπερασματικά, η UNFCCC, το Πρωτόκολλο του Κιότο, η Συμφωνία του Παρισιού και άλλα εργαλεία, δημιούργησαν βοηθητικούς μηχανισμούς και προγράμματα για τη μείωση της ευπάθειας και την υποστήριξη των ανθρώπων και των οικοσυστημάτων, συμπεριλαμβανομένων των δασών, στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. (Regato, 2008, Regato, 2010)

4. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΑ ΔΑΣΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ



Πάντα υπήρχαν διακυμάνσεις στο κλίμα αλλά η σημερινή κλιματική αλλαγή παρουσιάζει απότομες διακυμάνσεις σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Παλιότερα οι έμβιοι οργανισμοί του πλανήτη είχαν περισσότερο χρόνο διαθέσιμο να προσαρμοστούν σε αυτές. Σε αυτήν την κλιματική αλλαγή υπάρχει σοβαρός κίνδυνος μεγάλος αριθμός φυτών και ζώων να εξαφανιστούν, περισσότερος από ότι τα παλαιότερα χρόνια εξαιτίας της έλλειψης χρόνου προσαρμογής. Τα τελευταία χρόνια την παρουσία τους κάνουν αισθητή έντονες ξηρασίες, συχνοί και μεγάλης διάρκειας καύσωνες

το καλοκαίρι, έντονες ανεμοθύελλες και πλημμύρες σε όλο τον κόσμο, ακόμα και χιονοπτώσεις στην Αίγυπτο.

Η έντονη αλλαγή στις κλιματικές συνθήκες οφείλεται στον άπληστο και καταχρηστικό τρόπο ζωής των ανθρώπων. Ενέργειες όπως η εναπόθεση κάθε μορφής αποβλήτων στο περιβάλλον χωρίς επεξεργασία που προέρχονται από βιομηχανικές δραστηριότητες, η μετατροπή μεγάλων δασικών εκτάσεων σε γεωργικές, η αποψίλωση των δασών για την εκμετάλλευση του ξύλινου αποθέματος και η εκπομπή διάφορων αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα, ιδιαίτερα των αερίων του θερμοκηπίου, έχουν επιφέρει αλλαγές στη θερμοκρασία του πλανήτη, αιτία εμφάνισης πολλών ακραίων καιρικών φαινομένων.

Σύμφωνα με Dale et al. (2000) «η αλλαγή του κλίματος επηρεάζει άμεσα και έμμεσα τα δάση μέσω διαταραχών. Οι διαταραχές αποτελούν φυσικό και αναπόσπαστο μέρος των δασικών οικοσυστημάτων και η αλλαγή του κλίματος μπορεί να μεταβάλει αυτές τις φυσικές αλληλεπιδράσεις. Όταν οι διαταραχές υπερβαίνουν το φυσικό εύρος

διακύμανσής τους, η αλλαγή στη δομή και τη λειτουργία των δασών μπορεί να είναι ακραία. Κάθε διαταραχή επηρεάζει τα δάση διαφορετικά. Ορισμένες διαταραχές έχουν στενές αλληλεπιδράσεις με τα είδη και τις δασικές κοινότητες, οι οποίες μπορούν να διαταραχθούν από την αλλαγή του κλίματος. Οι επιπτώσεις των διαταραχών και επομένως της αλλαγής του κλίματος παρατηρούνται σε ένα ευρύ φάσμα χωρικών και χρονικών κλιμάκων. Οι μελλοντικές παρατηρήσεις, η έρευνα και η ανάπτυξη εργαλείων απαιτούνται για την περαιτέρω κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ της αλλαγής του κλίματος και των δασικών διαταραχών>.

Η αλλαγή των κλιματολογικών συνθηκών επηρεάζει ήδη με ποικίλους τρόπους την υγεία και τη σταθερότητα του δασικού οικοσυστήματος, ενώ αναμένεται να επιδεινωθεί η κατάσταση. Ως επακόλουθο θα είναι η μείωση του βαθμού θετικής επίδρασης που έχουν τα δάση στο κλίμα, στον άνθρωπο, στα ζώα και στα φυτά. Κάποιες λειτουργίες που προσφέρουν, όπως κατάλληλες συνθήκες διαβίωσης για τα ζώα και τα φυτά, αντανεμική προστασία, μείωση της πιθανότητας εμφάνισης πλημμυρών και φαινομένων διάβρωσης ή ερημοποίησης κ.α., θα εξαφανιστούν. (Ομάδα Εργασίας του Έργου LIFE+ AdaptFor, 2014)

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τα δάση, αλλά όχι με τον ίδιο ρυθμό. Για παράδειγμα υπάρχουν αλλαγές που χρειάζονται χρόνο για να ολοκληρωθούν, όπως η μεταβολή ή η μετακίνηση των δασικών ειδών και των οικοσυστημάτων που σχηματίζουν και οι μεταβολές στην παραγωγικότητά τους. Υπάρχουν μεγάλες πιθανότητες, τέτοιου είδους αλλαγές να μην προλάβουν να ολοκληρωθούν, με συνέπεια το δασικό οικοσύστημα ή μέρος αυτού σε διάφορες περιοχές της Γης να μην καταφέρει να ανακάμψει πλήρως. Αυτό σημαίνει εξαφάνιση ειδών φυτικής και ζωικής προελεύσεως. Υπάρχουν όμως και οι αλλαγές που πραγματοποιούνται σε σύντομο χρονικό διάστημα και προέρχονται κυρίως από ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως είναι οι δασικές πυρκαγιές εξαιτίας των κυμάτων καύσωνα και του μεγάλου βάρους βιομάζας που εναποτίθενται στο δασικό έδαφος, οι αλλαγές στον υδρολογικό κύκλο που προκαλούν ξηρασία και οι επιδημίες παθογόνων οργανισμών που πλήττουν τα φυλλώματα και τους κορμούς των δέντρων. (Ομάδα Εργασίας του Έργου LIFE+ AdaptFor, 2014)

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ακόμα ότι οι μεταβολές αυτές μπορούν να επιφέρουν ζημιά στο δασικό οικοσύστημα. Υπάρχουν, όμως, μεταβολές που αν συμβούν ταυτόχρονα έχουν θετική επίδραση στην εξέλιξη των δασών και των έμβιων οργανισμών που ζουν σε αυτά. Το ίδιο συμβαίνει και με τα ακραία καιρικά φαινόμενα. Για

παράδειγμα στα δάση της βόρειας Ευρώπης η ζημιά που κάνουν στη βιομάζα οι συχνές καταιγίδες και οι επιδημίες εντόμων αντισταθμίζεται από την παρατηρούμενη αύξηση της παραγωγικότητας. Αυτό δεν συμβαίνει, όμως, στα δάση της νότιας Ευρώπης, όπου η μείωση της παραγωγικότητας και οι συχνές πυρκαγιές οδηγούν είτε σε μείωση των δασικών εκτάσεων είτε σε αντικατάσταση δασών από νέους τύπους βλάστησης. (Ομάδα Εργασίας του Έργου LIFE+ AdaptFor, 2014)

Σύμφωνα με τον Kirschbaum (2004), όπως αναφέρεται στους Boisvenue and Running (2006), <οι φυσιολογικές αντιδράσεις στις κλιματικές αλλαγές εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τους περιοριστικούς παράγοντες μιας συγκεκριμένης περιοχής στην ανάπτυξη των δασών. Για παράδειγμα, η αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί επίσης να αυξήσει το έλλειμμα πίεσης ατμών (VPD) του αέρα και έτσι να αυξήσει τα ποσοστά αναπνοής, με αποτέλεσμα τις δυσμενείς επιδράσεις στις θέσεις του ξηραντήρα, εκτός εάν τα στόματα κλείσουν σε απόκριση σε άλλες αλλαγές, όπως αύξηση CO₂, ή αν η θερμοκρασία τις νυχτερινές ώρες υπερβαίνει τις αυξήσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας>.

4.1. ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

4.1.1. ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ

Το πρώτο πράγμα που μεταβάλλεται σε ένα δάσος από την κλιματική αλλαγή και γίνεται άμεσα αντιληπτό από τον άνθρωπο είναι η παραγωγικότητά του. Γνωρίζουμε ότι το δάσος είναι σημαντική αποθήκη CO₂, μέρος του οποίου μετατρέπεται σε βιομάζα. Η αύξηση του CO₂ στην ατμόσφαιρα θα οδηγήσει σε αύξηση των δέντρων κυρίως στα δάση του βόρειου ημισφαιρίου. Σύμφωνα με τους Ceulemans et al. (1999) η δέσμευση περισσότερου διοξειδίου του άνθρακα από τα δέντρα θα προκαλέσει αύξηση της υπέρχειας βιομάζας, με συνέπεια την αύξηση των οργανικών ουσιών που επιστρέφουν στο έδαφος, αλλά και της απελευθέρωσης CO₂ εξαιτίας της αυξημένης αναπνοής των μικροοργανισμών του εδάφους από την αποικοδόμηση της αυξανόμενης νεκρής βιομάζας. Όλο και περισσότερη βιομάζα θα αποθηκεύεται στις ρίζες και στη ριζόσφαιρα των δασικών εδαφών, όπου θα αυξάνεται η μικροβιακή δραστηριότητα. Η αύξηση της ριζών ενδέχεται να βοηθά τα δένδρα να εκμεταλλευτούν καλύτερα το εδαφικό νερό και να προσεγγίζουν βαθύτερα στρώματα εδάφους. (Ραδόγλου και Κορακάκη, 2012)

Επίσης, με την ταυτόχρονη αύξηση της θερμοκρασίας και για όσο υπάρχει αρκετό νερό στο έδαφος τον χειμώνα η αυξητική περίοδος των φυτών πιθανόν να επεκταθεί κατά 10 - 15 ημέρες (Chmielewski and Rötzer, 2001), γεγονός που θα έχει θετική συμβολή στην παραγωγή των δασών. Τα θετικά αυτά αποτελέσματα πιθανότατα να αντισταθμιστούν από τις αρνητικές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής.

Αρνητικές συνέπειες θα έχουμε σε δασικές εκτάσεις που βρίσκονται σε περιοχές, όπως η Μεσόγειος, όπου έχουμε επιδείνωση της ξηρασίας με συνέπεια περισσότερες πυρκαγιές και επιδημίες παθογόνων μικροοργανισμών που πιθανότατα θα επιφέρουν τη μείωση του αριθμού των δέντρων ή ακόμα και την καταστροφή μέρους αυτών με συνέπεια τη μείωση της παραγωγικότητας των δασών στις χώρες αυτές (Fischlin et al., 2007, Alcamo et al., 2007). Η σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας με τη δημιουργία θερμότερων ετών και ξηρότερων καλοκαιριών συμβάλλουν στη μείωση του ρυθμού ανάπτυξης των δέντρων, στην αλλαγή στην ποσότητα και την ποιότητα του ξύλου, στη μειωμένη φυσική αναγέννηση και στην αύξηση του ανταγωνισμού από πιο εξωτικά μέρη (βλάστηση, έντομα, ασθένειες). (Καραμανώλης, 2011)

Σύμφωνα με τους Allen et al. (2010) <οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου έχουν τροποποιήσει σημαντικά το παγκόσμιο κλίμα και θα συνεχίσουν να το κάνουν στο μέλλον. Η αύξηση της συχνότητας, της διάρκειας και / ή της σοβαρότητας της ξηρασίας και του θερμικού στρες που συνδέονται με την αλλαγή του κλίματος θα μπορούσε να μεταβάλει θεμελιωδώς τη σύνθεση, τη δομή και τη βιογεωγραφία των δασών σε πολλές περιοχές. Ιδιαίτερα ανησυχητικές είναι οι πιθανές αυξήσεις της θνησιμότητας των δένδρων που σχετίζονται με το φυσιολογικό στρες που προκαλείται από το κλίμα και τις αλληλεπιδράσεις με άλλες διαδικασίες που προκαλούνται από το κλίμα, όπως οι εστίες εντόμων και η πυρκαγιά>.

Τέτοια παραδείγματα έχουν ήδη κάνει την εμφάνισή τους όπως στην περίπτωση του δάσους δρυός και πεύκης στην Ιβηρική χερσόνησο, του δάσους κωνοφόρων στον Καναδά και του φοινικοδάσους στην Κρήτη, όπου έγινε εισβολή του κόκκινου σκαθαριού (*Rhynchophorus ferrugineus*), και βρίσκονται σε μεγάλο κίνδυνο (Thymakis et al., 2006, Θυμάκης κ.α., 2009). Στα δάση αυτά εξαιτίας των υψηλότερων θερμοκρασιών, της παρατεταμένης ξηρασίας, τις έντονες βροχοπτώσεις και τις πλημμύρες ευνοήθηκε η ανάπτυξη και εξάπλωση εντόμων και μικροοργανισμών ζημιογόνων για τα φυτά με ταυτόχρονη αποδιοργάνωση και αποδυνάμωση της άμυνας

των δέντρων εξαιτίας της διατάραξης της φυσιολογικής διεργασίας τους. (de Dios et al., 2007, Battisti, 2008).

Η μείωση της παραγωγικότητας των δασικών οικοσυστημάτων αναμένεται να επηρεάσει το εισόδημα των τοπικών κοινωνιών που εκμεταλλεύονται οικονομικά αυτά ως πηγές παραγωγής ξυλείας, ρητίνης κ.α., αλλά και ως χώρους αναψυχής.

4.1.2. ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Η αύξηση ή η μείωση των δασικών εκτάσεων εξαρτάται από διάφορους περιβαλλοντικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες γιατί είναι αυτοί που επηρεάζουν την ανάπτυξη των δασικών ειδών. Βοηθούν στο να γίνονται σωστά οι φυσικές διεργασίες τους και να είναι υγιείς ώστε να αναπτύσσουν άμυνες απέναντι στις απειλές. Η θερμοκρασία, η ηλιακή ακτινοβολία, το διαθέσιμο νερό και τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους, καθώς και οι συνολοικολογικοί παράγοντες, όπως ο ανταγωνισμός, οι επιδράσεις της ζωοκοινότητας των μικροοργανισμών και οι πυρκαγιές είναι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που συμβάλλουν θετικά ή αρνητικά στην εξέλιξη των δασικών ειδών (Johnsen et al., 2001). Ρόλο παίζουν ειδικά στη σημερινή εποχή και οι επιπτώσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας στο περιβάλλον, όπως είναι η αποψίλωση των δασών, οι οποίες όταν είναι έντονες επιτείνουν τη χωρική ανακατανομή των δασικών ειδών. (Ζερεφός κ.α., 2011)

Δύο είναι οι βασικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την επέκταση των δασικών εκτάσεων η ποσότητα και η κατανομή των κατακρημνισμάτων, ενώ στα υψηλά όρη οι χαμηλές θερμοκρασίες. Η αναμενόμενη αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του αέρα ενδέχεται να επιφέρει περιορισμένης έκτασης μεταβολές στη σύνθεση της βλάστησης των δασών σε τοπικό επίπεδο. Τα δασικά είδη που θεωρείται ότι θα πληγούν περισσότερο είναι εκείνα τα οποία αναπτύσσονται σε οριακές θέσεις του γεωγραφικού εύρους εξάπλωσής τους από άποψη εδαφικής υγρασίας και θερμοκρασίας (Royce and Barbour, 2001).

Η αναμενόμενη άνοδος στη μέση ελάχιστη χειμερινή θερμοκρασία μπορεί να επηρεάσει τα δάση που είναι συνηθισμένα σε ψυχρότερες συνθήκες (π.χ. δάση ελάτης), με αποτέλεσμα τη μεταβολή της κατανομής των ειδών πιο βόρεια και σε μεγαλύτερα υψόμετρα. Τα όρια κατανομής των ειδών αναμένεται να μετατοπιστούν προς τα πάνω σε

υψόμετρο ή γεωγραφικό πλάτος (Regato, 2008, Regato, 2010). Η μετατόπιση σύμφωνα με τους Νάστη κ.α. (2011) η επέκταση των δασικών ειδών σε άλλες περιοχές εκτός του υφισταμένου γεωγραφικού εύρους εξάπλωσης, θα είναι γρηγορότερη από τον ρυθμό θνησιμότητάς τους στα κατώτερα όρια εξάπλωσής τους. Η χωρική κατανομή των δασών αναμένεται να επηρεαστεί και από τις ανθρωπογενείς επιδράσεις που συχνά προκαλούν αναταράξεις στη σύνθεση των φυτικών και ζωικών κοινοτήτων.

4.1.3. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ

Η αλλαγή του κλίματος αναμένεται να έχει ποικίλες επιπτώσεις και να επιφέρει μεταβολές, τόσο στην εξάπλωση των δασικών ειδών, όσο και στη δομή και τη σύνθεση των οικοσυστημάτων. Η βιοποικιλότητα των δασικών οικοσυστημάτων αναμένεται να επηρεασθεί άμεσα ή έμμεσα, εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, καθώς ορισμένα είδη θα εξαφανισθούν (για παράδειγμα, λόγω απώλειας των ενδιαιτημάτων τους), ενώ κάποια θα αντικατασταθούν από άλλα, περισσότερο ανθεκτικά στις νέες αντίξοες συνθήκες ή πιο ανταγωνιστικά.

Σύμφωνα με τους Ameztegui et al. (2015) <τα πιο προβλέψιμα μοντέλα προβλέπουν σημαντική ανοδική μετατόπιση των δασικών ειδών λόγω των αυξήσεων των θερμοκρασιών, αλλά δεν ανταποκρίνονται όλα τα είδη με τον ίδιο τρόπο στις αλλαγές του κλίματος. Σε εύκρατα ή ορεινά συστήματα, οι βιοτικές ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις οδηγούν σε ανακατανομή των ειδών και οι αντιδράσεις στην αλλαγή του κλίματος θα εξαρτηθούν τελικά από παραγωγικές και δημογραφικές διαδικασίες όπως η ανάπτυξη, η ικανότητα πρόσληψης και η θνησιμότητα>.

Στο δασικό οικοσύστημα φιλοξενούνται τεράστιος αριθμός φυτικών και ζωικών ειδών που δεν συναντιούνται σε άλλου τύπου οικοσυστήματα. Εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο τα είδη που έχουν μάθει να ζουν σε ξηροθερμικά κλίματα θα επηρεαστούν λιγότερο και αναμένεται να αυξήσουν την εξάπλωσή τους. Περισσότερο θα επηρεαστούν είδη που επιβιώνουν σε ψυχρά κλίματα καθώς θα αναγκαστούν να μεταναστεύσουν σε υψηλότερα υψόμετρα για να μην εξαφανιστούν. Οι Grabherr et al. (1994) υπολόγισαν ότι ο ρυθμός μετακίνησης των φυτικών ειδών προς μεγαλύτερα υψόμετρα θα κυμανθεί από μερικά εκατοστά έως και τέσσερα μέτρα ανά

δεκαετία. Επίσης, σύμφωνα με τους Dunne και Harte (2001) αν η μέση θερμοκρασία του πλανήτη αυξηθεί κατά 3°C τότε αυτό θα οδηγήσει σε μια μετακίνηση των οργανισμών κατά 250 χλμ. σε γεωγραφικό πλάτος ή 500 μέτρα σε υψόμετρο.

Τα είδη που ζουν στις κορυφές των βουνών θα δεχτούν τη μεγαλύτερη πίεση τόσο από την αύξηση της θερμοκρασίας όσο και από τα είδη που για να επιβιώσουν θα προσπαθήσουν να ανεβούν υψομετρικά ενώ αυτά λόγω θέσης δεν θα έχουν εδάφη για να επεκταθούν. (Παπαδημητρίου, 2015)

Ευαίσθητα στην κλιματική αλλαγή φαίνεται να είναι και τα είδη που απαντώνται στα όρια της γεωγραφικής τους εξάπλωσης, διότι καταλαμβάνουν συνήθως λιγότερο ευνοϊκό περιβάλλον. Η απώλεια τέτοιων περιφερειακών πληθυσμών θεωρείται μεγάλο πλήγμα για τη βιοποικιλότητα μιας περιοχής καθώς αυτοί εμφανίζουν συνήθως μεγαλύτερη γενετική ποικιλότητα από ό,τι οι πληθυσμοί στο κέντρο εξάπλωσης των ειδών. Η απώλειά τους συνεπώς θα προκαλέσει μείωση της γενετικής ποικιλότητας των αντίστοιχων ειδών. (Ομάδα Εργασίας του Έργου LIFE+ AdaptFor, 2014)

Σύμφωνα με την Ραδόγλου (2015) η κλιματική αλλαγή <επηρεάζει τη φαινολογία και αναμένονται αλλαγές στην εποχή ανθοφορίας, ανάπτυξης των φύλλων και ωρίμανση των σπόρων των δασικών δένδρων. Οι φυσιολογικές λειτουργίες των δένδρων θα επηρεαστούν και θα εμφανιστούν αλλαγές στο ρυθμό φωτοσύνθεσης και διαπνοής.

Η ξηρασία θα μειώσει την παραγωγικότητα στα ευαίσθητα είδη. Τέτοιες συνθήκες αναμένεται να επηρεάσουν το δυναμικό αναγέννηση και τη σύνθεση των δασών. Η κατανομή των ειδών θα μεταβληθεί και οι βιοκλιματικοί θύλακες (συνθήκες στις οποίες κάποιο είδος μεγαλώνει άριστα) θα μετακινηθούν βόρεια ή σε μεγαλύτερα υψόμετρα. Εξαιτίας της μεταβολής των θερμοκρασιών, της μείωσης της εδαφικής υγρασίας και της αύξησης του CO₂, ο ανταγωνισμός μεταξύ των ειδών αναμένεται να μεταβληθεί και να έχει ως συνέπεια την μείωση της βιοποικιλότητας στα μεσογειακά οικοσυστήματα. Η αλλαγή του δυναμικού του ανταγωνισμού των ειδών, θα επηρεάσει σημαντικά τις μικτές συστάδες και τα φυσικά οικοσυστήματα. Κατά τα επόμενα χρόνια θα επηρεαστούν τα φυσικά όρια εξάπλωσης των δασικών ειδών, καθώς αλλάζουν τα θερμότερα και ξηρότερα όρια εξάπλωσής των. Μελλοντικά αναμένεται να παρατηρηθεί μετανάστευση ειδών>.

Η μετανάστευση των ειδών έχει φυσικές δυσκολίες, όπως το είδος του εδάφους, η ύπαρξη νερού και η μείωση του διαθέσιμου χώρου, ιδιαίτερα σε νησιωτικές περιοχές,

όσο ανεβαίνει το υψόμετρο και αυξάνονται οι περιοχές εξάπλωσης της ανθρώπινης δραστηριότητας με συνέπεια τον κατακερματισμό δασών και τις αλλαγές στις χρήσεις γης κ.α. (Beniston, 2003), με μεγαλύτερες συνέπειες στα είδη που οι κλιματικές και οικολογικές απαιτήσεις τους, είναι περιορισμένες και οι ικανότητες μετανάστευσης τους πολύ μικρές και ιδιαίτερα στα ενδημικά είδη καθιστώντας δύσκολη την επιβίωσή τους (IPCC, 2007). Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα ψάρια γλυκών υδάτων ή πουλιά και έντομα που αδυνατούν να προσπεράσουν περιοχές που δεν έχουν δασική βλάστηση.

Λόγω της κλιματικής αλλαγής αναμένονται περισσότερες δασικές πυρκαγιές που θα επηρεάσουν δασικά οικοσυστήματα που βρίσκονται σε μεγαλύτερα υψόμετρα και θα οδηγήσουν στην αντικατάσταση δασικών εκτάσεων από θαμνώδη είδη και γενικά υποβαθμισμένα οικοσυστήματα και γενικά τα δασικά οικοσυστήματα αναμένεται να δεχτούν σημαντικές πιέσεις που θα τα αναγκάσουν να μεταβάλλουν την τωρινή τους σύνθεση και τον τρόπο λειτουργίας τους οδηγώντας πιθανόν με μεγάλες απώλειες στην ανάγκη τους να επιβιώσουν. (Ραδόγλου και Κορακάκη, 2012)

Δεν είναι, όμως μόνο τα φυτά που θα έχουν πιθανόν μεγάλες απώλειες, αλλά και τα ζώα και οι μικροοργανισμοί που διαβιούν σε δάση κινδυνεύουν σε μεγάλο βαθμό (Schwartz et al., 2006). Σύμφωνα με τους Levinsky et al. (2007) συγκεκριμένα είδη, όπως τα θηλαστικά *Acomys minous* και *Crociodura zimmermanni* και τα είδη *Myomimus roachi* και *Sciurus anomalus* αναμένεται να εξαφανιστούν, σε κάποιο σενάριο κλιματικής αλλαγής, στην περίπτωση που δεν έχουν τη δυνατότητα μετανάστευσης.

Επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα των δασών θα έχει και η αύξηση της στάθμης της θάλασσας που οφείλεται στο σταδιακό λιώσιμο των πάγων εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας. Σύμφωνα με τους Dunne και Harte (2001), αυτό το φαινόμενο θα θέσει σε κίνδυνο πολλά είδη φυτών και ζώων που ζουν σε δασικές εκτάσεις που βρίσκονται σε παράκτιες ή νησιωτικές περιοχές λόγω μείωσης του διαθέσιμου χώρου επιβίωσης και της μείωσης του ενδιαίτημά τους.

Απομονωμένες ομάδες δασικών φυτών και ζώων με μικρούς πληθυσμούς είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στις αλλαγές του δασικού οικοσυστήματος στο οποίο ζουν και αναπαράγονται με αποτέλεσμα να έχουν μεγάλες απώλειες ενώ ο ανταγωνισμός με πολυπληθέστερες ομάδες με μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα θα αλλοιώσουν τις ισορροπίες μεταξύ τους. Επίσης, δασικοί πληθυσμοί, των οποίων οι ρυθμοί ανάπτυξης

και αναπαραγωγής είναι πιο αργοί από τους ρυθμούς της κλιματικής αλλαγής ίσως να μην προλάβουν να προσαρμοστούν.

Παρασιτικά είδη, δηλαδή αυτά που η επιβίωσή τους εξαρτάται από την ύπαρξη άλλων οργανισμών μέσα στο δάσος, είναι σύνηθες φαινόμενο. Οποιαδήποτε, λοιπόν αλλαγή στην χλωρίδα και πανίδα ενός δάσους λόγω της κλιματικής αλλαγής θα οδηγήσει στη μείωση του πληθυσμού τους ή και στην εξαφάνισή τους αν ο ρυθμός εμφάνισης των κλιματικών φαινομένων δεν επιτρέψει τη μετανάστευσή τους. Για παράδειγμα, στην Ελλάδα λόγω μειωμένων βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων παρατηρείται εξασθένηση των ατόμων της ελάτης (Κόκλα κ.α., 2010) και του ιξού (*Viscum album*), ο οποίος είναι ένα φυτό το οποίο χρησιμοποιεί την ελάτη ως ξενιστή, με συνέπεια να καταπονείται και αυτός.

Ένα άλλο παράδειγμα είναι οι μυκόρριζες (*mycorrhizae*) που προσβάλλουν τις ρίζες πολλών δασικών δέντρων. Υπέργεια καρποφόρα σώματα των μυκόρριζων είναι τα γνωστά μανιτάρια ενώ υπόγεια καρποφόρα σώματα είναι οι γνωστές ως <τρούφες>. Οι μυκόρριζες χρησιμοποιούν το δέντρο ως ενεργειακή πηγή και ταυτόχρονα το δέντρο εξαρτάται από αυτές για την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος. Πολλές μυκόρριζες είναι εξειδικευμένες για συγκεκριμένα δένδρα, όπως τα πεύκα. Μερικές ομάδες δένδρων, ειδικά τα κωνοφόρα, οι δρυς και οι οξιές, χωρίς τις εκτομυκόρριζες (ένα είδος μυκόρριζας) δεν θα μπορούσαν να εγκατασταθούν, να επιβιώσουν και να αναπτυχθούν. Μία αλλαγή στην ποσότητα της βροχόπτωσης και μία μικρή άνοδος της μέσης θερμοκρασίας λόγω της κλιματικής αλλαγής μπορεί να οδηγήσει στην εξαφάνιση κάποιων από αυτά τα είδη.

Στην διατήρηση της βιοποικιλότητας η κλιματική αλλαγή παίζει σημαντικό ρόλο, ο οποίος, όμως, δεν είναι ο μοναδικός παράγοντας. Οι Lehsten et al. (2015) διαπίστωσαν ότι η αλλαγή χρήσης γης αποτελεί τη σημαντικότερη κινητήρια δύναμη της αλλαγής στην ευρωπαϊκή ήπειρο, ενώ οι Bomhard et al. (2005) διαπίστωσαν ότι η αλλαγή του κλίματος είχε πιο έντονη επίδραση από τη μεταβολή της χρήσης γης σε απειλούμενα είδη των *Proteaceae* στο ακρωτήριο Floristic της Νότιας Αφρικής. Αυτό δείχνει σύμφωνα με τους Lehsten et al. (2015) ότι σε διαφορετικές κλίμακες, ή σε διαφορετικές περιοχές του κόσμου, η επίδραση των δύο αυτών παραγόντων μπορεί να είναι διαφορετική. Οι επιδράσεις των παραγόντων αυτών δεν είναι γενικά προσθετικές, σύμφωνα με την προσομοίωσή τους. Αν και δεν προσδιορίζουν εάν οι παράγοντες δρουν συνεργιστικά ή ανταγωνιστικά υποστηρίζουν ότι εάν δεν αναλύσουμε ταυτόχρονα την επίδραση των

αλλαγών της χρήσης γης και των κλιματικών αλλαγών, ενδέχεται να συναντήσουμε πολλά προβλήματα κατά την μελέτη των μελλοντικών μεταβολών στα είδη και τους οικοτόπους. Όλοι οι παράγοντες που διερεύνησαν έχουν κάποια επίδραση, αλλά η αλλαγή χρήσης γης παίζει τον πρώτο ρόλο στην αλλαγή της εξάπλωσης των ενδιαιτημάτων, εκτός από τις περιπτώσεις των κωνοφόρων και μικτών δασών που επηρεάζονται κυρίως από την κλιματική αλλαγή.

4.1.4. ΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ - ΕΙΣΒΟΛΕΙΣ

Τα δάση δεσμεύουν διοξείδιο του άνθρακα ενώ με τη διαδικασία αναπνοής των οργανισμών αποικοδόμησης απελευθερώνεται μέρος αυτού. Διοξείδιο του άνθρακα απελευθερώνεται και κατά τη διάρκεια μιας δασικής πυρκαγιάς. Λόγω της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας, των περιόδων ξηρασίας και την εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων η κατάσταση χειροτερεύει. Αναμένεται η αύξηση του επιπέδου του CO₂ στην ατμόσφαιρα που αλλάζει τον λόγο άνθρακα προς άζωτο στους ιστούς των φυτών, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας τροφής πολλών φυλλοφάγων εντόμων. Ως αντίδραση σε αυτό κάποια έντομα αρχίζουν να καταναλώνουν όλο και περισσότερα φύλλα δημιουργώντας ζημιές στα δέντρα, ενώ άλλα παρουσιάζουν υψηλότερη θνησιμότητα και μειωμένη λειτουργία.

Η θερμοκρασία επηρεάζει την επιβίωση εντόμων που είναι ενεργά κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου. Μία αύξηση στη θερμοκρασία μπορεί να μεταβάλει τον μηχανισμό με τον οποίο τα έντομα ρυθμίζουν τους κύκλους τους στο τοπικό κλίμα, καταλήγοντας σε γρηγορότερη ανάπτυξη και σε ένα μεγαλύτερο διατροφικό ρυθμό (Battisti, 2008). Επίσης η χημική άμυνα των φυτών μπορεί να επηρεαστεί από μια αλλαγή του CO₂.

Λόγω της κλιματικής αλλαγής αναμένεται να γίνει αύξηση των επιδημιών που οφείλονται σε παθογόνους οργανισμούς (μύκητες, έντομα κ.α.) και οδηγούν σε νέκρωση των δέντρων. Αυτό συμβαίνει γιατί οι μηχανισμοί άμυνας των δέντρων αποδυναμώνονται και γιατί σε πολλούς παθογόνους μικροοργανισμούς προκαλείται αλλαγή στους ρυθμούς ανάπτυξης, τον τρόπο αναπαραγωγής τους και την εξάπλωσή τους καταλήγοντας συχνά ο αριθμός των παθογόνων οργανισμών σε μία περιοχή να είναι μεγαλύτερος από των θηρευτών τους κάνοντας ανεξέλεγκτη τη δράση τους. (Ομάδα Εργασίας του Έργου LIFE+ AdaptFor, 2014)

Ήδη, εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας, το φλοιοφάγο έντομο *Ips typographus* έχει αρχίσει να αυξάνει τον αριθμό των γενεών ανά έτος. Συναντάται στη Βόρεια Ευρώπη (Lange et al., 2006) και είναι ένα από τα πιο καταστρεπτικά έντομα της Ευρώπης. Έχει βρεθεί στη Νορβηγία, στη Σουηδία και στη Φιλανδία. Εμφανίζει μόνο μια γενιά ανά έτος, ωστόσο, σε θερμά καλοκαίρια εμφανίζεται και δεύτερη γενιά στη Νότια Σουηδία και Νότια Νορβηγία. (Χρυσοπολίου και Ντάφης, 2014)

Σημαντική παράμετρο της εξέλιξης των φλοιοφάγων εντόμων αποτελεί ο αριθμός των γενεών ανά έτος. Σε εύκρατες περιοχές (temperate regions), όπου οι χειμώνες είναι πολύ κρύοι, η ανάπτυξή τους πραγματοποιείται μόνο κατά το διάστημα της βλαστητικής περιόδου. Για ορισμένα είδη υπάρχει ένα συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξης, στο οποίο μπορεί να επιβιώσει το έντομο το χειμώνα. Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας θα αυξήσει τη βλαστική περίοδο και πιθανόν να οδηγήσει στο όλο και περισσότερα έντομα να προλάβουν να φτάσουν στο ανθεκτικό στο κρύο στάδιο. Αυτό θα προκαλέσει μεγάλη αύξηση του πληθυσμού των φλοιοφάγων εντόμων, την εμφάνιση επιδημιών, και κατά συνέπεια τη νέκρωση των δέντρων. (Χρυσοπολίου και Ντάφης, 2014)

Στην Ελλάδα, κατά τις τελευταίες δεκαετίες, έχει καταγραφεί αύξηση του ποσοστού νέκρωσης δέντρων εξαιτίας προσβολών από μύκητες ή φλοιοφάγα έντομα που οφείλεται στην εξασθένηση των δέντρων λόγω της παρατεταμένης ξηρασίας. Η έλλειψη νερού και η αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους έκαναν ζημιά στο βιολογικά ενεργό, ριζικό σύστημα. Οι παθογόνοι οργανισμοί και οι ασθένειες που αυτοί προκαλούν μπορεί να αποτελούν πρώιμους ενδείκτες της κλιματικής αλλαγής σε τοπικό επίπεδο. (Δημόπουλος, 2014)

Στο εγγύς μέλλον αναμένεται λόγω της κλιματικής αλλαγής, αλλά και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων η μείωση των δασικών εκτάσεων με αποτέλεσμα τη μετανάστευση πολλών ειδών φυτών και ζώων σε άλλες περιοχές. Τα είδη φυτών που εισέρχονται σε ένα οικοσύστημα από κάποιο άλλο και εγκαθίστανται ονομάζονται ξενικά ή αλλόχθονα και χαρακτηρίζονται ως εισβολείς. Μερικά από τα φυτά αυτά που καταφέρνουν να προσαρμοστούν στο νέο τους περιβάλλον αρχίζουν να αναπαράγονται γρήγορα αφού δεν έχουν ανταγωνιστές εις βάρος των γηγενών ειδών, τα οποία απειλούνται με εξαφάνιση.

Αποτελέσματα πειραμάτων δείχνουν ότι σε υψηλά επίπεδα CO₂ τα ξενικά είδη κάνουν πιο αποτελεσματική χρήση του διαθέσιμου νερού και έτσι γίνονται πιο αποτελεσματικά

από τα αυτόχθονα είδη. Η αύξηση στη λίπανση αζώτου ωφελεί, επίσης, τα ξενικά είδη έναντι των αυτοχθόνων ειδών (Lloret et al., 2004). Τα παρόχθια δάση και περισσότερο τα Μεσογειακά αποτελούν ένα πολύ ευαίσθητο στα ξενικά είδη περιβάλλον, τα οποία συχνά εποικίζονται με υψηλό δυναμικό ανάπτυξης, πολύ μεγάλες εκτάσεις. (WWF, 2009)

4.1.5. Η ΥΔΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Η κλιματική αλλαγή έχει προκαλέσει αλλαγές στην κατανομή των βροχοπτώσεων και στην ποσότητα των κατακρημνισμάτων στη Γη. Σε πολλές δασικές εκτάσεις προβλέπεται να αλλάξει η δομή τους, όπως η μείωση της συγκόμωσης, με αποτέλεσμα να προκαλέσει υποβάθμιση του προστατευτικού ρόλου των δασών κυρίως ως προς τη διάβρωση του εδάφους, τις πλημμύρες και την προστασία από τους δυνατούς ανέμους και χιονοστιβάδες, καθώς θα επιδράσει στη συχνότητα και την ένταση των πλημμυρών και άλλων ακραίων καιρικών φαινομένων.

Το νερό είναι πηγή ζωής για όλα τα δέντρα του δάσους και η διαθεσιμότητά του επηρεάζει την ανάπτυξη και επιβίωσή τους. Η έλλειψη νερού προκαλεί μεταβολή (πτώση) της τιμής του υδατικού δυναμικού των κυττάρων του δένδρου, φαινόμενο το οποίο ονομάζεται υδατική καταπόνηση. <Σε συνθήκες ξηρασίας, το υδατικό δυναμικό του ριζικού συστήματος, του εδάφους και των φύλλων, φθίνει διαρκώς. Η μεγαλύτερη ημερήσια διακύμανση παρατηρείται στο υδατικό δυναμικό των φύλλων, καθώς τα φύλλα διαπνέουν εντατικά καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Το υδατικό ισοζύγιο δεν μπορεί να ανακάμψει κατά τη διάρκεια της νύχτας, οπότε το μέγιστο υδατικό δυναμικό φθίνει σε συνάρτηση με τον χρόνο> (Kozlowski et al., 1991).

Όταν το δέντρο αντιλαμβάνεται τη έλλειψη νερού κλείνει τα στόματα στην επιφάνεια των φύλλων μειώνοντας τους ρυθμούς αναπνοής και διαπνοής του, με σκοπό την οικονομία νερού στο φυτό. Το κλείσιμο των στομάτων εμποδίζει την πρόσληψη διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και, κατά συνέπεια, την αφομοίωσή του μέσω της φωτοσύνθεσης. Μικρότερη απορρόφηση CO₂ από τα δασικά δέντρα σημαίνει μεγαλύτερες ποσότητες ελεύθερες στην ατμόσφαιρα που οδηγεί στην επιδείνωση της κλιματικής αλλαγής. (Ραδόγλου και Κορακάκη, 2012)

Η αραίωση της βλάστησης εξαιτίας της υδατικής καταπόνησης θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ποσότητας του διαθέσιμου χρησιμοποιήσιμου ύδατος λόγω της μεγαλύτερης επιφανειακής απορροής και της μειωμένης βαθιάς διήθησης εμπλουτισμού των υπόγειων υδάτων. (Arnell, 1999, Arora and Boer, 2001)

Οι αυξημένης συχνότητας και έντασης διαταραχές στα ορεινά δασικά οικοσυστήματα αναμένεται να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα και την ποσότητα του παραγόμενου από αυτά νερού. Μία αρνητική επίπτωση στην ποιότητα του νερού θα είναι ο εμπλουτισμός του με νιτρικά εξαιτίας της αύξησης του ρυθμού αποσύνθεσης λόγω κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον αναμένεται να μειωθεί η παροχή νερού στις πηγές λόγω ελάττωσης της χιονόπτωσης και των βροχοπτώσεων με αποτέλεσμα να χαμηλώσει η στάθμη των ποταμών και των λιμνών επηρεάζοντας όλη τη ζωή γύρω τους. (Hulme, 2005)

4.1.6. ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ

Κάθε καλοκαίρι ειδικά στις Μεσογειακές χώρες έκαναν την εμφάνισή τους σημαντικός αριθμός πυρκαγιών με τα δάση να είναι αυτά που πλήττονταν περισσότερο. Η εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου με την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας και τη συχνότερη εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων επιδείνωσε αυτήν την κατάσταση. Οι πυρκαγιές έγιναν εντονότερες και συχνότερες καθώς η αύξηση της διάρκειας των ξηρών και θερμών καλοκαιριών και η ύπαρξη θερμότερων χειμώνων με μείωση της βροχόπτωσης αποξηραίνουν τη βλάστηση και κατ' αυτό τον τρόπο δημιουργήσαν ιδανικές συνθήκες για την έναρξη των πυρκαγιών και τη διάδοσή τους. (Rego et al., 2010)

Η κατάσταση αυτή σύμφωνα με τους επιστήμονες αναμένεται να επιδεινωθεί με δραματική αύξηση του κινδύνου πρόκλησης δασικών πυρκαγιών, λόγω της επικράτησης νέων μετεωρολογικών συνθηκών (αύξηση της θερμοκρασίας και παρατεταμένη ξηρασία κατά τους θερινούς μήνες, καταιγίδες, κεραυνοί κ.λπ.), αλλά κυρίως, λόγω της επιμήκυνσης της ευνοϊκής, για εκδήλωση πυρκαγιάς, περιόδου.

Σύμφωνα με τον Whelan (1995), όπως αναφέρεται στους Dale et al. (2001), <οι επιπτώσεις των πυρκαγιών στα δάση περιλαμβάνουν την επιτάχυνση του κύκλου θρεπτικών ουσιών, τη θνησιμότητα των μεμονωμένων δένδρων, τις μετατοπίσεις σε διαδοχική κατεύθυνση, τη προκαλούμενη βλάστηση σπόρων, την απώλεια της εδαφικής

τράπεζας σπόρων, την αυξημένη ετερογένεια του τοπίου, τις μεταβολές των επιφανειακών οργανικών στρωμάτων και των υπογείων ριζών και των αναπαραγωγικών ιστών. Μπορεί να προκληθεί διάβρωση όταν η διαταραχή του εδάφους συνοδεύει την πυρκαγιά (π.χ. κατά τη διάρκεια επιχειρήσεων πυρόσβεσης ή διάσωσης ξυλείας). Η πυρκαγιά επηρεάζει την αξία του δάσους για τον οικοτόπο της άγριας ζωής, την ξυλεία, την αναψυχή και, μέσω του καπνού, την ανθρώπινη υγεία>.

Τα δασικά οικοσυστήματα έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής για να ανταπεξέλθουν στη διαταραχή αυτή ή στις νέες περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια και μετά από μια πυρκαγιά. Τέτοιοι μηχανισμοί είναι η αναβλάστηση (resprouting) των καμένων ατόμων από υπόγεια όργανα και η φύτευση νέων ατόμων μέσω των σπερμάτων από εδαφικές ή επίγειες τράπεζες σπερμάτων (seed germination). Τα περισσότερα είδη των οικογενειών Cistaceae και Leguminosae καθώς επίσης και η Χαλέπιος πεύκη (*Pinus halepensis*) χρησιμοποιούν τη μέθοδο της αναγέννησης από εδαφικά ή επίγεια σπέρματα. Το 8,7% του συνόλου της δασικής έκτασης που απαντάται στην Ελλάδα είναι Χαλέπιος πεύκη. (Ποϊραζίδης κ.α., 2011)

Ωστόσο, όταν η περίοδος μεταξύ δύο συνεχόμενων περιστατικών πυρκαγιάς είναι πολύ μικρή η ανάκαμψη του οικοσυστήματος στην προ διαταραχής κατάσταση του είναι απίθανο να συμβεί και οι διεργασίες αυτοδιαδοχής μεταβάλλονται. Επίσης, οι μεγάλης κλίμακας πυρκαγιές, που προκαλούνται εξαιτίας της μεγάλης ξηρασίας και των ισχυρών ανέμων που πνέουν, προκαλούν δραματικά περιβαλλοντικά και κοινωνικοοικονομικά προβλήματα, καθώς επίσης οδηγούν σε αλλαγές στα οικοσυστήματα οδηγώντας έτσι είδη δένδρων όπως τα κωνοφόρα, σε υψηλή πιθανότητα εξαφάνισης του είδους από μια περιοχή και στην αντικατάστασή τους από θαμνώδη είδη.

Οι δασικές πυρκαγιές καταστρέφουν τη βλάστηση και επηρεάζουν τη δομή καθώς και τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του επιφανειακού στρώματος του εδάφους μειώνοντας τη συνοχή του εδάφους και την ικανότητά του να απορροφά νερό. Έτσι το έδαφος μπορεί να απομακρυνθεί από τον άνεμο ή να παρασυρθεί από το ορμητικό βρόχινο νερό δημιουργώντας φαινόμενα διάβρωσης και πλημμυρών (Μαρονικολάκη, 2011). Οι επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών εκτός από περιβαλλοντικές είναι και οικονομικές καθώς επηρεάζουν τις γεωργικές δραστηριότητες αλλά και τις υποδομές.

Οι δασικές πυρκαγιές επηρεάζουν και την πανίδα. Συνήθως <τα περισσότερα μεγάλα θηλαστικά όπως και τα πουλιά καταφέρνουν να διαφύγουν από την περιοχή της

πυρκαγιάς, ενώ πολλά είδη ερπετών προφυλάσσονται από αυτήν καλυπτόμενα στο έδαφος ή στα βράχια. Αντίθετα τα μικρότερα θηλαστικά, τα αρθρόποδα αλλά και πολλά είδη ερπετών και μικρών δασόβιων πουλιών δεν προλαβαίνουν συνήθως να διαφύγουν. Αντίστοιχα, οι επιπτώσεις της πυρκαγιάς στη βλάστηση ωφελούν μεγάλο αριθμό ειδών που προτιμούν τους ανοικτούς χώρους ή βόσκουν ενώ θίγουν τα καθαρά δασόβια είδη πουλιών και μικρών θηλαστικών. Οι επιπτώσεις μπορεί να είναι σημαντικότερες εάν η πυρκαγιά εκδηλωθεί την εποχή της αναπαραγωγής, εάν η έκτασή της είναι τόσο μεγάλη που να καλύπτει μεγάλο μέρος της εξάπλωσης ενός είδους ή εάν η διάσπαση του βιοτόπου από υποδομές είναι τέτοια που να εμποδίζει τη διαφυγή των ζώων και μετέπειτα τον επανεποικισμό>. (Μαρονικολάκη, 2011)

Επιπρόσθετα, κατά την διάρκεια μίας πυρκαγιάς απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα διοξείδιο του άνθρακα και αιωρούμενα σωματίδια συμβάλλοντας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου ενώ με την καταστροφή της βλάστησης έχουμε μεγαλύτερη αντανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας που αλλάζει το μικροκλίμα της περιοχής, το οποίο είχαν διαμορφώσει τα δασικά δέντρα με πιο ήπιες θερμοκρασίες το χειμώνα και πιο δροσερά καλοκαίρια.

Αν θέλουμε να μιλήσουμε πιο συγκεκριμένα προβλέπεται ότι στις Μεσογειακές χώρες και συγκεκριμένα στην Ελλάδα, η συχνότητα εμφάνισης πυρκαγιών, δηλαδή ο μέσος χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών πυρκαγιών στον ίδιο τόπο αναμένεται να μειωθεί κατά 10 - 25% περίπου. Τα δάση της νότιας ηπειρωτικής χώρας και της Κρήτης αναμένεται να ζημιωθούν περισσότερο (Giannakopoulos et al., 2009). Επιπλέον, ο αριθμός των πυρκαγιών και η συνολική καμένη έκταση ετησίως στην Ελλάδα και στις άλλες Μεσογειακές χώρες της νότιας Ευρώπης θα αυξηθούν κατά 10% (Σενάριο B2) έως 20% (Σενάριο A2), δηλαδή περίπου 20.000 εκτ. ως 40.000 εκτ. θα καίγονται στην Ελλάδα ετησίως πλέον των σημερινών (Flannigan et al., 2000, Moriondo et al., 2006, Schelhaas et al., 2010). Τα επόμενα 50 έτη, θεωρείται ότι θα είναι πιο ευάλωτη σχεδόν όλη η νότια ηπειρωτική χώρα, η Κρήτη, η δυτική και η κεντρική Πελοπόννησος, εκτός της δυτικής Ελλάδας και της κεντρικής Πελοποννήσου. (Giannakopoulos et al., 2009)

Τέλος, οι δασικές πυρκαγιές έχουν μεγάλο οικονομικό κόστος, το οποίο προκύπτει από την προσπάθεια πρόληψης και αντιμετώπισή τους, αλλά και από την προσπάθεια αποκατάστασης των ζημιών που αυτές προκαλούν (π.χ. αναδάσωση). Επιπλέον, μειώνουν τα έσοδα από την εκμετάλλευση του δάσους αφού μειώνεται η παραγωγή ξύλου και άλλων προϊόντων καθώς και ο εκμεταλλεύσιμος χώρος για αναψυχή.

4.1.7. ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ

Η πρώτη αναφορά στο φαινόμενο της όξινης βροχής έγινε το 1852 από τον Άγγλο χημικό R.A. Smith κατά τη μελέτη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο Manchester της Αγγλίας. Το 1982, σε ειδική συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την οξίνιση (του περιβάλλοντος, η όξινη βροχή αναγνωρίστηκε ως ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της διασυνοριακής ρύπανσης. (Παραδεισανός, 2004)

Η όξινη βροχή δημιουργείται από την αντίδραση του διοξειδίου του θείου (SO_2) και των οξειδίων του αζώτου με το οξυγόνο και τους υδρογονάνθρακες, δηλαδή με τους υδρατμούς, στα σύννεφα. Από την αντίδραση αυτή προκύπτει θειικό (H_2SO_4) και νιτρικό οξύ (HNO_3) τα οποία πέφτουν στη Γη ως βροχή, χαλάζι, χιόνι, ομίχλη, πάχνη, ως και ξηρή σκόνη. (Τακτικός, 2013)

Τα αέρια αυτά προέρχονται τόσο από φυσικές δραστηριότητες, κυρίως από τις εκρήξεις των ηφαιστείων, από διάφορες βιολογικές δραστηριότητες και από την τήξη όξινου πάγου, όσο και από ανθρώπινες δραστηριότητες και συγκεκριμένα από την καύση ορυκτών καυσίμων και από πυρκαγιές. (<https://el.wikipedia.org/>)

Το διοξείδιο του θείου και τα οξείδια του αζώτου μπορούν να ταξιδέψουν σε μεγάλες αποστάσεις με τη βοήθεια των ανέμων και να δημιουργήσουν όξινη βροχή χιλιόμετρα μακριά από τον τόπο εκπομπής τους. Οι περιοχές που κινδυνεύουν περισσότερο από το φαινόμενο της όξινης βροχής είναι Καναδάς, οι ανατολικές και δυτικές ΗΠΑ, η Σκανδιναβία και η Ιαπωνία. Το πρόβλημα του Καναδά οφείλεται στα καυσαέρια της κοιλάδας του Οχάιο των ΗΠΑ. Για τη Σκανδιναβία την κύρια ευθύνη έχουν η Αγγλία, η Γερμανία και η Πολωνία. Το πρόβλημα της ρύπανσης είναι διεθνές. (Τακτικός, 2013)

Η όξινη βροχή επιφέρει καταστροφικά αποτελέσματα σε οικοσυστήματα και καλλιέργειες γιατί εμποδίζει την ανάπτυξη των φυτών και των δένδρων. Εργαστηριακές μετρήσεις έχουν δείξει ότι τα δάση ίσως βρεθούν σε μεγάλο κίνδυνο στο εγγύς μέλλον. Η όξινη βροχή, σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες που επιβαρύνουν το περιβάλλον, προκαλεί τη μείωση της ταχύτητας της ανάπτυξης και τον τραυματισμό και θάνατο των δασών. Προκαλεί οξίνιση του νερού των λιμνών και των ποταμών, όπως επίσης την καταστροφή δέντρων και πολλών ευαίσθητων εδαφών στα δάση. Τα δέντρα σ' αυτά τα δάση δεν μεγαλώνουν τόσο γρήγορα όσο στην υγιή τους κατάσταση ούτε έχουν καλή όψη. Τα δάση υψηλού ύψους είναι ιδιαίτερα τρωτά διότι περιβάλλονται συχνά από όξινη

ομίχλη που είναι πιο όξινη από τη βροχή. Για παράδειγμα, στη Σουηδία και στη Νέα Αγγλία έχουν παρατηρηθεί μειωμένοι ρυθμοί ανάπτυξης των δένδρων. (Λέσι, 2011)

Η όξινη βροχή επιδρά άμεσα και έμμεσα στα δέντρα του δάσους. Άμεσα προκαλεί ζημιά στα στόματα των φύλλων των δέντρων και φυλλόπτωση ελαττώνοντας τη ζωτικότητα των δασικών δέντρων. Έμμεσα καταστρέφει τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους ενώ ταυτόχρονα αλλάζει το pH του με αποτέλεσμα το λεπτό ριζικό σύστημα να καταστρέφεται από το χαμηλό pH του νερού της βροχής και έτσι να γίνεται με δυσκολία η μεταφορά των θρεπτικών στοιχείων στα δέντρα. Αυτό έχει ως συνέπεια τα δάση να γίνονται πιο ευαίσθητα στην ξηρασία, στις αρρώστιες και στην προσβολή των εντόμων. (Βαρδάκα και Ζέρη, 2005)

Έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια στο νερό της βροχής να περιέχονται και εξαιρετικά επικίνδυνοι ρύποι, όπως πλατίνα, παλλάδιο, ιρίδιο, όσμιο, κ.α. Πρόκειται για στοιχεία που υπάρχουν σε όλους τους καταλύτες των αυτοκινήτων με σκοπό να μειώσουν τη ρύπανση της ατμόσφαιρας από τα καυσαέρια. Όταν με τα χρόνια φθείρονται οι καταλύτες και δεν αντικαθίστανται παράγονται οι παραπάνω ρύποι που με τη βροχή μεταφέρονται παντού. Οι ρύποι αυτοί θεωρούνται εξαιρετικά τοξικοί. Η <νέα> όξινη βροχή εκτός από τον άνθρωπο πλήττει και τα φυτά, τα οποία <καίει>, τους προκαλεί ασφυξία, τους στερεί το οξυγόνο και τα φθείρει ανεπανόρθωτα. Αυτή η όξινη βροχή έχει κάνει την εμφάνισή της στην Αθήνα, στην Πόλη του Μεξικού στη Ρώμη, στη Νέα Υόρκη, στη Φρανκφούρτη κ.α. (Βαρδάκα και Ζέρη, 2005)

4.1.8. ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ

Τα δάση είναι τόπος διαβίωσης μεγάλου αριθμού ειδών πανίδας και χλωρίδας. Επίσης, περίπου 2 δισεκατομμύρια άνθρωποι ζουν εκμεταλλευόμενοι το δάσος με τα 70 εκατομμύρια να είναι αυτόχθονες λαοί. Κάθε χρόνο, 13 εκατομμύρια εκτάρια δασών χάνονται με τη διαρκή υποβάθμιση των ξηρών περιοχών να έχει οδηγήσει στην ερημοποίηση 3,6 δισεκατομμυρίων εκταρίων (Περιφερειακό Κέντρο Πληροφόρησης Ηνωμένων Εθνών, 2017). Για παράδειγμα, στην Ελλάδα μεγαλύτερο κίνδυνο ερημοποίησης έχουν κυρίως παράκτιες περιοχές στη νότια και τη νησιωτική Ελλάδα όπου βρίσκονται δασικές εκτάσεις με θερμόβια κωνοφόρα και αείφυλλα πλατύφυλλα

που λόγω της κλιματικής αλλαγής το 1% με 2% της έκτασής τους έχει αυξημένες πιθανότητες να ερημοποιηθεί. (Le Houérou, 1996)

Η 17^η Ιουνίου έχει καθιερωθεί από τα Ηνωμένα Έθνη ως Παγκόσμια Ημέρα ενάντια στην Ερημοποίηση. Το 1994 υπογράφει η Διεθνής Σύμβαση για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης και της Ξηρασίας που υποχρεώνει όλα τα κράτη που την υπέγραψαν να εφαρμόσουν Εθνικά Σχέδια Δράσης για την καταπολέμηση και τον περιορισμό της ερημοποίησης και η οποία τέθηκε σε ισχύ στις 26 Δεκεμβρίου 1996. Τα Ηνωμένα έθνη ορίζουν ότι: <Ερημοποίηση είναι η διαδικασία υποβάθμισης ξηρών, ημί - ξηρων και ύφυγων γαιών που προκαλείται από βιοφυσικούς και ανθρώπινους (κοινωνικο - οικονομικούς και θεσμικούς) παράγοντες. Υποβάθμιση της Γης σημαίνει μείωση ή απώλεια της βιολογικής και οικονομικής παραγωγικότητας και πολυπλοκότητας αρδευόμενης και μη αρδευόμενης γεωργικής γης, λειμώνων, βοσκοτόπων, δασών και δασικών εκτάσεων>. (Ευθυμίου, 2013)

Η κλιματική αλλαγή με τον συνδυασμό διάφορων ανθρώπινων παρεμβάσεων οδηγούν στην υποβάθμιση των δασών και δασικών εκτάσεών μας. Από τη μία λόγω της κλιματικής αλλαγής έχουμε μεγάλες περιόδους ξηρασίας, παρατεταμένους καύσωνες με μεγαλύτερες πιθανότητες εκδήλωσης πυρκαγιών, μείωση των βροχοπτώσεων, έντονα καιρικά φαινόμενα, όπως έντονες βροχοπτώσεις και ανέμους που οδηγούν σε πλημμύρες και διάβρωση του εδάφους, ιδιαίτερα σε περιοχές με μεγάλη κλίση και έντονο ανάγλυφο καθιστώντας αδύνατη την ανάκαμψη ενός οικοσυστήματος. Από την άλλη η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων και η εξάντληση των εδαφών από τους ανθρώπους για την ικανοποίηση των αναγκών τους, η χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων για μεγαλύτερη παραγωγή, η υπερβόσκηση, η διάβρωση που προκαλείται από τα γεωργικά μηχανήματα και η αλάτωση του εδάφους από την άρδευση με νερό κακής ποιότητας που καταστρέφει τη βλάστηση είναι μερικές ανθρώπινες ενέργειες που οδηγούν στην ερημοποίηση. (Κοσμάς, 2005)

Η ερημοποίηση ως φαινόμενο μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα στο περιβάλλον, τις κοινωνίες αλλά και την οικονομία, γι' αυτό πρέπει να είμαστε προσεκτικοί στη διαχείρισή του καθώς δημιουργεί κατά κανόνα μη αναστρέψιμες καταστάσεις και απαιτούνται κυρίως μέτρα πρόληψης. Η επαναφορά σε πρότερη κατάσταση είναι πολύ δύσκολη ως αδύνατη ανάλογα με τον βαθμό ερημοποίησης και με μεγάλο κόστος (Ευθυμίου, 2013). Με την ερημοποίηση έχουμε μείωση της παραγωγικότητας ενός τόπου που συνεπάγεται τη μείωση του αγροτικού εισοδήματος με

αποτέλεσμα την εγκατάλειψη της Γης και τη μετανάστευση του πληθυσμού σε αστικά κέντρα για περισσότερες ευκαιρίες απασχόλησης. Η συσσώρευση όμως των ανθρώπων στις πόλεις αυξάνει τελικά την ανεργία, τη ρύπανση που προκαλείται, καθώς και τα περιβαλλοντικά προβλήματα λόγω της κακής διαχείρισης των φυσικών πόρων. Επιπλέον, η ερημοποίηση οδηγεί σε μείωση της βιοποικιλότητας, διάβρωση του εδάφους και μείωση της διαθεσιμότητας γλυκού νερού. (Κοσμάς, 2005)

4.2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης υπολογίζεται σύμφωνα με διάφορες επιστημονικές μελέτες ότι θα επιφέρει μεγάλες αλλαγές στα δασικά οικοσυστήματα. Είναι απαραίτητο ο τρόπος διαχείρισης των δασών να προσαρμοστεί στις νέες συνθήκες με στόχο την προσαρμογή αυτών στην κλιματική αλλαγή. Πέραν των φυσικών επιπτώσεων, λοιπόν, θα υπάρξει κόστος που θα προκύψει από τον νέο τρόπο διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων, το οποίο στο μέλλον πιθανολογείται ότι θα είναι από 25% έως 40% πλέον του σημερινού. Αυτό είναι βέβαιο μόνο μία εκτίμηση καθώς είναι αδύνατο να προβλεφθεί με ακρίβεια το αναμενόμενο κόστος κι αυτό γιατί οι κλιματεδαφικές συνθήκες, η σύνθεση και η δομή των δασών και η τρόπος διαχείρισης είναι διαφορετικά από χώρα σε χώρα. (Νάσσης κ.α., 2011)

Ενέργειες μελλοντικές στο πλαίσιο της διαχείρισης των δασικών οικοσυστημάτων που θα επιφέρουν κόστος είναι (Νάσσης κ.α., 2011):

- Επεμβάσεις πιο εντατικές (π.χ. αναδασώσεις, δασώσεις) για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και των υγιών δασικών ειδών και εκτάσεων με ταυτόχρονο περιορισμό της ανεξέλεγκτης υλοτομίας και κατ' επέκταση λιγότερο ξυλαπόθεμα.
- Επιλεκτικές υλοτομίες προστατεύοντας τα υγιή δέντρα, έλεγχος της υπερβόσκησης για αποφυγή ερημοποίησης και κατασκευή φραγμάτων συγκράτησης φερτών υλικών, ομβρίων υδάτων για τον εμπλουτισμό των υπέργειων και υπόγειων υδροφορέων, μέτρα με τα οποία θα επιτευχθεί περιορισμός των διαβρώσεων, των πλημμυρών και ομαλοποίηση του υδατικού ισοζυγίου.
- Αποφυγή ερημοποίησης με λήψη προληπτικών μέτρων ειδικά σε περιοχές με μεγάλη κλίση και έντονο ανάγλυφο, με τον περιορισμό της υπερεκμετάλλευσης των φυσικών πόρων και της εξάντλησης των εδαφών από τους ανθρώπους για την ικανοποίηση

των αναγκών τους, όπως είναι η αντικατάσταση των χημικών φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων για μεγαλύτερη παραγωγή από πιο φιλικά προς το περιβάλλον αλλά ακριβότερα και με μικρότερη απόδοση, η αποτροπή με πρόστιμα της υπερβόσκησης, η ορθολογικότερη χρήση του νερού για άρδευση ώστε να αποφεύγεται η χρήση κακής ποιότητας που καταστρέφει την ποιότητα του εδάφους και τη βλάστηση.

- Κατασκευή φραγμάτων και αναχωμάτων σε παράκτιους υγροτόπους, σημαντικής οικολογικής και οικονομικής αξίας, και κυρίως στα Δέλτα των μεγάλων ποταμών για περιορισμό της εισχώρησης της θάλασσας καθώς και για τον έλεγχο της ροής του γλυκού νερού ώστε να διατηρηθούν εκτάσεις περιορισμένης αλατότητας και υψηλής παραγωγικότητάς. Τέτοιες κατασκευές πρέπει να γίνονται κατόπιν μελέτης όπου θα υπολογίζεται η αναλογία κόστους – οφέλους.

Οικονομική αποτίμηση ενεργειών:

Κάθε ενέργεια από τις παραπάνω έχει οικονομικό κόστος που προσανξάνεται με το οικονομικό κόστος που θα έχει η μη εκμετάλλευση εδαφών και η αλλαγή χρήσης άλλων για τις τοπικές κοινωνίες, καθώς και η ηπιότερη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Το κόστος αυτό είναι δύσκολο να αποτιμηθεί γιατί μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, τη μορφολογία του εδάφους, το είδος της βλάστησης που υπάρχει και άλλα.

Για την εκτίμηση των οικονομικών επιπτώσεων από την κλιματική αλλαγή στα δασικά οικοσυστήματα είναι απαραίτητη η πρόβλεψη των τιμών των παραγόμενων προϊόντων στο μέλλον. Για παράδειγμα η μείωση της αναμενόμενης παραγωγής ξύλου, που ένα μέρος του αφορά τεχνικό ξύλο και το υπόλοιπο αφορά καυσόξυλα, καθώς και η αξία των πωλήσεων μεταποιημένων προϊόντων ξύλου μπορεί να υπολογιστεί με ένα οικονομικό πολλαπλασιαστή απολαβών και αφορά την προστιθέμενη αξία από τον παραγωγό στη βιομηχανία ξύλου, που εκτιμήθηκε για παράδειγμα σε 4,89 για τα δάση της Καλιφόρνιας στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Στην Ελλάδα, ο συντελεστής αυτός έχει οριστεί σε 4,65, οι τιμές όμως της τεχνικής ξυλείας και των καυσόξυλων που απολαμβάνουν οι παραγωγοί διαμορφώνονταν μέχρι το 1987 βάσει πλειοδοτικών διαγωνισμών που διενεργούσε η Δασική Υπηρεσία. Από το 1987 και μετέπειτα, βάσει του Π.Δ. 126/1986, οι Αγροτικοί Δασικοί Συνεταιρισμοί είναι οι δικαιούχοι της ξυλείας που υλοτομούν στα δημόσια δάση και έχουν τη δυνατότητα πώλησής της στο ελεύθερο εμπόριο κάτι που κάνει δύσκολη την πρόβλεψη τιμών στο μέλλον και τον υπολογισμό του κόστους από τη μείωση του παραγόμενου ξύλου. (Νάσσης κ.α., 2011)

Η αλλαγή στην έκταση και τη θέση των δασών και τον έλεγχο της υπερβόσκησης έχει επιφέρει αλλαγές στις εκτάσεις για βόσκηση και επομένως και στη βοσκήσιμη ύλη, με άμεση συνέπεια τη μείωση της παραγωγής κρέατος που είναι μία πολύ σοβαρή οικονομική επίπτωση. Για τη βοσκήσιμη ύλη δεν υπάρχουν καθορισμένες τιμές, όμως δεδομένου ότι 10 χλγρ. βοσκήσιμης ύλης ισοδυναμούν περίπου με 1 χλγρ. αξιοποιήσιμου κρέατος έχουμε μεγάλη απώλεια εισοδήματος. Στην Ελλάδα η μέση τιμή κρέατος είναι €5/χλγρ. η εκτιμώμενη ετήσια συνολική οικονομική επίπτωση εάν χρησιμοποιηθεί ο οικονομικός πολλαπλασιαστής 4,65, εκτιμάται από €156 εκατ. έως και €390 εκατ. το έτος 2100. (Νάσσης κ.α., 2011)

Οι εκτεταμένες και επαναλαμβανόμενες με μεγαλύτερη συχνότητα πυρκαγιές λόγω της κλιματικής αλλαγής, έχουν τόσο άμεσο όσο και έμμεσο κόστος κατάσβεσης. Οι άμεσες ετήσιες δαπάνες για την κατάσβεση των πυρκαγιών είναι η ενοικίαση αεροπλάνων, η ενοικίαση ελικοπτέρων και η δαπάνη για επίγεια μέσα. Οι έμμεσες όπως οι δαπάνες από την καταστροφή του φυτικού κεφαλαίου και των υποδομών εκτιμώνται σε κόστος του αποτεφρωθέντος ξυλαποθέματος, σε κόστος καταστροφών σε γεωργικές καλλιέργειες και σε κόστος καταστροφών σε υποδομές επίσης έμμεσο κόστος θεωρείται η μείωση του αξιοποιήσιμου υδατικού δυναμικού, η υποβάθμιση άλτων αγαθών και υπηρεσιών (περιβάλλον, αισθητική, νερό, βιοποικιλότητα κ.λπ.) και οι επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων, καθώς οι πυρκαγιές που εκδηλώνονται κοντά σε μεγάλα αστικά κέντρα έχουν σημαντική επίπτωση στο μικροκλίμα και την ποιότητα του αέρα από τα κατάλοιπα της καύσης (διοξίνες κ.λπ.). Στην Ελλάδα σύμφωνα με τον Σταματόπουλο (2007) τα έξοδα για μία μόνο αντιπυρική περίοδο από το 1998 και έπειτα ξεπερνούν κατά μέσον όρο τα 300 - 400 εκατομμύρια ευρώ, γεγονός που καθιστά στη συνέχεια τα κονδύλια της πρόληψης για την προστασία των δασών δυσεύρετα.

Τελειώνοντας είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι κατά την εκτίμηση του οικονομικού κόστους από την κλιματική αλλαγή στα δάση πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν όχι μόνο οι άμεσες επιπτώσεις αλλά και το κόστος όλων των έμμεσων επιπτώσεων στις περιβαλλοντικές υπηρεσίες που προσφέρουν τα δάση, επιπτώσεις που πιθανόν να είναι πολύ σημαντικότερες από τις άμεσες. Η κλιματική αλλαγή έχει οικονομικές επιπτώσεις και σε άλλους τομείς όπως είναι η γεωργία και η κτηνοτροφία αλλά και στην υγεία, στα τρόφιμα, στο νερό κ.λπ., στα οποία δεν θα αναφερθούμε αναλυτικά.

5. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ



Τα δάση, παγκοσμίως, καλύπτουν 42 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα, που αντιστοιχούν περίπου στο 30% της επιφάνειας του πλανήτη. Εξαιτίας της έκτασης που καταλαμβάνουν και της σύνθεσής τους έχουν

σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του παγκόσμιου κλίματος, ενώ ταυτόχρονα αμβλύνουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Τα δασικά οικοσυστήματα αποτελούν ασπίδα απέναντι στην κλιματική αλλαγή συμβάλλοντας με διάφορους τρόπους στη διαμόρφωση του κλίματος της Γης.

Όταν μιλάμε για περιορισμό εννοούμε τη σταδιακή μείωση στο ελάχιστο δυνατόν των αιτιών της κλιματικής αλλαγής, όπως περιορισμός στα επιτρεπτά όρια των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, και των συνεπειών των ακραίων φαινομένων που οφείλονται στην κλιματική αλλαγή, όπως κύματα καύσωνα και ψύχους, πυρκαγιές, ξηρασίες, πλημμύρες και θύελλες, σε επίπεδο περιβαλλοντικό αλλά και οικονομικό - κοινωνικό.

Σύμφωνα με τον Bonan (2008) <τα δάση του πλανήτη επηρεάζουν το κλίμα μέσω φυσικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών που επηρεάζουν την πλανητική ενεργειακή δραστηριότητα, τον υδρολογικό κύκλο και την ατμοσφαιρική σύνθεση. Αυτές οι πολύπλοκες και μη γραμμικές αλληλεπιδράσεις δάσους - ατμόσφαιρας μπορούν να επιβραδύνουν ή να ενισχύσουν την ανθρωπογενή αλλαγή του κλίματος. Η τροπική, η εύκρατη και η βόρεια αναδάσωση και η δάσωση εξασθενίζουν την υπερθέρμανση του πλανήτη μέσω της απομόνωσης του άνθρακα. Οι βιογεωφυσικές ανατροφοδοτήσεις μπορούν να ενισχύσουν ή να μειώσουν αυτό το αρνητικό κλίμα. Τα τροπικά δάση μετριάζουν τη θέρμανση μέσω της ψύξης με εξάτμιση, αλλά η χαμηλή ικανότητα

ανάκλασης της ηλιακής ακτινοβολίας των βόρειων δασών επιδρά θετικά στο κλίμα. Η εξατμιστική επίδραση των εύκρατων δασών είναι ασαφής. Η επίδραση στο κλίμα από αυτές και άλλες διαδικασίες δεν είναι γνωστό>.

Η πιο σημαντική ικανότητα των δασικών οικοσυστημάτων είναι το ότι δεσμεύουν το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) βοηθώντας στη ρύθμιση της συγκέντρωσής του στην ατμόσφαιρα. Μέσω της φωτοσύνθεσης τα δέντρα δεσμεύουν μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) από την ατμόσφαιρα. Με την αναπνοή των φυτών και την αποσύνθεση της βιομάζας αποβάλλεται μέρος αυτής της ποσότητας. Το μεγαλύτερο μέρος του διοξειδίου του άνθρακα δεσμεύεται στην υπέργεια και υπόγεια βιομάζα των δασών μετατρέποντάς το σε βιομάζα, καθώς επίσης στο νεκρό ξύλο και στο έδαφος.

Τα δάση επειδή καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση συνεισφέρουν περίπου το 70% της συνολικής παραγόμενης βιομάζας από τα χερσαία οικοσυστήματα του πλανήτη, δεσμεύοντας τα τρία τέταρτα του αποθηκευμένου άνθρακα στην επίγεια βλάστηση (Melillo et al., 1993). Συγκεκριμένα τα δασικά οικοσυστήματα περιέχουν 1.146 Gt άνθρακα, οι υδροβιότοποι 240 Gt, τα γεωργοκτηνοτροφικά οικοσυστήματα 765 Gt, ενώ τα προϊόντα ξύλου μόνο 5-10 Gt. (Apps, 2003)

Σύμφωνα με τους Canadell and Raupach (2008) <τα δάση απορροφούν επί του παρόντος δισεκατομμύρια τόνους CO_2 παγκοσμίως κάθε χρόνο, μια οικονομική επιδότηση αξίας εκατοντάδων δισεκατομμυρίων δολαρίων, αν έπρεπε να δημιουργηθεί ισοδύναμος νεροχύτης με άλλους τρόπους. Οι ανησυχίες σχετικά με τη μονιμότητα των αποθεμάτων άνθρακα των δασών, τις δυσκολίες ποσοτικοποίησης των μεταβολών των αποθεμάτων και την απειλή των περιβαλλοντικών και κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων των προγραμμάτων μεγάλης κλίμακας αναδάσωσης περιορίζουν την υιοθέτηση δασικών δραστηριοτήτων στις πολιτικές για το κλίμα. Με την πολιτική βούληση και τη συμμετοχή των τροπικών περιοχών, τα δάση μπορούν να συμβάλλουν στην προστασία της αλλαγής του κλίματος μέσω της δέσμευσης του άνθρακα, προσφέροντας οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικο - πολιτιστικά οφέλη. Μια βασική ευκαιρία στις τροπικές περιοχές είναι η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την αποδάσωση και την υποβάθμιση>.

Τα δέντρα συγκρατούν το μεγαλύτερο μέρος του διοξειδίου του άνθρακα στη βιομάζα τους όσα χρόνια ζουν. Απελευθερώνεται μόνο μέσω της αναπνοής των μυκήτων και βακτηρίων κατά τη διαδικασία της αποσύνθεσης των νεκρών κλαδιών ή φύλλων που

εναποτίθενται στο έδαφος με ένα ποσοστό να δεσμεύεται από το έδαφος. Απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα γίνεται και από το κάψιμο της βιομάζας κυρίως εξαιτίας πυρκαγιών. Μετά από μία πυρκαγιά το 10 - 20% της δασικής βιομάζας καταστρέφεται, ενώ η υπόλοιπη είναι νεκρή και αποσυντίθεται αργά αποδεσμεύοντας CO₂ στην ατμόσφαιρα ή εμπλουτίζοντας τον εδαφικό άνθρακα. Το ποσοστό που δεσμεύεται είναι πάντα μεγαλύτερο από αυτό που απελευθερώνεται γι' αυτό και είναι σημαντικό να προστατεύουμε τα δάση και να μην τα καταστρέφουμε. (De Angelis, 2000)

Μια μεγάλη μάστιγα της εποχής είναι η αποψίλωση των δασών, είτε με τις πυρκαγιές, είτε με την ανεξέλεγκτη υλοτομία, είτε με τη μετατροπή δασικών εκτάσεων σε γεωργικές ή άλλες εκμεταλλεύσεις. Υπολογίζεται ότι 150 - 170 χιλιάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα καταστρέφονται το χρόνο, το μεγαλύτερο μέρος από αυτά είναι τροπικά δάση. Τα τροπικά δάση καλύπτουν μόλις το 6% της επιφάνειας της Γης αλλά εκεί ζουν τα μισά από τα χερσαία είδη του πλανήτη. Τα εν λόγω δάση εξαφανίζονται με ρυθμό περίπου 13 εκατομμύρια εκτάρια ετησίως. Η αποψίλωση οδηγεί στην έκλυση 0,8 - 2,2 Gt άνθρακα ετησίως στην ατμόσφαιρα. (Grace, 2001, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2009)

Τα δάση υπολογίζεται ότι δεσμεύουν σύμφωνα με τους Dixon et al. (1994) το 80% του υπέργειου άνθρακα και 40% του υπόγειου άνθρακα σε παγκόσμιο επίπεδο. Από αυτό το ποσοστό (δεσμευμένου στη βιομάζα και το έδαφος) τα δάση της βόρειας ζώνης περιέχουν το 80%, τα δάση της εύκρατης ζώνης το 60% και τα τροπικά δάση το 50%.

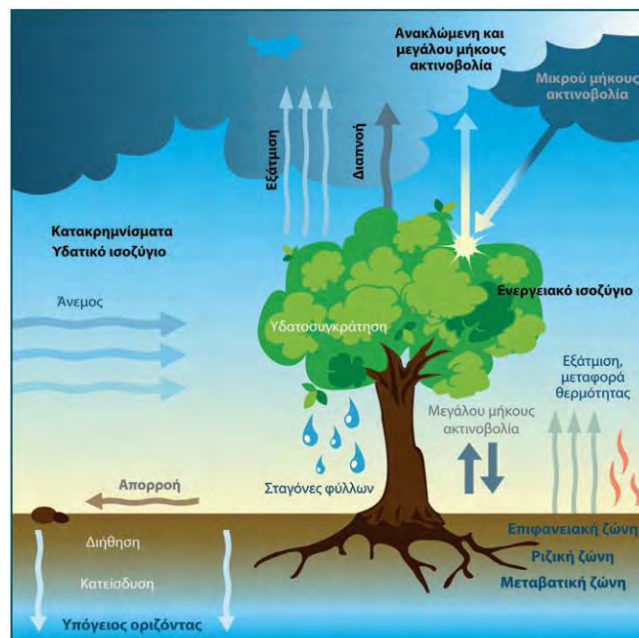
Το δάσος είναι σημαντικός μηχανισμός παραγωγής οξυγόνου (O₂), αφού δεσμεύει το διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο με τη φωτοσύνθεση το μετατρέπει σε οξυγόνο. Παράγουν οξυγόνο 10 φορές περισσότερο από κάθε άλλο χερσαίο οικοσύστημα. Ένα δάσος 1 στρέμματος απορροφά σε ένα χρόνο περίπου 400 κιλά διοξείδιο του άνθρακα παράγοντας 400 κιλά περίπου οξυγόνου. Μεγάλη ποσότητα αν αναλογιστεί κανείς ότι ο άνθρωπος χρειάζεται 250 κιλά το χρόνο για την αναπνοή του. (<http://www.minagric.gr/index.php/el/>)

Σημαντικό ρυθμιστή του κλίματος αποτελεί το δάσος, και λόγω της ικανότητάς του να απορροφά και να εξουδετερώνει διάφορους αέριους ρύπους που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα, όπως διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου και όζον. Για παράδειγμα, ένα στρέμμα δάσους ερυθρελάτης απορροφά 25 κιλά διοξείδιο του θείου και άλλων οξειδίων, ενώ ένα στρέμμα δάσους λεύκης μέχρι 19,3 κιλά (Ντάφης, 1986). Ταυτόχρονα τα φύλλα και κλαδιά των δέντρων συγκρατούν αέριους ρυπαντές ή σκόνη, δηλαδή

αιωρούμενα στερεά με σωματιδιακή μορφή, που προέρχονται από ανθρώπινες δραστηριότητες. Για παράδειγμα ένα στρέμμα δάσους από πεύκα μπορεί να συγκρατήσει 3.200 κιλά και ένα στρέμμα δάσους οξιάς 6.400 κιλά σκόνης. Επίσης, τα δάση δεσμεύουν ή μετατρέπουν σε λιγότερο επιβλαβείς μορφές επικίνδυνες χημικές ουσίες και ρύπους που έχουν εισέλθει στο έδαφος και προέρχονται από ζωικά και χημικά απόβλητα που εναποτίθενται εκεί. (Βλαβιανού - Αρβανίτη, 2017, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2009)

Η ύπαρξη δασικών εκτάσεων επηρεάζει το κλίμα και το μικροκλίμα σε αξιοσημείωτο βαθμό καθώς κάνουν πιο ήπια τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και παρεμποδίζουν το σχηματισμό δροσιάς και πάχνης. Τα φυλλώματα των δέντρων κυρίως λειτουργούν προς αυτήν την κατεύθυνση. Ειδικότερα, εμποδίζουν τη διαφυγή της γήινης ακτινοβολίας και παράλληλα συγκρατούν μέρος της ηλιακής υπεριώδους ακτινοβολίας, απελευθερώνοντας προς το έδαφος μεγάλου μήκους ακτινοβολία. Γι' αυτό και το καλοκαίρι η θερμοκρασία στο δάσος μπορεί να είναι έως και 10°C χαμηλότερη από ό,τι στο ύπαιθρο. Ακόμα, τα δέντρα με τη διαπνοή απορροφούν θερμότητα από το περιβάλλον, προκειμένου να εξατμιστεί το νερό από τα φύλλα. (Regato, 2008, Regato, 2010, <http://www.minagric.gr/index.php/el/>)

Εικόνα 2: Σχηματική αναπαράσταση μείωσης επίδρασης έντονων καιρικών φαινομένων από τα δάση.



Πηγή: Regato, 2008, Regato, 2010

Τα φυτά σε ένα δασικό οικοσύστημα συγκρατούν έως και το μισό νερό της βροχής και δεν το αφήνουν να πέφτει με δύναμη στο έδαφος και να το διαβρώνει. Από το υπόλοιπο, ένα μέρος του απορροφάται από το έδαφος και το ίδιο το ριζικό σύστημα των φυτών, τα οποία το αποθηκεύουν και το απελευθερώνουν σταδιακά, εμπλουτίζοντας τον υδροφόρο ορίζοντα, βελτιώνοντας την ποιότητα του νερού και αποθηκεύοντας νερό για τις περιόδους ξηρασίας. Μόνο ένα 10 με 20% της βροχής απορρέει επιφανειακά μειώνοντας έτσι τις πιθανότητες εμφάνισης πλημμυρών. (<http://www.minagric.gr/index.php/el/>, Admin, 2016)

Τα δάση ανακόπτουν, επίσης, την ταχύτητα του ανέμου και μειώνουν την ένταση των ισχυρών ανέμων και γι' αυτό συχνά χρησιμοποιούνται σαν αντιανεμικός φράκτης. Η μείωση της έντασης του ανέμου εξαρτάται από το είδος των φυτών που αποτελούν το δάσος και την πυκνότητά τους. Για παράδειγμα σε δάσος με πεύκα ο άνεμος σταματά σε βάθος περίπου 150 μέτρα. Αντιθέτως, σε δάσος ερυθρελάτης ο άνεμος σταματά σε βάθος μόλις 40 με 50 μέτρα. Στα εδάφη που βρίσκονται στην υπήνεμη πλευρά του δάσους σε απόσταση έως και 400 περίπου μέτρων από αυτό η ένταση του ανέμου μειώνεται 12 έως και 15%. (Regato, 2008, Regato, 2010)

Το δάσος εκτός από το παγκόσμιο κλίμα επηρεάζει κυρίως το μικροκλίμα της περιοχής που βρίσκεται και δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη φυτών και ζώων που διαφορετικά δεν θα μπορούσαν να επιζήσουν. Μεγάλο ποσοστό των ειδών του ζωικού βασιλείου βρίσκει καταφύγιο στα δάση. Η γεωγραφική θέση του δάσους και κατ' επέκταση οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν καθορίζουν τα είδη των ζώων και μικροοργανισμών που συναντώνται εκεί, μικρά ή μεγάλα, τετράποδα και πτερωτά, ασπόνδυλα κ.α. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι σε ένα τετραγωνικό μέτρο φυλλάδας σε δάσος με πεύκα ζουν 35 εκατ., σε δάσος δρυός 84 εκ. και σε μικτό 240 εκατομμύρια μικροοργανισμοί. (Regato, 2008, Regato, 2010)

Βασικό γνώρισμα των δασικών εκτάσεων είναι το είδος των δέντρων που το αποτελούν. Ανάμεσα σε αυτά αναπτύσσεται μεγάλη ποικιλία φυτικών ειδών που με τη σειρά τους βοηθούν στη διαμόρφωση του μικροκλίματος απορροφώντας μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας, έως και 10%. Η ύπαρξη αυτών των φυτών είναι αλληλένδετη με την ύπαρξη του δάσους, γι' αυτό αποκτά μεγάλη αξία η διατήρηση και προστασία τους. (<http://www.minagric.gr/index.php/el/>)

Το μικροκλίμα αλλάζει και εξαιτίας μίας άλλης ιδιαιτερότητας των δασικών φυτών που είναι να μετατρέπουν την υγρασία του αέρα και της ομίχλης σε βροχή, η οποία μπορεί να ξεπεράσει και το ετήσιο ύψος. Επιπλέον, εμποδίζουν την εξάτμιση του εδάφους έως 40 με 50% και αυξάνουν την υγρασία του μέχρι και 24%. (<http://www.minagric.gr/index.php/el/>)

Η προστασία επομένως των δασών αποτελεσματικά από τις πυρκαγιές και η αειφόρος εκμετάλλευση του ξύλου και της βιομάζας θα συντελούσαν στη διατήρηση των δασικών εκτάσεων ώστε να συνεχίσουν να επιτελούν τον ευεργετικό ρόλο τους που είναι να δεσμεύουν CO₂ μέσω της φωτοσύνθεσης και να το μετατρέπουν σε βιομάζα αποτελώντας ασπίδα της Γης απέναντι στην κλιματική αλλαγή.

6. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΑΣΩΝ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ



Η κλιματική αλλαγή είναι παράγοντας που αναμένεται να προκαλέσει προβλήματα στη δασοπονία, τόσο με την αναμενόμενη αύξηση της θερμοκρασίας όσο και με τη μείωση της βροχόπτωσης και ειδικά με την αύξηση

της συχνότητας και έντασης των καυσώνων και ανομβριών. Κλιματικές αλλαγές έχουν συμβεί σε διάφορες περιόδους με τα δάση να έχουν αποδείξει ότι έχουν τους κατάλληλους μηχανισμούς για να αντιδράσουν σε αυτές και να προσαρμοστούν. Με το όρο προσαρμογή αναφέρομαι στη διαδικασία με την οποία το οικοσύστημα του δάσους καταφέρνει να επιβιώσει μέσα από αλλαγές στη δομή ή τη λειτουργία του. Η διαφορά σήμερα είναι ότι εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων η κλιματική αλλαγή εξελίσσεται με γρήγορους ρυθμούς με αποτέλεσμα ίσως τα δασικά οικοσυστήματα να

μην έχουν τον απαιτούμενο χρόνο για να αντιδράσουν και να προσαρμοστούν στην κλιματική αλλαγή και επομένως θα πρέπει να ληφθούν μέτρα υποβοήθησης της φυσικής διαδικασίας προσαρμογής. (Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Κύπρου, 2013)

Σύμφωνα με τους Eggers et al. (2017) <εκτός από την παραδοσιακή παραγωγή ξυλείας, άλλες δασικές λειτουργίες, όπως η βιοποικιλότητα και η αναψυχή, έχουν αποκτήσει ολοένα και μεγαλύτερη σημασία κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Οι απαιτήσεις για τα δάση έχουν γίνει πιο διαφοροποιημένες, καθιστώντας τη διαχείριση και τον σχεδιασμό των δασών πιο περίπλοκη. Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για μια πιο διαφοροποιημένη δασοκομία, για την οποία διατίθενται διάφορες επιλογές διαχείρισης>.

Η δασοπονία στην εφαρμογή της ακολουθεί τις παρακάτω αρχές: 1) την αρχή της αειφορίας, 2) την αρχή της πολλαπλής χρήσης, 3) την αρχή της οικονομικότητας και 4) την αρχή της σφαιρικής προσέγγισης και ολοκληρωμένης διαχείρισης. (<http://www.ypeka.gr>)

6.1. ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΑΣΩΝ

Βασική αρχή της δασοπονίας αποτελεί η αρχή της αειφορίας, η οποία προέκυψε από την ανάγκη για διατήρηση των δασών και κάλυψη των συνεχώς αυξανόμενων αναγκών για δασικά προϊόντα. Η αειφορία έχει ως σκοπό να διατηρήσει τα δάση σε μία τέτοια κατάσταση ώστε να παράγουν διαρκώς αγαθά και υπηρεσίες κατά τρόπο άριστο.

Η πρώτη γραπτή διατύπωση της ιδέας της αειφορίας έγινε σε ένα δασικό διάταγμα τον 16^ο αιώνα. Το 1713 ο Hans Carl von Carlowitz χρησιμοποίησε τη λέξη <nachhaltend> (αειφορικό) για πρώτη φορά. Πίστευε ότι η διαχείριση των δασών θα πρέπει να γίνεται οργανωμένα με στόχο την αειφορία και συνέβαλλε στη μετέπειτα ένταξη της έννοιας της αειφορίας ως βασική αρχή της διαχείρισης των δασών. Στο έργο του <Sylviculturae oeconomica> έγραψε ότι <η μεγάλη τέχνη, επιστήμη και φιλοπονία της χώρας συνίσταται στη συντήρηση και ανόρθωση των δασών, κατά τρόπο ώστε να δίνουν αυτά διαρκείς, μόνιμες, αδιάλειπτες και αειφορικές προσόδους και η μη τήρηση της αρχής αυτής οδηγεί σε ανέχεια και φτώχεια>. (Γαλατσίδας, 2012)

Το 18^ο και 19^ο αιώνα εμφανίστηκαν δύο μεγάλα προβλήματα αυτά της καταστροφής από υπερκαρπώσεις δασών στη Μεσευρώπη και της έλλειψης ξύλου που παρουσιάστηκε και δημιούργησε προβλήματα τόσο στα νοικοκυριά όσο και στις μικρές βιομηχανίες. Τότε έκριναν ότι η λύση στα προβλήματα αυτά θα βρισκόταν με την αειφορική διαχείριση των δασών. Έτσι, αναγνωρίστηκε η <αειφορία> ως βασική αρχή κάθε συνετής δασοπονίας και αποτέλεσε το βασικό εργαλείο σε μακροπρόθεσμα σχέδια διαχείρισης δασών. (Γαλατσίδα, 2012)

Τον 20^ο αιώνα, ιδιαίτερα προς το τέλος αυτού, η διεθνής κοινότητα βλέποντας ότι η υπερεκμετάλλευση του φυσικού πλούτου (δάση, νερό, πετρέλαιο κ.λπ.) με κίνδυνο εξάντλησής του, οδηγούσε στην επιβράδυνση της οικονομικής ανάπτυξης, αποφάσισαν να ενεργοποιηθούν. Το 1987 η επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (World Commission On Environment and Development 1987), θέτοντας τα περιβαλλοντικά θέματα στο πλαίσιο κάθε αναπτυξιακής πολιτικής, υιοθέτησε τον όρο αειφόρος ανάπτυξη (sustainable development), ορίζοντάς την ως την <ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύει τις δυνατότητες των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες>. (Γαλατσίδα, 2012)

Το 1992 στη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη στο Rio de Janeiro της Βραζιλίας υιοθετήθηκαν ο παραπάνω ορισμός της αειφορικής ανάπτυξης και μεταξύ άλλων μια Δήλωση Αρχών για τα Δάση (Statement on Forest Principles), η οποία προτρέπει τις επιμέρους χώρες να λάβουν μέτρα αειφορικής χρήσης των δασικών πόρων. (Γαλατσίδα, 2012) Η διάσκεψη αυτή ήταν πολύ σημαντική διότι για πρώτη φορά αναγνωρίζεται η απόλυτη αλληλεξάρτηση περιβάλλοντος – ανάπτυξης και οι ευθύνες και υποχρεώσεις που έχουν όλα τα κράτη της διεθνούς κοινότητας.

Ακολούθησε η 2^η Υπουργική Σύνοδος για την Προστασία των Δασών στην Ευρώπη, όπου ορίστηκε ως αειφορική διαχείριση δασών <η φροντίδα και χρήση του δάσους κατά τέτοιο τρόπο και με τέτοιο ρυθμό, ώστε να διατηρείται η βιοποικιλότητά του, η παραγωγικότητά του, η ικανότητα αναγέννησής του, η ζωτικότητά του και οι δυνατότητές του να καλύπτει, σήμερα και στο μέλλον, τις οικολογικές, οικονομικές και κοινωνικές του λειτουργίες σε τοπικό, εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο, χωρίς να επιφέρει ζημιές σε άλλα οικοσυστήματα> (MCPFE 1993). Τώρα πια το δάσος δεν αντιμετωπίζεται ως πηγή παραγωγής αγαθών για την ικανοποίηση ανθρώπινων αναγκών, αλλά σαν ένα ολοκληρωμένο οικοσύστημα, το οποίο αλληλοεπιδρά με άλλα γειτονικά του ή μη οικοσυστήματα και πρέπει να προστατευθεί και να διατηρηθεί για τις σημερινές αλλά και

τις μελλοντικές γενεές. Αντί να εστιάζομαστε στο τελικό προϊόν από το δάσος, τώρα εστιάζομαστε στο ίδιο το δασικό οικοσύστημα (Kennedy et al., 1998).

Από το 1990 μέχρι σήμερα, πραγματοποιήθηκαν επτά (συν μία έκτακτη το 2015) Υπουργικές διασκέψεις για την προστασία των δασών στην Ευρώπη και είναι μια πανευρωπαϊκή προαιρετική πολιτική διαδικασία για την προώθηση της βιώσιμης διαχείρισης των ευρωπαϊκών δασών. Μέσω αυτής της διαδικασίας αναπτύσσονται κατευθυντήριες γραμμές, κριτήρια και δείκτες για τη βιώσιμη διαχείριση των δασών και άλλα μέσα για την προώθηση της αειφόρου διαχείρισης των δασών. Σε κάθε διάσκεψη, συμφωνείται κοινή πολιτική δήλωση και υιοθετούνται διαφορετικά ψηφίσματα, προκειμένου να αναπτυχθούν κοινές στρατηγικές για τις 46 υπογράφοντες χώρες και την Ευρωπαϊκή Ένωση για την προστασία και την αειφόρο διαχείριση των δασών. Κατά τις συναντήσεις αυτές, οι υπουργοί που είναι αρμόδιοι για τα ζητήματα που σχετίζονται με τα δάση στην πανευρωπαϊκή περιοχή επικυρώνουν τις αποφάσεις και δεσμεύονται να τις εφαρμόσουν σε εθνικό επίπεδο για τα δάση σχετικά με ζητήματα που σχετίζονται με τη δασοκομία. (<https://el.wikipedia.org/>)

Η έννοια της αειφορίας συνδέθηκε στενά με δύο κυρίαρχες απόψεις – θεωρίες που συνοδεύονται από τις αντίστοιχες αρχές, αυτήν της αρχής της συντήρησης και αυτήν της αειφορίας των καρπώσεων. Η αρχή της συντήρησης ή αειφορία της ξυλοπαραγωγής κατά την οποία αειφορία επιτυγχάνεται όταν γίνεται διατήρηση του δάσους ως φυσικού οικοσυστήματος και των προϊόντων που αυτό παράγει ιδιαίτερα του ξύλου με, για παράδειγμα, αναδασώσεις ή αναγεννήσεις των υλοτομούμενων συστάδων. (Γκατζογιάννης, 2005)

Η αρχή της αειφορίας των καρπώσεων, στοχεύει σε μία διαρκή παραγωγή (απόληψη), ίσων κατ' έτος ή κατά μικρές περιόδους καρπώσεων. Για να πραγματοποιηθεί αυτός ο στόχος πρέπει να γίνονται προσπάθειες ώστε στο δάσος να υπάρχει μία συγκεκριμένη σύνθεση και να υπάρχουν φυτά σε όλα τα στάδια εξέλιξης, από τα οποία διέρχεται μια συστάδα δάσους κατά τη διάρκεια ενός κύκλου ζωής της. Όλα αυτά συνθέτουν τη <θεωρία του κανονικού δάσους>. Οι παραπάνω αρχές βοηθούν να οριστούν δείκτες που επιτρέπουν να δούμε πόσο αποκλίνει η πραγματική κατάσταση ενός δάσους από αυτήν που θα εξασφάλιζε αειφορία και τι πρέπει να κάνουμε για να το οδηγήσουμε σε κανονική κατάσταση (αειφορίας) και ταυτόχρονα να προσαρμοστεί στην κλιματική αλλαγή. (Γκατζογιάννης, 2005)

Η σύγχρονη αντίληψη για την αειφορία λέει ότι δεν πρέπει να έχει ως μόνο στόχο την προστασία και διατήρηση του δάσους ως ξυλαποθήκη, αλλά να ασχολείται και με όλες τις άλλες λειτουργίες του δάσους. Στην Υπουργική Διάσκεψη των χωρών της ΕΕ στο Ελσίνκι (ΕC 1993) αποφασίστηκε η δασική πολιτική κάθε κράτους της ΕΕ να είναι σύμφωνη με τη νέα αυτή αντίληψη, που ορίζει ότι ως αειφορική διαχείριση δασών πρέπει να είναι η χρήση δασικών εκτάσεων με τέτοιο τρόπο και ρυθμό, που να προστατεύεται η βιοποικιλότητα, η παραγωγικότητα και η ζωτικότητα τους και να εξασφαλίζονται οι οικολογικές, κοινωνικές και οικονομικές τους λειτουργίες στο παρόν και στο μέλλον. (Δόδουρας, 2015)

6.2. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ

Στην προσπάθεια να προσαρμοστούν τα δάση στην κλιματική αλλαγή είναι σημαντικό να διατηρηθούν οι πολλαπλές λειτουργίες του. Οι λειτουργίες αυτές του δάσους είναι (Κόντου, 2015):

- 1) Δεσμεύει διοξείδιο του άνθρακα και παράγει οξυγόνο.
- 2) Βελτιώνει την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα.
- 3) Ρυθμίζει τη ροή των επιφανειακών υδάτων.
- 4) Εμπλουτίζει τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα.
- 5) Βελτιώνει την ποιότητα του νερού.
- 6) Μειώνει την ένταση των θορύβων.
- 7) Προστατεύει το έδαφος από τη διάβρωση.
- 8) Μειώνει την ένταση του ανέμου.
- 9) Βελτιώνει το μικροκλίμα της περιοχής.
- 10) Εξασφαλίζει κατάλληλες συνθήκες διατήρησης πλούσιας χλωρίδας και πανίδας (βιοποικιλότητα).

Η συνεχής διατήρηση των παραπάνω λειτουργιών πρέπει να θεωρείται στοιχειώδη υποχρέωση, δεδομένου ότι αυτές είναι που εξασφαλίζουν αφενός μεν τη διατήρηση του δάσους ως φυσικού οικοσυστήματος και αφετέρου διατηρούνται τα οικολογικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη προς τον άνθρωπο. (<http://www.ypeka.gr>)

6.3. ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

Το δάσος αποτελεί έναν πολύτιμο φυσικό πόρο που συνέβαλε σημαντικά στην επιβίωση του ανθρώπου και στην ανάπτυξη του πολιτισμού του. Το δασικό οικοσύστημα, εκτός από την παραγωγή υλικών και προϊόντων, όπως είναι το ξύλο, η ρητίνη, αρωματικά φυτά, μέλι, μανιτάρια, καρποί και θηράματα, δίνει δυνατότητες μόνιμης ή εποχιακής απασχόλησης κυρίως σε ορεινούς ή ημιορεινούς πληθυσμούς. Είναι, λοιπόν, απαραίτητη η προστασία του απέναντι στην κλιματική αλλαγή, αλλά οι δαπάνες από τις δράσεις αυτές πρέπει να αντισταθμίζονται από τα οικονομικά οφέλη των αποτελεσμάτων τους στα δάση. Πρέπει να γίνεται προσπάθεια για ποσοτική εκτίμηση της ωφέλειας, τόσο όσον αφορά τις οικονομικές όσο και τις περιβαλλοντικές και να λαμβάνονται μέτρα ώστε η δασική παραγωγή να έχει ευελιξία και ικανότητα προσαρμογής στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της αγοράς.

6.4. ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Το δάσος είναι ένα ολοκληρωμένο οικοσύστημα και όλα τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται είναι άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους. Η διατήρηση της ενότητας και συνέχειας είναι βασική αρχή που πρέπει να ακολουθείται κατά τη διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων. Η μη τήρηση της αρχής αυτής μπορεί να έχει διάφορες επιπτώσεις και αλυσιδωτές αντιδράσεις, από την εξαφάνιση διαφόρων ειδών ως και την πλήρη κατάρρευση του ίδιου του οικοσυστήματος. Είναι σημαντικό, λοιπόν να γίνεται σφαιρική και ολοκληρωμένη προσέγγιση των οικοσυστημάτων αυτών και όχι αποσπασματικές και απρογραμματίστες παρεμβάσεις.

6.5. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

Η αειφορική διαχείριση των δασών απαιτεί δράσεις και ενέργειες που να βοηθούν στην προσαρμογή των δασών στην κλιματική αλλαγή. Αυτές οι δράσεις πρέπει να ακολουθούν όλες τις παραπάνω αρχές. Σε πρώτη φάση πρέπει να γίνει καταγραφή των

δασών που είναι απαραίτητο βοήθημα κατά τον σχεδιασμό μέτρων για την προσαρμογή των δασών στην κλιματική αλλαγή. Μία από τις σημαντικότερες χρήσεις των αποτελεσμάτων αυτών είναι η χρησιμοποίησή τους στο να παρθούν μέτρα πιο αποτελεσματικά για την προστασία και αειφορική διαχείριση των δασών, την αξιοποίησή τους, την προσαρμογή τους στην κλιματική αλλαγή και τη μέγιστη συμβολής τους στον μετριασμό της. Για παράδειγμα, δίνει τη δυνατότητα όταν συμβεί μία πυρκαγιά να υπολογίσουμε κατά προσέγγιση την απώλεια ξυλείας και βιομάζας και κατ' επέκταση σε C και CO₂. (Αδαμόπουλος, 2014)

Σε δεύτερη φάση πρέπει να γίνει εκτίμηση της τρωτότητας των δασικών οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή που περιλαμβάνει 1) την εξέταση της υγείας του δάσους, δηλαδή αν υπάρχουν παθογόνοι οργανισμοί, όπως μύκητες και φλοιοφάγα έντομα και σε πιο βαθμό έχει προσβληθεί το δάσος, 2) την καταγραφή των μεταβολών στην υπάρχουσα δασική βλάστηση, 3) τη φυτοκοινωνιολογική εκτίμηση με εκτίμηση της διαφοροποίησης της βλάστησης, υπολογισμό δεικτών Ellenberg, ταξινόμηση των φυτικών taxa σε χωρολογικές ενότητες, προσδιορισμός βιοτικών μορφών και εκτίμηση μεταβολής οικολογικών παραγόντων, 4) την οικοφυσιολογική εκτίμηση με την απογραφή των βιομετρικών χαρακτηριστικών των δέντρων με καταμέτρηση και παχυμέτρηση ζωντανών και νεκρών ιστάμενων και κατακείμενων, την απογραφή ορόφου θάμνων και αναγέννησης, την εκτίμηση της ζωτικότητας ή του βαθμού αποσύνθεσης των δέντρων και την δενδροχρονολόγηση, και 5) την εδαφολογική εκτίμηση με την περιγραφή του εδάφους, τις αναλύσεις θρεπτικών στοιχείων σε έδαφος και φυτικούς ιστούς και τη μέτρηση του διαθέσιμου για την ανάπτυξη των φυτών νερού. (Ομάδα Εργασίας του Έργου LIFE+ AdaptFor, 2014)

Σε τρίτη φάση, είναι απαραίτητος ο σχεδιασμός στρατηγικών προσαρμογής των δασικών οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή, για την αποτροπή μεγαλύτερων αλλαγών, όπως η εξαφάνιση δασικών εκτάσεων, και τη διευκόλυνση της προσαρμογής των δασών και των ειδών, έτσι ώστε οι περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες να είναι κατάλληλες για την επιβίωση των δασικών οικοσυστημάτων. Η πρόληψη πρέπει να είναι το βασικό στοιχείο αυτών των στρατηγικών για να αποτρέψουμε πιθανές καταστροφικές και μη αναστρέψιμες απώλειες και βλάβες στα δασικά οικοσυστήματα. (Regato, 2008, Regato, 2010)

Μέτρα που θα βοηθήσουν στην καλύτερη προσαρμογή των δασικών οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή είναι η έρευνα και παρακολούθηση της κατάστασης των δασών,

η δασοκομία και φυτοϋγεία, οι αναδασώσεις και δασώσεις, τα φυτώρια, η παραγωγή και χρήση δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού, οι οργανωμένες υλοτομίες με σκοπό τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, την προστασία από ακραία καιρικά φαινόμενα όπως δασικές πυρκαγιές και για να γίνεται πιο σταθερό και ανθεκτικό σε εξωγενείς παράγοντες που τείνουν να διαταράζουν την ισορροπία του. (Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Κύπρου, 2013)

Όσον αφορά την παρακολούθηση και έρευνα των δασών θα ήταν χρήσιμο η <εγκατάσταση μόνιμων δειγματοληπτικών επιφανειών> στα δασικά οικοσυστήματα για καταγραφή τοπικά, μακροχρόνιων στοιχείων αύξησης (στηθιαία διάμετρος, ύψος, διάμετρος κόμης) δασικών ειδών, η εγκατάσταση φορητών μετεωρολογικών σταθμών κοντά στα έργα δάσωσης για καταγραφή και συλλογή μετεωρολογικών δεδομένων, με σκοπό τη δημιουργία αξιόπιστων μοντέλων πρόβλεψης της αφομοίωσης και αποθήκευσης του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας και η χρήση της τεχνολογίας με συστήματα συνεχούς παρακολούθησης και παροχής real time δεδομένων πεδίου, τηλεπισκοπικών δεδομένων για βελτίωση της χαρτογράφησης, Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών για εισαγωγή στοιχείων σε χωρικές βάσεις δεδομένων κ.λπ.> (Καραχρήστος και Γαλατσίδας, 2015). Τα αποτελέσματα της έρευνας πρέπει γνωστοποιούνται σε όποιον ενδιαφέρεται και ασχολείται με το δάσος οργανώνοντας σεμινάρια, προγράμματα κατάρτισης κ.λπ. με σκοπό την εφαρμογή τους στη διαχείριση του δάσους.

Σύμφωνα με τον Keenan R.J. (2016) τα διάφορα επιστημονικά εργαλεία βοηθούν τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων για την προσαρμογή των δασών στην αλλαγή του κλίματος. <Αυτά πρέπει να ενσωματωθούν έντονα στις συμπράξεις επιστημονικής και πρακτικής προκειμένου να δοθεί μια κοινή αντίληψη σχετικά με τη φύση των μελλοντικών κλιματικών αλλαγών και τις πιθανές επιπτώσεις τους στα δάση και στις κοινότητες που εξαρτώνται από τα δάση. Αυτές οι εταιρικές σχέσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσω επίσημων «οριακών» οργανώσεων ή μέσω περισσότερων, που ασχολούνται με το συγκεκριμένο πρόβλημα, εργαστηρίων. Οι «οριακές» δραστηριότητες μπορούν να συνδέσουν την επιστημονική κατανόηση του παγκόσμιου κλιματικού συστήματος με την κατανόηση των επιπτώσεων των διαφόρων τύπων κλιματικών και μετεωρολογικών γεγονότων σε τοπική κλίμακα. Πρέπει να συμπεριλάβουν σχετικούς φορείς χάραξης πολιτικής, διότι οι τρέχουσες πολιτικές και θεσμικές ρυθμίσεις μπορούν να αποτελέσουν σημαντικά εμπόδια στην προσαρμογή. Οι δασικές πολιτικές και οι

στόχοι διαχείρισης των δασών ενδέχεται να χρειαστεί να αλλάξουν ώστε να αντικατοπτρίζουν τις επιπτώσεις ενός μεταβαλλόμενου κλίματος στην παραγωγικότητα των δασών. Η ανάπτυξη εναλλακτικών δυνατοτήτων διαχείρισης των δασών που λειτουργούν τόσο για τον μετριασμό όσο και για την προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος, θα είναι σημαντική για τους χρήστες δασικών εκτάσεων μικρής κλίμακας και για τις μεγαλύτερες κοινότητες και τις δασικές βιομηχανίες>.

Μπορούμε να αναφερθούμε αναλυτικότερα σε δράσεις, όπως αυτές που θα βοηθήσουν στην αύξηση της συγκράτησης του εδαφικού και υπόγειου νερού. Επίσης, και σε ενέργειες που θα διατηρούν τα αποθέματα άνθρακα σε τέτοιο επίπεδο που να μην έχουμε αύξηση της βιομάζας με κίνδυνο πυρκαγιάς, αλλά, παράλληλα, να διατηρείται η βιοποικιλότητα που υποστηρίζει η βιομάζα. (Πέτσικος, 2012)

Τέτοιες δράσεις και ενέργειες μπορεί να είναι (Πέτσικος, 2012, Στασινός, 2013, Regato, 2008, Regato, 2010, Ομάδα Εργασίας του Έργου LIFE+ AdaptFor, 2014, Καραχρήστος και Γαλατσίδα, 2015, Τρίγκας, 2014, Γαλατσίδα, 2012):

- Η δημιουργία χώρων συλλογής των επιφανειακών υδάτων (π.χ. πλευρικά κανάλια), τα οποία θα μεταφέρουν το νερό αυτό σε εκτάσεις με αυξημένο κίνδυνο ερημοποίησης διατηρώντας την υγρασία του εδάφους και μετριάζοντας τις επιπτώσεις μιας μακράς περιόδου ξηρασίας.
- Η αραίωση της βλάστησης όπου είναι αναγκαίο για να μη συσσωρεύεται βιομάζα και για τη διατήρηση και αύξηση της παραγωγικότητας του εδάφους, και χρήση της ξυλείας, που προκύπτει, σε κατασκευές ή ως καύσιμο για αντικατάσταση ορυκτών καυσίμων.
- Ανόρθωση και πύκνωση των πρεμνοφυών δασών και θαμνώνων, που έχουν σοβαρά προβλήματα στη δομή, στο ύψος και στην ποιοτική σύνθεση του ξυλαποθέματός τους, ώστε να δημιουργηθούν ώριμα δάση με περισσότερη ποικιλία ειδών και καλύτερη δομή, τα οποία είναι πιο προσαρμόσιμα στην κλιματική αλλαγή, επιβιώνουν καλύτερα σε συνθήκες ξηρασίας και αποθηκεύουν μεγαλύτερες ποσότητες άνθρακα. Παράδειγμα πρεμνοφυών δασών και θαμνώνων είναι τα δρυοδάση στην Ελλάδα.
- Σε ένα δάσος η πρεμνοφυής διαχείριση έχει ως αποτέλεσμα χαμηλού επιπέδου ξυλαπόθεμα, η απόληψη του υλικού λεπτών διαστάσεων έχει ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση σημαντικών ποσοτήτων ανόργανων συστατικών από το οικοσύστημα, ενώ οι αποψιλωτικές υλοτομίες και η περιοδική αποκάλυψη του εδάφους προκαλούν

την απώλεια άνθρακα από το δασικό τάπητα και το έδαφος. Η ανόρθωση και πυκνωση αυτών των δασών μπορεί να γίνει κυρίως με τη μετατροπή τους σε σπερμοφυή, με τη μέθοδο της καλλιέργειας ή της εισαγωγής κωνοφόρων σε κάποιο ποσοστό μέσα στα πλατύφυλλα γεγονός που θα αυξήσει την παραγωγικότητα του εδάφους, βελτιώνοντας τα χαρακτηριστικά του, όπως είναι η ικανότητα συγκράτησης νερού και θρεπτικών συστατικών.

- Διατήρηση και αύξηση των μικτών δασικών συστάδων και της ποικιλότητας των ειδών, συνδυάζοντας διάφορες δομές δασών, δίνοντας προτεραιότητα σε ξηρανθεκτικά είδη. Η διατήρηση και αύξηση είναι σημαντικό να επιτευχθεί με την προστασία και χρήση αυτοφυών ειδών της περιοχής αποφεύγοντας την εισαγωγή ξενικών φυτών και ζώων προκειμένου να μη χαθεί η οικολογική ισορροπία της περιοχής και καθώς αυτά τα είδη είναι ικανά να επιβιώσουν στις κλιματικές συνθήκες αυτής της περιοχής.
- Ενίσχυση και επιτάχυνση της διαδικασίας φυσικής αναγέννησης σε υπέργηρες συστάδες ή σε συστάδες που βρίσκονται σε κρίσιμη φάση για τη διατήρηση της δομής τους ως δάση. Ενέργειες επίτευξης του στόχου είναι η υλοτόμηση και η απομάκρυνση των κορμών από την περιοχή που βρίσκεται σε φάση αναγέννησης, αφήνοντας, όμως, τα κλαδιά και τους σπόρους στην επιφάνεια, η δημιουργία αντιδιαβρωτικών έργων και η αποφυγή της βόσκησης. Αν τα πρώτα χρόνια η αναγέννηση δεν είναι ικανοποιητική μπορεί να ενισχυθεί με ή ήπιους χειρισμούς, όπως σπορές ή φυτεύσεις με φυτώρια που αναπτύχθηκαν στα φυτώρια από σπέρματα που συλλέχθηκαν από την ευρύτερη περιοχή.
- Αντιμετώπιση της αποδάσωσης και της υποβάθμισης των δασών, εξαιτίας πυρκαγιών, υπερβόσκησης, παράνομων υλοτομιών κ.λπ. με σημαντικά οφέλη για την προστασία της βιοποικιλότητας και τη διατήρηση της ποσότητας του διοξειδίου του άνθρακα που δεσμεύονται από τα δάση. Τέτοιες ενέργειες είναι η αναδάσωση και η δάσωση.

Αναδάσωση γίνεται σε υποβαθμισμένες δασικές εκτάσεις, όπου το δάσος έχει καταστραφεί ύστερα από κάποια διαταραχή, όπως ασθένεια των δέντρων και ξηρασία ή λόγω μακροχρόνιων ανθρωπογενών πιέσεων, όπως πυρκαγιές, ανεξέλεγκτη υλοτόμηση και αποψίλωση. Η αναδάσωση μπορεί να γίνει μέσω της φυσικής αναγέννησης εκεί όπου οι συνθήκες είναι κατάλληλες και μέσω της σποράς ή φύτευσης νέων δέντρων. Στην Ελλάδα υπάρχουν 1.500.000 εκτάρια γυμνών και μερικώς δασοσκεπών εκτάσεων που μπορούν να αναδασωθούν. Η αναδάσωση

συμβάλλει στη διατήρηση και αύξηση των δασικών εκτάσεων με όλες τις προστατευτικές, υδρονομικές, κοινωνικές, οικονομικές και άλλες ωφέλειες που αυτό συνεπάγεται.

Η δημιουργία δάσους σε εκτάσεις που πριν ήταν μη δασικές, όπως χορτολιβαδικές, γεωργικές εκτάσεις, λατομεία κ.α. ονομάζεται δάσωση και γίνεται είτε αφήνοντας να δημιουργηθεί φυσικά με την εξάπλωση των δασικών φυτικών ειδών από γειτονικές δασικές περιοχές είτε με σπορά ή φύτευση. Τα οφέλη της δάσωσης είναι η αύξηση της δέσμευσης CO₂ από τα δάση, διαφέρει σημαντικά ανάλογα με το δασικό είδος που έχει επιλεγεί και τις τοπικές συνθήκες, και κυμαίνεται παγκοσμίως μεταξύ 1 και 35 t CO₂ ha⁻¹ yr⁻¹ (Richards and Stokes, 2004). Σύμφωνα με την επισκόπηση των Post and Kwon (2000), η συγκέντρωση του άνθρακα στο έδαφος μετά τη δάσωση γεωργικών εδαφών αυξάνει περίπου 0,3 t C ha⁻¹ yr⁻¹ κατά μέσο όρο. Μελέτη των Guo and Gifford (2002) έδειξε αύξηση της δέσμευσης άνθρακα από το έδαφος κατά 18% σε γεωργικά εδάφη που δασώθηκαν τεχνητά, ενώ στα γεωργικά εδάφη που δασώθηκαν φυσικά ήταν 53%.

Σήμερα πολλές χώρες ενδιαφέρονται για την εφαρμογή προγραμμάτων δάσωσης και αναδάσωσης βλέποντας ότι η κλιματική αλλαγή είναι πραγματικότητα με τις καταστροφικές συνέπειές της να μη μπορούν πια να αγνοηθούν. Τα προγράμματα αυτά υποστηρίχθηκαν και υποστηρίζονται οικονομικά από την κυβέρνηση των ΗΠΑ και την Ευρωπαϊκή Ένωση με επιδότηση των γεωργών που επιθυμούν να δώσουν εκτάσεις για δάσωση, με αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση των δασικών εκτάσεων και των απορροφήσεων διοξειδίου του άνθρακα.

- Καταστολή των πυρκαγιών (Swetnam et al., 1999) με αραιώσεις, ελεγχόμενη φωτιά, δημιουργία αντιπυρικών ζωνών ή ζωνών με λιγότερο εύφλεκτα είδη (π.χ. πλατύφυλλα ανάμεσα σε κωνοφόρα), κλαδεύσεις δένδρων για τον περιορισμό των επικόρυφων πυρκαγιών, δίκτυο δασικών δρόμων, δασοπυροσβέστες, δασικοί πυροσβεστικοί σταθμοί κ.λπ. (Graham et al., 2004, Agee and Skinner, 2005) με σκοπό τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την αύξηση της πυκνότητας των δασών. Επίσης μέτρο καταστολής είναι και η αστυνόμευση και επιτήρηση μιας δασικής περιοχής με συνεχείς περιπολίες για την αποτροπή εμπρησμών αλλά και την έγκαιρη ανίχνευση εστιών πυρκαγιάς και την άμεση κατάσβεσή τους. Ωστόσο, η καταστολή αυτή πρέπει να συνοδεύεται και από άλλα μέτρα διαχείρισης καθώς διαφορετικά η συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων καύσιμης

ύλης κάνει τα πυκνά δάση που έχουν προκύψει ιδιαίτερα ευάλωτα σε καταστροφικές, μεγάλης έντασης πυρκαγιές.

- Να αποτραπεί η ανεξέλεγκτη υλοτομία με την αύξηση των ελέγχων και την επιβολή μεγάλων προστίμων στους παραβάτες και να προωθηθεί η επιλεκτική υλοτομία που θα γίνεται σύμφωνα με την αρχή της αειφορίας. Η ανεξέλεγκτη υλοτομία συμβάλλει στην όξυνση της κλιματικής αλλαγής αφού προκαλεί μείωση της δασικής έκτασης. Το αντίθετο συμβαίνει με την επιλεκτική υλοτομία που είναι μέρος της αειφορικής διαχείρισης των δασών καθώς κόβονται μόνο τα λιγότερα υγιή δέντρα αφήνοντας χώρο και περισσότερες θρεπτικές ουσίες στα υγιή για να αναπτυχθούν. Επιπλέον η χρήση του ξύλου και της βιομάζας από την υλοτόμηση για παραγωγή ενέργειας μειώνει τη χρήση ορυκτών καυσίμων που θα χρησιμοποιούνταν σε διαφορετική περίπτωση και θα απελευθερώνονταν μεγάλες ποσότητες αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα.

Το ξύλο είναι αποθήκη CO₂, το οποίο παραμένει και στα προϊόντα που παράγονται από αυτό και η αποδέσμευσή του στην ατμόσφαιρα είναι σταδιακή και ελευθερώνεται ανάλογα με το προϊόν (π.χ. χαρτί, έπιπλα) συμβάλλοντας στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Κατά την πρώτη περίοδο δέσμευσης (2008 - 2012) του Πρωτοκόλλου του Κιότο, η συνεισφορά της αποθήκης αυτής δεν προσμετράται κατά την αξιολόγηση των χωρών ως προς την επίτευξη του στόχου περιορισμού των εκπομπών τους, ωστόσο, στη συνδιάσκεψη της Σύμβασης - Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC) στο Durban το 2011 αποφασίσθηκε η προσμέτρησή της κατά τη δεύτερη περίοδο δέσμευσης (2013 - 2017).

- Δημιουργία Τραπεζών Σπόρων και Σποροπαραγωγών Κήπων ως τρόποι διατήρησης της βιοποικιλότητας στα δάση με τη διατήρηση και προστασία των γενετικών πόρων που προέρχονται από τα δασικά οικοσυστήματα, καθώς η ένταση της κλιματικής αλλαγής αναμένεται να μειώσει το μέγεθος και την πυκνότητα του πληθυσμού τους. Με τους παραπάνω τρόπους δεν επιτυγχάνεται μόνο η διατήρηση των γενετικών πόρων, αλλά και η ενίσχυση της λειτουργίας του γενετικού συστήματος, που εξασφαλίζει τη μεταφορά της γενετικής ποικιλότητας από τη μία γενιά στην άλλη και επιτρέπει την εξέλιξη. (Papageorgiou, 2008)
- Περιορισμός και έλεγχος της βόσκησης, ώστε να μειωθεί η υπερβόσκηση αλλά και να αποτραπεί η ανάπτυξη πολύ πυκνών θαμνώνων που διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς.

- Ενίσχυση κρασπεδικών ζωνών με είδη που αντέχουν στα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως τον άνεμο.
- Ο προσδιορισμός, η διατήρηση και η προστασία των <καταφυγίων>, δηλαδή περιοχές όπου οι περιβαλλοντικές παράμετροι παραμένουν σταθερές, επιτρέποντας την επιβίωση των ειδών, ενώ το ευρύτερο βιοτικό και αβιοτικό περιβάλλον αλλάζει. Τέτοια <καταφύγια> δημιουργήθηκαν κατά τις παγετώδεις περιόδους και βοήθησαν στην εξάπλωση των ειδών στις μεσοπαγετώδεις περιόδους. Η γνώση από τη μελέτη αυτών των <καταφυγίων> μπορεί να μας βοηθήσει να ορίσουμε σήμερα <καταφύγια> με σκοπό τη διατήρηση των ειδών κατά την παρούσα κλιματική αλλαγή. Ο προσδιορισμός των <καταφυγίων> που θα προστατέψουν τα περισσότερα είδη ή ένα μεγάλο αριθμό ειδών είναι μία αναγκαιότητα, αλλά και ένα πολύπλοκο και δύσκολο εγχείρημα, λόγω των μεγάλων διακυμάνσεων στις κλιματικές και βιοτικές απαιτήσεις μεταξύ των ειδών.
- Σύνταξη διαχειριστικών προγραμμάτων που να ασχολούνται με τη συντήρηση του δάσους, τη συνεχή αύξηση του αριθμού των υγιών δέντρων με ταυτόχρονο εμπλουτισμό του με νεότερα δέντρα καθώς και την εμπορική εκμετάλλευση του δάσους με όρους αειφορικής διαχείρισης. Κατά τη σύνταξη των προγραμμάτων, ώστε να είναι πιο εύκολη και γρήγορη η εφαρμογή τους, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ένα ή περισσότερα κλιματικά σενάρια, σε αντίθεση με τη σχετική σταθερότητα των κλιματικών δεδομένων στην οποία βασίζονταν ως τώρα και το ποσοστό ιδιοκτησίας δημοσίου και ιδιωτών του δάσους. Σύμφωνα με τους Feliciano et al. (2017) μετά από έρευνα συμπεράναν ότι <οι ιδιοκτήτες δασών μικρής κλίμακας από τη Δυτική Ευρώπη θεωρούν τον οικοσυστημικό προσανατολισμό πιο σημαντικό, ενώ οι ιδιοκτήτες από την Ανατολική Ευρώπη θεωρούν τις οικονομικές πτυχές και τη συντήρηση των δασών πιο σημαντικές> στοιχεία τα οποία παίζουν ρόλο. Επίσης, όταν υπάρχουν πολλοί ιδιώτες ιδιοκτήτες μιας δασικής έκτασης τα προγράμματα που αφορούν μικρές δασικές εκτάσεις εφαρμόζονται πιο εύκολα και γρήγορα σε αντίθεση με την περίπτωση που η περισσότερη δασική έκταση ανήκει στο δημόσιο. Όταν, όμως, υπάρχουν περισσότερες ιδιοκτησίες δημοσίου μπορούν να εφαρμοστούν ενιαίες πολιτικές και προγράμματα σε πιο ευρεία έκταση (Bradford et al., 2011). Ο τρόπος εφαρμογής των προγράμματα αυτών και τα ίδια τα προγράμματα πρέπει να είναι συμβατά με τις αποφάσεις των Υπουργικών Διασκέψεων για την Προστασία των Δασών στην Ευρώπη και τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αειφορική

διαχείριση των δασών, ώστε να είναι πιο ολοκληρωμένα και να αξιοποιούν στο έπακρον τη σύγχρονη τεχνολογία.

- Κατάρτιση των εμπλεκομένων στη δασική διαχείριση και ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με προβλήματα που ενδέχεται να προκύψουν στη δασική κοινότητα από την αλλαγή του κλίματος με σεμινάρια, προγράμματα κατάρτισης, διαμοιρασμό κατάλληλου ενημερωτικού υλικού κ.λπ. (Spittlehouse and Stewart, 2003)
- Παρακολούθηση για την εκτίμηση της κατάστασης του δάσους, καθώς και του βαθμού επιτυχίας των δράσεων και την επαναξιολόγηση των διαχειριστικών σκοπών, δράσεων και μέτρων.
- Να δίνεται η δυνατότητα στις παραδασόβιες κοινότητες να εμπορεύονται προσβεβλημένα και υποβαθμισμένα δασικά προϊόντα για άλλες χρήσεις π.χ. χαρτοπολτός, καυσόξυλα, πάσσαλοι κ.λπ., και για νέα δασικά προϊόντα π.χ. pellets, ώστε να μειώνεται η ανεξέλεγκτη υλοτόμηση.
- Θεσμοθέτηση νέων ή επέκταση υφιστάμενων προστατευόμενων περιοχών, όπου είναι απαραίτητο, για να προστατευθούν τρωτά δασικά οικοσυστήματα και είδη.

Για να έχουν οι παραπάνω ενέργειες το επιθυμητό αποτέλεσμα στην προστασία των δασικών οικοσυστημάτων πρέπει να συνεπικουρούνται από τον καλύτερο συντονισμό των συναρμόδιων υπηρεσιών, την οργάνωση ολοκληρωμένου δικτύου προστατευόμενων περιοχών για τα πιο ευαίσθητα και πολύτιμα δασικά οικοσυστήματα και δικτύου σύνδεσης των περιοχών αυτών μέσω οικολογικών διαδρομών για να μπορούν τα είδη να μετακινούνται και την ενίσχυση του ρόλου των δασικών υπηρεσιών με προώθηση της έρευνας για την αξιοποίηση της γενετικής παραλλακτικότητας και σχετικά με την αντοχή που παρουσιάζουν τα δασικά είδη στην ξηρασία, τις ασυνήθιστα μεγάλες μεταβολές της θερμοκρασίας και γενικότερα σε όποιες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής έρθουν αντιμέτωπα.

Όλες οι παραπάνω ενέργειες πρέπει να έχουν στόχο τη διατήρηση υγιών δασών με αντοχή στις μεταβολές των κλιματικών συνθηκών προστατεύοντάς τα από τις πυρκαγιές και εφαρμόζοντας την αρχή της αειφορίας κατά την εκμετάλλευσή τους με σκοπό να μπορούν επιτελούν τον φυσικό τους ρόλο, να δεσμεύουν CO₂ μέσω της φωτοσύνθεσης και να το αποθηκεύουν ως βιομάζα. Βασικό μέλημα πρέπει να είναι η διατήρηση, αναβάθμιση και προστασία των δασικών οικοσυστημάτων ώστε οι επόμενες γενεές να μπορούν και αυτές να ωφεληθούν από αυτά (Ραδόγλου, 2015). Τίποτα, όμως, δεν μπορεί

να γίνει πράξη αν δεν υπάρχει η θέληση από τις αρμόδιες αρχές και η ύπαρξη αρκετών οικονομικών πόρων για την υλοποίησή τους.

Οι παραπάνω δράσεις είναι διαμορφωμένες με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ωφέλιμες για τα δασικά οικοσυστήματα, είτε υπάρξει στο μέλλον κλιματική αλλαγή, είτε όχι. Επιπλέον, οι δράσεις αυτές επιτελούν πολλούς σκοπούς επιπλέον της προσαρμογής των δασών στην κλιματική αλλαγή, όπως η διατήρηση της βιοποικιλότητας. Αποφεύγονται μέτρα που περιέχουν μεγάλες κατασκευές ή έργα που ενδεχομένως προκαλούν επιπτώσεις, ενώ αντίθετα προτείνονται λύσεις που προστατεύουν, ενισχύουν ή αποκαθιστούν φυσικές διεργασίες των δασικών οικοσυστημάτων. Με την επιμόρφωση, την ενίσχυση με μέσα και την ανταλλαγή γνώσεων και εμπειριών μεταξύ των υπηρεσιών που ασχολούνται με τη διαχείριση των δασών επιτυγχάνεται πιο καλός σχεδιασμός των δράσεων και καλύτερη υλοποίηση των μέτρων. Τέλος, βοηθούν στη διατήρηση και βελτίωση των ωφελειών και υπηρεσιών που τα δασικά οικοσυστήματα παρέχουν στον άνθρωπο.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το θέμα της παρούσας εργασίας είναι το δάσος και η κλιματική αλλαγή, περιορισμός της κλιματικής αλλαγής και των συνεπειών της και προσαρμογή των δασών σε αυτήν. Είναι γνωστό ότι το δάσος και το κλίμα έχουν μία σχέση αλληλεξάρτησης. Το δάσος συμβάλλει σε σημαντικό βαθμό στη διαμόρφωση του κλίματος, αφού αποτελεί καταβόθρα διοξειδίου του άνθρακα και πηγή παραγωγής οξυγόνου, και το κλίμα καθορίζει σε ένα ποσοστό την επιβίωση του δάσους, καθώς η βιοποικιλότητα σε μία δασική έκταση διαμορφώνεται από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτή την περιοχή.

Καθώς ο πληθυσμός της γης συγκεντρώνεται στα αστικά κέντρα και οι καταναλωτικές του ανάγκες αυξάνονται οδηγείται σε κατάχρηση των φυσικών πόρων για να ικανοποιήσει της ανάγκες τους προκαλώντας ανεπανόρθωτες ζημιές στο περιβάλλον. Το δάσος είναι ένα σημαντικό κομμάτι του περιβάλλοντος που έχει επιβαρυνθεί. Τα δάση επιτελούν πολλές και σημαντικές κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές λειτουργίες, όπως η διατήρηση της βιοποικιλότητας, η προστασία του εδάφους από τη διάβρωση, η μείωση των πλημμυρικών φαινομένων με τη ρύθμιση της απορροής, η

βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου νερού, η αντιανεμική προστασία, η προστασία από τους θορύβους και η βελτίωση του κλίματος και της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα, δρώντας ως αποθήκη του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), το κυριότερο αέριο θερμοκηπίου, και ως πηγή οξυγόνου. Το δάσος, επίσης, λειτουργεί ως χώρος αναψυχής, αισθητικής απόλαυσης και επιδρά θετικά στην ανθρώπινη υγεία, ενώ ακόμα δημιουργεί θέσεις εργασίας κ.λπ. Είναι λοιπόν απαραίτητο να παρθούν μέτρα που να διασφαλίζουν τη διατήρηση και προστασία του.

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που θέτουν σε κίνδυνο τα δάση και τα δασικά οικοσυστήματα, με κάποιους από αυτούς να είναι οι δασικές πυρκαγιές, ιδιαίτερα όπου επικρατούν θερμά και ξηρά κλίματα, και οι ανθρώπινες δραστηριότητες, κυρίως οι παράνομες υλοτομήσεις και οι εκχερσώσεις με σκοπό τη μετατροπή τους σε γεωργικές εκτάσεις. Σοβαρές αρνητικές συνέπειες στα δάση έχει και η κλιματική αλλαγή, της οποίας οι επιπτώσεις έχουν ήδη φανεί με παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας, συχνές και έντονες καταιγίδες, πλημμύρες και πυρκαγιές, αύξηση των ημερών καύσωνα κ.λπ. Αν αναχαιτίσουμε την κλιματική αλλαγή μειώνοντας τα αέρια του θερμοκηπίου σήμερα, θα επιτύχουμε εξοικονόμηση ανθρώπινου και οικονομικού κόστους σε πιο μακροπρόθεσμη βάση.

Η διεθνής κοινότητα έχει καταλάβει ότι μέρος για τη λύση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής είναι και η αντιμετώπιση του προβλήματος υποβάθμισης των δασών. Έτσι οι κυβερνήσεις, σε συνεργασία με την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα και άλλους ενδιαφερόμενους φορείς άρχισαν συστηματικά να αναζητούν λύσεις και να παίρνουν πρωτοβουλίες και μέτρα για την αποτελεσματική αντιμετώπισή του. Τα βήματα μέχρι τώρα είναι μικρά. Οι χώρες που είναι μεγάλοι ρυπαντές δεν έχουν συνειδητοποιήσει την κρισιμότητα της κατάστασης. Δεν καταλαβαίνουν ότι το συμφέρον τους μακροπρόθεσμα είναι η προστασία του περιβάλλοντος και η άμβλυνση της κλιματικής αλλαγής καθώς διαφορετικά οι επιπτώσεις της σε οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο θα είναι τεράστιες.

Η αειφορική διαχείριση των δασών θεωρήθηκε ως ο σωστότερος τρόπος για την προστασία των δασών από την κλιματική αλλαγή και την προσαρμογή τους σε αυτήν. Στο πλαίσιο αυτό προτάθηκαν κάποια μέτρα:

- Κατασκευή έργων που θα περιορίζουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως αντιπλημμυρικά έργα.

- Μείωση των δασικών εκτάσεων που αποψιλώνονται.
- Αύξηση της αναδάσωσης και δάσωσης.
- Ανάπτυξη δασικών και γεωργικών φυτικών ποικιλιών ανθεκτικών στην ξηρασία.
- Διατήρηση της υγείας των δασικών οικοσυστημάτων γιατί ένα υγιές οικοσύστημα μπορεί να επιβιώσει από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής με τις λιγότερες απώλειες.
- Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (βιομάζα) για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
- Χρήση νέων τεχνολογιών στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.
- Διατήρηση του δασικού πλούτου, γιατί η πανίδα και χλωρίδα των δασών έχει σπάνια ποικιλότητα σε σχέση με άλλα οικοσυστήματα και πρέπει να διατηρηθεί και να αυξηθεί.
- Η κατάρτιση σχεδίων αντιπυρικής προστασίας, η διάνοιξη αντιπυρικών λωρίδων, η προμήθεια του κατάλληλου εξοπλισμού, η παρουσία ενός συστήματος πρόβλεψης - εκτίμησης κινδύνου πυρκαγιάς, για την αποτελεσματικότερη προστασία των δασών.

Ακόμη κι αν σταματούσαν σήμερα όλες οι εκπομπές, τα αέρια που υπάρχουν ήδη στην ατμόσφαιρα θα συνεχίσουν να αλλάζουν το κλίμα για πολλές δεκαετίες. Άρα η προσαρμογή των δασών στην κλιματική αλλαγή είναι η μόνη λύση. Τα δάση θα έχουν απώλειες αυτό έχουν δείξει όλες οι προηγούμενες περίοδοι κλιματικών αλλαγών, αλλά με την προσαρμογή πρέπει να επιδιώκεται η όσο το δυνατόν λιγότερη βλάβη σε αυτά τα οικοσυστήματα. Οι άνθρωποι έχουν ακόμα πολλά να κάνουν προς την κατεύθυνση της άμβλυνσης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και της προστασίας των δασών. Για τη διασφάλιση της υγείας και της ποιότητας ζωής των κατοίκων του πλανήτη, η διεθνής κοινότητα έχει την υποχρέωση να εργάζεται για την προστασία των φυσικών πόρων όπως το νερό, ο αέρας, τα δάση και τα είδη που ζουν σε αυτά και για την αναστροφή της μείωσης των απειλούμενων με εξαφάνιση ειδών και ενδιαιτημάτων και η περιβαλλοντική πολιτική κάθε κράτους πρέπει να προσαρμόζεται στα νέα δεδομένα, να είναι αποτελεσματική, να εφαρμόζεται με βάση τα επιστημονικά κριτήρια και να μην εμποδίζεται από πολιτικά συμφέροντα. Είναι πολύ σημαντικό, τέλος, να συνειδητοποιήσουμε όλοι τη σημασία που έχει το δάσος για μας, καθώς και τους λόγους για τους οποίους όλοι είμαστε υποχρεωμένοι να καταβάλλουμε το μέγιστο των δυνατοτήτων μας για την προστασία του και να αναπτύξουμε συνείδηση για το δάσος και το περιβάλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δημόπουλος, Π.Δ. (επ.) (2014) 'Εθνική Στρατηγική και Σχέδιο Δράσης για τη Βιοποικιλότητα', Αθήνα: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.
- Ινστιτούτο Εργασίας /ΓΣΕΕ Περιφέρειας Ηπείρου (2000) 'Υφιστάμενη κατάσταση πρωτογενή τομέα Νομού Πρέβεζας', Πρέβεζα: Γενική Γραμματεία Περιφέρειας Ηπείρου.
- Καραθανάσης, Σ. (2006) *Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Ορισμός, Επιπτώσεις, Πηγές από Βιομηχανικές και Βιοτεχνικές Δραστηριότητες, Τεχνολογία Αντιμετώπισης, Νομοθεσία*, Αθήνα: Τζιόλα
- Κόντου, Β. (2015) *Ανακαλύπτω τις αξίες του δάσους σε ένα περιβαλλοντικό δασικό μονοπάτι*, Αθήνα: Εκδόσεις Σαΐτα.
- Μελάς, Δ., Ασωνίτης, Γ., Αμοιρίδης, Β. (2000) *ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ [Οδηγός εκπαιδευτικών]*, Αθήνα: Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων.
- Μελιάδου, Α. (2000) *ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ [Οδηγός εκπαιδευτικών]*, Αθήνα: Υπουργείο Εθνικής Παιδείας Και Θρησκευμάτων.
- Ντάφης, Σ. (επ.) (1986) *Δασική Οικολογία*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη.
- Ομάδα Εργασίας του Έργου LIFE+ AdaptFor (2014) *Κατευθύνσεις για την προσαρμογή της διαχείρισης των ελληνικών δασών στην κλιματική αλλαγή*, Θέρμη: Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Αγροπεριβάλλοντος-Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων (EKBY).
- Σταματόπουλος, Ε. (2007) 'Περίληψη', στο Σταματόπουλος, Ε. *Περιβαλλοντική Ευαισθησία-Ημερολόγιο 2008*, Αθήνα: Δίαυλος.
- Alcamo, J., Moreno, J.M., Nováky, B., Bindi, M., Corobov, R., Devoy, R.J.N., Giannakopoulos, C., Martin, E., Olesen, J.E. and Shvidenko, A. (2007) 'Europe', in M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (Eds.) *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Contribution

of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge: Cambridge University Press, 541-580.

Fischlin, A., Midgley, G.F., Price, J.T., Leemans, R., Gopal, B., Turley, C., Rounsevell, M.D.A., Dube, O.P., Tarazona, J. and Velichko, A.A. (2007) 'Ecosystems, their properties, goods, and services', in M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (Eds.) *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge: Cambridge University Press, 211-272.

IPCC (2007) 'Summary for Policymakers', in M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (Eds.) *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge: Cambridge University Press, 7-22.

Kozlowski, T.T., Kramer, P.J., and Pallardy, S.G. (1991) *The Physiological Ecology of Woody Plants*. San Diego: Academic Press.

National Geographic (2013) *Εγκυκλοπαίδεια περιβάλλοντος για νέους - Κλιματική αλλαγή*, Αθήνα: Σελένα Εκδοτική Α.Ε.

Regato, P. (2008) *Adapting to Global Change: Mediterranean Forests*, Spain: IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, ii+254 pp.

Regato, P. (2008/2010) *Τα Μεσογειακά Δάση απέναντι στην Παγκόσμια Κλιματική Αλλαγή*, Αθήνα: WWF Ελλάς.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΑΡΘΡΑ

Γαλατσίδα, Σ. (2012) 'Το πλαίσιο διαχείρισης των ελληνικών δασών', στο Α.Χ. Παπαγεωργίου, Γ. Καρέτσος και Γ. Κατσαδωράκης (επ.) *Το δάσος: Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση*, Αθήνα: WWF Ελλάς, 201-211.

Ευθυμίου, Γ.Σ. (2013) 'Η απειλή της ερημοποίησης', *Ελευθερία web edition*.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2013) 'Το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ: 25 χρόνια προστασίας της στοιβάδας όζοντος', *Περιβάλλον*.

- Θυμάκης, Ν. (2009) 'Phoenix theophrasti Greuter', στο Δ. Φοίτος, Θ. Κωνσταντινίδης, Γ. Καμάρη (επ.) *Βιβλίο ερυθρών δεδομένων των σπάνιων & απειλούμενων φυτών της Ελλάδας*, Πάτρα: Ελληνική Βοτανική Εταιρία.
- Καραχρήστος, Χ. και Γαλατσίδας, Σ. (2015) 'Αειφορική Διαχείριση Δασικών Οικοσυστημάτων και Κλιματική Αλλαγή', στο Ε.Ι. Μανωλάς και Ε.Δ. Πρωτοπαπαδάκης (επ.) *Θέματα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων: 7ος Τόμος: Κλιματική Αλλαγή: Διεπιστημονικές Προσεγγίσεις*, Νέα Ορεστιάδα: Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Δ.Π.Θ., 110-120.
- Κασιούμης, Κ. (2010) 'Η σημασία της αναψυχής και του δασοτουρισμού στη διαχείριση των δασών', *ΕΘΙΑΓΕ*, **40** 17-19.
- Μιχόπουλος, Π. και Οικονόμου, Α. (2012) 'Το έδαφος στα δάση', στο Α.Χ. Παπαγεωργίου, Γ. Καρέτσος και Γ. Κατσαδωράκης (επ.) *Το δάσος: Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση*, Αθήνα: WWF Ελλάς, 77-88.
- Παπαδημητρίου, Α. (2015) 'Η Κλιματική Αλλαγή και η Επίδρασή της στα Χερσαία Οικοσυστήματα', στο Ε.Ι. Μανωλάς και Ε.Δ. Πρωτοπαπαδάκης (επ.) *Θέματα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων: 7ος Τόμος: Κλιματική Αλλαγή: Διεπιστημονικές Προσεγγίσεις*, Νέα Ορεστιάδα: Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Δ.Π.Θ., 121-132.
- Πέτσικος, Χ. (2012) 'Δάση και κλιματική αλλαγή. Από τη βασική έρευνα στις διεθνείς πολιτικές αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής', στο Α.Χ. Παπαγεωργίου, Γ. Καρέτσος και Γ. Κατσαδωράκης (επ.) *Το δάσος: Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση*, Αθήνα: WWF Ελλάς, 127-154.
- Ποϊραζίδης, Κ.Σ., Καζαντζίδης, Σ.Γ., Γιαννακόπουλος, Α.Δ. και Μήτσαινας, Γ. (2012) 'Δασική Πανίδα', στο Α.Χ. Παπαγεωργίου, Γ. Καρέτσος και Γ. Κατσαδωράκης (επ.) *Το δάσος: Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση*, Αθήνα: WWF Ελλάς, 45-61.
- Ραδόγλου, Κ. και Κορακάκη, Ε. (2012) 'Οι λειτουργίες των δασών στη γη: υδατικό στρες και επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής', στο Α.Χ. Παπαγεωργίου, Γ. Καρέτσος και Γ. Κατσαδωράκης (επ.) *Το δάσος: Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση*, Αθήνα: WWF Ελλάς, 61-76.

- Σμύρης Π. (2012) 'Εισαγωγή: Το δασικό οικοσύστημα', στο Α.Χ. Παπαγεωργίου, Γ. Καρέτσος και Γ. Κατσαδωράκης (επ.) *Το δάσος: Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση*, Αθήνα: WWF Ελλάς, 13-15.
- Agee, J. and Skinner, C. (2005) 'Basic principles of forest fuel reduction treatments', *Forest Ecology and Management*, **211** 83-96.
- Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitzberger, T., Rigling, A., Breshears, D.D., Hogg, E.H., Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J.H., Allard, G., Running, S.W., Semerci, A. and Cobb, N. (2010) 'A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests', *Forest Ecology and Management*, **259** 660-684.
- Ameztegui, A., Coll, L. and Messier, C. (2015) 'Modelling the effect of climate-induced changes in recruitment and juvenile growth on mixed-forest dynamics: The case of montane-subalpine Pyrenean ecotones', *Ecological Modelling*, **313** 84-93.
- Apps, M.J. (2003) 'Forests, the global carbon cycle and climate change', in Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) (ed.) *Proceedings (Vol. b) of the XII World Forestry Congress*, Canada: Quebec, 139-147.
- Arnell, N.W. (1999) 'Climate change and global water resources', *Global Environmental Change*, **9** 31-49.
- Arora, V.K. and Boer, G.J. (2001) 'Effects of simulated climate change on the hydrology of major river basins', *Journal of Geophysical Research*, **106** 3335-3348.
- Battisti, A. (2008) 'Forests and climate change—lessons from insects', *iForest*, **1** 1-5.
- Beniston, M. (2003) 'Climatic Change in Mountain Regions: a Review of Possible Impacts', *Climatic Change*, **59** 5-31.
- Boisvenue, C. and Running, S.W. (2006) 'Impacts of climate change on natural forest productivity-evidence since the middle of the 20th century', *Global Change Biology*, **12** (5) 862-882.
- Bonan, G.B. (2008) 'Forests and Climate Change: Forcings, Feedbacks, and the Climate Benefits of Forests', *Science*, **320** (5882) 1444-1449.

- Bradford J.B, D'Amato A.W., Fraver S. and Palik B.J., (2011) 'Forest management for mitigation and adaptation to climate change: Insights from long term silviculture experiments', *Forest Ecology and Management*, **262** 803-816.
- Canadell, J.G. and Raupach, M.R. (2008) 'Managing Forests for Climate Change Mitigation', *Science*, **320** (5882) 1456-1457.
- Ceulemans, R., Janssens, I.A. and Jach, M.E. (1999) 'Effects of CO₂ enrichment on trees and forests: lessons to be learned in view of future forest ecosystem studies', *Annals of Botany*, **84** 577-590.
- Chmielewski, F.M. and Rötzer, T. (2001) 'Response of tree phenology to climate change across Europe', *Agricultural and Forest Meteorology*, **108** 101-12.
- Dale, V.H., Joyce, L.A., McNulty, S. and Neilson, R.P. (2000) 'The interplay between climate change, forests, and disturbances', *The Science of the Total Environment*, **262** (3) 201-204.
- Dale, V.H., Joyce, L.A., McNulty, S., Neilson, R.P., Ayres, M.P., Flannigan, M.D., Hanson, P.J., Irland, L.C., Lugo, A.E., Peterson, C.J., Simberloff, D., Swanson, F.J., Stocks, B.J. and Wotton, B.M. (2001) 'Climate Change and Forest Disturbances', *BioScience*, **51** (9) 723-734.
- De Angelis, P., Chigwerewe, K.S. and Mugnossa, G.E.S. (2000) 'Litter quality and decomposition in a CO₂ enriched Mediterranean forest ecosystem', *Plant and Soil*, **224** 31-41.
- De Dios, V. R., Fischer, C. and Colinas, C. (2007) 'Climate change effects on Mediterranean forests and preventive measures', *New Forests*, **33** 29-40.
- Dixon, R. K., Brown, S., Houghton, R. A., Solomon, A. M., Trexler, M. C. and Wisniewski, J. (1994) 'Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems', *Science*, **263** 185-190.
- Dunne, J.A. and Harte, J. (2001) 'Greenhouse effect', *Encyclopedia of Biodiversity*, **3** 277-293.
- Eggers, J., Holmgren, S., Nordström, E.M., Lämås, T., Lind, T. and Öhman, K. (2017) 'Balancing different forest values: Evaluation of forest management scenarios in a multi-criteria decision analysis framework', *Forest Policy and Economics*, article in press.

- Feliciano, D., Bouriaud, L., Brahic, E., Deuffic, P., Dobsinska, Z., Jarsky, V., Lawrence, A., Nybakk, E., Quiroga, S., Suarez, C. and Ficko, A. (2017) 'Understanding private forest owners' conceptualisation of forest management: Evidence from a survey in seven European countries', *Journal of Rural Studies*, **54** 162-176.
- Flannigan, M.D., Stocks, B.J. and Wotton, B.M. (2000) 'Climate change and forest fires', *The Science of the Total Environment*, **262** 221-229.
- Giannakopoulos, C., Le Sager, P., Bindi, M., Moriondo, M., Kostopoulou, E. and Goodess, C.M. (2009) 'Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming', *Global and Planetary Change*, **68** 209-224.
- Grabherr, G., Gottfried, M. and Pauli, H. (1994) 'Climate effects on mountain plants', *Nature*, **369** 448-448.
- Grace, J. (2001) 'Carbon cycle', in S.A. Levin (ed.) *Encyclopedia of Biodiversity 1*. San Diego: Academic Press, 609-629.
- Guo, L.B. and Gifford, R.M. (2002) 'Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis', *Global Change Biology*, **8** 345-360.
- Hulme, P.E. (2005) 'Adapting to climate change: is there scope for ecological management in the face of a global threat?', *Journal of Applied Ecology*, **42** 784-794.
- Jactel, H., Branco, M., Duncker, P., Gardiner, B., Grodzki, W., Langstrom, B., Moreira, F., Netherer, S., Nicoll, B., Orazio, C., Piou, D., Schelhaas, M.J. and Tojic, K. (2012) 'A Multicriteria Risk Analysis to Evaluate Impacts of Forest Management Alternatives on Forest Health in Europe', *Ecology and Society*, **17**(4) 52.
- Johnsen, S.J., Dahl-Jensen, D., Gundestrup, N., Steffensen, J.P., Clausen, H.B., Miller, H., Masson-Delmotte, V., Sveinbjörnsdóttir, A.E. and White, J. (2001) 'Invited Contribution: Oxygen isotope and palaeotemperature records from six Greenland ice-core stations: Camp Century, Dye-3, GRIP, GISP2, Renland and NorthGRIP', *Journal of Quaternary Science*, **16** (4) 299-307.
- Keenan, R.J. (2016) 'Forests and Climate Change: Introduction to a special section', *Forest Ecology and Management*, **360** 353-356.

- Kennedy, J.J., Dombeck, M.P. and Koch, N.E. (1998) 'Values, beliefs and management of public forests in the western world at the close of the twentieth century', *Unasylva*, **49** 16-26.
- Lange, H., Okland, B. and Krokene, P. (2006) 'Thresholds in the life cycle of the spruce bark beetle under climate change', *InterJournal* **1648** 1-10.
- Le Houérou, H.L. (1996) 'Climate change, drought and desertification', *Journal of Arid Environments*, **34** (2) 133-185.
- Lehsten, V., Sykes, M.T., Scott, A.V., Tzanopoulos, J., Kallimanis, A., Mazaris, A., Verburg, P.H., Schulp, C.J.E., Potts, S.G. and Vogiatzakis, I. (2015) 'Disentangling the effects of land-use change, climate and CO₂ on projected future European habitat types', *Global Ecology and Biogeography*, **24** 653-663.
- Levinsky, I., Skov, F., Svenning, J.C. and Rahbek, C. (2007) 'Potential impacts of climate change on the distributions and diversity patterns of European mammals', *Biodiversity and Conservation*, **16** 3803-3816.
- Lloret, F., Médail, F., Brundu, G. and Hulme, P.E. (2004) 'Local and regional abundance of exotic plant species on Mediterranean islands: are species traits important?', *Global Ecology and Biogeography*, **13** (1) 37-45.
- Melillo, J.M., Mc Guire, D.A., Kichlighter, D.W., Moore, B., Vorosmarty, C.J. and Schoss, A.L. (1993) 'Global climate change and terrestrial net primary production', *Nature*, **363** 234-240.
- Moriondo, M., Good, P., Durao, R., Bindi, M., Giannakopoulos, C. and Corte-Real, J. (2006) 'Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area', *Climate Research*, **31** 85-95.
- Olson, D.M. and Dinerstein, E. (1998) 'The Global 200: A representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions', *Conservation Biology*, **12** (3) 502-515.
- Post, W. and Kwon, K. (2000) 'Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential', *Global Change Biology*, **6** 317-328.
- Richards, K.R. and Stokes, C. (2004) 'A review of forest carbon sequestration cost studies: a dozen years of research', *Climatic Change*, **63** 1-48.

- Royce, E.B. and Barbour, M.G. (2001) 'Mediterranean climate effects. II. Conifer growth phenology across a Sierra Nevada ecotone', *American Journal of Botany*, **88** 919-932.
- Schwartz, M.W., Iverson, L.R., Prasad, A.M., Matthews, S.N. and O'Connor, R.J. (2006) 'Predicting extinctions as a result of climate change', *Ecology*, **87** (7) 1611-1615.
- Spittlehouse, D.L. and Stewart, R.B. (2003) 'Adaptation to climate change in forest management', *JEM*, **4**(1) 1-11.
- Swetnam, T.W., Allen, C.D. and Betancourt, J.L. (1999) 'Applied historical ecology: Using the past to manage for the future', *Ecological Applications*, **9** 1189-1206.
- Thymakis, N., Kontodimas, D.C., Mylonas, P.G., Vassiliou, V. and Economou, D. (2006) 'The occurrence of *Rhynchophorus ferrugineus* in Greece and Cyprus and the risk against the native Greek palm tree *Phoenix theophrasti* Greuter', *Entomologica Hellenica*, **16** 11-15.
- Vang Rasmussen, L., Watkins, C. and Agrawal, A. (2017) 'Forest contributions to livelihoods in changing agriculture-forest landscapes', *Forest Policy and Economics*, article in press.

ΑΝΕΚΔΟΤΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΜΕΛΕΤΕΣ-ΚΕΙΜΕΝΑ

- Αδαμόπουλος, Θ. (2014) 'Ελληνικά Δάση και Κλιματική Αλλαγή. Η απογραφή δασών ως εργαλείο σχεδιασμού μέτρων για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή', Ομιλία στην εκδήλωση με θέμα <Ελληνικά δάση και Κλιματική αλλαγή εξελίξεις και προσαρμογή>, Αθήνα: ΥΛΗ, Φιλοδοσική Ένωση Αθηνών και Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη.
- Ανδρεάκος, Γ. (2012) 'Διαχείριση Δασικών Οικοσυστημάτων Χωρών Μεσογειακού Κλίματος: Θεσμικό Πλαίσιο και Οικονομικές Επιπτώσεις', Πειραιά: Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- Βαρδάκα, Γ. και Ζέρη, Ε. (2005) 'Διάβρωση Υλικών από την Όξινη Βροχή', Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο.
- Γκατζογιάννης, Σ. (2005) 'Αειφορία και σύγχρονες τάσεις (αειφορικής) διαχείρισης των δασών', Εισήγηση στην Ημερίδα με θέμα <Πιστοποίηση της Αειφορικής Διαχείρισης των Παραγόμενων Δασικών Προϊόντων>, Αθήνα: WWF-Ελλάς.

- Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών Κυπριακής Δημοκρατίας (2016) 'Κλιματική αλλαγή και καταστροφή του περιβάλλοντος: Πώς μπορούμε να σώσουμε τον πλανήτη', Λατσία: Δήμος Λατσιών.
- Ζαφείρη, Β. (2017) 'Προστασία Περιβάλλοντος και Ανθρωπινά Δικαιώματα', Αθήνα: Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.
- Ζερεφός, Χ. κ.α. (2011) 'Οι Περιβαλλοντικές, Οικονομικές και Κοινωνικές Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στην Ελλάδα', Αθήνα: Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής.
- Καραμανώλης, Δ. (2011) 'Διαχείριση οικοσυστημάτων και κλιματική αλλαγή', Παρουσίαση στο 15^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο, Καρδίτσα.
- Μαρονικολάκη, Χ.Μ. (2011) 'Οι Επιπτώσεις των Πυρκαγιών στην Υγεία και στο Περιβάλλον· Διερεύνηση των Στάσεων και των Αντιλήψεων Πολιτών του Ν. Χανίων για τις Επιπτώσεις των Πυρκαγιών', Ηράκλειο: Τ.Ε.Ι. Κρήτης.
- Μπατιστάτος, Π. (2011) 'Οικολογία-Περιβάλλον-Οικονομία', Θεσσαλονίκη: Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης.
- Μπριάστικας, Κ. (2011) 'Οι πολιτικές και οι πρωτοβουλίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αειφόρο διαχείριση των δασών και η προσαρμογή της ελληνικής δημόσιας διοίκησης στο νέο ευρωπαϊκό περιβάλλον', Θεσσαλονίκη: Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
- Νάσσης, Α., Καρμύρης, Η., Σαρτζετάκης, Ε. και Νάσσης, Σ. (2011) 'Οικονομικές και Φυσικές Επιπτώσεις της Κλιματικής Μεταβολής στα Δάση και τα Δασικά Οικοσυστήματα της Ελλάδας', Αθήνα: Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής.
- Παπακώστας, Ε.Ι. (2010) 'Σύγχρονες Τάσεις Δασικής Πολιτικής', Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Παραδεισανός, Α. (2004) 'Οι Επιπτώσεις της Όξινης Βροχής στο Περιβάλλον: Θεωρητικό Μέρος', Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Ποϊραζίδης, Κ., Ζωγράφου, Κ., Κορδοπάτης, Π., Καλύβας, Δ., Αριανούτσου, Μ., Καζάνης, Δ. και Κορακάκη, Ε. (2011) 'Πρόβλεψη εγκατάστασης φυσικής αναγέννησης στα καμένα δάση χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*) στο νομό Ηλείας', Παρουσίαση στο 15^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο, Καρδίτσα.

- Στασινός, Γ. (2013) 'Κλιματική Αλλαγή και Δασικά Οικοσυστήματα της Ευρώπης', Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Τρίγκας, Π. (2014) 'Ο ρόλος των καταφυγίων στη διατήρηση της δασικής χλωρίδας και βλάστησης υπό συνθήκες κλιματικής αλλαγής', Ομιλία στην εκδήλωση με θέμα <Ελληνικά δάση και Κλιματική αλλαγή εξελίξεις και προσαρμογή>, Αθήνα: ΥΛΗ, Φιλοδοσική Ένωση Αθηνών και Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη.
- Χρυσοπολίτου, Β. και Ντάφης, Σ. (2014) 'Εκθεση αξιολόγησης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα τέσσερα δασικά οικοσυστήματα του έργου LIFE+ AdaptFor-B' έκδοση', Θέρμη: Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (EKBY).
- Parageorgiou, A.C. (2008) 'Mediterranean forest genetic diversity and adaptive conservation strategies', A presentation during the IUCN / WWF workshop on <Adaptation to climate change in Mediterranean forest conservation and management> Athens.
- Rego, F., Rigolot, E., Fernandes, P., Montiel, C. and Sante Silva, J. (2010) 'Προς μία ολοκληρωμένη Διαχείριση των Δασικών Πυρκαγιών', Finland: European Forest Institute.
- WWF Ελλάς (2009) 'Το αύριο της Ελλάδας: επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα κατά το άμεσο μέλλον', Αθήνα.
- WWF Ελλάς (2009) 'Το αύριο της Ελλάδας: επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα κατά το άμεσο μέλλον', Αθήνα.

ΑΡΘΡΑ-ΚΕΙΜΕΝΑ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- Admin (2016) 'Η καταστροφή των δασών' [on line], διαθέσιμο στην: <https://www.perivallon21.gr/> [επισκέφθηκα στις 29/06/2017].
- Βλαβιανού-Αρβανίτη, Α. (2017) 'Αναχαίτιση της Κλιματικής Αλλαγής: Η προσφορά των δασών' [on line], διαθέσιμο στην: http://www.huffingtonpost.gr/agni-vlavianou-arvaniti/-_9779_b_14518146.html [επισκέφθηκα στις 25/07/2017].
- Γρηγοριάδης, Ν.Σ. (2015) 'Οι προκλήσεις της Ελληνικής Δασοπονίας και η εναρμόνισή τους στο σύγχρονο Ευρωπαϊκό πλαίσιο' [on line], διαθέσιμο στην: <http://www.forestry.gr/userfiles/files/OMILIA%20PAGKOSMIAS%20HMERAS%20ODASOPONIAS%202015.pdf> [επισκέφθηκα στις 26/06/2017].

- Δόδουρας, Σ. (2015) 'Αειφορική Διαχείριση Δασών' [on line], διαθέσιμο στην: <http://www.uniquelife.gr/aiforiki-diachirisi-dason/> [επισκέφθηκα στις 22/07/2017].
- Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (2005) 'Ανακοίνωση της Επιτροπής στο Συμβούλιο και στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο - Έκθεση για την εφαρμογή της Δασικής Στρατηγικής της ΕΕ' [on line], διαθέσιμο στην: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX:52005DC0084> [επισκέφθηκα στις 14/07/2017].
- Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (2008) 'Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών' [on line], διαθέσιμο στην: <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2008/EL/1-2008-645-EL-F1-1.Pdf> [επισκέφθηκα στις 26/07/2017].
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2009) 'Ο ρόλος της φύσης στην κλιματική αλλαγή' [on line], διαθέσιμο στην: http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Nature%20and%20Climate%20Change/Nature%20and%20Climate%20Change_EL.pdf [επισκέφθηκα στις 27/06/2017].
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (2017) 'Θεματολογικά δελτία για την Ευρωπαϊκή Ένωση: Η Ευρωπαϊκή Ένωση και τα δάση' [on line], διαθέσιμο στην: http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/el/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.2.11.html [επισκέφθηκα στις 6/07/2017].
- Ευρωπαϊκό Συμβούλιο και Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2015α) 'Διεθνείς συμφωνίες για το κλίμα' [on line], διαθέσιμο στην: <http://www.consilium.europa.eu/el/policies/climate-change/international-agreements-climate-action/> [επισκέφθηκα στις 15/07/2017].
- Ευρωπαϊκό Συμβούλιο και Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2015β) 'Διάσκεψη του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή, 30/11-12/12/2015' [on line], διαθέσιμο στην: <http://www.consilium.europa.eu/el/meetings/international-summit/2015/11/30/> [επισκέφθηκα στις 10/07/2017].
- Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (2017) 'Ατμοσφαιρική ρύπανση' [on line], διαθέσιμο στην: <https://www.eea.europa.eu/el/themes/air/intro> [επισκέφθηκα στις 30/06/2017].

- Κόκλα, Φ., Αργιαλάς, Δ. και Κασσιός, Κ. (2010) 'Αντικειμενοστραφής ανάλυση εικόνων IKONOS για την εξέταση της επιδημίας της ξήρανσης της κεφαλληνιακής ελάτης (*Abies cephalonica*) στον Εθνικό Δρυμό Πάρνηθας', 8^ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο, 4-7 Οκτωβρίου [on line], διαθέσιμο στην: http://www.parnitha-np.gr/paper_kokla_argialas%5D.pdf [επισκέφθηκα στις 25/06/2017].
- Κοσμάς, Κ. (2005) 'Ερημοποίησης Γης – Προβλήματα και Μέτρα Αντιμετώπισης' [on line], διαθέσιμο στην: http://www.ekke.gr/estia/Cooper/Kin_Politon_16_5-05/CD/praktika/10%20kosmas-desertif.doc. [επισκέφθηκα στις 4/07/2017].
- Λέσι, Μ. (2011) 'Η όξινη βροχή και τα προβλήματά της' [on line], διαθέσιμο στην: <http://1lyk-dramas.dra.sch.gr/efimerida/february2011/oksini.htm> [επισκέφθηκα στις 20/07/2017].
- Περιφερειακό Κέντρο Πληροφόρησης Ηνωμένων Εθνών (2017) 'Προωθούμε τη βιώσιμη χρήση των χερσαίων οικοσυστημάτων και δασών, καταπολεμούμε την ερημοποίηση, αναστρέφουμε την υποβάθμιση του εδάφους και της βιοποικιλότητας' [on line], διαθέσιμο στην: http://www.unric.org/el/index.php?option=com_content&view=article&id=27353:sdg-15&catid=36:sgds-2016&Itemid=72 [επισκέφθηκα στις 3/08/2017].
- Ραδόγλου, Κ. (2015) 'Επίδραση της κλιματικής αλλαγής στα Δασικά οικοσυστήματα. Προτεινόμενα διαχειριστικά μέτρα για την ενίσχυσης της προσαρμογής τους' [on line], διαθέσιμο στην: http://www.ypethe.gr/sites/default/files/archivefiles/klimatiki_allagi_kai_dasi_radoglou.pdf [επισκέφθηκα στις 10/07/2017].
- Τακτικός, Β. (2013) 'Δάση και όξινη βροχή' [on line], διαθέσιμο στην: <http://www.oikopress.gr/index.php/sustainable-growth/498-2013-01-10-13-48-47> [επισκέφθηκα στις 20/07/2017].
- Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Κύπρου (2013) 'Δήλωση Δασικής Πολιτικής', Λευκωσία [on line], διαθέσιμο στην: [http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/all/C858586D3F864936C2257B1900238655/\\$file/ForestPolicy-Jan2013.pdf?openelement](http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/all/C858586D3F864936C2257B1900238655/$file/ForestPolicy-Jan2013.pdf?openelement) [επισκέφθηκα στις 10/07/2017].
- Graham, R., McCaffrey, S. and Jain, T. (2004) 'Science basis for changing forest structure to modify wildfre behavior and severity', USDA Forest Service, Rocky

Mountain Research Station, General Technical Report RMRS-GTR-120 *[on line]*, διαθέσιμο στην: https://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_gtr120.pdf [επισκέφθηκα στις 20/07/2017].

Hiking Experience (2015) 'Παγκόσμια Ημέρα Δασών 2015' *[on line]*, διαθέσιμο στην: <http://hikingexperience.gr/> [επισκέφθηκα στις 28/06/2017].

MCPFE (1993) 'General Guidelines for the Sustainable Management of Forests in Europe', Resolution H1: Second Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Finland: Helsinki *[on line]*, διαθέσιμο στην: <http://www.foresteurope.org/?module=Files;action=File.getFile;ID=259> [επισκέφθηκα στις 10/07/2017].

United Nations (1992) 'United Nations Framework Convention On Climate Change' *[on line]*, διαθέσιμο στην: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> [επισκέφθηκα στις 2/07/2017].

United Nations (2017) 'Kyoto Protocol' *[on line]*, διαθέσιμο στην: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php [επισκέφθηκα στις 13/07/2017].

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

Δίκτυο ΜΕΣΟΓΕΙΟΣ SOS: <http://www.medsos.gr/medsos/>

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών-Τμήμα Χημείας:
<http://www.chem.uoa.gr/>

Ευρωπαϊκή Επιτροπή: https://ec.europa.eu/commission/index_el

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο: <http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/el/>

Ευρωπαϊκό Συμβούλιο-Συμβούλιο της ΕΕ: <http://www.consilium.europa.eu/el/home/>

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος: <https://www.eea.europa.eu/el/>

Οίκopress: <http://www.oikopress.gr/>

Πύλη EUR-Lex για πρόσβαση στο δίκαιο της ΕΕ:
<http://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=el>

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας: <http://www.ypoka.gr>

Περιφερειακό Κέντρο Πληροφόρησης Ηνωμένων Εθνών (UNRIC):
<http://www.unric.org/el/>

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων: <http://www.minagric.gr/index.php/el/>

Food and Agriculture Organization of the United Nations:

<http://www.fao.org/forestry/en/>

NASA's Global Climate Change website: <http://climate.nasa.gov>

UN Climate Change Newsroom: <http://newsroom.unfccc.int/>

UNEP Ozone Secretariat: <http://ozone.unep.org>

United Nations: <http://www.un.org/en/index.html>