

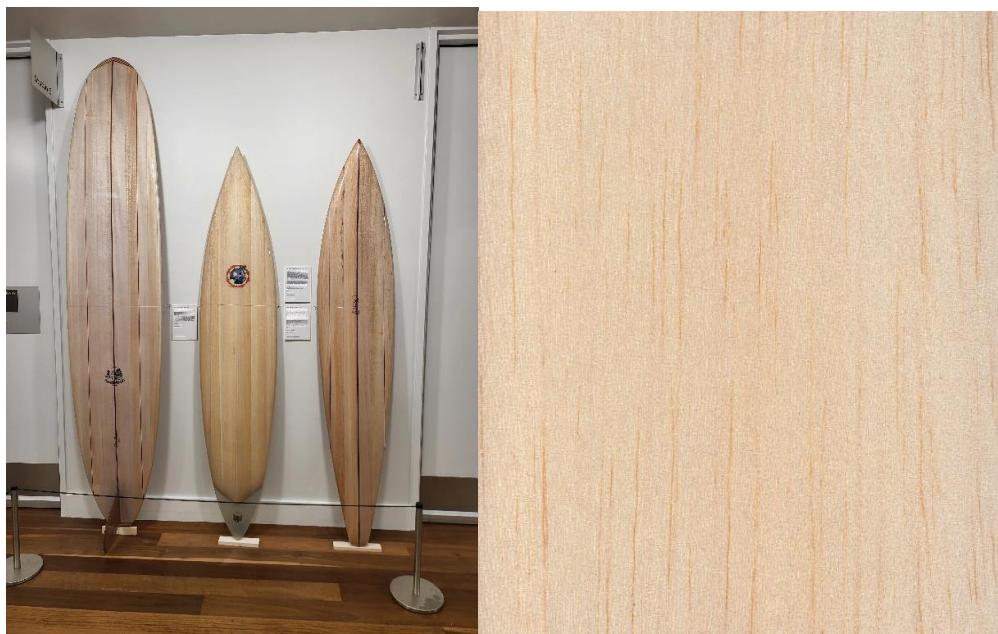


Διπλωματική εργασία:

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ,
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΞΥΛΟΥ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

**«Μελέτη Τροπικών Ειδών Ξύλου της Ελληνικής
Αγοράς»**

Γκίκα Κωνσταντίνας & Σηφαλουδάκη Αικατερίνης



Επιβλέπων καθηγητής:
Καθ. Δρ. Γεώργιος Ι. Μαντάνης

Καρδίτσα · Ιούνιος 2026

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

«Εμείς, η Κων/να Γκίκα και η Αικατερίνη Σηφαλουδάκη, δηλώνουμε υπεύθυνα ότι η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο: **«Μελέτη Τροπικών Ειδών Ξύλου της Ελληνικής Αγοράς»** είναι δική μας, και βεβαιώνουμε ότι:

- Σε όσες περιπτώσεις έχουμε συμβουλευτεί δημοσιευμένη εργασία τρίτων, αυτό επισημαίνεται με σχετική αναφορά στα επίμαχα σημεία και στη βιβλιογραφία,
- Σε όσες περιπτώσεις μεταφέρουμε λόγια τρίτων, αυτό επισημαίνεται με σχετική αναφορά στα επίμαχα σημεία με εξαίρεση τέτοιες περιπτώσεις, το υπόλοιπο κείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί δική μας εργασία,
- Αναφέρουμε ρητά όλες τις πηγές βοήθειας που χρησιμοποιήσαμε, και
- Σε περιπτώσεις που τμήματα της διπλωματικής εργασίας έγιναν από κοινού με τρίτους, αναφέρουμε ρητά ποια είναι η δική μας συνεισφορά και ποια των τρίτων.

Τέλος, γνωρίζουμε πως η λογοκλοπή αποτελεί σοβαρότατο ακαδημαϊκό και ποινικό αδίκημα και είμαστε ενήμεροι για την τυχόν επέλευση νομικών συνεπειών».

Καρδίτσα, 10/06/2026

Κων/να Γκίκα

Αικ. Σηφαλουδάκη

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας στον επιβλέποντα καθηγητή Γεώργιο Ι. Μαντάνη, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση κατά την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Ακόμη, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τις οικογένειες μας, για την αμέριστη στήριξη σε όλη την διάρκεια των σπουδών μας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	2
Περίληψη	4
Abstract	5
Εισαγωγή.....	7
1. Δασικά οικοσυστήματα και πρώτες ύλες ξύλου	8
1.1 Δασική βλάστηση και ζώνες του πλανήτη	8
1.1.1 Κύριες δασικές ζώνες.....	9
1.1.2 Κοινά χαρακτηριστικά των τροπικών ειδών.....	12
1.2 Χαρακτηριστικά τροπικών και εύκρατων ειδών ξύλου	13
1.3 Σύγκριση τροπικής και εύκρατης ξυλείας.....	14
2. Είδη και ιδιότητες τροπικής ξυλείας	17
2.1 Bete (<i>Mansonia altissima</i>)	17
2.1.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Bete	18
2.1.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Bete	18
2.1.3 Μηχανικές ιδιότητες Bete	19
2.1.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Bete.....	19
2.1.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Bete	19
2.2 Meranti Yellow.....	20
2.2.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Meranti Yellow	20
2.2.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Meranti Yellow	21
2.2.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Meranti Yellow	21
2.2.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Meranti Yellow.....	21
2.2.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Meranti Yellow	21
2.3 African Mahogany	22
2.3.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους African Mahogany	23

2.3.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους African Mahogany	23
2.3.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους African Mahogany	24
2.3.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους African Mahogany	24
2.3.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους African Mahogany.....	24
2.4 Anigre	25
2.4.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Anigre	25
2.4.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Anigre	26
2.4.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Anigre	26
2.4.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Anigre	26
2.4.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Anigre.....	27
2.5 Merbau	27
2.5.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Merbau	28
2.5.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Merbau	28
2.5.3 Μηχανικές ιδιότητες Merbau	29
2.5.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Merbau	29
2.5.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Merbau.....	29
2.6 Bangkirai.....	30
2.5.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Bangkirai.....	31
2.5.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Bangkirai	31
2.5.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Bangkirai	32
2.5.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Bangkirai.....	32
2.5.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Bangkirai	32
2.7 Sapele	33
2.7.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Sapele	34
2.7.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Sapele	35
2.7.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Sapele.....	35
2.7.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Sapele	36
2.7.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Sapele	36
2.8 Bubinga	36
2.8.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Bubinga	37
2.8.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Bubinga	38
2.8.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Bubinga.....	38

2.8.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Bubinga	38
2.8.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Bubinga	39
2.9 Afzelia.....	39
2.9.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Afzelia	40
2.9.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Afzelia.....	40
2.9.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Afzelia	41
2.9.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Afzelia	41
2.9.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Afzelia	41
2.10 Ipe	42
2.10.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Ipe.....	42
2.10.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Ipe	43
2.10.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Ipe	43
2.10.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους	44
2.10.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Ipe.....	44
2.11 Iroko	44
2.11.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Iroko	45
2.11.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Iroko	46
2.11.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Iroko	46
2.11.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Iroko	46
2.11.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Iroko.....	47
2.12 Sipo (Utile)	47
2.12.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Sipo	48
2.12.3 Μηχανικές ιδιότητες Sipo	48
2.12.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Sipo	49
2.12.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Sipo.....	49
2.13 Sucupira	49
2.13.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Sucupira	51
2.13.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Sucupira	51
2.13.3 Μηχανικές ιδιότητες Sucupira	52
2.13.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Sucupira	52
2.13.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Sucupira	52
2.14 Tatajuba	52

2.14.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Tatajuba	53
2.14.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Tatajuba	53
2.14.3 Μηχανικές ιδιότητες Tatajuba.....	54
2.14.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Tatajuba.....	54
2.14.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Tatajuba	54
2.15 Teak.....	55
2.15.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Teak	56
2.15.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Teak.....	56
2.15.3 Μηχανικές ιδιότητες Teak	56
2.15.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Teak.....	56
2.15.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Teak	57
2.16 Wenge	57
2.16.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Wenge	58
2.16.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Wenge.....	58
2.16.3 Μηχανικές ιδιότητες Wenge	59
2.16.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Wenge	59
2.16.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Wenge	59
2.17 Niangon	60
2.17.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Niangon	61
2.17.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Niangon	61
2.17.3 Μηχανικές ιδιότητες Niangon	61
2.17.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Niangon	61
2.17.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Niangon	61
2.18 Jatoba	62
2.18.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Jatoba	62
2.18.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Jatoba	63
2.18.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Jatoba	63
2.18.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Jatoba	64
2.18.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Jatoba.....	64
2.19 Koto.....	64
2.19.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Koto.....	65
2.19.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Koto	65

2.19.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Koto	66
2.19.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Koto	66
2.19.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Koto	66
2.20 Balsa	67
2.20.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Balsa	67
2.20.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Balsa	68
2.20.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Balsa.....	68
2.20.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Balsa	68
2.20.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Balsa	69
3. Τροπική ξυλεία στην ελληνική αγορά.....	69
3.1 Χρήσεις τροπικής ξυλείας στην ελληνική αγορά	70
3.2 Εισαγωγή τροπικής ξυλείας στην Ελλάδα και Επιχειρήσεις.....	72
3.2.1 Μεγάλοι Εισαγωγείς Πριστής Ξυλείας	73
3.2.2 Επίδραση Ευρωπαϊκού Νομοθετικού Πλαισίου (EUTR & EUDR) στις εισαγωγές τροπικής ξυλείας.....	74
3.2.2.1 Ευρωπαϊκός Κανονισμός Ξυλείας-EUTR (European Union Timber Regulation) αριθμ. 995/2010.....	74
3.2.2.2 Νέος Κανονισμός Αποψίλωσης-EUDR αριθμ. 2023/1115	75
4. Μέσα και μέθοδοι κατεργασίας τροπικής ξυλείας	75
4.1 Ιδιαιτερότητες και προκλήσεις τροπικής ξυλείας στην κατεργασία	76
4.2 Μέσα Πρίσης και Μέθοδοι Μηχανικής Κατεργασίας	76
4.2.1 Χρήση ειδικών υλικών στα κοπτικά εργαλεία.....	76
4.2.2 Προσαρμογή της γωνίας κοπής	77
4.2.3 Σωστή ταχύτητα κοπής και προώθησης	77
4.3 Τεχνικές Ξήρανσης Τροπικής Ξυλείας.....	77
4.3.1 Σύγχρονες Μέθοδοι Αντιμετώπισης	78
4.3.1.1 Προ-ξήρανση σε αέρα (Air drying).....	78
4.3.1.2Επάλειψη των άκρων (End-coating)	78
4.3.1.3 Ήπια προγράμματα τεχνητής ξήρανσης (Mild Kiln Schedules)	78
4.4 Δυσκολίες στη Συγκόλληση και στο Φινίρισμα (Finishing)	78
4.4.1 Υψηλή Περιεκτικότητα σε Εκχυλίσματα	79
4.4.2 Μικρό Πορώδες, Υψηλή Πυκνότητα, Ακραίες Τιμές pH.....	79

4.5 Μέθοδοι Αντιμετώπισης στις Βιομηχανίες	79
4.5.1 Καθαρισμός με Διαλύτες.....	79
4.5.2 Επιλογή Ειδικών Συγκολλητικών Ουσιών	79
4.5.3 Χρήση Ειδικών Ασταριών	79
Συμπεράσματα.....	80
Βιβλιογραφία	83

Περίληψη

Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας διερευνώνται και αναλύονται τροπικά είδη ξυλείας, τα οποία χρησιμοποιούνται στην ελληνική αγορά.

Πιο συγκεκριμένα, γίνεται τοποθέτηση σχετικά με τις ζώνες ανάπτυξης στον πλανήτη ευρύτερα και ανάλυση μεταξύ των ειδών ξυλείας στον κόσμο και περαιτέρω εμβάθυνση στα 20 από τα κυριότερα τροπικά είδη της ελληνικής αγοράς. Η ανάλυση των ιδιοτήτων των τροπικών ειδών περιλαμβάνει την πυκνότητα, τις φυσικές και τεχνολογικές ιδιότητες, την φυσική ανθεκτικότητα, την διαστασιακή σταθερότητα των ειδών, και άλλα χαρακτηριστικά, όπως είναι η επίδραση των μέσων κατεργασίας σε αυτά. Η μεθοδολογία της διπλωματικής αυτής εργασίας βασίζεται σε επιστημονικές πηγές και βάσεις δεδομένων, όπως αποτελούν το The Wood Database, το Tropix και άλλα ακαδημαϊκά άρθρα.

Ο στόχος της διπλωματικής εργασίας με τίτλο ‘Μελέτη Τροπικών Ειδών Ξύλου της Ελληνικής Αγοράς’ αφορά την καταγραφή και ομαδοποίηση σημαντικών τροπικών ειδών που αξιοποιούνται στην ελληνική αγορά. Αυτό συμπεριλαμβάνει την κατανόηση των ιδιοτήτων του κάθε είδους ξεχωριστά και την μετέπειτα εφαρμογή τους σε εφαρμογές (όπως είναι οι κατασκευαστικές εφαρμογές, έπιπλα κ.α.) στις ελληνικές επιχειρήσεις εισαγωγής ξυλείας.

Τα αποτελέσματα της διπλωματικής εργασίας δείχνουν ότι η επιλογή κάθε είδους ξύλου συνδέεται άμεσα με τις απαιτήσεις των τελικών εφαρμογών του από τις επιχειρήσεις. Έτσι, λόγω των διαφορών μεταξύ των ειδών ως προς τις ιδιότητες τους, κάθε είδος συγκεντρώνεται σε μία ομάδα εφαρμογών, που είναι απαραίτητες, όπως η αντοχή και η φυσική ανθεκτικότητα.

Λέξεις κλειδιά

Τροπική ξυλεία, Ελληνική αγορά, Ιδιότητες ειδών, Μέσα κατεργασίας

Abstract

In this thesis, tropical wood species used in the Greek market are investigated and analyzed. More specifically, reference is made to the growth zones worldwide and a general classification is presented, followed by a more in-depth analysis of 20 of the main tropical species used in the Greek market. The analysis of the properties of tropical species includes the density, physical and technological properties, physical durability, dimensional stability of the species, and other characteristics, such as the effect of processing media on them. The methodology of this thesis is based on scientific sources and databases, such as The Wood Database, Tropix and other academic articles.

The objective of the thesis entitled “Study of Tropical Wood Species of the Greek Market” concerns the identification and classification of important tropical species that are traded in the Greek market. This includes understanding the properties of each species separately and its subsequent application in applications (such as construction applications, furniture, etc.) in Greek timber importing companies.

The results of the thesis show that the choice of each type of wood is directly linked to the requirements of its final applications by the companies. Thus, due to the differences between the species in terms of their properties, each species is mainly used in specific applications, where they are necessary, such as strength and physical durability.

Keywords

Tropical timber, Greek market, Properties of wood species, Wood processing techniques

Εισαγωγή

Το υλικό του ξύλου αποτελεί φυσικό υλικό ιδιαίτερης σημασίας και χρησιμοποιείται σε εφαρμογές, όπως είναι οι βιομηχανικές εφαρμογές και οι γενικότερες κατασκευές. Στις τροπικές δασικές ζώνες παράγονται τα τροπικά είδη ξύλου, τα οποία διαθέτουν ανάλογες ιδιότητες, δηλαδή ιδιαίτερες φυσικές και μηχανικές ιδιότητες. Μερικά χαρακτηριστικά, όπως είναι η υψηλή πυκνότητα, καλές φυσικές ιδιότητες και η υψηλή φυσική ανθεκτικότητα, αποτελούν κάποια από τα συχνά χαρακτηριστικά των ειδών τροπικής ξυλείας. Έτσι, τα τροπικά είδη ξυλείας θεωρούνται κατάλληλα για ποικίλες απαιτητικές εφαρμογές. Κάποια παραδείγματα απαιτητικών εφαρμογών είναι οι ευρύτερες εξωτερικές κατασκευές, οι εφαρμογές στην ναυπηγική και τα δάπεδα.

Στην αγορά της Ελλάδας, τα τροπικά είδη αξιοποιούνται σε έπιπλα, εξωτερικές κατασκευές, αλλά και εξωτερικά και εσωτερικά δάπεδα. Η χρήση κάθε τροπικού είδους ξύλου κρίνεται από τις επιθυμητές ιδιότητες και τελική χρήση του προϊόντος.

Ο σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη και ανάλυση των επικρατέστερων τροπικών ειδών και των χαρακτηριστικών τους, εστιάζοντας στην ελληνική αγορά. Πιο συγκεκριμένα, μεγαλύτερη βαρύτητα δίνεται σε χαρακτηριστικά και ιδιότητες, όπως είναι η πυκνότητα, η σταθερότητα έναντι σε περιβαλλοντικούς παράγοντες (διαστασιακή σταθερότητα) και η φυσική ανθεκτικότητα των τροπικών ειδών.

Η διπλωματική εργασία δίνει έμφαση σε βιβλιογραφική ανασκόπηση, η οποία περιλαμβάνει επιστημονικές πηγές, παγκόσμιες βάσεις δεδομένων και ακαδημαϊκά άρθρα.

Η δομή της διπλωματικής εργασίας γίνεται με επιμέρους οργανωμένες ενότητες, στις οποίες αναλύονται τα ευρύτερα τα δασικά οικοσυστήματα, οι κύριες δασικές ζώνες σε παγκόσμιο βαθμό, τα βασικά τροπικά είδη που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές στην ελληνική αγορά, καθώς και τις επιχειρήσεις και τα μέσα κατεργασίας.

1. Δασικά οικοσυστήματα και πρώτες ύλες ξύλου

Το δάσος αποτελεί το πιο δυναμικό, ποικιλόμορφο και πολύπλοκο χερσαίο οικοσύστημα σε όλον τον πλανήτη. Λειτουργεί ταυτόχρονα ως ρυθμιστής της περιβαλλοντικής ισορροπίας και ως το μοναδικό μέσο παραγωγής ξυλείας. Σε αντίθεση με άλλα υλικά, όπως το πλαστικό, το μέταλλο και τα κράματα τα οποία παράγονται σε εργοστάσια κάτω από πολύ αυστηρές συνθήκες και με συγκεκριμένες προδιαγραφές, το ξύλο είναι ένα οργανικό, βιολογικό και ανισότροπο υλικό. Η δομή κάθε δέντρου δεν είναι ποτέ η ίδια και διαφέρει από είδος σε είδος. Κυρίως εξαρτάται από την καθημερινή αλληλεπίδραση αυτού με το περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται και έτσι διαμορφώνεται σταδιακά. Η φωτοσύνθεση και η ανάπτυξη του καμβίου, δηλαδή του ιστού ο οποίος ευθύνεται για την παραγωγή του ξυλώδους ιστού, επηρεάζονται από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες του περιβάλλοντος. Γι' αυτόν τον λόγο, το βάρος, η ελαστικότητα, η πυκνότητα, οι μηχανικές αντοχές και η εμφάνιση του ξύλου είναι απόρροια του περιβάλλοντος και των συνθηκών στις οποίες έχει αναπτυχθεί ένα δέντρο.

Για να κατανοηθεί η ποιότητα της παραγόμενης ξυλείας σε βάθος, είναι υποχρεωτικό να αναλυθεί και να μελετηθεί η διαβίωση και οι συνθήκες ανταγωνισμού που επικρατούν μέσα στο δασικό οικοσύστημα. Η γονιμότητα του εδάφους, το διαθέσιμο νερό, τα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα καθώς και ο ανταγωνισμός με την υπάρχουσα χλωρίδα για το ηλιακό φως έχουν καθοριστικό ρόλο στον σχηματισμό του κορμού. Για παράδειγμα, δέντρα τα οποία αναπτύσσονται στο εσωτερικό πυκνών δασικών εκτάσεων αναγκάζονται να ψηλώσουν γρήγορα, δημιουργώντας ψηλούς, ευθυτενείς και κυλινδρικούς κορμούς με σκοπό να πάνε κοντά στο φως και να πλησιάσουν τα ανώτερα στρώματα του δασικού οικοσυστήματος, αποβάλλοντας ταυτόχρονα τα κλαδιά που βρίσκονται στο κατώτερο μέρος τους. Αυτή η οικολογική διαδικασία αποδίδει ίσιους και καθαρούς κορμούς σωστής ποιότητας, στη βιομηχανία ξύλου, απαλλαγμένους από ρόζους και άλλα δομικά σφάλματα. Αντιθέτως, εάν γίνει έκθεση ενός δέντρου σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως δυνατοί άνεμοι και τα επικλινή εδάφη δημιουργείται το λεγόμενο “ξύλο αντίδρασης” το οποίο αναπτύσσεται έτσι ώστε να μπορεί να στηριχτεί, μεταγενέστερα όμως το ξύλο υποβαθμίζεται τεχνολογικά. Συμπερασματικά, το δάσος δεν είναι μόνο το μέρος από όπου προέρχεται το ξύλο ως πρώτη ύλη αλλά και ο βασικός ρυθμιστής των τεχνολογικών ιδιοτήτων του.

1.1 Δασική βλάστηση και ζώνες του πλανήτη

Είναι ευρέως αποδεκτό ότι παράγοντες, όπως είναι η θερμοκρασία, η εποχικότητα, το γεωγραφικό πλάτος και η συχνότητα των βροχοπτώσεων είναι καθοριστικοί για τη δασική βλάστηση και την κατανομή της στις οικολογικές ζώνες του πλανήτη. Οι ζώνες αυτές είναι γνωστές και ως μεγαοικοσυστήματα. Κάθε μια βιοκλιματική ζώνη έχει συγκεκριμένα είδη χλωρίδας, τα οποία λόγω της φυσικής επιλογής δεν μπορούν παρά να αναπτύξουν τους κατάλληλους φυσιολογικούς μηχανισμούς, ώστε να επιβιώσουν από οποιαδήποτε κλιματική πίεση. Όσο παρατηρείται σταδιακή μετάβαση από τον Ισημερινό στους Πόλους, η αλλαγή της

θερμοκρασίας και του κλίματος προϋποθέτει προσαρμογές στη μορφολογία των δασών, δημιουργώντας έτσι τέσσερις κύριες κλιματικές ζώνες: την τροπική, την υποτροπική, την εύκρατη και τη βόρεια.

Στην τροπική και υποτροπική ζώνη δεν υπάρχει έντονη εναλλαγή στις εποχές, καθώς επικρατούν μόνιμα υψηλές θερμοκρασίες και συνεχής υγρασία λόγω βροχοπτώσεων. Αυτό σημαίνει πως η καμβιακή δραστηριότητα των δέντρων δεν διακόπτεται καθόλου στη διάρκεια ενός έτους. Ως αποτέλεσμα παράγεται τροπική ξυλεία στην οποία δεν είναι ευδιάκριτοι οι αυξητικοί δακτύλιοι, ενώ η ξυλεία αυτή διακρίνεται από υψηλή πυκνότητα και ταυτόχρονα παρουσία εκχυλισμάτων όπως έλαια και ρητίνες. Από την άλλη πλευρά, στα δάση της εύκρατης ζώνης, τα δέντρα αναστέλλουν πλήρως τη λειτουργία τους κατά τους ψυχρούς χειμερινούς μήνες. Αυτή η αναστολή αποτυπώνεται στο εσωτερικό των κορμών μέσω των έντονων δακτυλίων που σχηματίζονται, δημιουργώντας έντονο διαχωρισμό μεταξύ του πρώιμου και του όψιμου ξύλου. Τέλος, στην Τάιγκα όπου υπάρχουν ακραίες συνθήκες βόρειων δασών, υπάρχει εξαιρετικά σύντομος χρόνος ανάπτυξης και αυτό οδηγεί τα κωνοφόρα είδη να αναπτύσσουν πολύ στενούς αυξητικούς δακτυλίους, τα οποία παρέχουν ομοιόμορφη ξυλεία. Η γεωγραφική ζώνη λοιπόν, αποτελεί έναν ασφαλή δείκτη πρόβλεψης της εσωτερικής δομής του ξύλου.

1.1.1 Κύριες δασικές ζώνες

Το παγκόσμιο κλίμα και η διατήρηση της βιοποικιλότητας καθορίζονται σημαντικά από την σύνθεση των δασικών οικοσυστημάτων. Αυτό συμβαίνει, καθώς τα δάση παίζουν σημαντικό ρόλο στην διατήρηση της ισορροπίας και αντιμετώπισης των παγκόσμιων προκλήσεων. (FAO, 2024). Η έκταση των δασών που καλύπτει τον πλανήτη εκτιμήθηκε στο 31% της συνολικής έκτασης της Γης το 2020 (Global Forest Resources Assessment (FRA)). Πιο συγκεκριμένα, ο αριθμός κάλυψης είναι 4,06 δισεκατομμύρια εκτάρια (ha), το οποίο ορίζεται ως 0,52 εκτάρια ανά άτομο στο σύνολο του πληθυσμού, δηλαδή 7,79 δισεκατομμύρια άνθρωποι. Παράλληλα, η δασική βλάστηση χωρίζεται σε ζώνες, δηλαδή στην τροπική ζώνη, τη βόρεια ζώνη, την εύκρατη ζώνη και την υποτροπική. Η κάλυψη των δασών της κάθε ζώνης είναι 45% για τα τροπικά δάση, 27% για τα βόρεια δάση, 16% για τα εύκρατα δάση και 11% για τα υποτροπικά δάση. Έτσι, οι κύριες δασικές ζώνες είναι η τροπική, η βόρεια και η εύκρατη, συμπεριλαμβάνοντας τα δάση τους αντίστοιχα. Ωστόσο, το 2025 υπολογίζεται ότι η συνολική δασική έκταση του πλανήτη είναι 4,14 δισεκατομμύρια εκτάρια, δηλαδή ορίζεται ως 0,50 εκτάρια ανά άτομο του πληθυσμού και 32% της συνολικής έκτασης της Γης. Το ποσοστό της κάθε δασικής ζώνης αντιστοιχεί σε 45% για την τροπική, 28% για τα βόρεια δάση, 17% για τα εύκρατα και παραμένει 11% για τα υποτροπικά δάση.

Forest area as a percentage of land area, by region, 2025

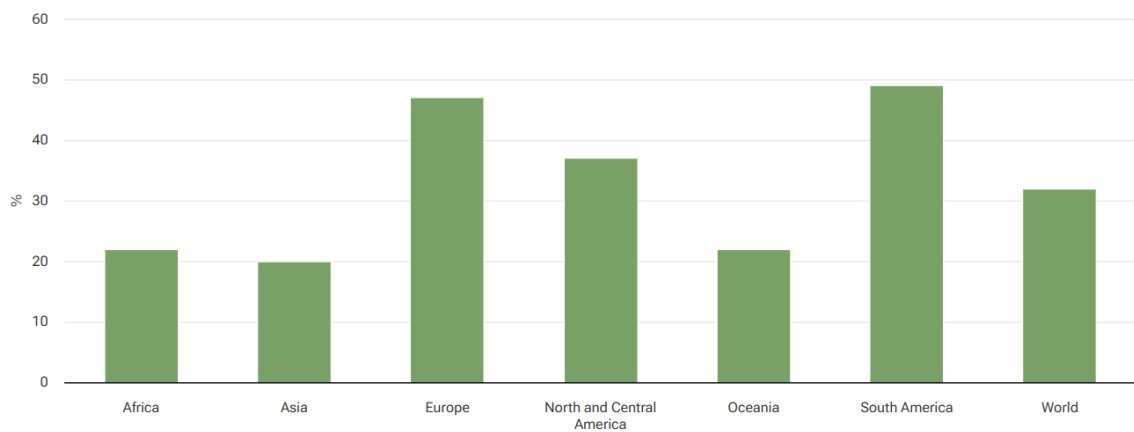


Figure 2. Global distribution of forests, 2025. Πηγή: Global Forest Resources Assessment 2025. (2025). <https://doi.org/10.4060/cd6709en>

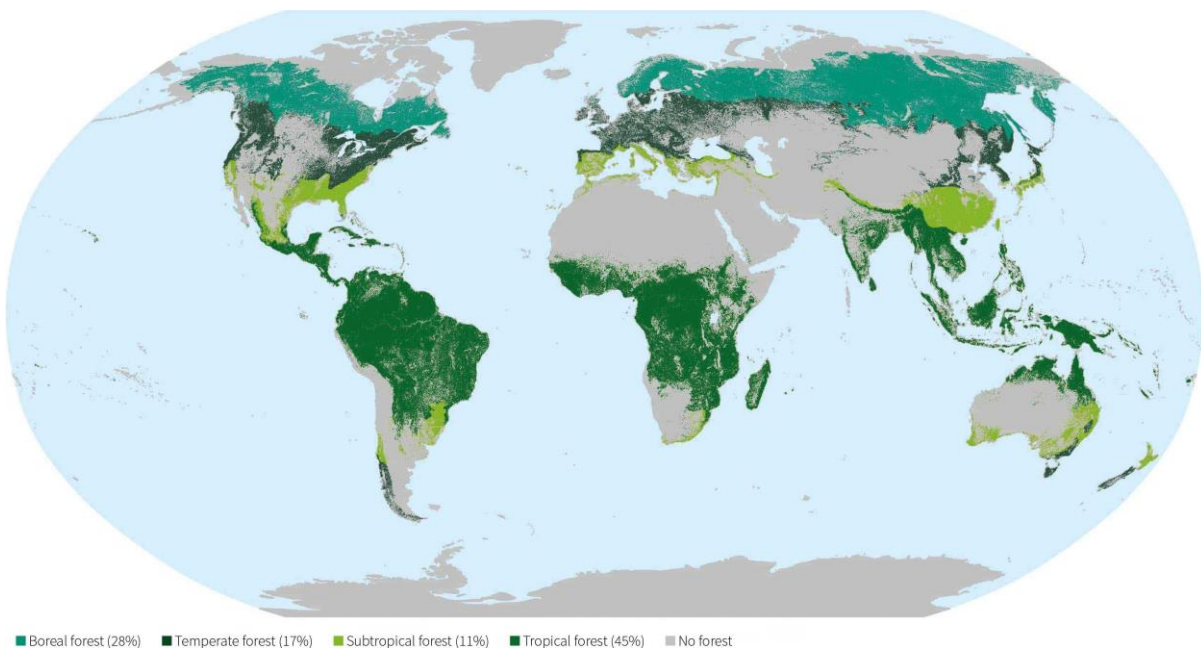


Figure 3. Global distribution of forests, 2025. Πηγή: Global Forest Resources Assessment 2025. (2025). <https://doi.org/10.4060/cd6709en>

Οι επικρατέστερες ζώνες του πλανήτη είναι τα τροπικά, τα εύκρατα και τα βόρεια δάση. Πιο συγκεκριμένα για την κάθε ζώνη:

Τα τροπικά δάση (Tropical Forests) είναι η επικρατέστερη δασική ζώνη του πλανήτη, με ποσοστό 45%, ενώ καλύπτουν μόνο το 7% της Γης. Είναι γνωστό ότι αποτελούν τον επικρατέστερο τύπο δασών στον πλανήτη και έχουν την μεγαλύτερη βιοποικιλότητα ως χερσαίο οικοσύστημα. Τα τροπικά δάση βρίσκονται στην ισημερινή ζώνη, καλύπτοντας

περιοχές της Αμερικής, της Ασίας και του Ινδο-Ειρηνικού. Παράλληλα, στην επιφάνεια των τροπικών δασών υπάρχει περίπου το μισό από την συνολική πυκνότητα των δέντρων που υπάρχουν παγκοσμίως, ενώ υπολογίζονται περίπου 40.000 είδη δέντρων. Στα τροπικά είδη είναι συχνή η παρατήρηση αυξητικών δακτυλίων, οι οποίοι εξαρτώνται από την ευαισθησία κάθε είδους στις απότομες κλιματικές αλλαγές. Έτσι, η δενδροχρονολογία του ξύλου είναι δύσκολο να οριστεί αποκλειστικά από τους αυξητικούς δακτυλίους του ξύλου. Τα δάση αυτά βρίσκονται σε περιοχές που δεν υπάρχει παγετός και επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του έτους, με μεγάλο αριθμό βροχοπτώσεων αντίστοιχα. Επίσης, λόγω των μη καθορισμένων συνθηκών ανά εποχή, λέγεται ότι υπάρχει χαμηλός βαθμός «εποχικότητας». Ο ανθρώπινος παράγοντας είναι βασική απειλή για υποβάθμιση των δασών αυτών.

Τα εύκρατα φυλλοβόλα δάση (Temperate Forests) χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη ξεχωριστών εποχών, καθώς τα είδη δέντρων ρίχνουν τα φύλλα τους κατά την διάρκεια του φθινοπώρου και αναγεννούνται την άνοιξη. Τα εύκρατα δάση βρίσκονται σε 5 διαφορετικά τμήματα του πλανήτη, την Βόρεια και την Νότια Αμερική, την Ευρώπη, την Ασία, την Αυστραλία και την Νέα Ζηλανδία. Η εποχικότητα των εύκρατων δασών αφορά την καλλιεργητική περίοδο, δηλαδή την άνοιξη με καλοκαίρι και την χειμερινή περίοδο, η οποία χαρακτηρίζεται από πιο κρύες θερμοκρασίες και τα είδη μπορεί να είναι πιο αδρανή στην καλλιέργεια τους. Οι βροχοπτώσεις που χαρακτηρίζουν τα δάση αυτά ορίζονται ως 750 έως 1500mm το έτος. Παράλληλα, η μέση θερμοκρασία το καλοκαίρι είναι 21°C και τον χειμώνα μπορεί κάτω από το μηδέν (-40 έως 30°C). Στα εύκρατα δάση είναι κοινή η εύρεση πλατύφυλλων δέντρων, όπως είναι η βελανιδιά (Quercus), ο σφένδαμος (Acer), η οξιά (Fagus) και η καρυδιά (Carya). Επίσης, παρατηρείται μία ευρύτερη κοινότητα με μεγάλη ποικιλομορφία και πολλών στρωμάτων, αποτελούμενα από δέντρα και θάμνους με υποορόφους, βότανα, αλλά και πολυετή βρύα.

Σε 7 περιοχές του κόσμου υπάρχουν τα εύκρατα τροπικά δάση, τα οποία χαρακτηρίζονται από αυξημένη βροχόπτωση ετησίως, δηλαδή από 2000 έως 8000 mm βροχής, και ταξινομούνται ως τροπικά δάση. Αυτή η σπάνια κατηγορία δασών συναντάται στη Βόρεια και Νότια Αμερική (Βορειοδυτικός Ειρηνικός και δάση Validivian), στην Νέα Ζηλανδία, στην νοτιοδυτική Ιαπωνία, στην ανατολική ζώνη στην Μαύρη Θάλασσα, στην Τασμανία και στο βορειοανατολικό κομμάτι του Ατλαντικού.

Τα Βόρεια Δάση, ή αλλιώς Τάιγκα, αποτελούν ένα μεγάλο μέρος της δασικής έκτασης στον πλανήτη, με πιο συγκεκριμένα 28% κάλυψη, με βάση τα δεδομένα του 2025 (FAO, 2025). Ο συγκεκριμένος τύπος δασών αποτελείται κυρίως από μείγμα από ψυχρά κωνοφόρα και φυλλοβόλα δέντρα. Παράλληλα, στα βόρεια δάση βρίσκονται υγρότοποι, λίμνες, αλλά και ποτάμια. Επίσης, υπάρχουν και περιοχές που είναι φυσικά χωρίς δέντρα. Ένα παράδειγμα είναι τα αλπικά μέρη που υπάρχουν στα βουνά και λιβάδια σε ξηρά μέρη. Το βόρειο δάσος αποτελεί το πιο συνεχές δάσος, καθώς παρουσιάζει ομοιομορφία στην εξάπλωση του στην Ευρασία. Οι περιοχές εξάπλωσης του συμπεριλαμβάνουν τον Καναδά, μέρος της βόρειας Αμερικής, την Αλάσκα. Παράλληλα, συμπεριλαμβάνει την Ευρασία, καθώς βρίσκεται στην Ευρώπη, συγκεκριμένα στην Σουηδία, στην Φινλανδία, στην Νορβηγία, κάποια Σκωτικά Υπίπεδα («Highlands»), ένα μέρος από την Ισλανδία και έπειτα επεκνύνεται σε τμήμα της Ρωσίας,

τμήμα του Καζακστάν, της Μογγολίας, αλλά και του Χοκάιντο (Ιαπωνικό νησί). Οι περιοχές των βόρειων δασών συνήθως έχουν μικρό μέρος πληθυσμού, λόγω των συνθηκών που επικρατούν. Στα βόρεια δάση επικρατούν δύο είδη κωνοφόρων δέντρων τα οποία είναι η δασική πεύκη και η νορβηγική ερυθρελάτη (*Pinus sylvestris* και *Picea abies* αντίστοιχα). Έχει παρατηρηθεί αντίστοιχη ομαδοποίηση των δασών ανάλογα με το αν επικρατεί η ερυθρελάτη, είτε η πεύκη στο δάσος. Κάποια άλλα κοινά είδη στα βόρεια δάση είναι το έλατο (*Abies*), ο άρκευθος (*Juniperus*), το αγριόπευκο (*Larix*) και ο κέδρος (*Thuja*). Ακόμη, στα βόρεια δάση υπάρχουν και φυλλοβόλα δέντρα, όπως είδη γενών *Betula* και *Populus*), βρύα και λειχήνες.

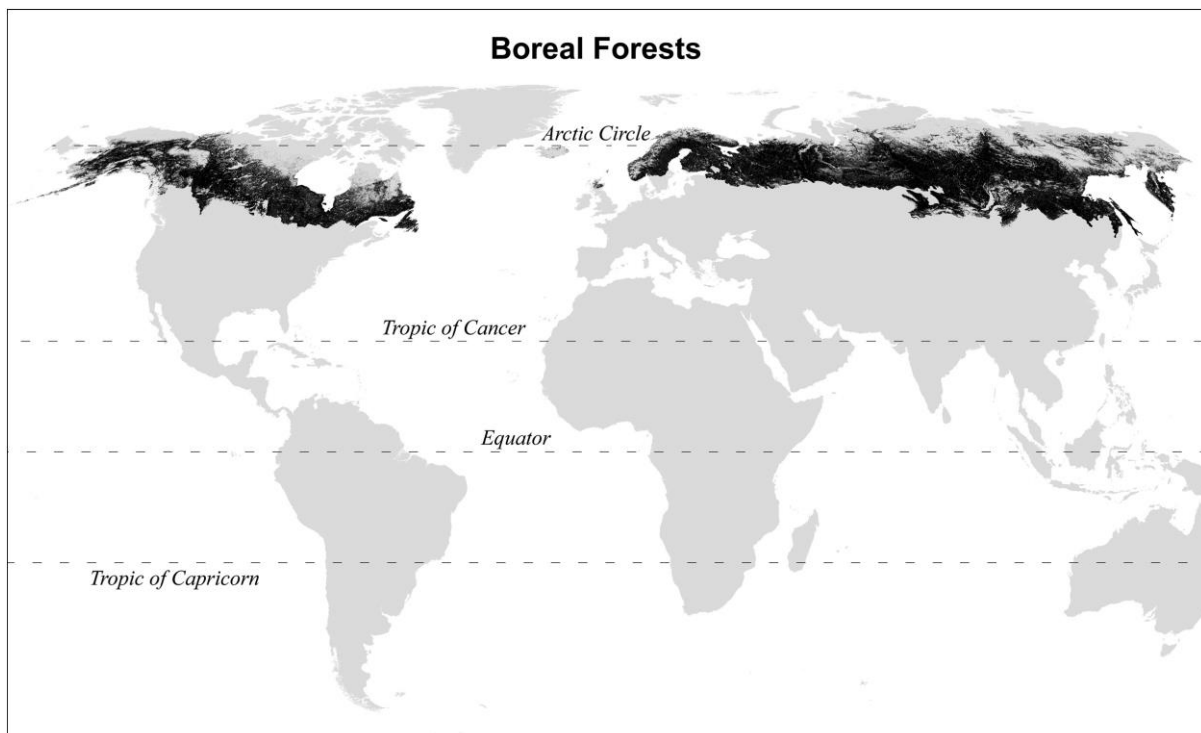


Figure 4. Κάλυψη των βόρειων δασών. Busse, M. D., Giardina, C. P., Morris, D. M., & Page-Dumroese, D. S. (2019). *Global change and forest soils : cultivating stewardship of a finite natural resource*. Elsevier.

1.1.2 Κοινά χαρακτηριστικά των τροπικών ειδών

Τα τροπικά δάση αναπτύσσονται συνήθως σε περιοχές με μέση ετήσια θερμοκρασία γύρω στους 24-25°C και άνω και έχουν βροχοπτώσεις που ξεπερνούν τα 2000mm ετησίως, οι οποίες πέφτουν και κατανέμονται ομοιόμορφα καθ'όλη τη διάρκεια του έτους. Αν και η έκτασή τους καλύπτει λιγότερο από το 7% της χερσαίας έκτασης, τα τροπικά δάση φιλοξενούν περισσότερο από 50% των φυτικών και ζωικών ειδών που υπάρχουν παγκοσμίως. Οι περιοχές των τροπικών δασών έχουν μεγάλη και σχεδόν σταθερή φωτοπερίοδο, περίπου 12 ώρες κάθε μέρα, γεγονός που ευνοεί τη συνεχή παραγωγή βιομάζας μέσα στο έτος. Η υγρασία του αέρα δεν πέφτει συνήθως κάτω από 80% και ως εκ τούτου ευνοείται η ανάπτυξη μυκήτων και συνεπώς η φυσική ανθεκτικότητα του ξύλου επηρεάζεται αρνητικά. Τα τροπικά δάση λόγω της προσαρμογής τους στις συνθήκες της ζώνης του Ισημερινού όπως σταθερή ζέστη, υψηλή

υγρασία και έντονες βροχοπτώσεις έχουν αναπτύξει κάποια μορφολογικά χαρακτηριστικά που τα διαφοροποιούν από των εύκρατων κλιμάτων είδη.

Φύλλα: Μέγεθος/Σχήμα: Τα φύλλα των τροπικών δέντρων έχουν συνήθως μεγάλα πλατιά φύλλα. Το πιο χαρακτηριστικό γνώρισμά τους είναι η “στάγδην άκρη” τους, μια επιμήκης απόληξη η οποία βρίσκεται στην άκρη του φύλλου και επιτρέπει τη γρήγορη ροή του νερού της βροχής προς το έδαφος, ώστε να εμποδίζεται η ανάπτυξη μυκήτων και να επιτρέπεται στο φύλλο να κάνει σωστά τη διαπνοή του. Υφή: Πολλά είδη έχουν δερματώδη υφή (coriaceous) ή κηρώδη υφή, χαρακτηριστικό που τα προστατεύει από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία και την υπερβολική διαπνοή στον αναδυόμενο όροφο. Αειθαλής χαρακτήρας: Με συγκεκριμένες εξαιρέσεις στα δάση των Μουσώνων, η πλειοψηφία των τροπικών ειδών είναι αειθαλή, αλλάζουν δηλαδή τα φύλλα τους σταδιακά και όχι όλα μαζί σε μία εποχή.

Φλοιός: Λεπτό πάχος: Ο φλοιός είναι συνήθως πολύ λεπτός (1-2mm). Σε αντίθεση με τα δέντρα των εύκρατων ζωνών, τα τροπικά δέντρα δεν χρειάζονται παχύ φλοιό για να προστατευτούν από παγετούς ή απώλειες υγρασίας. Λεία επιφάνεια: Ο φλοιός είναι συχνά αρκετά λείος, γεγονός που καθιστά δύσκολο στα αναρριχητικά φυτά και στα επίφυτα να προσκολληθούν πάνω στον κορμό. Χρωματισμός: Παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία χρωμάτων (πρασινωπό, κοκκινωπό, υπόλευκο) και ορισμένα είδη εκκρίνουν ρητίνες ή κόμμι όταν χαραχτούν. Ρίζες αντηρίδες (Buttress roots): Είναι πλατιές προτεταμένες ρίζες στη βάση του κορμού. Τα τροπικά εδάφη γενικά είναι αβαθή και φτωχά σε οξυγόνο, επομένως οι ρίζες δεν αναπτύσσονται σε βάθος. Σε αυτό έρχονται να βοηθήσουν οι ρίζες αντηρίδες οι οποίες προσφέρουν στα δέντρα την απαραίτητη μηχανική στήριξη ώστε να μην πέσουν τα δέντρα από σφοδρούς ανέμους. Απουσία Ετήσιων Δακτυλίων: Τα τροπικά δάση έχουν σταθερό κλίμα χωρίς χειμώνα, επομένως η καμβιακή ανάπτυξη είναι συνεχής. Αυτό σημαίνει ότι ο κορμός τους δεν σχηματίζει σαφείς αυξητικούς δακτυλίους και η διαφορά μεταξύ πρώιμου και όψιμου ξύλου δεν είναι αισθητή και ευδιάκριτη.

Ανθοφορία και Καρποφορία: Αρκετά τροπικά δέντρα αναπτύσσουν άνθη και καρπούς απευθείας πάνω στον κορμό αντί στις άκρες των νέων βλαστών. Με αυτόν τον τρόπο διευκολύνεται η επικονίαση από ζώα, όπως οι νυχτερίδες, οι οποίες αδυνατούν να πετάξουν μέσα από την πυκνή βλάστηση των φύλλων.

1.2 Χαρακτηριστικά τροπικών και εύκρατων ειδών ξύλου

Η τροπική ξυλεία περιλαμβάνει μία ποικιλία χαρακτηριστικών, η οποία προέρχεται από βιότοπους της Ασίας, της Αφρικής και της Λατινικής Αμερικής. Τα τροπικά είδη ξύλου διακρίνονται για το ευρύ φάσμα χρωμάτων που διαθέτουν και για τις ιδιαίτερες, πολύπλοκες ανατομικές δομές τους. Αυτά τα χαρακτηριστικά εμφανίζονται κυρίως λόγω των ιδιαίτερων κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στις τροπικές περιοχές. . Ειδικότερα, η απουσία έντονων θερμοκρασιακών μεταβολών, σε συνδυασμό με την εναλλαγή ξηρών και υγρών περιόδων κατά τη διάρκεια του έτους, επηρεάζει καθοριστικά τον ρυθμό ανάπτυξης του δέντρου και τη δομή του ξύλου. Η αξιοποίηση των τροπικών ειδών ξύλου εντοπίζεται σε τομείς υψηλών απαιτήσεων, όπως στην επιπλοποιία, την ξυλοτεχνία και τη διακόσμηση. Παράλληλα,

τα τροπικά είδη ξυλείας χρησιμοποιούνται για την ανάλυση των ίδιων των ειδών σε επιστημονικό επίπεδο, αποτελώντας έναν ξεχωριστό ερευνητικό τομέα. Η διαφορά μεταξύ των τροπικών και των εύκρατων ειδών ξύλου ανιχνεύεται στον σχηματισμό των αυξητικών δακτυλίων. Στις εύκρατες ζώνες, ο ετήσιος κύκλος των δέντρων συνήθως σταματάει τον χειμώνα, όπου δημιουργούνται οι ετήσιοι δακτυλίους που διαχωρίζονται σε εαρινό («earlywood») και όψιμο ξύλο («latewood»). Ωστόσο, οι ετήσιοι αυξητικοί δακτύλιοι των τροπικών ειδών είτε είναι δυσδιάκριτοι, είτε απουσιάζουν. Αυτό συμβαίνει, καθώς υπάρχει συνεχής ανάπτυξη στο έτος. Η ανάπτυξη των αυξητικών δακτυλίων στα τροπικά είδη συμβαίνει κυρίως όταν υπάρχουν για μεγαλύτερο διάστημα, συνθήκες που δεν είναι ευνοϊκές, όπως είναι η ξηρασία (Belanganayi Luse et al., 2024). Τα τροπικά είδη ξύλου έχουν συνήθως μεγάλη πυκνότητα και υψηλότερη φυσική ανθεκτικότητα έναντι τους βιολογικούς παράγοντες. Αυτό συμβαίνει, κυρίως λόγω της υψηλής συγκέντρωσης εκχυλίσμάτων, όπως είναι οι φαινόλες και οι τανίνες στο εγκάρδιο μέρος του ξύλου. Τα εκχυλίσματα είναι ευρέως γνωστό ότι ενισχύουν το ξύλο με αντοχή και ανθεκτικότητα, φυσική ανθεκτικότητα έναντι φυσικών παραγόντων, αλλά και προσδίδουν φυσικό σκούρο χρώμα στο ξύλο. Τα εύκρατα είδη ξύλου, όπως αποτελούν η δρυς και η οξιά, χαρακτηρίζονται για τις μηχανικές τους ιδιότητες και για τις «καθαρές» τους σχεδιάσεις («grains») και αξιοποιούνται ευρέως σε κατασκευαστικές χρήσεις σε όλο τον κόσμο.

1.3 Σύγκριση τροπικής και εύκρατης ξυλείας

Σύμφωνα με τον Padley (2021), η διαφορά του κλίματος στην πάροδο του χρόνου φαίνεται να επηρεάζει την δομή και την λειτουργία των δέντρων του πλανήτη. Πιο συγκεκριμένα, παράγοντες όπως το ποσοστό διαθεσιμότητας του νερού και η θερμοκρασία, επηρεάζουν σημαντικά την δομή και την ανάπτυξη των ειδών ξύλου. Η παρουσία υψηλής υγρασίας στην περιοχή ευνοεί την ανάπτυξη μεγαλύτερων αγγείων, δηλαδή την καλύτερη αγωγιμότητα νερού και το αντίστροφο. Έτσι, σε συνθήκες υγρασίας τα είδη έχουν μικρότερη ανάπτυξη αγγείων. Ευρύτερα, οι προσαρμοστικοί μηχανισμοί που προκύπτουν από την διαφοροποίηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας επηρεάζουν την ανάπτυξη του ξύλου στην κάθε περιοχή. Με αυτόν τον τρόπο, συμπεραίνουμε ότι η τροπική και η εύκρατη ξυλεία επηρεάζονται σημαντικά από τις συνθήκες του κλίματος κατά την ανάπτυξη των ειδών, δηλαδή η τροπική ξυλεία παρουσιάζει μεγαλύτερη ανάπτυξη των αγγείων και αυξημένη αγωγιμότητα αντίστοιχα και η εύκρατη λιγότερη αγωγιμότητα, λόγω της περιορισμένης ανάπτυξης αγγείων. Παράλληλα, η τροπική ξυλεία παρουσιάζει συνήθως μεγαλύτερη πυκνότητα από την εύκρατη, καθώς παράγοντες όπως η θερμοκρασία και αγωγιμότητα ευνοούν την ανάπτυξη των κυτταρικών τοιχωμάτων, δηλαδή αυξημένη ή μειωμένη πυκνότητα. Επίσης, οι μηχανικές ιδιότητες του ξύλου συνδέονται με το κάθε περιβάλλον ανάπτυξης (Arriaga, 2023). Πιο αναλυτικά, οι μηχανικές ιδιότητες του κάθε είδους επηρεάζονται σημαντικά από την πυκνότητα, δηλαδή η αύξηση της πυκνότητας είναι ανάλογη με την αύξηση της αντοχής και της ακαμψίας. Έτσι, η τροπική ξυλεία παρουσιάζει μεγαλύτερη πυκνότητα, λόγω της μεγαλύτερης παραγωγής κυτταρικών τοιχωμάτων, με καλύτερη αντοχή και μειωμένη ευκαμψία. Ωστόσο, η εύκρατη ξυλεία έχει συνήθως χαμηλότερη πυκνότητα, λόγω μειωμένων τοιχωμάτων (δηλαδή αυξητικών δακτυλίων), και χαμηλότερη αντοχή και αυξημένη ελαστικότητα. Ωστόσο,

παράγοντες όπως είναι η θερμοκρασία και υγρασία επηρεάζουν τις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου. Πιο συγκεκριμένα, η αύξηση της υγρασίας οδηγεί σε μειωμένη μηχανική αντοχή και ελαστικότητα του ξύλου. Αυτό συμβαίνει, καθώς το ξύλο ορίζεται ως ορθοτροπικό υλικό, δηλαδή οι μηχανικές ιδιότητες αλλάζουν ανάλογα την τομή, καθώς έχει 3 διαφορετικές τομές (ακτινική, εφαπτομενική, εγκάρσια). Η εύκρατη ξυλεία χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερο ποσοστό σε βιομηχανικά προϊόντα, καθώς είναι πιο προσβάσιμη στην Ευρώπη και πιο οικονομική, λόγω αφθονίας και λιγότερου κόστους μεταφοράς. Παράλληλα, παρουσιάζει μεγαλύτερη ευκολία κατεργασίας, αφού έχουν πιο απλή χημική πολυπλοκότητα, σε σύγκριση με την τροπική ξυλεία. Σε αντίθεση με την εύκρατη ξυλεία, η τροπική ξυλεία παρουσιάζει μειωμένη και πιο εξειδικευμένη βιομηχανική χρήση στην Ευρώπη, λόγω της σπανιότητας της και του αυξημένου κόστους της. Επίσης, λόγω της χημικής πολυπλοκότητας των τροπικών ειδών (ανάλογα το είδος), η κατεργασία της τροπικής ξυλείας χρειάζεται ανάλογα μέτρα προστασίας, λόγω της τοξικότητας των χημικών ουσιών και της σκόνης που δημιουργείται, για τον περιορισμό επιπτώσεων της ανθρώπινης υγείας, κυρίως στο αναπνευστικό σύστημα και στις αλλεργικές αντιδράσεις.

Χαρακτηριστικά	Εύκρατη Ξυλεία	Τροπική Ξυλεία
Αυξητικοί δαχτύλιοι	Διακριτοί/Σαφείς	Ασαφείς
Πυκνότητα	Προβλέψιμη, ανάλογα το είδος	Μεταβλητή ανάλογα το είδος, λόγω συνθηκών
Ταχύτητα ανάπτυξης	Εποχική ανάπτυξη, σαφές πρώιμο και όψιμο ξύλο	Διαρκής ανάπτυξη
Φυσική αντοχή	Χαμηλή	Υψηλότερη
Μηχανική κατεργασία	Εύκολη, απλούστερη χημική πολυπλοκότητα	Πιο δύσκολη, αυξημένη παρουσία χημικών ουσιών («extractives»), μεγαλύτερη χημική πολυπλοκότητα
Χρήση και διαθεσιμότητα ξυλείας	Γενικότερη χρήση, μεγάλη διαθεσιμότητα	Εξειδικευμένη χρήση, περιορισμένη διαθεσιμότητα
Κατεργασία και ανθρώπινη υγεία	Λιγότερα επίπεδα τοξικότητας, χρειάζεται μέσα προστασίας	Αυξημένα επίπεδα τοξικότητας, χρειάζεται αυξημένα μέσα προστασίας

Πίνακας 1: Σύγκριση χαρακτηριστικών εύκρατης και τροπικής ξυλείας.

Για την περαιτέρω ανάλυση των διαφορών μεταξύ της εύκρατης και της τροπικής ξυλείας δίνονται κάποια παραδείγματα ειδών ξύλου στον Πίνακα 2. Στα είδη της εύκρατης ξυλείας, συμπεριλαμβάνονται η ερυθρελάτη (*Picea Abies*), η οποία αποτελεί είδος εκτενώς αξιοποιούμενο σε δομικές εφαρμογές με χαμηλή πυκνότητα, και η οξιά (*Fagus sylvatica*), η

οποία έχει μέτρια προς υψηλή πυκνότητα και χρησιμοποιείται σε εφαρμογές σε έπιπλα και εσωτερικές κατασκευές ευρύτερα.

Στα είδη τροπικής ξυλείας, αναφέρονται τα είδη African Mahogany και το Sapele, τα οποία αποτελούν είδη μέτριας έως υψηλής πυκνότητας και βρίσκουν εφαρμογή σε είδη επιπλοποιίας και ευρύτερες κατασκευές, καθώς εμφανίζουν αυξημένη αντοχή και φυσική ανθεκτικότητα, σε σύγκριση με τα περισσότερα εύκρατα είδη. Ωστόσο, το είδος Balsa αποτελεί εξαίρεση μεταξύ των τροπικών ειδών, καθώς έχει πολύ χαμηλή πυκνότητα και χρησιμοποιείται κυρίως σε ελαφριές εφαρμογές και κατασκευές, όπως σανίδες του σερφ, μουσικά είδη και μοντελισμό.

Οι εξαιρέσεις μεταξύ των ειδών, όπως στην περίπτωση της εύκρατης και της τροπικής ξυλείας, τεκμηριώνει την ανάγκη για επαρκή αξιολόγηση των ιδιοτήτων κάθε είδους, και όχι μόνο της γεωγραφικής προέλευσης του είδους, για κατηγοριοποίηση του.

Κατηγορία	Είδος ξύλου	Μέση πυκνότητα (g/cm ³)	Χαρακτηριστικά ειδών	Κύριες χρήσεις
Εύκρατο	Ερυθρελάτη (Picea Abies)	0,4	Χαμηλή πυκνότητα, χαμηλή ανθεκτικότητα, όμως εύκολη κατεργασία	Κατασκευές, δομικές κατασκευές, χαρτοπολτός
Εύκρατο	Οξιιά (Fagus sylvatica)	0,7	Σχετικά υψηλή πυκνότητα, χαμηλή ανθεκτικότητα, ικανοποιητική κατεργασία	Εσωτερικές κατασκευές, δάπεδα, επιπλοποιία
Τροπικό	African Mahogany	0,55	Μέτρια πυκνότητα, μέτρια ανθεκτικότητα, ικανοποιητική κατεργασία	Διακοσμητικοί καπλαμάδες, επιπλοποιία, εξωτερικές και εσωτερικές κατασκευές
Τροπικό	Sapele	0,56-0,67	Μέτρια με υψηλή πυκνότητα, καλή αντοχή, καλή κατεργασία	Διακοσμητικοί καπλαμάδες, δάπεδα, επιπλοποιία
Τροπικό	Balsa	0,15	Πολύ χαμηλή πυκνότητα, χαμηλή αντοχή, εξαιρετικά ελαφρύ είδος ξύλου	Ελαφριές κατασκευές, μοντέλα κατασκευών, σανίδες του σερφ

Πίνακας 2: Σύγκριση χαρακτηριστικών ειδών εύκρατης και τροπικής ξυλείας.

2. Είδη και ιδιότητες τροπικής ξυλείας

2.1 Bete (*Mansonia altissima*)

Το τροπικό είδος Bete, που έχει ως επιστημονική ονομασία τον τίτλο *Mansonia altissima*, αποτελεί ένα αφρικάνικο σκληρό τροπικό ξύλο. Το συγκεκριμένο τροπικό είδος κατατάσσεται στην οικογένεια Malvaceae με υποοικογένεια Sterculioideae. Το ύψος του δέντρου κυμαίνεται από 30 έως 40 μέτρα και η διάμετρος των κορμών από 0,6 έως 1 μέτρο. Είναι ένα είδος που βρίσκεται κυρίως σε υγρότοπους και δασικές εκτάσεις χαμηλών με μεσαίων υψομέτρων. Χώρες όπως δυτική και κεντρική Αφρική, Γκάνα, Καμερούν, Νιγηρία, Ακτή Ελεφαντοστού, Κονγκό και Λιβερία αποτελούν την γεωγραφική κατανομή του τροπικού αυτού είδους και αξιοποιείται κυρίως για εμπορικούς και διακοσμητικούς λόγους. Αυτό συμβαίνει χάρης του χρώματος του, το οποίο είναι βαθύ χρώμα και της αντοχής και ανθεκτικότητας για κατασκευές εσωτερικού χώρου. Οι πιο διαδεδομένες ονομασίες του είδους είναι το Bete και η *Mansonia*. Στην Ελλάδα αναφέρεται και ως καρυδιά, λόγω της παρόμοιας εμφάνισης του είδους (*Juglans regia*). Οι κοινές ονομασίες του είδους είναι Koul, Guissépa, Bete, Aprono, Ofun και *Mansonia*.



Figure 5. *Mansonia altissima*. The Wood Database. <https://www.wood-database.com/mansonia/>

.2.1.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Bete

Το τροπικό είδος Bete ή αλλιώς *Mansonia* έχει χαρακτηριστικό έντονο σκούρο καστανό χρώμα, το οποίο κάποιες φορές συνδυάζεται με κάποια γκρι ή πράσινη απόχρωση. Αυτό γίνεται λόγω των εκχυλισμάτων που διαθέτει στο εγκάρδιο ξύλο, δηλαδή της χημικής του σύστασης. Σε αντίθεση με το εγκάρδιο, το σομφό ξύλο έχει λιγότερο σκούρο χρώμα. Έτσι, διακρίνεται εύκολα λόγω διαφοράς χρώματος και υφής, αφού τα εκχυλίσματα συγκεντρώνονται στην περιοχή του εγκάρδιου ξύλου. Το τροπικό αυτό είδος παρουσιάζει ευθύγραμμες και κυματοειδείς ίνες στην σχεδίαση του. Το είδος Bete έχει εκχυλίσματα στο εγκάρδιο ξύλο, τα οποία συμβάλλουν στο πόσο σκούρα είναι η απόχρωση του χρώματος του ξύλου. Παράλληλα, τα εκχυλίσματα επηρεάζουν τις ιδιότητες του ξύλου και την απόδοση του σε κατεργασίες, όπως είναι αυτή της συγκόλλησης. Τα αγγεία του τροπικού αυτού ξύλου ανήκουν στην κατηγορία των διάχυτων πορωδών με πόρους μεσαίου μεγέθους και το παρέγχυμα είναι συχνά ορατό στις εγκάρσιες επιφάνειες.

2.1.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Bete

Η φαινομενική πυκνότητα του Bete ορίζεται περίπου $500\text{--}650\text{ kg/m}^3$ (δηλαδή σε 12% υγρασία). Έτσι, ανήκει στα είδη τροπικής ξυλείας της μεσαίας κατηγορίας. Το συγκεκριμένο τροπικό ξύλο είναι σταθερό στον τομέα της ρίκνωσης σε εσωτερικές συνθήκες, καθώς χαρακτηρίζεται μέτρια και στην ακτινική και στην εφαπτομενική τομή, συγκεκριμένα 4,6% και 7,7% αντίστοιχα με ογκομετρική ρίκνωση 11,9%. Έτσι, ο λόγος T/R υπολογίζεται ως 1,7, δηλαδή το ξύλο θεωρείται σταθερό. Το ποσοστό της υγρασίας της υγρής κατάστασης του

ξύλου αντιστοιχεί σε αυτή των τροπικών ειδών, δηλαδή είναι υψηλή. Η ξήρανση του είδους χαρακτηρίζεται ομαλή, υπό την προϋπόθεση ορθής χρήσης των διαδικασιών της ξήρανσης.

2.1.3 Μηχανικές ιδιότητες Bete

Οι μηχανικές ιδιότητες του τροπικού είδους Bete ανήκουν στη μέτρια κατηγορία αντοχής. Πιο αναλυτικά, παρουσιάζει αντοχή στην θλίψη και την κάμψη, συγκεκριμένα 8.030 lb f/in² (55,4 MPa) και 17.370 lb f/in² (119,8 MPa). Ωστόσο το βάρος του δεν είναι ιδιαίτερα υψηλό, σε σύγκριση με άλλα τροπικά ξύλα και έχει μέτρια σκληρότητα (με βαθμό σκληρότητας Janka 1.390 lb f (6.160 N)). Ακόμη, το είδος αυτό έχει μέτρο ελαστικότητας 11,43 GPa, δηλαδή είναι ικανοποιητικά ανθεκτικό σε παραμορφώσεις και ελαστικό ως είδος ξύλου. Είναι ένα είδος ξύλου με ικανοποιητική αντοχή σε διαδικασίες κατεργασίας, χωρίς να περιλαμβάνουν φθορές. Είναι ένα ξύλο που χρησιμοποιείται σε διακοσμητικές κατασκευές και αντικείμενα για εσωτερικό χώρο.

2.1.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Bete

Το τροπικό είδος Bete, πιο συγκεκριμένα το εγκάρδιο ξύλο, ανήκει στην κατηγορία 4 (Κλάση 4) απέναντι στους μύκητες, δηλαδή διαθέτει χαμηλή άμυνα έναντι τους. Παράλληλα, το συγκεκριμένο είδος ξύλου είναι μέτρια ανθεκτικό έναντι τερμιτών και εντόμων. Έτσι, αποφεύγεται η χρήση του σε εξωτερικές κατασκευές χωρίς μέσα προστασίας, ενώ είναι ιδανικό για κατασκευές εσωτερικού χώρου. Ωστόσο, το είδος παρουσιάζει διακυμάνσεις κατάταξης στις κλάσεις ανθεκτικότητας, καθώς με βάση το εγκάρδιο ξύλο κρίνεται με βάση την ποιότητα του. Με αυτόν τον τρόπο, υπάρχουν πηγές που αναφέρουν ότι ανήκει στην κλάση 1 και 2 (EN 350), ενώ άλλες που αναφέρουν στις κατώτερες (δηλαδή 3 με 4), ιδιαίτερα όταν το ξύλο χρησιμοποιείται σε κατασκευές εξωτερικού χώρου χωρίς κάποιο μέσο προστασίας. Τα μέσα προστασίας, όπως είναι η εφαρμογή κάποιας επιφανειακής στρώσης μπορεί να αυξήσει την διάρκεια του ξύλου.

2.1.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Bete

Το τροπικό είδος Bete παρουσιάζει τεχνολογική απόδοση ανάλογα με την μέθοδο που εφαρμόζεται. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση απλών εργαλείων ξυλουργικής εμφανίζει θετικά αποτελέσματα ως προς την κατεργασία του ξύλου. Παρόλα αυτά, διεργασίες όπως είναι αυτή της συγκόλλησης και του φινιρίσματος μπορούν να παρουσιάσουν δυσκολίες εξαιτίας των εκχυλισμάτων που βρίσκονται στο ξύλο. Έτσι, χρειάζεται αντίστοιχη ετοιμασία των επιφανειών του ξύλου. Η διαδικασία της ξήρανσης επίσης είναι πιο απαιτητική, καθώς το ξύλο είναι επιρρεπές σε στρεβλώσεις και ρήγματα ξήρανσης, όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί ποικιλία χρωστικών για αισθητικούς λόγους.



Figure 6. *Mansonia* (*Mansonia altissima*). The Wood Database. <https://www.wood-database.com/mansonia/>

2.2 Meranti Yellow

Το τροπικό είδος Meranti Yellow είναι ένα εμπορικό είδος ξυλείας με επιστημονικό όνομα *Shorea* spp., ενώ ανήκει στην οικογένεια Dipterocarpaceae και στο γένος *Shorea*. Το συγκεκριμένο είδος προέρχεται από την Νοτιοανατολική Ασία, δηλαδή από χώρες όπως η Ινδονησία, η Μαλαισία και το Μπρουνέι. Το είδος Meranti Yellow βρίσκεται συνήθως σε χαμηλό υψόμετρο στα τροπικά δάση. Ένα συχνό όνομα είναι το Φιλιππινέζικο Μαόνι, ενώ δεν ανήκει σε γένος που ανήκουν τα μαόνια, δηλαδή στα γένη *Swietenia* και *Khaya*. Επίσης, λόγω της αυξημένης εκμετάλλευσης του είδους τις τρεις τελευταίες γενιές, το μεγαλύτερο μέρος των ειδών του είδους αυτού έχουν μειωθεί κατά 80%. Έτσι, πολλά είδη ανήκουν πλέον στην κόκκινη λίστα του IUCN, δηλαδή θεωρούνται απειλούμενα είδη. Οι κύριες χρήσεις του Meranti Yellow είναι τα έπιπλα που απευθύνονται για εσωτερικό χώρο, το κόντρα πλακέ και την γενικότερη ξυλεία που χρησιμοποιείται σε κατασκευές. Οι κοινές ονομασίες του είδους είναι Meranti yellow, Meranti kuning, Seraya yellow, Meranti damar hitam και Seraya kuning.

2.2.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Meranti Yellow

Το τροπικό είδος Meranti Yellow έχει κίτρινο ή καφέ με κίτρινους τόνους χρώματος στο εγκάρδιο ξύλο του με πιθανές πράσινες λάμψεις. Το χρώμα του ξύλου αυτού γίνεται πιο σκούρο με το πέρασμα του χρόνου και την έκθεση στον αέρα. Η διαφορά εγκάρδιου και σομού ξύλου είναι διακριτή, καθώς το σομό ξύλο του έχει ανοιχτή απόχρωση. Η δομή των ινών είναι συχνά είτε ίσια, είτε διασυνδεδεμένη, δηλαδή «interlocked grain». Στην περίπτωση των διασυνδεδεμένων ινών, διαφοροποιείται η εμφάνιση του ξύλου και η κατεργασία του αντίστοιχα. Η υφή του ξύλου χαρακτηρίζεται μέτρια έως τραχιά, καθώς εμφανίζει μέτριους

και μεγάλους πόρους. Το ύψος του τροπικού αυτού είδους κυμαίνεται από 40 έως 60 μέτρα, με διάμετρο του κορμού να κυμαίνεται από 1,5 έως 2 μέτρα.

2.2.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Meranti Yellow

Το τροπικό είδος Meranti Yellow έχει ειδικό βάρος που κυμαίνεται από 0,44 έως 0,56, δηλαδή το βάρος του ξύλου σε ποσοστό υγρασίας 12%. Έτσι, θεωρείται ένα ξύλο με μέση πυκνότητα. Το ποσοστό ρίκνωσης του είδους Meranti Yellow στην ακτινική τομή ορίζεται ως 3,3%, ενώ στην εφαπτομενική στα 7,7%. Ακόμη, στην ογκομετρική τομή είναι 10,5%, με τον λόγο T/R, δηλαδή η διαίρεση της εφαπτομενικής ρίκνωσης (T) με την ακτινική ρίκνωση (R), είναι 2,3. Έτσι, το ξύλο αυτό έχει χαμηλή σταθερότητα και παρουσιάζει ανισοτροπία. Η στοίβαξη του είδους πρέπει να εφαρμόζεται με προσοχή, καθώς παρουσιάζει σχετικά εύκολα στρεβλώσεις. Παράλληλα, η διαδικασία της ξήρανσης πρέπει να εφαρμόζεται με κανονικό προς αργό ρυθμό, λόγω των διασυνδεμένων ινών και του κινδύνου στρέβλωσης του ξύλου.

2.2.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Meranti Yellow

Το τροπικό είδος Meranti Yellow έχει διάφορες μηχανικές ιδιότητες, οι οποίες το καθιστούν κατάλληλο για μία ποικιλία εφαρμογών. Πιο συγκεκριμένα, η σκληρότητα του ορίζεται σε 700 lb f (3.120 N) με βάση την κλίμακα σκληρότητας Janka. Έτσι, συμπεραίνουμε ότι αποτελεί ένα μέσης σκληρότητας ξύλο. Επίσης, η αντοχή του στην θλίψη είναι 48 MPa και σε κάμψη είναι 98 MPa αντίστοιχα. Το μέτρο ελαστικότητας του είδους είναι 10,68 GPa, δηλαδή έχει επαρκή ελαστικότητα και ακαμψία για έως και μέτρια φορτία.

2.2.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Meranti Yellow

Η φυσική ανθεκτικότητα του Meranti Yellow θεωρείται σχετικά χαμηλή. Πιο αναλυτικά, το είδος παρουσιάζει, με βάση το ευρωπαϊκό πρότυπο NF EN 350 (2016), χαμηλή ανθεκτικότητα έναντι των ξυλοφάγων μυκήτων, δηλαδή ανήκει στην κλάση 4 (Class 4, poorly durable). Παράλληλα, το είδος ορίζεται ως επιρρεπές έναντι των τερμιτών και των ξυλοφάγων εντόμων, δηλαδή τα σαρακιά, δηλαδή ανήκει στην κατηγορία S (Class S, susceptible). Τέλος, έχει χαμηλό βαθμό διαπερατότητας (Class 3-4, poorly or not permeable), γεγονός που κάνει δύσκολη την χρήση κατάλληλου εμποτισμού για προστασία. Για αυτό τον λόγο, η χρήση του είδους σε εφαρμογές περιορίζεται κυρίως σε εσωτερικού χώρου.

2.2.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Meranti Yellow

Η κατεργασία του Meranti Yellow είναι ευρύτερα εύκολη. Συγκεκριμένα, παρουσιάζει καλή κατεργασία σε κατεργασίες, όπως η κοπή, η χρήση εργαλείων χειρός και μηχανημάτων, το βίδωμα και το κάρφωμα. Ωστόσο, λόγω της παρουσίας διασυνδεδεμένων ινών στην δομή του, μπορεί να παρουσιάσει δυσκολία κατά την διαδικασία του πλανίσματος. Παράλληλα, η διαδικασία της συγκόλλησης γίνεται εύκολα, ενώ το φινίρισμα γίνεται επίσης εύκολα με χρήση βαφής και λούστρου.



Figure 7. Yellow Meranti (*Shorea faguetiana*). ITTO, Lesser Used Species
<http://www.tropicaltimber.info/specie/yellow-meranti-shorea-faguetiana/?print=true>

2.3 African Mahogany

Το African Mahogany ή στα ελληνικά Αφρικανικό Μαόνι, συναντάται κυρίως στην τροπική Αφρική και έχει επιστημονική ονομασία *Khaya* spp. Το τροπικό αυτό είδος εντάσσεται στην οικογένεια Meliaceae και στην υποοικογένεια Cedreloideae. Κυμαίνεται σε ύψος από 30-60 μέτρα. Συναντάται σε αρκετές χώρες της τροπικής Αφρικής, από τη Σιέρα Λεόνε, ανατολικά στην Ουγκάντα και την Τανζανία και νοτιότερα στην Αγκόλα, τη Ζάμπια και τη Ζιμπάμπουε. Η χρήση του είναι κυρίως για καπλαμά, κόντρα πλακέ, τορνευτά αντικείμενα, έπιπλα αλλά και

σε εσωτερική διακόσμηση και στη ναυπηγική. Έχει ευρείες χρήσεις χάρη στην ανθεκτικότητά του ως είδος και την ευκολία του στην κατεργασία, παρόλα αυτά δεν είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό στην προσβολή από έντομα όπως το σαράκι. Άλλες ονομασίες του είδους είναι Khaya και Acajou d'Afrique.



Figure 8. African Mahogany (The wood Database)

<https://www.wood-database.com/african-mahogany/>

2.3.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους African Mahogany

Το τροπικό είδος African Mahogany έχει ένα απαλό κόκκινο-καφέ χρώμα με τις ίνες, δηλαδή τα νερά του ξύλου να έχουν ευθεία προς σταυρωτή κατεύθυνση. Το εγκάρδιο ξύλο κυμαίνεται από απαλό ροζ έως βαθύ κοκκινωπό καφέ, μερικές φορές με ραβδώσεις σκουρότερου κοκκινωπού καφέ. Το χρώμα του γενικά σκουραίνει με την πάροδο του χρόνου. Επιφάνειες του African Mahogany που έχουν ισόβενη τομή, έχουν έναν σχεδιασμό που μοιάζει με κορδέλα (ribbon-stripe). Η υφή του είδους είναι μέτρια προς τραχιά, το ξύλο έχει μια φυσική γυαλάδα και το φως που πέφτει πάνω στην επιφάνειά του, δίνει μια τρισδιάστατη αίσθηση στις ίνες του.

Όσον αφορά τα δομικά χαρακτηριστικά, οι πόροι του είναι ομοιόμορφα κατανεμημένοι και έχουν το ίδιο μέγεθος, επομένως έχει διάχυτο πορώδες. Οι πόροι του εμφανίζονται είτε μόνοι τους είτε σε ομάδες των 2-3 παρατεταγμένων σε σειρά και κάθετα στους δακτυλίους. Τα αγγεία του είδους είναι αρκετά μεγάλα, γεγονός που δικαιολογεί και την τραχιά υφή του, ενώ μέσα στα αγγεία υπάρχουν κοιτάσματα από κόμμι ή ρητίνη που έχουν την όψη σκούρων γραμμών.

2.3.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους African Mahogany

Η φαινομενική πυκνότητα του African Mahogany είναι 545kg/m³ σε επίπεδο υγρασίας 12%. Αυτό το κατατάσσει σε είδος τροπικής ξυλείας μεσαίας κατηγορίας. Κατά μήκος, το είδος δεν ρικνώνει σχεδόν καθόλου, ακτινικά ρικνώνει σε φυσιολογικά επίπεδα και εφαπτομενικά ρικνώνει περισσότερο. Πιο συγκεκριμένα, το ποσοστό ρίκνωσης είναι στην ακτινική και εφαπτομενική τομή 3,4% και 5,7% αντίστοιχα, και η ογκομετρική ρίκνωση είναι 9,3%. Έτσι, ο λόγος T/R είναι 1,7 και το ξύλο είναι σχετικά σταθερό. Γενικά είναι ένα σχετικά σταθερό ξύλο, το οποίο με τη σωστή ξήρανση μπορεί να κρατήσει το σχήμα του στα έπιπλα, στις πόρτες και στα παράθυρα, χωρίς να παρουσιάζει έντονα σκεβρώματα με τις αλλαγές του καιρού. Το ποσοστό της υγρασίας της υγρής κατάστασης είναι σε μέτριο επίπεδο.

2.3.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους African Mahogany

Το Αφρικανικό Μαόνι είναι στη μεσαία προς χαμηλή κατηγορία σκληρότητας σε σχέση με άλλα τροπικά είδη με το με τη σκληρότητα Janka να φτάνει από 830-1.070lbf. Είναι ένα σχετικά άκαμπτο είδος με Μέτρο Ελαστικότητας 10,2-10,5 GPa, το οποίο απορροφά σημαντικές τάσεις εφελκυσμού και θλίψης κατά τη διάρκεια της κάμψης του. Κάτω από ισχυρές δυνάμεις το ξύλο θα παρουσιάσει μεγάλη παραμόρφωση σε σχέση με άλλα, λιγότερο άκαμπτα είδη, καθώς έχει Μέτρο Θραύσης 75-92 MPa, όμως όταν αφαιρεθεί το φορτίο θα επανέλθει γρήγορα στο αρχικό του σχήμα, εφόσον δεν ξεπεραστεί το όριο θραύσης.

2.3.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους African Mahogany

Το Αφρικανικό Μαόνι (african mahogany), είναι ένα μέτρια ανθεκτικό είδος με μέτρια προς κακή αντοχή στην προσβολή από έντομα. Η αντοχή του εγκάρδιου ξύλου σε μύκητες κατατάσσεται στην κλάση 3-μέτρια ανθεκτικό και η αντοχή του εγκάρδιου σε έντομα ξηρού ξύλου (dry wood borers) κατατάσσεται στην κλάση D, δηλαδή δεν απαιτείται ιδιαίτερη συντηρητική επεξεργασία έναντι των συγκεκριμένων εντόμων. Το σομφό ξύλο αντίθετα, είναι αρκετά ευάλωτο σε προσβολές. Δεν συνίσταται η χρήση του σε συνθήκες όπου υπάρχει μόνιμη ύγρανση, όπως είναι η άμεση επαφή με το έδαφος ή με το νερό. Εάν γίνει χρήση του Αφρικανικού Μαονιού σε συνθήκες με προσωρινή υγρασία τότε απαιτείται η χρήση κατάλληλης συντηρητικής επεξεργασίας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εξωτερικούς χώρους χωρίς επεξεργασία συντήρησης, λόγω του ότι ανήκει στην κλάση 3, αλλά περιορίζεται σε κατασκευές όπως οι πόρτες και τα παράθυρα, όπου ο σχεδιασμός τους είναι τέτοιος που αποτρέπει τη στασιμότητα του νερού επάνω στο ξύλο.

2.3.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους African Mahogany

Το Αφρικανικό Μαόνι, African Mahogany, είναι σε γενικές γραμμές ένα τροπικό ξύλο το οποίο κατεργάζεται εύκολα τόσο με εργαλεία χειρός όσο και με μηχανήματα. Ένα κρίσιμο σημείο που θέλει προσοχή στο Αφρικανικό Μαόνι είναι το πλάνισμα και το φρεζάρισμα. Καθώς τα νερά του, όπως προαναφέρθηκε, είναι “πλεγμένα”, πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή κατά την κατεργασία, έτσι ώστε να μην σκιστούν και ξεφλουδιστούν οι ίνες του.

Πέραν αυτής του της λεπτομέρειας, είναι ένα ιδιαίτερα συνεργάσιμο είδος ξύλου. Είναι κατάλληλο για τορνευτά αντικείμενα, καθώς συμπεριφέρεται πολύ καλά στον τόρνο, ενώ κολλάει χωρίς πρόβλημα με όλες τις τυπικές ξυλόκολλες. Ακόμα, επιδέχεται πολύ καλά τα βερνίκια και τα λάδια για να φαίνονται εντονότερα τα νερά που έχει σαν ξύλο. Σε χρήση αυτού σε έπιπλα θα πρέπει να δίνεται μια μικρή προσοχή καθώς σε συνθήκες υγρασίας τείνει να αντιδρά με το σίδηρο, αφήνοντας μαύρους λεκέδες και γι' αυτό συνίσταται η χρήση ανοξειδωτών και ορειχάλκινων βιδών και λοιπών εξαρτημάτων.

2.4 Anigre

Το Anigre ή Aniegre συναντάται στις τροπικές περιοχές της Ανατολικής Αφρικής και έχει επιστημονική ονομασία *Routeria* spp., ενώ παλαιότερα ονομαζόταν *Aningeria* spp. Το τροπικό είδος εντάσσεται στην οικογένεια Sapotaceae. Φτάνει σε ύψος 30 έως 55 μέτρα και οι κυριότερες χώρες στις οποίες συναντάται είναι το Κονγκό, το Καμερούν, η Κένυα, η Ουγκάντα και η Αγκόλα. Χρησιμοποιείται κυρίως για καπλαμά, κόντρα πλακέ, έπιπλα υψηλής ποιότητας, ντουλάπια καθώς και σε εσωτερική διακόσμηση. Έχει ευρείες χρήσεις χάρη στη λεία εμφάνισή του και τη σχετικά εύκολη κατεργασία του, παρόλα αυτά δεν διαθέτει ιδιαίτερη φυσική ανθεκτικότητα στη σήψη και είναι αρκετά ευάλωτο στην προσβολή από ξυλοφάγα έντομα όπως είναι το σαρακι. Άλλες ονομασίες του είδους είναι Anigre, Anegre, Aniegre, Aningeria και Osan.



Figure 9. Anigre. (The Wood Database)

<https://www.wood-database.com/anigre/>

2.4.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Anigre

Το τροπικό είδος Anigre έχει ένα ανοιχτό κιτρινωπό καφέ χρώμα, κάποιες φορές με μια ελαφριά ροζ απόχρωση. Το ανοιχτόχρωμο σομό ξύλο δεν διαχωρίζεται διακριτά από το

εγκάρδιο. Το χρώμα του έχει την τάση να σκουραίνει με την πάροδο του χρόνου. Τα νερά του ξύλου, δηλαδή οι ίνες του έχουν κατεύθυνση ευθεία έως σταυρωτή-πλεγμένη. Το Anigre έχει ισόβενη τομή και συχνά εμφανίζει έναν οπτικό σχεδιασμό που μοιάζει με κυματισμό (fiddleback) ή είναι στικτός (mottled). Η υφή του είδους είναι ομοιόμορφη και το ίδιο το ξύλο διαθέτει μία φυσική γυαλάδα.

Όσον αφορά τα δομικά χαρακτηριστικά, το πορώδες του είναι διάχυτο. Έχει πόρους μικτού έως μεσαίου μεγέθους, είναι πολυάριθμοι και δεν έχουν κάποια συγκεκριμένη διάταξη. Οι πόροι του είναι είτε μόνοι τους είτε σε ακτινωτές ομάδες των 2-3 πόρων. Οι ακτίνες του είναι στενές και χρειάζεται μεγεθυντικός φακός για να γίνουν ορατές. Ορισμένες φορές μέσα στους πόρους του εγκάρδιου ξύλου υπάρχουν κοιτάσματα, ενώ το παρέγχυμα εμφανίζεται σε μορφή ζωνών.

2.4.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Anigre

Η φαινομενική πυκνότητα του είδους Anigre είναι 550kg/m³ σε επίπεδο υγρασίας 12%. Αυτό το κατατάσσει σε είδος τροπικής ξυλείας μεσαίας κατηγορίας. Ακτινικά ρικνώνει σε μέτρια επίπεδα (3,7%), εφαπτομενικά όμως ρικνώνει πολύ περισσότερο (7,0%). Γενικά, το Anigre είναι ένα ξύλο με μέτρια σταθερότητα, το οποίο πρέπει να ξηραθεί πολύ προσεκτικά και ενδείκνυται μονάχα κατασκευές εσωτερικού χώρου. Ακόμα, η αυξημένη εφαπτομενική τάση ρίκνωσης που έχει το είδος το καθιστά πιο ευάλωτο σε παραμορφώσεις και ραγιδώσεις, όσο αλλάζει η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος. Το σημείο κορεσμού των ινών του είδους ανέρχεται στο 31%.

2.4.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Anigre

Το Anigre κατατάσσεται στη μεσαία κατηγορία σκληρότητας σε σχέση με άλλα τροπικά είδη με τη Σκληρότητα Janka να φτάνει τα 980 lbf. Είναι ένα αρκετά άκαμπτο είδος, το οποίο είναι ανθεκτικό σε τάσεις εφελκυσμού και θλίψης κατά τη διάρκεια της κάμψης του και έχει Μέτρο Ελαστικότητας 10,7-11,2GPa. Υπό ισχυρές δυνάμεις, το συγκεκριμένο είδος παρουσιάζει καλή αντίσταση και μικρή παραμόρφωση, διότι έχει Μέτρο Θραύσης 83-85 MPa, όταν όμως αφαιρεθεί το φορτίο χάρη στην καλή του ελαστικότητα, επανέρχεται γρήγορα στο αρχικό του σχήμα. Η ικανότητα του Anigre να αντέχει σε θλίψη, επιβεβαιώνει ότι κατέχει ισορροπημένες μηχανικές αντοχές όσον αφορά στην κατασκευή επίπλων.

2.4.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Anigre

Το Anigre είναι ένα μη ανθεκτικό έως ευπαθές είδος με ιδιαίτερα κακή αντοχή στην προσβολή του από έντομα. Η αντοχή του είδους στους μύκητες κατατάσσεται στην κλάση 5-μη ανθεκτικό και η αντοχή του σε έντομα ξηρού ξύλου (dry wood borers) κατατάσσεται στην κατάταξη S (ευάλωτο), το οποίο σημαίνει ότι χρειάζεται απαραίτητα συντηρητική επεξεργασία ενάντια στα συγκεκριμένα έντομα. Αφού το σομφό από το εγκάρδιο ξύλο δεν έχουν ευδιάκριτο

διαχωρισμό, ολόκληρο το ξύλο είναι ευάλωτο στις προσβολές. Είναι απαγορευτική η χρήση του σε συνθήκες μόνιμης ή προσωρινής ύγρανσης, όπου υπάρχει άμεση επαφή με το έδαφος ή με το νερό. Η χρήση του Anigre είναι αυστηρά για εσωτερικές κατασκευές. Δεν χρησιμοποιείται για εξωτερικές κατασκευές όπως οι πόρτες και τα παράθυρα, καθώς δεν έχει φυσική ανθεκτικότητα και καταστρέφεται εύκολα από την υγρασία και από τους μύκητες εάν εκτεθεί σε ιδιαίτερες καιρικές συνθήκες.

2.4.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Anigre

Το Anigre είναι ένα τροπικό ξύλο το οποίο έχει εύκολη κατεργασία τόσο με εργαλεία χειρός όσο και με μηχανήματα. Ένα χαρακτηριστικό που θέλει ιδιαίτερη προσοχή κατά την κατεργασία του Anigre είναι η παρουσία πυριτίου στο εσωτερικό του. Εφόσον περιέχει αυτά τα φυσικά ορυκτά κοιτάσματα, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την κοπή και το πλάνισμα, γιατί το ξύλο έχει την τάση να φθείρει και να στομώνει αρκετά γρήγορα τις λάμες των κοπτικών εργαλείων. Εκτός από αυτή τη λεπτομέρεια, το Anigre είναι ένα αρκετά συνεργάσιμο είδος ξύλου. Χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή καπλαμά και παράλληλα καρφώνεται, βιδώνεται και κολλάει με όλες τις τυπικές ξυλόκολλες. Επιδέχεται πολύ καλά τα βερνίκια και το γυάλισμα, προσφέροντας στο ξύλο ένα εξαιρετικά λείο και ομοιόμορφο τελικό φινίρισμα. Όσον αφορά στη χρήση του στην κατασκευή επίπλων, δεν παρουσιάζει κάποιο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό πρόβλημα ή αντίδραση με άλλα υλικά, όπως το μέταλλο.

2.5 Merbau

Το τροπικό είδος Merbau έχει πυκνότητα μεγάλης τιμής και επικρατούν τα είδη *Intsia bijuga* και *Intsia palembanica*. Τα είδη αυτά είναι τροπικά είδη της οικογένειας Fabaceae. Το συγκεκριμένο τροπικό είδος αποτελεί ένα είδος με υψηλή μηχανική αντοχή. Ακόμα, παρουσιάζει ανθεκτικότητα σε φυσικούς παράγοντες. Έτσι, αποτελεί γνωστό είδος στην αγορά της Ελλάδας. Το τροπικό είδος Merbau έχει προέλευση την Νοτιοανατολική Ασία, όμως παρουσιάζει εξάπλωση από την Ανατολική Αφρική έως και την Νοτιοανατολική Ασία και Αυστραλία. Πιο συγκεκριμένα, κάποιες περιοχές όπου παρατηρείται είναι οι Φιλιππίνες, το Βιετνάμ, η Μαλαισία, τη Μαδαγασκάρη, τη Σαμόα και την βόρεια Αυστραλία. Επιπρόσθετα, είναι ένα είδος που καλλιεργείται σε δάση που χαρακτηρίζονται με χαμηλό υψόμετρο και περιοχές με υψηλά ποσοστά υγρασίας, δηλαδή υγρές περιοχές ή περιοχές σε παράκτια δάση, όπου η συγκέντρωση της υγρασίας είναι μεγάλη και η θερμοκρασία διατηρείται σχετικά ψηλά. Το τροπικό είδος Merbau στην ελληνική αγορά βρίσκεται κυρίως σε εφαρμογές σε δάπεδα και πατώματα εσωτερικού και εξωτερικού χώρου, λόγω της φυσικής ανθεκτικότητας του ξύλου σε φυσικούς παράγοντες όπως οι τερμίτες, εκτός όμως από τα έντομα. Μερικές κοινές ονομασίες είναι Kwila, Ipil, Merbau και Vesi.



Figure 10. Μερμπάου (*Intsia spp.*), Πηγή: The Wood Database

<https://www.wood-database.com/merbau/>

2.5.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Merbau

Το τροπικό είδος ξύλου Merbau έχει κιτρινωπή έως πορτοκαλί με καστανή απόχρωση στο εγκάρδιο του μετά την κοπή. Ωστόσο, με το πέρασμα του χρόνου το χρώμα του εγκάρδιου ξύλου αλλάζει σε σκούρα ερυθροκαστανή με καφέ απόχρωση. Κατά μήκος του ξύλου μπορεί να εμφανίζεται ένα ποσοστό χάλκινων με κίτρινων ανόργανων αποθέσεων. Πιο συγκεκριμένα, οι αποθέσεις αυτές προσδίδουν στο είδος μοναδικότητα και ευκολία στην αναγνώριση μεταξύ άλλων τροπικών ειδών. Ωστόσο, μπορούν να προκαλέσουν κάποιο σημάδι, καθώς χαρακτηρίζονται για την υδατοδιαλυτότητα τους. Παράλληλα, το σομφό ξύλο του τροπικού αυτού ξύλου έχει υπόλευκη απόχρωση, έως ανοιχτή κίτρινη. Η διαφορά σομφού και εγκάρδιου ξύλου είναι διακριτή με γυμνό μάτι. Το ύψος του συγκεκριμένου είδους κυμαίνεται από 40 έως 60 μέτρα και ο κορμός του έχει διάμετρο 1,2 έως 1,5 μέτρα. Η υφή του τροπικού αυτού είδους είναι χονδροειδή, όμως έχει ομοιομορφία. Επίσης, οι ίνες του ξύλου Merbau έχουν κυματοειδή σχεδίαση και είναι ίσιες ή αλληλοσυνδεόμενες. Το ξύλο επίσης χαρακτηρίζεται με μέτρια φυσική γυαλάδα και έχει φυσική «πλεκόμενη σχεδίαση», ή αλλιώς «ribbon figure».

2.5.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Merbau

Το τροπικό είδος Merbau αποτελεί ένα βαρύ είδος ξυλείας. Συγκεκριμένα, η φαινομενική πυκνότητα είναι από 0,68 έως 0,8 g/cm³ σε ποσοστό υγρασίας 12% έως 15%. Το ύψος του δέντρου κυμαίνεται από 40 έως 60 μέτρα, ενώ η διάμετρος του κορμού είναι 0,6-1,5 μέτρο. Το πάχος του σομφού ξύλου αναφέρεται να είναι από 5 έως 8 εκατοστά. Το ειδικό βάρος του συγκεκριμένου τροπικού είδους είναι από 0,68 έως 0,82. Επιπρόσθετα, το είδος Merbau έχει τις αντίστοιχες αλλαγές στην δομή του κατά την συρρίκνωση. Πιο αναλυτικά, στην ακτινική του τομή αναφέρεται ρίκνωση 2,9% και στην εφαπτομενική τομή 4,8% αντίστοιχα. Επίσης,

στην ογκομετρική ρίκνωση υπάρχει 8% ρίκνωση και ο λόγος T/R αντιστοιχεί σε 1,7. Έτσι, συμπεραίνουμε ότι το συγκεκριμένο είδος έχει μέτρια σταθερότητα, δηλαδή έχει μέτρια ανισοτροπία. Κατά την ξήρανση, το συγκεκριμένο τροπικό είδος δέχεται ξήρανση με αργό ρυθμό, όμως δεν παρουσιάζει σοβαρές επιπτώσεις. Στην περίπτωση πιο γρήγορης επιλογή της ξήρανσης, οι πιθανότητες για ρηγματώσεις και επιφανειακές ρωγμές σε πιο παχιές επιφάνειες.

2.5.3 Μηχανικές ιδιότητες Merbau

Οι μηχανικές ιδιότητες του είδους Merbau είναι πολύ καλές, καθώς παρουσιάζει ικανοποιητική αντοχή σε θλίψη και κάμψη, με τιμές 73,4 MPa και 145,2 MPa αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα, η αντοχή και η σταθερότητα του συγκεκριμένου είδους αναφέρεται από πηγές (The Wood Database) ότι είναι ανάλογη για χρήση σε ξύλινα δάπεδα, όπου είναι ιδιαίτερα κρίσιμη. Η σκληρότητα του είδους με βάση την κλίμακα Janka ορίζεται ως 1.840 lb f (7.620 N). Επίσης, το μέτρο ελαστικότητας είναι 15,93 GPa, δηλαδή το είδος εμφανίζει πολύ καλή ακαμψία, αντέχοντας υψηλά φορτία βάρους.

2.5.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Merbau

Η φυσική ανθεκτικότητα του τροπικού είδους Merbau αναφέρεται ότι είναι ιδιαίτερα υψηλή. Αναλυτικότερα, το είδος αυτό είναι πολύ ανθεκτικό στη σήψη. Επίσης, είναι πολύ ανθεκτικό έναντι ξυλοφάγων μυκητών, δηλαδή κλάσης 1-2. Αντίστοιχα, έχει ανθεκτικότητα έναντι στις επιθέσεις ξυλοφάγων εντόμων, δηλαδή έχει κλάση D. Σχετικά με την ανθεκτικότητα έναντι των τερμιτών, το συγκεκριμένο είδος έχει κλάση M, δηλαδή είναι ανθεκτικό σε μέτριο βαθμό. Γενικότερα, το είδος Merbau κατατάσσεται στην κλάση 4, αναφορικά με την φυσική ανθεκτικότητα του είδους και την αξιοποίηση του, καθώς έχει ευρωπαϊκή πιστοποίηση NF EN 350 (2016). Ωστόσο, παρουσιάζει κυμαινόμενο ποσοστό ανθεκτικότητας έναντι των θαλάσσιων τερμιτών. Έτσι, η αξιοποίηση του τροπικού είδους Merbau δεν συνιστάται για προϊόντα που δέχονται έκθεση σε θαλάσσιο νερό. Όμως, σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο NF EN 335 (2013), η απόδοση του τροπικού είδους βρίσκει αναλογία με την έκθεση στο ανάλογο περιβάλλον.

2.5.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Merbau

Το τροπικό είδος Merbau έχει υψηλή τιμή πυκνότητας και αυτό το κάνει να παρουσιάζει μερική δυσκολία κατά την κατεργασία του με κοπτικά, καθώς με γρήγορο ρυθμό μπορεί να τα αμβλύνει. Πιο αναλυτικά, το πριόνισμα και το πλάνισμα το είδος θεωρούνται μέτριες έως δύσκολες κατεργασίες για το είδος, καθώς περιέχει ανόργανα εκχυλίσματα που μπορούν να αμβλύνουν τα κοπτικά μέσα. Παράλληλα, το τρύπημα και το βίδωμα στο συγκεκριμένο είδος θεωρείται ικανοποιητικό, εφόσον έχει προηγηθεί προτρύπημα, καθώς υπάρχει τάση για σκίσιμο. Ακόμα, η κατεργασία της συγκόλλησης και του φινιρίσματος κρίνονται καλά στο συγκεκριμένο είδος, όμως χρειάζεται ανάλογη προετοιμασία των επιφανειών κατεργασίας, λόγω της παρουσίας των εκχυλισμάτων.

2.6 Bangkirai

Το Bangkirai ή Yellow Balau συναντάται στη Νοτιοανατολική Ασία και έχει επιστημονική ονομασία *Shorea* spp. Είναι τροπικό είδος και εντάσσεται στην οικογένεια *Dipterocarpaceae*. Το ύψος του κυμαίνεται από 45-60 μέτρα και συναντάται κυρίως σε χώρες όπως η Ινδονησία, η Μαλαισία, οι Φιλιππίνες, η Ταϊλάνδη και η Μυανμάρ. Χρησιμοποιείται κυρίως για βαριές κατασκευές, όπως εξωτερικά δάπεδα (decking), έπιπλα εξωτερικού χώρου, γέφυρες, βιομηχανικά δάπεδα αλλά και στη ναυπηγική. Έχει ευρείες χρήσεις χάρη στην σκληρότητά του και τη μεγάλη φυσική του ανθεκτικότητα στη σήψη και στους μύκητες. Είναι επίσης ιδιαίτερα ανθεκτικό στην προσβολή από ξυλοφάγα έντομα και τερμίτες και η υψηλή του πυκνότητα το καθιστά δύσκολο στην κατεργασία. Άλλες ονομασίες του είδους είναι Yellow Balau, Selangan batu στη Μαλαισία και Gisok ή Yakal στις Φιλιππίνες.



Figure 11. Bangkirai (The Wood Database)

<https://www.wood-database.com/balau/>

2.5.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Bangkirai

Το τροπικό είδος Bangkirai έχει ένα κιτρινωπό έως ανοιχτό καφέ χρώμα, συχνά με μια ελαφριά πρασινωπή ή κοκκινωπή απόχρωση. Το ανοιχτόχρωμο σομφό ξύλο, το οποίο είναι πιο ανοιχτό κιτρινωπό ή γκριζωπό, έχει εμφανή διαχωρισμό από το εγκάρδιο. Το χρώμα του έχει την τάση να σκουραίνει με την πάροδο του χρόνου και την έκθεσή του στο φως, καταλήγοντας σε ένα βαθύ καφέ. Τα νερά του ξύλου, δηλαδή οι ίνες του, έχουν κατεύθυνση ευθεία έως έντονα σταυρωτή-πλεγμένη (interlocked). Η υφή του Bangkirai είναι μέτρια έως τραχιά και το είδος διαθέτει χαμηλή φυσική γυαλάδα.

Όσον αφορά τα δομικά χαρακτηριστικά, το πορώδες του είναι διάχυτο. Οι πόροι του είναι μεσαίου έως μεγάλου μεγέθους, σχετικά λίγοι σε αριθμό και χωρίς συγκεκριμένη διάταξη. Συναντώνται μόνοι τους ή σε ακτινωτές ομάδες των 2-3. Οι ακτίνες του είναι στενές και γίνονται ορατές με τη χρήση μεγεθυντικού φακού. Ένα ιδιαίτερο ανατομικό χαρακτηριστικό του Bangkirai είναι η παρουσία αξονικών ρητινοφόρων καναλιών που σχηματίζουν εμφανείς και συνεχόμενες λευκές γραμμές. Μέσα στους πόρους του εγκάρδιου ξύλου υπάρχουν άφθονα κοιτάσματα, ενώ το παρέγχυμα είναι εμφανές κυρίως γύρω από τους πόρους και μερικές φορές σε μορφή μικρών ζωνών.

2.5.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Bangkirai

Η φαινομενική πυκνότητα του είδους Bangkirai είναι περίπου 915kg/m³ έως 930 kg/m³ σε επίπεδο υγρασίας 12%. Αυτό το κατατάσσει σε είδος τροπικής ξυλείας πολύ μεγάλης πυκνότητας. Ακτινικά ρικνώνει σε σχετικά υψηλά επίπεδα (4,3%), εφαπτομενικά όμως ρικνώνει πολύ περισσότερο (9,2%). Γενικά, το Bangkirai είναι ένα είδος ξύλου με χαμηλή

διαστασιακή σταθερότητα, το οποίο πρέπει να ξηρανθεί με μεγάλη προσοχή και με αργό ρυθμό. Ενδείκνυται παρόλα αυτά για βαριές κατασκευές σε εξωτερικούς χώρους. Η αυξημένη εφαιτομενική τάση ρίκνωσης που έχει σαν είδος, το καθιστά αρκετά ευάλωτο σε παραμορφώσεις, επιφανειακές ραγιδώσεις και σκεβρώματα, όσο αλλάζει η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος. Ακόμα, το σημείο κορεσμού των ινών του είδους ανέρχεται στο 28%.

2.5.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Bangkirai

Το Bangkirai κατατάσσεται στην πολύ υψηλή κατηγορία σκληρότητας σε σχέση με άλλα τροπικά είδη με τη σκληρότητα Janka να αγγίζει τα 1.600lbf. Αποτελεί ένα εξαιρετικά δυνατό και ιδιαίτερα άκαμπτο είδος, με Μέτρο Ελαστικότητας περίπου 17,4 GPa το οποίο απορροφά μεγάλες τάσεις εφελκυσμού και θλίψης κατά τη διάρκεια της κάμψης του. Κάτω από ισχυρές δυνάμεις, το συγκεκριμένο ξύλο παρουσιάζει τεράστια αντίσταση (Μέτρο Θραύσης γύρω στα 140 MPa) και σχετικά μικρή παραμόρφωση συγκριτικά με άλλα τροπικά είδη. Λόγω της ακαμψίας του, όταν αφαιρεθεί από το ξύλο το φορτίο, αυτό επανέρχεται στο αρχικό του σχήμα εφόσον δεν ξεπεραστεί το όριο θραύσης του. Επιπλέον, η ικανότητά του να αντέχει σε θλίψη παράλληλα με τις ίνες, επιβεβαιώνει πως έχει πολύ υψηλές μηχανικές αντοχές, γεγονός που το καθιστά ιδανικό τόσο για έπιπλα, όσο και για βαριές κατασκευές, γέφυρες και βιομηχανικά δάπεδα.

2.5.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Bangkirai

Το Bangkirai είναι ένα ιδιαίτερα ανθεκτικό είδος με εξαιρετική αντοχή σε προσβολή από έντομα. Η αντοχή του εγκάρδιου ξύλου στους μύκητες κατατάσσεται στην κλάση 2, δηλαδή ανθεκτικό, έως 1-πολύ ανθεκτικό και η αντοχή του σε έντομα ξηρού ξύλου (dry wood borers) κατατάσσεται στην κατάταξη D (ανθεκτικό), που σημαίνει ότι δεν απαιτείται ουδεμία προληπτική συντηρητική επεξεργασία ενάντια στα συγκεκριμένα έντομα. Επειδή το σομφό ξύλο του είδους είναι ανοιχτόχρωμο και αρκετά ευδιάκριτο σε σχέση με το σομφό, θα πρέπει να αφαιρείται πριν την τελική χρήση καθώς είναι ιδιαίτερα ευάλωτο στις προσβολές. Η χρήση του ενδείκνυται απόλυτα σε συνθήκες μόνιμης ή προσωρινής ύγρανσης, ακόμα και αν υπάρχει άμεση επαφή με το έδαφος ή το νερό. Η χρήση του Bangkirai προορίζεται κυρίως για βαριές εξωτερικές κατασκευές και χρησιμοποιείται ευρύτατα για εξωτερικές εφαρμογές όπως γέφυρες, δάπεδα και αποβάθρες. Έχει πολύ υψηλή φυσική ανθεκτικότητα και δεν καταστρέφεται από την υγρασία ή από τους μύκητες όταν εκτεθεί σε αντίξοες καιρικές συνθήκες.

2.5.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Bangkirai

Το Bangkirai είναι ένα τροπικό ξύλο το οποίο κατεργάζεται αρκετά δύσκολα, τόσο με εργαλεία χειρός όσο και με μηχανήματα, εξαιτίας της πολύ υψηλής του πυκνότητας. Ένα χαρακτηριστικό που θέλει ιδιαίτερη προσοχή κατά την κατεργασία του ξύλου είναι τα πλεγμένα του νερά. Εξαιτίας του πόσο σκληρό είδος είναι, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή

κατά την κοπή και κυρίως κατά το πλάνισμα, γιατί το ξύλο έχει την τάση να σχίζεται επιφανειακά, ενώ παράλληλα οι λάμες των κοπτικών εργαλείων φθείρονται και στομώνουν πολύ γρήγορα, καθιστώντας απαραίτητη τη χρήση ισχυρών κοπτικών από καρβίδιο. Λόγω της σκληρότητάς του, δεν γίνονται οπές και βιδώματα κατευθείαν στην επιφάνεια, αλλά απαιτείται προτρύπημα για να μη ραγίσει το ξύλο. Επιδέχεται ικανοποιητικά τα λάδια συντήρησης και τα βερνίκια, παρόλα αυτά η φυσική έκκριση των ρητινών δυσκολεύει πολύ το λείο φινίρισμα. Όσον αφορά στη χρήση αυτού για την κατασκευή εξωτερικών δαπέδων (deck) σε συνθήκες υγρασίας αντιδρά με το σίδηρο, δημιουργώντας μαύρους λεκέδες, γύρω από τις ενώσεις. Γι αυτόν τον λόγο επιβάλλεται η χρήση ανοξειδωτων βιδών.

2.7 Sapele

Το τροπικό είδος Sapele ανήκει στην οικογένεια Meliaceae και πιο συγκεκριμένα το είδος *Entandrophragma cylindricum*. Το συγκεκριμένο είδος κατάγεται από την τροπική ζώνη της Αφρικής, όμως μπορεί να βρεθεί και στην Δυτική αλλά και κεντρική Αφρική, όπως είναι η Ακτή Ελεφαντοστού. Το ύψος του τροπικού είδους Sapele φτάνουν τα 45 έως 60 μέτρα. Πιο αναλυτικά, χαρακτηρίζεται από ευθυτενή κορμό, καθαρό κορμό 20 με 30 μέτρα και με διάμετρο έως 1,5 μέτρα. Είναι ένα τροπικό είδος που ενδείκνυται για την χρησιμότητα του στην πιστή ξυλεία. Συγκεκριμένα, το Sapele είναι κατάλληλο για καπλαμάδες, τα έπιπλα υψηλής ποιότητας, μουσικά όργανα και ευρύτερα οι κατασκευές φτιαγμένα από αυτή. Ακόμα, είναι ένα είδος που έχει αξιοποιηθεί στην ναυπηγική, όπως στην κατασκευή πλοίων, καθώς αυξάνει την φυσική ανθεκτικότητα του προϊόντος. Επιπρόσθετα, το Sapele βρίσκεται σε υγροτόπους, τροπικά δάση και δάση με σχετικά χαμηλό υψόμετρο. Η προέλευση του ονόματος του είδους είναι η πόλη Σαπέλε της Νιγηρίας, όμως το είδος εξαπλώνεται σε περιοχές, όπως Γκάνα, Κονγκό αλλά και Τανζανία. Το τροπικό είδος Sapele βρίσκεται στην ίδια οικογένεια με το Μαόνι (Mahogany), και έτσι αποτελεί μία πιο οικονομική επιλογή, λόγω της παρόμοιας δομής και σημαντικών χαρακτηριστικών και δομής του ξύλου. Είναι γνωστό και σαν είδος «σαπέλε μαόνι», λόγω του γεγονότος ότι βρίσκονται στην ίδια οικογένεια με το Μαόνι. Στην ευρύτερη αγορά της Ευρώπης, δηλαδή και στην Ελλάδα, αποτελεί ένα τροπικό είδος ξύλου υψηλής εμπορικής αξίας και βρίσκει χρήση σε ποικίλες εφαρμογές. Το συγκεκριμένο είδος βρίσκεται πλέον στην κόκκινη λίστα του IUCN, δηλαδή ανήκει στην κατηγορία με τα ευάλωτα είδη ξύλου. Αυτό συνέβη λόγω της ζήτησης του είδους στην αγορά και της αλλαγής της διάθεσης του τα τελευταία χρόνια. Επίσης, αναφέρεται ότι έχει υπάρξει απώλεια του 20 τα εκατό του πλυθισμού του είδους, τις τελευταίες 3 γενιές. Τέλος, πιστεύεται ότι το είδος βρίσκεται σε υψηλό κίνδυνο από την επίδραση της κλιματικής αλλαγής (IUCN, Red List). Άλλες ονομασίες του είδους είναι Sapele, sapelli, Aboudikro, Penkwa, Lifaki, Assi, Assie sapelli και sapeli mahogany.



Figure 12. Sapele. The Wood Database. <https://www.wood-database.com/sapele/>



Figure 13. Sapele. The Wood Database. <https://www.wood-database.com/sapele/>

2.7.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Sapele

Το τροπικό ξύλο Sapele (*Entandrophragma cylindricum*) έχει χρώμα εγκάρδιου ξύλου που αντιστοιχεί από χρυσαφί όψη έως σκούρα καστανή με κόκκινες αποχρώσεις. Το χρώμα αυτό έχει αποδειχθεί ότι γίνεται πιο σκούρο με το πέρασμα του χρόνου. Παράλληλα, είναι ένα είδος ξύλου που συνηθίζει να εμφανίζει μία ποικιλία σχηματισμών στην εμφάνιση του. Ένα παράδειγμα, αποτελεί ο σχεδιασμός “pommele”, ο οποίος αναφέρεται στην σπάνια σχεδίαση

που εμφανίζει το ξύλο Sapele (*pommele sapele*) και ο σχεδιασμός wavy, δηλαδή σχέδια με κυματοειδή υφή. Το χρώμα του σομφού ξύλου είναι αρκετά πιο ανοιχτόχρωμο, σε σχέση με το εγκάρδιο, καθώς υπάρχει διακριτή διαφορά. Το συγκεκριμένο είδος ανήκει στην κατηγορία των διασπορόπορων, δηλαδή έχει διάσπαρτα κατανεμημένους πόρους στην δομή του. Πιο συγκεκριμένα, το είδος Sapele έχει μεγάλου μεγέθους πόρους, ομοιόμορφα κατανεμημένους στο πρώιμο και όψιμο ξύλο, μονούς ή σε 2 έως 3 στην ακτινική διάταξη. Παράλληλα είναι ορατοί με γυμνό μάτι, χωρίς μεγέθυνση. Το πλάτος των ακτινών χαρακτηρίζεται ως στενό και μεσαίο και έχουν κανονικού βαθμού απόστασης η μία με την άλλη. Οι ακτίνες δεν είναι ορατές με γυμνό μάτι. Οι ίνες του συγκεκριμένου είδους είναι «αλληλοπλεγμένες», δηλαδή τα μοτίβα ινών είναι αλληλοσυνδεόμενα μεταξύ τους και το καθιστούν ιδιαίτερα ανθεκτικό. Τα μοτίβα ινών αυτά, σχηματίζονται από τις ίνες που υπάρχουν σε όλο το μήκος του δέντρου κατά την ανάπτυξη (όπως τις ρίζες και το μήκος του κορμού), καθώς έχουν την ικανότητα να περιστρέφουν, με αποτέλεσμα αλλαγή κατεύθυνση ανάπτυξης. Η υφή του τροπικού είδους χαρακτηρίζεται ως λεπτή και ομοιόμορφη, έχοντας λαμπερή γυαλάδα από τη φύση του. Η οσμή του ξύλου Sapele μοιάζει με αυτή του κέδρου, κατά τη διάρκεια της κατεργασίας του είδους. Ωστόσο, χαρακτηρίζεται για την μοναδικότητα της.

2.7.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Sapele

Το τροπικό είδος Sapele αντιστοιχεί σε φαινομενική πυκνότητα, κατά προσέγγιση, 12%. Το συγκεκριμένο είδος ξύλου αναπτύσσεται με βραδύ ρυθμό, το οποίο το καθιστά ξύλο με υψηλή πυκνότητα. Πιο συγκεκριμένα, η φαινομενική πυκνότητα του τροπικού είδους Sapele ορίζεται μεταξύ 560 έως 670 kg/m³, δηλαδή ειδικό βάρος 0,56 έως 0,67 αντίστοιχα. Το ποσοστό ρίκνωσης διαφέρει ανάλογα την τομή, δηλαδή την ακτινική τομή, εφαπτομενική τομή. Πιο αναλυτικά, στην ακτινική τομή, η ρίκνωση ορίζεται περίπου 5,2% και στην εφαπτομενική τομή 7,2% αντίστοιχα. Η ογκομετρική ρίκνωση ορίζεται ως 12,9% και ο λόγος T/R, δηλαδή ο λόγος της εφαπτομενικής ρίκνωσης (Tangential Shrinkage) ως προς την ακτινική ρίκνωση (Radial Shrinkage), ορίζεται ως 1,4. Ο λόγος αυτός παρέχει πληροφορίες για τον βαθμό της διαστασιακής σταθερότητας του συγκεκριμένου είδους στην ξήρανση. Έτσι, επειδή ο λόγος του τροπικού είδους Sapele είναι χαμηλός, συμπεραίνουμε ότι είναι σχετικά σταθερό ξύλο, καθώς ορίζεται η ομοιομορφία της ρίκνωσης. Η διαδικασία της ξήρανση στο συγκεκριμένο είδος πρέπει να είναι ελεγχόμενη, καθώς μπορεί να παρουσιάσει στρέβλωση ή παραμόρφωση, λόγω των αλληλοσυνδεόμενων ινών του. Έτσι, εφόσον ολοκληρωθεί η διαδικασία, το τροπικό είδος Sapele είναι σχετικά σταθερό είδος ξυλείας.

2.7.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Sapele

Το τροπικό είδος Sapele παρουσιάζει ένα εύρος στις μηχανικές του ιδιότητες. Αναλυτικότερα, είναι ένα είδος ξύλου με μεγάλη αντοχή στην θλίψη μέτρια αντοχή στην στατική κάμψη, συγκεκριμένα 58,9 MPa και 110,9 MPa. Το μέτρο ελαστικότητας του είδους είναι 12,35 GPa, δηλαδή είναι αρκετά άκαμπτο και έχει επαρκή ελαστικότητα για να αντέχει φορτία. Με βάση

την κλίμακα σκληρότητας Janka, το είδος έχει τιμή 1.360 lb f (6.060 N), δηλαδή είναι αρκετά υψηλή, για χρήση όχι μόνο σε διακοσμητικές εφαρμογές, αλλά και επιφάνειες που δέχονται περισσότερη καταπόνηση, όπως τα δάπεδα. Παράλληλα, αποτελεί ένα είδος ξυλείας που έχει μέτρια αντοχή στην κατεργασία, με εύκολη αξιοποίηση με κοπτικά μηχανήματα σε συνδιασμό με καρφιά και βίδες, ενώ έχει την τάση να σχίζεται κατά την κατεργασία, λόγω των αλληλοσυνδεόμενων ινών που έχει στην δομή του. Επίσης, είναι ένα είδος το οποίο αντιδράει ικανοποιητικά στις κόλλες. Ωστόσο, το είδος Sapele αφήνει εύκολα σημάδια ευρύτερα και κατά την κόλληση.

2.7.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Sapele

Η φυσική ανθεκτικότητα του τροπικού είδους Sapele ενάντια στους μύκητες χαρακτηρίζεται ως μέτρια, δηλαδή κλάσης 3. Αντίστοιχα, η ανθεκτικότητα του είδους έναντι στα ξηρά ξυλοφάγα έντομα είναι κλάσης D, δηλαδή καλή, με κίνδυνο προσβολής μόνο στο σομό ξύλο. Το είδος Sapele συμπεριλαμβάνεται στο ευρωπαϊκό πρότυπο NF EN 350, όπου αναφέρονται χαρακτηριστικά της ανθεκτικότητας του. Παράλληλα, έχει μέτρια ανθεκτικότητα έναντι των τερμιτών (κλάσης M). Έτσι, το τροπικό είδος Sapele χρειάζεται αντίστοιχη κατεργασία με μέσα προστασίας όπως βαφής και συντήρησης, όταν βρίσκεται εφαρμογές σε ξυλεπενδύσεις, έπιπλα κ.α.

2.7.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Sapele

Το τροπικό είδος Sapele είναι μέτριο προς δύσκολο σε διάφορες διαδικασίες κατεργασίας του, όπως είναι το πλάνισμα και το φρεζάρισμα. Αυτό συμβαίνει, καθώς το συγκεκριμένο ξύλο έχει αλληλοσυνδεμένες ίνες στη δομή του, οι οποίες καθιστούν το ξύλο επιρρεπές σε σχίσιμο. Παράλληλα, το ξύλο αυτό δεν συνιστάται για βίδωμα ή κάρφωμα με σίδηρο, καθώς σκουριάζει εύκολα και προκαλεί λεκέδες. Ωστόσο, η διαδικασία της συγκόλλησης θεωρείται ικανοποιητική. Ακόμη, το είδος Sapele προκαλεί άμβλυνση των εργαλείων κοπής, όμως κατεργάζεται ικανοποιητικά. Επίσης, η λείανση και το φινίρισμα του είδους γίνεται με ευκολία, παρέχοντας υψηλής ποιότητας προϊόντα προς χρήση, όπως είναι οι καπλαμάδες και τα αντικολλητά. Κατά την διαδικασία της ξήρανσης, το ξύλο Sapele αντιδράει ομαλά, σε κανονική διάρκεια ξήρανσης. Ωστόσο, το είδος παρουσιάζει υψηλό κίνδυνο στρεβλώσεων. Έτσι, κρίνεται απαραίτητη η προσεκτική χρήση αντίστοιχων προγραμμάτων ξήρανσης με προσεκτική στοίβαξη του είδους.

2.8 Bubinga

Το Bubinga ή στα ελληνικά Μπουμπίνγκα, συναντάται κυρίως στην ισημερινή Αφρική και έχει επιστημονική ονομασία *Guibourtia* spp., με κυριότερα τα είδη *G. demeudei*, *G. pellegriniana* και *G. tessmannii*. Το τροπικό είδος εντάσσεται στην οικογένεια Leguminosae. Κυμαίνεται σε ύψος 40-45 μέτρα και οι κυριότερες χώρες στις οποίες συναντάται είναι το Καμερούν, η Ισημερινή Γουινέα, η Γκαμπόν και το Κονγκό. Η χρήση του είναι κυρίως για

καπλαμά, έπιπλα υψηλής ποιότητας, ντουλάπια, τορνευτά αντικείμενα, καθώς και για κατασκευή μουσικών οργάνων. Έχει ευρείες χρήσεις χάρη στην εντυπωσιακή του εμφάνιση με τα πλούσια χρώματα και την εξαιρετική του σκληρότητα, παρόλα αυτά η μεγάλη του πυκνότητα και τα πλεγμένα νερά του απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή κατά την κετεργασία. Άλλες ονομασίες του είδους είναι Kevazingo, Essingang και Waka.



Figure 14. Bubinga (The Wood Database) <https://www.wood-database.com/bubinga/>

2.8.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Bubinga

Το τροπικό είδος Bubinga έχει ένα χρώμα που κυμαίνεται από ροζ-κόκκινο έως πιο σκούρο κοκκινωπό καφέ, συχνά έχει χαρακτηριστικές ραβδώσεις σε πιο σκούρες μωβ ή μαύρες αποχρώσεις. Το ανοιχτόχρωμο σομόφο ξύλο, που είναι σε αποχρώσεις ωχρούκίτρινου, διαχωρίζεται διακριτά από το εγκάρδιο. Το χρώμα του έχει την τάση να σκουραίνει ελαφρώς με την πάροδο του χρόνου. Τα νερά του ξύλου, δηλαδή οι ίνες του, έχουν κατεύθυνση ευθεία έως σταυρωτή. Γενικά, το Bubinga φημίζεται για την εντυπωσιακή του εμφάνιση και συχνά εμφανίζει έντονους σχεδιασμούς που μοιάζουν με φόγες, κυματισμούς ή κηλίδες. Η υφή του είδους είναι από λεπτή έως μέτρια και το ίδιο το ξύλο διαθέτει μια φυσική γυαλάδα.

Όσον αφορά τα δομικά χαρακτηριστικά, το πορώδες του είναι διάχυτο. Έχει πόρους μεσαίου έως μεγάλου μεγέθους, οι οποίοι είναι σχετικά λίγοι σε αριθμό και δεν έχουν κάποια συγκεκριμένη διάταξη και συναντώνται είτε μόνοι τους είτε σε ακτινωτές ομάδες των 2-3. Οι ακτίνες του είναι στενές και γίνονται ευδιάκριτες μόνο με τη βοήθεια μεγεθυντικού φακού. Ορισμένες φορές μέσα στους πόρους του εγκάρδιου ξύλου υπάρχουν κοιτάσματα σε κοκκινωπό-καφέ χρώμα, ενώ το παρέγχυμα εμφανίζεται συνήθως γύρω από τους πόρους σε μορφή ζωνών.

2.8.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Bubinga

Η φαινομενική πυκνότητα του είδους Bubinga κυμαίνεται από 870 έως 890 kg/m³ σε επίπεδο υγρασίας 12%. Ακτινικά ρικνώνει σε σχετικά υψηλά επίπεδα (5,3% έως 5,8%), εφαπτομενικά ρικνώνει ακόμα περισσότερο (7,4% έως 8,4%). Γενικά, το Bubinga είναι ένα ξύλο με μέτρια διαστασιακή σταθερότητα, το οποίο πρέπει να ξηραθεί πολύ προσεκτικά με αργό ρυθμό, καθώς το εγκάρδιο ξύλο τείνει να διατηρεί υγρασία στο εσωτερικό. Ακόμα η αυξημένη εφαπτομενική τάση ρίκνωσης που έχει το είδος το καθιστά αρκετά ευάλωτο σε παραμορφώσεις και σε επιφανειακές ραγαδώσεις γι' αυτό και απαιτείται σωστή ρύθμιση της υγρασίας του γύρω στο 10-12% πριν την τελική του χρήση σε έπιπλα. Το σημείο κορεσμού των ινών του ανέρχεται στο 27%.

2.8.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Bubinga

Το Bubinga κατατάσσεται στην πολύ υψηλή κατηγορία σκληρότητας σε σχέση με άλλα τροπικά είδη, με τη σκληρότητα Janka να ξεπερνά τα 2.400 lbf, καθιστώντας το πιο σκληρό από τα περισσότερα εμπορικά ξύλα. Αποτελεί ένα εξαιρετικά άκαμπτο είδος, με Μέτρο Ελαστικότητας περίπου 17,1 έως 18,4 GPa, το οποίο απορροφά πάρα πολύ μεγάλες τάσεις εφελκυσμού και θλίψης κατά τη διάρκεια της κάμψης του. Κάτω από ισχυρές δυνάμεις, το συγκεκριμένο ξύλο παρουσιάζει πολύ μεγάλη αντίσταση και έχει Μέτρο Θραύσης που φτάνει τα 168MPa. Όταν αφαιρεθεί το φορτίο, χάρη στην ακαμψία του, επανέρχεται στο αρχικό του σχήμα, εφόσον δεν ξεπεραστεί το πολύ υψηλό όριο θραύσης του. Επιπλέον, η ικανότητά του να αντέχει σε θλίψη παράλληλα με τις ίνες επιβεβαιώνει πως διαθέτει εξαιρετικές μηχανικές αντοχές, γεγονός που δικαιολογεί τη χρήση του σε απαιτητικές εφαρμογές.

2.8.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Bubinga

Το Bubinga είναι ένα ιδιαίτερα ανθεκτικό είδος με εξαιρετική αντοχή στην προσβολή του από έντομα, συμπεριλαμβανομένων και των τερμιτών. Η αντοχή του εγκάρδιου ξύλου κατατάσσεται στην κλάση 2-ανθεκτικό και η αντοχή του σε έντομα ξηρού ξύλου (dry wood borers) κατατάσσεται στην κατάταξη D (ανθεκτικό), το οποίο σημαίνει ότι δεν απαιτείται καμία προληπτική συντηρητική επεξεργασία ενάντια στα συγκεκριμένα έντομα για το εγκάρδιο ξύλο. Επειδή το ανοιχτόχρωμο σομό ξύλο έχει ευδιάκριτο διαχωρισμό από το εγκάρδιο και είναι ευάλωτο στις προσβολές, θα πρέπει να αφαιρείται πριν την τελική χρήση για την οποία προορίζεται. Η εξαιρετική φυσική ανθεκτικότητα που έχει, επιτρέπει τη χρήση του σε συνθήκες μόνιμης ή προσωρινής ύγρανσης, ακόμα και στην επαφή αυτού με το έδαφος ή το νερό (Κλάση χρήσης 4). Λόγω της τεράστιας διακοσμητικής αξίας που έχει, η χρήση του Bubinga προορίζεται κυρίως για εσωτερικές πολυτελείς κατασκευές, παρόλο που θεωρητικά δεν θα καταστραφεί εύκολα εάν εκτεθεί σε εξωτερικές καιρικές συνθήκες, ούτε θα προσβληθεί από μύκητες.

2.8.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Bubinga

Το Bubinga είναι ένα τροπικό ξύλο το οποίο, παρά την υψηλή του πυκνότητα, έχει σχετικά ικανοποιητική κατεργασία με μηχανήματα, αν και απαιτεί ισχυρά εργαλεία. Ένα χαρακτηριστικό που θέλει ιδιαίτερη προσοχή κατά την κατεργασία του είναι τα συχνά πλεγμένα νερά του. Λόγω αυτού, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά το πλάνισμα και το φρεζάρισμα, γιατί το ξύλο έχει την τάση να σχίζεται επιφανειακά, ενώ η μεγάλη του σκληρότητα τείνει να φθείρει και να στομώνει γρήγορα τις λάμες των κοπτικών εργαλείων. Εκτός από αυτές τις λεπτομέρειες, το Bubinga είναι ένα αρκετά συνεργάσιμο είδος, ειδικά στον τόρνο. Χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή καπλαμά πολυτελείας, λόγω της μεγάλης του πυκνότητας όμως είναι αναγκαίο να γίνονται πάντοτε προτρυπήματα. Κατά το κόλλημα μπορεί μερικές φορές να παρουσιαστούν δυσκολίες, λόγω των φυσικών ελαίων του και της πυκνότητάς του. Παρόλα αυτά επιδέχεται εξαιρετικά τα βερνίκια και το γυάλισμα, προσφέροντας στο ξύλο ένα ομοιόμορφο τελικό φινίρισμα.

2.9 Afzelia

Το Afzelia, ευρέως γνωστό στην ευρωπαϊκή αγορά και ως Doussie, συναντάται κυρίως στις περιοχές της τροπικής και δυτικής Αφρικής, όπως είναι το Καμερούν, η Ακτή Ελεφαντοστού και η Νιγηρία. Η επιστημονική του ονομασία είναι *Afzelia* spp. Με κυριότερα τα είδη *A. africana*, *A. bipindensis* και *A. pachyloba* και εντάσσεται στην οικογένεια Leguminosae και στην υποοικογένεια Caesalpinaceae. Τα δέντρα του είδους κυμαίνονται σε ύψος 12 έως 30 μέτρα και χάρη στην καλή του σταθερότητα και αντοχή, η χρήση του προορίζεται για δάπεδα εσωτερικά και εξωτερικά, ναυπηγική, έπιπλα και εξωτερικά κουφώματα. Άλλες ονομασίες του είδους στο εμπόριο είναι *Apa igbo*, *Lingue* και *Papao*.



Figure 15. Afzelia (The Wood Database) <https://www.wood-database.com/afzelia-doussie/>

2.9.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Afzelia

Το τροπικό είδος Afzelia, έχει ένα ανοιχτό κίτρινο-καφέ έως πιο σκούρο κοκκινωπό-καφέ. Το σομφό ξύλο είναι ανοιχτόχρωμο, σε αποχρώσεις ωχρού-λευκού ή υποκίτρινου και διαχωρίζεται αισθητά από το εγκάρδιο. Το χρώμα του έχει την τάση να σκουραίνει με την πάροδο του χρόνου και την έκθεσή του στο φως. Τα νερά του ξύλου, δηλαδή οι ίνες του, έχουν κατεύθυνση συνήθως σταυρωτή-πλεγμένη. Η υφή του είδους είναι μέτρια προς τραχιά και το ξύλο έχει μία μέτρια φυσική γυαλάδα.

Όσον αφορά τα δομικά χαρακτηριστικά του είδους, το πορώδες του είναι διάχυτο. Έχει πόρους μεγάλου μεγέθους, οι οποίοι είναι σχετικά λίγοι και δεν βρίσκονται σε συγκεκριμένη διάταξη. Οι πόροι του είναι είτε μόνοι τους είτε σε ακτινωτές ομάδες των 2-3. Οι ακτίνες του είναι στενές και γίνονται ορατές με τη χρήση μεγεθυντικού φακού. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του Afzelia είναι ότι μέσα στους πόρους του εγκάρδιου ξύλου υπάρχουν εμφανή κοιτάσματα, σε μορφή κιτρινωπής σκόνης που ονομάζεται afzelin, ή αλλιώς αφζελίνη. Το παρέγχυμά του εμφανίζεται κυρίως γύρω από τους πόρους σε σχήμα ρόμβου (aliform) ή ενωμένο (confluent) και κάποιες φορές σε μορφή οριακών ζωνών.

2.9.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Afzelia

Η φαινομενική πυκνότητα του είδους Afzelia κυμαίνεται γύρω στα 800 με 820 kg/m³ σε επίπεδο υγρασίας 12%. Αυτό το κατατάσσει σε είδος τροπικής ξυλείας βαριάς κατηγορίας. Ακτινικά ρικνώνει σε πολύ χαμηλά επίπεδα (3,0%) και εφαπτομενικά ρικνώνει λίγο

περισσότερο (4,4% έως 4,6%). Σε αντίθεση με άλλα τροπικά είδη, το Afzelia κατέχει πολύ καλή διαστασιακή σταθερότητα, ξηραίνεται αρκετά καλά και έχει ελάχιστο κίνδυνο υποβάθμισης. Η πολύ χαμηλή του ρίκνωση το καθιστά ιδιαίτερα ανθεκτικό σε παραμορφώσεις, σκεβρώματα και ραγιδώσεις ακόμα και με αλλαγές στη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος. Το σημείο κορεσμού των ινών του είδους ανέρχεται στο 19%, το οποίο είναι αρκετά χαμηλό ποσοστό.

2.9.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Afzelia

Το Afzelia κατατάσσεται στην υψηλή κατηγορία σκληρότητας σε σχέση με άλλα τροπικά είδη, με σκληρότητα Janka που αγγίζει τα 1.810 lbf. Αποτελεί ένα ιδιαίτερα δυνατό και άκαμπτο είδος με Μέτρο Ελαστικότητας περίπου 13,6 έως 14,5 GPa, το οποίο απορροφά μεγάλες τάσεις εφελκυσμού και θλίψης κατά τη διάρκεια της κάμψης του. Κάτω από ισχυρές δυνάμεις, το συγκεκριμένο είδος ξύλου παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση με Μέτρο Θραύσης στα 113 έως 120 MPa και ελάχιστη παραμόρφωση. Όταν αφαιρεθεί το φορτίο, χάρη στην ακαμψία του, επανέρχεται στο αρχικό του σχήμα. Ακόμα, η ικανότητά του να αντέχει σε θλίψη παράλληλα με τις ίνες (γύρω στο 73-75MPa) επιβεβαιώνει πως διαθέτει εξαιρετικές μηχανικές αντοχές. Ο συνδυασμός της υψηλής του μηχανικής αντοχής και της υψηλής διαστασιακής του σταθερότητας, είναι ο λόγος που είναι παγκοσμίως περιζήτητο για εξωτερικές κατασκευές και δάπεδα υψηλών απαιτήσεων.

2.9.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Afzelia

Το Afzelia είναι ένα εξαιρετικά ανθεκτικό είδος με υψηλή αντοχή στην προσβολή του από έντομα, συμπεριλαμβανομένων και των τερμιτών. Η αντοχή του εγκάρδιου ξύλου στους μύκητες κατατάσσεται στην κλάση 1-πολύ ανθεκτικό (έως 2-ανθεκτικό) και η αντοχή του σε έντομα ξηρού ξύλου (dry wood borers) κατατάσσεται στην κατάταξη D (ανθεκτικό), το οποίο σημαίνει ότι δεν απαιτείται καμία προληπτική συντηρητική επεξεργασία ενάντια στα συγκεκριμένα έντομα για το εγκάρδιο ξύλο. Εφόσον το σομό ξύλο είναι ανοιχτόχρωμο και διαχωρίζεται ευδιάκριτα από το εγκάρδιο, είναι ευάλωτο στις προσβολές και θα πρέπει να αφαιρείται πριν την τελική χρήση. Η πολύ καλή φυσική ανθεκτικότητα που έχει, επιτρέπει τη χρήση του σε συνθήκες μόνιμης ή προσωρινής ύγρανσης, ακόμα και στην άμεση επαφή του με το έδαφος ή το νερό (Κλάση Χρήσης 4). Χρησιμοποιείται ευρύτατα για εξωτερικές κατασκευές, όπως γέφυρες, καταστρώματα σκαφών, εξωτερικά κουφώματα και δάπεδα και δεν καταστρέφεται από την υγρασία και από τους μύκητες όταν εκτεθεί σε αντίξοες καιρικές συνθήκες.

2.9.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Afzelia

Το Afzelia είναι ένα τροπικό ξύλο το οποίο έχει μέτρια προς δύσκολη κατεργασία τόσο με εργαλεία χειρός όσο και με μηχανήματα, εξαιτίας της υψηλής του πυκνότητας και των πλεγμένων νερών του. Ένα χαρακτηριστικό που θέλει μεγάλη προσοχή κατά την κατεργασία

του είναι τα φυσικά κοιτάσματα που βρίσκονται στους πόρους του. Κατά την κοπή και το πλάνισμα, το ξύλο έχει την τάση να φθείρει και να στομώνει σε μεγάλο βαθμό τις λάμες των κοπτικών εργαλείων, απαιτώντας τη χρήση κοπτικών από καρβίδιο. Εκτός από αυτή τη λεπτομέρεια, παράγει εξαιρετικά λείες επιφάνειες. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή καπλαμά, όμως λόγω της υψηλής του πυκνότητας απαιτείται προτρύπημα και δεν καρφώνεται ή βιδώνεται κατευθείαν. Στο κόλλημα ίσως εμφανίσει δυσκολίες εξαιτίας των φυσικών εκχυλισμάτων του. Επιδέχεται καλά τα βερνίκια και το γυάλισμα και όσον αφορά στις εξωτερικές εφαρμογές έχει την ιδιαιτερότητα ότι όταν βραχεί, τα φυσικά του εκχυλίσματα τείνουν να ξεπλένονται και να αντιδρούν με τον σίδηρο δημιουργώντας λεκέδες.

2.10 Ipe

Το Ipe (Ιπέ), είναι ευρέως γνωστό στην αγορά ως Βραζιλιάνικη Καρυδιά (Brazilian Walnut), και συναντάται κυρίως στην Κεντρική και Νότια Αμερική, με κυριότερη χώρα προέλευσης τη Βραζιλία. Η επιστημονική του ονομασία είναι *Handroanthus* spp., παλαιότερα κατατασσόταν στο γένος *Tabebuia* spp., και εντάσσεται στην οικογένεια *Bignoniaceae*. Τα δέντρα αυτού του είδους είναι ιδιαίτερα ψηλά και κυμαίνονται σε ύψος από 30 έως 40 μέτρα, με τη διάμετρο του κορμού τους να φτάνει έως και το 1 μέτρο. Χάρη στη στην υψηλή πυκνότητα, την αντοχή και τη σκληρότητά του, η χρήση του προορίζεται για εξωτερικά δάπεδα (decking), γέφυρες, βαριές εξωτερικές κατασκευές και έπιπλα εξωτερικού χώρου.



Figure 16. Ipe (The Wood Database) <https://www.wood-database.com/ipe/>

2.10.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Ipe

Το τροπικό είδος Ipe έχει μεγάλη ποικιλία χρωμάτων και αποχρώσεων, κυμαίνεται συνήθως από κιτρινωπό λαδί-καφέ έως σκούρο καφέ προς μαύρο, συχνά με αντίθετες ανοιχτόχρωμες ή σκουρόχρωμες λωρίδες. Το ανοιχτόχρωμο σομφό ξύλο έχει ξεκάθαρο διαχωρισμό από το εγκάρδιο. Τα νερά του ξύλου, δηλαδή οι ίνες του, έχουν κατεύθυνση συνήθως σταυρωτή, αν και κάποιες φορές μπορεί να ευθύγραμμη. Η υφή του ξύλου είναι λεπτή προς μέτρια και το ξύλο διαθέτει μια χαμηλή έως μέτρια φυσική γυαλάδα.

Όσον αφορά τα δομικά χαρακτηριστικά, το πορώδες του είναι διάχυτο. Έχει πόρους μεσαίου μεγέθους, οι οποίοι δεν έχουν συγκεκριμένη διάταξη και εμφανίζονται είτε μεμονωμένοι είτε σε μικρές ακτινωτές ομάδες. Οι ακτίνες δεδομένου ότι είναι στενές, δεν διακρίνονται εύκολα χωρίς μεγεθυντικό φακό. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό γνώρισμα του Ipe είναι ότι εσωτερικά των πόρων του εγκάρδιου ξύλου εντοπίζονται συχνά εμφανή κιτρινωπά προς πρασινωπά κοιτάσματα σε μορφή σκόνης, η οποία ονομάζεται lapachol. Το αξονικό παρέγχυμα εμφανίζεται συνήθως ενωμένο (confluent), σε σχήμα ρόμβου (aliform) γύρω από τους ρόμβους, καθώς και σε οριακές ζώνες.

2.10.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Ipe

Η φαινομενική πυκνότητα του είδους Ipe κυμαίνεται σε πολύ υψηλά επίπεδα, συνήθως γύρω στο 1.040 με 1.100 kg/m³. Αυτό το καθιστά ένα από τα βαρύτερα και πιο πυκνά εμπορικά ξύλα στον κόσμο, σε βαθμό που το συγκεκριμένο ξύλο βυθίζεται στο νερό αντί να επιπλέει, γιατί έχει πυκνότητα μεγαλύτερη από το νερό. Όσον αφορά στη ρίκνωση, ακτινικά κυμαίνεται μεταξύ 5,1% και 5,9%, ενώ εφαπτομενικά μεταξύ 6,4% και 7,2%. Παρόλο που αυτά τα νούμερα υποδηλώνουν μια μέτρια κινητικότητα θεωρητικά, η τεράστια πυκνότητα και σκληρότητα του υλικού απαιτούν πολύ αργή ξήρανση για να αποφευχθούν επιφανειακές ραγιδώσεις και παραμορφώσεις. Ωστόσο, από τη στιγμή που θα ξηραθεί και κλιματιστεί σωστά, αποκτά πολύ καλή διαστασιακή σταθερότητα και συμπεριφέρεται καλά στις μεταβολές σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος. Το σημείο κορεσμού των ινών του ανέρχεται στο 20%, ποσοστό αρκετά χαμηλό, το οποίο αιτιολογείται από την ύπαρξη των φυσικών εκχυλισμάτων (lapachol) που καταλαμβάνουν χώρο στα κυτταρικά τοιχώματα και περιορίζουν την ικανότητα του Ipe να απορροφά επιπλέον υγρασία.

2.10.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Ipe

Το Ipe κατατάσσεται στην υψηλότερη κατηγορία σκληρότητας σε παγκόσμιο επίπεδο, με τη σκληρότητα Janka να φτάνει το τεράστιο νούμερο 3.680 lbf. Αποτελεί ένα από τα πιο σκληρά και άκαμπτα είδη ξύλου που υπάρχουν στο εμπόριο, με Μέτρο Ελαστικότητας 22,0 έως 22,7 GPa, το οποίο απορροφά τεράστιες τάσεις εφελκυσμού και θλίψης κατά τη διάρκεια της κάμψης του. Κάτω από ακραίες δυνάμεις, το συγκεκριμένο ξύλο παρουσιάζει αξιοσημείωτη αντίσταση με Μέτρο Θραύσης 166 έως 177 MPa και μηδαμινή παραμόρφωση. Όταν αφαιρεθεί το φορτίο, χάρη στην εξαιρετική ακαμψία του, επανέρχεται στο αρχικό του σχήμα γρήγορα και εύκολα. Επιπλέον, η ικανότητα του Ipe να αντέχει σε θλίψη παράλληλα στις ίνες του με

μέτρο 93-95MPa επιβεβαιώνει τις ασύγκριτες μηχανικές του αντοχές. Ο συνδυασμός αυτός της μηχανικής του αντοχής, της τεράστιας πυκνότητάς του και της αντοχής του σε χάραξη, το καθιστά το καλύτερο είδος ξύλου για εφαρμογές μέγιστης καταπόνησης και έχει αποκτήσει το προσωνύμιο ironwood (σιδηρόξύλο).

2.10.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους

Το Ipe είναι ένα εξαιρετικά ανθεκτικό είδος, το οποίο κατατάσσεται στην Κλάση 1-πολύ ανθεκτικό, με απίστευτη αντοχή στην προσβολή από έντομα, συμπεριλαμβανομένων των τερμιτών και των θαλάσσιων μικροοργανισμών (marine borers). Η αντοχή του εγκάρδιου ξύλου στους μύκητες είναι πολύ καλή και η αντοχή του σε έντομα ξηρού ξύλου (dry wood borers) κατατάσσεται στην κατάταξη D (ανθεκτικό), το οποίο σημαίνει ότι δεν απαιτείται καμία συντηρητική επεξεργασία για το εγκάρδιο ξύλο όπως εμποτισμός ακόμα και σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες. Επειδή το σομό ξύλο είναι ανοιχτόχρωμο και έχει ευδιάκριτο διαχωρισμό από το εγκάρδιο, είναι ευάλωτο σε προσβολές και πρέπει να αφαιρείται πριν από την τελική χρήση του. Η φυσική ανθεκτικότητα που έχει επιτρέπει τη χρήση του σε συνθήκες μόνιμης υγρασίας, ακόμα και όταν υπάρχει άμεση επαφή του με το έδαφος και το νερό. (Κλάση Χρήσης 4 και Κλάση Χρήσης 5 για θαλάσσιες εφαρμογές). Γι' αυτόν τον λόγο αποτελεί την πρώτη επιλογή παγκοσμίως για βαριές εξωτερικές κατασκευές, γέφυρες, προβλήτες και εξωτερικά καταστρώματα, καθώς δεν καταστρέφεται από την υγρασία και τους μύκητες, διατηρώντας τη δομική του ακεραιότητα για πολύ καιρό χωρίς κάποια χημική προστασία.

2.10.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Ipe

Το Ipe είναι ένα τροπικό ξύλο το οποίο παρουσιάζει εξαιρετικά μεγάλη δυσκολία στην κατεργασία του, τόσο με εργαλεία χειρός όσο και με μηχανήματα, λόγω της τεράστιας πυκνότητάς του και σκληρότητάς του. Κατά την κοπή και το πλάνισμα του ξύλου, προκαλείται πολύ έντονη φθορά στις λάμες των κοπτικών εργαλείων, καθιστώντας απολύτως απαραίτητη τη χρήση ενισχυμένων κοπτικών από καρβίδιο ή στελλίτη. Ακόμα, λόγω των συχνά σταυρωτών νερών του, τείνουν να παρουσιάζονται επιφανειακά σχισίματα κατά το πλάνισμα. Δεδομένου ότι είναι τόσο σκληρό σαν είδος απαιτείται προτρύπημα, καθώς δεν γίνεται να βιδωθεί και να καρφωθεί με άλλο τρόπο χωρίς να καταστραφεί. Στο κόλλημα, παρουσιάζει συχνά δυσκολίες, λόγω των φυσικών ελαίων και εκχυλισμάτων που περιέχει, απαιτώντας καλό καθαρισμό της επιφάνειας με διαλύτες πριν την εφαρμογή της κόλλας. Εκτός από αυτές τις χαρακτηριστικές λεπτομέρειες, λειαίνεται πολύ καλά δίνοντας ένα ομαλό φινίρισμα στις παραγόμενες κατασκευές.

2.11 Iroko

Το Iroko (Ιρόκο), ευρέως γνωστό ως Αφρικανικό Teak, συναντάται σε μια τεράστια γεωγραφική έκταση της τροπικής Αφρικής (από τη δυτική έως την ανατολική ακτή). Έχει επιστημονική ονομασία *Milicia excelsa* και *Milicia regia*, παλαιότερα ταξινομούταν στο γένος

Clorophora και ανήκει στην οικογένεια Moraceae. Τα δέντρα του είδους κυμαίνονται σε ύψος 30 έως 40 μέτρα, με διάμετρο κορμού να φτάνει το 1 με 1,5 μέτρο. Χάρη στην εξαιρετική φυσική αντοχή που έχει, καθώς και τη σταθερότητα και την εμφάνισή του, η χρήση του προορίζεται κυρίως για δάπεδα (εσωτερικά και εξωτερικά), για ναυπηγική, έπιπλα υψηλής ποιότητας, εξωτερικά κουφώματα, καπλαμάδες και τσιμεντοκονία. Άλλες ονομασίες που έχει το είδος είναι Moreira, Kambala, Abang, Banguí κλπ.



Figure 17. Iroko (The Wood Database) <https://www.wood-database.com/iroko/>

2.11.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Iroko

Το τροπικό είδος Iroko έχει χρώμα από ανοιχτό κιτρινωπό έως χρυσαφί-καφετί. Το ανοιχτόχρωμο σομό ξύλο του, έχει απόχρωση ωχρού-κίτρινου και έχει άμεσο διαχωρισμό από το εγκάρδιο. Όπως παρατηρείται και σε άλλα είδη τροπικών ξύλων, το χρώμα του εγκάρδιου ξύλου έχει την έντονη τάση να σκουραίνει με την πάροδο του χρόνου και την έκθεση του στο φως του ηλίου, αποκτώντας μια πιο καφετί απόχρωση. Τα νερά του ξύλου, δηλαδή οι ίνες του, έχουν κατεύθυνση συνήθως σταυρωτή-πλεγμένη. Η υφή του είδους είναι μέτρια προς τραχιά, με μεγάλους και ανοιχτούς πόρους και το ίδιο το ξύλο έχει μια λιπαρή αίσθηση στην αφή, χαρακτηριστικό το οποίο ενισχύει την αντοχή του στην υγρασία.

Όσον αφορά τα δομικά χαρακτηριστικά, το πορώδες του είναι διάχυτο. Έχει πόρους μεγάλου μεγέθους, οι οποίοι είναι λίγοι έως πολύ λίγοι σε αριθμό και δεν έχουν κάποια συγκεκριμένη διάταξη. Εμφανίζονται είτε μεμονωμένοι είτε σε μικρές ακτινωτές ομάδες των 2-3 και οι ακτίνες του είναι στενές και έχουν κανονική διάταξη. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό γνώρισμα του Iroko είναι η παρουσία τυλώσεων, οι οποίες φράζουν τους πόρους, αλλά κυρίως η συχνή εμφάνιση σκληρών αποθέσεων ανθρακικού ασβεστίου (calcium carbonate) μέσα στις κοιλότητες του ξύλου. Το αζονικό παρέγχυμα εμφανίζεται σε σχήμα ρόμβου (aliform) γύρω από τους πόρους, ενωμένο (confluent) και κάποιες φορές σε μορφή οριακών ζωνών.

2.11.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Iroko

Η φαινομενική πυκνότητα του είδους Iroko κυμαίνεται σε μέτρια προς υψηλά επίπεδα, συνήθως γύρω στα 640 με 660 kg/m³ (σε επίπεδο υγρασίας 12%). Αυτό το κατατάσσει στα ξύλα μέσου βάρους και η ρίκνωσή του ακτινικά κυμαίνεται στο 3,5%, ενώ εφαπτομενικά στο 5,4%. Αυτά τα νούμερα υποδηλώνουν μια μικρή προς μέτρια κινητικότητα. Το Iroko ξηραίνεται σχετικά εύκολα, παρουσιάζοντας ελάχιστες παραμορφώσεις (όπως σκεβρώματα ή επιφανειακές ρωγμές) κατά τη διαδικασία, αν και απαιτείται προσοχή καθώς οι αποστάτες ξήρανσης μπορεί να αφήσουν σημάδια στο ξύλο. Άπαξ και ξηραθεί, θεωρείται σταθερό ξύλο και συμπεριφέρεται πολύ καλά στις μεταβολές της σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος. Το σημείο κορεσμού των ινών του ανέρχεται στο 23%, ένα νούμερο αρκετά ευνοϊκό, το οποίο προσφέρει στο είδος το πλεονέκτημα να μην ανταλλάσσει υπερβολική υγρασία με το περιβάλλον, διατηρώντας με αυτόν τον τρόπο διαστασιακή ακεραιότητα στις εφαρμογές του.

2.11.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Iroko

Το Iroko κατατάσσεται στη μεσαία προς υψηλή κατηγορία σκληρότητας, με τη σκληρότητα Janka να κυμαίνεται περίπου στα 1.260 lbf. Αν και δεν φτάνει τα ακραία νούμερα άλλων βαρύτερων τροπικών ειδών, αποτελεί ένα εξαιρετικά ανθεκτικό, αξιόπιστο και εύκολα κατεργάσιμο δομικό υλικό. Διαθέτει καλό Μέτρο Ελαστικότητας, περίπου 9,4 έως 10,5 GPa), το οποίο του επιτρέπει να απορροφά ικανοποιητικά τις τάσεις εφελκυσμού και θλίψης κατά τη διάρκεια της κάμψης του. Κάτω από ισχυρές δυνάμεις, το συγκεκριμένο ξύλο παρουσιάζει πολύ καλή αντίσταση, με Μέτρο Θραύσης να υπολογίζεται γύρω στα 87 με 90 MPa. Επιπλέον, η ικανότητα του αντέχει σε θλίψη παράλληλα με τις ίνες (περίπου 54-55 MPa) επιβεβαιώνει πως διαθέτει απόλυτα ικανοποιητικές μηχανικές αντοχές για τις περισσότερες απαιτητικές εφαρμογές. Ο συνδυασμός αυτής της επαρκούς μηχανικής αντοχής με το σχετικά χαμηλό βάρος και την καλή σταθερότητά του, εξηγεί απόλυτα γιατί αποτελεί μια δημοφιλή επιλογή παγκοσμίως.

2.11.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Iroko

Το Iroko είναι ένα πολύ ανθεκτικό είδος (έως εξαιρετικά ανθεκτικό) με κορυφαία αντοχή στην προσβολή από έντομα, συμπεριλαμβανομένων και των τερμιτών. Η αντοχή του εγκάρδιου ξύλου στους μύκητες κατατάσσεται στην κλάση 1-πολύ ανθεκτικό (έως 2- ανθεκτικό) και η αντοχή του σε έντομα ξηρού ξύλου (dry wood borers) κατατάσσεται στην κατάταξη D (ανθεκτικό). Αυτό σημαίνει πρακτικά ότι δεν απαιτείται καμία απολύτως προληπτική συντηρητική επεξεργασία ενάντια στα συγκεκριμένα έντομα και τους μύκητες του εγκάρδιου ξύλου. Αντίθετα, επειδή το ανοιχτόχρωμο σομό ξύλο έχει ευδιάκριτο διαχωρισμό από το εγκάρδιο και είναι ευάλωτο σε προσβολές, θα πρέπει να αφαιρείται αυστηρά πριν από την τελική του χρήση. Η εξαιρετική φυσική ανθεκτικότητα που έχει επιτρέπει τη χρήση του σε συνθήκες μόνιμης ή προσωρινής ύγρανσης, ακόμα και όταν υπάρχει άμεση επαφή με το έδαφος ή το γλυκό νερό (Κλάση Χρήσης 4). Χρησιμοποιείται ευρύτατα για εξωτερικές

κατασκευές, ναυπηγική, εξωτερικά κουφώματα και δάπεδα (decking), καθώς διαθέτει μια φυσική προστασία που του επιτρέπει να μην καταστρέφεται από την υγρασία και αντέχει στον χρόνο με ελάχιστη συντήρηση.

2.11.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Iroko

Το Iroko είναι ένα ξύλο που γενικά παρουσιάζει ικανοποιητική κατεργασιμότητα τόσο με τα εργαλεία χειρός όσο και με μηχανήματα. Ωστόσο, το κυριότερο πρόβλημα κατά την επεξεργασία του είναι η παρουσία σκληρών αποθέσεων ανθρακικού ασβεστίου, που προαναφέρθηκαν, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν ταχύτατη και σοβαρή φθορά στις λάμες των κοπτικών εργαλείων. Γι' αυτόν τον λόγο, κρίνεται απαραίτητη η χρήση κοπτικών εργαλείων από σκληρό μέταλλο (TCT-καρβίδιο). Επιπλέον, λόγω των συχνά πλεγμένων νερών του (interlocked grain), μπορεί να εμφανιστούν επιφανειακά σχισίματα κατά το πλάνισμα, απαιτώντας συγκεκριμένη γωνία κοπής. Εκτός αυτών των στοιχείων, το ξύλο καρφώνεται και βιδώνεται σε ικανοποιητικό βαθμό, παρόλα αυτά είναι καλό να συμβαίνει ένα προτρύπημα για αποφυγή σχισιμάτων. Ανταποκρίνεται καλά στη συγκόλληση, αν και κάποιες φορές η ελαφρώς λιπαρή επιφάνεια που έχει λόγω των εκχυλισμάτων του, ίσως απαιτήσει έναν ελαφρύ καθαρισμό με διαλύτη πριν την εφαρμογή της κόλλας. Δέχεται ακόμα πολύ καλά τα βερνίκια και τα φινιρίσματα, δίνοντας ένα πολύ καλό αισθητικό αποτέλεσμα.

2.12 Sipo (Utile)

Το τροπικό είδος Sipo, ή αλλιώς γνωστό ως Utile και Sipo mahogany ανήκει στην οικογένεια Meliaceae και πιο συγκεκριμένα το βοτανικό όνομα του είδους είναι *Entandrophragma utile*. Το συγκεκριμένο είδος έχει καταγωγή από την κεντρική και Δυτική Αφρική και αποτελεί ένα από τα είδη ξύλου «μαόνι», λόγω της κοινής καταγωγής οικογένειας του είδους με άλλα μαονοειδή, όπως είναι το Sapele και το African Mahogany. Έτσι, έχει υψηλή εμπορική σημασία λόγω της ιδιαίτερης εμφάνισης και ιδιοτήτων του είδους. Το είδος αυτό φύεται σε υγροτόπους και δάση με σχετικά χαμηλό υψόμετρο. Πιο αναλυτικά, το ύψος του είδους Sipo κυμαίνεται από 45 έως 60 μέτρα και η διάμετρος του κορμού είναι από 1 έως 1,5 μέτρο αντίστοιχα. Είναι ευρέως γνωστό ότι αποτελεί μία επιλογή αντί για το κλασσικό μαόνι και χρησιμοποιείται συχνά σε κατασκευές, όπως διακοσμητικοί καπλαμάδες και έπιπλα, λόγω του ανάγλυφου του ξύλου. Ακόμα, βρίσκει χρήση σε δάπεδα, αλλά και στην ναυπηγική. Το είδος Sipo έχει ταξινομηθεί στα ευάλωτα είδη στον κόκκινο κατάλογο των απειλούμενων ειδών από την IUCN (2009). Άλλες ονομασίες του είδους είναι Utile, sipo, sipo mahogany, Assi και Assie.



Figure 18. Sipo. The Wood Database. <https://www.wood-database.com/utile/>

2.12.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Sipo

Το τροπικό ξύλο Sipo έχει χρυσό έως ερυθροκαστανό χρώμα στο εγκάρδιο ξύλο του, ενώ το σομφό ξύλο του έχει ανοιχτό καφέ χρώμα. Έτσι, η διαφορά μεταξύ σομφού και εγκάρδιου ξύλου είναι διακριτή με γυμνό μάτι. Οι σχεδιάσεις του συγκεκριμένου είδους ξύλου μοιάζουν με του αυθεντικού μαονιού (African Mahogany) και έτσι, αξιοποιείται εμπορικά ως μία φθηνότερη επιλογή. Οι ίνες είναι είτε «αλληλοσυνδεμένες», είτε σχηματίζουν ακανόνιστη «ribbon figure» σχεδίαση στην επιφάνεια του ξύλου. Το είδος αυτό έχει μέτρια υφή και μέτρια φυσική λάμψη αντίστοιχα. Ακόμα, οι πόροι είναι διάσπαρτοι στο είδος και συνήθως ορατοί με μεγέθυνση. Οι ακτίνες του είδους είναι επίσης ορατές με μεγέθυνση και οι αυξητικοί δαχτύλιοι είναι ορατοί συνήθως με γυμνό μάτι.

2.12.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Sipo

Οι φυσικές ιδιότητες του τροπικού είδους Sipo θεωρούνται μέτριες έως καλές, ανάλογα την διαχείριση του ξύλου, όπως στην διαδικασία ξήρανσης. Το είδος Sipo έχει υψηλή τιμή φαινομενικής πυκνότητας, συγκεκριμένα 635 kg/m³. Το ειδικό βάρος του είδους υπολογίζεται από 0,53 έως 0,63, δηλαδή έχει μία μέση τιμή βάρους για τροπικό είδος. Παράλληλα, έχει μέτριο βαθμό διαστασιακής σταθερότητας. Αυτό συμβαίνει, καθώς ο βαθμός ρίκνωσης για κάθε τομή, δηλαδή για την ακτινική και την εφαπτομενική, είναι 4,9% και 6,9% αντίστοιχα. Ακόμα, η ογκομετρική ρίκνωση υπολογίζεται ως 11,8% και ο λόγος T/R είναι 1,4. Κατά την ξήρανση, το είδος έχει αυξημένο κίνδυνο στρεβλώσεων, λόγω της δομής των ινών του. Έτσι, πρέπει να εφαρμόζονται αντίστοιχα προγράμματα ξήρανσης.

2.12.3 Μηχανικές ιδιότητες Sipo

Το τροπικό είδος Sipo έχει μέτριες έως καλές μηχανικές ιδιότητες. Πιο συγκεκριμένα, η σκληρότητα Janka που έχει αντιστοιχεί σε 5.260 N, δηλαδή είναι ανθεκτικό, χωρίς να έχει πολύ υψηλή πυκνότητα, όπως άλλα τροπικά είδη. Έτσι, έχει ικανοποιητική αντοχή σε κάμψη και θλίψη, για αξιοποίηση σε προϊόντα όπως έπιπλα, εσωτερικές σκάλες και πατώματα, συνδυάζοντας το αισθητικό κομμάτι, με τιμές 103,8 MPa και 57,1 MPa αντίστοιχα. Το μέτρο ελαστικότητας είναι 11,65 GPa. Έτσι, συμπεραίνουμε ότι έχει ικανοποιητικό βαθμό ακαμψίας, αντέχοντας έως περίπου μέτρια φορτία.

2.12.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Sipo

Η φυσική ανθεκτικότητα του τροπικού είδους Sipo θεωρείται μέτρια έως ανθεκτική. Πιο αναλυτικά, το είδος ανήκει στην κλάση 2 με 3 στην ανθεκτικότητα του έναντι στους μύκητες, άρα είναι μέτρια ανθεκτικό, ενώ στην κλάση D έναντι των ξυλοφάγων εντόμων. Σχετικά με τα ξυλοφάγα έντομα, ο κίνδυνος περιορίζεται στο σομφό ξύλο του είδους. Ακόμα, η ανθεκτικότητα του είδους έναντι στους τερμίτες είναι μέτρια, καθώς ανήκει στην κλάση M. Το τροπικό είδος Sipo συμπεριλαμβάνεται στον κατάλογο του ευρωπαϊκού κανονισμού NF EN 350-2.

2.12.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Sipo

Το τροπικό είδος Sipo έχει καλές τεχνολογικές ιδιότητες σε ευρύτερο βαθμό. Συγκεκριμένα, παρουσιάζει καλή απόδοση σε κατεργασίες όπως πριόνισμα, φινίρισμα και συγκόλληση. Επίσης, έχει καλή κατεργασιμότητα με χειροκίνητα και μη μηχανήματα. Ωστόσο, υπάρχει κίνδυνος για σχίσσιμο ή στρέβλωση κατά το πλάνισμα, λόγω των «αλληλοσυνδεμένων» ινών. Παράλληλα, η εφαρμογή κόλλας στο τροπικό είδος Sipo μπορεί να προκαλέσει αποχρωματισμό του ξύλου λόγω της οξύτητας του ξύλου.

2.13 Sucupira

Το τροπικό είδος Sucupira ανήκει συνήθως στο γένος *Diploptropis* και στην οικογένεια Leguminosae (Fabaceae). Η εξάπλωση του είδους είναι κυρίως στην περιοχή της Νότιας Αμερικής. Πιο συγκεκριμένα, η εξάπλωση λαμβάνει χώρα και σε χώρες, όπως την Βραζιλία, την Κολομβία, την Γαλλική Γουιάνα, το Περού και το Σουρινάμ. Το συγκεκριμένο είδος κυμαίνεται κατά μέσο όρο από 30 έως 46 μέτρα σε ύψος και 1 έως 1,2 μέτρα σε διάμετρο κορμού. Είναι ένα γνωστό τροπικό είδος για την αντοχή του και την σκληρότητα του, δίνοντας παράλληλα αισθητική αξία στις εφαρμογές του. Επίσης, στην αγορά δαπέδων, το τροπικό είδος Sucupira ονομάζεται συχνά «Βραζιλιάνικο κάστανο» ή «Tiete», οι οποίες αποτελούν παραπλανητικά ονόματα, αφού δεν υπάρχει συγγενική συσχέτιση των ειδών *Castanea*, τα οποία θεωρούνται μαλακά ξύλα και δεν χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές δαπέδων. Ακόμα, το είδος Sucupira αναφέρεται και το Tatabu (*Diploptropis purpurea*), το οποίο ανήκει σε διαφορετικό γένος. Ωστόσο, τα 2 αυτά είδη φέρουν κοινά χαρακτηριστικά και πολλές φορές

θεωρούνται το ένα, εναλλακτική επιλογή, έναντι του άλλου. Μερικές κοινές ονομασίες είναι Sucupira, black sucupira, Sapupira, Cutiuba και Tatabu.



Figure 19. Sucupira. The Wood Database. <https://www.wood-database.com/sucupira/>



Figure 20. Sucupira wood. Betterwood. <https://betterwood.co/lexicon/sucupira/>

2.13.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Sucupira

Το τροπικό είδος Sucupira έχει καφέ έως καφέ με κόκκινους τόνους χρώμα στο εγκάρδιο ξύλο του και παρουσιάζει διακριτή διαφορά μεταξύ στο σομφό και στο εγκάρδιο ξύλο, λόγω της μεγάλης διαφοράς του ανοιχτόχρωμου κιτρινωπού καφέ σομφού με το εγκάρδιο. Παράλληλα, συχνά έχει σχεδίαση με λεπτές ραβδώσεις, ανοιχτού χρώματος, προερχόμενες από τον παρεγχυματικό ιστό του τροπικού είδους. Η δομή των ινών είναι «αλληλοπλεκόμενη» (αγγλικό όρος “interlocked grains”) ή κυματιστή (αγγλικός όρος “wavy grains”) (The Wood Database). Ακόμα, το Sucupira, στο κομμάτι υφής και λάμψης, θεωρείται μέτριο, καθώς η υφή του συχνά είναι μέτρια έως τραχιά και η λάμψη του μέτρια. Η φαινομενική πυκνότητα του είδους ορίζεται ως κατά μέσο όρο ως $0,91 \text{ g/cm}^3$ και η κύρια εμπορική χρήση του είναι σε δάπεδα και έπιπλα, όμως βρίσκει εφαρμογή ακόμα σε γέφυρες, δοκούς και συνδέσεις σε σιδηροδρομικά εξαρτήματα. Οι πόροι του είναι διάσπαρτα κατανεμημένοι, όπως τα περισσότερα τροπικά ξύλα, δηλαδή είναι διασπορόπορο (“diffuse-porous”) και οι ακτίνες του είδους έχουν στενό έως μέτριο πλάτος.

2.13.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Sucupira

Το τροπικό είδος Sucupira ανήκει στην κατηγορία των πολύ βαριών τροπικών ειδών, με μέση φαινομενική πυκνότητα τα 910 kg/m^3 . Η ρίκνωση του είδους είναι σχετικά χαμηλή μετά την ξήρανση. Ωστόσο, η ρίκνωση, χωρίς κάποια ξήρανση, εκτιμάται κατά μέσο όρο στην εφαπτομενική τομή (R) 7% και στην ακτινική τομή (T) 4,9%, με τον λόγο ανισοτροπίας (δηλαδή T/R) 1,4%. Επίσης, η ογκομετρική συρρίκνωση, υπολογίζεται σε ποσοστό 14,2%.

2.13.3 Μηχανικές ιδιότητες *Sucupira*

Το είδος *Sucupira* έχει υψηλές μηχανικές ιδιότητες, καθώς διαθέτει υψηλές τιμές σε ποικίλα χαρακτηριστικά που δείχνουν την μηχανική αντοχή του. Πιο συγκεκριμένα, το μέτρο ρήξης, δηλαδή η αντοχή στην κάμψη, ορίζεται ως 162,5 MPa και το μέτρο ελαστικότητας 22.300 MPa. Παράλληλα, η αντοχή του είδους στην θλίψη είναι 88 MPa και το μέτρο σκληρότητας Janka είναι 13.610 N. Έτσι, συμπεραίνουμε ότι αποτελεί ένα ιδιαίτερα ανθεκτικό ξύλο, στο οποίο συμβάλλει η υψηλή πυκνότητα του.

2.13.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους *Sucupira*

Το τροπικό είδος *Sucupira* έχει υψηλή φυσική ανθεκτικότητα. Αναλυτικότερα, με βάση δεδομένα του Cirad (2024) είναι ένα είδος ξύλου που ανήκει στην Κλάση 2, δηλαδή είναι ανθεκτικό, έναντι των μυκήτων (“Class 2, Durable”). Επίσης, ανήκει στην κλάση D, δηλαδή είναι ανθεκτικό, έναντι των ξυλοφάγων εντόμων στο εγκάρδιο ξύλο (“Class D, Durable”) και έναντι στους τερμίτες. Για αυτόν τον λόγο, είναι ένα ξύλο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εξωτερικές εφαρμογές, σε επαφή με την φύση, σε εξωτερικό χώρο. Τέλος, ανήκει στην Κλάση 3, σχετικά με την κατεργασιμότητα και την φυσική ανθεκτικότητα, καθώς είναι μη διαπερατό είδος ξύλου και συνιστάται η εξωτερική χρήση του, χωρίς την επαφή με το έδαφος.

2.13.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους *Sucupira*

Η κατεργασία του τροπικού είδους *Sucupira* θεωρείται πιο δύσκολη, σε σύγκριση με άλλα είδη, λόγω της δομής των ινών (“interlocked grains”) και της πυκνότητας του. Σύμφωνα με το Cirad (2024), υπάρχει σύσταση για χρήση εργαλείων με επικάλυψη στελλίτη (“Stellite-tipped”), λόγω του υψηλού βαθμού αμβλύνσεως των κοπτικών εργαλείων κατά την κατεργασία. Η διαδικασία του καρφώματος και του τρυπήματος γίνονται μετά από την εφαρμογή προτρυπήματος, σε ικανοποιητικό βαθμό. Η συγκόλληση του συγκεκριμένου είδους πραγματοποιείται με βάση τους κανόνες δεοντολογίας κάθε κόλλας, λόγω του υψηλού βάρους του ξύλου.

2.14 *Tatajuba*

Το τροπικό είδος *Tatajuba* (*Bagassa guianensis*) ανήκει στην οικογένεια Moraceae. Η εξάπλωση του συγκεκριμένου είδους βρίσκεται σε περιοχές της Νότιας Αμερικής, όπως την Βραζιλία, την Γαλλική Γουιάνα, το Σουρινάμ και την Γουιάνα. Το ύψος του συγκεκριμένου είδους είναι κατά μέσο όρο από 20 έως 30 μέτρα και διάμετρο κορμού 0,6 έως 1 μέτρο. Οι εφαρμογές του είδους *Tatajuba* είναι κυρίως σε δάπεδα, στην επιπλοποιία, στους διακοσμητικούς καπλαμάδες, στον τομέα της ναυπηγικής, σε σπίτια (π.χ. εσωτερικές σκάλες) και βαριές ξυλουργικές κατασκευές. Το τροπικό είδος *Tatajuba* μοιάζει με το είδος Yellowheart (*Euxylophora paraensis*). Ωστόσο, το είδος *Tatajuba* σκουραίνει σε χρώμα με την

πάροδο του χρόνου και η χρήση του γίνεται κυρίως για τις μηχανικές και φυσικές του ιδιότητες, και όχι για αισθητικούς λόγους. Μερικές κοινές ονομασίες είναι Tatajuba, Bagasse, Kaw-oedoe και Cow-wood.



Figure 21. The Wood Database. Tropical Wood Tatajuba. <https://www.wood-database.com/tatajuba/>

2.14.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Tatajuba

Το τροπικό είδος Tatajuba έχει κιτρινωπό χρώμα όταν κόβεται, όμως αλλάζει σε κίτρινο και καφέ και σκούρο καφέ με την πάροδο του χρόνου. Η δομή των ινών του είδους είναι συνήθως «αλληλοπλεκόμενες» (“interlocked grains”). Επίσης, έχει μέτρια υφή και ικανοποιητική φυσική λάμψη. Το είδος Tatajuba είναι ένα διασπορόπορο είδος (“diffuse-porus”) με μεγάλους πόρους σε αραιή διάταξη και στενές έως μεσαίες ακτίνες.

2.14.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Tatajuba

Το τροπικό είδος Tatajuba ανήκει στην κατηγορία των βαριών τροπικών ειδών, με μέση φαινομενική πυκνότητα $0,8 \text{ g/cm}^3$, δηλαδή σε ποσοστό υγρασίας 12%. Η διαστασιακή σταθερότητα είναι πολύ καλή μετά την εφαρμογή ξήρανσης. Η ρίκνωση στην εφαπτομενική τομή είναι 5,2% και στην ακτινική τομή 3,2%, ενώ η ογκομετρική ρίκνωση είναι 9,6%. Επίσης, ο λόγος ανισοτροπίας T/R υπολογίζεται 1,4%, δηλαδή το είδος έχει ικανοποιητική σταθερότητα, λόγω της υψηλής πυκνότητας του.

2.14.3 Μηχανικές ιδιότητες Tatajuba

Το είδος ξύλου Tatajuba διαθέτει πολύ καλές μηχανικές ιδιότητες και έτσι, χρησιμοποιείται συχνά σε απαιτητικές εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα, το είδος αυτό έχει βαθμό σκληρότητας Janka 7.650 N και μέτρο ελαστικότητας 21.490 MPa. Ο βαθμός ελαστικότητας είναι εξαιρετικά υψηλός, και έτσι το είδος αυτό έχει πολύ μεγάλο βαθμό ακαμψίας, δηλαδή αντέχει τεράστια φορτία. Επίσης, ο βαθμός αντοχής στην κάμψη είναι 109 MPa και στην θλίψη 78 MPa. Έτσι, το είδος αυτό θεωρείται υψηλής αντοχής, λόγω της σκληρότητας και υψηλής αντοχής του και ικανοποιητικά ελαστικό.

2.14.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Tatajuba

Το είδος Tatajuba έχει υψηλή φυσική ανθεκτικότητα, σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 350. Πιο συγκεκριμένα, ανήκει στην Κλάση 1 έναντι στους ξυλοφάγους μύκητες, δηλαδή είναι πολύ ανθεκτικό (“Class 1, Very Durable”). Παράλληλα, ανήκει στην Κλάση D, δηλαδή είναι ανθεκτικό, έναντι στους τερμίτες και τα ξυλοφάγα έντομα (“Class D, Durable”). Η διαπερατότητα του εγκάρδιου ξύλου είναι πολύ χαμηλή (“Class 3”). Έτσι, το ξύλο αυτό κατατάσσεται στην Κλάση 4 ως προς την φυσική ανθεκτικότητα του εγκάρδιου του είδους, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κατασκευές που είναι σε επαφή με έδαφος ή νερό. Σύμφωνα με το ίδιο πρότυπο, το είδος Tatajuba καλύπτει τις ιδιότητες της Κλάσης 5, αφού μπορεί να αξιοποιηθεί υπό αλμυρό, υφάλμυρο ή γλυκό νερό στις εφαρμογές του. Η χαμηλή διαπερατότητα του εγκάρδιου ξύλου δυσχεραίνει την διαδικασία του εμποτισμού, αν και λόγω της φυσικής ανθεκτικότητας του δεν πραγματοποιείται συνήθως.

2.14.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Tatajuba

Το είδος *Tatajuba* έχει μέτριες προς δύσκολες τεχνολογικές ιδιότητες, καθώς είναι ένα είδος με υψηλή πυκνότητα και της δομής των ινών (interlocked grain). Πιο συγκεκριμένα, η πιθανότητα άμβλυνσης των κοπτικών εργαλείων αναφέρεται σχετικά υψηλή (Cirad 2025) και συνιστάται η επικάλυψη των κοπτικών με στελλίτη και χρήση του υλικού Καρβίδιο του βολφραμίου (Tungsten carbide), το οποίο είναι εξαιρετικά ανθεκτικό. Το κάρφωμα και το βίδωμα γίνονται με ευκολία, με προϋπόθεση το προτρύπημα, λόγω της δομής των ινών. Επίσης, η διαδικασία της συγκόλλησης εφαρμόζεται ομαλά τηρώντας τις αρχές δεοντολογίας κάθε κόλλας που εφαρμόζεται.

2.15 Teak

Το τροπικό είδος Teak (*Tectona grandis*) ανήκει στην οικογένεια Lamiaceae. Η γεωγραφική εξάπλωση του βρίσκεται στην νότια Ασία, ωστόσο υπάρχουν φυτείες στις τροπικές περιοχές της Αφρικής, την Ασία και την λατινική Αμερική. Το ύψος του είδους αυτού είναι κατά μέσο όρο από 30 έως 40 μέτρα και η διάμετρος του κορμού είναι συνήθως από 1 έως 1,5 μέτρο. Οι κύριες χώρες καταγωγής του είναι το Μιανμάρ, η Ινδία και την Ινδονησία. Οι επιπλέον φυτείες σε τροπικές και υποτροπικές ζώνες υπάρχουν λόγω της αυξημένης ζήτησης του είδους για ποικίλες εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα, το τροπικό είδος Teak θεωρείται αυθεντικό, όταν αναφέρεται ως βιρμανικό τικ, λόγω της κύριας προέλευσης του η συγκεκριμένη χώρα, η οποία είναι η μεγαλύτερη πηγή στον κόσμο. Το συγκεκριμένο είδος αποτελεί ένα από τα πιο ακριβά ξύλα στην αγορά, λόγω των υψηλών ιδιοτήτων του. Οι κύριες εφαρμογές του είναι στην ναυπηγική, δηλαδή στην κατασκευή πλοίων και σκαφών, στις εξωτερικές κατασκευές, σε έπιπλα, δάπεδα και εσωτερικές σκάλες. Μερικές κοινές ονομασίες του είδους είναι Teak, Burmese teak, Teca, Teck, genuine teak, May sak, Sagwan και Jati.



Figure 22. Diamond Tropical Woods. Teak. <https://www.diamondtropicalhardwoods.com/teak/>

2.15.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Teak

Το τροπικό είδος Teak έχει χαρακτηριστικό κιτρωνοκαφέ χρώμα στο εγκάρδιο ξύλο του, το οποίο σκουραίνει με την πάροδο του χρόνου. Η διάκριση μεταξύ σομφού και εγκάρδιου ξύλου είναι διακριτή, καθώς το σομφό ξύλο έχει ανοιχτό καφέ προς λευκό χρώμα. Επίσης, η δομή των ινών του είναι συνήθως είτε ίσια (“straight grains”), είτε μπορεί να είναι αλληλοπλεκόμενες ίνες (“interlocked grains”). Η υφή του είδους θεωρείται ανομοιόμορφη με σχετικά χαμηλή φυσική λάμψη. Παράλληλα, το ξύλο αυτό μπορεί να εμφανίσει ορισμένη λιπαρότητα στην επιφάνεια του, η οποία προκαλείται από τα φυσικά έλαια του. Η οσμή του είδους Teak μοιάζει με μυρωδιά από δέρμα, όταν είναι πρόσφατα κομμένο.

2.15.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Teak

Το Teak είναι ένα τροπικό είδος μέσης πυκνότητας, συγκεκριμένα με μέση φαινομενική πυκνότητα 0,67 g/cm³ (Cirad, 2023), δηλαδή σε κατάσταση υγρασίας περίπου 12%. Το ποσοστό ρίκνωσης του συγκεκριμένου είδους στις τομές του, δηλαδή στην ακτινική και εφαπτομενική, είναι 2,6% και 5,3% αντίστοιχα, με την ογκομετρική να είναι 7,3%. Έτσι, ο λόγος T/R, ο οποίος εκφράζει την ομοιομορφία της ρίκνωσης, είναι 2. Έτσι, έχει ικανοποιητικό βαθμό διαστασιακής σταθερότητας.

2.15.3 Μηχανικές ιδιότητες Teak

Το είδος Teak έχει καλές μηχανικές ιδιότητες, τόσο σε αντοχή, όσο και στον βαθμό ελαστικότητας. Ο βαθμός αντοχής στην στατική κάμψη είναι 98 MPa και ο βαθμός αντοχής σε θλίψη είναι 56 Mpa (Gérard et al., 2017). Ακόμη, το μέτρο ελαστικότητας είναι 13.740 Mpa και η σκληρότητα του είδους με βάση την κλίμακα Janka υπολογίζεται ως 4.740 N. Έτσι, το είδος αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κατασκευές, όπως δάπεδα και decking, τα οποία απαιτούν αρκετή σκληρότητα.

2.15.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Teak

Το είδος Teak ανήκει στην Κλάση 1 έναντι στους μύκητες, δηλαδή είναι πολύ ανθεκτικό (Class 1, Very Durable). Ωστόσο, αυτό ισχύει για το είδος που φύτευται στο φυσικό του περιβάλλον. Για τα είδη Teak που βρίσκονται σε φυτείες, η κλάση μπορεί να κυμαίνεται από 1 έως 3, δηλαδή από πολύ ανθεκτικό έως μέτρια ανθεκτικό (Class 1-3, very durable- moderately durable), ανάλογα την ηλικία και το περιβάλλον. Επίσης, ανήκει στην Κλάση D έναντι ξυλοφάγων εντόμων, δηλαδή είναι ανθεκτικό (Class D, Durable), με αποκλειστικό κίνδυνο προσβολής να είναι το σομφό ξύλωμα του είδους. Έναντι σε προσβολή από τερμίτες, το είδος είναι μέτρια ανθεκτικό, καθώς ανήκει στην Κλάση M (Class M, moderately durable). Στο κομμάτι διαπερατότητας, το ξύλο αυτό είναι είτε χαμηλά διαπερατό, είτε μη διαπερατό και ανήκει στην κλάση 3 και 4 (Class 3-4). Αυτό συμβαίνει λόγω παρουσίας φυσικών ελαίων και

πυριτίου, τα οποία λειτουργούν προστατευτικά για το ξύλο, χωρίς να χρειάζονται περαιτέρω προστατευτικά μέσα για εξωτερικές εφαρμογές.

2.15.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Teak

Το είδος Teak έχει ικανοποιητικές τεχνολογικές ιδιότητες, καθώς κατεργάζεται σχετικά εύκολα. Ωστόσο, η παρουσία πυριτίου στο ξύλο δημιουργεί σταδιακή άμβλυνση των κοπτικών εργαλείων. Έτσι, γίνεται σύσταση για χρήση εργαλείων με καρβίδιο βολφραμίου ή στελλίτη. Σχετικά με το βίδωμα και το κάρφωμα, η κατεργασία του είδους είναι εύκολη, μετά από προτρύπημα. Επίσης, συχνά συνιστάται η εφαρμογή διαλύτη, πριν την εφαρμογή της κόλλας κατά την συγκόλληση, λόγω της παρουσίας των φυσικών ελαίων. Τέλος, η ξήρανση εφαρμόζεται εύκολα, καθώς υπάρχει χαμηλός κίνδυνος στρεβλώσεων και παραμορφώσεων. Ωστόσο, λόγω της διαφοράς του ειδικού βάρους μεταξύ των σανίδων ξύλου, εφαρμόζεται ανάλογο πρόγραμμα ξήρανσης, σε αργό ρυθμό.

2.16 Wenge

Το τροπικό είδος Wenge έχει επιστημονική ονομασία *Millettia laurentii* και ανήκει στην οικογένεια Fabaceae. Το συγκεκριμένο είδος έχει προέλευση από την κεντρική Αφρική, δηλαδή χώρες όπως το Καμερούν και το Κονγκό. Πιο συγκεκριμένα, το είδος φύεται σε υγροτόπους και υγρά τροπικά δάση που έχουν χαμηλό υψόμετρο. Το είδος αυτό έχει ύψος από 18 έως 27 μέτρα και κορμούς με διάμετρο από 1 έως 1,2 μέτρα. Η ορολογία «Wenge» αφορά ένα σύνολο ειδών ξύλου με πανομοιότυπα στοιχεία και ιδιότητες. Ο όρος αυτός αφορά συνήθως τα τροπικά είδη *Millettia laurentii* και *Millettia stuhlmannii*. Η χρήση αυτής της ξυλείας επικεντρώνεται σε προϊόντα, όπως είναι για παράδειγμα τα δάπεδα, οι διακοσμητικοί καπλαμάδες, τα ευρύτερα έπιπλα και τα έπιπλα για μπάνιο και κουζίνα.



Figure 23. Wenge. The Wood Database. <https://www.wood-database.com/wenge/>

2.16.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Wenge

Το είδος Wenge έχει καφέ με είτε κίτρινες είτε ερυθρές αποχρώσεις στο εγκάρδιο του. Επίσης, είναι χαρακτηριστικές οι μαύρες ραβδώσεις που εμφανίζει σε αυτό. Το χρώμα του εγκάρδιου ξύλου του Wenge μετατρέπεται σε πιο ανοιχτή απόχρωση, σε αντίθεση με πολλά τροπικά είδη ξύλου. Η διαφορά μεταξύ σομφού και εγκάρδιου ξύλου είναι ορατή, καθώς το σομφό ξύλο είναι κιτρινωπό. Η υφή του είδους χαρακτηρίζεται ως τραχιά με λίγη φυσική λάμψη. Παράλληλα, η σχεδίαση του είναι ίσια δηλαδή οι ίνες του είναι ίσιες αντίστοιχα, σχηματίζοντας ένα ριγέ μοτίβο. Μερικές φορές η σχεδίαση είναι ελαφρώς ανομοιόμορφη. Είναι ευρέως γνωστό είδος για την ιδιαίτερη εμφάνιση του, ειδικά μετά τις κατεργασίες του πλανίσματος και του φινιρίσματος αντίστοιχα. Ο συνδυασμός υψηλής πυκνότητας και των ευρύτερων ιδιοτήτων του ξύλου και της εμφάνισής του, το κάνουν ιδανικό υποκατάστατο του είδους Ebony (*Diospyros* spp.). Μερικές κοινές ονομασίες είναι Wenge, Awoung, Awong, Palissandre du Congo, Dikela και Panga panga.

2.16.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Wenge

Το τροπικό ξύλο Wenge είναι ένα πολύ βαρύ τροπικό είδος. Πιο συγκεκριμένα, το είδος αυτό έχει φαινομενική πυκνότητα περίπου $0,87 \text{ g/cm}^3$, δηλαδή σε 12% υγρασία. Το γεγονός ότι έχει πολύ υψηλή πυκνότητα, το καθιστά ένα από τα πιο σκληρά εμπορικά ξύλα. Το Wenge έχει πολύ υψηλές τιμές ρίκνωσης. Πιο συγκεκριμένα, στην ακτινική τομή έχει 4,8% ρίκνωση και στην εφαπτομενική 8,3%. Παράλληλα, η ογκομετρική ρίκνωση είναι 13,3% και ο λόγος T/R αντιστοιχεί σε 1,7. Αυτό σημαίνει ότι έχει υψηλή ανισοτροπία σε μεταβολές υγρασίας, ακόμη και αν είναι ένα βαρύ είδος ξύλου. Έτσι, το ξύλο Wenge χρειάζεται καλή κατεργασία πριν την έκθεση του σε μεταβολές υγρασίας. Μετά από σωστή ξήρανση, το τροπικό αυτό είδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανάλογα και να έχει βελτιωμένη σταθερότητα. Αυτό συνήθως γίνεται σε χώρους όπου υπάρχει ελεγχόμενη θερμοκρασία και υγρασία και ευρύτερα σε εσωτερικά περιβάλλοντα.

2.16.3 Μηχανικές ιδιότητες Wenge

Το τροπικό είδος Wenge έχει πολύ καλές μηχανικές ιδιότητες. Πιο αναλυτικά, είναι ένα είδος το οποίο έχει υψηλή πυκνότητα, η οποία συνεπώς του προσδίδει περαιτέρω μηχανικές ιδιότητες. Κάποιες από αυτές, είναι η καλή αντοχή σε κάμψη και σε θλίψη, συγκεκριμένα 151,7 MPa και 80,7 MPa. Ο βαθμός ελαστικότητας του είδους είναι 17,57 GPa και η κλίμακα σκληρότητας Janka ορίζεται ως 8.600 N. Έτσι, το συγκεκριμένο είδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε προϊόντα και κατασκευές που απαιτούν μεγάλο βάρος, καθώς είναι εξαιρετικά άκαμπτο και διατηρεί την δομή του ενώ δέχεται υψηλά φορτία. Επίσης, ο βαθμός σκληρότητας Janka αντιστοιχεί σε 8.600 N, γεγονός που επιβεβαιώνει την αντοχή του είδους Wenge.

2.16.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Wenge

Το τροπικό είδος Wenge έχει μεγάλη φυσική ανθεκτικότητα. Συγκεκριμένα, το είδος αυτό ανήκει στην κλάση 2 έναντι των μυκήτων, δηλαδή είναι ανθεκτικό. Επίσης, εμφανίζει ανθεκτικότητα έναντι στα ξυλοφάγα έντομα, δηλαδή ανήκει στην κλάση D. Ωστόσο, ο κίνδυνος για προσβολή από ξυλοφάγα έντομα αφορά κυρίως το σομό ξύλο του είδους. Παράλληλα, το τροπικό είδος Wenge παρουσιάζει ανθεκτικότητα έναντι των τερμιτών, καθώς ανήκει στην κλάση D. Συνεπώς, το συγκεκριμένο είδος θεωρείται ιδανικό για προϊόντα και χρήσεις που αφορούν την πιθανότητα έκθεσης σε μύκητες, έντομα ή τερμίτες, δηλαδή κυρίως εξωτερικές χρήσεις. Κάποια παραδείγματα εφαρμογών αποτελούν τα δάπεδα και ευρύτερα έπιπλα σε εξωτερικούς και εσωτερικούς χώρους αντίστοιχα.

2.16.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Wenge

Οι τεχνολογικές ιδιότητες του τροπικού είδους Wenge θεωρούνται μέτριες. Οι κατεργασίες που αφορούν το είδος αυτό είναι συνήθως είτε μέτριες, είτε παρουσιάζουν δυσκολία. Αυτό οφείλεται κυρίως στην σκληρότητα του ξύλου και στην ανομοιομορφία μεταξύ του σομφού και εγκάρδιου ξύλου. Έτσι, μπορεί να προκληθεί άμβλυνση των εργαλείων κοπής και ανομοιόμορφης κοπής του ξύλου αντίστοιχα. Ακόμα, λόγω της τραχιάς του υφής μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό κατά την κατεργασία της επιφάνειας λόγω θραυσμάτων στην επιφάνεια του ξύλου. Επίσης, η συγκόλληση είναι μία σχετικά δύσκολη εφαρμογή στο είδος αυτό και η βαφή με το φινίρισμα είναι απαιτητικό, καθώς η ύπαρξη των μεγάλων πόρων απαιτεί το γέμισμα τους. Η διαδικασία της ξήρανσης γίνεται με αργό ρυθμό και με την εφαρμογή των αντίστοιχων προγραμμάτων, για αποφυγή πιθανής παραμόρφωσης του ξύλου.

2.17 Niangon

Το τροπικό είδος ξύλου Niangon (*Heritiera densiflora*, *Heritiera utilis*) ανήκει στην οικογένεια *Malvaceae* και έχει 2 κύρια είδη. Τα γένη *Heritiera* και *Tarrietia* είναι συνώνυμα, οπότε τα είδη μπορούν να χαρακτηριστούν και με τα δύο. Το είδος Niangon έχει καταγωγή από την Αφρική, με κύριες χώρες εξάπλωσης να είναι η Ακτή Ελεφαντοστού, το Γκαμπόν, η Γκάνα, η Λιβερία και η Σιέρρα Λεόνε. Το ύψος του δέντρου φτάνει συνήθως τα 32 έως 43 μέτρα και η διάμετρος του κορμού κυμαίνεται από 0,7 έως 0,9 μέτρα. Οι κυριότερες εφαρμογές του είδους συμπεριλαμβάνουν την επιπλοποιία, τις торνευτές κατασκευές, τους διακοσμητικούς καπλαμάδες, τις εξωτερικές κατασκευές, αλλά και μέρη θερμοκηπίου. Μερικές κοινές ονομασίες του είδους είναι Niangon, Nyankom, Yami, Ogoue και Whismore.



Figure 24. Niangon. Lesser known timbers. <https://www.lesserknowntimberspecies.com/species/niangon>

2.17.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Niangon

Το τροπικό είδος Niangon έχει ερυθρό με καφέ χρώμα στο εγκάρδιο του, το οποίο σκουραίνει με την πάροδο του χρόνου. Το σομό ξύλο του έχει πιο ανοιχτόχρωμη απόχρωση, σε κιτρινωπό- λευκό χρώμα. Έτσι, η διαφορά μεταξύ σομού και εγκάρδιου ξύλου είναι διακριτή. Επίσης, η δομή των ινών του είδους Niangon είναι κατά βάση διαπλεκόμενη (“interlocked grains”), το οποίο μπορεί να προκαλέσει δυσκολία κατά την κατεργασία του. Η υφή του ξύλου χαρακτηρίζεται μέτρια και παρουσιάζει λιπαρότητα στην επιφάνεια του, από τις ρητίνες.

2.17.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Niangon

Οι φυσικές ιδιότητες του είδους Niangon θεωρούνται μέτριες. Πιο συγκεκριμένα, ανήκει στην κατηγορία των ξύλων μέτριας πυκνότητας, με μέση φαινομενική πυκνότητα τα 0,7 g/cm³ (Cirad, 2024). Δηλαδή σε κατάσταση υγρασίας 12%. Το ποσοστό ρίκνωσης του ξύλου υπολογίζεται ως 4,2% στην ακτινική τομή, 8,8% στην εφαπτομενική τομή, ενώ ο λόγος T/R υπολογίζεται ως 2,1. Έτσι, συμπεραίνουμε ότι είναι ένα ξύλο με μέτρια προς ικανοποιητική σταθερότητα. Επίσης, χρειάζεται προξήρανση, πριν την βασική ξήρανση σε κλίβανο, λόγω του υψηλού κινδύνου στρεβλώσεων, σε ξύλο με παρουσία αλληλοπλεκόμενων ινών.

2.17.3 Μηχανικές ιδιότητες Niangon

Το συγκεκριμένο είδος ξύλου έχει πολύ καλές μηχανικές ιδιότητες. Αναλυτικότερα, το μέτρο ελαστικότητας υπολογίζεται ως 14,430 MPa και η αντοχή σε θλίψη ως 55 MPa. Η αντοχή σε κάμψη φτάνει τα 103 MPa. Έτσι, οι εφαρμογές του είναι ιδανικές για κατασκευές που δέχονται καταπόνηση, όπως είναι τα δάπεδα, σε συνδιασμό με την μέση πυκνότητα του είδους. Ωστόσο, το είδος *T. utilis* μπορεί να εμφανίσει χαμηλότερες μηχανικές ιδιότητες από το είδος *T. densiflora*, καθώς το πρώτο παρουσιάζει συνήθως μεγαλύτερη ανομοιομορφία στην δομή των ινών του.

2.17.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Niangon

Το τροπικό είδος Niangon, με βάση το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 350, ανήκει στην Κλάση 3 έναντι στην προσβολή από μύκητες, δηλαδή είναι μέτρια ανθεκτικό (Class 3, moderately durable). Το Niangon ανήκει στην Κλάση D έναντι στα ξυλοφάγα έντομα, δηλαδή είναι ανθεκτικό (Class D, durable) και στην Κλάση M έναντι στην προσβολή από τερμίτες, δηλαδή είναι μέτρια ανθεκτικό (Class M, moderately durable). Το είδος αυτό είναι μη διαπερατό (Class 4), άρα η διαδικασία του εμποτισμού είναι δύσκολη και μη απαραίτητη, λόγω της φυσικής προστασίας που του προσφέρουν οι ρητίνες του.

2.17.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Niangon

Το είδος Niangon διαθέτει ικανοποιητική κατεργασιμότητα, ιδιαίτερα κατά το βίδωμα και το κάρφωμα, μετά από προτρύπημα, για την αποφυγή σχισμών. Λόγω της δομής των ινών του είδους (“interlocked grains”) υπάρχει υψηλός κίνδυνος για στρέβλωμα και σκίσιμο του ξύλου κατά το πλάνισμα και την κατεργασία με κοπτικά μέσα. Η παρουσία φυσικών ρητινών στο ξύλο μπορεί να προκαλέσει άμβλυνση στα κοπτικά εργαλεία. Για αυτόν τον λόγο, προτείνονται εργαλεία κοπής με μέταλλα, όπως στελλίτη και καρβίδιο βολφραμίου (Cirad, 2024). Κατά την διαδικασία του φινιρίσματος και της συγκόλλησης, λόγω της παρουσίας λιπαρότητας από τις ρητίνες, γίνεται καθαρισμός με διαλύτη για την ικανοποιητική διεξαγωγή της κατεργασίας.

2.18 Jatoba

Το Jatoba (Ζατόμπα), ευρέως γνωστό στην αγορά και ως Βραζιλιάνικη Κερασιά (Brazilian Cherry), συναντάται κυρίως στις περιοχές της Κεντρικής και Νότιας Αμερικής, καθώς και στις Δυτικές Ινδίες. Έχει επιστημονική ονομασία *Hymenaea courbaril* και εντάσσεται στην οικογένεια Leguminosae και στην υπο-οικογένεια Caesalpinieae. Τα δέντρα του είδους είναι ιδιαίτερα ψηλά, κυμαινόμενα σε ύψος από 30 έως 40 μέτρα, με διάμετρο κορμού 1 με 1,2 μέτρα. Λόγω της σκληρότητάς του, την αντοχή του και την υψηλή αισθητική αξία του, συχνά η χρήση του που προορίζεται για ξύλινα δάπεδα υψηλών απαιτήσεων, έπιπλα πολυτελείας, ξυλουργικές εργασίες εσωτερικού χώρου, ναυπηγική, λαβές εργαλείων και σε βαριές κατασκευές. Άλλες κοινές ονομασίες είναι Jataí, Locust, Algarrobo κ.α.



Figure 25. Jatoba (The Wood Database) <https://www.wood-database.com/jatoba/>

2.18.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Jatoba

Το τροπικό είδος Jatoba έχει ένα χρώμα που κυμαίνεται αρχικά από ανοιχτό πορτοκαλί-καφέ έως πιο σκούρο κοκκινωπό-καφέ, συχνά με σκούρες γκρι-καφέ λωρίδες. Το ανοιχτόχρωμο σομφό ξύλο, σε αποχρώσεις, κιτρινωπού, λευκού ή γκριζωπού, διαχωρίζεται ξεκάθαρα από το εγκάρδιο. Ένα πολύ έντονο χαρακτηριστικό του είδους Jatoba είναι ότι το χρώμα του εγκάρδιου ξύλου σκουραίνει σημαντικά με την πάροδο του χρόνου και την έκθεση στο φως του ηλίου, αποκτώντας σταδιακά μια βαθιά κοκκινωπή απόχρωση. Τα νερά του ξύλου, δηλαδή οι ίνες του, έχουν κατεύθυνση σταυρωτή-πλεγμένη. Η υφή του είδους είναι μέτρια προς τραχιά και το ίδιο το ξύλο διαθέτει μια φυσική γυαλάδα.

Όσον αφορά τα δομικά χαρακτηριστικά, το πορώδες του είναι διάχυτο. Έχει πόρους μεσαίου μεγέθους, οι οποίοι είναι σχετικά λίγοι σε αριθμό και δεν έχουν κάποια συγκεκριμένη διάταξη. Εμφανίζονται είτε μεμονωμένοι είτε σε μικρές ακτινωτές ομάδες των 2-3. Οι ακτίνες του είναι μέτριου πλάτους και γίνονται εύκολα ορατές με τη χρήση ενός απλού μεγεθυντικού φακού. Το αξονικό παρέγχυμα είναι ιδιαίτερα εμφανές και εμφανίζεται σε σχήμα ρόμβου (aliform) γύρω από τους πόρους, ενωμένο (confluent), αλλά και σε έντονες οριακές ζώνες (marginal bands) που θυμίζουν κάπως τους αυξητικούς δακτυλίους των εύκρατων ειδών.

2.18.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Jatoba

Η φαινομενική πυκνότητα του είδους Jatoba κυμαίνεται σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα, συνήθως γύρω στο 900 με 910 kg/m³ (σε επίπεδο υγρασίας 12%). Το γεγονός αυτό το κατατάσσει στην κατηγορία της βαριάς τροπικής ξυλείας. Στο θέμα της ρίκνωσης, ακτινικά κυμαίνεται στο 3,8%, ενώ εφαπτομενικά ανέρχεται στο 7,1%. Αυτά τα νούμερα, ειδικά η μεγάλη διαφορά μεταξύ της ακτινικής και της εφαπτομενικής ρίκνωσης, υποδηλώνουν μια μέτρια προς υψηλή κινητικότητα του είδους κατά την αποβολή της υγρασίας. Για τον λόγο αυτό, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή και αργός ρυθμός κατά την ξήρανση του ξύλου, προκειμένου να αποφευχθούν ραγιδώσεις, στρεβλώσεις και επιφανειακά σχισίματα. Μετά την ολοκλήρωση της ξήρανσης, καθώς και τον απαραίτητο κλιματισμό του, το Jatoba παρουσιάζει μια ικανοποιητική σταθερότητα στις μεταβολές της σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος. Το σημείο κορεσμού των ινών ανέρχεται περίπου στο 24%, το οποίο είναι ένα φυσιολογικό επίπεδο για την κατηγορία του, κάτω από το οποίο ξεκινά η συρρίκνωση των κυτταρικών τοιχωμάτων του.

2.18.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Jatoba

Το Jatoba κατατάσσεται στην κατηγορία ειδών με πολύ υψηλή σκληρότητα, με τη σκληρότητα Janka να αγγίζει το 2.690 lbf. Αποτελεί λοιπόν, μια από τις κορυφαίες επιλογές παγκοσμίως για ξύλινα πατώματα υψηλής καταπόνησης. Διαθέτει ένα πολύ υψηλό Μέτρο Ελαστικότητας (το οποίο κυμαίνεται από 18,7 έως 22,7 GPa), καθιστώντας το ένα ιδιαίτερα άκαμπτο υλικό, ικανό να απορροφά μεγάλες τάσεις εφελκυσμού και θλίψης κατά την κάμψη. Κάτω από ισχυρές δυνάμεις, παρουσιάζει πολύ μεγάλη αντίσταση, με το Μέτρο Θραύσης να υπολογίζεται στα 155 με 163 MPa, δείχνοντας ότι διαθέτει εξαιρετική αντοχή σε στατικά και

δυναμικά φορτία. Επιπλέον, η ικανότητα του Jatoba να αντέχει σε θλίψη παράλληλα με τις ίνες του (81-84 MPa) επιβεβαιώνει την δομική του ακεραιότητα η οποία είναι σε υψηλά επίπεδα. Λόγω της σκληρότητας, της ακαμψίας και της μεγάλης αντοχής του σε κρούση, χρησιμοποιείται ευρέως σε δάπεδα, σκαλοπάτια, λαβές εργαλείων, αθλητικό εξοπλισμό και γενικά σε εφαρμογές όπου η αντοχή στη φθορά είναι πρωταρχικής σημασίας.

2.18.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Jatoba

Το Jatoba είναι ένα πολύ ανθεκτικό είδος με εξαιρετική αντοχή σε προσβολή από έντομα, συμπεριλαμβανομένων και των τερμιτών. Η αντοχή του εγκάρδιου ξύλου στους μύκητες κατατάσσεται στην Κλάση 1-πολύ ανθεκτικό (έως 2-ανθεκτικό), ενώ η αντοχή του σε έντομα ξηρού ξύλου (dry wood borers) κατατάσσεται στην κατάταξη D (ανθεκτικό). Αυτό σημαίνει ότι το εγκάρδιο ξύλο δεν απαιτεί καμία απολύτως προληπτική συντηρητική επεξεργασία, όπως ο εμποτισμός, ενάντια στα συγκεκριμένα έντομα και στους μύκητες, ακόμα και σε δυσμενείς καιρικές και περιβαλλοντικές συνθήκες. Το σομό ξύλο, το οποίο είναι ιδιαίτερα ανοιχτόχρωμο, είναι αρκετά ευάλωτο στις βιολογικές προσβολές και πρέπει να αφαιρείται πριν την τελική του χρήση.

2.18.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Jatoba

Το Jatoba είναι ένα τροπικό ξύλο που παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες κατά την κατεργασία του, τόσο με εργαλεία χειρός όσο και με μηχανήματα, εξαιτίας της πολύ υψηλής πυκνότητάς του, καθώς και της εξαιρετικής του σκληρότητας. Προκαλεί έντονη φθορά στις λάμες των κοπτικών εργαλείων, καθιστώντας απολύτως απαραίτητη τη χρήση εργαλείων από σκληρό μέταλλο (καρβίδιο-TCT) ή στελλίτη. Επιπλέον, εξαιτίας των πλεγμένων νερών του (interlocked grain), τείνει να παρουσιάζει επιφανειακά σχισίματα κατά το πλάνισμα, απαιτώντας μειωμένη γωνία κοπής και χρειάζεται προσεκτική ταχύτητα πρόωσης. Όπως είναι αναμενόμενο για ένα τόσο σκληρό και πυκνό ξύλο, το προτρύπημα είναι υποχρεωτικό και δεν είναι δυνατό να καρφωθεί ή βιδωθεί απευθείας. Παρά τις μηχανικές δυσκολίες στην κοπή του, το Jatoba ανταποκρίνεται ικανοποιητικά στη συγκόλληση και αντιδρά πολύ καλά στο φινίρισμα, δίνοντας μια λεία και γυαλιστερή επιφάνεια με βερνίκια ή λάδια.

2.19 Koto

Το Koto είναι ένα ιδιαίτερα διαδεδομένο τροπικό είδος της Δυτικής και Κεντρικής Αφρικής και απαντάται σε χώρες όπως η Ακτή Ελεφαντοστού, η Νιγηρία, η Γκάνα και το Καμερούν. Έχει επιστημονική ονομασία *Pterygota macrocarpa* και εντάσσεται στην οικογένεια *Malvaceae*. Τα δέντρα του είδους αναπτύσσονται σε ύψη τα οποία κυμαίνονται από 30 έως 35 μέτρα, με διάμετρο κορμού που φτάνει τα 0,6 έως 1 μέτρα. Χάρη στο ομοιόμορφο, ανοιχτό του χρώμα και την ευκολία στην κατεργασία του, η χρήση του Koto προορίζεται κυρίως για την παραγωγή καπλαμάδων, αντικολλητών πλακών (κόντρα πλακέ), διακοσμητικών επενδύσεων, εσωτερικών επίπλων και ελαφριών ξυλουργικών κατασκευών.



Figure 26. Koto (The Wood Database) <https://www.wood-database.com/koto/>

2.19.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Koto

Το Koto χαρακτηρίζεται από ένα πολύ ανοιχτό χρώμα, το οποίο κυμαίνεται από κρεμ-λευκό έως ανοιχτό υποκίτρινο. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του είδους είναι ότι δεν υπάρχει έντοχη χρωματική διαφορά μεταξύ του σομού και του εγκάρδιου ξύλου, γεγονός που προσδίδει στο ξύλο μία πολύ ομαλή χρωματική ομοιομορφία. Τα νερά του ξύλου είναι συνήθως ευθύγραμμα, αν και ορισμένες φορές μπορεί να είναι ελαφρώς πλεγμένα (interlocked). Η υφή του είδους είναι μέτρια προς τραχιά και το ξύλο διαθέτει μια μέτρια φυσική γυαλάδα. Ακόμα, στις ακτινικές τομές εμφανίζεται με μεγάλη συχνότητα ένα διακριτικό μοτίβο λόγω των μεγάλων ακτινών που έχει.

Όσον αφορά τα δομικά χαρακτηριστικά, το πορώδες του είναι διάχυτο. Έχει πόρους μεγάλου μεγέθους, οι οποίοι είναι εύκολα ορατοί χωρίς την ανάγκη για χρήση μεγεθυντικού φακού, ενώ δεν ακολουθούν συγκεκριμένη διάταξη. Οι πόροι εμφανίζονται είτε μεμονωμένοι είτε σε ακτινωτές ομάδες των 2-3 ή και περισσότερων. Οι ακτίνες του είναι σχετικά μεγάλες σε μέγεθος, και το ίδιο το αξονικό παρέγχυμα, είναι ιδιαίτερα εμφανές και τυπικά εμφανίζεται σε μορφή λεπτών λωρίδων που σχηματίζουν έναν χαρακτηριστικό κλιμακωτό ή δικτυωτό μοτίβο ανάμεσα στις ακτίνες. Αυτό το χαρακτηριστικό αποτελεί σημαντικό διαγνωστικό για την αναγνώριση του είδους στο μικροσκόπιο.

2.19.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Koto

Η φαινομενική πυκνότητα του είδους Koto κυμαίνεται σε μεσαία επίπεδα, γύρω στα 580 με 600 kg/m³ σε επίπεδο υγρασίας 12%. Το γεγονός αυτό το κατατάσσει στην κατηγορία μέσου

βάρους ξυλείας. Όσον αφορά στη ρίκνωση του, ακτινικά κυμαίνεται περίπου στο 4,1%, ενώ εφαπτομενικά στο 7,5%. Αυτά τα νούμερα υποδηλώνουν μια μέτρια προς υψηλή κινητικότητα κατά τη διάρκεια αυξομειώσης της υγρασίας. Έτσι, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή και σωστός προγραμματισμός κατά τη διαδικασία της ξήρανσης, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος τυχόν παραμορφώσεων, στρεβλώσεων ή επιφανειακών σχισμάτων. Όταν ολοκληρωθεί η ξήρανση σωστά, το ξύλο παρουσιάζει μέτρια διαστασιακή σταθερότητα στις μεταβολές σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος. Το σημείο κορεσμού των ινών του Koto ανέρχεται περίπου στο 28%, το οποίο είναι αξιόλογο και αναμενόμενο επίπεδο για τα ανοιχτόχρωμα αφρικανικά είδη αυτής της πυκνότητας.

2.19.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Koto

Το Koto κατατάσσεται σε χαμηλή προς μεσαία κατηγορία σκληρότητας, με τη σκληρότητα Janka να υπολογίζεται περίπου στα 940 lbf. Διαθέτει ένα ικανοποιητικό Μέτρο Ελαστικότητας, το οποίο κυμαίνεται από 12,0 GPa έως 13,1 GPa, τιμές που του προσδίδουν μέτρια ακαμψία κατά την κάμψη. Σε συνθήκες μηχανικής φόρτισης, το Μέτρο Θραύσης του κυμαίνεται σε τιμές γύρω στο 96 με 105 MPa, ενώ η αντοχή σε θλίψη παράλληλα με τις ίνες του πλησιάζει το 52-54 MPa. Οι τιμές αυτές υποδεικνύουν πως το Koto δεν ενδείκνυται για ακραίες μηχανικές καταπονήσεις ή βαριές κατασκευές. Αντιθέτως, οι αντοχές του είναι επαρκείς για συγκεκριμένους τρόπους χρήσης όπως είναι η εσωτερική επιπλοποιία, οι καπλαμάδες, τα κόντρα πλακέ, και σε γενικότερες ελαφριές ξυλουργικές κατασκευές, όπου η μέτρια πυκνότητα και και το ελαφρύ του βάρος θα αποτελούν πλεονέκτημα και όχι μειονέκτημα.

2.19.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Koto

Το Koto είναι ένα είδος που χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλή ανθεκτικότητα σε βιολογικές προσβολές. Η αντοχή του στους μύκητες αποδόμησης ξύλου και κατατάσσεται στην Κλάση 5 (μη ανθεκτικό) και είναι ιδιαίτερα ευάλωτο σε προσβολές από έντομα, συμπεριλαμβανομένων των τερμιτών και των εντόμων ξηρού ξύλου όπως το *Lyctus brunneus*, που είναι το σαράκι. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει σαφής διαχωρισμός μεταξύ του σομφού και του εγκάρδιου ξύλου, ολόκληρη η μάζα του ξύλου αντιμετωπίζεται άτυπα σαν ένα ευπαθές σομφό.

Επιπλέον, κατά τη φάση της υλοτομίας και πριν την ξήρανση, το νωπό Koto είναι εξαιρετικά επιρρεπές στους μύκητες κυάνωσης (blue stain), γεγονός που επιβάλλει ταχύτατη ξήρανση του ή την άμεση προληπτική χημική προστασία του. Εξαιτίας αυτής της ευπάθειας που έχει, η χρήση του περιορίζεται αυστηρά σε εσωτερικούς και απόλυτα ξηρούς χώρους (Κλάση Χρήσης 1). Παρόλα αυτά, ένα σημαντικό τεχνολογικό πλεονέκτημα του συγκεκριμένου είδους είναι ότι το ξύλο του είναι διαπερατό έως μέτρια διαπερατό, γεγονός που επιτρέπει την εύκολη και αποτελεσματική συντηρητική του επεξεργασία (εμποτισμός) με τα κατάλληλα προστατευτικά σκευάσματα.

2.19.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Koto

Το Koto παρουσιάζει γενικά καλή και εύκολη κατεργασιμότητα, τόσο με εργαλεία χειρός όσο και με μηχανήματα. Δεν προκαλεί ιδιαίτερη φθορά στις λάμες των κοπτικών εργαλείων, επιτρέποντας τη χρήση συμβατικού χάλυβα χωρίς να απαιτούνται εξειδικευμένα κοπτικά. Κατά το πλάνισμα και το φρεζάρισμα, ένα κύριο τεχνολογικό γνώρισμα είναι η τάση του ξύλου να “χνουδιάζει” (woolliness) στην επιφάνεια, γεγονός που καθιστά απαραίτητη τη χρήση εξαιρετικά κοφτερών εργαλείων για να υπάρξει ένα καθαρό αποτέλεσμα. Η συμπεριφορά του ξύλου στο κάρφωμα και στο βίδωμα είναι ικανοποιητική και ανταποκρίνεται εξαιρετικά στη συγκόλληση αλλά και στον τεμαχισμό του σε λεπτά φύλλα, χαρακτηριστικό που εξηγεί την ευρεία χρήση του σε παραγωγή αντικολλητών πλακών (κόντρα πλακέ) και καπλαμάδων. Τέλος, επιδέχεται εύκολα τις βαφές και τα βερνίκια, αν και συνήθως λόγω των μεγάλων πόρων του συνήθως απαιτείται χρήση παχύρρευστου υποστρώματος για να γεμίσουν οι πόροι και να επιτευχθεί ένα απόλυτα λείο φινίρισμα.

2.20 Balsa

Το Balsa (Μπάλσα), με επιστημονική ονομασία *Ochroma pyramidale* ή *Ochroma lagopus* το οποίο είναι συνώνυμο και εντάσσεται *Malvaceae*. Η φυσική εξάπλωση εντοπίζεται στην Τροπική Αμερική, ωστόσο καλλιεργείται ευρέως και σε φυτείες σε διάφορες τροπικές περιοχές. Οι χώρες στις οποίες συναντάται είναι η Βραζιλία, η Κολομβία, το Εκουαδόρ, η Γουατεμάλα, το Περού κλπ. Τα δέντρα φτάνουν σε ύψος 18 με 28 μέτρα και η διάμετρος κορμού κυμαίνεται από 1 έως 1,2 μέτρα. Λόγω της ακραία χαμηλής του πυκνότητας και της υψηλής του άντωσης, το ξύλο προορίζεται για πολύ εξειδικευμένες χρήσεις όπως ο αερομοντελισμός, οι πλωτές κατασκευές πχ. Σανίδες του σερφ, πλωτήρες, σχεδίες και ως θερμομονωτικό, ηχομονωτικό και για ελαφριές συσκευασίες.



Figure 27. Balsa (The Wood Database) <https://www.wood-database.com/balsa/>

2.20.1 Μακροσκοπικά και δομικά χαρακτηριστικά του είδους Balsa

Σε αντίθεση με τα περισσότερα είδη ξυλείας, το Balsa που διακινείται προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά από το σομφό ξύλο του δέντρου. Το σομφό έχει χρώμα λευκό έως υπόλευκο, συχνά με ελαφρές κιτρινωπές και ροζ αποχρώσεις. Το εγκάρδιο ξύλο, το οποίο συνήθως δεν αξιοποιείται εμπορικά, παρουσιάζει μια ωχρή κοκκινωπή-καφέ απόχρωση. Τα νερά του ξύλου, δηλαδή οι ίνες, είναι ευθύγραμμα και η υφή του χαρακτηρίζεται μέτρια έως τραχιά και το ίδιο το ξύλο διαθέτει χαμηλή φυσική γυαλάδα.

Σε επίπεδο ανατομικής δομής στο μικροσκόπιο, το πορώδες είναι διάχυτο. Οι πόροι είναι μεγάλου μεγέθους και δεν ακολουθούν συγκεκριμένη διάταξη, ενώ εμφανίζονται είτε μεμονωμένοι είτε σε ακτινωτές ομάδες των 2-3. Οι αυξητικοί δακτύλιοι απουσιάζουν και οι ακτίνες του είναι μεσαίου έως μεγάλου πλάτους και είναι εύκολα ορατές χωρίς τη χρήση μεγεθυντικού φακού. Το αξονικό παρέγχυμα εντοπίζεται γύρω από τους πόρους, καθώς και σε μορφή διάσπαρτων αθροισμάτων (diffuse-in aggregates).

2.20.2 Φυσικές ιδιότητες τροπικού είδους Balsa

Η φαινομενική πυκνότητα του Balsa κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα, αυστηρά μεταξύ 140 και 150 kg/m³ σε επίπεδο υγρασίας 12%. Η συγκεκριμένη τιμή το κατατάσσει επισήμως ως το ελαφρύτερο και λιγότερο πυκνό, εμπορικά διαθέσιμο είδος ξυλείας που υπάρχει στον κόσμο. Όσον αφορά τη ρίκνωσή του κατά την αποβολή της υγρασίας, η ακτινική ρίκνωση υπολογίζεται μεταξύ 2,2% και 3,0%, ενώ η εφαπτομενική κυμαίνεται από 5,2% έως 7,6%. Το σημείο κορεσμού των ινών ανέρχεται σε ένα ασυνήθιστα υψηλό ποσοστό που αγγίζει το 34%. Το Balsa παρουσιάζει υψηλό κίνδυνο παραμορφώσεων, επιφανειακών σχισμάτων, αλλά και κίνδυνο επιφανειακής σκλήρυνσης κατά τη διάρκεια της αποβολής της υγρασίας. Για την ελαχιστοποίηση αυτών των σοβαρών σφαλμάτων, κρίνεται πολύ αργή και προσεκτική ξήρανση του είδους με τη χρήση κλίβανου και όχι με φυσική ξήρανση.

2.20.3 Μηχανικές ιδιότητες του είδους Balsa

Οι μηχανικές αντοχές του Balsa καταγράφονται ως οι χαμηλότερες από σχεδόν όλα τα εμπορικά είδη ξυλείας, γεγονός απολύτως ανάλογο της εξαιρετικά χαμηλής του πυκνότητας. Η σκληρότητά του σε κλίμακα Janka ανέρχεται μόλις στα 67 lbf, κατατάσσοντάς το στα πιο μαλακά ξύλα παγκοσμίως. Το Μέτρο Ελαστικότητας κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα, υπολογιζόμενο μεταξύ 2,1 και 3,3 GPa, ενώ το Μέτρο Θραύσης κυμαίνεται από 13 έως 19,6 MPa. Παρότι οι τιμές αυτές είναι ελάχιστες συγκριτικά με άλλα είδη, το Balsa διαθέτει μια πολύ καλή αναλογία αντοχής-βάρους.

2.20.4 Φυσική ανθεκτικότητα είδους Balsa

Το ξύλο Balsa κατατάσσεται στην κατηγορία της πολύ χαμηλής ανθεκτικότητας στις βιολογικές προσβολές. Η αντοχή του στους μύκητες ξυλοαποδόμησης αξιολογείται στην

Κλάση 5 (μη ανθεκτικό). Δεδομένου ότι η εμπορική ξυλεία του είδους προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά από το σομό, το οποίο δεν έχει προστατευτικά εκχυλίσματα και είναι εξαιρετικά ευάλωτο σε προσβολές από έντομα, συμπεριλαμβανομένων των τερμιτών και των εντόμων ξηρού ξύλου. Επιπλέον, το νωπό ξύλο είναι ιδιαίτερα επιρρεπές σε προσβολές από μύκητες αποχρωματισμού, γεγονός που καθιστά επιτακτική τη γρήγορη μεταφορά και ξήρανση του αμέσως μετά την υλοτομία. Λόγω της ευπάθειάς του, η εφαρμογή του περιορίζεται αυστηρά στην Κλάση Χρήσης 1. Ακόμα, η ταξινόμησή του στην Κλάση 1 ως προς τη διαπερατότητά του, του επιτρέπει την εξαιρετικά εύκολη και βαθιά συντηρητική του επεξεργασία με τα κατάλληλα χημικά σκευάσματα, αν αυτό κριθεί απαραίτητο.

2.20.5 Τεχνολογικές ιδιότητες είδους Balsa

Το Balsa κατεργάζεται εξαιρετικά εύκολα, χωρίς να προκαλεί ιδιαίτερη φθορά στις λάμες των κοπτικών εργαλείων, Παρόλα αυτά, λόγω της χαμηλής πυκνότητας αλλά και της μαλακής του δομής, είναι απόλυτα απαραίτητη η χρήση πολύ κοφτερών εργαλείων, αλλιώς το ξύλο έχει την τάση να “χγουνδιάζει” και να εμφανίζει επιφανειακά σχισίματα κατά την κοπή και το πλάνισμα. Η ικανότητα που έχει το Balsa να συγκρατεί καρφιά και βίδες είναι πολύ αδύναμη και ως εκ τούτου οι μηχανικές συνδέσεις του φέρουν πολλά προβλήματα. Αντίθετα, ανταποκρίνεται άριστα στη συγκόλληση, επομένως αυτή είναι η κύρια μέθοδος συγκόλλησης. Όσον αφορά το φινίρισμα, επειδή έχει εξαιρετικά πορώδη και απορροφητική επιφάνεια, απαιτείται η εφαρμογή κατάλληλου υποστρώματος πριν τη χρήση βερνικιού και βαφών για να επιτευχθεί ένα ομοιόμορφο αποτέλεσμα.

3. Τροπική ξυλεία στην ελληνική αγορά

Ο τομέας της ξυλείας είναι ευρύτερα ιδιαίτερα σημαντικός για την παγκόσμια αγορά, με την τροπική ξυλεία να αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι, λόγω της αξιοποίησης της σε ποικίλες βιομηχανικές εφαρμογές και των φυσικών και τεχνολογικών ιδιοτήτων των ειδών. Ο τομέας της τροπικής ξυλείας στην ελληνική αγορά αποτελεί ένα σημαντικό κεφάλαιο στην αγορά ξυλείας. Αυτό συμβαίνει, λόγω της εξειδικευμένης χρήσης των τροπικών ειδών στις εφαρμογές τους, χάρις των ιδιοτήτων τους, όπως της υψηλής μηχανικής αντοχής, φυσικής ανθεκτικότητας και της μεγαλύτερης διάρκειας ζωής τους.

Στην ευρωπαϊκή αγορά, και στην Ελλάδα κατ' επέκταση, εισάγονται είδη τροπικής ξυλείας από χώρες της Ασίας, της Αφρικής και της Νότιας Αμερικής. Η ξυλεία αυτή χρησιμοποιείται σε εξειδικευμένες εφαρμογές, ανάλογη με τις απαιτήσεις της εφαρμογής, καθώς τα περισσότερα τροπικά είδη έχουν υψηλή αισθητική αξία και υψηλή σταθερότητα. Έτσι, γίνεται η αξιοποίηση του κατάλληλου τροπικού είδους για απαιτητικές εφαρμογές σε ανάλογη περίπτωση. Η αξιοποίηση των τροπικών ειδών γίνεται κυρίως σε εφαρμογές και προϊόντα, όπως είναι οι διακοσμητικοί καπλαμάδες, τα εσωτερικά και εξωτερικά κουφώματα, τα δάπεδα, οι εξωτερικές κατασκευές και τα προϊόντα ναυπηγικής.

3.1 Χρήσεις τροπικής ξυλείας στην ελληνική αγορά

Οι χρήσεις της τροπικής ξυλείας ποικίλουν ανάλογα τις απαιτήσεις των αντίστοιχων εφαρμογών και των τεχνολογικών ιδιοτήτων των ειδών ξυλείας. Οι ιδιότητες αυτές συμπεριλαμβάνουν την πυκνότητα, την φυσική ανθεκτικότητα, την συμπεριφορά του είδους έναντι της υγρασίας και την αντοχή. Σύμφωνα με τις βάσεις δεδομένων, CIRAD Tropix 7, The Wood Database, του Tropical Timber Atlas (Gérard, J., 2017), και άλλων πηγών, οι χρήσεις της τροπικής ξυλείας χωρίζονται σε ποικίλες κατηγορίες, με αυτές να κυριαρχούν στην επιπλοποιία, στην εσωτερική διακόσμηση και στους διακοσμητικούς καπλαμάδες, στις εσωτερικές και εξωτερικές κατασκευές, στα κουφώματα, στα ξύλινα δάπεδα και στην ναυπηγική. Πιο συγκεκριμένα, για τα τροπικά είδη που έχουν αναφερθεί για κάθε κατηγορία εφαρμογής, στην Ελλάδα, ισχύει:

Στον τομέα της επιπλοποιίας, και ευρύτερα στις διακοσμητικές εφαρμογές, όπως είναι οι διακοσμητικοί καπλαμάδες, αξιοποιούνται κυρίως τροπικά είδη ξυλείας με υψηλό βαθμό αισθητικής αξίας, δηλαδή που έχουν συνήθως ιδιαίτερη «σχεδίαση» στην επιφάνειά τους (αντίστοιχος αγγλικός όρος «grains»), ιδιαίτερο χρώμα και ικανοποιητικό βαθμό κατεργασίας. Σε αυτά τα είδη ανήκουν κυρίως το African Mahogany, Sapele, Wenge και το Bubinga.

Στον τομέα των κουφωμάτων και γενικότερα των εσωτερικών κατασκευών, αξιοποιούνται τροπικά είδη με ικανοποιητική αισθητική αξία, καλή σταθερότητα διαστάσεων και ικανοποιητική κατεργασιμότητα. Σε αυτά τα είδη ανήκουν το Sipo, το Koto, το Meranti Yellow, το Niangon και το Anigre.

Σχετικά με τα ξύλινα δάπεδα και το decking, τα οποία είναι χρήσεις με υψηλές απαιτήσεις λόγω της αντίστοιχα υψηλής καταπόνησης, χρησιμοποιούνται είδη με μεγάλη πυκνότητα και

υψηλή αντοχή έναντι στην φθορά. Πιο συγκεκριμένα, για εσωτερικά και για εξωτερικά δάπεδα χρησιμοποιούνται κυρίως τα τροπικά είδη Merbau, Ipe, Sucupira και Afzelia. Για ευρύτερα εξωτερικές κατασκευές decking χρησιμοποιούνται και τα είδη Tatajuba και Bangkirai. Αυτό συμβαίνει, καθώς τα συγκεκριμένα τροπικά είδη διαθέτουν υψηλό βαθμό σταθερότητας. Επίσης, για βαριές κατασκευές χρησιμοποιείται το Jatoba, χάρις της υψηλής του πυκνότητας.

Για εξωτερικές ξύλινες κατασκευές, όπως οι πέργκολες και ευρύτερα οι επενδύσεις, χρησιμοποιούνται τα είδη Ipe, Bangkirai, Tatajuba και το Iroko, λόγω της αντοχής του στην υγρασία (παρουσιάζουν σταθερότητα) και στην φυσική ανθεκτικότητα τους έναντι σε περιβαλλοντικούς παράγοντες και έναντι σε έντομα.

Στον κλάδο της ναυπηγικής και της κατασκευής θαλάσσιων κατασκευών, το τροπικό είδος Teak κυριαρχεί, λόγω της φυσικής ανθεκτικότητας του έναντι στους τερμίτες και σε ξυλοφάγα έντομα, αλλά και στην αντοχή του έναντι της σήψης. Επίσης, το τροπικό είδος Iroko αξιοποιείται ως «υποκατάστατο» του Teak, καθώς το Teak είναι ευρύτερα ακριβό και το Iroko θεωρείται μία οικονομικότερη επιλογή, με παρόμοιες ιδιότητες. Επίσης, το τροπικό είδος African Mahogany χρησιμοποιείται σε κατασκευές ναυπηγικής.

Το τροπικό είδος Balsa αποτελεί εξαίρεση μεταξύ των τροπικών ειδών, λόγω της φυσικά χαμηλής πυκνότητας του, συγκεκριμένα με μέσο όρο $0,15 \text{ g/cm}^3$. Έτσι, λόγω του χαμηλού βάρους του είδους αυτού, χρησιμοποιείται κυρίως σε κατασκευές μοντελισμού ή πολύ ελαφριές κατασκευές. Κάποια παραδείγματα αποτελούν τις σανίδες του σερφ, μοντέλα μινιατούρες αεροπλάνων, σημαδούρες, κιβώτια τροφίμων και τα δολώματα για ψάρεμα.

Παρακάτω δίνεται πίνακας με την κατηγοριοποίηση των τροπικών ειδών και των εφαρμογών τους:

Τροπικό είδος	Χρήσεις/Εφαρμογές
Bete (Mansonia altissima)	Διακοσμητικοί καπλαμάδες, επιπλοποιία
Meranti Yellow	Ξύλινα κουφώματα, δάπεδα, εξαρτήματα επίπλων, αντικολλητά, ξυλεπενδύσεις
African Mahogany	Παρκέτα, ναυπηγική, διακοσμητικοί καπλαμάδες, μουσικά όργανα
Anigre	Διακοσμητικοί καπλαμάδες, ξύλινα προφίλ, ξυλεπενδύσεις, δάπεδα, επιπλοποιία
Merbau	Δάπεδα εξωτερικού χώρου (deck), παρκέτα
Balau (Bangkirai)	Δάπεδα εξωτερικού χώρου (deck), γέφυρες, βαρέλια, σκληρά δάπεδα, στρωτήρες σιδηροδρόμων, σκάφη
Sapele	Παρκέτα, έπιπλα εσωτερικού χώρου, διακοσμητικοί καπλαμάδες, ξυλεπενδύσεις, αντικολλητά
Bubinga	Επιπλοποιία, ξυλεπενδύσεις, διακοσμητικοί καπλαμάδες, διακοσμητικά στοιχεία
Afzelia	Δάπεδα, ναυπηγική, έπιπλα, εξωτερικά κουφώματα

Ipe	Δάπεδα εξωτερικού χώρου (deck), πεζογέφυρες, αποβάθρες και κατασκευές σε λιμάνια
Iroko	Δάπεδα εξωτερικού χώρου (deck), παρκέτα, ξύλινα κουφώματα, σκάλες εσωτερικού χώρου, ναυπηγική, αποβάθρες και κατασκευές σε λιμάνια, διακοσμητικοί καπλαμάδες
Sipo	Διακοσμητικοί καπλαμάδες, επιπλοποιία, αντικολλητά, ξυλεπενδύσεις
Sucupira	Ξύλινα πατώματα, παρκέτα, Καταστρώματα (decking)
Tatajuba	Εξωτερικές κατασκευές, εσωτερικά και εξωτερικά δάπεδα
Teak	Ναυπηγική, διακοσμητικοί καπλαμάδες, εξωτερικά δάπεδα
Wenge	Διακοσμητικοί καπλαμάδες, επιπλοποιία
Niangon	Παρκέτα, ξύλινα κουφώματα
Jatoba	Εξωτερικές και εσωτερικές κατασκευές, δάπεδα, παρκέτα, σκάλες
Koto	Διακοσμητικοί καπλαμάδες, εσωτερικές επενδύσεις
Balsa	Κατασκευές μοντελισμού, πολύ ελαφριές κατασκευές, σανίδες του σερφ, κιβώτια

Πίνακας 3. Εφαρμογές των τροπικών ειδών στην ελληνική και ευρωπαϊκή αγορά.

3.2 Εισαγωγή τροπικής ξυλείας στην Ελλάδα και Επιχειρήσεις

Η ελληνική αγορά στα πλαίσια της τροπικής ξυλείας έχει υποστεί σημαντικό μετασχηματισμό τις τελευταίες δεκαετίες. Όπως καταγράφεται στα επίσημα έγγραφα του Διεθνούς Οργανισμού Τροπικής Ξυλείας (ITTO- Biennial Review and Assessment of the World Timber Situation) και στις ετήσιες ανασκοπήσεις του FAOSTAT και του UNECE (Forest Products Annual Market Review), η ευρωπαϊκή αγορά και συνεπώς η ελληνική αγορά εισήγαγε μεγάλες ποσότητες στρογγυλής ξυλείας απευθείας από τη Λατινική Αμερική, τη Νοτιοανατολική Ασία και την Αφρική, η οποία στη συνέχεια πριονιζόταν στα εργοστάσια της χώρας. Την τελευταία δεκαετία, από το 2014 μέχρι το 2024, με το 2024 να είναι η τελευταία χρονιά που εκδόθηκαν δεδομένα, παρατηρείται μια ραγδαία συρρίκνωση των εισαγωγών τροπικών κορμών στην Ελλάδα. Την περίοδο 2014-2016 καταγράφηκε ξυλώδης όγκος 6.720m³. Μέχρι το 2024 αυτός ο όγκος μειώθηκε στα 2.057m³. Η πτώση αυτή αποδεικνύει ότι η ελληνική βιομηχανία ξύλου έχουν σχεδόν διακόψει την κατεργασία ολόκληρων κορμών, λόγω των αυστηρών απαγορεύσεων που επιβάλλουν οι χώρες προέλευσης και εξαιτίας των απαγορευτικών κοστών μεταφοράς.

Ένα χαρακτηριστικό που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι ο όγκος εισαγωγής κορμών του έτους 2019, ο οποίος έφτασε μόλις τα 412 m³. Η τεράστια αυτή απόκλιση αντικατοπτρίζει ένα φαινόμενο, γνωστό ως «Rotterdam effect», το οποίο μας εξηγεί ότι μεγάλο μέρος της

τροπικής ξυλείας ερχόταν στην Ελλάδα έμμεσα. Αυτό συνέβη επειδή η Ελλάδα με αυτόν τον τρόπο της έμμεσης εισαγωγής ξυλείας, λαμβάνει γρηγορότερα την ξυλεία, δέχεται ποιοτικά ελεγμένη ξυλεία με σωστά ποσοστά υγρασίας και ταυτόχρονα συμπιέζει τα μεταφορικά κόστη.

Από την άλλη πλευρά, όσο η εισαγωγή ξυλείας κορμών μειωνόταν αυτή την δεκαετία, η εισαγωγή της πριστής ξυλείας διατηρούταν σε σχετικά σταθερά υψηλά επίπεδα. Την περίοδο 2014-2016 ο όγκος ήταν περίπου στα 40.000m³, ενώ το 2021 είχε τη μεγαλύτερη κορύφωση φτάνοντας στα 60.682m³. Ο όγκος της πριστής ξυλείας που παραμένει σχετικά σταθερός, αλλά χωρίς ιδιαίτερη άνοδο, δικαιολογείται καθώς πλέον η τροπική ξυλεία αντιμετωπίζεται ως προϊόν υψηλής αξίας και η εισαγωγή του είναι σημαντική για την ελληνική αγορά.

Item Code	Item	Year Code	Year	Unit	Value	Flag	Flag Description	Note
1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2014	2014	m3	6720	X	Figure from external organization	
1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2015	2015	m3	6720	E	Estimated value	
1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2016	2016	m3	6720	E	Estimated value	
1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2017	2017	m3	6142	A	Official figure	
1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2018	2018	m3	4604	A	Official figure	
1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2019	2019	m3	412	A	Official figure	
1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2020	2020	m3	3262	A	Official figure	
1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2021	2021	m3	4553	X	Figure from external organization	
1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2022	2022	m3	4683	A	Official figure	
1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2023	2023	m3	3718	A	Official figure	
1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2024	2024	m3	2057	X	Figure from external organization	
1633	Sawnwood, non-coniferous	2014	2014	m3	46000	X	Figure from external organization	
1633	Sawnwood, non-coniferous	2015	2015	m3	40000	I	Value imputed by a receiving agency	
1633	Sawnwood, non-coniferous	2016	2016	m3	40000	E	Estimated value	
1633	Sawnwood, non-coniferous	2017	2017	m3	58135	A	Official figure	
1633	Sawnwood, non-coniferous	2018	2018	m3	56883	A	Official figure	
1633	Sawnwood, non-coniferous	2019	2019	m3	58473	A	Official figure	
1633	Sawnwood, non-coniferous	2020	2020	m3	55103	A	Official figure	
1633	Sawnwood, non-coniferous	2021	2021	m3	60682	A	Official figure	
1633	Sawnwood, non-coniferous	2022	2022	m3	55982	A	Official figure	
1633	Sawnwood, non-coniferous	2023	2023	m3	53929	A	Official figure	
1633	Sawnwood, non-coniferous	2024	2024	m3	53437	A	Official figure	

Σήμερα, σύμφωνα με τα σύγχρονα στατιστικά δεδομένα που υπάρχουν, η αγορά είναι στραμμένη σχεδόν αποκλειστικά στην εισαγωγή πριστής ξυλείας, καπλαμάδων και βιομηχανικών πάνελ. Αυτή η στρατηγική στροφή οφείλεται στο μεγάλο μεταφορικό κόστος των ογκωδών κορμών αλλά και στις αυστηρές απαγορεύσεις εξαγωγής ανεπεξέργαστης στρογγυλής ξυλείας που έχουν επιβάλει οι χώρες παραγωγής. Παρόλο που η πριστή ξυλεία έχει αντικαταστήσει πλέον τους κορμούς, ο συνολικός όγκος των εισαγωγών της διατηρείται σε μέτρια επίπεδα, χωρίς ιδιαίτερες αυξήσεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι υπάρχουν πολλά σύγχρονα υποκατάστατα υλικά στην αγορά όπως το WPC ή η θερμικά τροποποιημένη ξυλεία, που ανταγωνίζονται την πριστή ξυλεία καθώς και στα αυστηρά πλαίσια ελέγχου της Ευρώπης.

Υπάρχουν πολλές επιχειρήσεις οι οποίες εισαγάγουν και επεξεργάζονται την τροπική ξυλεία στην Ελλάδα. Κάποιες κάνουν χονδρικό εμπόριο ενώ άλλες ειδικεύονται και σε προϊόντα ξύλου και ειδικές κατασκευές.

3.2.1 Μεγάλοι Εισαγωγείς Πριστής Ξυλείας

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν επιχειρήσεις οι οποίες διαθέτουν ευρεία ποικιλία τροπικών ειδών και διαχειρίζονται μεγάλους όγκους εισαγωγών, τροφοδοτώντας όλη τη χώρα. Μία από τις κυριότερες είναι η **Interwood-Ξυλεμπορία Α.Τ.Ε.Ν.Ε.**, με τεράστια ποικιλία σε αφρικανική ξυλεία (όπως Niangon, Iroko, Meranti, Okoume). Μία ακόμα σημαντική

επιχείρηση είναι η **Spanos Wood**, η οποία εμπορεύεται ευρεία γκάμα τροπικής ξυλείας (όπως Doussie, Mahogany, Meranti, Teak). Η **Etroxyl Α.Ε** έχει τη φήμη ότι εκτός από την εισαγωγή της τροπικής ξυλείας στην οποία ειδικεύεται, έχει και ένα πολύ δυνατό δίκτυο διανομής μαζί με την **ΑΛΦΑ ΞΥΛΕΙΑΣ Α.Ε.Ε.** Άλλες γνωστές επιχειρήσεις είναι η **VIOCHELM HELLAS ΑΕΒΕ**, η **Aflawood**, η **Seewood**, ο **Μαγκαφώσης**, η **Karpawood** και ο **Σακκάλης**. Υπάρχουν και ορισμένες επιχειρήσεις που ειδικεύονται σε πιο ιδιαίτερες κατασκευές, καθώς και στο decking. Αυτές είναι η **ELTOP** χρησιμοποιώντας είδη όπως το Bangkirai και το Iroko και η **ΤΑΠΕΝ-Δρακόπουλος** χρησιμοποιώντας είδη όπως το Iroko και το Ipe.

3.2.2 Επίδραση Ευρωπαϊκού Νομοθετικού Πλαισίου (EUTR & EUDR) στις εισαγωγές τροπικής ξυλείας

Η διαδικασία της εισαγωγής τροπικής ξυλείας στην Ευρωπαϊκή Ένωση και συνεπώς στην Ελλάδα βασίζεται σε ένα εξαιρετικά αυστηρό νομικό πλαίσιο, το οποίο έχει επηρεάσει σημαντικά τον τρόπο λειτουργίας των εμπορικών επιχειρήσεων. Γενικά, η τροπική ξυλεία λόγω των χωρών προέλευσης της από Ασία, Αμερική, Αφρική, θεωρείται υλικό με υψηλό κίνδυνο, καθώς εύκολα μπορεί να συμμετέχει σε παράνομες υλοτομίες και γενικότερες υποβαθμίσεις των δασικών οικοσυστημάτων. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το φαινόμενο, η Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε ορισμένους κανονισμούς.

3.2.2.1 Ευρωπαϊκός Κανονισμός Ξυλείας-EUTR (European Union Timber Regulation) αριθμ. 995/2010

Ο Κανονισμός **EUTR**, τέθηκε σε πλήρη εφαρμογή 2013, απαγορεύει κάθετα την προώθηση παράνομα υλοτομημένης ξυλείας στην ευρωπαϊκή αγορά. Ένα σημαντικό στοιχείου του κανονισμού είναι πως διαχωρίζονται οι επιχειρήσεις σε δύο κατηγορίες, με διαφορετικές ευθύνες η κάθε μία:

- **Ο Φορέας Εκμετάλλευσης (Operator):** Είναι η επιχείρηση η οποία διαθέτει την ξυλεία στην αγορά της Ε.Ε για πρώτη φορά. Ο Φορέας Εκμετάλλευσης έχει την απόλυτη νομική ευθύνη και είναι υποχρεωμένος να εφαρμόζει ένα **Σύστημα Δέουσας Επιμέλειας (Due Diligence System)**. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως οφείλει να συγκεντρώνει τα απαραίτητα έγγραφα (άδειες υλοτομίας, πιστοποιητικά καταβολής φόρων στη χώρα προέλευσης, παραστατικά μεταφοράς), αλλά και να αξιολογεί αν υπάρχει κίνδυνος παρανομίας.
- **Ο Έμπορος (Trader):** Είναι η επιχείρηση που πουλά ή αγοράζει ξυλεία η οποία έχει ήδη διατεθεί στην αγορά της Ε.Ε από κάποιον Φορέα Εκμετάλλευσης. Η μόνη υποχρέωση που έχει ο Έμπορος είναι να διατηρεί αρχεία στην κατοχή του με πληροφορίες που αφορούν αυτούς από τους οποίους προμηθεύτηκες την ξυλεία και αυτούς στους οποίους μετέπειτα την πούλησε.

Όπως φαίνεται, ο Κανονισμός **EUTR** έχει τεράστιο νομικό ρίσκο για τις ελληνικές επιχειρήσεις και είναι και ένας κύριος λόγος που προτιμούν πλέον να αγοράζουν τροπική

ξυλεία μέσω άλλων Ευρωπαϊκών χωρών όπως η Ολλάνδία (Rotterdam effect), έτσι ώστε να μην μπαίνουν στη διαδικασία να είναι οι “Φορείς Προέλευσης” αλλά απλώς οι “Έμποροι”.

3.2.2.2 Νέος Κανονισμός Αποψίλωσης-EUDR αριθμ. 2023/1115

Η Ευρωπαϊκή Ένωση θέλοντας να αναβαθμίσει τη νομοθεσία και τον Κανονισμό EUTR, αποφάσισε να ψηφίσει έναν νέο Κανονισμό, τον EUDR (EU Deforestation Regulation). Ο παλιός κανονισμός αφορούσε μόνο την παράνομη υλοτομία σύμφωνα με τους νόμους της χώρας στην οποία παράχθηκε, ο EUDR υποχρεώνει ότι η ξυλεία πρέπει αποδεδειγμένα προερχόμενη από δάση που δεν έχουν αποψιλωθεί. Μια σημαντική αλλαγή που επιβάλλει ο EUDR είναι η υποχρέωση που έχουν οι εισαγωγείς τροπικής ξυλείας στην Ελλάδα να συλλέγουν και να καταθέτουν στο τελωνείο τις ακριβείς συντεταγμένες γεωεντοπισμού των συγκεκριμένων δασικών τμημάτων από τα οποία προήλθε η τροπική ξυλεία, έτσι ώστε να ελεγχθεί μέσω των δορυφορικών συστημάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αν υπήρξε αποψίλωση στη συγκεκριμένη περιοχή.

Ο νέος κανονισμός του “EUDR”, δηλαδή Ευρωπαϊκός Κανονισμός για την αποψίλωση των δασών, αναφέρθηκε πρώτη φορά για την εφαρμογή του στην επίσημη εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στις 9 Ιουνίου του 2023. Η ισχύς του κανονισμού είναι από τις 29 Ιουνίου 2023, αλλά η υποχρεωτική εφαρμογή ορίστηκε τον Δεκέμβριο του 2024.

Τον Δεκέμβριο του 2024 υπήρξε η πρώτη αναβολή της εφαρμογής του νέου κανονισμού, με την νέα εφαρμογή ένα έτος μετά, δηλαδή 30 Δεκεμβρίου 2025 για τις μεγάλες και μεσαίες επιχειρήσεις. Σε επόμενη συνέλευση, το 2025, πάρθηκε η απόφαση για απλοποίηση των κανόνων του συγκεκριμένου κανονισμού (EUDR), σχετικά με την αύξηση της ευκολίας εφαρμογής του. Πιο αναλυτικά, το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο και το συμβούλιο αποφάσισε σε επιπλέον αναβολή της εφαρμογής του κανονισμού, με στόχο την κατάλληλη προετοιμασία των επιχειρήσεων. Οι μεσαίες μεγάλες επιχειρήσεις/φορείς είναι υποχρεωμένες να εφαρμόσουν τον κανονισμό έως 30 Δεκεμβρίου 2026, δηλαδή 1 έτος αργότερα. Για μικρούς και πολύ μικρούς φορείς θεσπίστηκε περιθώριο εφαρμογής 6 μηνών, δηλαδή τελική εφαρμογή του κανονισμού στις 30 Ιουνίου 2027. Ο βασικός λόγος αναβολής της εφαρμογής του κανονισμού που επικεντρώνεται κατά της αποψίλωσής των δασών (“EUDR”) από το ευρωπαϊκό συμβούλιο είναι να αναθεωρηθεί με στοχευμένο τρόπο ο κανονισμός αυτός. Η αναθεώρηση αυτή έχει σκοπό την απλούστευση της εφαρμογής, ώστε όλοι οι φορείς, αρχές και έμποροι να έχουν ολοκληρώσει την απαιτούμενη προετοιμασία.

4. Μέσα και μέθοδοι κατεργασίας τροπικής ξυλείας

Η κατεργασία της τροπικής ξυλείας σε σχέση με την τυπική ευρωπαϊκή ξυλεία έχει δημιουργήσει τεράστια τεχνολογική πρόκληση στις ελληνικές βιομηχανίες του ξύλου. Λόγω του γεγονότος ότι τα τροπικά είδη αναπτύσσονται σε ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες με υψηλή υγρασία, μύκητες κλπ., έχουν εξελίξει κάποια σημαντικά ανατομικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά. Αυτά τα χαρακτηριστικά, βελτιώνουν την αντοχή και την αισθητική τους αλλά συχνά επηρεάζουν τη μηχανική τους κατεργασία.

4.1 Ιδιαιτερότητες και προκλήσεις τροπικής ξυλείας στην κατεργασία

Συγκεκριμένα, η υψηλή πυκνότητά τους, η οποία σε μερικά είδη φτάνει σε μεγέθη 800-1000kg/m³, αλλά και η σκληρότητά τους, απαιτούν τη χρήση μηχανημάτων με πολύ μεγάλη ιπποδύναμη. Οι συμβατικοί δίσκοι κοπής δεν μπορούν να διαχειριστούν αυτή την πυκνότητα και καταπονούνται, συνεπώς υπάρχει ο κίνδυνος να υπερθερμανθούν τα μηχανήματα και να καεί η επιφάνεια του ξύλου.

Πολλά τροπικά δέντρα παίρνουν από το έδαφος διοξείδιο πυριτίου-SiO₂ και το αποθηκεύουν στο εσωτερικό των κυττάρων τους σε μορφή μικρών σκληρών κρυστάλλων, σαν κόκκοι άμμου μέσα στο ξύλο. Έτσι, κατά την πρίση του ξύλου προκαλείται άμβλυνση των κοπτικών και επομένως τα απλά μαχαίρια ή πριόνια από χάλυβα καταστρέφονται απευθείας.

Σε πολλά τροπικά είδη, οι ίνες του ξύλου δεν αναπτύσσονται παράλληλα με την κατεύθυνση του κορμού, αλλά παίρνουν μία διαφορετική κατεύθυνση και κλίση δημιουργώντας ένα μοτίβο το οποίο χαρακτηρίζεται ως «πλεγμένο» (interlocked). Κατά τη διαδικασία πλανίσματος ή φρεζαρίσματος, τα κοινά κοπτικά εργαλεία δεν κόβουν ομαλά αυτές τις ίνες, με αποτέλεσμα να αφήνουν την επιφάνεια του ξύλου τραχιά και κατεστραμμένη, η οποία στη συνέχεια απαιτεί έντονο τρίψιμο και λείανση.

4.2 Μέσα Πρίσης και Μέθοδοι Μηχανικής Κατεργασίας

Για τη σωστή πρίση και τη σωστή μηχανική κατεργασία της τροπικής ξυλείας, τα συμβατικά κοπτικά και γενικά ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για τα ευρωπαϊκά είδη είναι συχνά ανεπαρκής για την τροπική ξυλεία. Τα κοινά εργαλεία, τα οποία συνήθως είναι από χάλυβα, όταν έρθουν σε επαφή με είδη όπως το Teak και το Azobe τα οποία είναι υψηλά σε πυρίτιο, φθείρονται πολύ εύκολα και γρήγορα. Αυτό μπορεί να φέρει ως αποτέλεσμα καμένη επιφάνεια ξύλου λόγω της τεράστιας τριβής που δημιουργείται. Έτσι, πρέπει να εφαρμόζονται ορισμένες τεχνολογικές παράμετροι από τις βιομηχανίες.

4.2.1 Χρήση ειδικών υλικών στα κοπτικά εργαλεία

Τα κοινά κοπτικά εργαλεία είναι κατασκευασμένα από Χάλυβα Ταχείας Κοπής-High Speed Steel (HSS). Για την τροπική ξυλεία όμως χρειάζονται ισχυρότερα κοπτικά και συγκεκριμένα

από ειδικά σκληρομέταλλα. Το πρώτο σκληρομέταλλο είναι το **Καρβίδιο του Βολφραμίου (Tungsten Carbide)**. Χρησιμοποιείται ευρέως στα δισκοπρίονα και στα κοπτικά των ρούτερ. Το υλικό αυτό προσφέρει εξαιρετική αντοχή στην τριβή που προκαλείται λόγω των κρυστάλλων πυριτίου, διατηρώντας την αιχμηρότητά του για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το δεύτερο σκληρομέταλλο είναι ο **Στελλίτης (Stellite)**. Πρόκειται για ένα κράμα κοβαλτίου-χρωμίου που παρουσιάζει πολύ μεγάλη αντοχή και στη φθορά αλλά και στη χημική διάβρωση που προκαλείται λόγω των φυσικών οξέων και των ελαίων των τροπικών ξύλων. Οι μεγάλες πριονοκορδέλες που κόβουν τους κορμούς των τροπικών ειδών είναι συχνά επενδεδυμένα στις άκρες των δοντιών τους με Στελλίτη.

4.2.2 Προσαρμογή της γωνίας κοπής

Εφόσον οι ίνες των τροπικών ειδών είναι σταυρωτές ή αντίρροπες, οι γωνίες κοπής των εργαλείων θα πρέπει να ρυθμίζονται σε συγκεκριμένες γωνίες και μοίρες. Πρέπει λοιπόν η γωνία προσβολής να μην είναι πολύ μεγάλη, γιατί τότε το μαχαίρι της πλάνης αντί να κόψει ομαλά τις ίνες, τις ξεριζώνει. Γι' αυτόν τον λόγο προτιμώνται πιο μικρές γωνίες προσβολής, συνήθως 15° έως 20° αντί για τις συνηθισμένες 30°, ώστε το κοπτικό να πιέζει πρώτα τις ίνες προς τα κάτω πριν κόψει το ξύλο, εξασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο μια λεία και καθαρή επιφάνεια.

4.2.3 Σωστή ταχύτητα κοπής και προώθησης

Λόγω της υψηλής πυκνότητας των τροπικών ξύλων τα μηχανήματα καταπονούνται σε μεγάλο βαθμό. Επομένως για να γίνει σωστά η κατεργασία τους θα πρέπει το εργαλείο να έχει υψηλή ταχύτητα περιστροφής, αλλά χαμηλή ταχύτητα προώθησης. Αυτό συμβαίνει διότι, αν το ξύλο προωθηθεί γρήγορα, θα υπερφορτωθεί ο κινητήρας και θα γεμίσουν τα δόντια του πριονιού με πριονίδι και έτσι υπάρχει κίνδυνος να σπάσει το εργαλείο. Από την άλλη, αν το ξύλο προωθηθεί πολύ αργά τότε το σκληρομέταλλο έχει όσο χρόνο χρειάζεται για να κόψει τον ιστό του ξύλου, μειώνοντας παράλληλα τη φθορά.

4.3 Τεχνικές Ξήρανσης Τροπικής Ξυλείας

Το πιο κρίσιμο στάδιο στην κατεργασία της τροπικής ξυλείας αλλά και το πιο χρονοβόρο είναι η διαδικασία της ξήρανσης. Εκεί συμβαίνει η απομάκρυνση της πλεονάζουσας υγρασίας από το χλωρό ξύλο έως ότου αυτό φτάσει στην κατάλληλη υγρασία, δηλαδή στην Υγρασία Ισορροπίας (Equilibrium Moisture Content-EMC).

Τα κωνοφόρα είδη επειδή είναι πορώδη, χάνουν γρήγορα υγρασία και επιτυγχάνεται ευκολότερα η τεχνητή ξήρανση στους βιομηχανικούς φούρνους (kilns) σε διάστημα λίγων ημερών. Εάν αυτή η τεχνική ξήρανσης εφαρμοστεί σε σκληρά τροπικά είδη όπως είναι το Wenge, τότε αναπόφευκτα θα καταστραφεί πλήρως η ξυλεία. Αυτό οφείλεται σε δυο ανατομικά χαρακτηριστικά των τροπικών ξύλων, το πρώτο είναι η **χαμηλή διαπερατότητά** τους και το δεύτερο το γεγονός ότι **αναπτύσσουν εσωτερικές τάσεις**. Λόγω της υψηλής

πυκνότητας τους και των εκχυλισμάτων που περιέχονται στο εσωτερικό τους τα οποία φράζουν τους πόρους των ξύλων, η μεταφορά του νερού από το εσωτερικό προς το εξωτερικό του ξύλου γίνεται σε εξαιρετικά αργούς ρυθμούς. Εάν η επιφάνεια του ξύλου, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, στεγνώσει γρήγορα, αλλά ο πυρήνας του παραμένει γεμάτος περίσσεια υγρασία, δημιουργούνται μεγάλες μηχανικές τάσεις που προκαλούν καταστροφή στο ξύλο.

Όταν γίνεται με λανθασμένο τρόπο και βεβιασμένα η ξήρανση, εμφανίζονται σοβαρά σφάλματα στην επιφάνεια του ξύλου. Εμφανίζονται επιφανειακές ρωγμές και σχίζονται τα άκρα των κορμών, κάτι που προκύπτει από τα σόκορα τα οποία χάνουν υγρασία γρηγορότερα από το υπόλοιπο ξύλο. Επιπλέον, αν η επιφάνεια στεγνώσει και σκληρύνει γρήγορα, η υγρασία δεν θα προλάβει να διαφύγει και θα παραμένει στο εσωτερικό. Έτσι, όταν το εσωτερικό του ξύλου προσπαθήσει να συρρικνωθεί και να στεγνώσει, σκίζεται δημιουργώντας ανοίγματα και κενά.

4.3.1 Σύγχρονες Μέθοδοι Αντιμετώπισης

4.3.1.1 Προ-ξηρανση σε αέρα (*Air drying*)

Με σκοπό την ομαλή μείωση της υγρασίας χωρίς να καταστραφεί το υλικό, γίνεται στοίβαγμα των πριστών ξύλων σε καλά αεριζόμενους, στεγασμένους χώρους για μεγάλα χρονικά διαστήματα, συνήθως και περισσότερο από χρόνο. Με αυτόν τον τρόπο η υγρασία κατεβαίνει γύρω στο 20-25% φυσιολογικά.

4.3.1.2 Επάλειψη των άκρων (*End-coating*)

Οι άκρες των κορμών της τροπικής ξυλείας επαλείφονται με ειδικά χρώματα ή κεριά, ρόλος των οποίων είναι να εμποδίσουν την υγρασία να διαφύγει από τους πόρους στα πλαϊνά και να μην σκιστούν οι κορμοί.

4.3.1.3 Ήπια προγράμματα τεχνητής ξήρανσης (*Mild Kiln Schedules*)

Το ξύλο πρέπει να φτάσει σε τελικό ποσοστό υγρασίας 8-10% αφού μπει στο ξηραντήριο. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει η ξήρανση να γίνει σε ήπια προγράμματα. Η θερμοκρασία θα πρέπει να βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και να μην ξεπερνά τους 40-50°C στο αρχικό στάδιο, η σχετική υγρασία αντιθέτως θα πρέπει να βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα έτσι ώστε η επιφάνεια του ξύλου να είναι ελαστική κατά τη διάρκεια που στεγνώνει το εσωτερικό του ξύλου.

4.4 Δυσκολίες στη Συγκόλληση και στο Φινίρισμα (*Finishing*)

Στα εγχώρια είδη όπως το Πεύκο τα βερνίκια και οι κόλλες απορροφώνται με ευκολία. Τα τροπικά είδη αντίθετα, λόγω φυσικών και χημικών εμποδίων, εμφανίζουν ορισμένες ιδιαιτερότητες στη συγκόλληση και στην επιφανειακή επεξεργασία τους, δηλαδή στο φινίρισμα και αν δεν εφαρμοστούν οι σωστές τεχνικές το ξύλο καταστρέφεται.

4.4.1 Υψηλή Περιεκτικότητα σε Εκχυλίσματα

Ορισμένα τροπικά είδη έχουν την ιδιότητα να αντέχουν περισσότερο στην υγρασία και στα έντομα σε σχέση με άλλα, επειδή περιέχουν ρητίνες, φυσικά έλαια και πολλές αντιοξειδωτικές ουσίες. Παραδείγματα αυτών είναι το Teak και το Iroko. Όταν κόβεται το ξύλο, οι ουσίες αυτές ανεβαίνουν στην επιφάνεια του δημιουργώντας μια προστατευτική λιπαρή μεμβράνη. Αυτό το φιλμ εμποδίζει την κόλλα να εισχωρήσει στους πόρους του ξύλου. Αντίστοιχα, κατά το φινιρίσμα, τα εκχυλίσματα αντιδρούν με τα βερνίκια και δεν τους επιτρέπουν να πολυμεριστούν κι επομένως το βερνίκι δεν καταφέρνει να στεγνώσει ποτέ σωστά και ξεφλουδίζεται.

4.4.2 Μικρό Πορώδες, Υψηλή Πυκνότητα, Ακραίες Τιμές pH

Τα τροπικά ξύλα με πολύ υψηλή πυκνότητα διαθέτουν μικρούς πόρους και εξαιρετικά συμπαγή κυτταρική δομή. Επομένως τα υδατοδιαλυτά υλικά δεν απορροφώνται σωστά. Από την άλλη, άλλα τροπικά είδη μπορεί να είναι πολύ αλκαλικά ή πολύ όξινα και αυτό να λειτουργήσει αρνητικά αδρανοποιώντας τον καταλύτη της κόλλας, με αποτέλεσμα να μη μπορέσει να σκληρύνει ποτέ.

4.5 Μέθοδοι Αντιμετώπισης στις Βιομηχανίες

4.5.1 Καθαρισμός με Διαλύτες

Μερικά λεπτά πριν γίνει η συγκόλληση ή περαστεί το βερνίκι, η επιφάνεια του ξύλου καθαρίζεται σχολαστικά με δυνατούς οργανικούς διαλύτες, όπως είναι η ακετόνη και η ισοπροπυλική αλκοόλη. Αυτές οι ουσίες διαλύουν και απομακρύνουν προσωρινά τα επιφανειακά έλαια από το ξύλο. Η δομή του ξύλου λειτουργεί κάπως σαν σφουγγάρι με αποτέλεσμα να αναβλύζουν συνεχώς έλαια από το εσωτερικό του προς την επιφάνεια. Γι' αυτόν τον λόγο η εφαρμογή της κόλλας όμως θα πρέπει να γίνει αυστηρά σε ένα χρονικό πλαίσιο 30-60 λεπτών πριν προλάβουν τα έλαια να ανέβουν ξανά στην επιφάνεια και εξατμιστεί ο διαλύτης.

4.5.2 Επιλογή Ειδικών Συγκολλητικών Ουσιών

Για την τροπική ξυλεία, οι κοινές ξυλόκολλες τύπου PVA έχουν ως βάση το νερό και συνήθως δεν λειτουργούν στα τροπικά ξύλα. Προτιμώνται πολυουρεθανικές κόλλες (PUR) ή εποξικές ρητίνες (Epoxy Resin), οι οποίες διεισδύουν καλύτερα στο ξύλο και δημιουργούν πιο ισχυρούς χημικούς δεσμούς καθώς δεν έχουν νερό. Συνεπώς δεν βασίζονται στην εξάτμιση των διαλυτών για να στεγνώσουν και προσφέρουν εξαιρετική σταθερότητα.

4.5.3 Χρήση Ειδικών Ασταριών

Πριν εφαρμοστεί το τελικό βερνίκι, χρησιμοποιούνται εξειδικευμένα αστάρια, τα αστάρια απομόνωσης. Έχουν συνήθως πολυουρεθανική βάση 2 συστατικών και εγκλωβίζουν τα έλαια του ξύλο μέσα σε αυτό, δημιουργώντας ένα αδιαπέραστο φιλμ και άρα μια σωστή επιφάνεια για να τοποθετηθεί το τελικό βερνίκι ή το τελικό χρώμα. Παλαιότερα αυτό γινόταν με την τοποθέτηση λεπτών στρώσεων γομαλάκας (shellac), γιατί έχει τη δυνατότητα να εμποδίζει τη μετακίνηση των ελαίων.

Συμπεράσματα

Η παρούσα πτυχιακή εργασία είχε σκοπό να αναπτύξει και να αναλύσει τη μοναδικότητα, την πολυπλοκότητα και την υψηλή προστιθέμενη αξία που έχει η τροπική ξυλεία στην αγορά τα τελευταία χρόνια. Η εξέταση αυτή ξεκινά από το ξύλο ως πρώτη ύλη στα τροπική δάση στο στάδιο της φυσικής του ανάπτυξης, έως και την τελική κατεργασία του και την προώθηση του στο εμπόριο. Όπως αναφέρθηκε, τα τροπικά δάση, λόγω του ότι έχουν συνεχή έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες και άφθονες βροχές και υγρασία, αναπτύσσουν είδη τα οποία έχουν ιδιαίτερα ανατομικά γνωρίσματα. Απουσιάζουν οι αυξητικοί δακτύλιοι, παράγουν ξυλεία υψηλής πυκνότητας και έχουν μεγάλη συγκέντρωση από φυσικά εκχυλίσματα όπως είναι τα έλαια, οι ταννίνες και οι ρητίνες, τα οποία προσδίδουν στην τροπική ξυλεία εξαιρετική μηχανική αντοχή αλλά και φυσική ανθεκτικότητα έναντι ξυλοφάγων εντόμων και μυκήτων.

Μετά από την αναλυτική μελέτη των 20 διαφορετικών τροπικών ειδών, διαπιστώθηκε ότι η ποικιλομορφία τους καλύπτει ένα πολύ μεγάλο μέρος των βιομηχανικών αναγκών. Υπάρχουν είδη με ακραία αντοχή και σκληρότητα κατάλληλα για εξωτερικές βαριές χρήσεις, όπως το Ipe, το Afzelia και το Bangkirai και υπάρχουν είδη όπως το Sapele, το African Mahogany και το Bubinga τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολυτελή έπιπλα και διακόσμηση καθώς είναι αισθητικά σε υψηλό επίπεδο. Ακόμα, υπάρχουν και είδη όπως το Balsa τα οποία τονίζουν ότι μπορούν να υπάρξουν ακραίες διακυμάνσεις στην πυκνότητα των ειδών στα τροπικά οικοσυστήματα.

Ωστόσο, συμπεραίνεται πως τα πλεονεκτήματα που έχουν τα τροπικά ξύλα είναι και αυτά που ταυτόχρονα αποτελούν μεγάλη τεχνολογική πρόκληση για τις βιομηχανίες ξύλου. Για παράδειγμα, η παρουσία εκχυλισμάτων, η υψηλή πυκνότητα και οι πλεγμένες ίνες τους, είναι μερικά από τα χαρακτηριστικά που προκαλούν ταχεία φθορά στα συμβατικά κοπτικά εργαλεία, καθιστώντας απαραίτητη τη χρήση ενισχυμένων σκληρομετάλλων όπως το καρβίδιο του βολφραμίου και ο στελλίτης. Εκτός των εργαλείων, υπάρχουν και άλλες τεχνικές δυσκολίες κατά την κατεργασία. Η διαδικασία της ξήρανσης απαιτεί αργό και ελεγχόμενο ρυθμό για να αποφευχθούν τυχόν ραγδώσεις, ενώ τα φυσικά εκχυλίσματα και έλαια του ξύλου δυσκολεύουν τη διαδικασία συγκόλλησης και φινιρίσματος. Έτσι, καθίσταται απαραίτητος ο καθαρισμός των επιφανειών με ισχυρούς διαλύτες και η χρήση εξειδικευμένων εποξικών και πολυουρεθανικών κολλών.

Σε επίπεδο αγοράς, η κλασική εισαγωγή στρογγυλής ξυλείας έχει σχεδόν εκλείψει και στη θέση της έχει έρθει η έτοιμη πριστή ξυλεία. Κύριος λόγος τα τεράστια μεταφορικά κόστη και οι αυστηρές απαγορεύσεις που επιβάλλει το κάθε κρατος παραγωγής. Ακόμα κυριότερο λόγο διαδραματίζουν οι κανονισμοί EUTR και η μετάβαση στον νέο EUDR. Η αυστηροποίηση του νομοθετικού πλαισίου επηρεάζει τις εισαγωγικές πρακτικές και ενισχύει την έμμεση εισαγωγή μέσω κεντρικών ευρωπαϊκών λιμένων (Rotterdam Effect). Αυτές οι πολιτικές αποτελούν βασικό κριτήριο για να εξασφαλιστεί η νομιμότητα στις ελληνικές επιχειρήσεις ξύλου και η παρεμπόδιση της παγκόσμιας αποψίλωσης των τροπικών δασών.

Συνοψίζοντας, η τροπική ξυλεία θεωρείται ένα προϊόν αναντικατάστατο στην πάροδο του χρόνου και υψηλών προδιαγραφών. Για να ενσωματωθεί όμως στη σύγχρονη βιομηχανία, είναι κύρια προϋπόθεση να τηρούνται οι αυστηροί κανόνες προελεύσεως και να υπάρχουν βαθιές

γνώσεις που αφορούν τις τεχνολογικές ιδιαιτερότητές των ειδών, με σκοπό να αξιοποιείται η τροπική ξυλεία στο μέγιστο δυνατό.

Βιβλιογραφία

1. Meier, E. The Wood Database. Διαθέσιμο στο: <https://www.wood-database.com>. (Χρησιμοποιήθηκε για την άντληση τεχνικών χαρακτηριστικών και δεδομένων για 19 είδη ξυλείας)
2. Tropix 7. Cirad. <https://tropix.cirad.fr/en/technical-sheets-available> (Χρησιμοποιήθηκε για την άντληση τεχνικών χαρακτηριστικών και δεδομένων για τα είδη ξυλείας)
3. Sapele Pommele | Woodworking Network. (2011, August 14). Woodworking Network. <https://www.woodworkingnetwork.com/wood/wood-explorer/sapele-pommele>
4. Sapele Pommele - Furniere aus Echtholz von Schorn & Groh. (2025, April 9). Schorn&Groh GmbH. <https://www.sg-veneers.com/en/product/sapele-pommele/>
5. Houston Durrant, T., de Rigo, D., Caudullo, G., 2016. *Fagus sylvatica* and other beeches in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e012b90+
6. CITES trade controls to take effect for mahogany | CITES. (n.d.). Cites.org. https://cites.org/eng/news/pr/2003/031111_mahogany.shtml
7. Sapele - Characteristics and Uses of Sapele Wood. (2025). Woodassistant.com. <https://www.woodassistant.com/wood-database/sapele/>
8. Sapele. IUCN Red List of Threatened Species (2014):<https://nc.iucnredlist.org/redlist/amazing-species/entandrophragma-cylindricum/pdfs/original/entandrophragma-cylindricum.pdf>
9. Sapele | Woodworking Network. (2020, April 9). Woodworking Network. <https://www.woodworkingnetwork.com/wood/wood-explorer/sapele>
10. Timbersource. Sapele https://www.timbersource.co.uk/download_file/view_inline/799
11. Πτυχιακή εργασία Σ. Περιστεράκη: <http://users.teilar.gr/~mantanis/Edu.files/Peristeraki.pdf>
12. Merbau | WoodSolutions. (n.d.). Wwww.woodsolutions.com.au. <https://www.woodsolutions.com.au/wood-species/hardwood/merbau>
13. Merbau : Timber Development UK. (2024, April 17). Timber Development UK. <https://timberdevelopment.uk/wood-species/merbau/>
14. Θήτα και Κάπα AEBE. Ξυλεία *Tatajuba* ξηραντηρίου. Διαθέσιμο στο: <https://thita-kapa.gr/xyleia-tatajuba-xirantirioy-kriti>
15. Unasylva. Teak, No. 201. (2024). Fao.org. <https://www.fao.org/4/x4565e/x4565e03.htm>
16. THE NATURAL DURABILITY OF WOOD 4. https://www.atibt.org/files/upload/technical-publications/publications-bois-tropical/4-TIMBER-DURABILITY-2025_EN_2025.pdf

17. Περιστεράκη, Τ., & Γεωργίου Μαντάνη, Δ. Τροπικά είδη ξύλου -Sapele: http://www.wfdd.teilar.gr/papers/epipleon/2009_xileia_40.pdf
18. Μαντάνης Ι. Γεώργιος (2020). Οι χρήσεις των ειδών ξύλου στην ελληνική αγορά. Ποια ξύλα είναι τα κατάλληλα και γιατί. Εκδόσεις eWood. Διαθέσιμο στο: <https://ewood.gr/%CE%BF%CE%B9-%CF%87%CF%81%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82-%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CF%8E%CE%BD-%CE%BE%CF%8D%CE%BB%CE%BF%CF%85/>
19. Μαντάνης Ι Γεώργιος (2023). Αναγνώριση ξύλου. Διδακτικές σημειώσεις. Εργαστήριο Επιστήμης & Τεχνολογίας Ξύλου Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού
20. Wenge Wood: Uses and Characteristics - Ligna. (2024, November 13). Ligna. <https://lignawooddesign.com/blog/wenge-wood-uses/>
21. ITTO.(2026). Niangon (Tarrietia densiflora). <http://www.tropicaltimber.info/fr/specie/niangon-tarrietia-densiflora/?print=true>
22. Tzoulis, I., Andreopoulou, Z., Trigkas, M., Tsekouropoulos, G., & Voulgaridis, E. (n.d.). Wood Trade in Greece: The Impact Of Economic Crisis And The Use Of New Technologies. https://ceur-ws.org/Vol-1498/HAICTA_2015_paper4.pdf
23. Tzoulis, I., Andreopoulou, Z., Koliouska, C., Tsekouropoulos, G., & Samathrakakis, V. (2013). WooDB: A DBMS Approach as a Marketing Tool for Wood Entrepreneurship. Procedia Technology, 8, 275–284. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.11.037>
24. ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ, Σ. (2019, September 12). ΥΛΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ. Apothesis.eap.gr. <https://apothesis.eap.gr/archive/item/156146>
25. <https://www.lesserknowntimberspecies.com/species/weng>
26. <https://afrjournal.org/index.php/afr/article/view/92>
27. Μαντάνης Γ. (2008). Εφαρμογές των ειδών ξύλου στην ελληνική αγορά. <http://mantanis.users.uth.gr/2008-19.pdf>
28. ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ, Σ. (2019, September 12). ΥΛΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ. Apothesis.eap.gr. <https://apothesis.eap.gr/archive/item/156146>
29. Ζαχαρούλα, Κ. Προστασία Ξύλινων Κατασκευών Διπλωματική Εργασία. https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/6124/konstantiouz_protection.pdf?se
30. Wengé - Sawn Wood | Global Timber. (2018). Global Timber - EN. <https://globaltimber.dk/en/products/sawn-timber/tropical-hardwood/wenge/>
31. BM Trada (2015). Timbers, their properties and uses. <https://tm.lathams.co.uk/wp-content/uploads/2018/04/timber-properties.pdf>
32. Global Forest Resources Assessment 2020, Key findings: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/9f24d451-2e56-4ae2-8a4a-1bc511f5e60e/content>
33. <https://www.worldwildlife.org/our-work/forests/>
34. FAO. 2024. The State of the World’s Forests 2024 – Forest-sector innovations towards a more sustainable future. Rome, FAO. <https://openknowledge.fao.org/items/ec487897-97b5-43ec-bc2e-5ddfc76c8e85>

35. Gérard, J., Guibal, D., Paradis, S., & Cerre, J.-C. (2017). Tropical timber atlas: Technological characteristics and uses. Editions Quae. https://www.ito.int/files/itto_project_db_input/3028/Technical/E-TMT-SDP-010-12-R1-M-Tropical%20Timber%20Atlas.pdf
36. Linger, E., Corlett, R.T., Hogan, J.A. et al. How does biodiversity thrive in phosphorus-limited tropical forests. *J. For. Res.* **37**, 77 (2026). <https://doi.org/10.1007/s11676-026-02018-x>
37. Couvreur, T.L., Forest, F. & Baker, W.J. Origin and global diversification patterns of tropical rain forests: inferences from a complete genus-level phylogeny of palms. *BMC Biol* **9**, 44 (2011). <https://doi.org/10.1186/1741-7007-9-44>
38. Quesada-Román, A., Ballesteros-Cánovas, J. A., St. George, S., & Stoffel, M. (2022). Tropical and subtropical dendrochronology: Approaches, applications, and prospects. *Ecological Indicators*, 144, 109506. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109506>
39. FAO. 2025. Global Forest Resources Assessment 2025, Rome. <https://doi.org/10.4060/cd6709en>
40. Busse, M. D., Giardina, C. P., Morris, D. M., & Page-Dumroese, D. S. (2019). Global change and forest soils : cultivating stewardship of a finite natural resource. Elsevier.
41. Savill, P. (2004). TEMPERATE AND MEDITERRANEAN FORESTS | Temperate Broadleaved Deciduous Forest. 1398–1403. <https://doi.org/10.1016/b0-12-145160-7/00179-4>
42. Currie, W. S., & Bergen, K. M. (2008). Temperate Forest. 3494–3503. <https://doi.org/10.1016/b978-008045405-4.00704-7>
43. Turkington, R. (2004). Boreal Forest Ecosystems (pp. 521–532). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-226865-2/00036-5>
44. Dong, J., & Anderson, L. J. (2022). Predicted impacts of global change on bottom-up trophic interactions in the plant-ungulate-wolf food chain in boreal forests. *Food Webs*, 33, e00253. <https://doi.org/10.1016/j.fooweb.2022.e00253>
45. DeAngelis, D. L. (2008). Boreal Forest. *Encyclopedia of Ecology*, 493–495. <https://doi.org/10.1016/b978-008045405-4.00319-0>
46. Pizňák, M., & Bačkor, M. (2019). Lichens affect boreal forest ecology and plant metabolism. *South African Journal of Botany*, 124, 530–539. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.06.025>
47. Dong, J., & Anderson, L. J. (2022). Predicted impacts of global change on bottom-up trophic interactions in the plant-ungulate-wolf food chain in boreal forests. *Food Webs*, 33, e00253. <https://doi.org/10.1016/j.fooweb.2022.e00253>
48. Turkington, R. (2004). Boreal Forest Ecosystems (pp. 521–532). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-226865-2/00036-5>
49. Pandey, S. (2021). Climatic influence on tree wood anatomy: a review. *Journal of Wood Science*, 67(1). <https://doi.org/10.1186/s10086-021-01956-w>
50. Arriaga, F., Wang, X., Íñiguez-González, G., Llana, D. F., Esteban, M., & Niemz, P. (2023). Mechanical Properties of Wood: A Review. *Forests*, 14(6), 1202. <https://doi.org/10.3390/f14061202>
51. Sedjo, R. A. (2004). WOOD USE AND TRADE. *International Trade in Wood Products* (pp. 1857–1863). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-145160-7/00058-2>

52. Wexler, P. (2005). Encyclopedia of Toxicology, Chapter: Wood Dusts. Alan J. Weinrich and Paul Demers. Σελίδες 464-467
<https://www.sciencedirect.com/referencework/9780123694003/encyclopedia-of-toxicology>
53. ITTO. 2025. Tropical Timber Market Report 2025.
https://www.itto.int/files/user/mis/MIS_1-15_Nov2025.pdf
54. FAO. 2024. The State of the World's Forests 2024 – Forest, sector innovations towards a more sustainable future. Rome, FAO.
<https://doi.org/10.4060/cd1211en>
55. Άλφα ξυλείας. Alpha Timber. <https://www.alphatimber.gr/products4.html>
56. Δάπεδα / Deck Εξωτερικού Χώρου από Τροπική Ξυλεία. (2023, Οκτώβριος 24).
<https://eltop.gr/luseis-gia-dapeda/deck-%ce%b5%ce%be%cf%89%cf%84%ce%b5%cf%81%ce%b9%ce%ba%ce%bf%cf%8d-%cf%87%cf%8e%cf%81%ce%bf%cf%85/>
57. Ξυλεία Σακκάλης. Εμπορία και επεξεργασία Ξυλείας. <https://www.sakkalis.gr/>
58. Κακαράς Ι., Τεχνολογία ξύλου και ξύλινων κατασκευών (2025).
<http://kakarasioannis.blogspot.com/>
59. Μαγκαφώσης, εμπόριο ξυλείας Κιάτο Κορινθίας, ξυλεία Κόρινθος, μελαμίνες Κιάτο, κόντρα πλακέ, πάνελ μασίφ τιμές, mdf, osb. <https://magafosis.gr/>
60. Ξυλεία—Εμπόριο Ξυλείας, Μελαμίνες, Πάγκοι, πέλλετ μπρικέτα, MDF και Υλικών Επιπλοποιίας, melamines, Laminate, Ξυλεία, Πορτάκια, Δάπεδα, Καπλαμάς, deck.
<https://www.seewood.gr/products/timber-wood-ksyilia.html>
61. Etroxyl. Προφίλ Εταιρείας. <https://www.etroxyl.gr/profile/>
62. Σκληρή Ξυλεία σε Τάβλες—Interwood Ξυλεμπορία. <https://interwood.gr/product-category/skliri-xyleia/>
63. Τροπική Ξυλεία. Spanoswood. <https://www.spanoswood.gr/proionta/ksyleia/tropikh/>
64. ALFA WOOD GROUP. Επιφάνειες Μελαμίνης MDF Μοριοσανίδα Πάγκοι Δάπεδα Πόρτες. <https://alfawood.gr/>
65. Animals & Nature | Britannica. <https://www.britannica.com/Animals-Nature>
66. Annual Market Reviews and Data Briefs. UNECE. <https://unece.org/housing-and-land-management/annual-market-reviews-and-data-briefs>
67. ΤΑΠΕΝ Δρακόπουλος. Deck, περίφραξη και Support. <https://tapen.gr/deck-and-wpc/>
68. European Commission. Statistical Office of the European Union. (2015). User guide on European statistics on international trade in goods: 2015 edition. Publications Office.
<https://doi.org/10.2785/001541>
69. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>
70. Get ready: FSC Aligned for EUDR. (2022, Ιούνιος 30). Fsc.Org.
<https://fsc.org/en/newscentre/eudr/get-ready-fsc-aligned-for-eudr>
71. ITTO | The International Tropical Timber Organization. ITTO International Tropical Timber Organization. <https://www.itto.int/>
72. Kappawood.gr | ΑΦΟΙ ΚΩΤΣΙΑ Ο.Ε. | ΕΜΠΟΡΙΟ ΞΥΛΕΙΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΑ. (2017, Μάρτιος 13). <https://www.kappawood.gr/>
73. Learning | Kew. <https://www.kew.org/learning>

74. Notable Plant Collections. <https://www.missouribotanicalgarden.org/gardens-gardening/our-garden/notable-plant-collections>
75. Oliver, R. (2023, Αύγουστος 30). ETTF issues EUDR guidance to all exporters of timber products to the EU. Forest Industries Intelligence. <https://forestindustries.info/ettf-issues-eudr-guidance-to-all-exporters-of-timber-products-to-the-eu>
76. Rainforest Alliance. Rainforest Alliance <https://www.rainforest-alliance.org/>
77. Rainforests: Tropical forest facts, photos, and information. Mongabay.com <https://rainforests.mongabay.com/>
78. Regulation (EU) 2023/1115 of the European Parliament and of the Council of 31 May 2023 on the Making Available on the Union Market and the Export from the Union of Certain Commodities and Products Associated with Deforestation and Forest Degradation and Repealing Regulation (EU) No 995/2010 (Text with EEA Relevance), 150 OJ L (2023). <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/1115/oj>
79. Regulation (EU) No 995/2010 of the European Parliament and of the Council of 20 October 2010 Laying down the Obligations of Operators Who Place Timber and Timber Products on the Market Text with EEA Relevance, 295 OJ L (2010). <http://data.europa.eu/eli/reg/2010/995/oj>
80. The forest biome. <https://ucmp.berkeley.edu/exhibits/biomes/forests.php>
81. What are tropical rainforests?. WorldRainforests.com. <https://worldrainforests.com/01-what-are-tropical-rainforests.html>
82. <https://revues.cirad.fr/index.php/BFT/article/view/37858/38709>
83. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:999250/FULLTEXT01.pdf>
84. Chudnoff, M. (χ.χ.). *Tropical Timbers of the World*,.
85. FAO. (χ.χ.). *Manual on timber drying*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
86. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020: Main report*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9825en>
87. Forest Products Laboratory. (2010). *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*. U.S. Department of Agriculture. <https://doi.org/10.2737/FPL-GTR-190>
88. Rowell, R. M. (Επιμ.). (2012). *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites* (0 έκδ.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b12487>
89. Simpson, W. T. (1991). *Dry Kiln Operator's Manual (Agriculture Handbook 188)*. U.S. Department of Agriculture, Forest Products Laboratory.
90. *The importance of extractives and abrasives in wood materials on the wearing of cutting tools: BioResources*. (χ.χ.). Ανακτήθηκε 5 Απρίλιος 2026, από <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/>
91. *The role of extractives and wood anatomy in the wettability and free surface energy of hardwoods: BioResources*. (χ.χ.). Ανακτήθηκε 5 Απρίλιος 2026, από <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/>
92. *Wood Handbook, Wood as an Engineering Material*. (χ.χ.).

