



ΕΛΛΗΝΙΚΗ
ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



ΔΙΠΡΩΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΣΤΟ ΔΙΚΑΙΟ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ

ΕΡΓΑΣΙΑ:

Η ΠΛΗΡΗΣ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ

Του Σάββα Μαρινάκου-Καλαϊτζίδη

(MLE19018)

Καθηγητής: Ευτύχιος Σαρτζετάκης

Αύγουστος 2020

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	1
A. Κεφάλαιο πρώτο.....	3
A.1. Δάσος: Ορισμοί.....	3
A.1.α. Ο ορισμός του δάσους στην Ευρωπαϊκή Ένωση	3
A.1.β. Ο ορισμός του δάσους στην Ελλάδα	3
A.2. Το δασικό οικοσύστημα.....	6
A.3. Οι βασικές λειτουργίες του δάσους	8
i. Φωτοσύνθεση	8
ii. Αναπνοή	12
iii. Διαπνοή	12
iv. Το υδατικό δυναμικό των δέντρων	13
v. Πρόσληψη νερού από τα φυτά	14
vi. Η ροή του νερού μέσα στα δέντρα.....	15
vii. Υδατική καταπόνηση	17
viii. Αύξηση, παραγωγικότητα και αποθήκευση άνθρακα.....	19
ix. Ο βιογεωχημικός κύκλος του άνθρακα	20
A.4. Η σημασία του δάσους: Δασικοί πόροι και υπηρεσίες	23
i. Η έννοια των φυσικών πόρων	23
ii. Οι δασικοί πόροι και υπηρεσίες.....	26
(α) Παραγωγή ξύλου και δασικών προϊόντων	26
(β) Παραγωγή οξυγόνου.....	27
(γ) Απορρύπανση της ατμόσφαιρας και του νερού	28
(δ) Ρύθμιση κλίματος.....	29
(ε) Υδρολογική σημασία του δάσους	29
(στ) Δάσος και έδαφος	30
(ζ) Συμβολή στη βιολογική ισορροπία.....	31
(η) Δάσος και αναψυχή	31
(θ) Άλλα δασικά προϊόντα και εργασία.....	37
A.5. Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στο δάσος.....	38
A.6. Τα δάση της Ελλάδας.....	40
B. Κεφάλαιο δεύτερο.....	47
B.1. Η οικονομική έννοια της αξίας	47
B.2. Οι τεχνικές εκτίμησης των φυσικών πόρων.....	57
Γ. Κεφάλαιο τρίτο.....	62
Γ.1. Εκτίμηση της αξίας των αγοραίων αγαθών.....	62
(i) Εκτίμηση αξίας εδάφους.....	64
(ii) Εκτίμηση αξίας δασοσυστάδας.....	68
Γ.2. Η νομοθετημένη Ελληνική μέθοδος αποτίμησης	69
Δ. Συμπεράσματα	85
Βιβλιογραφία	90

Σημείωση:

Η εικόνα του εξωφύλλου λήφθηκε από τις δωρεάν εικόνες της Wikipedia και αποτελεί έργο του Chavakismanolis CC BY-SA 4.0, ανηρτημένο στη διαδικτυακή διεύθυνση <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=79357515>. Αποτελεί στιγμιότυπο από το αισθητικό δάσος τη Στενής Ευβοίας, ένα από τα 19 αισθητικά δάση της χώρας, το οποίο ανήκε στις προστατευόμενες περιοχές Natura 2000 και επρόκειτο για μικτό δάσος κωνοφόρων και φυλλοβόλων ειδών όπου συνυπήρχαν η Κεφαλληνιακή ελάτη (*Abies cerhalonica*), η χαλέπιος πεύκη (*Pinus halepensis*), το πλατάνι (*Platanus orientalis*), η καστανιά (*Castanea sativa*) και η χνοώδης δρυς (*Quercus pubescens*). Το δάσος αυτό κάηκε τον Αύγουστο του 2019.

Περίληψη

Η συνεχής αύξηση του αριθμού των ειδών στους καταλόγους με τα είδη, που απειλούνται με εξαφάνιση, δεν μπορεί να αποκλείσει την πιθανότητα συμμετοχής του ανθρώπου, μελλοντικά, σε μια τέτοια λίστα. Φαινόμενα, όπως η διάβρωση των εδαφών και η ερημοποίηση τους, η αποξήρανση υδάτινων πόρων, αλλά και διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα, που εμφανίζονται με αυξανόμενη οξύτητα τα τελευταία χρόνια, όπως η όξινη βροχή, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η τρύπα του όζοντος, αυξάνουν την πιθανότητα, να έρθει κάποια μέρα, που η «καλή» ζωή στον πλανήτη γη, θα είναι μια ανάμνηση. Ολοένα και περισσότερο αναγνωρίζεται η αξία των φυσικών πόρων και η ανάγκη προστασίας και διατήρησής τους.

Τα δάση αποτελούν κομβικό παράγοντα διατήρησης της ζωής στον πλανήτη. Η δασοπονία αποτελεί βασικό κλάδο της εθνικής οικονομίας των χωρών και είναι επιφορτισμένη με τη διαχείριση των δασικών πόρων, εξυπηρετώντας πολλές λειτουργίες σε διαφορετικά επίπεδα και ικανοποιώντας ένα ευρύ φάσμα αναγκών του κοινωνικού συνόλου.

Ιστορικά, ο στόχος κάθε δασικής πολιτικής ήταν η μεγιστοποίηση της παραγωγής του ξύλου, χωρίς να ελαττώνονται οι άλλες αξίες του δάσους. Σήμερα, η αύξηση της ζήτησης των μη υλικών πόρων και των παρεχόμενων υπηρεσιών του, αύξησαν ταυτόχρονα και τις απαιτήσεις μας από μια σωστή δασική πολιτική.

Οι διαχειριστές, δε στοχεύουν μόνο στη δημιουργία δασών, που να ικανοποιούν αποκλειστικά τις ανάγκες μας σε ξύλο και στα προϊόντα του, αλλά σε δάση, που να ικανοποιούν τις απαιτήσεις μας σε χρήσεις, όπως είναι για παράδειγμα η αναψυχή. Η ολοκληρωμένη διαχείριση των δασών είναι πραγματικά μια πρόκληση. Τα διάφορα προϊόντα του δάσους είναι αλληλένδετα μεταξύ τους σε ένα πολύπλοκο συνδυασμό και το κλειδί της επιτυχίας ενός δάσους πολλαπλών σκοπών είναι η αναγνώριση της αλληλεξάρτησης μεταξύ των ξυλωδών προϊόντων, της αναψυχής, των βιοτόπων, των ζώων, των υγρότοπων, κ.λπ.

Αλλά, πώς θα εκφράσουμε την αξία, που σχετίζεται με τα μη ξυλώδη αγαθά του δάσους; Ποια είναι η αξία μιας ημέρας, που ξοδεύεται σε κυνήγι ή σε παρατήρηση πουλιών; Ποια είναι η αξία ενός δάσους, του οποίου ο ρόλος είναι σύνθετος και συνίσταται επιπλέον και στην προστασία των εδαφών από τη διάβρωση ή η ρύθμιση της υδατικής οικονομίας; Αγορές για τα περισσότερα μη ξυλώδη ή μη υλικά, κατά άλλους, αγαθά ενός δάσους, δεν υπάρχουν. Οι τιμές που δίνουμε σε αυτά, μέσα από εισιτήρια εισόδου ή με άλλους τρόπους, δεν ανταποκρίνονται στην οικονομική τους αξία. Ένας μεγάλος αριθμός αγαθών και υπηρεσιών, που παράγονται στα δάση, δεν υπόκεινται σε νόμους και διαδικασίες αγοράς και πώλησης. Τέτοια είναι το κυνήγι, το ψάρεμα, η αναψυχή, η προστασία, η παρατήρηση των πουλιών, κ.λπ. Είναι πολύ σημαντικό, να γνωρίζουμε κατ' αρχήν αυτά τα αγαθά και τις υπηρεσίες και στη συνέχεια να διαπιστώσουμε την πραγματική συμβολή τους στην εθνική οικονομία. Η αποτελεσματική χρήση των φυσικών πόρων και η επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης, που αποτελεί στόχο κάθε σύγχρονης πολιτικής, απαιτεί τη γνώση της αξίας αυτών στις πολλαπλές τους χρήσεις.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας θα γίνει η προσπάθεια ορισμού της έννοιας του δάσους και θα ερευνηθεί το θεσμικό πλαίσιο για τα δάση της Ελλάδας και θα προσδιοριστούν οι δασικοί πόροι και οι υπηρεσίες που παρέχει το δάσος στον άνθρωπο και στην κοινωνία. Στο σημείο αυτό προσήκει μια επισήμανση. Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής ως δασικοί πόροι νοούνται οι άμεσα παραγόμενοι από το δάσος και όχι τα προϊόντα ή η υπηρεσίες που παράγονται δευτερογενώς από επεξεργασία δασικών προϊόντων ή υπηρεσιών. Τούτος ο περιορισμός είναι όχι μόνο αναγκαίος (διότι διαφορετικά η εργασία αυτή θα επεκτεινόταν πρακτικά σε αμέτρητα αγαθά, τα οποία παράγονται δευτερογενώς από επεξεργασία δασικών προϊόντων, αφού πχ από ένα δασικό προϊόν, όπως η ρητίνη, παράγεται κολοφώνιο και νέφτι που έχουν εκατοντάδες πρακτικές εφαρμογές, ενώ από τις ίδιες τις ρητίνες παράγονται κόλλες, βαφές, βερνίκια νυχιών, μαστίχα, αλλά και μαλακές αρωματικές ελαιορητίνες και κομμεορητίνες, που καθιστούν αδύνατο τον πλήρη προσδιορισμό της αξίας όλων αυτών των δευτερογενών αγαθών, που παράγονται από επεξεργασία ενός και μόνο δασικού προϊόντος) αλλά και κατά την άποψη του γράφοντος ορθότερος (αφού η επέκταση σε δευτερογενώς παραγόμενα αγαθά, θα είχε ως αποτέλεσμα να ενσωματωθεί στα δασικά προϊόντα ψευδή υπεραξία προερχόμενη από άλλες διαδικασίες επεξεργασίας και παραγωγής άλλων προϊόντων, δηλαδή θα λειτουργούσε ως συντελεστής μεταφοράς υπεραξίας).

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στην έννοια της αξίας σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον και θα προσδιοριστούν οι δυνατές τεχνικές εκτίμησης των δασικών πόρων και των υπηρεσιών.

Στο τρίτο κεφάλαιο θα γίνουν απόπειρες προσδιορισμού της αξίας της δασικής γης και της αξίας των δασικών πόρων και υπηρεσιών, ενώ στο τέταρτο κεφάλαιο θα επιχειρηθεί η εξαγωγή συμπερασμάτων από τα ευρήματα της εργασίας.



Εικόνα 1 Infographic από τον οργανισμό "Black Jaguar Foundation" στο οποίο επιχειρείται σχηματική απεικόνιση της αξίας του δάσους, το πλαίσιο σχετικής μελέτης κόστους-οφέλους με τίτλο «The Green Capital Study» (μη ολοκληρωμένη μελέτη).

A. Κεφάλαιο πρώτο

A.1. Δάσος: Ορισμοί

A.1.α. Ο ορισμός του δάσους στην Ευρωπαϊκή Ένωση¹

Δεδομένου ότι στις Συνθήκες δεν γίνεται ειδική αναφορά στα δάση, η Ευρωπαϊκή Ένωση δεν διαθέτει κοινή δασική πολιτική. Κατά συνέπεια η δασική πολιτική παραμένει κατά κύριο λόγο εθνική αρμοδιότητα, αλλά πολλές ευρωπαϊκές δραστηριότητες έχουν αντίκτυπο στα δάση της ΕΕ και τρίτων χωρών.

Πάντως, στη φαινομενικά απλή ερώτηση «τι είναι δάσος» δεν υπάρχει κοινή απάντηση σε όλα τα κράτη-μέλη. Ωστόσο, για τη συγκέντρωση διεθνών στατιστικών σχετικά με τα δάση η Eurostat ακολουθεί ένα σύστημα ταξινόμησης που έχει καταρτιστεί από τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO) και εφαρμόζει τον ακόλουθο ορισμό: Ως δάσος νοείται μια χερσαία έκταση με συγκόμωση (ή ισοδύναμη πυκνότητα κορμών) άνω του 10% και επιφάνεια μεγαλύτερη από 0,5 εκτάριο. Τα δέντρα θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να φτάσουν σε ύψος τουλάχιστον 5 μέτρων κατά την ωριμότητα επιτόπου.

A.1.β. Ο ορισμός του δάσους στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα ο ορισμός του δάσους δίνεται από την ερμηνευτική δήλωση του άρθρου 24 του Συντάγματος της χώρας. Κατά τον Συνταγματικό ορισμό του δάσους και της δασικής έκτασης: *«Ως δάσος ή δασικό οικοσύστημα νοείται το οργανικό σύνολο άγριων φυτών με ξυλώδη κορμό πάνω στην αναγκαία επιφάνεια του εδάφους, τα οποία μαζί με την εκεί συνυπάρχουσα χλωρίδα και πανίδα αποτελούν μέσω της αμοιβαίας αλληλεξάρτησης και αλληλοεπίδρασής τους, ιδιαίτερη βιοκοινότητα (δασοβιοκοινότητα) και ιδιαίτερο φυσικό περιβάλλον (δασογενές). Δασική έκταση υπάρχει όταν στο παραπάνω σύνολο η άγρια ξυλώδης βλάστηση, υψηλή ή θαμνώδης, είναι αραιά».*

Προς εξειδίκευση και προστασία των δασών και των εν γένει δασικών εκτάσεων της χώρας, ψηφίστηκε ο Ν. 998/1979 (ΦΕΚ Α 289/29-12-1979) *«Περί προστασίας των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της Χώρας».*

Στο κείμενο του Νόμου επαναλαμβάνεται ο ορισμός του άρθρου 24 του Συντάγματος. Συγκεκριμένα, στην παρ 1 του άρθρου 3 του Ν 998/1979, όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 1 παρ 1 του Ν. 3208/2003, ορίζεται ότι *«Ως δάσος ή δασικό οικοσύστημα νοείται το οργανικό σύνολο άγριων φυτών με ξυλώδη κορμό πάνω στην αναγκαία επιφάνεια του εδάφους, τα οποία, μαζί με την εκεί συνυπάρχουσα χλωρίδα και πανίδα, αποτελούν μέσω της αμοιβαίας αλληλεξάρτησης και αλληλοεπίδρασής τους, ιδιαίτερη βιοκοινότητα (δασοβιοκοινότητα) και ιδιαίτερο φυσικό περιβάλλον (δασογενές)».*

¹ Βλ Θεματολογικό δελτίο για την Ευρωπαϊκή Ένωση – 2020 με τίτλο «Η Ευρώπη και τα δάση», σελ 1.

Στην 2^η παράγραφο του ίδιου άρθρου και νόμου, όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 1 παρ 1 του Ν. 3208/2003, ορίζεται ότι «*Δασική έκταση υπάρχει όταν στο παραπάνω σύνολο η άγρια ξυλώδης βλάστηση, υψηλή ή θαμνώδης, είναι αραιά*».

Ενώ στην 3^η παράγραφο του ίδιου άρθρου και νόμου, όπως τροποποιήθηκε με την παρ. 4 Άρθρο 32 του Νόμου 4280/2014 ορίζεται ότι «*Ως δάση και δασικές εκτάσεις νοούνται και οι οποιασδήποτε φύσεως ασκεπείς εκτάσεις (φρυγανώδεις ή χορτολιβαδικές εκτάσεις, βραχώδεις εξάρσεις και γενικά ακάλυπτοι χώροι) που περικλείονται, αντιστοίχως, ζώνες των ορέων και οι άβατοι κλιτύες αυτών. Οι εκτάσεις της παραγράφου 6 του παρόντος άρθρου δεν υπάγονται στις διατάξεις της παρούσας παραγράφου, έστω και αν περικλείονται από δάση ή δασικές εκτάσεις*».

Στις επόμενες παραγράφους του ίδιου άρθρου προσδιορίζεται ότι στην έννοια του δάσους και των προστατευόμενων ως δασικών περιοχών εντάσσονται ακόμα και τα εντός των πόλεων πάρκα και άλση (παρ 4), το περιαστικό πράσινο (παρ 4), οι κηρυγμένες δασωτέες ή αναδασωτέες εκτάσεις (παρ 4), καθώς και τα τμήματα πάρκου ή άλσους, τα οποία φέρουν μη δασική βλάστηση, αλλά συνεχονται οργανικά με το σύνολο του πάρκου ή του άλσους υπό την έννοια ότι συμβάλλουν στη διατήρηση της φυσικής ισορροπίας του συνόλου.

Στο άρθρο 4 του Νόμου προσδιορίζονται οι κατηγορίες δασών που γνωρίζει ο Έλληνας νομοθέτης. Έτσι συναντάμε τις έννοιες του εθνικού δρυμού, τα αισθητικά δάση, τους υγροβιότοπους, τα διατηρητέα μνημεία της φύσης, δάση και δασικές εκτάσεις που ασκούν ιδιαίτερη προστατευτική επίδραση επί εδαφών και υπογείων υδάτων, δάση που παράγουν δασικά προϊόντα, δάση αναψυχής και τουρισμού.

Τέλος, για πρώτη φορά, στο άρθρο 6 του Ν. 998/1979 γίνεται λόγος για τον προσδιορισμό της αξίας του δάσους όπου και ορίζεται ότι ο προσδιορισμός αυτός ενεργείται με βάση τη θέση τους, τις παραγωγικές, προστατευτικές, υδρονομικές, αισθητικές και λοιπές λειτουργίες τους, λαμβανομένης υπ' όψιν, προκειμένου περί δάσους ή δασικής έκτασης, της, κατά νόμο, αδυναμίας χρησιμοποιήσεώς τους για οικιστικούς σκοπούς ή άλλη εκμετάλλευση ξένη προς τον προορισμό τους. Για τον εν λόγω προσδιορισμό δεν δύναται να ληφθούν υπ' όψιν συγκριτικά στοιχεία αναφερόμενα σε γειτονικές οικοπεδικές εκτάσεις ή έτερα στοιχεία εμφανίζοντα το δάσος ή τη δασική έκταση ή τις εκτάσεις των περιπτώσεων α' και β' της παραγράφου 5 του άρθρου 3 του παρόντος, ως έχοντα οικοπεδική αξία.

Σημειώνεται, όμως, ότι ο Έλληνας νομοθέτης παρέχει με την παρ 2 του άρθρου 6 του Ν. 998/1979 τη δυνατότητα διάθεσης δασικών εκτάσεων για οικοδομική ή άλλη εκμετάλλευση. Στην περίπτωση αυτή οι δασώδεις ή δασικές εκτάσεις που παρέχονται προς οικοδομική ή άλλη εκμετάλλευση εκτιμώνται ως οικόπεδα.

Από τα παραπάνω γίνεται εμφανές, ότι ο ορισμός του δάσους που ισχύει στην Ελλάδα είναι ευρύτερος σε σχέση με τον ορισμό του δάσους που δέχεται η Ευρωπαϊκή Ένωση. Στον ελληνικό νόμο δεν υπάρχουν περιορισμοί επιφάνειας ή συγκόμωσης (πυκνότητας κορμών), ενώ ο προσδιορισμός της αξίας του δάσους κατ' αρχήν δεν μπορεί να περιλάβει στοιχεία που εμφανίζουν την δασώδη ή δασική έκταση ως έχουσα οικοπεδική αξία (αρ 6 παρ 1 Ν.

998/1979). Όλα τούτα κατ' αρχήν θα έπρεπε να άγουν σε αυστηρότερη προστασία των δασών και των εν γένει δασικών εκτάσεων.

Παρά ταύτα με το ΠΔ 32/2016 (ΦΕΚ Α 46/31-03-2016) επιχειρήθηκε να εξειδικευτούν οι άοριστες νομικές έννοιες που μεταχειρίστηκε ο ιστορικός Έλληνας νομοθέτης το 1979. Έτσι, πλέον, από το άρθρο 2 του παραπάνω Προεδρικού Διατάγματος ορίζεται ότι ως τέτοια επιφάνεια δίδεται, ενδεικτικά, η έχουσα μέγεθος λόχμης με ελάχιστο εμβαδόν επτακόσια τετραγωνικά μέτρα (700 τ.μ.), επιφάνεια, χωρίς να αποκλείονται, λόγω της αλληλεξάρτησης και αλληλεπίδρασης και των ιδιαίτερων εκάστοτε συνθηκών, και εκτάσεις με δασική βλάστηση μικρότερες αυτής, στις περιπτώσεις που περιβάλλονται ή συνορεύουν με άλλες εκτάσεις δασικού χαρακτήρα.

Τέλος το ΠΔ επιχειρεί να δώσει συγκεκριμένη και ορισμένη, πέραν επιμέρους ερμηνειών, λύση στο πολύχρονο πρόβλημα του ορισμού και της κατηγοριοποίησης των χορτολιβαδικών και των βραχωδών εκτάσεων. Υπό τον τίτλο «Εννοιολογικός προσδιορισμός των χορτολιβαδικών και βραχωδών εκτάσεων» το ΠΔ προβλέπει:

1. Χορτολιβαδικές θεωρούνται οι εκτάσεις που βρίσκονται επί ημιορεινών, ορεινών και ανώμαλων εδαφών και συγκροτούν φυσικά οικοσυστήματα αποτελούμενα από φρυγανική (μη ξυλώδη), ποώδη ή αυτοφυή βλάστηση ή από δασική μεν βλάστηση, που δεν συνιστά όμως δασοβιοκοινότητα.

2. Βραχώδεις ή πετρώδεις θεωρούνται οι εκτάσεις επί των οποίων κυριαρχούν οι βραχώδεις ή πετρώδεις εξάρσεις επί του εδάφους και βρίσκονται επί ημιορεινών, ορεινών και ανώμαλων εδαφών.

3. Ως πεδινές χορτολιβαδικές εκτάσεις (μη ορεινές ή ημιορεινές και μη κείμενες επί ανώμαλων εδαφών) θεωρούνται οι εκτάσεις που έχουν τα χαρακτηριστικά του οικοσυστήματος ή της βλάστησης της παραγράφου 1 και των οποίων, σωρευτικά, το υψόμετρο δεν υπερβαίνει τα 100 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, η δε μέση κλίση της εδαφικής επιφάνειας δεν υπερβαίνει το 8% και η μέγιστη εδαφική κλίση δεν ξεπερνά το 12% επί του συνόλου της εδαφικής επιφάνειας.

Συνεπώς, παρόλο που κατ' αρχήν οι δασώδεις ή δασικές εκτάσεις φαίνονται να προστατεύονται αυστηρότερα στην Ελλάδα, η προστασία αυτή δεν είναι απόλυτη. Άλλωστε, ως ερειδόμενη επί πλήθους άοριστων νομικών εννοιών, έτυχε πολλές φορές ερμηνείας και ανεπίτρεπτου περιορισμού². Η δε απόπειρα νομοθετικής εξειδίκευσης των άοριστων

² Χαρακτηριστικότερο παράδειγμα είναι η παραχώρηση του δάσους των Σκουριών. Το επενδυτικό πλάνο της «Ελληνικός Χρυσός ΑΕ» αναφέρεται σε διάμετρο του κρατήρα εξόρυξεως χρυσού και χαλκού περίπου 700 μέτρα. Το βάθος του κρατήρα προσδιορίζεται σε περίπου 220 μέτρα, ενώ οι εκτιμώμενοι τόνοι μεταλλευμάτων που θα εξορύσσονταν θα ήταν 146 εκατομμύρια. Αυτό το επενδυτικό σχέδιο εγκρίθηκε στις 8 Ιουλίου 2011 από τον τότε Υπουργό Περιβάλλοντος, Γιώργο Παπακωνσταντίνου. Στο πλαίσιο του σχεδίου αυτού εγκρίθηκε η παραχώρηση 3.273 στρεμμάτων παρθένου δάσους με υπεραιωνόβιες οξιές και δρυς στην εταιρεία «Ελληνικός Χρυσός ΑΕ». Η παραχώρηση κρίθηκε σύμφωνη με το Σύνταγμα με την υπ' αριθ 3115/2015 απόφαση του ΣτΕ (πηγή: αστική μη κερδοσκοπική εταιρεία, «Νόμος και Φύση»)

νομικών εννοιών εντάσσεται ακριβώς σε μια προσπάθεια περιοριστικής οριοθέτησης της έννοιας του δάσους και των δασικών εκτάσεων.

A.2. Το δασικό οικοσύστημα

Τα δάση, παγκοσμίως, καλύπτουν 42 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα, που αντιστοιχούν περίπου στο 30% της επιφάνειας του πλανήτη (Dixon et al. 1994, FAO 2005). Στην Ευρώπη καταλαμβάνουν περίπου το 44% και στην Ελλάδα το 54% της χερσαίας επιφάνειας³. Το ποσοστό αυτό περιλαμβάνει: 42% εκτάσεις πολύ χαμηλής βλάστησης, ενώ το υπόλοιπο διαιρείται ίσα, περίπου, μεταξύ των υψηλών δασών και των θαμνότοπων (περίπου 29% έκαστη κάλυψη) (Λιαρίκος και Κορακάκη 2010). Η βιόσφαιρα, δηλαδή το σύνολο όλων των οικοσυστημάτων, έχει έναν ουσιαστικό ρόλο στον παγκόσμιο κύκλο του άνθρακα, της ανταλλαγής μεγάλων ποσοτήτων άνθρακα με την ατμόσφαιρα.

Η φωτοσύνθεση των δένδρων δεσμεύει μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) από την ατμόσφαιρα. Μέρος αυτού εκλύεται με την αναπνοή και την αποσύνθεση, ενώ ένα άλλο μεγάλο μέρος δεσμεύεται στην υπέργεια και υπόγεια βιομάζα των δασών, καθώς επίσης στο νεκρό ξύλο και στο έδαφος. Τα δασικά δένδρα είναι η μεγαλύτερη σε διαστάσεις φυτική μορφή ζωής στον πλανήτη. Διαχειρίζονται τη δέσμευση και την κατανομή του άνθρακα κατά τρόπο που εξασφαλίζει τη μεγάλη διάρκεια ζωής τους. Από όλα τα οικοσυστήματα της γης, τα δάση είναι αυτά που αποθηκεύουν μεγάλες ποσότητες άνθρακα ανά μονάδα επιφάνειας. Τα δάση, γενικά, συνεισφέρουν περίπου το 70% της συνολικής παραγόμενης βιομάζας από τα χερσαία οικοσυστήματα του πλανήτη (Melillo et al. 1993).

Η αύξηση των δένδρων είναι εκτεθειμένη στην επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων. Τα δασικά είδη έχουν μεγάλη ποικιλότητα και εξαπλώνονται ευρέως στον πλανήτη. Κατάφεραν να κυριαρχούν σε ένα μεγάλο εύρος από περιβάλλοντα με βάση την προσαρμογή των λειτουργιών τους και, κυρίως, την αποτελεσματικότητα της φωτοσυνθετικής τους λειτουργίας. Τα περιβάλλοντα (σταθμοί) δεν είναι σταθερά πουθενά στην επιφάνεια της γης. Όλοι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες μεταβάλλονται διαρκώς γύρω από ένα μέσο όρο που χαρακτηρίζει κάθε τόπο, ενώ υπάρχουν διακυμάνσεις και ακραίες τιμές (συνθήκες που δεν εμφανίζονται συχνά). Επιπλέον, τα δένδρα πρέπει να αντέχουν στις αλλαγές πολλών παραμέτρων ως προς το μέσο όρο ή το εύρος διακύμανσης, αλλά και στις ακραίες τιμές που μπορούν να συμβούν στη διάρκεια της ζωής τους. Έτσι, οι περιβαλλοντικοί παράγοντες προκαλούν καταπόνηση (stress) και μειώνουν την αύξηση και την αναπαραγωγική ικανότητα των δένδρων. Ένας παράγοντας προκαλεί καταπόνηση όταν ένας οργανισμός είναι ανίκανος να λειτουργήσει με τη μέγιστη αποτελεσματικότητα υπό τις επικρατούσες συνθήκες, ενώ κάποιο άλλο είδος πιθανόν να μπορεί. Η ικανότητα των ατόμων

³ Η ποσοστιαία απόδοση της δασοκάλυψης στην Ελλάδα παρουσιάζει μεγάλη αβεβαιότητα, αφού διαφορετικές πηγές, δίνουν διαφορετικά στατιστικά στοιχεία. Έτσι, πχ η Παγκόσμια Τράπεζα δίνει ποσοστό δασοκάλυψης 31,69% το 2016 (διεύθυνση: <https://tradingeconomics.com/greece/forest-area-percent-of-land-area-wb-data.html>), ενώ η επίσημη σελίδα προβολής της Ελλάδας ([visitgreece.gr](http://www.visitgreece.gr)) αναφέρει ποσοστό δασοκάλυψης περί το 25,4% της συνολικής έκτασης της χώρας (διεύθυνση: <http://www.visitgreece.gr/en/nature/forests>).

κάθε είδους να προσαρμόζονται στις επικρατούσες συνθήκες καθορίζει την κατανομή των ειδών στις ζώνες βλάστησης. Η μικρή προσαρμοστική ικανότητα ενός είδους μειώνει τη συχνότητα εμφάνισης και συμμετοχής του στην κοινότητα, στο οικοσύστημα και στη συνολική παραγόμενη βιομάζα. Η αδυναμία ενός είδους να προσαρμοστεί στις μεταβολές μιας περιοχής έχει ως αποτέλεσμα την ολική εξάλειψη του είδους από την περιοχή αυτή (Van Straalen and Roelofs 2006).

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες από την έναρξη της βιομηχανικής εποχής, όπως είναι η χρήση ορυκτών καυσίμων και η αποδάσωση, έχουν προκαλέσει αλλαγές στη σύνθεση της ατμόσφαιρας. Υπάρχει αύξηση στη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και των άλλων αερίων του θερμοκηπίου όπως μεθάνιο (CH_4), υποξείδιο του αζώτου (N_2O) και χλωροφθοράνθρακες (CFCs). Η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στη γη έχει αυξηθεί κατά 30% από τα μέσα του 1800 (IPCC 2001). Η αύξηση αυτή επηρεάζει τα δασικά οικοσυστήματα άμεσα, καθώς το CO_2 συμμετέχει στη φωτοσύνθεση και σε όλες τις βιολογικές διεργασίες που εκφράζουν την παραγωγικότητα.

Οι αυξανόμενες αυτές συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου έχουν ήδη επηρεάσει το κλίμα (IPCC 2007). Οι θερμοκρασίες αλλάζουν τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε τοπικό επίπεδο. Η μέση παγκόσμια θερμοκρασία έχει ήδη αυξηθεί κατά $0,7^\circ$ και στην Ευρώπη κατά $0,95^\circ$ C σε σχέση με τα επίπεδα της προβιομηχανικής εποχής (IPCC 2001). Η αλλαγή της έντασης και κατανομής των βροχοπτώσεων είναι ένα αναμενόμενο επακόλουθο της παγκόσμιας θέρμανσης. Στο παρελθόν, το κλίμα γινόταν θερμότερο ή ψυχρότερο εξαιτίας των φυσικών διεργασιών. Σήμερα, επιπλέον των φυσικών διεργασιών, οι ανθρώπινες δραστηριότητες προκαλούν αλλαγές του κλίματος με τη χρήση ορυκτών καυσίμων και τη διαρκή αποδάσωση περιοχών. Η νότια Ευρώπη και το σύνολο της λεκάνης της Μεσογείου συγκαταλέγονται στις πλέον ευάλωτες περιοχές, εξαιτίας αφενός της υψηλής αύξησης των θερμοκρασιών και αφετέρου της μείωσης των βροχοπτώσεων σε περιοχές όπου ήδη παρατηρείται λειψυδρία. Μία ακόμη συνέπεια της κλιματικής αλλαγής είναι η εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων με υψηλότερη συχνότητα (καύσωνες, πλημμύρες, ανεμοστρόβιλοι) (Schaer et al. 2004, Seneviratne et al. 2006).

Το φαινόμενο, λοιπόν, του θερμοκηπίου αναμένεται να έχει άμεσες και έμμεσες επιδράσεις στα δασικά οικοσυστήματα. Οι αλλαγές των κλιματικών παραγόντων επηρεάζουν τις λειτουργίες των δένδρων και έτσι μπορούν να επηρεάσουν την παραγωγικότητα και την ισορροπία των δασικών οικοσυστημάτων. Κάθε δασοπονικό είδος, βέβαια, αντιδρά διαφορετικά, ανάλογα με το γενότυπο και το εύρος προσαρμογής του. Η διατήρηση, όμως, και η μεταβολή των οικοσυστημάτων εξαρτάται από την προσαρμοστικότητα των ειδών στις μεταβολές των κλιματικών παραγόντων. Πολλά από τα υπάρχοντα οικοσυστήματα θα οδηγηθούν πέρα από τη φυσική ικανότητα να προσαρμόζονται στις αλλαγές, θα εμφανίσουν έντονη εξασθένηση και νεκρώσεις δένδρων (Fischlin et al. 2007, Alcamo et al. 2007).

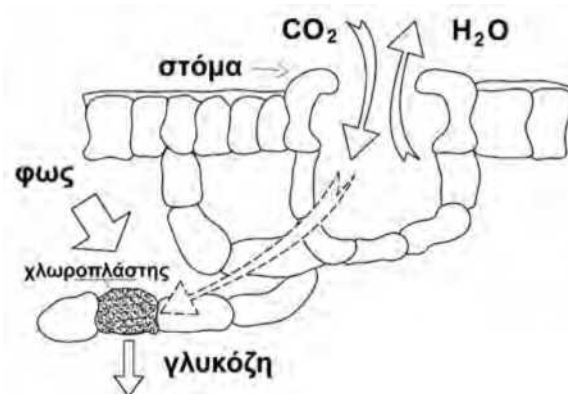
Τα δάση, όμως, παίζουν έναν ακόμα ρόλο επειδή μπορούν να δράσουν ως ρυθμιστές του φαινομένου του θερμοκηπίου, με τη δυνατότητά τους να απορροφούν CO_2 από την ατμόσφαιρα. Έτσι, μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση της συγκέντρωσης του CO_2 στην ατμόσφαιρα, αν επιτευχθεί επέκταση της δασοκάλυψης ή εφαρμοσθούν διαχειριστικά

μέτρα που θα έχουν στόχο την αποθήκευση του άνθρακα στη βιομάζα των δασών. Ταυτόχρονα τα δάση μπορούν να παρέχουν και άλλα περιβαλλοντικά οφέλη όπως η διάθεση νερού, η προστασία των εδαφών, η διατήρηση και ενίσχυση της βιοποικιλότητας (IPCC 2007). Τα δάση, λοιπόν, δέχονται την επίδραση των κλιματικών αλλαγών, διαθέτουν προσαρμοστικότητα και, τέλος, μπορούν να αμβλύνουν τις συνέπειες του φαινομένου και να δεσμεύουν περισσότερο CO₂ από την ατμόσφαιρα.

A.3. Οι βασικές λειτουργίες του δάσους

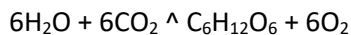
i. Φωτοσύνθεση

Φωτοσύνθεση είναι η φυσικοχημική διαδικασία με την οποία οι φυτικοί οργανισμοί χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια και το νερό, ώστε να συνθέσουν οργανικές ουσίες. Η λειτουργία της φωτοσύνθεσης γίνεται κυρίως στα φύλλα. Ο ατμοσφαιρικός αέρας με το διοξείδιο του άνθρακα εισέρχεται από τα στόματα και διαχέεται στο μεσόφυλλο και στους χλωροπλάστες, όπου γίνεται η ανταλλαγή των αερίων του διοξειδίου του άνθρακα και του οξυγόνου, μεταξύ των χλωροπλαστών και του αέρα, στα μεσοκυττάρια διαστήματα (Σχήμα 1). Η φωτοσύνθεση περιλαμβάνει χημικές διεργασίες οι οποίες συμβαίνουν παρουσία φωτός, αλλά και ενζυματικές διεργασίες που δεν απαιτούν φως (σκοτεινές αντιδράσεις). Κάθε μία από τις ανωτέρω διεργασίες επηρεάζεται από εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες. Ο βαθμός με τον οποίον η ακτινοβολία αξιοποιείται, εξαρτάται από τη συγκέντρωση χλωροφύλλης, δηλαδή από την ποσότητα της φωτοσυνθετικά ενεργής χρωστικής ουσίας που απορροφά την ηλιακή ενέργεια. Κάτω από μεγάλης έντασης ηλιακή ακτινοβολία, φαινόμενο σύνηθες στα Μεσογειακά περιβάλλοντα, η ποσότητα της χρωστικής μπορεί να είναι ο περιοριστικός παράγοντας της φωτοχημικής διεργασίας. Η έλλειψη χλωροφύλλης αποδεικνύεται από την αλλαγή του χρώματος των φύλλων, όταν γίνεται λιγότερο πράσινο ή κίτρινο (χλώρωση - chlorosis).



Σχήμα 1. Σχηματική κάθετη τομή φύλλου στην οποία φαίνεται το στόμα διαμέσου του οποίου γίνεται ανταλλαγή των αερίων (CO₂, O₂), τα κύτταρα του μεσοφύλλου και οι χλωροπλάστες (προσαρμογή από: από NASA Earth Observatory, http://www.nasa.gov/vision/earth/environment/aerosol_carbon.html).

Για τη φωτοσύνθεση απαιτείται ακόμα νερό, που εισέρχεται στα κύτταρα του φύλλου από το αγγειακό σύστημα, από το ξύλωμα (xylem). Μετακινείται από κύτταρο σε κύτταρο. Σε απλή διατύπωση, τα τρία αυτά συστατικά, το φως, το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό, απαιτούνται για την ολοκλήρωση της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης.



Τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης είναι οι υδατάνθρακες και το οξυγόνο που αποδίδεται στην ατμόσφαιρα. Οι υδατάνθρακες που παράγονται από τη φωτοσύνθεση χρησιμοποιούνται από τα δένδρα με διάφορους τρόπους:

- Ως πηγή άμεσα αξιοποιήσιμης ενέργειας (διαμέσου της αναπνοής) για την αύξηση, αναπαραγωγή και απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων κ.ά.
- Για αποθήκευση ενέργειας. Για παράδειγμα, πριν το χειμώνα τα δένδρα αποθηκεύουν υδατάνθρακες με τη μορφή του αμύλου. Αυτή η αποθήκευση καθιστά ικανά τα δένδρα να επιβιώνουν το χειμώνα και να διατηρούν την ικανότητα να λειτουργούν γρήγορα ξανά την άνοιξη.
- Για το σχηματισμό των φυτικών ιστών, οι υδατάνθρακες (σάκχαρα) μπορούν να μετατρέπονται σε πρωτεΐνες, λιπίδια ή σύνθετα σάκχαρα για την παραγωγή φύλλων, ξύλου, ανθέων, καρπών και ριζών.

Τα φυτικά είδη κατατάσσονται, ανάλογα με τον τρόπο που φωτοσυνθέτουν, σε C3 (δασικά είδη, οπωροφόρα, σιτάρι, ρύζι κ.ό.), σε C4 (καλαμπόκι, ζαχαροκάλαμο κ.ό.) και στα CAM (κακτοειδή, ορχεοειδή) (Larcher 1980).

Η φωτοσύνθεση και, κυρίως, η ανταλλαγή των αερίων επηρεάζεται από έναν αριθμό εξωτερικών παραγόντων. Η φωτοσύνθεση, βέβαια, επηρεάζεται άμεσα από τη διαθεσιμότητα του φωτός. Οι σκοτεινές αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης και η αναπνοή είναι καθαρά βιοχημικές διεργασίες και περιορίζονται κυρίως από τη θερμοκρασία και τον ανεφοδιασμό με CO₂.

Μερικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ανταλλαγή των αερίων στη φωτοσύνθεση είναι:

- Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας: Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης επηρεάζεται από την ένταση του φωτός. Μεγαλύτερες εντάσεις ακτινοβολίας συνοδεύονται από ισχυρότερο ρυθμό φωτοσύνθεσης. Σε πολύ ισχυρό φως, η έλλειψη διοξειδίου του άνθρακα σταματά τον αυξημένο ρυθμό φωτοσύνθεσης. Δένδρα ή φύλλα που μεγαλώνουν σε συνθήκες σκίασης (μικρές εντάσεις ακτινοβολίας) προσαρμόζονται και επιβιώνουν.
- Θερμοκρασία: Η βέλτιστη θερμοκρασία είναι μεταξύ 20°C και 35°C. Φωτοσύνθεση λαμβάνει χώρα και σε θερμοκρασίες κάτω από 0°C, διότι ελέγχεται από άλλες φυσιολογικές λειτουργίες του δένδρου.
- Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στον αέρα: Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης επηρεάζεται από τη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στα μεσοκυττάρια διαστήματα και αυτή από τη συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα. Υψηλότερες

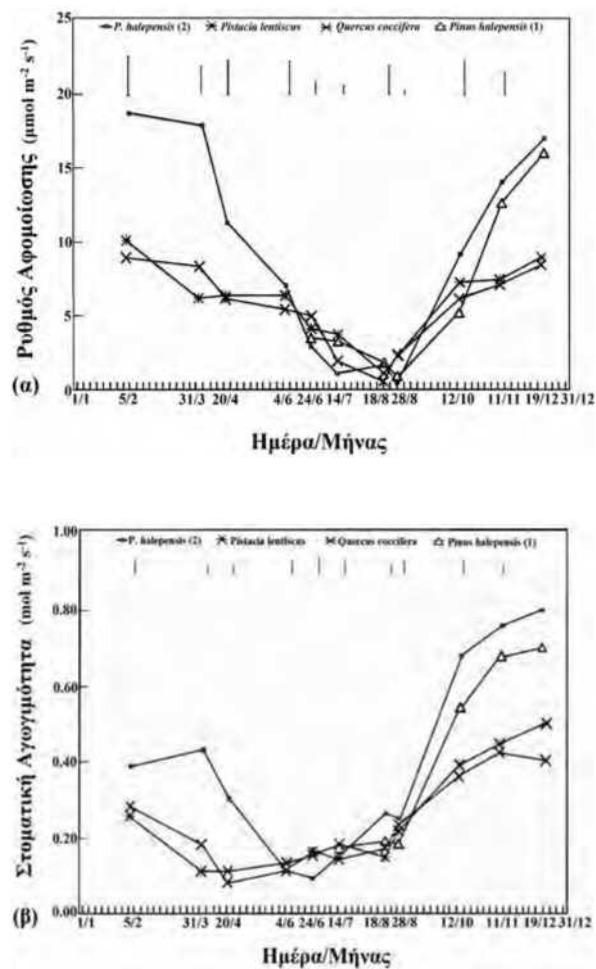
συγκεντρώσεις CO₂ οδηγούν σε υψηλούς ρυθμούς φωτοσύνθεσης. Όταν υπάρχει περίσσεια διοξειδίου του άνθρακα, αλλά έλλειψη φωτός, η φωτοσύνθεση σταματά.

- Διαθεσιμότητα νερού στο έδαφος: Η πρόσληψη διοξειδίου του άνθρακα γίνεται μέσω των στομάτων, καθώς και η απώλεια νερού μέσω της διαπνοής. Εάν η τροφοδοσία νερού από το έδαφος ελαττωθεί, τα στόματα κλείνουν. Έτσι, ο ρυθμός φωτοσύνθεσης επηρεάζεται πολύ από τη διαθεσιμότητα του νερού. Σε συνθήκες έλλειψης εδαφικής υγρασίας, αρχικά τα στόματα κλείνουν για να σταματήσει η απώλεια νερού μέσω της διαπνοής, αυτό όμως εμποδίζει το διοξείδιο του άνθρακα να εισέρχεται μέσω των στομάτων στα φύλλα και, έτσι, σταματά η φωτοσύνθεση. Σε πολύ ξηρές συνθήκες τα δένδρα νεκρώνονται.
- Σχετική υγρασία και έλλειμμα κόρου ή κοροπλήρωμα: Η σχετική υγρασία του αέρα επηρεάζει το άνοιγμα και το κλείσιμο των στομάτων και κατά συνέπεια το ρυθμό φωτοσύνθεσης. Σε συνδυασμό με τις επικρατούσες συνθήκες θερμοκρασίας αέρα, διαμορφώνεται το καθεστώς ξηρότητας του αέρα, μέτρο της οποίας αποτελεί το έλλειμμα τάσης υδρατμών ή κοροπλήρωμα. Έτσι, σε μεγάλες τιμές κοροπληρώματος, η ατμόσφαιρα είναι έντονα ξηρή και η ζήτηση της ατμόσφαιρας σε υδρατμούς ιδιαίτερα αυξημένη, προκαλώντας έντονη αύξηση των ρυθμών εξάτμισης και διαπνοής από τους φυτικούς ιστούς.

Γενικά, μπορεί να αναφερθεί ότι αβιοτικοί παράγοντες όπως το φως, η θερμοκρασία, το CO₂, το κοροπλήρωμα (vapor-pressure deficit), η εδαφική υδατοδιαθεσιμότητα, καθώς και η θρεπτική κατάσταση του φυτού, έχουν μεγάλη επίδραση στη φωτοσύνθεση και, κατά συνέπεια, στην αύξηση και παραγωγικότητα των φυτών. Στην περίπτωση έστω και ενός ελλειμματικού περιβαλλοντικού παράγοντα, τα φυτά μπορούν να μειώσουν τη φωτοσύνθεση και τη δέσμευση άνθρακα (χαμηλό φως, χαμηλή θερμοκρασία, λίγα διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία). Ιδιαίτερα η έλλειψη διαθέσιμου εδαφικού νερού επηρεάζει τη φωτοσύνθεση, την αύξηση και την αποθήκευση άνθρακα, σύνηθες φαινόμενο στα Μεσογειακά οικοσυστήματα.

Η φωτοσυνθετική ικανότητα των δένδρων διαφέρει όχι μόνο ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος αλλά διαφοροποιείται επίσης ανάλογα με την ηλικία, το στάδιο ανάπτυξης και τη θέση του φύλλου στην κόμη. Η εξέλιξη της φωτοσύνθεσης ανάλογα με την ηλικία του φύλλου διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ειδών. Σε μερικά είδη, η μέγιστη φωτοσυνθετική ικανότητα επιταχύνεται γρήγορα, πριν το φύλλο ολοκληρώσει την αύξηση και πετύχει το μέγιστο μέγεθος του. Αυτό συμβαίνει κυρίως στη Μεσογειακή και Εύκρατη ζώνη. Υπάρχει δε πάντα εποχιακή και ημερήσια μεταβολή της φωτοσύνθεσης σε όλα τα δασικά είδη.

Η φωτοσύνθεση των δασικών δένδρων έχει μελετηθεί λιγότερο από ό,τι των καλλιεργούμενων φυτών.



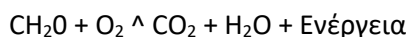
Σχήμα 2. Εποχιακή μεταβολή του ρυθμού αφομοίωσης (α) και της στοματικής αγωγιμότητας (β) σε είδη ενός φυσικού οικοσυστήματος χαλεπίου πεύκης, κατά τη διάρκεια ενός έτους, στις ώρες 11:00 έως 15:00 και σε μέρες με ηλιοφάνεια. (2) υποδηλώνει διετείς βελόνες, (1) μονοειτείς (πηγή:Ραδόγλου 1995).

Το μέγεθος των ενήλικων δασικών δένδρων κάνει την πραγματοποίηση των μετρήσεων αρκετά δύσκολη. Ο μεγάλος αριθμός δασικών ειδών, καθώς και η δυσκολία να αναχθούν οι μετρήσεις φωτοσύνθεσης ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας σε επίπεδο δένδρου ή συστάδας, έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχουν λίγα διαθέσιμα στοιχεία (Ceulemans and Saugier 1991).

Η μέτρηση της φωτοσύνθεσης είναι εφικτή σε φυσικές συνθήκες στα δασικά οικοσυστήματα, συνήθως με τη χρήση φορητών συστημάτων ανταλλαγής αερίων (portable gas exchange system). Η λειτουργία τους βασίζεται στον προσδιορισμό της διαφοράς συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα που προκαλείται μεταξύ δύο χρονικών στιγμών ως συνέπεια της φωτοσύνθεσης. Η τιμή φωτοσύνθεσης που λαμβάνεται είναι η τιμή καθαρής φωτοσύνθεσης ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας ανά δευτερόλεπτο. Στα ελληνικά δασικά οικοσυστήματα έχουν γίνει μετρήσεις και έχει καταγραφεί η ετήσια και ημερήσια μεταβολή της φωτοσύνθεσης σε δόση χαλεπίου πεύκης (Σχήμα 2), οξιάς και δρυός (Ραδόγλου 1995, Radoglou 1996, Raftoyannis and Radoglou 2002).

ii. Αναπνοή

Αναπνοή είναι η διεργασία με την οποία ενέργεια αποθηκευμένη στους υδατάνθρακες απελευθερώνεται σταδιακό (καθώς οι υδατάνθρακες οξειδώνονται). Πρακτικά, η αναπνοή είναι το αντίθετο της φωτοσύνθεσης καταναλώνει οξυγόνο (οξείδωση των σακχάρων) και αποδεσμεύει διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και νερό (H₂O).



Η αναπνοή είναι κοινή σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς, φυτά, ζώα και μικροοργανισμούς. Συμβαίνει σε αυτότροφους⁴ και ετερότροφους οργανισμούς για να λαμβάνουν ενέργεια από υδατάνθρακες. Αυτή η ενέργεια είναι αναγκαία για την αύξηση του φυτού και για όλες τις ζωτικές λειτουργίες του.

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αναπνοή των δένδρων είναι:

- Η θερμοκρασία: η αναπνοή ελαττώνεται στο ελάχιστο σε θερμοκρασίες κάτω από 0°C και μεγιστοποιείται σε θερμοκρασίες 45-50°C.
- Το στάδιο ανάπτυξης των δένδρων: η αναπνοή αυξάνεται κατά τη διάρκεια της άνθισης των δένδρων.

Τα δένδρα αναπνέουν κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας, αλλά η φωτοσύνθεση λαμβάνει χώρα μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας, με την παρουσία φωτός.

iii. Διαπνοή

Διαπνοή είναι όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει η μεταφορά του νερού διαμέσου του δένδρου ή φυτού στην ατμόσφαιρα. Η διαπνοή είναι ένα σημαντικό μέρος της συνολικής εξατμισοδιαπνοής και ένας κύριος μηχανισμός του κύκλου του νερού. Η διαπνοή μπορεί να αναφέρεται στο ρυθμό μεταφοράς νερού ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας ή να αναφέρεται στο σύνολο της βλάστησης, δηλαδή στη συνολική φυλλική επιφάνεια ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους (Larcher 1980).

Κατά τη διάρκεια της διαπνοής, μόρια νερού εκλύονται από την επιφάνεια των φύλλων διαμέσου των στομάτων. Υπάρχουν περισσότερα μόρια υδρατμών μέσα στα κενά μεταξύ των ιστών των φύλλων από ό,τι στον περιβάλλοντα χώρο του φύλλου. Έτσι, υδρατμοί πάντα θα εξέρχονται από το φυτό, ανάλογα με τη διαφορά συγκέντρωσης που υπάρχει μεταξύ δένδρων και ατμόσφαιρας. Καθώς περισσότερα μόρια υδρατμών εξέρχονται από τα φύλλα, τα εναπομείναντα μόρια, δεμένα το ένα με το άλλο, έλκουν όλη τη στήλη διαμέσου ειδικού ιστού, του ξυλώματος. Κατά τη διάρκεια μιας αυξητικής περιόδου, ένα φύλλο μπορεί να καταναλώσει σε διαπνοή μεγάλες ποσότητες νερού. **Για παράδειγμα, ένα μεμονωμένο**

⁴ Αυτότροφος (autotroph) χαρακτηρίζεται ο οργανισμός που ο ίδιος κατασκευάζει τις οργανικές ουσίες τις οποίες χρειάζεται για να τραφεί, χρησιμοποιώντας ανόργανα υλικά και ανεξάρτητα από άλλες πηγές οργανικών υποστρωμάτων.

δένδρο διαπνέει 200-400 λίτρα νερό την ημέρα (Kozlowski and Pallardy 1997a), ενώ ένα δένδρο δρυός μπορεί να χρειάζεται για τη διαπνοή του 151.000 λίτρα ανά έτος.

Η διαπνοή είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την απορρόφηση άνθρακα, αφού τόσο η εκροή τού νερού από το φύλλο, όσο και η εισροή του διοξειδίου τού άνθρακα στο φύλλο πραγματοποιούνται από τους ίδιους πόρους, τα στόματα.

Η ποσότητα νερού που καταναλώνεται με τη διαπνοή διαφέρει, ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο και το χρόνο. Υπάρχει δε πάντα εποχιακή και ημερήσια μεταβολή. Υπάρχουν παράγοντες που επηρεάζουν τη διαπνοή:

- **Θερμοκρασία:** Η αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου εντείνει τη διαπνοή. Υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν το άνοιγμα των καταφρακτικών κυττάρων που ελέγχουν το άνοιγμα των στομάτων από όπου το νερό αποδεσμεύεται στην ατμόσφαιρα, ενώ χαμηλές θερμοκρασίες προκαλούν κλείσιμο των στομάτων.
- **Σχετική υγρασία:** Καθώς η σχετική υγρασία του αέρα που περιβάλλει τα φύλλα αυξάνεται, η διαπνοή ελαττώνεται.
- **Άνεμος και κίνηση αέρα:** Αυξημένη κίνηση αέρα γύρω από τα δένδρα θα έχει ως αποτέλεσμα υψηλούς ρυθμούς διαπνοής. Η αυξημένη διαπνοή δημιουργεί κεκορεσμένες σε υγρασία συνθήκες στον περιβάλλοντα χώρο του φύλλου. Ο άνεμος αναμιγνύει τον αέρα γύρω από τα φύλλα, με αποτέλεσμα ο πλούσιος σε υδρατμούς αέρας να αντικαθίσταται από ξηρότερο.
- **Έδαφος και διαθεσιμότητα νερού:** Όταν το έδαφος έχει λίγη υγρασία, τα δένδρα εμφανίζουν πρώιμη γήρανση, χάνουν μέρος της φυλλικής επιφάνειας και διαπνέουν λιγότερο.
- **Είδος δένδρων:** Ο ρυθμός διαπνοής είναι διαφορετικός για τα διάφορα δασικά είδη. Επηρεάζεται από τον αριθμό και το μέγεθος στομάτων στα φύλλα ή στις βελόνες. Τα περισσότερα δασοπονικά είδη έχουν στόματα στην κάτω επιφάνεια των φύλλων τους, κάποια δε φέρουν στόματα και στην επάνω επιφάνεια, αλλά μόνο μικρό αριθμό. Γενικά, είδη που φύονται σε ξηρές περιοχές διαπνέουν λιγότερο ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας.
- **Βλαστητικό στάδιο:** Η θέση του φύλλου στην κόμη καθώς και η ηλικία του φύλλου έχουν σημαντική επίδραση στις τιμές διαπνοής.

iv. Το υδατικό δυναμικό των δέντρων

Η ενεργειακή κατάσταση του νερού στο έδαφος, στα φυτά και στην ατμόσφαιρα συνήθως εκφράζεται ως το υδατικό δυναμικό (Ψ) με τις μονάδες της πίεσης (MPa). Το υδατικό δυναμικό εκφράζει το δυναμικό του νερού σε δεδομένη κατάσταση σε σχέση με αυτό του καθαρού ελεύθερου νερού (αποσταγμένο) υπό κανονική ατμοσφαιρική πίεση, το οποίο έχει τη μέγιστη τιμή και είναι 0 MPa.

Το υδατικό δυναμικό μπορεί να χωριστεί σε τέσσερις συνιστώσες (Waring and Running 1998):

- Το δυναμικό της πίεσης (ψ_p), το οποίο αντιπροσωπεύει τη διαφορά υδροστατικής πίεσης από το ένα κύτταρο στο άλλο. Το δυναμικό αυτό μπορεί να πάρει είτε θετικές τιμές (κύτταρα σε σπαργή) είτε αρνητικές (έντονη διαπνοή αγγείων).
- Το δυναμικό στρώματος (ψ_m), το οποίο προκύπτει από τις μικρές αρνητικές δυνάμεις στην επιφάνεια υδρόφιλων στερεών (π.χ. τα κυτταρικά τοιχώματα συγκρατούν μόρια νερού) με αποτέλεσμα το δυναμικό να είναι αρνητικό. Το δυναμικό αυτό επηρεάζει, κυρίως, το υδατικό δυναμικό στο έδαφος.
- Το δυναμικό οφειλόμενο στη βαρύτητα (ψ_B) η οποία αυξάνεται με το υπέργειο ύψος του φυτού από το έδαφος.

$$\psi = \psi_p + \psi_B + \psi_M + \psi_S \text{ (Εξίσωση 1)}$$

Σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση, το υδατικό δυναμικό καθορίζεται από την πίεση που ασκείται σε αυτό (εκτός της ατμοσφαιρικής), την παρουσία διαλυμένου σώματος, την ύπαρξη μεγάλων μορίων στο υδατικό σύστημα και την επίδραση της βαρύτητας. Επίσης, μπορεί να πάρει θετική ή αρνητική τιμή, ανάλογα με το αλγεβρικό άθροισμα της παραπάνω εξίσωσης.

Το διαφορετικό υδατικό δυναμικό μεταξύ δύο περιοχών περιοχών του φυτού καθορίζει την κατεύθυνση της ροής του νερού μεταξύ δύο περιοχών, από περιοχές με υψηλότερο δυναμικό σε περιοχές με χαμηλότερο.

v. Πρόσληψη νερού από τα φυτά

Τα ανώτερα φυτά έχουν την ικανότητα να απορροφούν νερό με ολόκληρη την επιφάνειά τους, αλλά η πρόσληψη νερού από τα υπέργεια τμήματα του δένδρου είναι αμελητέα. Το πιο εξειδικευμένο όργανο που χρησιμοποιούν τα δένδρα για την πρόσληψη του νερού είναι το ριζικό τους σύστημα και αυτή πραγματοποιείται όταν το υδατικό δυναμικό στη ρίζα είναι χαμηλότερο από το δυναμικό του εδαφικού νερού (Lambers et al. 1998).

Η κίνηση του νερού στα δένδρα ελέγχεται αρχικά από τη φάση της εξάτμισης μεταξύ της διαπνέουσας επιφάνειας και του αέρα. Οι κύριοι ρυθμιστές τής κίνησης αυτής είναι τα στόματα των φύλλων ή βελονών, και οποιαδήποτε αύξηση στην αντίσταση της ροής του νερού θα οδηγούσε στη μείωση της διαπνοής, προκαλώντας το κλείσιμο των στομάτων (Kramer 1983).

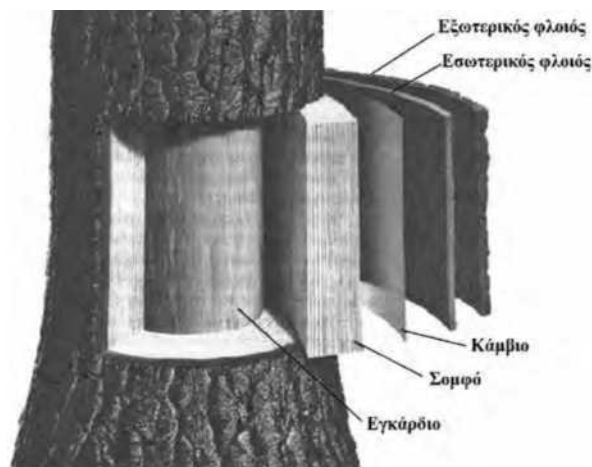
Η διαπνοή της κόμης των δένδρων παρέχει την κινητήρια δύναμη για την πρόσληψη νερού από το έδαφος μέσα από τις ρίζες τους. Με τη διαπνοή δημιουργείται έλλειψη νερού στα φύλλα, με αποτέλεσμα την αύξηση της ωσμωτικής πίεσης στα κύτταρα των φύλλων και τη δημιουργία υποπίεσης (αρνητικό δυναμικό πίεσης) στους αγωγούς του ξύλου. Η διαφορά ωσμωτικής πίεσης που δημιουργείται ανάμεσα στα ζωντανά κύτταρα του φλοιού της ρίζας

και του εδαφικού νερού οδηγεί στην εισχώρηση νερού στις ρίζες (Ντάφης 1986). Όταν η διαπνοή είναι πολύ έντονη, το νερό αντλείται από τα υδατικά αποθέματα του κορμού. Για το λόγο αυτό παρατηρείται ημερήσια διακύμανση στην υγρασία του ξύλου, με τις μέγιστες τιμές να παρατηρούνται τις πρώτες πρωινές ώρες και τις ελάχιστες το μεσημέρι.

Καθώς η διαπνοή και η πρόσληψη νερού βρίσκονται σε στενή αλληλεξάρτηση, επηρεάζονται από κοινούς παράγοντες. Επιπλέον, όμως, αυτών των παραγόντων, η πρόσληψη του νερού από το δένδρο επηρεάζεται από τη δομή και σύσταση του εδάφους, την προσροφητική ικανότητα του ριζικού συστήματος και τα διαθέσιμα εδαφικά διαλύματα.

vi. Η ροή του νερού μέσα στα δέντρα

Η κίνηση του νερού από το έδαφος προς την κόμη των δένδρων γίνεται μέσω των αγωγών του σομφού (αγγεία ή τραχεΐδες). Στα γυμνόσπερμα, τα κύτταρα που ειδικεύονται στην υδατική αγωγιμότητα ονομάζονται τραχεΐδες, τα άκρα των οποίων συνδέονται με τα βοθρία, ενώ στα αγγειόσπερμα η κίνηση του νερού γίνεται κυρίως μέσα από τα αγγεία (ή τραχείες), το μήκος των οποίων κυμαίνεται από 1 χιλιοστό μέχρι αρκετά μέτρα σε διαφορετικά είδη δένδρων (Zimmermann and Jeje 1981, Ewers et al. 1990). Οι τραχεΐδες είναι μικρότερες και στενότερες από τα αγγεία και κυμαίνονται, κατά μέσο όρο, από 2 χιλιοστά στο *Juniperus virginiana* μέχρι 6 χιλιοστά στη *Sequoia sempervirens* (Panshin and de Zeeuw 1980), με αποτέλεσμα να είναι λιγότερο αποτελεσματικές στην αγωγιμότητα στοιχείων από τα αγγεία.



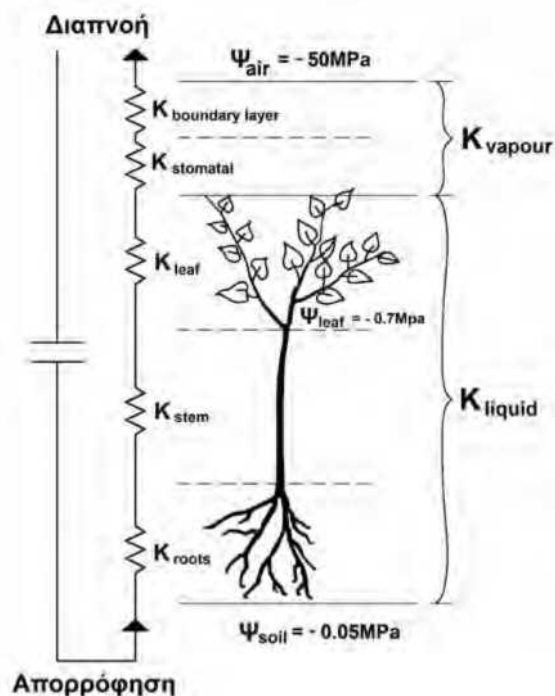
Σχήμα 3. Ανατομικά στοιχεία ενός κορμού δένδρου, όπου φαίνεται η θέση των μεγαλύτερων ιστών. Οι ιστοί περιλαμβάνουν τον εξωτερικό φλοιό (νεκρά κύτταρα), τον εσωτερικό φλοιό (φλοιώμα), το κάμβιο (μεριστικός ιστός που με διαίρεση των κυττάρων του παράγει ξύλο και φλοιό), το σομφό ξύλο (υδρο-αγωγίμο ξύλωμα) και το εγκάρδιο (εσωτερικός πυρήνας του ξυλώματος) (τροποποιημένο από: Barnes et al. 1998).

Από την άλλη πλευρά, οι τραχεΐδες είναι πιο αποτελεσματικές στην παγίδευση φυσαλίδων αέρα, γεγονός πολύ σημαντικό για την αποκατάσταση των στοιχείων μεταφοράς με εγκλωβισμένο αέρα (cavitated xylem elements) (Waring and Running 1998).

Η μεταφορά του νερού από τις ρίζες στην κόμη των δένδρων γίνεται μόνο μέσω του σομφού ξύλου. Το εγκάρδιο περιέχει κύτταρα τα οποία είναι γεμάτα με αέριο ή αδιαπέρατα προϊόντα του μεταβολισμού (Σχήμα 3).

Η κίνηση του νερού από το έδαφος προς την κόμη των δένδρων στηρίζεται σε αρχές ανάλογες με αυτές του νόμου του Ohm για τη ροή ηλεκτρισμού (ηλεκτρικό ανάλογο). Σύμφωνα με την αναλογία αυτή, η ροή του νερού από μια περιοχή A σε μια άλλη B (π.χ. από το έδαφος στην ατμόσφαιρα), F_{ab} , είναι ανάλογη του γινομένου της υδραυλικής αγωγιμότητας (K_{AB} , $\text{kg s}^{-1} \text{MPa}^{-1}$) της περιοχής αυτής και της διαφοράς υδατικού δυναμικού της δομής ($\Psi_A - \Psi_B$) (Σχήμα 4) (Tyree and Ewers 1991).

$$F_{AB} = K_{AB} (\Psi_A - \Psi_B) \text{ (Εξίσωση 2)}$$

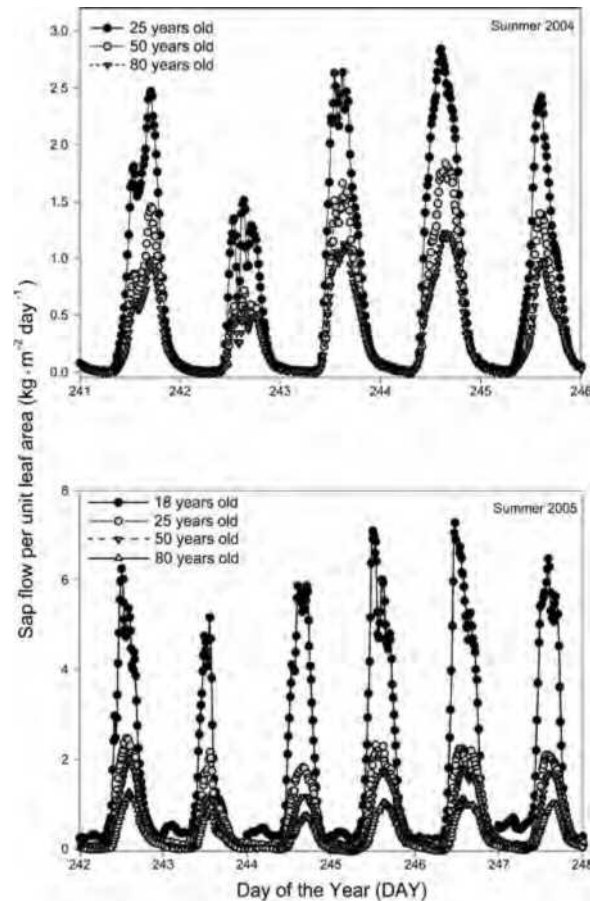


Σχήμα 4. Η συνολική αγωγιμότητα είναι η συνισταμένη αγωγιμότητα της ρίζας, του ξύλου, του ελάσματος του φύλλου, των στομάτων, των φύλλων και του οριακού στρώματος σε σειρά. Η ροή του νερού οδηγείται από τις διαφορές στο δυναμικό του νερού μεταξύ του εδάφους (Ψ_{soil}) και της ατμόσφαιρας (Ψ_{air}). (τροποποιημένο από: Tyree and Ewers 1991).

Παρότι στην παραπάνω εξίσωση θεωρείται ότι επικρατούν συνθήκες σταθερής κατάστασης στο φυτό, έχει αποδειχθεί ότι είναι χρήσιμη στη διερεύνηση αλληλεξαρτήσεων μεταξύ της αγωγιμότητας των στομάτων, του υδατικού δυναμικού του εδάφους και των φύλλων και της υδραυλικής αγωγιμότητας των φυτών, όπως έχει αναφερθεί σε πολλές μελέτες (Meinzer and Grantz 1990, Sperry and Pockman 1993, Meinzer et al. 1997, Meinzer et al. 1999, Mencuccini and Comstock 1999, Comstock 2000).

Ωστόσο, η σταθερή κατάσταση στο φυτό δεν είναι εύκολο να επιτευχθεί, επειδή οι μεταβολές στη διαπνοή του κατά τη διάρκεια της ημέρας επηρεάζονται από τις

περιβαλλοντικές συνθήκες, και το αποθηκευμένο νερό μέσα στο φυτό ποικίλει. Συνεπώς, είναι απαραίτητο να εκτιμηθεί η υδραυλική αγωγιμότητα ολόκληρου του φυτού, μέσω της μέτρησης της πυκνότητας ροής των φυτικών (ανιόντων) χυμών του (sapflow) σε διαφορετικές ώρες της ημέρας. Η ροή των φυτικών χυμών του δένδρου εμφανίζει ημερήσιες (Σχήμα 5) και εποχικές διακυμάνσεις και επηρεάζεται από πληθώρα παραγόντων, όπως το είδος του φυτού, το στάδιο ανάπτυξής του, η θρεπτική του κατάσταση, τα οργανικά στοιχεία του εδάφους, κλιματικές παραμέτρους κ.ά.



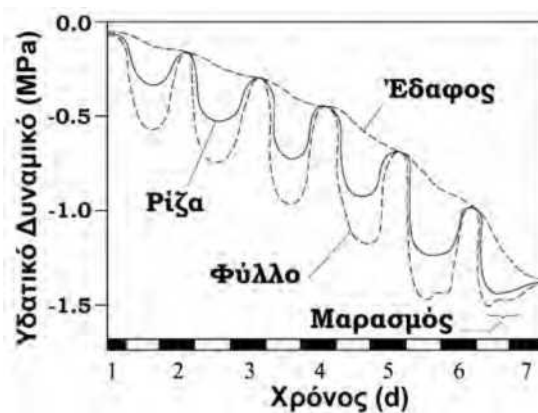
Σχήμα 5. Τυπική ημερήσια πυκνότητα ροής φυτικών χυμών του δένδρου ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας σε τέσσερα στάδια ανάπτυξής του, για δυο αυξητικές περιόδους (πηγή: Korakaki 2008). Τυπική ημερήσια πυκνότητα ροής φυτικών χυμών του δένδρου ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας σε τέσσερα στάδια ανάπτυξής του, για δυο αυξητικές περιόδους (πηγή: Korakaki 2008).

vii. Υδατική καταπόνηση

Η ανάπτυξη και επιβίωση των δένδρων είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη διαθεσιμότητα του νερού στο περιβάλλον. Η έλλειψη νερού προκαλεί μεταβολή (πτώση) της τιμής τού υδατικού δυναμικού των κυττάρων του δένδρου, φαινόμενο το οποίο ονομάζεται υδατική καταπόνηση. Η υδατική καταπόνηση οφείλεται είτε στην περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού από το περιβάλλον, είτε στην ωσμωτική καταπόνηση των κυττάρων από υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων στο έδαφος.

Σε συνθήκες ξηρασίας, το υδατικό δυναμικό του ριζικού συστήματος, του εδάφους και των φύλλων, φθίνει διαρκώς (Σχήμα 6). Η μεγαλύτερη ημερήσια διακύμανση παρατηρείται

στο υδατικό δυναμικό των φύλλων, καθώς τα φύλλα διαπνέουν εντατικά καθόλη 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 το χρόνο (Kozlowski et al. 1991).

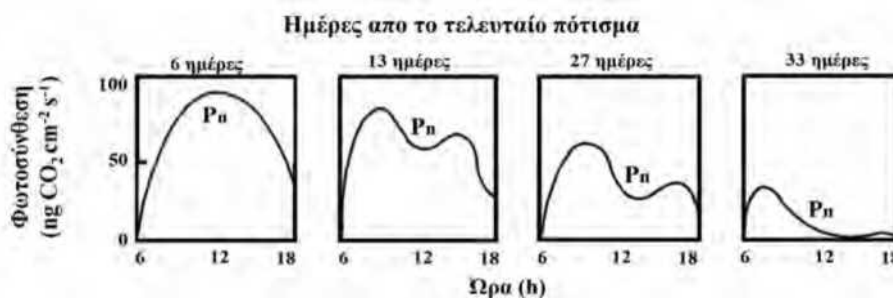


Σχήμα 6. Ημερήσια διακύμανση του υδατικού δυναμικού σε συνθήκες ξηρασίας (τροποποιημένο από: Kozlowski et al. 1991).

Επιπλέον του μειούμενου υδατικού δυναμικού, η σχετική περιεκτικότητα σε νερό (RWC) και η σπαργή των κυττάρων είναι μειωμένες, ενώ οι συγκεντρώσεις των ιόντων και άλλων διαλυμένων ουσιών στα κύτταρα αυξάνονται, ελαττώνοντας έτσι το ωσμωτικό δυναμικό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το κλείσιμο των στομάτων στην επιφάνεια του φύλλου, το οποίο οδηγεί στην αύξηση των αντιστάσεων στη ροή των υδρατμών προς την ατμόσφαιρα, με σκοπό την οικονομία νερού στο φυτό. Ωστόσο, υπάρχουν ενδείξεις ότι τα στόματα είναι πιο στενά συνδεδεμένα με τις μεταβολές της περιεχόμενης υγρασίας στο έδαφος, συγκριτικά με την υδατική κατάσταση του φύλλου.

Αυτό υποδηλώνει ότι τα στόματα ανταποκρίνονται σε χημικά σήματα (π.χ. αμπισικό οξύ - ABA3) που παράγονται από τις αφυδατωμένες ρίζες, ενόσω η υδατική κατάσταση του φύλλου διατηρείται σταθερή (Gowing et al. 1990, Davies and Zang 1991).

Το κλείσιμο των στομάτων εμποδίζει την πρόσληψη διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και, κατά συνέπεια, την αφομοίωσή του μέσω της φωτοσύνθεσης. Στο Σχήμα 7 που ακολουθεί διακρίνεται η μειούμενη φωτοσυνθετική ικανότητα των φυτών σε συνάρτηση με τη διάρκεια των ξηρικών συνθηκών.



Σχήμα 7. Ημερήσια διακύμανση της φωτοσύνθεσης σε συνθήκες ξηρασίας (τροποποιημένο από: Turner and Burch 1983).

Σε συνθήκες ξηρασίας μεταβάλλεται η φυσιολογία, μορφολογία, ανατομία και βιοχημεία του φυτού (Kozlowski and Pallardy 1997b). Το υδατικό έλλειμμα αποφέρει σειρά μεταβολών και στις λειτουργίες του φυτού, όπως η ανάπτυξη, η φωτοσύνθεση και η διαπνοή, οι οποίες επηρεάζονται με διάφορους τρόπους, ανάλογα με τη διάρκεια της καταπόνησής του. Η ανάπτυξη των φύλλων και κλαδιών είναι πιο ευαίσθητη στην υδατική καταπόνηση από τη φωτοσύνθεση και τη διαπνοή. Συνεπώς, είναι δυνατό να περιοριστεί η ανάπτυξη ενός φυτού από την έλλειψη νερού, χωρίς να επηρεαστούν η φωτοσύνθεση και η επιβίωσή του.

Ευρύτερα στη Μεσογειακή λεκάνη, αλλά και στην Ελλάδα, η έλλειψη υγρασίας και η υψηλή εξατμισοδιαπνοή, κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, προκαλούν έντονη υδατική καταπόνηση στα περισσότερα είδη φυτών. Υπό αυτές τις δυσμενείς συνθήκες, η επιβίωση των φυτικών ειδών επιτυγχάνεται με την αξιοποίηση των μηχανισμών προσαρμογής που αυτό διαχρονικό έχουν αναπτύξει. Οι μηχανισμοί αυτοί έχουν συμβάλει στην υπάρχουσα ποικιλότητα των τύπων οικότοπων που απαντώνται στη Μεσόγειο.

Τα αείφυλλα είδη και τα φρύγανα, τα οποία επικρατούν στα μεσογειακά οικοσυστήματα, έχουν αναπτύξει διάφορους μηχανισμούς άμυνας σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, προκειμένου να αντιμετωπίσουν την ξηρασία: Φαινολογικές προσαρμογές, έλεγχο της υδατικής κατάστασης, μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά, τα οποία διαφοροποιούνται μεταξύ των ειδών. Για παράδειγμα, τα περισσότερα αείφυλλα σκληρόφυλλα είδη φέρουν μικρά, δερματώδη και παχιά φύλλα, τα οποία συνήθως έχουν μικρούς ρυθμούς φωτοσύνθεσης, σε σύγκριση με τα φύλλα των πλατύφυλλων ειδών (Lambers et al. 1998). Το αυξημένο πάχος των φύλλων των αείφυλλων ειδών επιτρέπει καλύτερη αναχαίτιση της ηλιακής ακτινοβολίας και πιο αποδοτική χρήση του νερού.

Επιπλέον, μηχανισμοί προσαρμογής στην ξηρασία αφορούν σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικό των φύλλων αείφυλλων ειδών, όπως ο μειωμένος λόγος επιφάνειας/όγκου, ο μειωμένος αριθμός στομάτων, μεγάλη συμμετοχή σκληρεγχυματικών ιστών, μεσημβρινή καταστολή της φωτοσύνθεσης κ.ό. Επίσης, στα φρύγανα παρατηρείται πυκνό στρώμα τριχώματος ή και κηρωδών ουσιών, ύπαρξη αδένων με αιθέρια έλαια, μερική φυλλόπτωση στο τέλος της υγρής περιόδου κ.ό.

Άλλοι προσαρμοστικοί μηχανισμοί των δένδρων είναι το κλείσιμο των στομάτων, η μειωμένη φωτοσυνθετική δραστηριότητα, η είσοδός τους σε ληθαργική κατάσταση, η διακίνηση ABA⁵, η διακίνηση ανιόντων για λόγους ωσμωρύθμισης, απόπτωση οργάνων (κυρίως φύλλων) κ.ό.

viii. Αύξηση, παραγωγικότητα και αποθήκευση άνθρακα

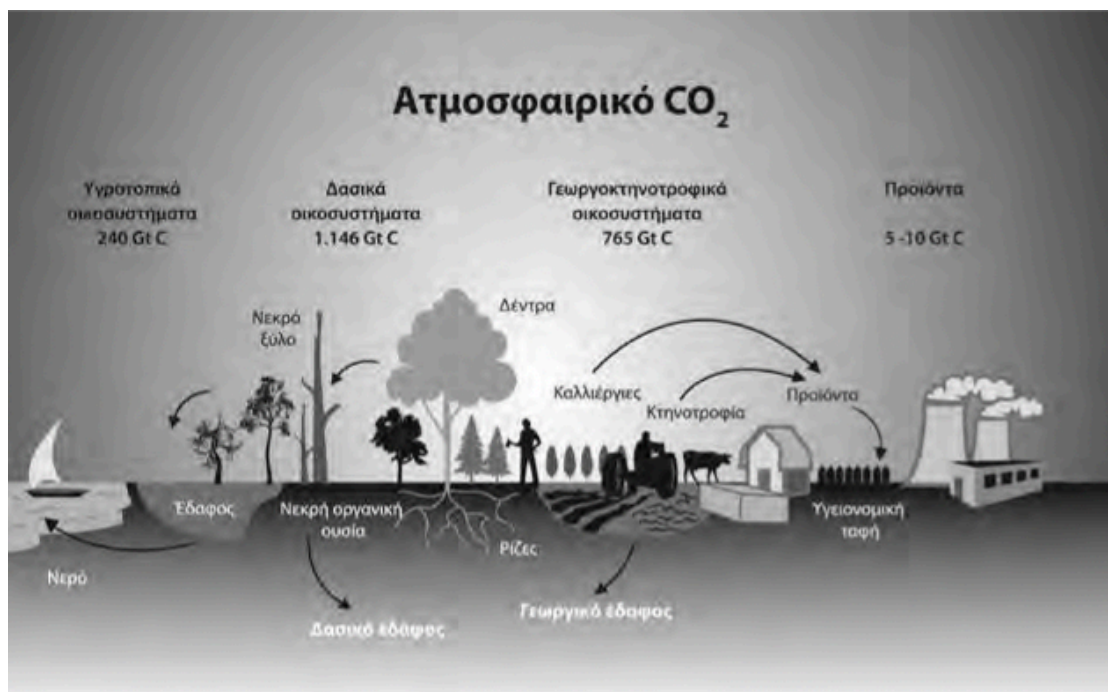
Η αύξηση είναι, ως γνωστό, η ολοκληρωμένη απάντηση του δένδρου στις συνθήκες τού περιβάλλοντος. Από τα προϊόντα φωτοσύνθεσης μερικά καταναλώνονται για τις ανάγκες

⁵ Το αμπισισικό αξύ (ABA) είναι μια φυτοορμόνη, η οποία προκαλεί κλείσιμο των στομάτων του φυτού σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης

της αναπνοής και τη διατήρηση της θερμοκρασίας των φυτικών οργανισμών, άλλα χρησιμοποιούνται για την αύξηση της βιομάζας και, τέλος, μερικά αποταμιεύονται.

Ο άνθρακας δεσμεύεται στα μέρη των φυτών ή του εδάφους, γεγονός που αποτελεί και τη διαδικασία αποθήκευσης άνθρακα στο οικοσύστημα. Καθώς το δάσος αυξάνεται, είτε με επέκταση του δάσους (αύξηση της επιφάνειάς του) ή με την αύξηση της υπέργειας και υπόγειας βιομάζας, δημιουργεί μια αποθήκη-καταβόθρα (ή αλλιώς χοάνη) με τη δέσμευση του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα. **Φαινόμενα αποδέσμευσης άνθρακα από τα δασικά οικοσυστήματα έχουμε λόγω των δασικών πυρκαγιών, της αποψίλωσης και της συσσώρευσης νεκρής βιομάζας, οπότε τα δάση πλέον λειτουργούν ως πηγή εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα.**

ix. Ο βιογεωχημικός κύκλος του άνθρακα



Σχήμα 8. Ο επίγειος κύκλος του άνθρακα (τροποποιημένο από: Apps 2003).

Ο άνθρακας συναντάται σε πολλές μορφές και ανταλλάσσεται μεταξύ της ατμόσφαιρας, των ωκεανών και της γης, διαμορφώνοντας τον κύκλο του άνθρακα. Είναι το βασικό στοιχείο στο οποίο βασίζεται όλη η ζωή στη γη. Εμφανίζεται στην ατμόσφαιρα σε μικρή συγκέντρωση, κυρίως ως CO_2 , αλλά επίσης ως CO και μεθάνιο. Υπάρχει διαλυμένο στους ωκεανούς και είναι κύριο στοιχείο του εδάφους, των ιζημάτων και των πετρωμάτων.

Η φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φυτών δεσμεύει άνθρακα με τη μορφή του CO_2 από την ατμόσφαιρα και χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια για τη μετατροπή του στις βασικές δομικές μονάδες της ζωής. Οι περισσότεροι από τους ζωντανούς οργανισμούς βασίζονται στην αποθηκευμένη χημική ενέργεια των ενώσεων άνθρακα για να στηρίξουν τις

λειτουργίες της ζωής τους. Με την αναπνοή επιστρέφουν μέρος του άνθρακα στην ατμόσφαιρα ως CO₂. Άνθρακας υπάρχει στα ζωντανά και νεκρά μέρη των φυτών στο έδαφος, με μια πληθώρα οργανικών ενώσεων.

Τα δάση καταλαμβάνουν σημαντική έκταση στον πλανήτη και περιέχουν τα τρία τέταρτα του αποθηκευμένου άνθρακα στην επίγεια βλάστηση (Dixon et al. 1994). Αναλυτικά στο Σχήμα 8 φαίνεται ότι **τα δασικά οικοσυστήματα περιέχουν 1.146 Gt άνθρακα**, οι υγροβιότοποι 240 Gt C, τα γεωργοκτηνοτροφικά οικοσυστήματα 765 Gt, ενώ τα προϊόντα ξύλου μόνο 5-10 Gt (Apps 2003). Η έκταση των δασών θα ήταν μεγαλύτερη αν δεν ελαττωνόταν από ανθρώπινες δραστηριότητες. Τα δάση έχουν έναν καθοριστικό ρόλο στη ρύθμιση του κύκλου του άνθρακα. Σημαντικό ποσοστό του ατμοσφαιρικού CO₂ δεσμεύεται από τα δάση και αποδεσμεύεται πάλι στην ατμόσφαιρα από την αναπνοή των δένδρων και την αποσύνθεση. Η αποτελεσματικότητα των δασών να δρουν ως αποθήκες άνθρακα οφείλεται σε μερικά ενδογενή χαρακτηριστικά των οικοσυστημάτων αυτών. Ο άνθρακας παραμένει δεσμευμένος στα δένδρα για τη διάρκεια της ζωής τους, δηλαδή από 10 έως 500 χρόνια. Όταν ένα δένδρο νεκρώνεται ή χάνει μερικό κλαδιά, με τη φυσική αποκλάδωση, ή παρουσιάζει πτώση των φύλλων του, συνήθως κείτεται στον δασικό τάπητα και αποσυντίθεται σταδιακά από τα βακτήρια και τους μύκητες, και είτε εκλύεται με την αναπνοή στην ατμόσφαιρα ή μεταφέρεται στον εδαφικό άνθρακα. Άνθρακας επιστρέφει στην ατμόσφαιρα καθημερινό με την αναπνοή των οργανισμών του εδάφους, αλλά ο περισσότερος παραμένει σε πολύπλοκες χημικές μορφές για εκατοντάδες έως χιλιάδες χρόνια. Ο εδαφικός άνθρακας αποτελεί μια σημαντική αποθήκη άνθρακα.

Γενικά, η ποσότητα του CO₂ η οποία αποδεσμεύεται στην ατμόσφαιρα είναι μικρότερη από αυτή που δεσμεύεται, καθώς μεγάλο μέρος του αποθηκεύεται στα δένδρα. Ο ρυθμός αποσύνθεσης δεν επηρεάζεται από την αύξηση της βιομάζας, και είναι μια από τις κύριες αιτίες που η δέσμευση του άνθρακα είναι πάντα μεγαλύτερη από την αποδέσμευση στην ατμόσφαιρα (De Angelis 2000).

Ο παγκόσμιος κύκλος του άνθρακα επηρεάζεται όμως από τις αποδασώσεις, όταν μεγάλες εκτάσεις δασών αποψιλώνονται ή καίγονται και αλλάζουν χρήση. Σύμφωνα με τους Dixon et al. (1994), **το ποσοστό της αποψίλωσης των δασών ανέρχεται σε 150-170 χιλιάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα ανά έτος**, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας παρατηρείται σε τροπικές περιοχές. Επίσης, έχει εκτιμήσει ότι **η παγκόσμια απώλεια δασών αντιστοιχεί σε ροή άνθρακα της τάξης των 0,9 Gt C ανά έτος, αν και οι περισσότερες αρχές πλέον εκτιμούν ότι είναι μεγαλύτερη και πιθανά ανέρχεται σε 2,0 Gt C ανά έτος (Grace 2001).**

Μετά από μια δασική πυρκαγιά, ένας μεγάλος αριθμός δένδρων καίγεται και μεγάλη ποσότητα της βιομάζας μετατρέπεται σε CO₂ και εκλύεται στην ατμόσφαιρα. Κατά τη διάρκεια μιας δασικής πυρκαγιάς, 10-20% της δασικής βιομάζας καταστρέφεται. Η υπόλοιπη παραμένει ως νεκρή ιστάμενη βιομάζα. Τα νεκρά ιστάμενα δένδρα, όταν υλοτομούνται, διατηρούν δεσμευμένο τον άνθρακα σε μορφές δασικών προϊόντων - συνήθως αυτό είναι το 1/10 της ιστάμενης νεκρής βιομάζας. Το υπόλοιπο ιστάμενο νεκρό ξύλο αποσυντίθεται σταδιακό, αποδεσμεύει CO₂ στην ατμόσφαιρα ή εμπλουτίζει τον εδαφικό άνθρακα. Η φυσική αναγέννηση μετά τη φωτιά δεσμεύει ξανά CO₂ από την ατμόσφαιρα.

Οι βιομηχανικές κοινωνίες επίσης καταναλώνουν ενέργεια που προέρχεται από ορυκτά καύσιμα για την κίνηση αυτοκινήτων, εργοστασίων και θέρμανση σπιτιών, και αποδίδουν στην ατμόσφαιρα διοξείδιο του άνθρακα. Τα ορυκτά καύσιμα είναι η βιομάζα που συσσωρεύτηκε σε παλαιότερες γεωλογικές εποχές, με τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα φυτών και δένδρων, και μετατράπηκε, υπό την επίδραση του χρόνου, της θερμότητας και της πίεσης, σε ορυκτά καύσιμα. Για παραγωγή ενέργειας χρησιμοποιούμε τα προϊόντα του άνθρακα τα οποία αποθηκεύτηκαν για χιλιάδες έτη και, έτσι, επιστρέφουν στην ατμόσφαιρα μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες αλλάζουν ποσοτικά μερικές από τις ροές του άνθρακα, αλλάζουν την ισορροπία του παγκόσμιου κύκλου του άνθρακα, και απελευθερώνουν σημαντικές ποσότητες C στην ατμόσφαιρα κάθε χρόνο από τις καύσεις ορυκτών καυσίμων.

Υπάρχουν γρήγορες και αργές μετακινήσεις μεταξύ της μίας ή της άλλης δεξαμενής του κύκλου του άνθρακα. Κάθε μετακίνηση αφαιρεί άνθρακα από μια δεξαμενή και προσθέτει σε μία άλλη. Οι μετακινήσεις αυτές απελευθερώνουν άνθρακα σε αέρια μορφή στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα τη θέρμανση του πλανήτη (φαινόμενο του θερμοκηπίου).

Ο γρήγορος κύκλος του άνθρακα περιλαμβάνει τη μετακίνηση του άνθρακα διαμέσου των ζωντανών μορφών ζωής, δηλαδή της βιόσφαιρας. Μεταξύ 10^{15} και 10^{17} g (1.000 έως 100.000 εκατομμύρια τόνοι ή 1-100 Gt) άνθρακα μετακινούνται κάθε χρόνο. Τα φυτά και το φυτοπλαγκτόν είναι τα κύρια συστατικά τού γρήγορου κύκλου. Υπάρχουν διάφοροι μηχανισμοί για να αποδεσμευθεί ο άνθρακας από τη βλάστηση και να επιστρέψει στην ατμόσφαιρα. Σε όλες τις περιπτώσεις των μηχανισμών, οξυγόνο ενώνεται με τα σάκχαρα και εκλύονται νερό, διοξείδιο του άνθρακα και ενέργεια. Στους μηχανισμούς αυτούς συγκαταλέγονται η αναπνοή ανθρώπων και ζώων, η αποσύνθεση φυτών και φυτοπλαγκτού (με τη δράση των βακτηρίων) **και οι δασικές πυρκαγιές**. Σε όλες τις περιπτώσεις, το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται καταλήγει στην ατμόσφαιρα.

Ο γρήγορος κύκλος του άνθρακα είναι συνδεδεμένος με τη ζωή των φυτών, έτσι ώστε η αυξητική περίοδος των φυτών να διακρίνεται από τις διακυμάνσεις τού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Στο βόρειο ημισφαίριο, το χειμώνα, όταν μόνο λίγα φυτικά είδη εξακολουθούν να αναπτύσσονται και η αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων επιταχύνεται, κυρίως σε περιοχές όπου το επιτρέπουν οι θερμοκρασιακές συνθήκες, η συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα αυξάνεται. Κατά τη διάρκεια της άνοιξης, όταν αρχίζει εκ νέου η αυξητική περίοδος των φυτών, η συγκέντρωση του CO₂ ελαττώνεται.

Ο αργός κύκλος του άνθρακα περιλαμβάνει μια σειρά από χημικές αντιδράσεις και τεκτονικές δραστηριότητες. Ο άνθρακας χρειάζεται στον κύκλο αυτόν 100-200 εκατομμύρια χρόνια για να μετακινηθεί από τα πετρώματα και το έδαφος στους ωκεανούς και στην ατμόσφαιρα. Κατά μέσο όρο, 10^{13} έως 10^{14} g (10-100 εκατομμύρια τόνοι ή 0,01-0,1 Gt) άνθρακα μετακινούνται μέσω του αργού κύκλου κάθε έτος. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες εκλύουν στην ατμόσφαιρα 10^{15} g C ετησίως, ενώ κατά τον γρήγορο κύκλο άνθρακα, 10^{16} έως 10^{17} g C (Lai 2008). Η μετακίνηση άνθρακα από την ατμόσφαιρα στη λιθόσφαιρα αρχίζει με τη βροχή. Ο άνθρακας με το νερό σχηματίζουν ένα ελαφρύ οξύ (carbonic acid) που πέφτει

στην επιφάνεια της γης. Το οξύ διαβρώνει τα πετρώματα και αποδεδεσμεύει ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο, και οι ποταμοί μεταφέρουν τα ιόντα στους ωκεανούς.

Ο κύκλος του άνθρακα στη γη διατηρεί τη θερμοκρασία τού πλανήτη σχετικά σταθερή, λειτουργώντας ως θερμοστάτης. Αυτός ο θερμοστάτης λειτουργεί ως μέρος του αργού κύκλου του άνθρακα. Για μικρότερα χρονικά διαστήματα, από δέκα ως εκατό χιλιάδες χρόνια, η θερμοκρασία της γης μπορεί να διαφέρει. Έτσι, πράγματι, στη γη εμφανίζονται παγετώδεις περίοδοι, και μεταξύ αυτών θερμά διαστήματα.

A.4. Η σημασία του δάσους: Δασικοί πόροι και υπηρεσίες

i. Η έννοια των φυσικών πόρων

Στη βιβλιογραφία έχουν δοθεί πολλές ερμηνείες στον ορισμό της έννοιας φυσικός πόρος. Οι περισσότεροι απ' αυτούς έχουν σαν κοινό χαρακτηριστικό την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών μέσα από διάφορες φυσικές διεργασίες.

Συνοπτικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι με τον όρο «φυσικός πόρος» εννοούμε το φυσικό περιβάλλον στην υπηρεσία του ανθρώπου. Οι φυσικοί πόροι δηλαδή είναι προϊόντα του φυσικού περιβάλλοντος, τα οποία εξυπηρετούν στην κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών (Παπασταύρου και Μακρής 1983). Σύμφωνα με ένα άλλο ορισμό σαν «φυσικοί πόροι θεωρούνται όλα εκείνα τα πράγματα που διατίθενται στον άνθρωπο σαν δώρα της φύσης» (Common, 1996).

Όπως γίνεται φανερό η έννοια του φυσικού πόρου συνδέεται στενά με τις ανθρώπινες ανάγκες και την ανθρώπινη ύπαρξη, και κατά συνέπεια δεν είναι δυνατόν μέσα στο πέρασμα του χρόνου να έχει το ίδιο περιεχόμενο. Αναπόφευκτα το περιεχόμενο της μεταβάλλεται μέσα στο χρόνο, καθώς μεταβάλλονται οι ανθρώπινες ανάγκες, αλλά και η δυνατότητα του ανθρώπου να αξιοποιεί τις παραγωγικές δυνάμεις του φυσικού περιβάλλοντος (Στάμου, 1985).

Φυσικοί πόροι είναι ότι λαμβάνεται από το περιβάλλον και χρησιμοποιείται για την κάλυψη των αναγκών του ανθρώπου. Ορισμένοι φυσικοί πόροι είναι άμεσα καταναλώσιμοι, χωρίς να πρέπει να υποστούν καμιάς μορφής επεξεργασία (όπως για παράδειγμα η ηλιακή ενέργεια, ο αέρας, τα άγρια εδώδιμα φυτά κ.λπ.). Υπάρχει βέβαια και ένας μεγάλος αριθμός φυσικών πόρων, που για να γίνουν καταναλώσιμοι από τον άνθρωπο, θα πρέπει να υποστούν μια μορφή κατεργασίας (όπως το πετρέλαιο, τα καλλιεργούμενα φυτά κ.λπ.).

Οι φυσικοί πόροι,, είτε οι άμεσα καταναλώσιμοι είτε οι κατόπιν επεξεργασίας καταναλώσιμοι, υφίστανται έντονα την ανθρώπινη επίδραση, λόγω του σημαντικού ρόλου που διαδραματίζουν στη ζωή του και της αυξημένης τους ζήτησης. Η τελευταία, σε συνδυασμό με τη φύση των πόρων, έχει σαν συνέπεια, πολλοί από αυτούς να βρίσκονται σε περιορισμένη ποσότητα (π.χ. πετρέλαιο) και να απειλούνται με εξαφάνιση. Συνεπώς οι πόροι μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

1. Τους ανανεώσιμους φυσικούς πόρους, και

2. τους μη ανανεώσιμους φυσικούς πόρους.

Ως ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι θεωρούνται αυτοί, των οποίων η φυσική αναπλήρωση αυξάνει τη ροή τους (Tietenberg, 1998). Πρόκειται για πόρους που προσφέρονται σε αφθονία και με σταθερό ρυθμό και η πρόσβαση τους χαρακτηρίζεται από σταθερό οριακό κόστος. Παράδειγμα τέτοιων πόρων είναι το νερό, η ηλιακή ενέργεια, τα δημητριακά, ο δασικός, αλιευτικός και ζωικός πλούτος.

Όταν οι ανανεώσιμοι πόροι δεν χρησιμοποιηθούν καθόλου τότε η ποσότητα τους αυξάνεται με σταθερό ή μεταβλητό ποσοστό και θεωρείται, ότι είναι πιθανόν, να διατηρηθούν επ' αόριστο. Στη διεθνή βιβλιογραφία η άποψη αυτή αντικρούεται, γιατί η ανανεωσιμότητα των εν λόγω πόρων εξαρτάται από την ηλιακή ενέργεια. Όταν λοιπόν η ήλιος πάψει να αποτελεί πηγή ενέργειας, μετά από 5 ή 6 δισεκατομμύρια χρόνια, οι ανανεώσιμοι πόροι θα χάσουν τη δυνατότητα ανανέωσης τους.

Ορισμένοι από τους ανανεώσιμους πόρους μπορούν να αποθηκευτούν. Αυτή η δυνατότητα απελευθερώνει τους ανθρώπους από τη φυσική αυξομείωση τους. Η ποσότητα που αποταμιεύεται διαχειρίζεται όπως τα αποθέματα. Έτσι, για παράδειγμα, μια ποσότητα τροφίμων μπορεί να αποθηκευτεί, να προστατευθεί από οποιαδήποτε αλλοίωση και να χρησιμοποιηθεί σε περίοδο σιτοδείας.

Οι αποθηκεύσιμοι ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι χρησιμοποιούνται για διαφορετικούς λόγους από ότι οι μη ανανεώσιμοι. Οι τελευταίοι αποθηκεύονται, για να παραταθεί η διάρκεια της οικονομικής τους χρησιμότητας. Αντίθετα οι ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι αποθηκεύονται για να εξομαλυνθούν οι κυκλικές ανισορροπίες που μπορεί να υπάρχουν μεταξύ προσφοράς και ζήτησης τους σε διαφορετικές χρονικές περιόδους και να καλυφθούν έτσι οι ανάγκες σε περιόδους έλλειψης.

Η διαχείριση των ανανεώσιμων φυσικών πόρων παρουσιάζει δυσκολίες. Στόχος της είναι η «αιεφορική» ροή τους. Παραπάνω μιλήσαμε για το τέλος της ύπαρξης των ανανεώσιμων πόρων με τη συμπλήρωση του κύκλου ζωής του ήλιου. Δεν είναι όμως μόνο ο ήλιος που περιορίζει τη ροή και τον όγκο κάποιων, αν όχι όλων των ανανεώσιμων πόρων. Υπάρχουν πολλοί που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Λόγω αυτής της εξάρτησής τους, διακρίνονται σε δύο κατηγορίες (Παπασταύρου και Μακρής, 1985):

1. τους φυσικούς πόρους, οι οποίοι δεν επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τον άνθρωπο, όπως η ηλιακή και η κοσμική ακτινοβολία, οι άνεμοι κ.λπ.
2. τους φυσικούς πόρους, που επηρεάζονται από τον άνθρωπο, οι οποίοι με τη σειρά τους διακρίνονται σε:
 - αυτούς που διαθέτουν κρίσιμη ζώνη. Σύμφωνα με τους Krutilla 1967 και Bishop 1978 κρίσιμη ζώνη είναι το όριο των ποσοστών κάρπωσης, κάτω από το οποίο σε δεδομένες συνθήκες, μια επιπλέον ελάττωση των ανανεώσιμων φυσικών πόρων δημιουργεί τέτοιες συνθήκες, που δεν τους επιτρέπει να επανέλθουν στην προηγούμενη οικονομική τους κατάσταση.

- Αυτούς που δεν χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη κρίσιμης ζώνης.

Ως μη ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι χαρακτηρίζονται οι πόροι των οποίων η συνολική φυσική τους ποσότητα δεν αυξάνεται σημαντικά μέσα στον χρόνο, με αποτέλεσμα να βρίσκονται σε στενότητα (Παπασταύρου, 1985). Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί, ότι η ποσότητα των πόρων αυτών στην πραγματικότητα ανανεώνεται μέσα όμως σε εκατοντάδες ή και χιλιάδες χρόνια και φυσικά σε διαστήματα πολύ μεγαλύτερα από αυτά που εξαντλούνται. Κάτι που επίσης θα πρέπει να επισημανθεί, είναι ότι, η ποσότητα με την οποία εξαντλούνται εξαρτάται κυρίως από το ποσοστό χρήσης τους. Πολλοί οικονομολόγοι αναφέρουν τους μη ανανεώσιμους πόρους σαν εξαντλήσιμους πόρους (exhaustible resources) (Common, 1996).

Οι μη ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι διακρίνονται σύμφωνα με τον Παπασταύρου (1985) σε δύο κατηγορίες:

- σε αυτούς που δεν ελαττώνονται σημαντικά χωρίς χρησιμοποίηση. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι περισσότεροι από τους φυσικούς πόρους όπως για παράδειγμα τα μεταλλεύματα, η άργιλος, οι ασβεστόλιθοι κ.λπ.
- σε αυτούς που ελαττώνονται χωρίς να χρησιμοποιούνται, όπως τα πετρέλαια, τα φυσικά αέρια κ.λπ.

Σύμφωνα με τον Tietenberg (1998) ανανεώσιμος είναι εκείνος ο πόρος, ο οποίος ενώ σήμερα χρησιμοποιείται για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό, υπάρχει σε τέτοια μορφή, η οποία μας επιτρέπει να τον χρησιμοποιήσουμε, όταν ο αρχικός σκοπός του πάψει να είναι απαραίτητος ή επιθυμητός. Έτσι για παράδειγμα οι χάλκινες καλωδιώσεις ενός αυτοκινήτου μπορούν να αφαιρεθούν, για να επαναχρησιμοποιηθούν μετά από την οριστική απόσυρση του. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να αυξηθούν τα ποσοστά ενός μη ανανεώσιμου φυσικού πόρου.

Βέβαια τα σημερινά αποθέματα ενός εξαντλήσιμου ή μη ανανεώσιμου και ανακυκλώσιμου φυσικού πόρου μπορούν να αυξηθούν όχι μόνο με την ανακύκλωση του, αλλά και με την οικονομική του αναπλήρωση. Η οικονομική αναπλήρωση έχει σαν σκοπό την μετατροπή ενός μη εκμεταλλεύσιμου πόρου σε εκμεταλλεύσιμο. Βασικό κριτήριο για τη λήψη της απόφασης αναπλήρωσης ενός πόρου είναι η τιμή του. Όταν το κόστος ανεβαίνει, μειώνεται το ενδιαφέρον και επεκτείνονται οι έρευνες για την εξεύρεση νέων κοιτασμάτων, ή για την εντατικοποίηση της εκμετάλλευσης των ήδη υπαρχόντων.

Εκτός από την οικονομική αναπλήρωση, η δυνατότητα αποθήκευσης των μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων αυξάνει τα δυνατικά τους αποθέματα. Η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση τους δεν είναι εφικτές για όλους τους εξαντλήσιμους φυσικούς πόρους. Για παράδειγμα οι ενεργειακοί πόροι όπως το πετρέλαιο και τα φυσικά αέρια εξαντλούνται με τη χρήση τους, γιατί μετατρέπονται σε θερμική ενέργεια και δεν είναι δυνατή η επαναχρησιμοποίησή τους.

Η φυσική διαθεσιμότητα ενός μη ανανεώσιμου και μη επαναχρησιμοποιήσιμου φυσικού πόρου συνεπάγεται ταυτόχρονα την αδυναμία χρήσης του από τις επόμενες γενιές.

Η απαγόρευση αυτή δημιουργεί το μεγάλο πρόβλημα της σωστής διαχείρισης των πόρων αυτών, της «δίκαιης» κατανομής τους μεταξύ των γενεών, αλλά και της αντικατάστασης τους με κάποιους ανανεώσιμους πόρους.

Στην ταξινόμηση των αποθεμάτων των μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων η διεθνής βιβλιογραφία χρησιμοποιεί τρεις διαφορετικές ορολογίες:

- α. Τα τρέχοντα αποθέματα, τα οποία ορίζονται σαν τα σημερινά γνωστά αποθέματα του φυσικού πόρου, η εκμετάλλευση των οποίων σήμερα θεωρείτε επικερδής. Το μέγεθος αυτών μπορεί να εκφραστεί αριθμητικά,
- β. τα δυνητικά αποθέματα, που εκφράζονται σαν συνάρτηση του ποσού που είμαστε διατεθειμένοι να πληρώσουμε για να τη χρήση του πόρου,
- γ. η φυσική διαθεσιμότητα των πόρων. Πρόκειται για γεωλογική και όχι οικονομική έννοια και εκφράζει την ύπαρξη ορυκτού πλούτου στο φλοιό της γης.

Οι φυσικοί πόροι ομαδοποιούνται (Στάμου 1985) ως εξής:

- Ορυκτές πρώτες ύλες, (μέταλλα, ορυκτά) υγρά και στερεά ορυκτά καύσιμα, (γαιάνθρακες, πετρέλαιο) φυσικό αέριο,
- υδατοπτώσεις, γη, ήλιος, άνεμος και θαλάσσια κύματα, σαν φυσικοί πόροι ήπιων μορφών ενέργειας,
- θαλάσσια χλωρίδα και πανίδα,
- αγροτική γη,
- δασική και λιβαδική γη, δασική βιομάζα και πολλαπλά προϊόντα και υπηρεσίες της (ξύλο, προστασία εδάφους, ρύθμιση υδατικού δυναμικού, αναψυχή, φιλτράρισμα, προστασία και εμπλουτισμός ατμόσφαιρας, μείωση εξαπλώσεων ραδιενεργού ακτινοβολίας), εθνικοί δρυμοί και όλες οι υπόλοιπες προστατευόμενες δασικές περιοχές, υπόγεια αποθέματα νερού, δασική χλωρίδα και πανίδα και γενικότερα το γενετικό δυναμικό των δύο τελευταίων.

ii. Οι δασικοί πόροι και υπηρεσίες

Τα δάση και οι δασικές εκτάσεις, όπως αναφέρθηκε παραπάνω και σύμφωνα με τον ορισμό των φυσικών πόρων μπορούν να ενταχθούν χωρίς δισταγμό στους φυσικούς πόρους και τα προϊόντα τους να χαρακτηριστούν σαν ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι, από τους οποίους παράγεται πλήθος προϊόντων ή και υπηρεσιών.

(α) Παραγωγή ξύλου και δασικών προϊόντων

Το δάσος έχει μεγάλη οικονομική σημασία, γιατί είναι πηγή πρώτων υλών. Η παραγωγή ξύλου αποτέλεσε την κύρια πηγή ενέργειας για τη θέρμανση των σπιτιών, αλλά και για τη λειτουργία των βιομηχανιών και την κίνηση των μεταφορικών μέσων. Στις μέρες

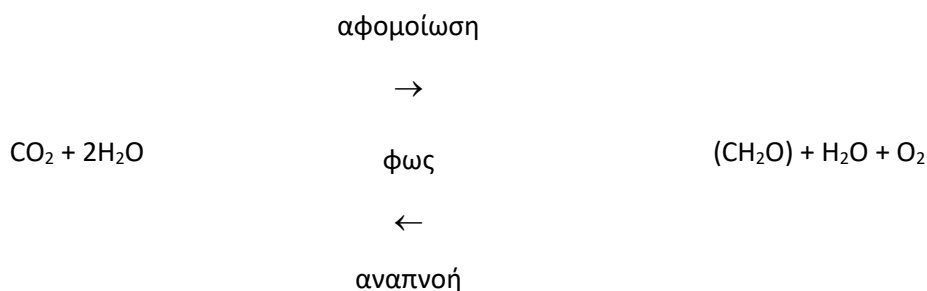
μας το ξύλο δεν παίζει πια τόσο σημαντικό ρόλο σε αυτούς τους τομείς, λόγω της αντικατάστασης του από άλλες μορφές ενέργειας. Παρόλα αυτά εξακολουθεί να χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας στις αναπτυσσόμενες κυρίως χώρες.

Η ξυλεία παρουσιάζει ορισμένες ιδιομορφίες. Όπως πολλοί φυσικοί πόροι, έτσι και αυτή, αποτελεί ταυτόχρονα τόσο παραγωγική εκροή, όσο και κεφαλαιουχικό αγαθό. Όταν ένα δένδρο κοπεί αποτελεί εμπόρευμα, το οποίο μπορεί να διατεθεί στη αγορά. Όταν όμως μείνει στο δάσος αποτελεί κεφαλαιουχικό αγαθό, το οποίο έχει τη δυνατότητα την επόμενη χρονιά να αποδώσει περισσότερο προϊόν.

Εκτός από την παραγωγή ενέργειας, το ξύλο χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν σε μεγάλο αριθμό κατασκευών, όπως στη ναυτιλία, στις οικοδομικές δραστηριότητες, για την κατασκευή εργαλείων κ.λπ. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί, ότι η χρήση συνθετικών υλών στις κατασκευές, οδήγησε στην αλλαγή της χρήσης του ξύλου και στην μεγαλύτερη μεταποίηση του και στην παραγωγή μεγάλου αριθμού νέων προϊόντων.

(β) Παραγωγή οξυγόνου

Μέσω των λειτουργιών που περιγράφηκαν παραπάνω και τα δάση παράγουν οξυγόνο, που είναι ζωτικής σημασίας για την επιβίωση όλων των ειδών στον πλανήτη. Η αναπνοή είναι η βασική και απαραίτητη λειτουργία του οργανισμού μας, με την οποία διατηρούμαστε στη ζωή. Κάθε τι ζωντανό στον πλανήτη καταναλώνει οξυγόνο, ενώ τεράστιες ποσότητες οξυγόνου καταναλώνονται με καύσεις των ορυκτών και των μηχανών. Οι καταναλωτές του οξυγόνου κατά τη διαδικασία κατανάλωσης του, επιστρέφουν στην ατμόσφαιρα ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα. Παρόλα αυτά το οξυγόνο της ατμόσφαιρας μένει σταθερό και αυτό γιατί τα φυτά μέσα από τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης «αφομοιώνουν» μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα και απελευθερωθούν στην ατμόσφαιρα οξυγόνο.



Ένα εκτάριο δάσους παράγει από 12 έως 20 τόνους οξυγόνου. Πέντε ή έξι μεγάλα δένδρα μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες ενός ανθρώπου. Η παραγωγή του οξυγόνου στα δάση είναι 10 φορές μεγαλύτερη από αυτή οποιουδήποτε άλλου χερσαίου οικοσυστήματος και συμβάλλει αποφασιστικά στη διατήρηση του κύκλου του οξυγόνου (Κοδοσάκης, 1992). Έχει υπολογιστεί, ότι μια τετραγωνική επιφάνεια δάσους με πλευρά 25 μέτρα παράγει τόσο οξυγόνο, όσο χρειάζεται ένας άνθρωπος (Κρικέλης, 1980).

Δάσος 1 στρέμματος σε ένα χρόνο δεσμεύει από την ατμόσφαιρα περίπου 400 κιλά διοξείδιο του άνθρακα και το μετατρέπει - με τη φωτοσύνθεση - σε 400 κιλά περίπου οξυγόνου, από το οποίο περισσότερο από το μισό (περίπου 250 κιλά) μένει ελεύθερο - όσο χρειάζεται (καταναλώνει) ένας άνθρωπος σε ένα χρόνο.

(γ) Απορρύπανση της ατμόσφαιρας και του νερού

Τα τελευταία χρόνια η χωρίς έλεγχο βιομηχανική ανάπτυξη, δημιούργησε σημαντικά προβλήματα ρύπανσης και μόλυνσης της ατμόσφαιρας και προκάλεσε ουσιαστική υποβάθμιση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου. Η προσφορά του δάσους είναι σημαντική και σε αυτόν τον τομέα. Μεγάλες ποσότητες ρυπαντικών ουσιών κατακρατούνται, μέσω των παραπάνω αναφερθέντων φυσιολογικών ή και φυσικοχημικών διεργασιών από τα φυτά, κατά τη διάρκεια της φωτοσυνθετικής τους δραστηριότητας. Πολλές μάλιστα από αυτές μεταβολίζονται και κατακρατούνται χωρίς τα φυτά να διατρέχουν κανένα απολύτως κίνδυνο από τη συσσώρευση αυτών στο εσωτερικό τους, ενώ για τον ανθρώπινο οργανισμό θα ήταν επιβλαβείς. Έχει υπολογιστεί ότι 10 στρέμματα κωνοφόρων δένδρων απορροφούν 250 κιλά διοξειδίου του θείου και άλλων τοξικών ενώσεων κάθε χρόνο. Νεότεροι υπολογισμοί αναφέρουν ότι ένα στρέμμα δάσους ερυθρελάτης απορροφά 25 κιλά διοξείδιο του θείου και άλλων οξειδίων, ενώ ένα στρέμμα δάσους λεύκης μέχρι 19,3 κιλά.

Εκτός όμως από τους επιβλαβείς ρυπαντές, που έχει τη δυνατότητα να απορροφήσει ένα φυτό, σημαντικά είναι και τα ποσά τις σκόνης που συγκρατούνται από τα δένδρα. Υπολογίζεται ότι ένα στρέμμα δάσους κωνοφόρων μπορεί να συγκρατήσει μέχρι 3,2 τόνους σκόνης, ενώ ένα στρέμμα πλατύφυλλων μέχρι 6,4 τόνους. Το σημαντικότερο όμως όλων, είναι ότι μετά από βροχή το ίδιο στρέμμα, δάσους μπορεί να κρατήσει ακριβώς το ίδιο φορτίο ξανά.

Σε περιπτώσεις ραδιενεργού ρύπανσης παρατηρήθηκε ότι σε δασικές περιοχές, οι οποίες είναι προστατευμένες από αέρα, η ραδιενέργεια ήταν 30 φορές μικρότερη από ότι σε περιοχές οι οποίες είναι εκτεθειμένες στον αέρα (Κοδοσάκης, 1992).

Όμως το δάσος, εκτός από τη σκόνη που έχει τη δυνατότητα να συγκρατήσει καθαρίζει την ατμόσφαιρα από τα συνυπάρχοντα μικρόβια. Έτσι μέσα στο Παρίσι βρέθηκαν 4 εκατομμύρια μικρόβια ανά κυβικό μέτρο αέρα, ενώ στο δάσος μόνο 50 (Κρικέλης, 1982).

Τέλος σημαντική είναι η συμβολή των δασών στην μείωση του θορύβου. Μια λωρίδα δάσους 100 μέτρων μπορεί να μειώσει το θόρυβο κατά 1/3 ή και 1/2 ή διαφορετικά μια ζώνη δάσους 250 μέτρων μπορεί να μειώσει το θόρυβο όσο μια γυμνή έκταση 1.800 μέτρων (Κρικέλης, 1982). Νεότεροι υπολογισμοί αναφέρουν ότι ζώνη δάσους από κωνοφόρα δένδρα που έχει πλάτος 30 μ. μειώνει την ένταση του θορύβου κατά 5-6 decibels, ενώ σε ζώνη πλάτους 100 μ. η μείωση της έντασης μπορεί να φθάσει και τα 30 decibels.

Αποτέλεσμα όλων αυτών, είναι η προσπάθεια της δημιουργίας γύρω από κάθε πόλη μιας δασικής ζώνης, η οποία θα συμβάλει στη διατήρηση της καθαρότητας της ατμόσφαιρας. Βέβαια το δάσος δεν μπορεί να «μάχεται» επ' αόριστο τη ρύπανση του περιβάλλοντος, γιατί αν η ρύπανση αυξηθεί σε μεγάλα ποσοστά, μπορεί να προκαλέσει και την καταστροφή του ίδιου του δάσους.

Εκτός από την απορρύπανση της ατμόσφαιρας σημαντική είναι η συμβολή του δάσους και στην απορρύπανση του νερού. Η αργή διήθηση του και το πέρασμα του από το έδαφος προκαλούν ένα είδος φυσικού, χημικού και μικροβιολογικού φιλτραρίσματος του νερού, γεγονός που κάνει το νερό, το οποίο προέρχεται από δασικές περιοχές, να είναι ποιοτικά ανώτερο. Είναι διαυγές, εύγευστο, άοσμο, άχρωμο, έχει ευνοϊκότερη αντίδραση PH, μειωμένη συγκέντρωση αμμωνιακών και νιτρικών αλάτων, μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ωφέλιμα ιόντα χημικών ουσιών και μικρότερη μόλυνση. Χαρακτηριστικό είναι ότι σε ένα λίτρο νερό από υπαίθριο περιβάλλον βρέθηκαν 920 σπόρια κολοβακτηριδίων ενώ από δάσος δρυός μόνο 9.

(δ) Ρύθμιση κλίματος

Η επίδραση των δασών γενικά στο κλίμα ενός τόπου αποτέλεσε πάρα πολλές φορές σημείο διαφωνίας μεταξύ των επιστημών. Όμως σε περιπτώσεις μεγάλων δασικών οικοσυστημάτων όπως αυτά του Ισημερινού είναι βέβαιο πως το δάσος επιδρά στη ρύθμιση του κλίματος (Παπασταύρου, 1985).

Έχει υπολογιστεί πως μια ζώνη δάσους ίση με 100 μέτρα μειώνει τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας κατά 3 - 5° C εξομοιώνοντας το περιβάλλον με αυτό των 700 μέτρων (Κρικέλης, 1982).

Το δάσος, ανάλογα με τη δομή και τη σύνθεση του, μπορεί να εμποδίσει την κίνηση του αέρα. Δεν είναι λίγες οι φορές που λωρίδες δένδρων χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό. **Μια πολυώροφη συστάδα ελάτης, πλάτους 50 μέτρων, έχει τη δυνατότητα να εξουδετερώνει ολότελα έναν ισχυρό άνεμο.**

Σε απόσταση περίπου 150 μέτρων μέσα σε δάσος πεύκων η κίνηση του ανέμου σταματά τελείως, σε δάσος ελάτων η απόσταση φθάνει τα 120 μ. και σε δάσος ελάτης και ερυθρελάτης μόνο στα 40-50 μέτρα. Μετά από το δάσος (στην υπήνεμη πλευρά) η ένταση του ανέμου μειώνεται στο 12-15% της αρχικής (στο ύπαιθρο) σε απόσταση 400 περίπου μέτρων, δηλαδή περίπου σε απόσταση 15πλάσια του ύψους των δένδρων του δάσους.

(ε) Υδρολογική σημασία του δάσους

Είναι γνωστό σε όλους μας, πως η ζωή μας πάνω στη γη εξαρτάται από την ύπαρξη του νερού. Σήμερα οι άνθρωποι καταναλώνουν καθημερινά πολύ μεγαλύτερες ποσότητες νερού από αυτές, που κανονικά χρειάζονται για να διατηρηθούν στη ζωή. Όσο το νερό, κατά τον υδρολογικό του κύκλο, καθυστερεί στη γη τόσο πιο χρήσιμο για τον άνθρωπο γίνεται. Το

δάσος διαδραματίζει ένα κατεξοχήν ρυθμιστικό ρόλο στον κύκλο του νερού. Επιδρά στη πτώση, εξάτμιση, διήθηση και επιφανειακή απορροή του νερού. Έτσι οι κόμεις και οι κορμοί των δένδρων και των θάμνων και η ξηρή φυλλάδα συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού της βροχής αναγκάζοντας το να κινηθεί με μικρότερες ταχύτητες, με αποτέλεσμα να διηθείται με αργό ρυθμό μέσα στο έδαφος. Επίσης οι ρίζες των δένδρων δημιουργούν «σωλήνες» μέσα στο έδαφος αυξάνοντας έτσι το πορώδες του εδάφους και ταυτόχρονα την ικανότητα συγκράτησης νερού από αυτό.

Οι βροχές (ανάλογα με το ανάγλυφο του εδάφους) αυξάνονται από τα δάση μέχρι 6% ενώ η βροχοομίχλη μπορεί να ξεπεράσει και το ετήσιο ύψος βροχής. Άλλωστε, το δάσος συγκρατεί το νερό της βροχής και δεν το αφήνει να πέφτει με δύναμη στο έδαφος και να το διαβρώνει. Το φύλλωμα μπορεί να συγκρατήσει μέχρι και 3 χιλιοστά ή μέχρι και το 50% της βροχής ενώ ένα πολύ μικρό μέρος απορρέει επιφανειακά (περίπου 10-20%) αποτρέποντας έτσι το σχηματισμό πλημμυρών.

Έχει υπολογιστεί ότι η μέση ετήσια απορροή σε ένα δάσος μειώνεται κατά 10 - 20% , ενώ οι πλημμυρικές παροχές κατά 50 - 70% σε σχέση με μια μη δασωμένη περιοχή (Κοδοσάκης, 1992). Επίσης ένα τετραγωνικό μέτρο δασικού εδάφους αποθηκεύει 250 - 300 λίτρα νερού. Κατά συνέπεια συγκρατούνται 2.500 κυβικά μέτρα νερού ανά εκτάριο δασικού εδάφους.

Αυτή η ικανότητα των δασών να επεμβαίνουν στον υδρολογικό κύκλο του νερού, έχει ευεργετικά αποτελέσματα για τον άνθρωπο, γιατί από τη μια πλευρά μειώνει την πιθανότητα διάβρωσης και εμφάνισης πλημμυρικών φαινομένων από την άλλη και αυξάνει τα αποθέματα του νερού, τα οποία τροφοδοτούν τις πηγές και τα ρέματα κατά τις θερινές περιόδους. Η προστασία που ασκεί το δάσος στο νερό είναι εξίσου σημαντική υπηρεσία με αυτή της παραγωγής νερού.

(στ) Δάσος και έδαφος

Όπως ο αέρας και το νερό, έτσι και το έδαφος είναι απαραίτητο για τη ζωή. Το έδαφος δημιουργείται από γυμνούς βράχους. Μερικοί από τους παράγοντες, εκτός του χρόνου, που παίζουν ρόλο σε αυτή τη διαδικασία είναι το κλίμα, το νερό και η βλάστηση. Η διαδικασία παραγωγής εδάφους είναι μια πολύ χρονοβόρα διαδικασία, αν σκεφτεί κανείς, πως για την παραγωγή 2,5 εκατοστών εδάφους χρειάζονται περίπου 500 χρόνια.

Το δάσος και εδώ παίζει ουσιαστικό ρόλο. Η φυλλάδα, τα κλαδιά και τα άλλα υπολείμματα του τα οποία πέφτουν στο έδαφος, σχηματίζουν το χούμο, ο οποίος εμπλουτίζει το έδαφος, βελτιώνει τη γονιμότητα του και την υφή του.

Ακόμα, η βλάστηση με το ριζικό της σύστημα συγκρατεί το έδαφος και το προστατεύει από την διάβρωση και την παράσυρσή του τόσο από το νερό όσο και από τον άνεμο. Αυτή η προστατευτική λειτουργία του δάσους είναι ιδιαίτερα σημαντική στη χώρα μας, που είναι ορεινή και εμφανίζει έντονες κλίσεις. Έχει υπολογιστεί ότι κάθε χρόνο στην Ελλάδα

αποσπώνται περίπου 70 εκατομμύρια κυβικά μέτρα εδάφους και υλικών τα οποία μεταφέρονται στα πεδινά και στη θάλασσα, λόγω διάβρωσης.

Συνεπώς, το δάσος εμποδίζει τη διάβρωση. Σε δάσος φυλλοβόλων δένδρων παρατηρήθηκε διάβρωση 5 κιλά σε ένα στρέμμα, σε αναδάσωση με πεύκα 1 κιλό ενώ σε γεωργικό έδαφος 1.000 κιλά και σε βοσκότοπο 80 κιλά. Στη χώρα μας η καταστροφή από τη διάβρωση υπολογίζεται σε 50.000 - 100.000 στρέμματα το χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι χάνουμε εδάφη τέτοιας έκτασης όση είναι η έκταση ενός μικρού νησιού μας.

Περαιτέρω, εμποδίζει την εξάτμιση του εδάφους και αυξάνει την υγρασία του. Η μείωση της εξάτμισης του εδάφους κάτω από το δάσος φθάνει το 40-50% εκείνης του εξωδασικού εδάφους. Έτσι έχουμε και αυξημένη υγρασία στο έδαφος του δάσους (μέχρι και 24%). Δεν εξαντλεί το έδαφος και βοηθά στην δημιουργία εδάφους. Με τις βιολογικές λειτουργίες του δάσους έχουμε την ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών.

Σε δάσος πλατύφυλλων δένδρων, από τα φύλλα που πέφτουν ενισχύεται το έδαφος με 250-450 κιλά ξηρή οργανική ουσία σε κάθε στρέμμα το χρόνο. Η οργανική ουσία επίσης που παράγεται από την υποβλάστηση σε δάση φυλλοβόλων δένδρων φθάνει τα 20 κιλά ενώ σε δάση κωνοφόρων 100 κιλά τέφρα το χρόνο σε κάθε στρέμμα.

(ζ) Συμβολή στη βιολογική ισορροπία

Μεγάλος αριθμός ζώων βρίσκουν τροφή και καταφύγιο μέσα στο δάσος. Αρκετά είδη θα είχαν εξαφανιστεί, αν δεν είχαν βρει κατάλυμα μέσα σε αυτό. Τα δάση επίσης λειτουργούν σαν τράπεζες φυτικών και ζωικών γονιδίων, τα οποία σήμερα περισσότερο από ποτέ είναι απαραίτητα για τη συνέχιση της ζωής στον πλάνη τη μας, λόγω της συνεχιζόμενης εξαφάνισης ειδών τόσο του ζωικού όσο και του φυτικού βασιλείου.

Ανάλογα με το δάσος, τις γεωγραφικές και κλιματικές συνθήκες, έχουμε και την ανάλογη παρουσία διαφόρων ζώων, μικρών και μεγάλων, τετράποδα και φτερωτά, ασπόνδυλα κ.ά. Ιδιαίτερα εντυπωσιακή είναι και η παρουσία διαφόρων μικροοργανισμών (μύκητες κλπ.), π.χ. σε ένα τετραγωνικό μέτρο φυλλάδας σε δάσος με πεύκα 35 εκατ., σε δάσος δρυός 84 εκ. και σε μικτό 240 εκατομμύρια.

(η) Δάσος και αναψυχή

Η αναψυχή είναι σημαντικό αντικείμενο στη χρήση του δάσους και συνδέεται άμεσα με το ενδιαφέρον και τις ανάγκες του ανθρώπου. Ο σημερινός άνθρωπος, περισσότερο από ποτέ, προσπαθεί να εξασφαλίσει ελεύθερο χρόνο, τον οποίο θα καταναίμει σε δραστηριότητες, που στοχεύουν στη διασκέδαση, στην αναζωογόνηση του και στην απόκτηση νέων δυνάμεων. Η αναψυχή αποτελεί μια μορφή χρήσης του ελεύθερου χρόνου και προκύπτει σαν ανάγκη στις ανθρώπινες κοινωνίες κυρίως μετά τη βιομηχανική επανάσταση, όταν βελτιώθηκε η ποιότητα ζωής και ικανοποιήθηκαν σε μεγάλο βαθμό οι

βιοτικές - φυσιολογικές ανάγκες του ανθρώπου. Σύμφωνα με το Λιάκο (1977) «αναψυχή σημαίνει δραστηριότητα ή σχεδιασμένη (αποφασισμένη), αδράνεια (απραξία), στην οποία επιδίδεται ο άνθρωπος κατά το χρόνο της σχολής του μετά από ελεύθερη έκφραση της βουλήσεως του».

Μια οικονομική χρήση των φυσικών περιοχών είναι η υπαίθρια αναψυχή, δηλαδή εκείνη η δραστηριότητα του ελεύθερου χρόνου, που λαμβάνει χώρα σε ένα σχετικά μη αστικό περιβάλλον με φυσικά χαρακτηριστικά και στοχεύει κυρίως στη διασκέδαση και τη φυσική ή πνευματική ευεξία (Gregory, 1972).

Τα δάση και οι δασικές εκτάσεις προσφέρονται ιδιαίτερα για την ικανοποίηση των αναγκών αναψυχής του σύγχρονου ανθρώπου. Η αναψυχή, που προσφέρεται από τα δάση, ονομάζεται δασική αναψυχή, αποτελεί τμήμα της υπαίθριας αναψυχής και μπορεί να οριστεί σαν μια δραστηριότητα του ελεύθερου χρόνου, που γίνεται σε ένα δασικό περιβάλλον εθελοντικά και αβίαστα με σκοπό την ευχαρίστηση (Gregory, 1972). Εκείνο που προέχει είναι η εμπειρία που αποκτά το άτομο από τη δασική αναψυχή (Παπασταύρου και Μακρής, 1985).

Η χρήση με σκοπό την αναψυχή του δάσους και των δασικών εκτάσεων είναι ένα φαινόμενο που αυξάνεται τα τελευταία χρόνια προκαλώντας οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Πολλά κεφάλαια δαπανώνται για την παραγωγή δασικής αναψυχής (διαμόρφωση χώρων υπαίθριας αναψυχής, περιοχών για κυνήγι, ψάρεμα, ιππασία ορειβασία, αναρρίχηση, χιονοδρομικά κέντρα κ.λπ.) είτε από το δημόσιο είτε από ιδιώτες.

Τα επενδυμένα κεφάλαια στη δασική αναψυχή μπορούν να συμβάλουν στην περιφερειακή ανάπτυξη των ορεινών περιοχών, εφόσον αξιοποιηθούν σε έργα υποδομής με σωστά και δίκαια χωροταξικά και κοινωνικά κριτήρια. Τα οφέλη που θα προκύψουν διακρίνονται σε τοπικά ή πραγματικά και σε πρωτογενή ή εθνικά (Παπασταύρου και Μακρής, 1985).

Τα τοπικά οφέλη προκύπτουν από την:

- α. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας (ανάπτυξη τουριστικών επαγγελμάτων) με αποτέλεσμα τη μείωση της ανεργίας ή τη δημιουργία συμπληρωματικού εισοδήματος.
- β. Ανακατανομή του εισοδήματος λόγω της αύξησης των προσόδων στις περιοχές δασικής αναψυχής.
- γ. Βελτίωση του κοινωνικού και πολιτιστικού επιπέδου των κατοίκων μέσα από την επαφή τους με κατοίκους άλλων περιοχών.

Βέβαια, δεν μπορεί να αγνοηθεί η εποχική φύση της δασικής αναψυχής και η εποχικότητα που χαρακτηρίζει τα επαγγέλματα που σχετίζονται με την αναψυχή. Συνάμα, μεγάλο ποσό χρημάτων, που προέρχονται από τη δασική αναψυχή, αποτελεί τελικά πραγματικό εισόδημα άλλων περιοχών, από τις οποίες προέρχονται ο εξοπλισμός και οι προμήθειες.

Τα εθνικά οφέλη ισοδυναμούν με την προθυμία πληρωμής ή το κόστος, στο οποίο υποβάλλονται οι καταναλωτές της δασικής αναψυχής.

Η εκτίμηση της αξίας της δασικής αναψυχής είναι ένα ζήτημα ιδιαίτερα δύσκολο, γιατί δεν υπάρχει αγοραία αξία αναψυχής. Η μέτρηση της, όμως, και η αποτίμηση της σε χρήμα είναι ιδιαίτερα σημαντικές, γιατί μπορούν να επηρεάσουν κοινωνικές και οικονομικές επιλογές τόσο σε τοπικό όσο και σε εθνικό επίπεδο.

Οι υπηρεσίες αναψυχής ενός δάσους πολλές φορές ανταγωνίζονται άλλες χρήσεις της δασικής γης. Η χρησιμοποίηση της σε δραστηριότητες αναψυχής εξαρτάται από την απόδειξη της υπεροχής των ωφελειών, που συνεπάγεται, σε σχέση με τις εναλλακτικές χρήσεις της. Από την άλλη πλευρά η χρηματοδότηση έργων δασικής αναψυχής με βραχυχρόνια ή μακροχρόνια εθνικά κεφάλαια εξαρτάται από την αξία της αναψυχής και τα ωφέλη που συνεπάγεται σε εθνικό και τοπικό επίπεδο. Πολλές φορές η αναψυχή παρέχεται σε ιδιωτικές δασικές εκτάσεις, με αποτέλεσμα να απαιτείται αποζημίωση των ιδιοκτητών των εκτάσεων αυτών. Ο υπολογισμός της αποζημίωσης αυτής είναι αδύνατος χωρίς την εκτίμηση της αξίας της δασικής αναψυχής. Σε περιπτώσεις, που η άσκηση αναψυχής επιβαρύνει το οικοσύστημα, απαιτείται λήψη μέτρων από την πλευρά της πολιτείας. Τα μέτρα αποκατάστασης του οικοσυστήματος εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την οικονομική εκτίμηση των αρνητικών επιδράσεων (Καραμέρης, 2000).

Οι σημαντικότερες βιβλιογραφικά και οι πλέον χρησιμοποιούμενες μέθοδοι εκτίμησης της αξίας της δασικής αναψυχής βασίζονται στον άμεσο ή έμμεσο προσδιορισμό της ζήτησης της.

Η ζήτηση της δασικής αναψυχής παρουσιάζει δύο ιδιαίτερα χαρακτηριστικά (Gregory, 1972):

- α. Καταναλώνεται στον τόπο που παράγεται, κατά συνέπεια για τον προσδιορισμό της πρέπει να ληφθούν υπόψη όλοι οι παράγοντες, που σχετίζονται με τον τόπο αναψυχής.
- β. Αποτελεί σύνολο επιμέρους δραστηριοτήτων, είναι δηλαδή παράλληλη ζήτηση.

Κάθε προσπάθεια εκτίμησης της ζήτησης της αναψυχής σε μια περιοχή προϋποθέτει τον προσδιορισμό των παραγόντων που την επηρεάζουν και την προσδιορίζουν. Οι παράγοντες αυτοί είναι πολλοί και όπως προκύπτει από τα χαρακτηριστικά της ζήτησης της αναψυχής σχετίζονται με επιμέρους τοπικά χαρακτηριστικά καθώς και με επιμέρους δραστηριότητες.

Πρώτοι οι Clawson και Knetsch προσδιόρισαν τη ζήτηση αναψυχής σαν συνάρτηση του κόστους ταξιδιού, το οποίο θεώρησαν σαν υποκατάστατο της τιμής της. Από το 1970 σημειώθηκε σημαντική πρόοδος με την προσθήκη στη συνάρτηση ζήτησης πολλών κατηγορικών (categorically) μεταβλητών. Σήμερα η ζήτηση της δασικής αναψυχής θεωρείται μια πολυδιάστατη ενότητα των ακόλουθων παραγόντων - μεταβλητών:

- Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των καταναλωτών της
- Ελκυστικότητα και ποιότητα του χώρου αναψυχής

- Διαθεσιμότητα των υποκατάστατων και εναλλακτικών ευκαιριών αναψυχής στην περιοχή
- Χρόνος ταξιδιού
- Συνωστισμός στο χώρο αναψυχής
- Προτιμήσεις των καταναλωτών

Οι επιλογές των ατόμων σε ευκαιρίες δασικής αναψυχής διαφέρουν σημαντικά. Για την εξήγηση και τη μέτρηση αυτών των διαφορών στη συνάρτηση ζήτησης της δασικής αναψυχής έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες κοινωνικοοικονομικές (δημογραφικές) μεταβλητές. Οι μεταβλητές αυτές προσπαθούν να εξηγήσουν τον ανθρώπινο παράγοντα και να περιγράψουν τα χαρακτηριστικά των ανθρώπων που διαμορφώνουν τη ζήτηση της δασικής αναψυχής. Τα σημαντικότερα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά, που έχουν χρησιμοποιηθεί στη βιβλιογραφία, είναι η ηλικία, το φύλο, το επίπεδο μόρφωσης, το εισόδημα, ο χρόνος διακοπών, το μέγεθος του πληθυσμού των πόλεων διαμονής, τα έντονα συναισθήματα που μπορεί να τρέφουν για τη χώρα τους, κ.ά.

Η ηλικία είναι από τις πιο σημαντικές μεταβλητές που επηρεάζουν το είδος της δραστηριότητας αναψυχής στην οποία συμμετέχουν οι άνθρωποι. Οι νέοι συνήθως επιλέγουν δραστηριότητες, που εμπεριέχουν σε υψηλότερο βαθμό το στοιχείο του κινδύνου, σε σχέση με τους μεγαλύτερους σε ηλικία. Οι δραστηριότητες, που συνήθως επιλέγονται από τους νέους, είναι σωματικά έντονες όπως για παράδειγμα το σκι, οι αναρριχήσεις, η ιππασία, το τένις, η ιστιοπλοΐα, το θαλάσσιο σκι, το ποδήλατο κλπ. Αντίθετα οι άνθρωποι μεγαλύτερης ηλικίας θεωρούν σαν δραστηριότητες αναψυχής τους περιπάτους, την ανάπαυση, την περιήγηση σε θέσεις παρατήρησης, το ψάρεμα, τη φωτογραφία κλπ.

Η σχέση που συνδέει τη συμμετοχή σε δραστηριότητες υπαίθριας αναψυχής και την ηλικία, είναι αρνητική, δηλαδή με την αύξηση της ηλικίας μειώνεται η πιθανότητα συμμετοχής του ανθρώπου σε υπαίθρια αναψυχή. Σύμφωνα με το Λιάκο (1977) επειδή η αναψυχή είναι συνήθως ομαδική δραστηριότητα, με την αντιπροσώπευση όλων των ηλικιών, η συμμετοχή σε μια δραστηριότητα οδηγεί στη συμμετοχή και σε άλλες δραστηριότητες.

Το επίπεδο μόρφωσης συνδέεται θετικά με την πιθανότητα συμμετοχής σε δραστηριότητες δασικής αναψυχής. Σύμφωνα με τον Walsh (1986) υπάρχει η ένδειξη, ότι οι άνθρωποι υψηλότερου μορφωτικού επιπέδου δείχνουν να είναι περισσότερο πρόθυμοι, να συμμετέχουν σε σωματικά έντονες δραστηριότητες.

Από την άλλη πλευρά το επίπεδο μόρφωσης ενός ανθρώπου έχει άμεση σχέση με το εισόδημα του. Έτσι το επίπεδο μόρφωσης επηρεάζει έμμεσα την πιθανότητα συμμετοχής σε δραστηριότητες δασικής αναψυχής μέσα από την εξασφάλιση υψηλότερου εισοδήματος για τους ανθρώπους και κατά συνέπεια μεγαλύτερου περισεύματος. Τα χρήματα, που διατίθενται στη δασική αναψυχή, είναι χρήματα του περισεύματος του ανθρώπου, λόγω της θέσης που κατέχει η δασική αναψυχή στη λίστα των αναγκαίων και μη αγαθών (Παπασταύρου και Μακρής, 1985).

Πολλές φορές η απόκτηση υψηλότερης γνώσης μειώνει τη ζήτηση της αναψυχής, λόγω της γνώσης διάφορων εναλλακτικών δραστηριοτήτων αναψυχής. Υπό κανονικές συνθήκες, όσο μεγαλύτερο είναι το εισόδημα ενός ανθρώπου, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να συμμετέχει σε δραστηριότητες δασικής αναψυχής. Η αύξηση του κατά κεφαλή ετήσιου εισοδήματος μεγαλώνει το διαθέσιμο περιόσσευμα του καταναλωτή και κατά συνέπεια τη ζήτηση της δασικής αναψυχής.

Παρατηρήθηκε ότι, κάποιες δραστηριότητες της δασικής αναψυχής (όπως για παράδειγμα το camping κ.λπ.) λειτουργούν όπως τα κατώτερα αγαθά, δηλ. με την βελτίωση του εισοδήματος μειώνεται η ζήτηση τους.

Η επαγγελματική δραστηριότητα των ανθρώπων επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το είδος και το μέγεθος της ζητούμενης αναψυχής.

Η συμμετοχή ανθρώπων διαφορετικών επαγγελμάτων σε δραστηριότητες δασικής αναψυχής σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με το μέγεθος του ελεύθερου χρόνου, το διαθέσιμο εισόδημα και την ηλικία τους. Έτσι, για παράδειγμα, οι ενήλικες φοιτητές συμμετέχουν περισσότερο σε δραστηριότητες δασικής αναψυχής σε σχέση με τους υπόλοιπους ενήλικες. Οι συνταξιούχοι και οι άνεργοι κατέχουν τις τελευταίες θέσεις στα ποσοστά συμμετεχόντων σε δραστηριότητες δασικής αναψυχής (Walsh, 1986).

Από την άλλη πλευρά, το είδος της επαγγελματικής δραστηριότητας σχετίζεται με το είδος της δραστηριότητας αναψυχής, την οποία επιλέγουν τελικά τα άτομα. Εργαζόμενοι σε αστικά επαγγέλματα εμφανίζουν μεγαλύτερη ζήτηση δασικής αναψυχής από ότι οι εργαζόμενοι σε αγροτικά επαγγέλματα.

Επίσης το επάγγελμα έμμεσα επηρεάζει το ύψος του εισοδήματος των ατόμων και κατά συνέπεια και τη ζήτηση της δασικής αναψυχής.

Οι γυναίκες συμμετέχουν συνήθως περισσότερο σε δραστηριότητες δασικής αναψυχής. Οι άνδρες όμως συγκριτικά δείχνουν συμπάθεια σε δραστηριότητες, που απαιτούν καλή φυσική κατάσταση (Walsh, 1986).

Θεωρητικά μια αύξηση του πληθυσμού, όταν δε συνοδεύεται από ταυτόχρονη μείωση του βιοτικού επιπέδου, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τον τρόπο ζωής στις μεγαλουπόλεις (θόρυβος, ρύπανση, έντασης της ζωής κ.λπ.) και κάνει πιο επιτακτική την ανάγκη του ατόμου για αναψυχή.

Ο τόπος διαμονής των ανθρώπων σχετίζεται με τη ζητούμενη ποσότητα της δασικής αναψυχής. Η γεωγραφική προέλευσης (γεωμορφολογία, κλίμα, διαθεσιμότητα νερού, κοινωνικά σύμβολα, απόσταση από το δάσος, ζώνη διαβίωσης, κ.λπ.) επίσης επηρεάζει και τη ζήτηση, που εκδηλώνει το άτομο, αλλά και το είδος της.

Η καλλιέργεια των ανθρώπων, η παιδεία που έχουν αποκτήσει, οι συνήθειες και οι παραδόσεις επηρεάζουν τη ζήτηση της δασικής αναψυχής. Η συμμετοχή τους δηλαδή σε οργανώσεις, φυσιολατρικές ομάδες, στους προσκόπους κ.λπ. σχετίζονται με τις επιλογές τους στις δραστηριότητες δασικής αναψυχής.

Η ελκυστικότητα και η ποιότητα του πόρου αποτελεί ένα ακόμα καθοριστικό παράγοντα της ζήτησης της δασικής αναψυχής. Αρχικά, για τη μέτρηση της ελκυστικότητας ενός πόρου, χρησιμοποιούνταν απλά το μέγεθος του. Σήμερα μεγάλος αριθμός μεταβλητών χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ποιότητας του χώρου αναψυχής και κατά συνέπεια της επίδρασης του στη ζητούμενη ποσότητα, όπως για παράδειγμα η ποιότητα του αέρα, η ορατότητα, η ποιότητα του νερού, η αισθητική του δάσους, ο θόρυβος, τα διάφορα βιολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, κ.λπ.

Οι κλιματολογικές συνθήκες του χώρου αναψυχής επηρεάζουν το μέγεθος της ζήτησης και τη χρονική περίοδο εκδήλωσης της. Εκτός, από την ποιότητα, του χώρου αναψυχής, η ποιότητα, το πλήθος και η ποικιλία των παρεχόμενων υπηρεσιών συνδέονται με τη ζήτηση της δασικής αναψυχής. Η βελτίωση της ποιότητας της παρεχόμενης αναψυχής, η αύξηση του πλήθους των μέσων αναψυχής, αλλά και η δυνατότητα συμμετοχής σε μεγάλο αριθμό δραστηριοτήτων, αυξάνουν σημαντικά τη ζήτηση της αναψυχής.

Ο χρόνος ταξιδιού προς το χώρο αναψυχής, αλλά και ο χρόνος που ξοδεύεται στο χώρο αναψυχής, παίζουν καθοριστικό ρόλο στη ζήτηση της δασικής αναψυχής. Όσο αυξάνεται ο χρόνος προσέγγισης του χώρου δασικής αναψυχής, τόσο μειώνεται η ζήτηση της. Η επίδραση του χρόνου προσέγγισης στη ζήτηση της δασικής σχετίζεται και με το διαθέσιμο ελεύθερο χρόνο από την πλευρά του καταναλωτή.

Σύμφωνα με τον Walsh (1986), ο χρόνος ταξιδιού μετακινεί την καμπύλη ζήτησης της αναψυχής προς τα έξω δεξιά και συχνά αλλάζει και την κλίση της. Από εδώ γίνεται φανερό και η σημασία των συνθηκών κυκλοφορίας στους δρόμους προς το χώρο αναψυχής. Όσο αυξάνεται η κίνηση στους δρόμους, τόσο αυξάνεται ο χρόνος ταξιδιού, ο εκνευρισμός των ταξιδιωτών και η πιθανότητα ατυχημάτων. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η μείωση της πιθανότητας επίσκεψης στο χώρο αναψυχής.

Όταν ένας αριθμός υποκατάστατων περιοχών και ανταγωνιστικών για την περιοχή αναψυχής, είναι διαθέσιμος μεταβάλλεται η ζήτηση της. Η επίδραση των εναλλακτικών επιλογών για ένα χώρο αναψυχής εξαρτάται από το βαθμό, που οι θέσεις αυτές είναι τέλεια υποκατάστατα του χώρου αναψυχής.

Στην περίπτωση που υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός υποκατάστατων περιοχών για μια θέση αναψυχής, η καμπύλη ζήτησης έχει μια πιο ομαλή αρνητική κλίση.

Η αύξηση της πυκνότητας των δασών σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της ζήτησης για ένα δάσος. Τα δάση που βρίσκονται κοντά σε αστικές περιοχές ανταγωνίζονται εκείνα, που είναι πιο απομακρυσμένα από αυτές.

Η ύπαρξη μεγάλου αριθμού επισκεπτών στο χώρο αναψυχής και η δημιουργία συνθηκών συνωστισμού μειώνουν την ποιότητα της παρεχόμενης αναψυχής και κατά συνέπεια μετακινούν προς τα κάτω και την καμπύλη ζήτησης (Walsh, 1986). Η εκτίμηση του βαθμού, που οι συνθήκες συνωστισμού επηρεάζουν τη ζήτηση της αναψυχής, μπορεί να γίνει είτε στατιστικά (μέσα από συλλογή στοιχείων για τον αριθμό των ημερήσιων

επισκεπτών σε μια περιοχή) είτε άμεσα μέσα από συνεντεύξεις των επισκεπτών του χώρου. Οι προτιμήσεις των ανθρώπων πολλές φορές έχουν χρησιμοποιηθεί στη συνάρτηση ζήτησης.

(θ) Άλλα δασικά προϊόντα και εργασία

Παράγει σημαντικές ποσότητες βιομάζας, μας προσφέρει διάφορα δασικά προϊόντα και δεσμεύει ενέργεια. Κατά μέσο όρο ένα στρέμμα δάσους, στην εύκρατη ζώνη παράγει 600-2.500 κιλά βιομάζας το χρόνο. Σε δάσος φυλλοβόλων έχουμε 1.600 γραμ. και σε δάσος κωνοφόρων 800 γραμ. βιομάζας το χρόνο για κάθε τετραγωνικό μέτρο και αντίστοιχη ενέργεια 6.600 και 3.400 Kcal.

Τα δάση στη χώρα μας, μας δίνουν το χρόνο πάνω από 3.000.000 κυβικά μέτρα ξύλο, 2.500.000 κυβικά μέτρα καυσόξυλα, 13.000 τόνους ρετσίνι κ.ά, ενώ δεν υπάρχουν στατιστικά ή ακριβή ποσοτικά στοιχεία για επιπλέον δασικά προϊόντα, όπως τα μανιτάρια, τα μούρα, η θήρα ή για τα είδη (ζώα, σπόρους) τα οποία προστατεύει το δάσος, σαν φυσική τράπεζα φυτικών και ζωικών γονιδίων, απαραίτητων για τη συνέχιση της ζωής των ειδών αλλά και για τη βελτίωσή τους.

Τέλος, το δάσος προσφέρει άμεσα ή έμμεσα εργασία και εισοδήματα στον άνθρωπο. Μια ακόμα σημαντική προσφορά του δάσους είναι ότι μέσω των προϊόντων ή και των υπηρεσιών που παρέχει αποτελεί παράγοντα αντιμετώπισης της φτώχειας και άμβλυνσης των κοινωνικών ανισοτήτων.



A.5. Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στο δάσος

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τα δένδρα και τα δασικά οικοσυστήματα άμεσα και έμμεσα. Στις άμεσες επιδράσεις της αυξημένης συγκέντρωσης CO₂ στην ατμόσφαιρα είναι η αύξηση του ρυθμού της φωτοσύνθεσης και η μείωση της διαπνοής (Poorter and Navas 2003).

Η αύξηση του ρυθμού της φωτοσύνθεσης οφείλεται στην καταστολή της οξυγόνωσης κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης και στην αύξηση εφοδιασμού με CO₂ από το υπόστρωμα (substrate supply), ενώ η μείωση της διαπνοής οφείλεται στο μερικό κλείσιμο των στομάτων των φύλλων (Lambers et al. 1998).

Η διαδικασία αυτή αφορά ειδικά την κατηγορία των C3 φυτών, στην οποία ανήκουν τα περισσότερα δασικά είδη (Ραδόγλου 1989, Eamus and Ceulemans 2001), τα οποία φαίνεται να ανταποκρίνονται πιο έντονα από άλλα φυτικά είδη στην αυξημένη ατμοσφαιρική συγκέντρωση CO₂ (Jarvis 1989, Karnosky 2003).

Σε βάθος χρόνου, η επίδραση στη φυσιολογία και στην ανάπτυξη του φυτού δεν είναι τόσο ξεκάθαρη. Για παράδειγμα, η αυξημένη ανάπτυξη των φυτών υπό συνθήκες αυξημένου ατμοσφαιρικού CO₂ μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία φυτών με μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια και, ενδεχομένως, τη μείωση κατανάλωσης νερού που δημιουργήθηκε στη φυλλική επιφάνεια ή την ακύρωσή της (Field et al. 1995, Samarakoon and Giggord 1996).

Δευτερεύουσες αλλαγές στη μορφολογία, κατανομή και χημική σύσταση μπορεί να έχουν επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών (Poorter et al. 1997). Η αύξηση των δένδρων μπορεί να μην είναι ανάλογη της φωτοσύνθεσης, διότι άλλοι περιοριστικοί παράγοντες (όπως διαθεσιμότητα νερού ή αζώτου) μπορεί να γίνουν πιο σημαντικοί. Η φωτοσύνθεση αυξάνει κατά 50-60% σε κωνοφόρα και πλατύφυλλα είδη όταν δεν υπάρχουν καταπονήσεις, και η αύξηση της ατμοσφαιρικής συγκέντρωσης CO₂ επιταχύνει την αύξηση των δένδρων, ιδιαίτερα σε νεαρή ηλικία. Η αύξηση της συγκέντρωσης CO₂ προκαλεί το κλείσιμο των στομάτων, ελαττώνοντας την απώλεια νερού από τη διαπνοή (Medlyn et al. 2001). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της δέσμευσης του άνθρακα ανά μονάδα καταναλισκόμενου νερού που ονομάζεται «αποτελεσματικότητα της χρήσης νερού» (water use efficiency). Έχει αναφερθεί, ακόμα, αύξηση της υπόγειας βιομάζας και περισσότερο αναπτυγμένο ριζικό σύστημα σε δένδρα που μεγάλωσαν σε αυξημένη ατμοσφαιρική συγκέντρωση CO₂. Αυτό ενδέχεται να βοηθά τα δένδρα να εκμεταλλευτούν καλύτερα το εδαφικό νερό και να προσεγγίζουν βαθύτερα στρώματα εδάφους, πράγμα που είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τη Μεσογειακή περιοχή.

Οι έμμεσες συνέπειες για τα δασικά οικοσυστήματα θα προέλθουν μέσω των κλιματικών αλλαγών και από την επίδραση που θα έχουν στα οικοσυστήματα η αύξηση της θερμοκρασίας και η μεταβολή της κατανομής των βροχοπτώσεων. Η αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει μεν τη φωτοσύνθεση, αλλά τα δένδρα έχουν μια σημαντική ικανότητα να προσαρμόζονται στις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες και να λειτουργούν ακόμα και κάτω από ακραίες υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες, αν υπάρχει διαθέσιμο εδαφικό νερό. Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία μειώνεται, η διαπνοή αυξάνεται ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική αύξηση

της συνολικής διαπνοής των συστάδων. Αν, όμως, τα στόματα κλείσουν ως ανταπόκριση στην αύξηση του CO₂ ή αν υπάρχει μείωση στο ημερήσιο εύρος θερμοκρασιών, τότε η διαπνοή μπορεί να μειωθεί, και οι συνολικές απαιτήσεις σε νερό να ελαττωθούν σημαντικά.

Ο ρυθμός αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας στο έδαφος είναι πιθανόν να επιταχυνθεί με την αύξηση της θερμοκρασίας. Έτσι, θα υπάρχουν περισσότερα θρεπτικά στοιχεία διαθέσιμα στα δένδρα. Αυτό μπορεί να αυξήσει τη φωτοσύνθεση, ιδιαίτερα σε οικοσυστήματα που είχαν έλλειψη θρεπτικών στοιχείων. Όλοι οι παράγοντες που αναφέρονται παραπάνω βρίσκονται σε ισχυρή αλληλεπίδραση. Για τις ίδιες κλιματικές αλλαγές και για ένα συνδυασμό αύξησης θερμοκρασίας και των συγκεντρώσεων του CO₂, η φωτοσύνθεση μπορεί να διαφοροποιείται, αναλόγως των τύπων των δασικών οικοσυστημάτων σε σχέση με το υδατικό ή θρεπτικό έλλειμμα που εμφανίζουν οι περιοχές.

Διαφορετικές ζώνες βλάστησης έχουν διαφορετικούς περιοριστικούς παράγοντες στην παραγωγικότητα των δασών σε σχέση με τις κλιματικές μεταβολές. **Στη νότια Ευρώπη και στη λεκάνη της Μεσογείου προβλέπεται ότι οι κλιματικές αλλαγές θα προκαλέσουν υψηλότερες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και μείωση της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης, με αποτέλεσμα την ένταση των ξηροθερμικών συνθηκών. Οι αναμενόμενες αλλαγές, όμως, μπορεί να διαφέρουν σημαντικά από τόπο σε τόπο και από έτος σε έτος (Korner et al. 2005).**

Στη Μεσόγειο, η διαθεσιμότητα του νερού είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που περιορίζει την αύξηση των δένδρων. Έτσι προβλέπεται ότι η αύξηση και η παραγωγικότητα των δασικών οικοσυστημάτων θα μειωθεί εξαιτίας των κλιματικών αλλαγών.

Φαίνεται, λοιπόν, ότι τα δασικά οικοσυστήματα θα ανταποκριθούν με μείωση της δέσμευσης άνθρακα από την ατμόσφαιρα, που θα προκαλέσει μείωση της παραγωγής βιομάζας. Είναι πιθανόν η ξηρασία να μειώσει την παραγωγικότητα σε ευαίσθητα είδη όπως η οξιά (*Fagus sylvatica*), ενώ άλλα είδη, όπως τα ξηρόφυλλα δρυοδάση, να εμφανιστούν περισσότερο ανθεκτικά σε ξηροθερμικές συνθήκες. Τέτοιες συνθήκες αναμένεται να επηρεάσουν και τη σύνθεση των δασών.

Εκτός από τη διαθεσιμότητα του νερού, η διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων παίζει σημαντικό ρόλο για την ανάπτυξη, δομή και εξάπλωση των μεσογειακών οικοσυστημάτων (Sardans et al. 2008). Ο φώσφορος και το άζωτο είναι περιοριστικοί παράγοντες αυτών των οικοσυστημάτων (Fernandez et al. 2006). Οι βιολογικές διεργασίες και η λειτουργία του οικοσυστήματος είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τις αλλαγές του ατμοσφαιρικού αέρα, τη θερμοκρασία του εδάφους, τη συγκέντρωση του ατμοσφαιρικού CO₂ και την ξηρασία. Η προοδευτική μείωση στο διαθέσιμο αζώτου-φωσφόρου, λόγω της αύξησης της βιομάζας από την αύξηση του ατμοσφαιρικού CO₂, μπορεί να έχει ως επακόλουθο τη μείωση του αποθηκευμένου άνθρακα. Η απελευθέρωση άνθρακα κατά τη μικροβιακή αποσύνθεση είναι διαδικασία που παρουσιάζει ευαισθησία στην αλλαγή της θερμοκρασίας και στις υδατικές συνθήκες και, συνεπώς, επηρεάζεται από την κλιματική αλλαγή (Andresen et al. 2010). Γενικά, ο ρυθμός της νιτροποίησης, ο ρυθμός μετατροπής σε ανόργανη μορφή (mineralization) του αζώτου και του φωσφόρου και η απώλεια του

ανόργανου αζώτου εντείνονται με την αύξηση της θερμοκρασίας (van Meeteren et al. 2008). Κατά συνέπεια, η πιθανή ένταση της κινητοποίησης των θρεπτικών στοιχείων (απαραίτητης για την αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής) λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας, θα οδηγήσει στην αποθήκευση μεγαλύτερων ποσοτήτων άνθρακα από χερσαίους οργανισμούς.

Όμως, η ξηρασία ενδέχεται να φέρει τα αντίθετα αποτελέσματα σε σχέση με την αύξηση της θερμοκρασίας. Αποτελέσματα μοντέλων που συμπεριλαμβάνουν οικοσυστήματα από διαφορετικές κλιματικές ζώνες προέβλεψαν τη μείωση της πρωτογενούς παραγωγικότητας, της αναπνοής και της μετατροπής του άνθρακα σε ανόργανη μορφή σε εύκρατα οικοσυστήματα (mesic ecosystems) (Gerten et al. 2008).

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται επίσης να επηρεάσει την κατανομή των ειδών. Βιοκλιματικοί θύλακες (συνθήκες στις οποίες κάποιο είδος μεγαλώνει άριστα) θα μετακινηθούν βόρεια ή σε μεγαλύτερα υψόμετρα. Εξαιτίας της μεταβολής στο εύρος των θερμοκρασιών, της μείωσης της εδαφικής υγρασίας και της περίσσειας του CO₂, ο ανταγωνισμός μεταξύ των ειδών αναμένεται να περιορισθεί και να απλοποιηθούν τα μεσογειακά οικοσυστήματα. Η αλλαγή της δυναμικής του ανταγωνισμού των ειδών θα επηρεάσει σημαντικά τις μεικτές συστάδες και τα φυσικά οικοσυστήματα. Σε σύντομα χρονικά διαστήματα θα επηρεαστούν τα φυσικά όρια εξάπλωσης των δασικών ειδών, καθώς αλλάζουν τα θερμότερα και ξηρότερα όρια εξάπλωσής τους. Σε μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα αναμένεται να παρατηρηθεί μετανάστευση ειδών. **Έτσι, η δασική πεύκη πιθανόν να εκλείψει από τις νοτιότερες περιοχές εξάπλωσής της στη χώρα μας. Η οξιά και άλλα πλατύφυλλα είδη θα μετακινηθούν βορειότερα, ενώ τα ψυχροόρια αναμένεται να ανέλθουν. Στη Μεσογειακή περιοχή οι δασικές πυρκαγιές θα αυξηθούν και θα θίγουν ψηλότερα κατανεμημένα οικοσυστήματα, και πιθανόν να οδηγήσουν στο σχηματισμό περισσότερων θαμνώνων αείφυλλων πλατύφυλλων και υποβαθμισμένων, γενικώς, οικοσυστημάτων.**

A.6. Τα δάση της Ελλάδας

Η χώρα μας διατηρούσε απέραντα και πλούσια δάση κατά τη μακρινή αρχαιότητα. Οι πολλές και συχνές όμως καταστροφές που υπέστησαν στο πέρασμα του χρόνου (όπως ληστρικές υλοτομίες, εκτεταμένες εκχερσώσεις, αλόγιστη υπερβόσκηση και κυρίως πυρκαγιές) είχαν σαν αποτέλεσμα τη συνεχή υποβάθμιση και περιορισμό των δασών.

Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης σήμερα τα δάση μας καλύπτουν έκταση 33.590.000 στρεμμάτων που αναλογεί στο 25,5% της συνολικής έκτασης της Χώρας. Οι εκτάσεις που καλύπτονται με άλλες μορφές δασικής βλάστησης (θάμνους, φρύγανα κλπ.) ανέρχονται σε 31.540.000 στρέμματα δηλαδή 23,9% της συνολικής έκτασης της χώρας. Δηλαδή το σύνολο των δασών και άλλων δασικών εκτάσεων ανέρχεται σε 65.130.000 στρέμματα, ή ποσοστό 49,4% της συνολικής έκτασης της Χώρας.

Τα δασικά δένδρα από τα οποία συγκροτούνται κυρίως τα δάση μας είναι η δρυς, το έλατο, το πεύκο, η οξιά κ.ά. Ενώ αξιόλογη είναι η παρουσία και άλλων δασικών δένδρων, όπως είναι η καστανιά, το κυπαρίσσι, το πουρνάρι, το σφεντάμι κ.ά.

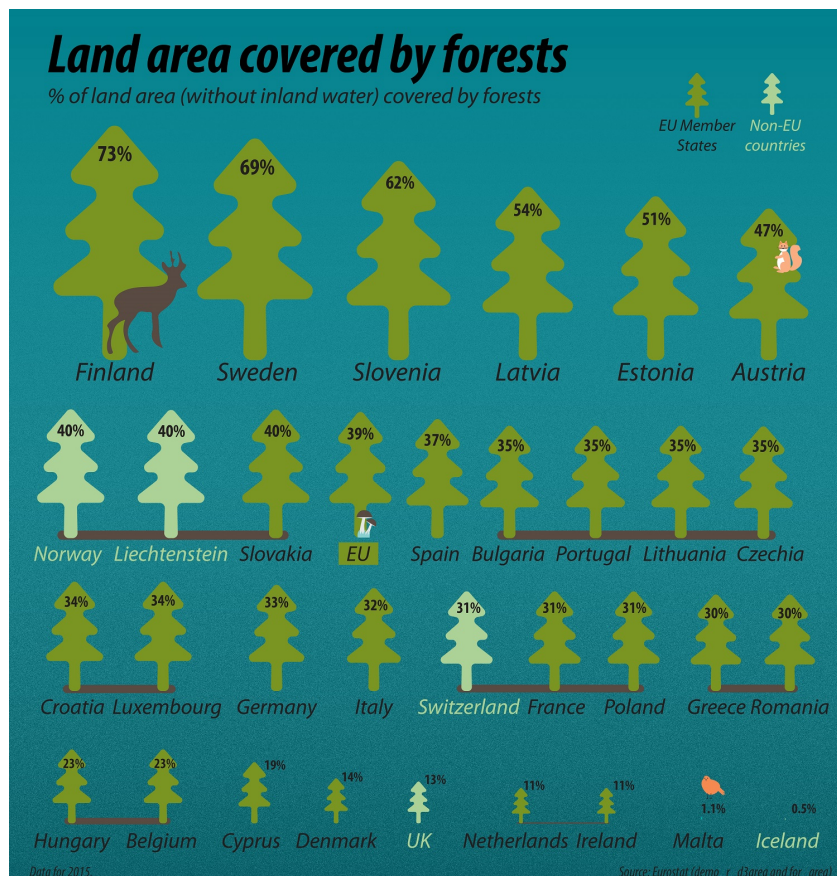
Διαφορετικά στοιχεία παρέχει το σχολικό βιβλίο Γεωλογίας της Α΄ Λυκείου. Εκεί αναφέρεται ότι η συνολική έκταση των δασών της χώρας μας είναι 25.124.180 στρέμματα και καλύπτει το 19,6 % της συνολικής επιφάνειάς της, η οποία κατανέμεται όπως δείχνει ο παρακάτω πίνακας ανάλογα με τη βασική μορφή εκμετάλλευσής της.

Μορφή εκμετάλλευσής	Έκταση σε στρέμματα	Ορυκτολογική σύσταση
1. Δάση	25.124.180	19,6
2. Γεωργοδενδροκομικές Καλλιέργειες	43.053.560	33,8
3. Δασικές εκτάσεις που εκμεταλλεύομαστεκτηνοτροφικά	47.653.830	37,8
4. Βοσκότοποι	3.723.690	2,5
5. Μη παραγωγικά εδάφη	8.219.020	6,4
Σύνολο	127.774.280	100

Με βάση τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα, η χώρα μας ανήκει στις σχετικά φτωχές σε δάση χώρες της Ευρώπης και είναι η φτωχότερη στα Βαλκάνια.

Θέση η οποία, πάντως, φαίνεται ότι δεν συμερίζεται η επίσημη ιστοσελίδα του Ελληνικού Οργανισμού Τουρισμού του Υπουργείου Τουρισμού, όπου αναφέρεται ότι το 25,4% της συνολικής έκτασης της Ελλάδας αποτελείται από δάση, καθιστώντας την τέταρτη σε δασικό πλούτο ανάμεσα στις χώρες της Ευρώπης.

Πάντως, η θέση του Υπουργείου Τουρισμού δεν φαίνεται να συμφωνεί ούτε με τα στατιστικά στοιχεία της Eurostat, η οποία κατατάσσει την Ελλάδα στην 23^η θέση μεταξύ των Ευρωπαϊκών χωρών, σε σχέση με εκτάσεις που καλύπτονται από δάση, με ποσοστό δασοκάλυψης 30%.



ec.europa.eu/eurostat

Η ιδιοκτησιακή κατάσταση των δασών μας, που είναι αποτέλεσμα ιστορικών και κοινωνικών γεγονότων, φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Μορφή ιδιοκτησίας	Έκταση σε στρέμματα	Ποσοστό (%)
1. Δημόσια δάση	16.350.050	64,45
2. Δάση μη δημόσια		
α. Κοινοτικά	3.105.270	11,99
β. Μοναστηριακά	1.099.460	4,37

γ. Αγαθοεργών ιδρυμάτων	112.250	0,45
δ. Ολότητας των κατοίκων	1.167.080	4,65
ε. Διακατεχόμενα	1.291.370	5,13
στ. Ιδιότητα	1.998.700	2,96
Σύνολο	25.124.180	100

Η κατανομή της επιφάνειας των ελληνικών δασών, ανάλογα με τη σύνθεση και τη μορφή της, φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Δασοπονικό είδος	Έκταση σε στρέμματα	Ποσοστό (%)
A. Κωνοφόρα		
1. Ελάτη - Ερυθρελάτη	3.297.620	13,1
2. Χαλέπιος - Τραχεία πεύκη	4.757.770	18,9
3. Μαύρη πεύκη	1.370.470	5,5
4. Λοιπά κωνοφόρα	237.870	0,9
Σύνολο κωνοφόρων	9.663.730	38,4

Β. Πλατύφυλλα		
1. Δρυς	7.475.490	29,8
2. Οξιά	2.190.700	8,7
3. Λοιπά φυλλοβόλα	1.017.650	4,1
4. Αείφυλλα	4.776.610	19,0
Σύνολο πλατύφυλλων	15.460.450	61,6
Γ ενικό Σύνολο	25.124.180	100

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι σχεδόν το 1/5 της έκτασης των δασών της χώρας μας καλύπτεται από αείφυλλα πλατύφυλλα είδη, τα περισσότερα των οποίων βρίσκονται σε θαμνώδη κατάσταση. Επίσης φαίνεται πως η σχέση κωνοφόρων προς πλατύφυλλα δεν είναι ιδιαίτερα ευνοϊκή, αν συγκριθεί με αυτή άλλων Ευρωπαϊκών χωρών.

Επίσης, η Ελλάδα έχει Εθνικούς Δρυμούς, δηλαδή φυσικές περιοχές οι οποίες οριοθετούνται με Π.Δ., βάσει του Ν.Δ. 996/1971, έχουν συνολική έκταση 68.732 εκτάρια, από τα οποία 34.378 εκτάρια είναι οι πυρήνες. Είναι οι εξής:

Όνομα	Νομός	Νησί	Εκτάρια
Αίνος	Κεφαλονιά	Κεφαλονιά	2862
Βίκος - Αώος	Ιωάννινα	-	9300
Λευκά Όρη (φαράγγι Σαμαριάς)	Χανιά	Κρήτη	4850
Οίτη	Φθιώτιδα	-	3010
Όλυμπος	Πιερία	-	3988
Παρνασσός	Φωκίδα, Βοιωτία	-	3513

Πάρνηθα	Αττική	-	3812
Σούνιο	Αττική	-	2750
Πίνδος	Ιωάννινα	-	3534
Πρέσπες	Φλώρινα	-	4900

Όπως είδαμε παραπάνω, ο ιστορικός Έλληνας νομοθέτης γνωρίζει την έννοια του αισθητικού δάσους. Τα αισθητικά δάση είναι συνολικά, 19, με συνολική έκταση 33.109 εκτάρια, έχουν οριοθετηθεί βάσει του Ν.Δ. 996/1971 και είναι τα εξής:

Όνομα	Νομός	Νησί
Βάι	Λασιθί	Κρήτη
Καισαριανής	Αττική	-
Κοιλιάδας Θεσσαλικών Τεμπών	Λάρισα	-
Καραϊσκάκη	Καρδίτσα	-
Ξυλοκάστρου	Κορίνθια	-
Πανεπιστημιούπολεως Πατρών	Αχαΐα	-
Ιωαννίνων	Ιωάννινα	-
Φαρσάλων	Λάρισα	-
Στενής	Εύβοια	Εύβοια
Δασικού Συμπλέγματος Οσσας	Λάρισα	-
Μογγοστού	Κορινθία	-
Νικοπόλεως Μύτικα	Πρέβεζα	-
Σκιάθου	Μαγνησία	Σκιάθος
Στενών ποταμού Νέστου	Ξάνθη, Καβάλα	-
Εθνικής Ανεξαρτησίας, Καλαβρύτων	Αχαΐα	-

Τιθορέας	Φθιώτιδα	-
Αμυγδαλεώνα	Καβάλα	-
Αηλιά	Τρίκαλα	-
Κουρί Αλμυρού	Μαγνησία	-

B. Κεφάλαιο δεύτερο

B.1. Η οικονομική έννοια της αξίας

Η οικονομική έννοια της αξίας είναι οικεία για τον καθένα, αλλά όχι κατ' ανάγκη και απόλυτα κατανοητή. Η απόλυτη κατανόηση της προϋποθέτει τις περισσότερες φορές ειδικές γνώσεις. Σύμφωνα με έναν κοινό οικονομικό ορισμό της αξίας, η οικονομική αξία ενός πράγματος είναι το ποσό των χρημάτων ή των άλλων αγαθών, το οποίο είναι διατεθειμένος να δώσει κάποιος για την απόκτηση του ή το ποσό που απαιτείται σαν αποζημίωση για την απώλεια του (Johnson & Johnson, 1990).

Η έννοια της οικονομικής αξίας ενός αγαθού συνήθως συνδέεται με την αγοραία του τιμή, δηλαδή του αριθμού των χρηματικών μονάδων που είναι απαραίτητες για την απόκτηση μιας μονάδας ενός αγαθού (Λιανός, 1999).

Η κρυμμένη πραγματικότητα της αξίας είναι η έμμεσα κοινωνική εργασία⁶, που παράγει τα εμπορεύματα. Παρόλα αυτά η αξία των εμπορευμάτων δεν εκφράζεται συνήθως με κάποια ποσότητα εργασίας, αλλά με κάποια τιμή, με κάποια ποσότητα χρηματικών μονάδων. Αυτό συμβαίνει, γιατί η αξία των εμπορευμάτων δεν εμφανίζεται παρά μόνο με την πώληση και η πώληση των εμπορευμάτων γίνεται έναντι χρημάτων. Καταλαβαίνουμε λοιπόν, γιατί η αξία εκφράζεται αναγκαστικά με τη μορφή μιας τιμής. «Όποιο κι αν είναι το ποσό, η τιμή ενός εμπορεύματος είναι πάντα η ορατή έκφραση της αξίας: είναι η απτή έκφραση του ότι η εργασία, που αφιερώθηκε για την παραγωγή του εμπορεύματος, είναι ακριβώς έμμεσα κοινωνική εργασία» (J. Gouverneur, 1999).

Οι αγοραίες τιμές των αγαθών διαμορφώνονται διαφορετικά ανάλογα με τις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν στη μορφή αγοράς (τέλειος ανταγωνισμός, μονοπώλιο, ολιγοπώλιο, μονοπωλιακός ανταγωνισμός) που παράγονται και προσφέρονται. Στη μορφή αγοράς του τέλειου ανταγωνισμού η αγοραία τιμή ενός αγαθού είναι ίση με την οριακή πρόσοδο του αγαθού.

Μόνο υπό συνθήκες τέλειου ανταγωνισμού οι αγοραίες τιμές, που διαμορφώνονται μέσω των δυνάμεων της προσφοράς και της ζήτησης, αντιπροσωπεύουν την πραγματική αξία των αγαθών.

Σύμφωνα με τον Στάμου, (1985) στο μοντέλο της ισορροπίας της αγοράς, η χρησιμότητα και η ωφέλεια ενός αγαθού αντανακλάται στην τιμή και η προθυμία πληρωμής του καταναλωτή για την απόκτηση του είναι μέτρο της σχετικής χρησιμότητας και ωφέλειας του. Όμως το μοντέλο αυτό δεν είναι παρά ένα ιδεατό-τέλειο μοντέλο.

Στη πραγματικότητα οι τιμές της αγοράς δεν ανταποκρίνονται πάντα στο ιδιωτικό και κοινωνικοοικονομικό κόστος ενός αγαθού και κατά συνέπεια δεν παριστούν τα οριακά ποσοστά υποκατάστασης των αγαθών και των υπηρεσιών, που συνεπάγονται οι αποφάσεις αγοράς των ατόμων (Στάμου, 1985).

⁶ Έμμεσα κοινωνική εργασία είναι η εργασία της οποίας η κοινωνική χρησιμότητα αναγνωρίζεται μέσω της πώλησης στην αγορά

Το κόστος ευκαιρίας των αγαθών και υπηρεσιών υπολογίζεται για την οικονομία σαν σύνολο και ονομάζεται κοινωνικό κόστος ευκαιρίας ή σκιάδης ή εικονική τιμή. Με μια πρώτη προσέγγιση, η σκιάδης τιμή ενός αγαθού ή μιας υπηρεσίας είναι η τιμή που καταβάλλεται από τους ιδιώτες, που συμμετέχουν στην αγορά. Στην πραγματικότητα, οι φόροι, οι διάφορες επιδοτήσεις, η μονοπωλιακή δύναμη, οι κατώτατοι μισθοί, οι έλεγχοι των επιτοκίων, οι δασμοί και οι ποσοτώσεις στις εισαγωγές, οι έλεγχοι των τιμών και πολλές άλλες παρεμβάσεις στρεβλώνουν την αγορά, με αποτέλεσμα οι αγοραίες τιμές να αποκλίνουν από το ιδιωτικό και κοινωνικοοικονομικό κόστος ενός αγαθού και να μην ανταποκρίνονται στο οριακό ποσοστό υποκατάστασης των αγαθών και των υπηρεσιών, που συνεπάγονται οι αποφάσεις των ατόμων. Έτσι, οι τιμές της αγοράς πρέπει να προσαρμοστούν, για να προσεγγίζουν τις σκιάδεις τιμές.

Πρόκειται για ένα έργο δύσκολο, που απαιτεί πολύ καλή γνώση του τρόπου λειτουργίας της οικονομίας σε επίπεδο μακροοικονομικών σχέσεων και μικροοικονομικής συμπεριφοράς των αγορών των συντελεστών και αποτελεί πεδίο θεωρητικής διαμάχης μεταξύ των οικονομολόγων (Gillis και άλλοι, 2000).

Ειδικά οι τιμές των συντελεστών παραγωγής συνδέονται με το κόστος ευκαιρίας. Σύμφωνα με το Watt η τιμή ενός συντελεστή παραγωγής είναι ίση με τη θυσία της εναλλακτικής του χρήσης, δηλαδή της ευκαιρίας που χάθηκε για να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή άλλων αγαθών. Όταν οι τιμές αγοράς των συντελεστών παραγωγής δεν είναι ίσες με το εναλλακτικό τους κόστος, τότε εκτιμώνται με λανθασμένη τιμή (Ελευθεριάδης 1997).

Σχετικά με τους περιβαλλοντικούς πόρους υπάρχουν δυο ουσιαστικοί παράγοντες, για τους οποίους η αγοραία τιμή δεν μπορεί να εκφράσει την αξία τους. Ο ένας είναι ο τύπος της ιδιοκτησίας που ισχύει για τα περιβαλλοντικά αγαθά και ο άλλος η ύπαρξη εξωτερικών οικονομικών και αντιοικονομιών:

Οι Randall (1983) και Samuelson (1954) αναφέρουν ότι υπάρχουν αγαθά και υπηρεσίες όπως η δημόσια εκπαίδευση, η εθνική άμυνα, η διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος, η προστασία, πλημμύρες κ.λπ. τα αποκαλούμενα δημόσια αγαθά, για τα οποία οι πραγματικές αγορές δεν μπορούν να δώσουν αποτελεσματικά τιμές. (Johnson & Johnson 1990).

Τα λεγόμενα συλλογικά αγαθά τα οποία χαρακτηρίζονται από αδιαιρετότητα στην κατανάλωση και μη δυνατότητα αποκλεισμού, δεν μπορούν να συμβάλουν αποτελεσματικά στη διαμόρφωση μιας τιμής στην αγορά και κατά συνέπεια θέτουν υπό αμφισβήτηση την έννοια της κοινωνικής ωφέλειας όπως την αντιλαμβάνεται η παραδοσιακή οικονομία, δηλαδή σαν συσσώρευση ατομικών πλεονεκτημάτων (Passet, 1987).

Τα δάση, οι περιοχές αλιείας ή οι ανοιχτές εκτάσεις βοσκής αποτελούν κοινόκτητους πόρους, μπορούν δηλαδή να χρησιμοποιηθούν από πολλούς ανθρώπους χωρίς να τους ανήκουν. Η τραγωδία των κοινόκτητων πόρων (the tragedy of the commons) έγκειται στο ότι η υπερβολική κατανάλωση τους οδηγεί στην καταστροφή και την εξαφάνισή τους. Εν τούτοις κάθε ιδιώτης καταναλωτής έχει κίνητρο για περαιτέρω κατανάλωση τους.

Πολλοί κοινοί περιβαλλοντικοί πόροι θεωρούνται *res nullius*, δηλ. αντικείμενα που δεν υπόκεινται σε αποκλειστική ιδιοκτησία και διαχείριση (αισθητική του τοπίου, αέρας, νερό, βιοποικιλότητα, κ.λπ.). Ένα αποτελεσματικό σύστημα τιμών θα απαιτούσε για αυτά τα αγαθά διαφορετική τιμή για κάθε καταναλωτή. Επειδή όμως παρέχουν τις υπηρεσίες του ταυτόχρονα και αδιαίρετα σε όλους, οι καταναλωτές μπορούν να μην αποκαλύψουν την ένταση της προτίμησης τους για αυτά Έτσι αυτός που τα προσφέρει, δεν μπορεί να γνωρίζει με τι τιμές να τα χρεώσει. (Tietenberg, 1998)

Όταν ένα άτομο καταναλώνει μια ποσότητα από ένα αγαθό, χωρίς αυτή να αφαιρείται από αυτό που καταναλώνουν τα άλλα άτομα, έχει οριακό κόστος μηδέν και κατά συνέπεια τιμή μηδέν.

Ο μεγάλος νεοκλασικός οικονομολόγος A. Marshall έκανε λόγο πρώτη φορά για εξωτερικές οικονομίες και αντιοικονομίες. Εκείνος όμως που τις ανέπτυξε περισσότερο, ήταν ένας άλλος νεοκλασικός ο A. C Pigou. Σύμφωνα με τον Pigou, αυτές αποτελούν τη σημαντικότερη αιτία απόκλισης μεταξύ «ιδιωτικού καθαρού προϊόντος» και «κοινωνικού καθαρού προϊόντος». Ο ίδιος μάλιστα πρότεινε την επιβολή φόρου, σε όσους ρυπαίνουν στο Λονδίνο. (Pigou, 1960)

Κανείς δεν αμφισβητεί την αναγκαιότητα εισαγωγής στην οικονομική λογική των εννοιών του κοινωνικού κόστους και των κοινωνικών πλεονεκτημάτων, αφού πολλές οικονομικές δραστηριότητες συνεπάγονται εξωτερικότητες, δηλαδή εξωτερικά οφέλη ή εξωτερικές επιβαρύνσεις στην αγορά. Οι φόροι και οι επιχορηγήσεις που καταβάλλονται, οδηγούν τις επιχειρήσεις σε ένα άριστο επίπεδο παραγωγής (optimum), όχι πια «οικονομικό» αλλά κοινωνικό. Σε θεωρητικό επίπεδο τα παραπάνω επιχειρήματα είναι σωστά και απολύτως αποδεκτά. Στην πράξη όμως, η υλοποίησή τους συναντά πολλές δυσκολίες. Πώς θα εξωτερικοποιήσουμε το εσωτερικό αποτέλεσμα; Αναμφισβήτητα η εξωτερικοποίηση των εσωτερικών αποτελεσμάτων είναι το λιγότερο ανεπαρκής σε πολλές περιπτώσεις και αυτό γιατί δεν μπορεί να λάβει υπόψη της πολλά στοιχεία, που δεν είναι δυνατόν να εκφραστούν σε χρήμα. Κατά συνέπεια δεν μπορεί να λάβει υπόψη της την πραγματική συμπεριφορά του φυσικού περιβάλλοντος.

Πρώτα απ' όλα, τα εξωτερικά αποτελέσματα (οικονομίες και αντιοικονομίες) θα πρέπει να είναι ποσοτικά ή ικανά να εκφραστούν σε οικονομικούς όρους, πράγμα που είναι πάρα πολύ δύσκολο και δεν έχει δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα σε πολλές των περιπτώσεων, παρά τις εκάστοτε προσεγγίσεις. Επίσης τα εξωτερικά αυτά αποτελέσματα, θα πρέπει να γίνονται αντιληπτά με σαφήνεια απ' όλους. Σε πολλές περιπτώσεις όμως τα αποτελέσματα αφορούν επόμενες γενιές σε βάθος χρόνου ακόμα και 200.000 ετών (ραδιενεργά κατάλοιπα πυρηνικής γεννήτριας). Πώς η τιμή ενός προϊόντος σήμερα μπορεί να περικλείει τις προτιμήσεις των επόμενων γενιών και πώς οι σημερινές γενιές θα γνώριζαν το αντίτιμο που είναι διατεθειμένες να πληρώσουν οι επόμενες γενιές, για να μην υποστούν τα εξωτερικά αποτελέσματα αυτών των δραστηριοτήτων; (Passet 1987, Tietenberg 1998).

Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι οι εξωτερικότητες δεν οδηγούν πάντα σε κατάργηση του μηχανισμού της αγοράς. Τα αποτελέσματα τους θετικά ή αρνητικά, σε πολλές

περιπτώσεις μεταβιβάζονται μέσω των τιμών στην αξία άλλων αγαθών. Για παράδειγμα η ρυπογόνος δραστηριότητα ενός εργοστασίου αντανακλάται στα χαμηλότερα μισθώματα της γης.

Η οικονομική αξία που δίνεται σ' ένα αγαθό, δεν αντικατοπτρίζει πάντα την πραγματική αξία της χρησιμότητας και της ωφέλειας του, ούτε και τις αρνητικές του επιπτώσεις. Μετρά απλά το ποσό των χρημάτων, που είναι πρόθυμος να πληρώσει κάποιος, (Willingness To Pay-WTP) για να αποκτήσει ένα αγαθό σαν μέσο ικανοποίησης των αναγκών του. Υπάρχουν αγαθά, των οποίων η πραγματική αξία είναι πολύ μεγαλύτερη της οικονομικής τους, λόγω της αφθονίας τους (π.χ. αέρας, νερό, κ.λπ.) ή της ύπαρξης υποκατάστατων αγαθών.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτυχίας του μηχανισμού της αγοράς να αποδώσει την πραγματική αξία των αγαθών, είναι η περίπτωση της αγοραίας τιμής του νερού και των διαμαντιών, που είναι αντιστρόφως ανάλογη με την ωφέλεια που παρέχουν στον άνθρωπο. Ένα ποτήρι νερό είναι ουσιαστικό για την ανθρώπινη ζωή, χωρίς αυτό βέβαια να σημαίνει πως πάντα ένα ποτήρι νερό μπορεί να επηρεάσει καθοριστικά τη ζωή. Ωστόσο η τιμή του μπορεί να είναι ακόμα και μηδέν, στην περίπτωση που ο καταναλωτής βρίσκεται δίπλα σε μια ελεύθερη πηγή. Η χαμηλή αυτή τιμή του νερού απλά αντανακλά μια περιστασιακή σχέση προσφοράς και ζήτησης και όχι τη σημαντικότητα του εν λόγω αγαθού για την ανθρώπινη ζωή.

Τα διαμάντια συγκριτικά με το νερό προσφέρουν πολύ λιγότερο σημαντικές ωφέλειες (σαν κοσμήματα). Παρόλα αυτά, στην αγορά εμφανίζουν πολύ μεγαλύτερες τιμές από ότι το νερό, λόγω της μικρής προσφοράς και μεγάλης ζήτησης.

Σε περίπτωση απουσίας υποκατάστατων η αγοραία τιμή ενός αγαθού είναι η WTP για τις παρεχόμενες υπηρεσίες του με δεδομένο τον εισοδηματικό περιορισμό του καταναλωτή. Η ύπαρξη υποκατάστατων επηρεάζει πτωτικά την αγοραία τιμή του αγαθού, με την προϋπόθεση ότι οι αγορές του αγαθού και του υποκατάστατου βρίσκονται κοντά, ώστε να είναι το ίδιο προσιτές για τον καταναλωτή.

Από τα παραπάνω είναι προφανές πως η οικονομική αξία είναι συνισταμένη πολλών παραγόντων:

- Της ικανότητας για πληρωμή.
- Της αξίας που δίνουμε στην ωφέλεια από την ικανοποίηση της ανάγκης που προκύπτει από την κατανάλωση του συγκεκριμένου αγαθού.
- Της αποτελεσματικότητας του αγαθού να ικανοποιήσει την ανάγκη μας
- Της διαθεσιμότητας του αγαθού αυτού (προσφορά)
- Της αποτελεσματικότητας των υποκατάστατων αγαθών να ικανοποιήσουν την ανάγκη μας.
- Της διαθεσιμότητας των υποκατάστατων αγαθών (προσφορά).

Σύμφωνα με την ανθρωποκεντρική θεώρηση των πραγμάτων δεν υπάρχει αξία χωρίς προτιμήσεις.

Σε περιπτώσεις όπου τα αγαθά και οι υπηρεσίες προσφέρονται χωρίς κανόνες αγοράς ή με απομίμηση του μηχανισμού της αγοράς, τότε οι διαμορφούμενες τιμές ορίζονται ως εικονικές τιμές (shadow prices). Μέσω των εικονικών τιμών εκφράζονται συνήθως οι κοινωνικές αξίες, οι οποίες δεν συμπεριλαμβάνονται σε αγοραίες τιμές. Ουσιαστικά οι εικονικές τιμές δεν είναι τίποτα άλλο από διορθωμένες τιμές της ελεύθερης αγοράς. Η αποτίμηση της αξίας των περισσότερων περιβαλλοντικών αγαθών επιχειρείται με την μέθοδο των εικονικών τιμών. (Georgίου και άλλοι, 1997)

Εάν η αγοραία τιμή εκφράζει την οριακή προθυμία πληρωμής, η εικονική τιμή (μη αγοραία τιμή) εκφράζει τη μέση ή συνολική προθυμία πληρωμής. Υπάρχουν βέβαια οικονομολόγοι, μεταξύ των οποίων και οι Loomis και Hof (1985), που θεωρούν ότι δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά μεταξύ των δύο αξιών, γιατί η μέση η συνολική προθυμία πληρωμής των μη αγοραίων αγαθών κάτω από ορισμένες συνθήκες ταυτίζεται με την οριακή προθυμία πληρωμής (Ελευθεριάδης, 1997).

Οι σημαντικότεροι έμμεσοι τρόποι εκτίμησης της προθυμίας πληρωμής είναι οι εξής:

- Η θεώρηση του κοινωνικού αγαθού ως ενδιάμεσο προϊόν. Στη συγκεκριμένη περίπτωση ως εικονική τιμή του κοινωνικού αγαθού θεωρείται η μεταβολή στα εισοδήματα ή στις τιμές, που προκύπτει από την θεώρηση του αγαθού ως ενδιάμεσο προϊόν σε ένα άλλο ενδιάμεσο ή τελικό προϊόν. Για παράδειγμα, εικονική τιμή της αξίας της αναψυχής ενός δάσους είναι το ποσό που είναι διατεθειμένος κάποιος να πληρώσει σαν έξοδα μεταφοράς στο συγκεκριμένο χώρο και σαν τέλη εισόδου σε αυτόν (Στάμου, 1985).
- Η εκτίμηση της δαπάνης που εξοικονομείται από το άτομο που θα κάνει χρήση του συγκεκριμένου αγαθού. Για παράδειγμα, η εικονική τιμή ενός υπό κατασκευή χώρου αναψυχής σε ένα δάσος είναι η εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος, που θα προκύψει για κάποια άτομα, τα οποία δεν θα είναι πλέον υποχρεωμένα να επισκέπτονται ένα πιο απομακρυσμένο χώρο αναψυχής (Στάμου, 1985).
- Εκτίμηση αγοραίων (μέσω έρευνας αγοράς). Στην συγκεκριμένη περίπτωση θεωρούμε πως η εικονική τιμή ενός αγαθού ισούται με την τιμή ενός παρόμοιου αγαθού, για το οποίο υπάρχει αγοραία τιμή. Παραδείγματος χάρη, η εικονική τιμή του οξυγόνου ενός δάσους μπορεί να προκύψει από την τιμή του βιομηχανικού οξυγόνου και η εικονική τιμή των τελών εισόδου σε έναν κρατικό ζωολογικό κήπο αγρίων θηραμάτων ισούται με τα τέλη εισόδου σε ιδιωτικούς ζωολογικούς κήπους (Στάμου, 1985). Όταν δεν διαμορφώνονται οι αγοραίες τιμές μέσα από τη μηχανισμό της αγοράς, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν εικονικές τιμές ενός αγαθού, τιμές που έχουν διαμορφωθεί από κυβερνητικές επιλογές. (Ελευθεριάδης, 1997)

Η μικροοικονομική θεώρηση αδυνατεί να αξιολογήσει τα πολλαπλά προϊόντα του δάσους. Για τα περισσότερα δασικά αγαθά δεν υπάρχουν διαμορφωμένες αγοραίες τιμές.

Έτσι, σε περίπτωση που επιθυμούμε την εκτίμηση της αξίας τους, πρέπει υποχρεωτικά να χρησιμοποιήσουμε εικονικές τιμές.

Χαρακτηριστικές περιπτώσεις εικονικών τιμών (Ελευθεριάδης, 1997) για εκτίμηση αξίας δασικών πόρων είναι:

- Το κόστος ευκαιρίας (opportunity cost) δηλ. η ωφέλεια που θα προέκυπτε, αν ο πόρος είχε χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά για ικανοποίηση άλλων αναγκών. Για παράδειγμα το κόστος ευκαιρίας της αναψυχής ενός δάσους είναι η θυσία που προκύπτει από εναλλακτικές χρήσεις του δάσους, όπως η υλοτομία, βοσκή, κ.λπ.
- Το πλεόνασμα του καταναλωτή (consumer surplus). Πρόκειται για τη διαφορά μεταξύ της συνολικής χρησιμότητας και της συνολικής αγοραίας αξίας ενός αγαθού. Η διαφορά αυτή εμφανίζεται, σύμφωνα με τον A. Marshall, με τη μορφή πλεονάσματος, που καρπώνεται ο καταναλωτής, επειδή το όφελος που αποκομίζει υπερβαίνει την τιμή που πληρώνει (Samuelson 1976). Για παράδειγμα, η αξία της υπαίθριας αναψυχής μπορεί να προκύψει από το πλεόνασμα του καταναλωτή, δηλαδή το ορισμένο ολοκλήρωμα της επιφάνειας που βρίσκεται αριστερά και κάτω από την καμπύλη ζήτησης της αναψυχής. Ο ορισμός, που δίνει ο Hicks στο πλεόνασμα του καταναλωτή, συμπίπτει με εκείνο του Marshall, μόνο στην περίπτωση που η οριακή χρησιμότητα του χρήματος παραμένει σταθερή ανεξάρτητα από το ποσό, το οποίο κατέχει ο καταναλωτής. Όταν δε συμβαίνει κάτι τέτοιο ο ορισμός του Marshall υποεκτιμά το πλεόνασμα του καταναλωτή (Κιντής, 1971).
- Προθυμία πληρωμής (Willingness To Pay - WTP), δηλ. το χρηματικό ποσό που είναι διατεθειμένος να πληρώσει κάποιος για την απόκτηση ενός αγαθού ή την αποφυγή της απώλειας του. Επίσης η WTP μπορεί να εκτιμηθεί έμμεσα με την μέθοδο της ενδεχόμενης αξίας (Contingent Valuation).

Στο πεδίο της οικολογικής ηθικής ή ηθικής του περιβάλλοντος συναντούμε δυο βασικές αντιλήψεις σχετικά με την απόδοση αξίας στη φύση (Καραμέρης, 1999). Η μια θεωρεί πως η φύση αποτελεί πηγή αξιών δηλ. έχει «ίδια αξία» και η άλλη πρεσβεύει πως η φύση αυτή καθαυτή δε φέρει καμιά αξία. Η αξία είναι ένα ανθρώπινο δημιούργημα που δίνεται σε επιμέρους στοιχεία της φύσης ή στη φύση συνολικά λόγω της χρησιμότητας τους στην επίτευξη των σκοπών του ανθρώπου. Πρόκειται ουσιαστικά για μια «εργαλειακή αξία», που αποδίδεται στη φύση και στα στοιχεία της. Αυτή η τελευταία προσέγγιση δε συνεπάγεται κατ' ανάγκη καταστροφή της φύσης, γιατί μέσα στους στόχους του ανθρώπου μπορεί να είναι και η αισθητική απόλαυση, που προκύπτει από τη φύση και η διατήρηση της ποικιλομορφίας. Σύμφωνα με την Ηθική του Περιβάλλοντος η πρώτη άποψη είναι γνωστή ως «οικοκεντρική ή βαθιά οικολογία» και η δεύτερη ως «ανθρωποκεντρική ή ρηχή οικολογία». Η πρώτη βλέπει τον άνθρωπο σαν ένα μέρος της φύσης, ενώ η δεύτερη τον θεωρεί ανεξάρτητο σε αντιπαράθεση με τη φύση (Naess, 1998).

Οι οικονομολόγοι του περιβάλλοντος έχουν κάνει σημαντική πρόοδο στην ταξινόμηση των οικονομικών αξιών, που εμπεριέχονται στους περιβαλλοντικούς πόρους. Αν και η χρησιμοποιούμενη ορολογία δεν έχει συμφωνηθεί πλήρως, όλες οι προσεγγίσεις βασίζονται

στον παραδοσιακή αντίληψη για την αξία, η οποία στηρίζεται στην αλληλεπίδραση του ανθρώπου σαν υποκείμενο, του πράγματος το οποίο εκτιμάται σαν αντικείμενο και της τιμής (Turner, Pearce και Bateman, 1994).

Οι περισσότεροι οικονομολόγοι του περιβάλλοντος εκφράζουν αρχικά τη συνολική οικονομική αξία (Total Economic Value - T.E.V) ως άθροισμα της αξίας χρήσης (Use Value) και της αξίας μη χρήσης (Non Use Value).

$$\text{Total Economic Value} = \text{Use Value} + \text{Non Use Value}$$

Η αξία χρήσης πηγάζει από την πραγματική χρήση του περιβάλλοντος. Για ένα δάσος π.χ. ως αξία χρήσης εννοούμε την αξία που δίνουν σε αυτό οι πραγματικοί χρήστες του, όπως οι υλοτόμοι, οι κυνηγοί, οι ψαράδες, οι ορειβάτες, οι κατασκηνωτές κλπ. Οι υλοτόμοι, οι κυνηγοί και οι ψαράδες κάνουν καταναλωτική χρήση του δάσους, αντίθετα με τους ορειβάτες, κατασκηνωτές και αυτούς που απολαμβάνουν τη θέα του τοπίου (Prato, 1998). Η αξία χρήσης μπορεί να είναι άμεση (Direct Use Value), έμμεση (Indirect Use Value) και δυνητική αξία (Option Value).

Η άμεση αξία χρήσης πηγάζει από την παραγωγή, που μπορεί να καταναλωθεί άμεσα (τροφή, βιομάζα, κ.λπ.) ενώ η έμμεση αξία συνδέεται με λειτουργικά οφέλη όπως οικολογικές λειτουργίες αποτροπή πλημμύρων κ.λπ. (Munasinghe, 1992). Η άμεση αξία χρήσης ενός ποταμού σχετίζεται με τις προσφερόμενες ευκαιρίες αναψυχής και με τη χρήση του νερού είτε για αρδευτικούς σκοπούς είτε ως πόσιμο. Τα έμμεσα οφέλη του ποταμού προέρχονται από τις οικολογικές λειτουργίες που εξασφαλίζει. Για παράδειγμα προσφέρει ενδιαίτημα (habitat) για την άγρια χλωρίδα και πανίδα.

Οι άμεσες αξίες χρήσεις, παρ' όλο που μπορούν να οριστούν με μεγαλύτερη σαφήνεια και να γίνουν άμεσα αντιληπτές, δεν είναι εύκολα μετρήσιμες σε οικονομικούς όρους. Έτσι, ενώ οι ωφέλειες από την συγκομιδή του ξύλου είναι εύκολα μετρήσιμες λόγω της ύπαρξης αγοραίων τιμών, η αξία των φαρμακευτικών φυτών είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθεί.

Ακόμα πιο πολύπλοκες είναι οι αξίες που συνδέονται με την ενδεχόμενη μελλοντική χρήση του περιβάλλοντος. Οι αξίες αυτές στη βιβλιογραφία αναφέρονται ως δυνητικές αξίες (Option Value). Αποτελούν ουσιαστικά την έκφραση της προθυμίας πληρωμής των ατόμων για τη διατήρηση του περιβάλλοντος ή συστατικού αυτού έναντι κάποιας πιθανότητας χρήσης του στο μέλλον (Turner, Pearce και Bateman, 1994 και Ready, 1995), έστω και αν αυτό δεν είναι χρήσιμο τώρα ή έχουν κάποιους ιδιαίτερους λόγους να μην το χρησιμοποιούν.

Η προθυμία πληρωμής για ένα περιβαλλοντικό αγαθό σχετίζεται με το πλεόνασμα του καταναλωτή, το οποίο τα άτομα περιμένουν να λάβουν από το αγαθό αυτό. Η συνολική (ακαθάριστη) προθυμία πληρωμής περιλαμβάνει την καθαρή προθυμία πληρωμής, (πλεόνασμα του καταναλωτή) καθώς και τις πραγματικές δαπάνες τις οποίες πληρώνει ο καταναλωτής. Στην περίπτωση λοιπόν που αναφερόμαστε σε αξία από μελλοντική χρήση ενός αγαθού, το πλεόνασμα του καταναλωτή είναι ένα «αναμενόμενο» πλεόνασμα καταναλωτή (Expected Consumer Surplus - ECS). Στην περίπτωση που δεν θα μεταβληθεί η δυνατότητα απόκτησης του αγαθού, η μελλοντική μας προτίμηση και η μελλοντική του

προσφορά, τότε το ECS είναι ένα κατάλληλο μέτρο των ωφελειών του αγαθού αυτού. Ωστόσο, υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα και για τη ζήτηση του αγαθού και για την προσφορά του στο μέλλον. Στον τομέα του περιβάλλοντος δεν είμαστε σίγουροι ότι αυτό που είναι διαθέσιμο σήμερα, θα είναι διαθέσιμο και στο μέλλον. Αυτή η αβεβαιότητα, που σχετίζεται με τη μελλοντική προσφορά των περιβαλλοντικών πόρων είναι σήμερα περισσότερο βάσιμη από ποτέ. Συνεπώς θεωρείται επιβεβλημένη η τροποποίηση του ECS ως μέτρου αξιολόγησης των ωφελειών των πόρων. Με βάση τα παραπάνω και την επιθυμία του ανθρώπου να αποφύγει το ρίσκο, ένα άτομο θα είναι πρόθυμο να πληρώσει περισσότερο από το ECS για να εξασφαλίσει τη μελλοντική προσφορά του περιβαλλοντικού πόρου. Η συνολική προθυμία πληρωμής ονομάζεται «δυναμική τιμή» (Option Price - OP), από τους Cicchetti και Freeman (1971), και ισούται με το ECS συν τη δυναμική αξία (Option Value - OV), δηλαδή την προθυμία πληρωμής για την εξασφάλιση της μελλοντικής προσφοράς του περιβαλλοντικού αγαθού (Pearce και Turner, 1990, Prato 1994, Freeman, 1993 και Ready, 1995)

$$\text{Option Price} = \text{Expected Consumer Surplus} + \text{Option Value}$$

ή

$$\text{OP} = \text{ECS} + \text{OV}$$

Σύμφωνα με τις τελευταίες αντιλήψεις η δυναμική αξία δεν θεωρείται σαν ξεχωριστό συστατικό της αξίας. Μάλιστα ο Smith (1987) τη θεωρεί σαν τη διαφορά μεταξύ της εκ των προτέρων (ex ante) και της εκ των υστέρων (ex post) αποτίμησης, ταυτίζοντας την δυναμική τιμή με την εκ των προτέρων αποτίμηση και το αναμενόμενο πλεόνασμα του καταναλωτή με την εκ των υστέρων αποτίμηση (Freeman, 1993).

Μια μορφή της δυναμικής αξίας είναι η «οιονεί» δυναμική αξία (Quasi Option Value Q.O.V). Πρόκειται για την πιθανότητα κάποιος περιβαλλοντικός πόρος να αποκτήσει αξία μελλοντικά για τον άνθρωπο ως τροφή, γενετικό υλικό ή άλλη πρώτη ύλη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα τροπικά δάση με το γενετικό υλικό που διαθέτουν, το οποίο ενδέχεται να αποτελέσει πρώτη ύλη για παρασκευή φαρμάκων. Για πρώτη φορά αναφέρθηκε ο όρος αυτός από τους Arrow και Fisher (1974), για να εκτιμήσουν τα οφέλη που προέρχονται με καθυστέρηση στη λήψη απόφασης, όταν υπάρχει αβεβαιότητα για τα οφέλη που μπορεί να προκύψουν από εναλλακτικές επιλογές. Το μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας πάνω στο ρόλο που διαδραματίζει η αξία στα περιβαλλοντικά αγαθά καταλήγει στην αναβολή επενδυτικών σχεδίων ανάπτυξης λόγω της αβεβαιότητας, η οποία είναι ίσως αποτέλεσμα της ελλιπούς πληροφόρησης. Η ύπαρξη της Q.O.V ή ο ρόλος που θα παίξει για τη διατήρηση του περιβάλλοντος εξαστάται:

- Από τη φύση της αβεβαιότητας.
- Τις ευκαιρίες που θα έχουμε για επιπλέον πληροφόρηση.
- Τη δομή του προβλήματος που απαιτεί λήψη απόφασης.

Βέβαια αυτός που λαμβάνει υπόψη του για την τελική του απόφαση όλους τους παράγοντες, δεν θα έχει να υπολογίσει αυτή την αξία, η οποία είναι περιττή, όταν η καλύτερη απόφαση είναι ήδη γνωστή. Η βασική ιδέα της Q.O.V. είναι ότι ακόμα και αν η έρευνα

σήμερα αποδείξει ότι ένα δάσος, όπως για παράδειγμα τα τροπικά δάση, έχει λιγότερη αξία από αυτή που πιστεύουμε ότι έχει, αυτό δεν σημαίνει ότι θα πρέπει να σταματήσουμε τις ενέργειες για την προστασία του, γιατί στο μέλλον μπορεί να έχει πολύ μεγαλύτερη αξία από ότι έχει σήμερα (Tornasi, 1995).

Περισσότερο προβληματικές από τις παραπάνω αξίες είναι οι αξίες μη χρήσης (Non Use Value). Πολλοί ερευνητές τις αξίες μη χρήσεις την ονομάζουν και σαν παθητικές αξίες χρήσεις (Passive - Use Values). Πρόκειται για αξίες που δε συνδέονται με την πραγματική ή την ενδεχόμενη χρήση του αγαθού, αλλά με την πραγματική του φύση. Αν και η φύση τους είναι ανθρωποκεντρική, εν μέρει αντανακλούν την αναγνώριση της αξίας της διατήρησης του οικοσυστήματος ή συστατικών αυτού.

Πολλοί είναι αυτοί που θεωρούν ότι οι αξίες μη χρήσης αντανακλούν λεξικογραφικές προτιμήσεις. Αυτός ο λεξικογραφικός κανόνας που καθορίζει τη σημαντικότητα των αξιών αυτών στην ανθρώπινη συνείδηση μοιάζει πάρα πολύ με τον τρόπο δόμησης ενός λεξικού. Έτσι για παράδειγμα η αξία της υγείας του περιβάλλοντος θα είναι πάντα υψηλότερη από οποιαδήποτε άλλη διάσταση του (Holmes και Randall, 1995) .

Στη βιβλιογραφία οι αξίες μη χρήσης διακρίνονται σε αξίες ύπαρξης (Existence Value) και σε αξίες μεταβίβασης (Bequest Value).

Η αξία ύπαρξης είναι η προθυμία πληρωμής των ανθρώπων για τη διατήρηση του περιβάλλοντος, η οποία δε σχετίζεται με τρέχουσα ή ενδεχόμενη χρήση. Για πολλούς οικονομολόγους θεωρείται περιττή, με το επιχείρημα ότι η αξία πηγάζει από την πραγματική χρήση. Η θεωρητική βάση της αξίας ύπαρξης μπορεί να γίνει εύκολα κατανοητή, αν λάβει κανείς υπόψη του ότι πλήθος ανθρώπων συμμετέχουν σε εκστρατείες για την προστασία και διατήρηση του περιβάλλοντος, ακόμα και αν ζουν εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά από το αντικείμενο της εκστρατείας. Όλοι αυτοί μπορεί να είναι «υποκατάστατοι» (Vicariously) καταναλωτές μέσα από περιοδικά, προγράμματα τηλεόρασης κλπ. Αυτή η «υποκατάστατη» ζήτηση, όμως, δεν μπορεί να θεωρηθεί σαν το ουσιαστικό αίτιο εξήγησης αυτών των εκστρατειών. Οι εν λόγω εκστρατείες περιέχουν αναντίρρητα μια αναγνώριση της αξίας ύπαρξης του περιβάλλοντος (Pearce και Turner, 1990, Georgiou και άλλοι, 1997).

Η ερμηνεία της αξίας ύπαρξης δεν μπορεί να γίνει με καθαρά οικονομικά κριτήρια, αλλά απαιτεί συνδυασμό της οικονομικής θεωρίας με την περιβαλλοντική. Δεν είναι σαφή τα κίνητρα που οδηγούν τους ανθρώπους να προσδίδουν στα αγαθά αξία ύπαρξης. Υπάρχει βέβαια ένας αριθμός προτεινόμενων κινήτρων από τους οικονομολόγους, ορισμένα εκ των οποίων εμπεριέχουν μια μορφή αλτρουισμού και ενδιαφέροντος για άλλους ανθρώπους ή για μη ανθρώπινες οντότητες. Τα βασικότερα εξ αυτών, σύμφωνα με τους Pearce και Turner (1990) είναι τα εξής:

- Κίνητρα μεταβίβασης. Αυτά σχετίζονται με την προθυμία του ανθρώπου να μεταβιβάσει το φυσικό περιβάλλον στις επόμενες γενιές. Η μεταβίβαση αυτή δίνει στον άνθρωπο την ικανοποίηση της ύπαρξης του περιβάλλοντος για τις γενιές αυτές. Ωστόσο κανείς δεν μπορεί να αποκλείσει την χρήση του κληροδοτήματος από αυτές.

Κατά συνέπεια δεν μιλάμε πια για αξία μη χρήσης, αλλά για χρήση του περιβάλλοντος, έστω και μελλοντικά και από άλλες γενιές.

- Κίνητρα δωρεών. Αποδέκτες των δώρων συνήθως είναι γνωστά άτομα, τα οποία κάνουν συνήθως χρήση αυτών. Συνεπώς και πάλι κάνουμε λόγο για αξία χρήσης και όχι για αξία μη χρήσης.
- Κίνητρα συμπάθειας για τους ανθρώπους ή μη ανθρώπινες οντότητες. Αυτά τα κίνητρα μπορούν να εξηγήσουν καλύτερα από όλα την αξία ύπαρξης. Η συμπάθεια αυτή, αν και διαφέρει μεταξύ των ανθρώπων, λόγω της κουλτούρας ή της εθνικότητας τους, απαντάται σε μεγάλο αριθμό ατόμων.

Οι περισσότεροι οικονομολόγοι σταματούν στα αλτρουιστικά κίνητρα, γιατί είναι περισσότερο οικεία σε αυτούς. Ο αλτρουισμός δίνει ωφέλεια στον δότη, η οποία εξαρτάται από την ωφέλεια άλλων ανθρώπων ή υπάρξεων. Αυτή η ερμηνεία είναι σύμφωνη με την παραδοσιακή έννοια του οικονομικού ανθρώπου, ο οποίος επιδιώκει τη μεγιστοποίηση της συνολικής του χρησιμότητας.

Σαν κίνητρο της αξίας ύπαρξης μπορεί να θεωρηθεί η αναγνώριση των δικαιωμάτων των μη ανθρώπινων υπάρξεων. Τα κίνητρα αυτά έρχονται σε αντίθεση με το μοντέλο του ορθολογικού οικονομικού ανθρώπου και συνεπάγονται την αδυναμία των οικονομολόγων να εξηγήσουν τον κόσμο μέσα από τις θεωρίες τους.

Ένα άλλο κίνητρο της αξίας ύπαρξης αποτελεί η υπευθυνότητα διαχείρισης, το οποίο αποκαλείται και *Gaia*⁷, από την θεά των αρχαίων Ελλήνων Γαία. Το κίνητρο αυτό βασίζεται στην αναγνώριση της αξίας της γης, η οποία είναι σημαντικότερη από το όφελος των ανθρώπων (Pearce και Turner, 1990).

Το πρόβλημα που προκύπτει σχετικά με τις αξίες ύπαρξης, είναι το εάν και κατά πόσο μπορούν να μετρηθούν. Το γεγονός ότι υπάρχουν, δεν σημαίνει αναγκαστικά ότι μπορεί να αποτιμηθούν σε χρηματικές μονάδες. Οι μέθοδοι που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι μέθοδοι πιθανολογικής αποτίμησης.

Εκτός από τις μεθόδους πιθανολογικής αποτίμησης προτείνεται και η μέθοδος της μετά-ανάλυσης (meta-analysis). Σ' αυτή χρησιμοποιούμε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα μελετών πιθανολογικής αποτίμησης, με σκοπό να προσδιοριστούν και να απομονωθούν οι παράγοντες που διαμορφώνουν την αξία ύπαρξης. (Tietenberg, 1998)

Τέλος, η αξία μεταβίβασης αναπαριστά την προθυμία πληρωμής, ώστε αξία μεταβίβασης να διατηρηθεί το περιβάλλον, με σκοπό να μεταβιβαστεί στις επόμενες γενιές, οι οποίες θα ωφεληθούν απ' αυτό. Πρώτος αναγνώρισε την αξία μεταβίβασης ο Krutilla (1967). Πρόκειται για αξία που παρουσιάζει ομοιότητες με τη δυνητική αξία, με τη διαφορά

⁷ Πρόκειται για μια νέα ολιστική θεωρία, που διατυπώθηκε από τον James Loveblock το 1979, κινείται στα πλαίσια της σφαιρικής οικολογίας και συνοψίζεται στη φράση: «Η Γη είναι ένας ζωντανός οργανισμός». Το σύνολο της ζωσας ύλης παίζει καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της Βιοσφαιρικής ομοιόστασης, διαφοροποιώντας και ρυθμίζοντας το φυσικοχημικό περιβάλλον και προστατεύοντας, με αυτό τον τρόπο, την υγεία του πλανήτη. (Φλογαϊτη, 1995)

ότι η μελλοντική χρήση γίνεται από τις επόμενες και όχι από αυτούς που σήμερα εκτιμούν το περιβάλλον. Μοιάζει επίσης με την αξία ύπαρξης, όμως εμπεριέχει τη μελλοντική χρήση του περιβάλλοντος. Βέβαια δεν είναι λίγοι αυτοί, που τοποθετούν την αξία μεταβίβασης στις αξίες χρήσης.

B.2. Οι τεχνικές εκτίμησης των φυσικών πόρων

Οι τεχνικές μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες με βάση το διαχωρισμό που κάνουν οι Bishop και Woodward (1995) στον τρόπο με τον οποίο εξάγονται οι περιβαλλοντικές αξίες. Έτσι έχουμε τις:

1. Έμμεσες αγοραίες μέθοδοι, οι οποίες τοποθετούν τιμές στους φυσικούς πόρους βασιζόμενες σε αγοραίες τιμές αγαθών, που σχετίζονται με αυτές. Έτσι, για παράδειγμα, η αξία αναψυχής ενός δάσους μπορεί να εκτιμηθεί με τη βοήθεια του κόστους του ταξιδιού για την επίσκεψη στο δάσος αυτό. Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται: Η μέθοδος της αποτρεπτικής συμπεριφοράς, η μέθοδος του κόστους ταξιδιού, η μέθοδος της ηδονικής τιμής κ.ά. Περιγραφή των μεθόδων αυτών θα γίνει σε επόμενο κεφάλαιο.
2. Άμεσες μέθοδοι (μέσω ερωτήσεων). Σε αυτές, οι ερευνητές θέτουν ερωτήματα σε όσους συμμετέχουν στην έρευνα, για να προσδιορίσουν την προθυμία πληρωμής τους ή την προθυμία αποδοχής τους για ορισμένες αλλαγές στην τιμή, την ποσότητα ή την ποιότητα του προς εκτίμηση πόρου. Η πιο σημαντική μέθοδος αυτής της κατηγορίας είναι εκείνη της ενδεχόμενης αξίας ή της εξαρτημένης αποτίμησης.

Οι Panayotou (1993) και Panayotou και Ashton (1992) στις παραπάνω κατηγορίες προσθέτουν και άλλη μια, στην οποία κατατάσσουν τις μεθόδους που προσπαθούν να μιμηθούν τις αγοραίες εκτιμήσεις μέσα από τη δημιουργία υποκατάστατων αγορών.

Ορισμένοι οικονομολόγοι όρισαν την αξία μιας αλλαγής σε ένα περιβαλλοντικό αγαθό, μέσα και από την προθυμία των ατόμων να πληρώσουν ή να αποδεχθούν χρηματική αποζημίωση για την παραπάνω αλλαγή, έτσι ώστε να την επιτρέψουν, έστω και αν αυτή έχει αρνητικά αποτελέσματα. Το ζήτημα που προκύπτει εδώ, είναι πως μπορεί κάποιος, να υπολογίσει την προθυμία πληρωμής ή αποδοχής;

Σύμφωνα με τον Georgiou (Georgiou και άλλοι, 1997) υπάρχουν πέντε διαφορετικοί τρόποι επίλυσης του παραπάνω προβλήματος.

1. Ο ερευνητής μπορεί να πειραματιστεί κατά τη διάρκεια της έρευνας του. Έτσι για παράδειγμα, αν θέλει να βρει, πόσο θα εκτιμήσουν οι άνθρωποι ένα εθνικό πάρκο, μπορεί να παρακολουθεί την πορεία των επισκέψεων στην περιοχή και την πραγματική χρήση του πάρκου, για να βγάλει συμπεράσματα και να εκτιμήσει την προθυμία πληρωμής εισιτηρίου των ατόμων για το εν λόγω πάρκο.
2. Στη δεύτερη προσέγγιση απλά τίθενται ερωτήματα στους συμμετέχοντες στην έρευνα, για το πόσο θα ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν για να πραγματοποιηθεί μια αλλαγή σε

ένα περιβαλλοντικό πόρο. Σ' αυτή ακριβώς τη διαδικασία στηρίζεται η μέθοδος της ενδεχόμενης αξίας, η οποία θα αναλυθεί παρακάτω. Η τεχνική αυτή δίνει θετικά αποτελέσματα, όταν οι συμμετέχοντες έχουν την ικανότητα, να κατανοούν τις αλλαγές του περιβάλλοντος, οπότε και μπορούν να απαντήσουν σωστά στις ερωτήσεις της μεθόδου. Η τεχνική αυτή βρίσκει εφαρμογή τόσο στην εκτίμηση των αγοραίων όσο και των μη αγοραίων αγαθών, συνεπάγεται όμως πλήθος πραγματικών δυσκολιών. Το σημαντικότερο πρόβλημα, που πρέπει να αντιμετωπίσει ένας ερευνητής, είναι το κατά πόσο οι δηλωθείσες προθυμίες των ατόμων είναι και οι σωστές, μια και γίνονται πριν από την πραγματοποίηση των αλλαγών και όχι μετά από αυτές, τότε που τα άτομα θα έρθουν αντιμέτωπα με τα πραγματικά αποτελέσματα των αλλαγών αυτών.

3. Λόγω των παραπάνω προβλημάτων οι οικονομολόγοι ανέπτυξαν μια τρίτη τεχνική χρησιμοποιώντας υποκατάστατες αγορές, με τη βοήθεια των οποίων γίνονται εκτιμήσεις των «μη αγοραίων» αγαθών και υπηρεσιών. Για να μπορέσουν οι ερευνητές να εφαρμόσουν την τεχνική αυτή, θα πρέπει να βρουν ένα αγαθό ή μια υπηρεσία, που να «πουλιέται» σε μια αγορά και να σχετίζεται με το υπό εκτίμηση «μη αγοραίο» αγαθό. Η συγκεκριμένη τεχνική βασίζεται στη λογική, ότι τα άτομα για τη λήψη αποφάσεων αγοράς «αγοραίων αγαθών» μπορεί να συνεκτιμούν και κάποια «μη αγοραία αγαθά». Έτσι, για παράδειγμα, όταν αποφασίζουν να αγοράσουν μια κατοικία, λαμβάνουν υπόψη τους και κάποια από τα χαρακτηριστικά της περιοχής, στην οποία βρίσκεται το σπίτι, π.χ. την καθαρότητα της ατμόσφαιρας, την «ποιότητα» της γειτονιάς, την ύπαρξη σχολείου στην περιοχή, κ.λπ. Η τεχνική αυτή στην βιβλιογραφία είναι γνωστή σαν ηδονική μέθοδος. Οι σπουδαιότερες μέθοδοι που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι η μέθοδος του κόστους ταξιδιού, της αποτρεπτικής συμπεριφοράς. Όλες βασίζονται σε πραγματική συμπεριφορά των ατόμων, η οποία εκδηλώνεται κατά τις αγορές τους σε πραγματικές αγορές, λαμβάνοντας υπόψη πραγματικά γεγονότα και όχι υποτιθέμενα σενάρια. Η τεχνική αυτή, ενώ αρχικά μοιάζει να είναι αξιόπιστη, στην πραγματικότητα εμφανίζει αρκετά μειονεκτήματα. Συγκεκριμένα, αδυνατεί να εκτιμήσει την αξία νέων αγαθών ή την αλλαγή της αξίας παλιών, όταν δεν υπάρχουν εκφρασμένες προτιμήσεις. Επίσης, δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε περιπτώσεις, που ο υπό εκτίμηση πόρος δεν εμφανίζει αξιοσημείωτες διακυμάνσεις στην ποιότητα του και κατά συνέπεια δεν γνωρίζουμε, το πώς θα αντιδρούσαν οι άνθρωποι σε μια μεταβολή της.
4. Υπάρχουν αλλαγές στην ποιότητα του περιβάλλοντος, που κάνουν τα άτομα να υποφέρουν ή προκαλούν μείωση της ευημερίας τους. Μια υποβάθμιση στην ποιότητα του μπορεί να επιφέρει μείωση παραγωγικών κεφαλαίων ή μείωση κερδών. Τα άτομα μπορεί να καλυτερέψουν τη θέση τους, αν αποζημιωθούν με χρήματα ή με άλλου είδους αγαθά ή υπηρεσίες ίσης ποσότητας με αυτή που έχασαν. Αυτή η προσέγγιση είναι γνωστή σαν προσέγγιση της «**καμπύλης ζήτησης**» ή της «συμβατικής (conventional) αγοράς».
5. Με βάση την τελευταία τεχνική στην ουσία δεν αναπτύσσονται καινούριες εκτιμήσεις, αλλά ο ερευνητής βρίσκει εκτιμήσεις της αξίας του ίδιου αγαθού ή τις υπηρεσίας σε

μια άλλη περιοχή και τις μεταφέρει στην περιοχή έρευνας του, αφού πρώτα τις προσαρμόσει σε αυτήν. Μπορούν δε να μεταφερθούν εκτιμήσεις, οι οποίες προέκυψαν από οποιαδήποτε από τις παραπάνω τεχνικές. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία είναι γνωστή σαν τεχνική «**μεταφοράς ωφελειών**».

Γενικά μπορούμε να πούμε, ότι οι τεχνικές των υποκατάστατων αγαθών και της συμβατικής αγοράς είναι τεχνικές, οι οποίες δε βασίζονται σε απευθείας ερωτήσεις, για το πόσο είναι πρόθυμοι οι άνθρωποι να πληρώσουν ή να αποδεχθούν, για να έχουν μια αλλαγή στην ποιότητα του περιβάλλοντος. Για αυτό το λόγο ονομάζονται έμμεσες προσεγγίσεις εκτίμησης.

Η βασική ιδέα για την εκτίμηση των αξιών, με τη χρήση της προθυμίας πληρωμής, είναι ότι τα άτομα εκφράζουν προτιμήσεις για πράγματα που επιθυμούν και τις οποίες προτιμήσεις, αν αναγνωρίσει κάποιος, είναι σε θέση να τις χρησιμοποιήσει, για να εκτιμήσει το αγαθό, για το οποίο εκφράζονται.

Ο ευκολότερος τρόπος για να αναγνωρίσει κάποιος τις προτιμήσεις αυτές είναι να παρατηρήσει, πως συμπεριφέρονται οι άνθρωποι, όταν τους δίνεται η δυνατότητα να επιλέξουν μεταξύ αγαθών και υπηρεσιών. Οι συνηθισμένες μέθοδοι εκτίμησης της αξίας των αγαθών βασίζονται στις αγοραίες τιμές τους. Σε συνθήκες ελεύθερης αγοράς, με τον όρο τιμή ενός αγαθού δηλώνεται το ποσό, το οποίο είναι πρόθυμοι να καταβάλουν οι άνθρωποι, για να καταναλώσουν το αγαθό. Διαφορετικά μπορούμε να πούμε ότι η αγοραία τιμή ενός αγαθού αποτελεί το ευκαιριακό κόστος από το οποίο παραιτούνται οι καταναλωτές για να είναι σε θέση να καταναλώσουν το υπόψη αγαθό.

Το περιβάλλον όμως αποτελεί ένα δημόσιο αγαθό, η «κατανάλωση του» δεν υπόκειται στους νόμους καμίας αγοράς και κατά συνέπεια δεν εμφανίζει αγοραίες τιμές. Λίγες είναι οι περιπτώσεις στις οποίες έχουμε αγοραίες τιμές για ένα περιβαλλοντικό αγαθό. Το πρόβλημα όμως της εκτίμησης του περιβάλλοντος και σε αυτές τις περιπτώσεις είναι υπαρκτό γιατί η αγορά μέσα στην οποία πωλείται ένα αγαθό διαμορφώνεται από τις συνθήκες ιδιοκτησίας του εν λόγω αγαθού. Το περιβάλλον όμως, αποτελεί ένα δημόσιο αγαθό και δεν εμφανίζει καμιά μορφή συνθήκης ιδιοκτησίας.

Σύμφωνα με τον Horst (1992) η προθυμία πληρωμής για την κατανάλωση ενός αγαθού εξαρτάται από:

- Τη γενικότερη συμπεριφορά του καταναλωτή έναντι της κοινωνίας
- Το επίπεδο των διαθέσιμων πληροφοριών για το προϊόν
- Την εξάπλωση του αγαθού στο χώρο
- Τη συχνότητα και την ένταση της χρήσης του αγαθού
- Το εισόδημα του καταναλωτή

Όλες οι μέθοδοι μέτρησης της αξίας, που αναλύθηκαν παραπάνω, στηρίζονται σ' αυτή τη στενή οικονομική αντίληψη των νεοκλασικών θεωριών, που αντιμετωπίζουν όχι μόνο την ανθρώπινη δραστηριότητα, αλλά και τη φύση ολόκληρη, από την εμπορευματική τους

πλευρά. Πολλές από τις τεχνικές που αναλύθηκαν παραπάνω στηρίζονται σε αμφισβητήσιμες θεωρητικές υποθέσεις. Διανοητικά τολμήματα των τελευταίων ετών αναζητούν κοινωνικούς δείκτες, όχι απαραίτητα χρηματικούς, για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών αγαθών. Υποστηρίζουν, ότι οι οικονομολόγοι οφείλουν, να προμηθευτούν τα εργαλεία εκείνα, που θα τους επιτρέψουν να «συνομιλήσουν» και να συνεννοηθούν με τον οικολόγο, το φυσικό, το βιολόγο. Άλλωστε σε επίπεδο βιόσφαιρας το χρηματικό αξιόμετρο δεν εξυπηρετεί καθόλου. (Passet, 1987)

Οι προσπάθειες για υπολογισμό της τιμής των εξαντλήσιμων φυσικών πόρων έτσι ώστε να αποζημιωθούν οι επόμενες γενιές χαρακτηρίζεται κατά τον Nordhaus από αμηχανία, από μεθοδολογικά κενά κατά τον Solow και αυθαιρεσίες κατά τον Ζολώτα (Γεωργακόπουλος - Τσαλίκη, 1997).

Είναι όμως εφικτό να συνδεθούν με κάποιο τρόπο οι εκφρασμένες σε χρήμα αξιολογήσεις με αυτές, που σε επίπεδο βιόσφαιρας εκφράζονται σε άλλες μονάδες;

Η διεπιστημονική θεώρηση των πραγμάτων, που πρεσβεύει η συστημική θεωρία, υπαγορεύει προσεγγίσεις, που να μπορούν να ενσωματώσουν στην ίδια λογική οικονομικά και οικολογικά φαινόμενα. Μια τέτοια βιο-οικονομική θεώρηση χρησιμοποιεί στο πεδίο της οικονομίας τη λογική της «ενέργειας» και της «πληροφορίας», οι οποίες χαρακτηρίζουν τη λειτουργία της βιόσφαιρας. (Passet, 1987). Η συγκεκριμένη λογική δε θεωρεί σαν κοινό παρονομαστή όλων των αγαθών (αγοραίων και μη) εγχρήματους όρους, αλλά την ενέργεια.

Τα υλικά αγαθά μπορούν να εκφραστούν με το ποσό της ενέργειας, που περικλείουν.

Τα παραγωγικά κεφάλαια προέρχονται από έργα, που δεν είναι τίποτα άλλο παρά ενεργειακά δυναμικά, τα οποία μπορούν να εκφραστούν σε ενεργειακές μονάδες.

Τα μηχανικά κεφάλαια, που παράγονται από τα παραγωγικά κεφάλαια, μπορούν να μεταφραστούν σε ενεργειακούς όρους.

Οι υπηρεσίες που προσφέρει το φυσικό περιβάλλον είναι επίσης ενεργειακά μετρήσιμες. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής τους αξίας πρέπει να υπολογισθούν οι ζημιές που προκαλούν στη φωτοσύνθεση οι ανθρώπινες δραστηριότητες και να εκφραστούν σε ενέργεια οι απώλειες που προκύπτουν. Σύμφωνα με την Mattha W. Gilliland μπορούμε να εκτιμήσουμε την ενέργεια που δαπανάται από ένα σύστημα δημιουργημένο από τον άνθρωπο, για να παρέχει τις ίδιες υπηρεσίες, που προσφέρει το περιβάλλον δωρεάν.

Πώς μπορούν όμως να μετρηθούν ικανοποιητικά η ενέργεια και η πληροφορία, Κι αν γίνει κάτι τέτοιο, μπορεί να βοηθηθεί οικονομολόγος περισσότερο από τη βοήθεια που του προσφέρουν τα παραδοσιακά εργαλεία, που είναι εκφρασμένα σε χρήμα.

Η σχέση που υπάρχει μεταξύ πληροφορίας και ενέργειας βρίσκεται στο ότι, μέσω της πληροφορίας, καθίσταται δημιουργική η ενέργεια Ο οικονομολόγος συνεπώς δεν είναι υποχρεωμένος να μετρήσει την πληροφορία, αλλά μόνο την ενέργεια, γιατί μέσω αυτής εκδηλώνονται η παραγωγικότητα και οι οικονομικές συνέπειες την πληροφορίας

Γύρω στο 1940 ξεκίνησαν οι πρώτες προσπάθειες μέτρησης των ενεργειακών ροών των οικοσυστημάτων. Κλασική είναι πλέον η περιγραφή του H T Odum για τη μεταφορά της ενέργειας στο οικοσύστημα του Silver Springs. Πολύ πριν, το 1882, σε ένα γράμμα προς τον Marx, ο Engels, διαφωνώντας με τις εργασίες κάποιου Rodolinski, σημειώνει, πως κατά τη γνώμη του, είναι απολύτως αδύνατο, να εκφραστούν οι ενεργειακοί λόγοι σε μονάδες μέτρησης της φυσικής (Passet, 1987)

Σήμερα η πρόοδος της θερμοδυναμικής διέψευσε τον Engels. Διάφορα αξιόμετρα έχουν προταθεί και έχουν χρησιμοποιηθεί, ανάλογα με αυτό που επιδιώκουμε να εκφράσουμε.

Ένα σύστημα ενεργειακών μεγεθών μπορεί να εκφράσει τη βιόσφαιρα και να εξηγήσει κάποιους οικονομικούς μηχανισμούς, που δεν εξηγούνται με τους παραδοσιακούς τρόπους αξιολόγησης. Παρουσιάζει όμως πολλά μειονεκτήματα και πρέπει να συνδεθεί με το χρήμα, για να είναι χρήσιμο στον οικονομολόγο.

Ο Odum (Passet, 1987) υποστηρίζει, ότι το χρήμα κυκλοφορεί σε αντίθετη κατεύθυνση από την ενέργεια και ότι είναι εφικτό να υπολογισθούν οι χλιοθερμίδες, που αντιστοιχούν σε μια χρηματική μονάδα και το αντίστροφο. Η τιμή της ενέργειας σε χρήμα είναι ανάλογη με την εργασία που παράγεται χρησιμοποιώντας αυτή την ενέργεια και όχι ανάλογη με αυτή την ενέργεια. Χρησιμοποιώντας το λόγο του Εθνικού Εισοδήματος προς τη Συνολική Ποσότητα Οριακής Ενέργειας, που καταναλώνεται στη χώρα, υπολογίσθηκε ότι στις ΗΠΑ κάθε δολάριο, που παράγεται, απαιτεί περίπου 10 000 χλιοθερμίδες.

Στη συνέχεια υπολόγισε την ποσότητα φωτοσυνθετικής ενέργειας, που απορροφάται από ένα δάσος σε 40 KCAL/M²/ ημέρα, δηλ 59 X 10⁶ KCAL/M² το χρόνο. Όταν το δάσος φτάσει στο ζενίθ της ανάπτυξης του σε 100 χρόνια, η ολική ποσότητα ενέργειας που απαιτείται είναι συνεπώς 59 X 10⁸ KCAL/M². Με κόστος ένα δολάριο ανά 10 000 KCAL/M², η αξία αντικατάστασης μιας μονάδας δασικής έκτασης εκατό ετών είναι 590 000 δολάρια. Ο αριθμός αυτός είναι πολύ μεγαλύτερος από την αξία της ξυλείας της ίδιας δασικής έκτασης, η οποία υπολογίζεται σε 64 δολάρια ανά μονάδα δασικής έκτασης. Η αξία αντικατάστασης ενός δέντρου εκατό ετών υπολογίζεται στα 3 000 δολάρια. Η ίδια μεθοδολογία για τη Γαλλία δίνει μια αξία αντικατάστασης 5 600 000 γαλλικών φράγκων ανά εκτάριο δάσους και 11 230 γαλλικών φράγκων ανά δέντρο.

Ο Odum (Passet, 1987) δεν περιορίστηκε στη χρήση της μεθόδου για της εκτίμηση της αξίας της δασικής έκτασης. Μια παρόμοια μέθοδος χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της αξίας τοποθεσίας αναψυχής στον κόλπο Corpus Christi του Texas, για την εκτίμηση μιας αξίας σταριού κ.ά.

Η μέθοδος αυτή, παρά τα πλεονεκτήματά της, συγκεντρώνει τα μειονεκτήματά της και του χρήματος και της θερμίδας, όταν αυτά χρησιμοποιούνται σαν αξιόμετρα. Έτσι αδυνατεί να εκφράσει τις τάσεις της αγοράς και δίνει αξίες που μεταβάλλονται στο χώρο και στο χρόνο.

Πολλές φορές το χρηματικό ισοδύναμο της ενέργειας υπολογίζεται, μόνο αν γίνουν αμφισβητήσιμες παραδοχές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα έργα τέχνης, η αξία

των οποίων δεν έχει καμιά σχέση, με την ενέργεια, που καταναλώθηκε για την κατασκευή τους Σύμφωνα με τον Odum η αξία ενός έργου τέχνης υπολογίζεται με την εκτίμηση της ενέργειας, που δαπανήθηκε από τους θαυμαστές του, για την απόκτηση των γνώσεων και της κουλτούρας, ώστε να είναι σε θέση, να το εκτιμήσουν.

Ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα της οφείλεται στο ότι η τιμή βάσης της χλιοθερμίδας είναι τελικά ένας μέσος όρος, που υπολογίζεται χωρίς να ληφθεί υπόψη, ότι οι ενεργειακές παραγωγικότητες διαφέρουν από τομέα σε τομέα. Δεν μπορούμε να θεωρήσουμε ίδιες όλες τις χλιοθερμίδες, ανεξάρτητα από την πηγή προέλευσης τους. Αυτό είναι αντίθετο με το δεύτερο αξίωμα της θερμοδυναμικής. Μια λιγότερο φιλόδοξη προσέγγιση με λιγότερα μειονεκτήματα εκφράζει κάθε ροή και κάθε απόθεμα στη μονάδα στην οποία ταιριάζει. Δε χρειάζεται να εκφράζουμε το χρήμα σε θερμίδες και τις θερμίδες σε χρήμα. Ο οικονομολόγος για να οδηγηθεί στα σωστά συμπεράσματα θα πρέπει να είναι σε θέση να περνά από τη φύση στο χρήμα. Το όργανο που αντιστοιχεί σε κάθε τύπο μέτρησης εξαρτάται προφανώς από το αντικείμενο της τελευταίας (R Passet 1987)

Γ. Κεφάλαιο τρίτο

Γ.1. Εκτίμηση της αξίας των αγοραίων αγαθών

Η αγοραία τιμή ενός αγαθού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση μικρών αλλαγών στην προσφορά του. (Swanson και Loomis, 1996) Τα περιβαλλοντικά αγαθά όμως παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές σε σχέση με τα υπόλοιπα αγαθά. Για παράδειγμα, σε ένα οποιοδήποτε αγοραίο αγαθό οι νόμοι προσφοράς και ζήτησης διαμορφώνουν μια τιμή, στην οποία οι άνθρωποι μπορούν να αγοράσουν όση ποσότητα επιθυμούν. Το ξύλο, όμως, δεν πουλιέται σε μονάδες σε μια αγορά. Συνήθως τα δικαιώματα κοπής μια έκτασης δημοπρατούνται και τα αποκτά ο πλειοδότης. Κάτι παρόμοιο συμβαίνει και με τη βοσκή, η οποία δεν πουλιέται σε τυπικές αγορές, αλλά αποτελεί τμήμα ενός πακέτου φυσικών πόρων. Άλλωστε, και τα δικαιώματα βοσκής μιας έκτασης συχνά δημοπρατούνται.

Για άλλα αγαθά, όπως το νερό, οι αγοραίες τιμές τους δεν ανταποκρίνονται ακριβώς στην αξία τους. Πολλά από τα χαρακτηριστικά του δημοσίου αγαθού, που μπορεί να παρουσιάζει το νερό, είναι αδύνατο να συμπεριληφθούν στην αγοραία τιμή του.

Παρόλα αυτά, στη βιβλιογραφία έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι, για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών αγαθών μέσα από πραγματικές ή οιονεί αγορές. Η καθιερωμένη μέθοδος, για την εκτίμηση της αξία των αγοραίων περιβαλλοντικών αγαθών, είναι ο υπολογισμός του πλεονάσματος του παραγωγού και του καταναλωτή (Liptonκ.α. 1995).

Ο υπολογισμός του πλεονάσματος του παραγωγού μπορεί να γίνει είτε με τον σχηματισμό της καμπύλης προσφοράς του υπό εκτίμηση αγαθού, είτε χωρίς αυτήν.

Για την κατασκευή της καμπύλης προσφοράς του εκτιμώμενου αγαθού μπορούν να χρησιμοποιηθούν οικονομετρικές τεχνικές. Η καμπύλη προσφοράς είναι μια άλλη προσέγγιση του μεταβλητού κόστους προσφοράς, το οποίο χρησιμοποιεί η μέθοδος. Η περιοχή κάτω από την καμπύλη προσφοράς, για μια δοσμένη ποσότητα, είναι ίση με το

συνολικό μεταβλητό κόστος για την παραγωγή της παραπάνω ποσότητας. Το μεγαλύτερο πρόβλημα, που προκύπτει κατά την εφαρμογή αυτής της τεχνικής, είναι ο υπολογισμός για όλους τους παράγοντες, που επηρεάζει την καμπύλη προσφοράς, το αποτέλεσμα μόνο από τη μείωση της περιβαλλοντικής ευημερίας.

Πολλές φορές το πλεόνασμα του παραγωγού μπορεί να υπολογιστεί χωρίς την κατασκευή της καμπύλης προσφοράς. Μια μέτρηση του ευκαιριακού κόστους παραγωγής σε μια εναλλακτική επένδυση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των αλλαγών στο πλεόνασμα του παραγωγού.

Η δυσκολία να εκτιμηθεί πλήρως η συμβολή των δασών και των δασικών εκτάσεων στην εθνική οικονομία οφείλεται στην αδυναμία μας να δώσουμε τιμές σε ορισμένα αγαθά του δάσους, τα οποία δεν είναι εμπορεύσιμα. Η παραδοσιακή εκτίμηση των δασών και των δασικών εκτάσεων αναφέρεται μόνο στην παραγωγή του ξύλου, ενώ ελάχιστες φορές γίνεται αναφορά στις δευτερεύουσες καρπώσεις όπως η θήρα, η υδατική προστασία, η βοσκή κ.λπ.

Σήμερα, σύμφωνα με τις επιταγές της πολλαπλής χρήσης των δασών, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην εκτίμηση της αξίας του δάσους και όλες οι έμμεσες ωφέλειες, που πηγάζουν από αυτό. Παρόλα αυτά η ξυλοπονική σημασία του τόσο στην χώρα μας, όσο και διεθνώς, θεωρείται σημαντική. Η παραγωγή του ξύλου παρουσιάζει ιδιορρυθμίες, οι σημαντικότερες των οποίων, σύμφωνα με τον Ελευθεριάδη (1997), είναι

1. Το κεφάλαιο διακρίνεται σε ξυλώδες και χρηματικό. Το ξυλώδες κεφάλαιο είναι αμετακίνητο, κάτι που θα πρέπει να γνωρίζει, όποιος αποφασίσει να επενδύσει σε αυτό.
2. Μεγάλος περίτροπος χρόνος. Η χρονική περίοδος παραγωγής του ξύλου είναι πολύ μεγαλύτερη από άλλες παραγωγικές διαδικασίες. Στις πιο ευνοϊκές συνθήκες ο περίτροπος χρόνος ενός δάσους είναι 10 - 15 χρόνια. Η δημιουργία ξύλου για ορισμένες χρήσεις, όπως για παράδειγμα η πριστή ξυλεία, απαιτεί 100-150 χρόνια.
3. Η δυαδική φύση του ξυλώδους κεφαλαίου. Το ιστάμενο δένδρο αποτελεί την πηγή παραγωγής του τελικού προϊόντος. Αποτέλεσμα αυτού είναι η δύσκολη επιλογή των δέντρων προς υλοτομία, γιατί μια αστοχία θα αλλοιώσει το ξυλώδες κεφάλαιο.
4. Υψηλή αναλογία ξυλώδους κεφαλαίου και ετήσιας παραγωγής. Είναι ελάχιστες οι παραγωγικές δραστηριότητες, που παρουσιάζουν τόσο υψηλή αναλογία κεφαλαίου, (ξυλαποθέματος) σε σχέση με την ετήσια παραγωγή (αύξηση). Σε ορισμένες περιπτώσεις η ετήσια παραγωγή μπορεί να φτάσει το 2%-3%.
5. Μονοδιάστατη προσαρμοστικότητα παραγωγής και αγοράς. Ο μεγάλος περίτροπος χρόνος αλλά και η δυαδική φύση του ξυλαποθέματος έχουν σαν αποτέλεσμα τη δυσκολία προσαρμογής της παραγωγής στη ζήτηση του ξύλου, που εμφανίζεται οποιαδήποτε στιγμή στην αγορά.
6. Αθροιστική φύση των δασών. Το δάσος αποτελεί μια οντότητα και τα δέντρα αναπτύσσονται μέσα σε αυτή, γεγονός που δημιουργεί ένα δαπανηρό σύνολο μέσω διαχείρισης.

7. Έμμεσες επιδράσεις. Τα δάση καλύπτουν εκατοντάδες στρέμματα εδαφών, με αποτέλεσμα η παραγωγή ξύλου να δέχεται πολλές εξωτερικές επιδράσεις και να υποβάλλεται σε διάφορους περιορισμούς.

Πολλές φορές η εκτίμηση της αξίας μια δασικής εκμετάλλευσης, είτε ολόκληρης είτε των τμημάτων της, είναι αναγκαία. Ανάλογα με το σκοπό, για τον οποίο γίνεται η εκτίμηση, επιλέγεται και η καταλληλότερη μέθοδος.

(i) Εκτίμηση αξίας εδάφους

Σύμφωνα με το Στάμου (1985) η εκτίμηση της αξίας του δασικού εδάφους μπορεί:

- α. να στηριχθεί σε πληροφορίες τη αγοράς της γης, οπότε μιλάμε και για «αξία αγοράς ή ανταλλακτική αξία», ή
- β. να έχει σαν βάση εκτίμησης τις δυνατότητες, που έχει το έδαφος για μελλοντικές προσόδους, οπότε μιλάμε:
 - για «αξία απόδοσης» ή «αξία βάσει των αναμενόμενων προσόδων»
 - «εκτίμηση συναρτήσει της αξίας μη δασικής γης».

Η αξία μιας δασικής γης, που διαμορφώνεται κατά τις διαδικασίες αγοροπωλησίας της, είναι αποτέλεσμα της προσφοράς και της ζήτησης. Η τιμή που προκύπτει είναι η συνισταμένη τόσο της αντικειμενικής της αξίας όσο και της υποκειμενικής αξίας του πωλητή και του αγοραστή.

Οι αξίες αυτές επηρεάζονται από παράγοντες όπως:

- Η ικανότητα της δασικής γης να παράγει προσόδους τόσο σήμερα, όσο και στο μέλλον. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η ικανότητα, τόσο υψηλότερα θα διαμορφώνεται η αξία της δασικής γης. Αυτό συμβαίνει, γιατί ο πωλητής θα απαιτεί υψηλότερο αντάλλαγμα, για να τη στερηθεί, αλλά και ο αγοραστής θα είναι πρόθυμος να καταβάλει μεγαλύτερες τιμές αγοράς.
- Η πιθανότητα, άρσης στο μέλλον του δασικού χαρακτήρα της έκτασης και η χρησιμοποίηση της σε πιο επικερδείς εκμεταλλεύσεις.
- Η συνολική έκταση της δασικής γης μπορεί να δημιουργήσει περισσότερους ή λιγότερους αγοραστές.
- Το ποσοστό οικοπεδοποιήσιμης έκτασης, που εμπεριέχεται στην συνολική έκταση της δασικής γης.
- Η θέση που κατέχει η έκταση, επηρεάζει την τελική αξία του. Παράγοντες, όπως το οδικό δίκτυο, η απόσταση από τη θάλασσα ή από αστικά κέντρα, το είδος της βλάστησης, η δυνατότητα ανάπτυξης διαφόρων δραστηριοτήτων όπως η αναψυχή κλπ

καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την αξία της δασικής γης, που προκύπτει από τη θέση της

Ο υπολογισμός της αξίας της δασικής γης με την παρούσα μέθοδο απαιτεί στοιχεία τιμών μεταβίβασης και τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των δασικών εδαφών. Στη συνέχεια, με μια ανάλυση παλινδρόμησης εκτιμάται μια συνάρτηση, της οποίας εξαρτημένη μεταβλητή είναι η αξία τη δασικής γης και ανεξάρτητες (ερμηνευτικές μεταβλητές) τα διάφορα χαρακτηριστικά, που μπορεί να σχετίζονται με αυτή. Ειδικότερα η παραπάνω συνάρτηση έχει τη μορφή

$$B = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9)$$

Όπου B = η αξία της δασικής γης

x₁ = το ετήσιο εισόδημα, που παράγει η δασική γη

x₂ = η τιμή της αγοράς της αγροτικής γης στην περιοχή τοποθέτησης της δασικής γης

x₃ = η συνολική έκταση της δασικής γης

x₄ = η τιμή των οικοπέδων στην περιοχή

x₅ = ο βαθμός οδικής διάνοιξης στην περιοχή

x₆ = η σύνθεση της βλάστησης

x₇ = η συνολικά οικοπεδοποιήσιμη έκταση, που περιλαμβάνεται στη δασική γη

x₈ = η πυκνότητα του πληθυσμού στην περιοχή

x₉ = η διάρθρωση του πληθυσμού

Η υλοποίηση της μεθόδου απαιτεί την εφαρμογή πολύπλοκων στατιστικών ελέγχων και αναλύσεων για την εξαγωγή του πολλαπλού μοντέλου παλινδρόμησης, αλλά και για τον έλεγχο αυτού. Την αξιοπιστία του μοντέλου επηρεάζουν οι ερμηνευτικές μεταβλητές, οι οποίες θα επιλεγούν. Στην περίπτωση, που δε λειτουργεί μηχανισμός αγοράς, η εφαρμογή της μεθόδου είναι προβληματική.

Η βασική παραδοχή της μεθόδου είναι ότι η χρησιμοποίηση, για δασική παραγωγή, μιας γυμνής σήμερα δασικής έκτασης, θα αποφέρει στο μέλλον έναν αριθμό δασικών προσόδων. Οι πρόσοδοι αυτοί θα προκύψουν από τη διάθεση στην αγορά των διαφόρων καρπώσεων και υπηρεσιών. (Στάμου, 1985)

Για την παραγωγή όμως, σε μια δασική γη ξυλώδους κεφαλαίου απαιτείται η απασχόληση των συντελεστών παραγωγής. Άρα, η συνολική πρόσοδος από μια δασική γη είναι συνάρτηση των συντελεστών αυτών. Ειδικότερα (Ελευθεριάδης (1997)

$$\text{Πρόσοδος} = f(N, K, L)$$

Όπου N = Έδαφος

K = Κεφάλαιο

L = Εργασία

Όταν μας είναι γνωστή η συνολική πρόσοδος από μια δασική γη και το κόστος των συντελεστών παραγωγής της, μπορούμε να πούμε, ότι η διαφορά αυτών ισούται με το κόστος απασχόλησης της δασικής γης.

Το κόστος απασχόλησης της δασικής γης είναι ίσο με

$$L = B (1 - \rho)^u - 1$$

Όπου B = η αξία της δασικής γης

ρ = το δασικό επιτόκιο⁸

u = χρονική διάρκεια περιοδικών προσόδων

Οι παραπάνω πρόσοδοι, όπως είναι φυσικό, δεν προκύπτουν κατά το ίδιο χρονικό διάστημα, αλλά σε διάφορα χρονικά διαστήματα του περίτροπου χρόνου της δασικής εκμετάλλευσης. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, για να προκύψουν πραγματοποιήθηκε ένας αριθμός εξόδων. Κατά τον Ανάγνο (1993) η εκτίμηση της αξίας του εδάφους με τη μέθοδο της αξίας των αναμενόμενων προσόδων υπολογίζεται ως εξής

- α. Ανατοκίζονται όλες οι πρόσοδοι, που αναμένεται να ληφθούν από τη δασική γη μέσα στον περίτροπο χρόνο, στο τέλος αυτού
- β. Ανατοκίζονται τα έσοδα, που αναμένεται να λάβουν χώρα μέσα στον περίτροπο χρόνο, στο τέλος αυτού
- γ. Αφαιρούνται από τα ανατοκισμένα έσοδα οι ανατοκισμένες δαπάνες
- δ. Υπολογίζεται η κεφαλαιακή αξία της καθαρής παραπάνω προσόδου Βρίσκεται δηλαδή το ύψος του κεφαλαίου, που απαιτείται για τη λήψη της ίδιας καθαρής προσόδου κάτω από τις ίδιες συνθήκες παραγωγής, για το ίδιο χρονικό διάστημα. Ειδικότερα έχουμε

⁸ Το επιτόκιο που χρησιμοποιείται στις δασικές επενδύσεις διαφέρει από αυτό των βιομηχανικών Συμφωνά με τον Παπασταύρου (1978) εκτιμάται με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του δάσους και το περιοδικό εισόδημα, αν η αξία της γης είναι γνωστή. Για κάθε είδος οφείλει να ανταποκρίνεται στο εισόδημα που αποκομίζει ο ιδιοκτήτης ομοιοπρόσοδο μόνο του. Επειδή η αξία της γης είναι δύσκολο να εκτιμηθεί, κατά κανόνα ο καθορισμός του επιτοκίου γίνεται με σύγκριση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων των δασικών επενδύσεων σε σχέση με άλλες επενδύσεις. Σύμφωνα με την κλασική οικονομία το επιτόκιο αυτό αντικατοπτρίζει τον κίνδυνο της δασικής επένδυσης και είναι τόσο μεγαλύτερο όσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος αυτός. Στη δασική πράξη οι τιμές του επιτοκίου που έχουν υιοθετηθεί είναι οι παρακάτω (Ανάγνος, 1995)

- Επιτόκιο 2%, σε δάση υψηλής ποιότητας, τοποθετημένα σε πολύ καλή θέση, τα προϊόντα των οποίων παρουσιάζουν αυξημένη ζήτηση
- Επιτόκιο 3%, σε δάση πάρα πολύ καλής ποιότητας, που δεν είναι εκτιθέμενα στους κινδύνους και τα προϊόντα τους έχουν πάντα μια σίγουρη εμπορική αξία.
- Επιτόκιο 4% και 5%, σε δάση τα προϊόντα των οποίων δεν έχουν εξασφαλισμένη πώληση
- Επιτόκιο 6%, σε δάση που απειλούνται από διάφορους κινδύνους, όπως πυρκαγιές, αμορριψίες, προσβολές από έντομα, ασθένειες, κ.λπ.

$$B = \frac{A_u}{1,0p^u - 1} + \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{1,0p^u - 1} + \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{1,0p^u - 1} - \frac{C1,0p^u}{1,0p^u - 1} - \frac{v(1,0p^u - 1)}{1,0p^u - 1} \quad 9$$

Όπου:

A_u = η πρόσδοδος της τελικής υλοτομίας του ώριμου ξυλώδους όγκου
 D = το σύνολο των προσόδων από τις ενδιάμεσες καρπώσεις (αραιώσεις, κ.λπ.), ανατοκισμένες η κάθε μια στο τέλος του περιόδου χρόνου

N_1 = το σύνολο των προσόδων από δευτερεύουσες καρπώσεις, ανατοκισμένες η κάθε μια στο τέλος του περιόδου χρόνου

C = τα έξοδα δασώσεως

v = τα ετήσια διοικητικά έξοδα

ρ = το επιτόκιο κεφαλαιοποίησης

u = ο περίτροπος χρόνος σε έτη

Για τον υπολογισμό της αξίας απόδοσης της δασικής γης γίνονται οι παρακάτω παραδοχές (Στάμου, 1985):

- α. Δε θα αλλάξει μελλοντικά η μορφή χρήσης της δασικής γης.
- β. Δε θα μεταβληθεί η παραγωγική ικανότητα του εδάφους
- γ. Όταν αναφερόμαστε σε ομήλικα δάση, με το τέλος του περιόδου χρόνου, θα φυτεύεται στην περιοχή το ίδιο δασοπονικό είδος.
- δ. Οι τιμές των παραγόμενων προϊόντων και οι δαπάνες θα παραμένουν σταθερές.

Η αξία της δασικής γης μπορεί να υπολογιστεί σε σχέση με την αξία της μη δασικής γης, με τη διαμόρφωση διαφόρων σχέσεων ή αναλογιών, που μπορεί να συνδέσουν αυτές τις μορφές.

Σύμφωνα με τους Μακρή (1975) και Στάμου (1985) οι κυριότερες προσπάθειες σε αυτή την κατεύθυνση βασίζονται στους Amman, Mantel και Petri.

- α. Μέθοδος του παράγοντα της εφαιφικής γης. Σε αυτή τη μέθοδο συσχετίζεται η αξία της δασικής γης αναλογικά με αυτή της μη δασικής γης. Έτσι αν B_u , B_a , L_u και L_a οι αξίες και οι αποδόσεις της δασικής και μη δασικής γης αντίστοιχα τότε:

$$\frac{B_a}{B_u} = \frac{L_a}{L_u} \quad \text{άρα} \quad B_a = B_u \frac{L_a}{L_u}$$

⁹ Ο μαθηματικός τύπος στη βιβλιογραφία είναι γνωστός ως τόπος του Faustmann, τον οποίο ανέπτυξε το 1849

Για την εφαρμογή της μεθόδου θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής χρήσης της δασικής γης.

- β. Μέθοδος της εξομοίωσης τιμών της δασικής γης προς τις τιμές της αγροτικής της. Εδώ εξισώνεται η αξία της δασικής γης με αυτή της μη δασικής και στη συνέχεια αφαιρούνται οι δαπάνες εκχέρσωσης. Όπως και στην πρώτη μέθοδο, έτσι και εδώ, η εφαρμογή απαιτεί τη δυνατότητα αλλαγής χρήσης γης.
- γ. Συστέτιση της αξίας της δασικής, αγροτικής και λιβαδικής γης. Είναι μια εμπειρική μέθοδος, η εφαρμογή της οποίας προϋποθέτει την ύπαρξη τιμών και για τις τρεις παραπάνω μορφές γης.
- δ. Μέθοδος ποσοστού της αξίας της αγροτικής γης. Η τιμή τη δασικής γης είναι γύρω στο 40% - 120% της τιμής της αγροτικής γης. Ο καθορισμός αυτός γίνεται με σύγκριση της δασικής με παραπλήσια αγροτική γη και με ειδικούς υπολογισμούς των αποκλίσεων των αξιών. Για τη σύγκριση λαμβάνονται υπόψη διάφοροι παράγοντες, όπως το μέγεθος των εκτάσεων, η μορφή και ο βαθμός της οδικής διάνοιξης, κ.λπ.
- ε. Μέθοδος Amman. Πατέρας της μεθόδου θεωρείται ο Amman. Αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στη Γερμανία για την εκτίμηση αξιών εδαφών για απαλλοτρίωση. Είναι πολύπλοκο μοντέλο.

(ii) Εκτίμηση αξίας δασοσυστάδας

Η εκτίμηση της αξίας μιας δασοσυστάδας εξαρτάται από την ηλικία, στην οποία αυτή βρίσκεται. Ανάλογα με το αν αυτή, κατά τη χρονική στιγμή της εκτίμησης, βρίσκεται σε ηλικία, που εξασφαλίζει θετική ή αρνητική κεφαλαιακή αξία ή κοντά στον περίτροπο χρόνο εφαρμόζεται

- α. Η «αξία κόστους» ή «αξία δαπάνης»
- β. Η «αξία αναμονής» ή «αναμενόμενης αξίας»
- γ. Η «αξία αμέσου υλοτομίας» ή «αμέσου ρευστοποίησης»

Με προϋπόθεση τη χρήση του σωστού επιτοκίου, από τις τρεις παραπάνω μεθόδους, χρησιμοποιείται κάθε φορά εκείνη, που δίνει τη μεγαλύτερη αξία. (Ανάγνος, 1993)

- **Αξία αμέσου υλοτομίας:** Εφαρμόζεται στις ώριμες σε ηλικία συστάδες Στην πραγματικότητα αποτελεί την ογκομέτρηση και αποτίμηση της αξίας του συνολικού ξυλαποθέματος τη στιγμή της εκτίμησης. Ουσιαστικά είναι η επί πρέμνου τιμή της συστάδας. Αναλυτικότερα η αξία ρευστοποίησης αποτελεί την αξία, που θα είχε το εμπορεύσιμο ιστάμενο ξύλο (M), στην ηλικία m, αν από τη συνολική ακαθάριστη πρόσοδο (E) αφαιρεθούν τα έξοδα συγκομιδής και διάθεσης της ξυλείας Δμ

Έτσι

$$HA_{em} = E - \Delta_{\mu} = M\bar{p} - M\bar{\kappa} = M(p - \bar{\kappa})$$

Όπου:

H_{Aem} = η αξία της συστάδας

ρ = η μέση τιμή πώλησης του κυβικού μέτρου ξυλείας

κ = το μέσο κόστος υλοτομίας και διάθεσης ανά κυβικό μέτρο ξυλείας.

Η αξία της αμέσου ρευστοποίησης είναι μια μέθοδος, που εφαρμόζεται σχετικά εύκολα. Απαιτεί μόνο γνώσεις γύρω από την κατάσταση του ιστάμενου ξυλαποθέματος και των προϊόντων, στα οποία μπορεί να μετατραπεί. Η γνώση των παραπάνω δεδομένων είναι εύκολη μέσα από πίνακες παραγωγής και από τη στατιστική των παραγόμενων από τη συστάδα (ή από παρόμοια με αυτή) προϊόντων.

Το κόστος δε, της παραγωγής σχετίζεται κάθε χρονιά με τις αμοιβές των εργατών ανά μονάδα χρόνου και τον απαιτούμενο χρόνο π συγκομιδής (Στάμου, 1985 και Ελευθεριάδης 1997).

- **Αξία αναμονής:** Η αξία αναμονής εφαρμόζεται, όταν η συστάδα βρίσκεται σε μια ηλικία (m) κοντά στον περίτροπο χρόνο (u) ή είναι τουλάχιστον μεγαλύτερη από το μισό του περίτροπου χρόνου και μέχρι 20 έτη από τη συμπλήρωση αυτού (δηλαδή, $u/2 < m < u/2$).

Η αξία της υπό εκτίμηση συστάδας ισούται με τη σημερινή κεφαλαιακή αξία όλων των ενδιάμεσων και δευτερευόντων αναμενόμενων εσόδων στο έτος n της συστάδας, απαλλαγμένα από τη συνολική κεφαλαιακή αξία όλων των εξόδων στο έτος n .

- **Αξία κόστους ή αξία δαπάνης:** Η μέθοδος της Αξίας Κόστους ή Αξίας Δαπάνης εφαρμόζεται σε νεαρές συστάδες, όπου η αξία αναμονής δίνει χαμηλές αξίες. Η ηλικία των συστάδων αυτών κατά τον Endres θα πρέπει να είναι μικρότερη των 30 - 40 ετών (Ελευθεριάδης, 1997).

Το σκεπτικό της μεθόδου βασίζεται (Στάμου, 1985):

1. Στο ότι το ιστάμενο ξυλαπόθεμα είναι αποτέλεσμα της παραγωγικής διαδικασίας, στην οποία λαμβάνουν μέρος οι τρεις συντελεστές παραγωγής, από τη χρονική στιγμή της δημιουργίας της, μέχρι την ηλικία της m .
2. Στην παραδοχή ότι το ξυλώδες κεφάλαιο της συστάδας τη χρονική στιγμή της εκτίμησης, θα πρέπει να έχει αξία τουλάχιστον ίση με την καθαρή κεφαλαιακή αξία των δαπανών και των εσόδων που πραγματοποιήθηκαν μέχρι τη χρονική αυτή στιγμή.

Συνεπώς η αξία μιας τέτοιας συστάδας είναι ίση με τα ανατοκισμένα έσοδα της (ένα προς ένα) μέχρι τη χρονική στιγμή της εκτίμησης μείον τα ανατοκισμένα έξοδα (ένα προς ένα), που πραγματοποιήθηκαν κατά την ίδια χρονική περίοδο.

Γ.2. Η νομοθετημένη Ελληνική μέθοδος αποτίμησης

Με την υπ' αριθ 115963/6070 (ΦΕΚ Β 2980/04-11-2014) Υπουργική Απόφαση προσδιορίστηκε ένα σύστημα υπολογισμού της αξίας της δασικής γης, αλλά κάποιων εκ και των δασικών προϊόντων και υπηρεσιών. Σύμφωνα με αυτήν:

Συνολική οικονομική αξία του δάσους = (Ετήσια αξία δασικών λειτουργιών - Ετήσιες αρνητικές αξίες) / Επιτόκιο προεξόφλησης

Αναλυτικότερα:

$$TEV = \frac{[(Vw + VnWfp + Vg + Vh + Vr + Vps + Vsq + Vb) - (Df + De)]}{\rho}$$

όπου:

TEV=Συνολική οικονομική αξία του δάσους

Vw= η ετήσια αξία του παραγόμενου ξύλου

Vnwfρ= η ετήσια αξία μη ξυλωδών δασικών προϊόντων

Vg= η ετήσια αξία βόσκησης

Vh= η ετήσια αξία από κυνήγι

Vr= η ετήσια αξία αναψυχής

Vps= η ετήσια αξία της προστασίας του εδάφους και του νερού

Vsq= η ετήσια αξία της δέσμευσης του άνθρακα

Vb= η ετήσια αξία βιοποικιλότητας του δάσους

Df= η ετήσια ζημία λόγω ενδεχόμενου πυρκαγιάς

De= η ετήσια ζημία του εδάφους λόγω διάβρωσης

ρ= επιτόκιο προεξόφλησης (%)

Όλες οι αξίες εκφράζονται σε χρηματικές μονάδες (ευρώ).

Στις παραγράφους που ακολουθούν παρατίθενται συνοπτικά οι μαθηματικοί τύποι των μεθόδων εκτίμησης της αξίας των δασικών λειτουργιών και των αρνητικών εξωτερικοτήτων καθώς και ο τρόπος εκτίμησης των παραμέτρων των μαθηματικών τύπων.

1. Δασικές λειτουργίες

1.1. Αξία παραγωγής του ξύλου (Vw)

Η ετήσια αξία του ξύλου θα υπολογίζεται βάσει του παρακάτω τύπου:

$$Vw = Area_w * MAI * SV$$

όπου: Vw η ετήσια αξία του παραγόμενου ξύλου (€), Area_w η έκταση του δάσους στην οποία παράγεται το ξύλο (ha), MAI η μέση ετήσια προσαύξηση του ξυλαποθέματος (m³/ha), SV η τιμή πρέμνου του ξυλαποθέματος (€/m³)

Εκτίμηση των παραμέτρων

- Η έκταση του δάσους (Area_w)

Ο χρήστης θα προσδιορίζει τον εμβαδόν της έκτασης με αποτύπωση και εμβαδομέτρηση αυτής, με βάση τα στοιχεία του Δασαρχείου και σύμφωνα με το υποβαλλόμενο τοπογραφικό διάγραμμα, κατάλληλης κλίμακας, με συντεταγμένες κορυφών βασιζόμενες στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ '87.

- Η μέση ετήσια προσαύξηση του ξυλαποθέματος (MAI)

A) Εφ' όσον υπάρχει διαχειριστική μελέτη σε ισχύ και εφ' όσον η αποτίμηση αφορά το σύνολο του δάσους, τότε η μέση ετήσια προσαύξηση (MAI) θα υπολογίζεται ως ο σταθμικός μέσος όρος της προσαύξησης κάθε συστάδας του δάσους, η οποία θα λαμβάνεται από τα Φύλλα Περιγραφής Συστάδας της διαχειριστικής μελέτης.

B) Σε κάθε άλλη περίπτωση, ο χρήστης του υποδείγματος θα χρησιμοποιεί τις τιμές των πινάκων 1 ή 2, λαμβάνοντας υπόψη και το Βαθμό Εδαφοκάλυψης (B.E.), σύμφωνα με όσα αναφέρονται παρακάτω. Ειδικότερα, εφ' όσον ο αποτιμητής έχει στη διάθεσή του πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα τόπου, ή την κατανομή των ποιοτήτων τόπου του αποτιμώμενου δάσους ή συστάδας, θα χρησιμοποιεί τις τιμές του Πίν. 2, όπου εμφανίζονται οι τιμές της μέσης περιτροπής προσαύξησης για τις αντίστοιχες κατηγορίες δασών. Διαφορετικά, θα χρησιμοποιούνται οι τιμές της στήλης (4) του Πίν. 1. Η συνεκτίμηση του B.E θα γίνεται ως εξής:

Βα) Εφ' όσον ο B.E του υπό αποτίμηση δάσους είναι κοντά στο 1 (B.E>0,9), ο χρήστης θα λαμβάνει την τιμή της μέσης ετήσιας προσαύξησης (MAI) από τη στήλη 4 του Πίν. 1 ή από τον Πίν. 2

Ββ) Εάν ο B.E. <0,9, τότε ο χρήστης θα λαμβάνει την τιμή της MAI από το γινόμενο της τιμής της στήλης 4 του Πίν. 1., ή του Πίν. 2, επί το βαθμό εδαφοκάλυψης του δάσους. Ο χρήστης θα εκτιμά τον B.E. από ορθοφωτοχάρτες και αεροφωτογραφίες (Απατσίδης 1979), ή με άλλη κατάλληλη μέθοδο.

Πίνακας 1. Μέση ετήσια προσαύξηση των βασικότερων δασοπονικών ειδών της

Δασοπονικό Είδος	Έκταση (ha)	Μέση ετήσια προσαύξηση ξυλαποθέματος (m ³ /ha) με βάση την απογραφή 1992	Μέση ετήσια προσαύξηση ξυλαποθέματος (m ³ /ha) με βάση την επεξεργασία στοιχείων της Δασικής Υπηρεσίας
(1)	(2)	(3)	(4)
Ελάτη	548.070	1,74	5,20
Ερυθρελάτη	2.754	17,54	8,50
Πεύκη	878.786	1,33	5,87
Οξιά	336.640	2,80	6,30
Δρύς	1.471.839	0,48	2,62
Λοιπά πλατύφυλλα	121.097	2,27	2,06
Αείφυλλα πλατύφυλλα	3.153.882		0,30
Φρυγανικά οικοσυστήματα	427.220		0,00
Χορτολιβαδικές εκτάσεις	1.000.000		0,00

χώρας.

Σημείωση:

α) Στην έκταση της ελάτης έχουν καταχωρηθεί 4.762 ha που στην απογραφή 1992 αναφέρονται ως ελάτη-πεύκη

β) Στην απογραφή 1992 η έκταση των βοσκοτόπων ανέρχεται στα 1.427.220 ha. Ο διαχωρισμός τους σε φρυγανικά οικοσυστήματα και χορτολιβαδικές εκτάσεις έγινε από τον ομότιμο καθηγητή του ΑΠΘ Δρ. Βασίλειο Παπαναστάση

Πηγές: α) Πρώτη Εθνική Απογραφή των δασών 1992

β) Δασαρχείο Δράμας όσον αφορά την ετήσια προσαύξηση της ερυθρελάτης

γ) Ιορδάνης Τζαμτζής, Δασολόγος

γ) Απατσίδης (1989) - εργασία με τίτλο «Η δασοπονία μας»

δ) Προσωπική επικοινωνία με τον καθηγητή Δρ. Β. Παπαναστάση

Πίνακας 2. Μέση ετήσια (περιτροπή) προσαύξηση (m³/ha) ανά Ποιότητα Τόπου (ΠΤ) των βασικότερων δασοπονικών ειδών της χώρας, σύμφωνα με δημοσιευμένους Πίνακες Παραγωγής.

Δασικό είδος	ΠΤ I	ΠΤ II	ΠΤ III	ΠΤ IV	ΠΤ V	Παρατηρήσεις
Ερυθρελάτη	16,64	13,71	10,8	7,83	4,9	Γκατζογιάννης, 1999 (u=80)
Πεύκη	15,3	11,9	8,9	6,3	3,9	Μ.Πεύκη Γράμμου, u=80
Οξιά	8,3	6,3	4,5	2,8	1,2	Οξιά Αρναίας υπό αναγωγή, u=80
Δρυς	3,86	3,21	2,53	1,83	1,2	Πίν.Παραγ. Κοσσενάκη (για πρεμνοφυή) (u=20)

Η τιμή πρέμνου του ξυλαποθέματος (SV)

Ο χρήστης του υποδείγματος για τον υπολογισμό της αξίας παραγωγής ξύλου θα λαμβάνει την τιμή πρέμνου από τον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Τιμές πρέμνου των κυριότερων δασικών ειδών της χώρας

Είδος	Τιμή Πρέμνου (€/m ³)
Ελάτη	20,39
Ερυθρελάτη	30,96
Πεύκη	10,97
Οξιά	14,13
Δρυς	13,24
Λοιπά Πλατύφυλλα	12,81
Αείφυλλα πλατύφυλλα	2,35

Επισημαίνεται ότι σε περιπτώσεις αποτίμησης φρυγανικών οικοσυστημάτων και χορτολιβαδικών εκτάσεων η αξία της παραγωγής ξύλου ισούται με μηδέν.

1.2. Αξία παραγωγής μη ξυλωδών δασικών προϊόντων (V_{nwfp})

Η ετήσια αξία των μη ξυλωδών δασικών προϊόντων (ΜΞΔΠ ή nwfp) θα εκτιμάται βάσει του τύπου:

$$V_{nwfp} = A_{reanwfp} * Q * P_{nwfp}$$

όπου:

V_{nwfp} η ετήσια αξία μη ξυλώδους δασικού προϊόντος (€),

A_{reanwfp} η έκταση του δάσους στην οποία παράγεται το μη ξυλώδες δασικό προϊόν (ha),

Q η ποσότητα του μη ξυλώδους δασικού προϊόντος (μονάδα προϊόντος/ha),

Πηγή η τιμή παραγωγού του μη ξυλώδους δασικού προϊόντος (€/μονάδα προϊόντος).

Ο χρήστης, εφ' όσον διαθέτει ποσοτικά στοιχεία παραγωγής (της μέγιστης δυνατής απολήψιμης ποσότητας για κάθε προϊόν) για όσα ΜΞΔΠ παράγονται στο δάσος του οποίου την αξία εκτιμά, καταχωρεί τις ποσότητες αυτές στη στήλη (5) του Πίν. 4. Για όσα ΜΞΔΠ δεν διαθέτει ποσοτικά στοιχεία παραγωγής, χρησιμοποιεί τις ποσότητες ανά ha που παρουσιάζονται στη στήλη (4) του Πίν. 4. Οι ποσότητες αυτές αποτελούν μέσες ετήσιες παραγόμενες ποσότητες ανά ha για την χώρα. Ως τιμές για τα ΜΞΔΠ (στήλη 6) θα χρησιμοποιούνται οι τιμές του Πίνακα Διατίμησης δασικών προϊόντων, που εκδίδει κάθε χρόνο η Δασική Υπηρεσία και μάλιστα οι αγοραίες τιμές της στήλης 4 του Πίνακα Διατίμησης. Για όσα ΜΞΔΠ δεν υπάρχουν τιμές στον Πίνακα Διατίμησης, θα χρησιμοποιούνται οι τιμές παραγωγού από διάφορες πηγές, όπως είτε η μέση τιμή από την Ένωση καταναλωτών ή η τιμή η οποία προσδιορίζεται από τη τιμή προσφοράς και ζήτησης .

Ο χρήστης δύναται να συμπεριλάβει στην εκτίμηση της ετήσιας αξίας των μη ξυλωδών δασικών προϊόντων και άλλα μη ξυλώδη δασικά προϊόντα επιπλέον αυτών που αναφέρονται στον Πίν. 4 (π.χ. αρωματικά ή φαρμακευτικά προϊόντα, φυλλόχωμα, δασικό έδαφος) για τα οποία έχει στη διάθεσή του αξιόπιστα ποσοτικά στοιχεία.

Η συνολική εκτιμώμενη ετήσια αξία των ΜΞΔΠ θα προκύπτει ως το άθροισμα των επιμέρους αξιών των ΜΞΔΠ που παράγονται στο υπό αποτίμηση δάσος.

Πίνακας 4. Τρόπος εκτίμησης των μη ξυλωδών δασικών προϊόντων.

Μη ξυλώδες δασικό προϊόν	Μονάδα μέτρησης	Έκταση δάσους (ha)	Ποσότητα ΜΞΔΠ στο ha (kg ή τεμ./ ha)	Ποσότητα παραγόμενων ΜΞΔΠ στο δάσος (kg ή τεμάχιο)	Τιμή μονάδας (€/ μονάδα ή €/τεμ.)	Αξία (€)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(3)*(4)	(6)	(7)= (5)*(6)
Ρητίνη	Kg		161		0,16	
Χριστουγεννιάτικα δένδρα (ελάτη)	τεμάχιο				12,24	
Κώνιοι κουκουναριάς	Kg		337,5		15	
Μανιτάρια κοινά	Kg		1		1,5	
Μανιτάρια (τρούφα)	Kg		1		35	
Μέλι	Kg		1,59		6,44	
Βελανίδια						
Ρίζες ερείκης	Kg				0,27	
Άλλα ΜΞΔΠ						

Επιπλέον, ο χρήστης θα έχει υπόψη του ότι:

- Επειδή τα φυσικά δάση παράγουν άγρια κάστανα τα οποία δεν είναι εμπορεύσιμα, τα κάστανα δεν θα ληφθούν υπόψη για την εκτίμηση της αξίας των μη ξυλωδών δασικών προϊόντων.
- Η αξία των κτηνοτροφικών προϊόντων (κρέας, γάλα, μαλλί, δέρματα κ,λπ) αν και είναι μη ξυλώδη δασικά προϊόντα, δεν θα εκτιμάται με τα υπόλοιπα ΜΞΔΠ του Πίν.4 προς αποφυγή διπλομέτρησης, δεδομένου ότι η αξία των προϊόντων αυτών είναι ήδη ενσωματωμένη στην αξία της βόσκησης.

1.3. Αξία βόσκησης (Vg)

Η εκτίμηση της ετήσιας αξίας βόσκησης θα γίνεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$Vg = Areag * Rg$$

όπου:

Vg η ετήσια αξία βόσκησης (€),

Areag η έκταση του δάσους στην οποία ασκείται η βόσκηση (ha) και

Rg η ετήσια πρόσοδος από τη βόσκηση ανά εκτάριο (€/ha).

Εκτίμηση των παραμέτρων

Η έκταση του δάσους Areag

Εφ' όσον η έκταση είναι υψηλό δάσος, θα εκτιμάται η δυνάμενη να βοσκηθεί έκταση πολλαπλασιάζοντας την έκταση του υπό αποτίμηση υψηλού δάσους επί 0,68, ενώ εάν η εκτίμηση αφορά αείφυλλα πλατύφυλλα, φρυγανικά οικοσυστήματα ή χορτολιβαδικές εκτάσεις, ως Areag θα λαμβάνεται το σύνολο της έκτασης

Ετήσια πρόσοδος ανά εκτάριο (Rg)

Η ετήσια πρόσοδος ανά εκτάριο (Rg) θα λαμβάνεται από τον κατωτέρω Πίν. 5. Πίνακας 5. Ετήσια πρόσοδος από τη βόσκηση (Rg) κατά κατηγορία βλάστησης

Κατηγορία βλάστησης	Ετήσια πρόσοδος R_g (€/ ha)
Υψηλά δάση	45,0
Αείφυλλα πλατύφυλλα	82,5
Φρυγανικά οικοσυστήματα	80,0
Χορτολιβαδικές εκτάσεις	125,0

1.4. Αξία κυνηγιού (Vh)

Η εκτίμηση της ετήσιας αξίας του κυνηγιού θα γίνεται σύμφωνα με τον τύπο $Vh = Areah * MAHR * 0,7$

όπου:

Vh η ετήσια αξία από κυνήγι (€),

Areah η έκταση στην οποία ασκείται το κυνήγι (ha),

MAHR η μέση ετήσια πρόσοδος από κυνήγι (€/ha).

Εκτίμηση παραμέτρων

Η έκταση του δάσους Areah

Θα εκτιμάται η έκταση στην οποία ασκείται το κυνήγι, αφαιρώντας από την υπό αποτίμηση έκταση, την έκταση στην οποία δεν ασκείται το κυνήγι για λόγους οιωνδήποτε απαγορεύσεων.

Η μέση ετήσια πρόσοδος από το κυνήγι (MAHR)

Ως μέση ετήσια πρόσοδος από το κυνήγι (MAHR) θα λαμβάνεται η τιμή: MAHR=1,57 €/ha

1.5. Αξία της αναψυχής (Vr)

Η ετήσια αξία αναψυχής θα εκτιμάται από τον κατωτέρω τύπο:

$$Vr = Area * Rr$$

όπου:

Vr η ετήσια αξία αναψυχής (€),

Area η συνολική υπό αποτίμηση έκταση του δάσους (ha),

Rr η ετήσια αξία αναψυχής στο εκτάριο (€/ha).

Εκτίμηση παραμέτρων

Η έκταση του δάσους (Area)

Θα λαμβάνεται το σύνολο της υπό αποτίμησης έκτασης

Ετήσια αξία αναψυχής στο εκτάριο (Rr)

Η Rr θα λαμβάνεται από τον κατωτέρω Πίν. 6.

Πίνακας 6. Ετήσια αξία αναψυχής στο εκτάριο κατά τον τύπο βλάστησης

Τύπος βλάστησης	Ετήσια αξία αναψυχής R_r (€/ha)
Υψηλά δάση	94,3
Αείφυλλα πλατύφυλλα	75,4
Φρυγανικά οικοσυστήματα	66,0
Χορτολιβαδικές εκτάσεις	47,2

1.6. Αξία της προστασίας του εδάφους (Vps)

Η ετήσια αξία προστασίας του εδάφους δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$Vps = Area * S * Ps$$

Όπου:

Vps η ετήσια αξία προστασίας του εδάφους (€),

Area η έκταση του εκτιμώμενου δάσους (ha),

S η ετήσια απώλεια εδάφους λόγω διάβρωσης που αποφεύγεται (m³/ ha) στις δασικές εκτάσεις,

Ps η τιμή εδάφους (€/m³)

Εκτίμηση των παραμέτρων

Η έκταση του δάσους (Area)

Θα λαμβάνεται το σύνολο της υπό αποτίμησης έκτασης.

Η τιμή εδάφους (Ps)

Θα λαμβάνεται η τιμή 6,00 €/m³.

Η απώλεια εδάφους λόγω διάβρωσης που αποφεύγεται (S)

Για την εκτίμηση της απώλειας του εδάφους, που αποφεύγεται λόγω διάβρωσης, ο χρήστης θα επιλέγει αρχικά το γεωλογικό υπόστρωμα του υπό αποτίμηση δάσους από τον Πίν. 7 και στη συνέχεια επιλέγει τη μορφή φυτοκάλυψης του δάσους από τον Πίν. 8. Επίσης, θα εκτιμά τη μέση κλίση του εδάφους του δάσους (i) είτε χρησιμοποιώντας Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών και ψηφιακό μοντέλο εδάφους, είτε, ελλείψει αυτού, χρησιμοποιώντας την εξίσωση (τύπος Nemes)

$$i = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{\sqrt{A}}$$

όπου:

h_{max} = το μέγιστο υψόμετρο της περιοχής

h_{min} = το ελάχιστο υψόμετρο της περιοχής

A = η επιφάνεια της περιοχής

Με βάση τις πληροφορίες αυτές θα λαμβάνει την ποσότητα απώλειας εδάφους λόγω διάβρωσης που αποφεύγεται χάρη στη φυτοκάλυψη (παραμέτρος S) από τον Πίνακα 9.

Πίνακας 7. Κατηγορίες πετρωμάτων ανάλογα με τη διαβρωσιμότητά τους

A/A	Είδος πετρώματος και υπεδάφους
1	Σκληρά πετρώματα, ανθεκτικά στη διάβρωση
2	Πετρώματα μετρίως ανθεκτικά στη διάβρωση
3	Εύθρυπτα πετρώματα
4	Αποθέσεις, μορένες, άργιλοι, ψαμμόλιθοι και άλλα ανθεκτικά πετρώματα
5	Πολύ ευαίσθητα στη διάβρωση πετρώματα και εδάφη

Πίνακας 8. Κατηγορίες δασικών σχηματισμών ανάλογα με τη συμβολή της φυτοκάλυψης στη μείωση της διαβρωτικής δράσης στο γεωλογικό υπόστρωμα

Κωδικός	Μορφή φυτοκάλυψης
A	Μικτές δασοσυστάδες και πυκνοί θαμνώνες ή δασοσυστάδες αραιές με υπόροφο
B	Δασοσυστάδες κωνοφόρων με υπόροφο ασθενή ή θαμνώνες όχι σύμπυκνοι
Γ	Δασοσυστάδες και θαμνώνες υποβαθμισμένοι, λιβάδια
Δ	Λιβάδια και εδάφη καλλιεργούμενα, υποβαθμισμένα
E	Επιφάνεια χωρίς φυτοκάλυψη

Πίνακας 9. Προστασία εδάφους (μείωση ετήσιας απώλειας φερτών υλών) στο εκτάριο ανά έτος ($m^3/ha/έτος$) χάρη στη φυτοκάλυψη (παράμετρος S).

Κλίση (%)	Μορφή φυτοκάλυψης				
	A	B	Γ	Δ	E
1. Σκληρά πετρώματα ανθεκτικά στη διάβρωση					
0-25%	3,16	2,93	2,44	1,31	0,00
25-40%	4,61	4,28	3,57	1,91	0,00
40-60%	5,62	5,22	4,35	2,33	0,00
60-90%	6,87	6,39	5,32	2,85	0,00
>90%	7,99	7,43	6,18	3,31	0,00
2. Πετρώματα μετρίως ανθεκτικά στη διάβρωση					
0-25%	8,93	8,29	6,91	3,70	0,00
25-40%	13,04	12,11	10,09	5,41	0,00
40-60%	15,90	14,77	12,30	6,59	0,00
60-90%	19,44	18,06	15,04	8,06	0,00
>90%	22,61	21,00	17,49	9,37	0,00
3. Εύθρυπτα πετρώματα					
0-25%	15,39	14,29	11,90	6,38	0,00
25-40%	22,47	20,88	17,38	9,32	0,00
40-60%	27,40	25,45	21,19	11,36	0,00
60-90%	33,51	31,13	25,92	13,89	0,00
>90%	38,96	36,20	30,14	16,15	0,00
4. Αποθέσεις, μορένες, αργίλους, ψαμμόλιθους και άλλα μη ανθεκτικά πετρώματα					
0-25%	24,08	22,37	18,62	9,98	0,00
25-40%	35,17	32,67	27,20	14,58	0,00
40-60%	42,87	39,83	33,16	17,78	0,00
60-90%	52,43	48,71	40,55	21,74	0,00
>90%	60,97	56,64	47,16	25,28	0,00
5. Πολύ ευαίσθητα στη διάβρωση πετρώματα και εδάφη					
0-25%	32,67	30,35	25,27	13,55	0,00
25-40%	47,73	44,34	36,92	19,79	0,00
40-60%	58,19	54,05	45,01	24,12	0,00
60-90%	71,15	66,10	55,04	29,50	0,00
>90%	82,74	76,87	64,00	34,31	0,00

Για την καλύτερη κατανόηση της μεθόδου θα χρησιμοποιηθεί ένα παράδειγμα. Ζητείται η ετησία αξία της προστασίας του εδάφους ενός δάσους ελάτης έκτασης 400 ha. Το

γεωλογικό υπόστρωμα του δάσους ανήκει στα «σκληρά πετρώματα ανθεκτικά στη διάβρωση» και η μορφή φυτοκάλυψης το κατατάσσει στις «μεικτές δασοσυστάδες και πυκνοί θαμνώνες ή δασοσυστάδες αραιές με υπόροφο». Το μέγιστο υψόμετρο της περιοχής του δάσους είναι 1500 m και το ελάχιστο 900 m.

Με βάση την εξίσωση του Nemec, η μέση κλίση του εδάφους εκτιμάται σε 30%. Από το συνδυασμό της μέσης κλίσης, του γεωλογικού υποστρώματος και της κατηγορίας φυτοκάλυψης προκύπτει η τιμή της παραμέτρου S στον Πίνακα 9 ($S=4,61 \text{ m}^3/\text{ha}$).

Επομένως, η ετήσια αξία προστασίας του εδάφους του συγκεκριμένου δάσους έκτασης 400 ha θα είναι:

$$V_{ps} = \text{Area} * S * P_s = 400 \text{ ha} * 4,61 \text{ m}^3/\text{ha} * 6 \text{ €/m}^3 = 11.064 \text{ €}$$

1.7. Αξία της δέσμευσης του άνθρακα (V_{sq})

Η εκτίμηση της ετήσιας αξίας του άνθρακα θα γίνεται με βάση τους τύπους: α)

1. Εφ' όσον είναι υψηλό δάσος ή θαμνώνας αειφύλλων πλατυφύλλων

$$V_{sq} = \text{Area} * [(MAI - V_v) * BEF * (1+R)] * 0,5 * P_c$$

2. Εφ' όσον είναι φρυγανικό οικοσύστημα

$$V_{sq} = \text{Area} * MAI * (1+R) * 0,4 * P_c$$

3. Εφ' όσον είναι χορτολιβαδική έκταση

$$V_{sq} = \text{Area} * MACI * P_c$$

όπου:

V_{sq} η ετήσια αξία της δέσμευσης του άνθρακα (€),

Area η έκταση (ha),

MAI η μέση ετήσια προσαύξηση του ξυλαποθέματος δάσους, θαμνώνα ή φρυγάνων (m^3/ha),

V_v ο μέσος ετήσιος όγκος του ξύλου που συγκομίζεται από το δάσος (m^3/ha),

BEF συντελεστής ο οποίος μετατρέπει τον όγκο του ξυλαποθέματος εκφρασμένου σε m^3 σε υπέργεια βιομάζα εκφρασμένη σε t ξηρής βιομάζας (t/m^3),

R ο λόγος της υπόγειας προς την υπέργεια βιομάζα,

0,5 ο συντελεστής που μετατρέπει την ξυλώδη βιομάζα στην αντίστοιχη ποσότητα άνθρακα (σε t) για τα δάση,

0,4 ο συντελεστής που μετατρέπει τη βιομάζα στην αντίστοιχη ποσότητα άνθρακα (σε t) για τα φρυγανικά οικοσυστήματα,

MACI η ετήσια δέσμευση και αποθήκευση του άνθρακα στο έδαφος σε tC/ha στα χορτολίβαδα και

Pc η τιμή του άνθρακα (€/t).

Εκτίμηση παραμέτρων

Η έκταση του δάσους (Area)

Θα λαμβάνεται το σύνολο της υπό αποτίμησης έκτασης

Μέση ετήσια προσαύξηση (MAI)

- Εφόσον είναι υψηλό δάσος και αείφυλλα πλατύφυλλα ισχύουν όσα αναφέρθηκαν στη Αξία Παραγωγής ξύλου (Παρ. 1.1)
- Εφ' όσον είναι φρυγανικό οικοσύστημα θα λαμβάνεται η τιμή 0,48 t/ha (δεν απαιτείται πολλαπλασιασμός με BEF)

Μέσος ετήσιος όγκος του ξύλου που συγκομίζεται από το δάσος (Vv)

Ο μέσος ετήσιος όγκος του ξύλου που συγκομίζεται από το δάσος θα λαμβάνεται από τον Πίνακα 10.

Πίνακας 10. Ο ετησίως απολαμβανόμενος όγκος των κυριοτέρων δασικών ειδών της χώρας

Δασικό είδος	Απολαμβανόμενος όγκος (m³/ha)
Ελάτη	0,15
Ερυθρελάτη	5,65
Πεύκη	0,30
Οξιά	0,86
Δρύς	0,20
Λοιπά πλατύφυλλα	0,43
Αείφυλλα πλατύφυλλα	0,20

Πίνακας 11. Τιμές του συντελεστή BEF για διάφορες κλάσεις δασικής βλάστησης (οι κλάσεις A-G προορίζονται για δασικές συστάδες μέσου ύψους πάνω από 3,5 m).

Κωδικός Κλάσης	Φυσιογνωμικά χαρακτηριστικά	BEF (t/m ³)
A	Δάση σφενδάμου Υγρόφιλα παρόχθια δάση Υψηλά δάση δρυός σε χαμηλά υψόμετρα Υψηλά δάση οξιάς ή σημύδας	0,80
B	Υψηλά δάση δρυός (<i>Q. petraea</i> , <i>Q. pubescens</i> , <i>Q. cerris</i>) Αειθαλή υψηλά δάση δρυός	0,95
C	Δάση ερυθρελάτης ή ελάτης Μεικτά δάση ελάτης και ερυθρελάτης Δάση δασικής ή μαύρης πεύκης	0,60
D	Λοφώδη και επίπεδα δάση δασικής πεύκης Δάση τραχείας και λευκόδερμου πεύκης Λοφώδη δάση μαύρης πεύκης Μεσογειακά δάση πεύκης Άλλα δάση κωνοφόρων	0,70
E	Πρεμνοφυή δάση οξιάς ή καστανιάς ή γαύρου	0,80
F	Πρεμνοφυή δάση δρυός (<i>Q. petraea</i> , <i>Q. pubescens</i> , <i>Q. aegilops</i> , <i>Q. frainetto</i> , <i>Q. trojana</i>) Πρεμνοφυή δάση οστριάς Πρεμνοφυή αειθαλή δάση δρυός	0,90
G	Μεσογειακά δάση αειφύλλων πλατυφύλλων	1,00
H	Δάση πλατύφυλλων με μέσο ύψος <3,5 m	0,90
I	Δάση κωνοφόρων με μέσο ύψος <3,5 m	0,60

Πηγή: Προσαρμογή από Ciancio et al. (2007)

Ο συντελεστής BEF

Ο συντελεστής BEF θα λαμβάνεται από τον Πίνακα 11.

Ο συντελεστής R

Ο συντελεστής R αναλογίας υπόγειας-υπέργειας βιομάζας θα λαμβάνεται από τον Πίνακα 12.

Πίνακας 12. Συντελεστής R αναλογίας υπόγειας-υπέργειας βιομάζας με βάση τον τύπο βλάστησης.

Τύπος βλάστησης	Συντελεστής R αναλογίας υπόγειας-υπέργειας βιομάζας
Δάσος Κωνοφόρων	0,46
Δάσος Πλατυφύλλων	0,43
Αείφυλλα πλατύφυλλα	2,83
Φρυγανικά οικοσυστήματα	1,48

Η τιμή MACI

Η ετήσια δέσμευση και αποθήκευση του άνθρακα στο έδαφος (MACI) για τις χορτολιβαδικές εκτάσεις της χαμηλής ζώνης που βρίσκονται σε υψόμετρο μέχρι 800 m (όπου

και η τυπική Μεσογειακή βλάστηση) θα λαμβάνεται ίση με 0,1 tC/ha, ενώ για τα χορτολίβαδα που βρίσκονται υψηλότερα ίση με 0,4 tC/ha.

Η τιμή του άνθρακα (Pc)

Ως τιμή άνθρακα θα λαμβάνεται η τιμή 4,87 €/t

1.8. Αξία της βιοποικιλότητας (Vb)

Η ετήσια αξία της βιοποικιλότητας (Vb) θα εκτιμάται με βάση τον παρακάτω τύπο:

$$Vb = Area * N * Pb$$

όπου:

Vb η ετήσια αξία της βιοποικιλότητας (€),

Area η έκταση του δάσους (ha),

N ο συντελεστής φυσικότητας,

Pb η μέγιστη ετήσια αξία της βιοποικιλότητας του δάσους ανά εκτάριο (€/ha)

Εκτίμηση των παραμέτρων

Η έκταση του δάσους (Area)

Θα λαμβάνεται η συνολική έκταση της υπό αποτίμησης έκτασης

Ο συντελεστής φυσικότητας (N)

Ο συντελεστής φυσικότητας θα λαμβάνεται από τον Πίνακα 13.

Πίνακας 13. Συντελεστές φυσικότητας για διάφορους δασικούς τύπους (N).

Είδος δάσους	N
Φυτείες ξενικών ειδών	0,1
Μονοκαλλιέργεια πρεμνοφυών δασών που διαχειρίζονται τακτικά (ηλικία μικρότερη 1.5t*)	0,2
Μικτά πρεμνοφυή δάση που διαχειρίζονται τακτικά (ηλικία μικρότερη 1.5t*)	0,3
Θάμνοι και Μεσογειακά maquis	0,4
Σύνθετα πρεμνοφυή δάση	0,5
Πρεμνοφυή δάση υπό αναγωγή σε υψηλά δάση**	0,6
Μονοκαλλιέργεια υψηλών δασών(αμιγές δάσος)	0,7
Μεικτά υψηλά δάση	0,8
Αναδασώσεις στη φάση μετατροπής σε φυσικό δάσος	0,8
Πολυώροφα μεικτά υψηλά δάση και παρόχθια δάση	0,9
Παρθένα ή αρχέγονα δάση	1,0

* t ελάχιστος περίτροπος χρόνος που ορίζεται από δασικές ρυθμίσεις

** πρεμνοφυή δάση σε αναγωγή σε σπερμοφυή (ηλικία >1,5 του περίτροπου χρόνου) ή πρεμ όπου η δασοκομική επέμβαση για αναγωγή σε σπερμοφυή έχει ξεκινήσει

Πηγή: Σύγγραμμα των Ciancio et al. (2007)

Η μέγιστη ετήσια αξία της βιοποικιλότητας ανά εκτάριο (Pb)

Η μέγιστη ετήσια αξία της βιοποικιλότητας στο εκτάριο θα λαμβάνεται ίση με 120 €/ha.

2. Αρνητικές εξωτερικότητες

2.1. Η ετήσια ζημία λόγω δασικών πυρκαγιών (Df)

Η ετήσια ζημία λόγω του ενδεχομένου πυρκαγιάς θα εκτιμάται με τον παρακάτω τύπο:

$$Df = Area * TC$$

όπου:

Df η ετήσια ζημία λόγω του ενδεχομένου πυρκαγιάς (€),

Area η έκταση του εκτιμώμενου δάσους (ha),

TC η μέση ετήσια ζημία λόγω ενδεχόμενου πυρκαγιάς στο εκτάριο (€/ha).

Εκτίμηση παραμέτρων

Η έκταση του δάσους (Area)

Θα λαμβάνεται η συνολική έκταση της υπό αποτίμηση έκτασης

Ετήσια ζημία λόγω ενδεχόμενου πυρκαγιάς ανά εκτάριο (TC)

Η ετήσια ζημία λόγω ενδεχόμενου πυρκαγιάς ανά εκτάριο θα λαμβάνεται από τον Πίνακα 14.

Πίνακας 14. Ετήσια ζημία ανά ha λόγω ενδεχόμενου πυρκαγιάς των κυριοτέρων δασικών ειδών της χώρας.

Πίνακας 14. Ετήσια ζημία ανά ha λόγω ενδεχόμενου πυρκαγιάς των κυριοτέρων δασικών ειδών της χώρας.

Δασικό είδος	Ετήσια ζημία (€/ha)
Ελάτη	38,63
Ερυθρελάτη	44,46
Πεύκη	55,13
Οξιά	36,93
Δρυς	46,88
Λοιπά πλατύφυλλα	85,80
Αείφυλλα πλατύφυλλα	39,54
Φρυγανικά οικοσυστήματα	41,10
Χορτολιβαδικές εκτάσεις	37,67

2.2. Η ετήσια ζημία του εδάφους λόγω διάβρωσης (De)

Η ετήσια ζημία του εδάφους λόγω διάβρωσης θα λαμβάνεται ίση με μηδέν (De=0), επειδή έχει ήδη ληφθεί υπόψη στην αξία προστασία του εδάφους.

3. Επιτόκιο προεξόφλησης (ρ)

Κατά την εφαρμογή του υποδείγματος αποτίμησης του δάσους θα χρησιμοποιείται ως επιτόκιο προεξόφλησης το 3,5%.

Δ. Συμπεράσματα

Κατ' αρχάς, θα πρέπει να επισημανθεί ότι η παρούσα εργασία ξεκίνησε με τη στόχευση να αποδώσει μια συγκεκριμένη συνολική αξία στα δάση της χώρας. Ο στόχος κατέστη ανέφικτος, όταν διαπιστώθηκε ότι ακόμα και τα στοιχεία αναφορικά με την έκταση που καλύπτουν τα δάση στη χώρα μας είναι τουλάχιστον αβέβαια, αφού παρέχονται με διαφορετικά κίνητρα ή κριτήρια καθιστώντας ιδιαιτέρως δυσχερές κάθε έργο πραγματικής αποτίμησης της πλήρους αξίας των δασών της χώρας, τουλάχιστον με βάση τα στοιχεία αυτά. Έτσι, η εργασία αναγκαστικά περιορίστηκε στην διαπίστωση μεθόδων υπολογισμού της αξίας των δασικών προϊόντων, ιδίως του ξύλου, αλλά και στην αξία της δασοσυστάδας, ως ενιαίο λειτουργικό σύνολο, η οποία, όμως και πάλι προσδιορίστηκε με βάση την παραγωγική δυναμική της σε ξύλο.

Προφανώς, καμία από τις εκτιμήσεις αυτές δεν ικανοποιεί ούτε την επιστήμη, ούτε την κοινή λογική, ούτε τον γράφοντα. Και τούτο διότι με τον τρόπο αυτό, είτε μένουν ανεκτίμητα δασικά προϊόντα όπως το οξυγόνο, που είναι θεμελιώδες για την ανθρώπινη ζωή, είτε υποεκτιμώνται. Πχ όπως είδαμε παραπάνω ένα στρέμμα δάσους παράγει το οξυγόνο που χρειάζεται ένας άνθρωπος μέσα στη διάρκεια ενός έτους, το οποίο υπολογίζεται σε περίπου 250 λίτρα οξυγόνου. Λαμβάνοντας υπόψη την κατώτερη εκτίμηση, ήτοι ότι η χώρα μας διαθέτει περί τα 25.000.000 στρέμματα δάσους, αυτό σημαίνει ότι από τα δάση της Ελλάδας παράγονται κατ' έτος 6.250.000.000 λίτρα οξυγόνου, ικανά να υποστηρίξουν τη ζωή 25 εκατομμυρίων ανθρώπων. Με ελάχιστη τιμή οξυγόνου περί τα 2€/λίτρο αυτό σημαίνει ότι με τη μέθοδο της αγοραίας αξίας, η αξία του κατ' έτος παραγόμενου οξυγόνου ανέρχεται σε περίπου 12,5 δις €. Με άλλη μέθοδο υπολογισμού από αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω, η αποστέρηση του οξυγόνου αυτού από την ατμόσφαιρα δεν αφαιρεί μόνο ένα πολύτιμο αγαθό αξίας 12,5 δις € αλλά εκμηδενίζει τη δυνατότητα επιβίωσης 25.000.000 ανθρώπων. Λαμβάνοντας ως αξία της στατιστικής ζωής στην Ελλάδα το ελάχιστο της ασφαλιστικής αποζημίωσης που ορίζεται στο Νόμο (σε περίπτωση αυτοκινητικού ατυχήματος) το οποίο στον παρόντα χρόνο ανέρχεται σε 1.220.000€ αυτό σημαίνει ότι η αξία του παραγόμενου οξυγόνου από τα Ελληνικά δάση, με τη μέθοδο αυτή, θα αποτιμώνταν σε 30.500.000.000.000€. Η απόκλιση των αξιών ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους αποτίμησης είναι χαοτική και δημιουργεί αβεβαιότητα, ένεκα της οποίας είναι αδύνατη η εξαγωγή μιας αντικειμενικής και πραγματικής αξίας για κάθε παραγόμενο αγαθό ή υπηρεσία από το δάσος.

Ωστόσο, υπάρχει μια μείζων συμφωνία σε όλα τα παραπάνω. Και αυτή εντοπίζεται στην τεράστια αξία που έχουν τα δάση για τη ζωή, για την κοινωνία, για την οικονομία, έστω

κι αν αυτή δεν μπορεί να προσδιοριστεί ακριβώς, πραγματικά και αντικειμενικά σε χρηματικά μεγέθη. Ανεξαρτήτως της μεθόδου αποτίμησης που θα επιλέξει ο αναγνώστης, ο οικονομολόγος ή και ο εθνικός ή (ίσως, στο μέλλον) ο κοινοτικός νομοθέτης, η αξία αυτή είναι τεράστια, ακόμα κι αν αφορά έστω και μόνο ένα δασικό αγαθό, όπως είναι το οξυγόνο.

Είδαμε παραπάνω, όμως, ότι τα παραγόμενα από το δάσος αγαθά και υπηρεσίες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το δάσος.

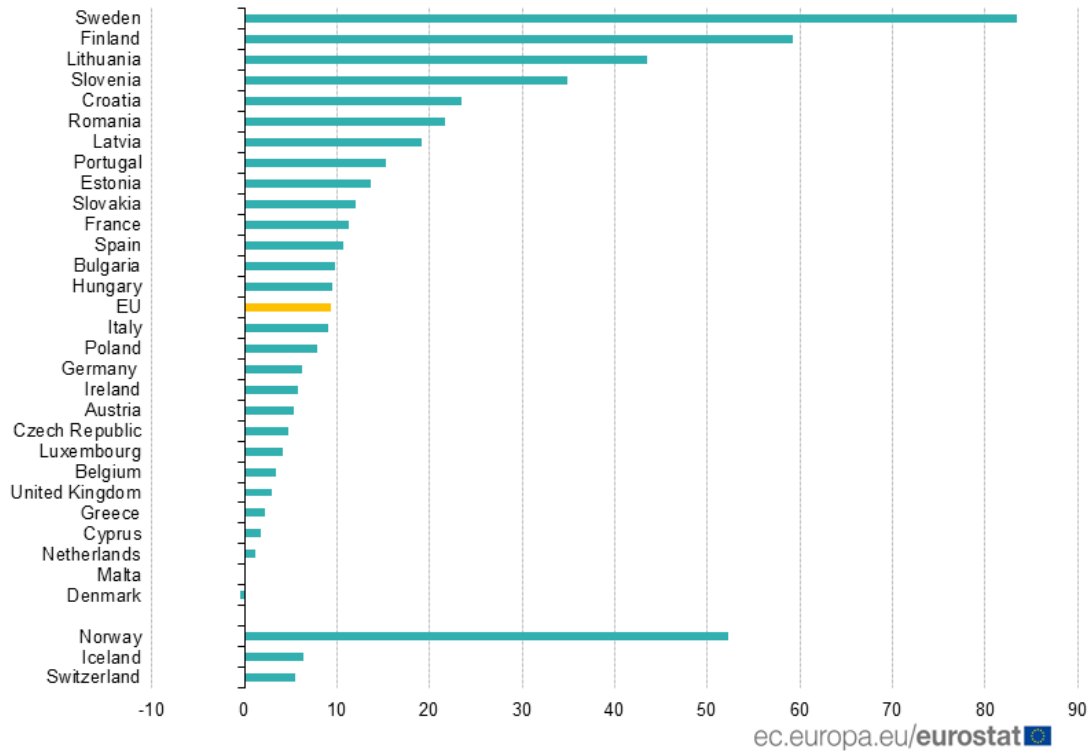
Ένα από τα χαρακτηριστικά που απεικονίζουν την κατάσταση των δασών της χώρας, τα οποία καταλαμβάνουν έκταση 3,4 εκατομμυρίων στρεμμάτων σε επιφάνεια συμπαγούς δάσους, μόλις το 25% έχει κανονική πυκνότητα. Αποτέλεσμα αυτής της κατάστασης είναι το πολύ χαμηλό ξυλώδες κεφάλαιο στη μονάδα επιφάνειας του δάσους το οποίο φθάνει τα 4 κ.μ / στρέμμα, στο σύνολο των "βιομηχανικών" δασών. Το μέγεθος αυτό είναι πολύ μικρό συγκρινόμενο με εκείνο που κανονικά έπρεπε να έχει το δάσος και που εκτιμάται στο ύψος των 15 κ.μ. / στρέμμα. Επίσης, το πόσο χαμηλό είναι το ξυλώδες κεφάλαιο των δασών μας φαίνεται και από τη σύγκριση με τα αντίστοιχα μεγέθη άλλων Ευρωπαϊκών χωρών. Στη Γερμανία είναι 15.2 κ.μ. /στρέμμα, στην Αυστρία 21.2 κ.μ. /στρέμμα.

Εξάλλου η υγεία του υπάρχοντος ξυλώδους κεφαλαίου δεν είναι και τόσο καλή. Μόλις το 39% των δένδρων των δασών μας μπορούν να θεωρηθούν υγιή.

Έτσι παρά το ευνοϊκό κλίμα που επικρατεί στη χώρα μας για την ανάπτυξη των δασών, ιδιαίτερα στη Βόρεια και Δυτική Ελλάδα, η κακή διαχείριση την οποία υπέστησαν, ιδιαίτερα τον προηγούμενο αιώνα, και οι πολυποίκιλες μορφές "δουλείας" (βοσκή, καυσοξύλευση), οι οποίες ακόμη και σήμερα τα βαρύνουν, έχουν μειώσει την έκταση τους και έχουν υποβαθμίσει σημαντικά τις παραγωγικές δυνατότητές τους.

Η κακή κατάσταση των Ελληνικών δασών επιδρά και στη δυνατότητα απορρόφησης των αερίων του θερμοκηπίου. Έτσι, η Ελλάδα κατέχει μόλις την 25^η θέση σε ικανότητα απορρόφησης αερίων του θερμοκηπίου από τα δάση της, όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί

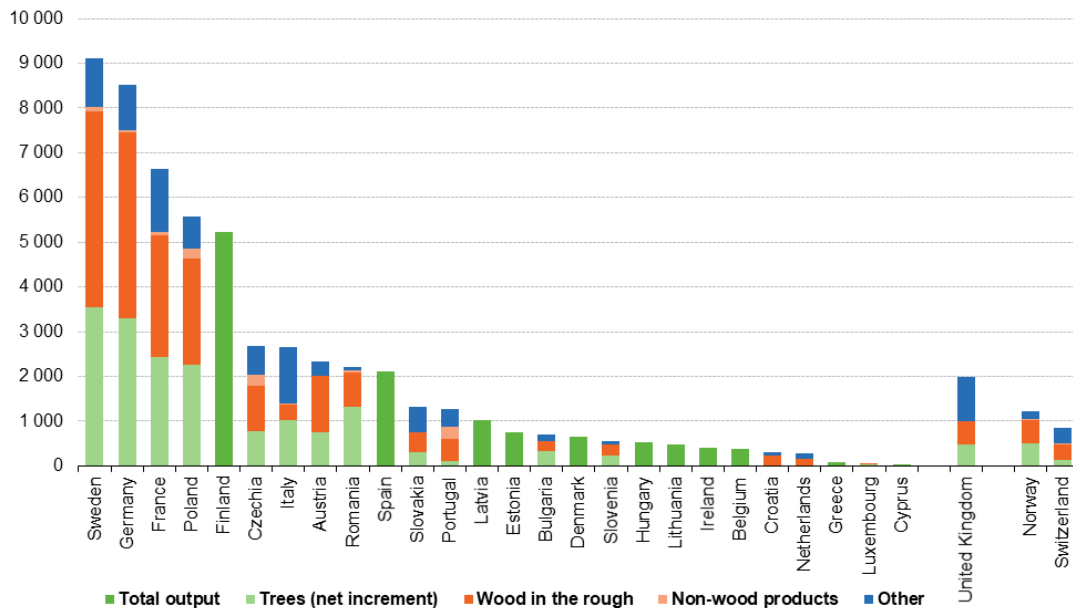
GHG emissions absorption by forests in the EU (% of GHG emissions absorbed)



Ενώ η κακή κατάσταση των Ελληνικών δασών, η έλλειψη σωστής και ολοκληρωμένης διαχείρισης και οι καταστροφές των δασών έχουν ως αποτέλεσμα πολύ μικρή συνεισφορά στα οικονομικά της χώρας, όπως φαίνεται παρακάτω

Output of forestry and logging by type, 2017

(million EUR, current basic prices)



Note: Malta: not applicable.

Source: Eurostat (online data code: for_sup_cp)

eurostat

Συνακόλουθα, πολύ χαμηλές είναι οι επιδόσεις της Ελλάδας και στην εργασία που παρέχουν τα δάση της. Έτσι, υπολογίζεται ότι το 2017 μόλις 9,3 άνθρωποι εργάζονταν ανά εκτάριο δάσους, με τους 2,6 εξ αυτών να απασχολούνται στην παραγωγή ξύλου και με παραγωγικότητα της εργασίας 100 m³ προϊόντος ανά εργαζόμενο ή με παραγωγή μόλις 7.000€ ανά εργαζόμενο, όπως φαίνεται παρακάτω

Employment and apparent labour productivity in forestry and logging, 2005 and 2017

	Persons employed		Persons employed / forest area available for wood supply		Apparent labour productivity			
	2005	2017	2005	2017 (¹)	2005	2017 (²)	2005	2017
	(1 000 annual working units)		(persons employed / 1 000 ha)		(1 000 m³ removals / person employed)		(EUR 1 000 gross value added / person employed)	
EU-27	513.6	483.7	3.9	3.7	1.0	0.9	28.7	54.2
Belgium	2.4	2.3	3.6	3.4	2.1	2.1	39.2	36.0
Bulgaria	13.3	12.0	5.2	5.4	0.4	0.5	6.3	19.5
Czechia	27.4	21.7	10.9	9.4	0.6	0.8	18.1	55.3
Denmark	5.0	6.0	9.4	10.5	0.6	0.6	32.3	49.3
Germany	47.4	48.0	4.4	4.4	1.2	1.1	36.6	66.4
Estonia	6.6	5.5	3.2	2.8	0.9	1.7	21.4	45.0
Ireland	2.1	3.3	3.6	5.3	1.3	1.1	28.0	15.9
Greece	4.7	9.3	1.4	2.6	0.3	0.1	11.4	7.0
Spain	29.3	17.8	2.1	1.2	0.5	0.8	26.8	55.9
France	30.8	28.7	2.0	1.8	1.7	1.8	96.4	115.6
Croatia	.	13.8	.	7.9	.	0.4	.	14.1
Italy	31.9	39.8	4.1	4.8	0.3	0.3	11.4	54.2
Cyprus	0.1	0.1	2.9	2.7	0.1	0.1	13.2	31.0
Latvia	19.4	17.2	6.3	5.5	0.7	0.7	8.0	22.8
Lithuania	18.7	13.2	10.2	6.8	0.3	0.5	5.4	16.1
Luxembourg	0.3	0.6	3.0	6.7	1.0	0.7	22.8	54.5
Hungary	8.7	20.6	5.2	11.6	0.7	0.3	15.2	12.1
Malta	0.0	0.0
Netherlands	1.6	2.0	5.3	6.6	0.7	1.6	29.6	70.5
Austria	18.9	19.0	5.7	5.7	0.9	0.9	45.8	56.6
Poland	36.8	52.7	4.4	6.4	0.9	0.8	30.2	36.2
Portugal	13.3	14.1	6.0	6.7	0.8	1.0	61.2	62.0
Romania	.	47.8	.	10.3	.	0.3	.	27.4
Slovenia	6.0	7.2	5.1	6.3	0.5	0.7	19.2	36.9
Slovakia	13.4	19.7	7.7	11.0	0.7	0.5	19.4	21.7
Finland	20.0	20.4	1.0	1.0	2.6	2.8	121.1	185.5
Sweden	29.0	41.0	1.4	2.1	3.4	1.8	45.0	85.9
United Kingdom	12.0	16.0	4.0	5.1	0.7	0.6	29.7	40.1
Norway	7.1	5.7	0.8	0.7	1.4	.	84.4	113.1
Switzerland	7.3	6.4	6.2	5.3	0.7	0.7	24.3	51.4

(.) not available

(¹) Forest area available for wood supply: data refer to 2015.

(²) 2011 data used for Belgium, 2013 data used for Greece, for removals

Source: Eurostat (online data codes: nama_10_a64_e, for_awu, for_area, for_remov and for_eco_cp)

eurostat 

Με τα δεδομένα αυτά, αποδεικνύεται ότι η χώρα διαθέτει τεράστιο δασικό πλούτο, τον οποίο επιλέγει είτε να υποεκτιμά, είτε να τον απαξιώνει με το να μην τον διαχειρίζεται καθόλου, είτε να τον διαχειρίζεται ελλιπώς και προβληματικά, παρόλο που η οικονομική της κατάσταση δεν της παρέχει τέτοιες πολυτέλειες. Και, μάλιστα, υποεκτιμά, υποβαθμίζει ή αδιαφορεί για τα δάση, την ώρα που η κλιματική αλλαγή τα απειλεί ακόμα και με εξαφάνιση. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η αύξηση του CO₂ στην ατμόσφαιρα θα αλλάξει το κλίμα της γης και τον κύκλο του άνθρακα. Τα δασικά οικοσυστήματα θα δεχτούν σημαντικές πιέσεις, θα υποχρεωθούν σε συνθετικές και λειτουργικές μεταβολές αμφίβολης χρονικής διάρκειας και, ενδεχομένως, να οδηγήσουν σε μεγάλες απώλειες. Κατ' επέκταση, οι διαχειριστικοί στόχοι, εάν υπήρχαν, θα έπρεπε να προσαρμοστούν στη διατήρηση υγιών δασών, ώστε να επιτελούν το φυσικό τους ρόλο, εν προκειμένω να δεσμεύουν CO₂ μέσω της φωτοσύνθεσης και να το αποθηκεύουν ως βιομάζα. Αντίστοιχα θα έπρεπε να προσαρμοστούν τα διαχειριστικά μέτρα, ώστε τα δάση να προστατεύονται αποτελεσματικά από τις πυρκαγιές, η εκμετάλλευση του ξύλου και της βιομάζας.

Τέτοιες πολιτικές, όμως, δεν υπάρχουν καν. Απεναντίας, η νομοθετημένη μέθοδος εκτίμησης, η οποία αναφέρει προεξοφλητικό επιτόκιο ύψους 3,5% κρύβει την παραδοχή ότι τα δάση της Ελλάδας είναι σε πάρα πολύ καλή κατάσταση, πλην μόνο ίσως να μην έχουν εξασφαλισμένες πωλήσεις των προϊόντων τους (βλ υποσημείωση 8 αναφορικά με το ύψος του προεξοφλητικού επιτοκίου και τι σημαίνει αυτό). Ενώ ταυτίζει την αξία της προστασίας του εδάφους με την προστασία από τη διάβρωση, παραβλέποντας ότι τα δάση συντελούν και στην αποτροπή εξάτμισης του εδάφους, αλλά και σε παραγωγή νέων εδαφών, πλούσιων σε θρεπτικά συστατικά και πολύ υγιέστερων (σε σχέση με περιεκτικότητα σε μήκυτες και μικρόβια) σε σχέση με τα αντίστοιχα των αγροτοκτηνοτροφικών καλλιέργειών και των αστικών περιβαλλόντων. Ένα τελευταίο παράδειγμα ψευδοεκτίμησης εκ μέρους του νομοθέτη, αφορά τη ζημία από τις πυρκαγιές, η οποία γίνεται με βάση στρεμματικούς υπολογισμούς κόστους που καταγράφηκαν σε παραπάνω πίνακα. Έτσι, πχ ο τύπος υπολογισμού της ζημίας από την καταστροφή λόγω πυρκαγιάς παραβλέπει ότι κάθε τετραγωνικό μέτρο δάσους συσσωρεύει περίπου 250 με 300 λίτρα νερού τα οποία, λόγω της πυρκαγιάς, χάνονται. Η ζημία αυτή στα 1000 τμ (= 1 στρέμμα) ανέρχεται κατ' ελάχιστο σε απώλεια 250.000 λίτρων νερού, που με τρέχουσες αγοραίες αξίες (0,5 λίτρα νερού = 0,5€) συνεπάγεται μόνο από την απώλεια νερού, βλάβη ύψους 125.000€/στρέμμα. Παρά ταύτα, η μέγιστη ετήσια ζημία που προέβλεψε ο Έλληνας νομοθέτης ανέρχεται σε 85,80€ κι αφορά μόνο στα δάση πλατύφυλλων δέντρων. Με όλα αυτά, τόσο ο Έλληνας νομοθέτης, όσο και η εκτελεστική εξουσία παρουσιάζονται αναξιόπιστοι: Αφενός επιλέγουν την υποεκτίμηση της δασικής γης, των δασικών προϊόντων και των δασικών υπηρεσιών, αδιαφορούν για τα δάση, τα αγνοούν και δεν έχουν νομοθετημένες πολιτικές διαχείρισης, αλλά αφετέρου εκτιμούν ανεδαφικά ότι τα Ελληνικά δάση είναι σε πολύ καλή κατάσταση, ωσάν ένα μαγικό χέρι (της αγοράς;) να μεριμνά για την δήθεν καλή κατάσταση των δασών. Οι παραπάνω παραδοχές, πέρα από ψευδείς, αντικειμενικά σωρευόμενες καταλήγουν αντιφατικές.

Μετά τα παραπάνω, μάλλον καθίσταται προφανές ότι η τραγωδία του κοινού πόρου, που λέγεται δάσος, στην χώρα μας, φαίνεται να είναι κυρίαρχα πρόβλημα θεσμικό. Ίσως, τελικά αυτός να είναι ο μεγαλύτερος κίνδυνος του δάσους: Οι ανεπαρκείς θεσμοί. Και ίσως αυτή να είναι η σωστή μέθοδος υπολογισμού της αξίας του δάσους. Η μέθοδος της υπολογισμού της απώλειας, όλων όσα χάνουν ή παραλείπουν να καρπωθούν αναξιόπιστοι και ανεπαρκείς θεσμοί της χώρας από τα δάση.

Βιβλιογραφία

- Θεματολογικά δελτία ΕΕ 2020
- Νικόλαου Προύτσου, 2010, Μικρομετεωρολογία και διαθεσιμότητα νερού φυλλοβόλου δάσους
- Το δάσος, Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, επιμέλεια Αριστοτέλης Παπαγεωργίου, Γεώργιος Καρέτσος, Γεώργιος Κατσαδωράκης, WWF 2012
- Στεριανή Ματσιώρη, 2001, Εκτίμηση της αξίας φυσικών δασικών πόρων στην ευρύτερη περιοχή του Πανεπιστημιακού δάσους Πετρουλίου
- Παναγιώτη Ξανθόπουλου, 1998, Η διαχείριση των δασών και η στρατηγική βιώσιμης ανάπτυξης
- Αλμπάνης, Ξανθόπουλος, Σκουτέρη, Θεοδωρίδης, Χριστοδούλου, Παλάσκας 2015, Μεθοδολογία εκτίμησης της αξίας της δασικής γης στην Ελλάδα
- Ανάγνος, Ε Ν , Α Κ Παπασταύρου, Κ Ι Μακρής (1992) Ασκήσεις Δασικής Εκτιμητικής (τεύχος Α') Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Έκδοση Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο Θεσσαλονίκη
- Γεωργόπουλος, Α (1963) Δασική Εκτιμητική (Σημειώσεις) Α Π Θ Θεσσαλονίκη
- Δαμαλάς, Γ (1974) Μέθοδοι Αποτιμήσεως των Έμμεσων Ωφελειών εκ των Ορεινών Πόρων Το Δάσος 26, 54-58
- Δαμαλάς, Γ (1982) Το πρόβλημα της εκτιμήσεως των άυλων αγαθών των δασών σε χρήμα Δασικά χρονικά Τεύχος 9-100 Αθήνα
- Ελευθεριάδης, Ν (1980) Εκτίμηση της Αξίας της Υπαίθριας Αναψυχής Η Περίπτωση Θάσου Επιστημονική Επετηρίδα της Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής, Δασολογικό Τμήμα, Αναμνηστικός Τόμος 50 Χρόνια Δασολογίας, Α Π Θ , Θεσσαλονίκη
- Ελευθεριάδης, Ν (1983) Η συμβολή των Δασών στην Οικονομία και Ποιότητα της Ζωής μας Εισήγηση στην ημερίδα της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρίας με θέμα «Προστασία και Αξιοποίηση του δάσους και του Φυσικού Περιβάλλοντος» Θεσσαλονίκη
- Ελευθεριάδης, Ν Και ΙΑ Τσαλικίδης (1989) Τουρισμός στη Ζώνη των Παραλιακών Πευκοδασών Α Π Θ Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Ανθοκομίας και αρχιτεκτονικής Τοπίου ΤΕΙ Καβάλας, Τμήμα Δασοπονίας Δράμας Θεσσαλονίκη
- Ελευθεριάδης, Ν (1997) Δασική Εκτιμητική & Αξιολόγηση Δασικών Έργων Τ Ε Ι Δράμας Δράμα
- Ελευθεριάδης, Ν , Β Καζάνα (1996) Τεχνικές Οικονομικής Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Αγαθών Η Περίπτωση του Εθνικού Δρυμού Ολύμπου

- Καζάνα, Β και Ελευθεριάδης Ν (1999) Οικονομική Εκτίμηση της Αξίας Χρήσης Υπαίθριας Αναψυχής με τη Μέθοδο της Εξαρτημένης Αποτίμησης Η Περίπτωση της Περιοχής Πηγών Μυλοποτάμου Δράμας Σύγχρονα Προβλήματα Δασοπονίας Πρακτικά 8^ο Πανελληνίου Συνεδρίου (6-8 Απριλίου 1998) Θεσσαλονίκη
- Καραμέρης Κ Α (1988), Εκτίμηση της Αξίας Αναψυχής στα Περιαστικά Δάση Γεωτεχνικά τεύχος 1
- Καραμέρης ΚΑ (1988) Μέθοδοι Εκτίμησης της Αξίας Αναψυχής στα Δάση Δασικά Χρονικά Νο 30, τεύχος 2
- Καραμέρης, Α (1988) Ζήτηση και Προοπτικές της Δραστηριότητας του Σκι ως Κύρια έκφραση του χειμερινού Τουρισμού ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ Τεύχος 2, σελ 67-78
- Κινητής Ανδρέας. (1971). Η θεωρία της συμπεριφοράς του Καταναλωτού και της ζήτησεως. Εκδόσεις Μπουλούκου, Αθήνα.
- Κώττης Χ. Γεώργιος (1975). Οικονομική της προστασίας του περιβάλλοντος. Εκδόσεις Παπαζήση. Αθήνα.
- Κώττης, Χ.Γ. (1994). Οικολογία και Οικονομία. Εκδόσεις Παπαζήση. Αθήνα.
- Διάκος, Γ.Λ. (1997). Η Αναψυχή στα Δάση Μέρος Ι, Θεσσαλονίκη.
- Μακρή, Κ.Ι. (1975). Δασική Εκτιμητική. ΤεύχοςΑ. Εκδόσις Β. Βελτιωμένη. Θεσσαλονίκη.
- Παπασταύρου, Κ.Α., Ν.Ε. Ανάγνος και Κ.Ι. Μακρής. (1978). Η Έρευνα της Χρηματοοικονομικής Ωριμότητας στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου και η Δασοπονική Σκοπιά. Ταμείο Δ.Δ. Πανεπιστημιακών Δασών. Θεσσαλονίκη.
- Σταμου, Ι.Κ. (2000). Οικονομική και Περιβλαλλον. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις. Θεσσαλονίκη.
- Στάμου, Ν. (1985). Οικονομική των Δασικών Εκμεταλλεύσεων (Δασική οικονομική Ι). Α Π Θ. Θεσσαλονίκη 1985.
- Φλογαΐτη Ευγενία (1995). Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Ελληνικά Γράμματα. Αθήνα.

Σημείωση: Η ξένη βιβλιογραφία που αναφέρεται στο κείμενο προκύπτει από παραπομπή σε αυτήν, από την Στεριανή Ματσιώρη, 2001, Εκτίμηση της αξίας φυσικών δασικών πόρων στην ευρύτερη περιοχή του Πανεπιστημιακού δάσους Περτουλίου.