

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Žiga TOMŠIČ

**IDENTIFIKACIJA LESA IZBRANIH TROPSKIH
VRST ZA TALNE OBLOGE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Žiga TOMŠIČ

**IDENTIFIKACIJA LESA IZBRANIH TROPSKIH VRST ZA
TALNE OBLOGE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**IDENTIFICATION OF SELECTED TROPICAL
WOOD SPECIES FOR FLOORING**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija lesarstva. Naloga je bila opravljena na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani, na Katedri za tehnologijo lesa.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja imenoval doc. dr. Maksa Merelo in za recenzentko prof. dr. Katarino Čufar.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Žiga Tomšič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 630*811
KG	les/talne obloge/tropske vrste/identifikacija/mikroskopija/ <i>Intsia/Astronium/Bowdichia</i> <i>/Acacia/Manilkara/Milicia/Eucalyptus/Afzelia</i>
AV	TOMŠIČ, Žiga
SA	MERELA, Maks (mentor)/ČUFAR, Katarina (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2016
IN	IDENTIFIKACIJA LESA IZBRANIH TROPSKIH VRST ZA TALNE OBLOGE
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	VIII, 90 str., 12 pregl., 80 sl., 21 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Na trgu za talne obloge ponujajo različne tropske lesne vrste, njihova komercialna imena pa niso vedno pravilna. Pri trgovcih talnih oblog smo pridobili devetindvajset vzorcev talnih oblog iz tropskih lesnih vrst. Iz vzorcev smo izdelali preparate za mikroskopsko identifikacijo. Identifikacija je razkrila, da se pet vrst od devetindvajsetih prodaja pod napačnim imenom. Raziskanim vrstam smo poiskali podatke o fizikalnih, mehanskih in obdelovalnih lastnostih lesa in jih na podlagi zbranih podatkov razvrstili v štiri skupine po primernosti za talne obloge. Najprimernejše vrste za izdelavo talnih oblog so: <i>Dipteryx odorata</i> , <i>Manilkara bidentata</i> , <i>Bowdichia</i> spp. in <i>Guibourtia</i> spp. To so vrste, ki imajo visoko gostoto in trdoto lesa, ugodno anizotropijo krčenja, so odporne proti biološkim škodljivcem in so uvrščene razred ogroženosti 3 ali 4. Od raziskanih vrst je za talne obloge neprimerna <i>Acacia mangium</i> , ki ima nizko gostoto ter trdoto in neugodno anizotropijo krčenja. Poleg omenjenih lastnosti pa je pri izbiri lesa za talne obloge pomemben tudi estetski videz in cena lesa.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	UDK 630*811
CX	Wood/flooring/tropical species/identification/microscopy/ <i>Intsia/Astronium/Bowdichia /Acacia/Manilkara/Milicia/Eucalyptus/Afzelia</i>
AU	TOMŠIČ, Žiga
AA	MERELA, Maks (supervisor)/ČUFAR, Katarina (reviewer)
PP	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
PY	2016
TI	IDENTIFICATION OF SELECTED TROPICAL WOOD SPECIES FOR FLOORING
DT	Graduation thesis (Universety studies)
NO	VIII, 90 p., 12 tab., 80 fig., 21 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	There are various tropical timber species on the market of wood for flooring, however their commercial names are not always correct. We got twenty-nine samples of tropical timber species from the floor traders. Out of those samples we have made slides for microscopic wood identification. The identification showed, that out of twenty-nine species, five are sold under the incorrect name. All the examined species were given data about physical and mechanical and machinability properties and were later classified into four groups, based on the suitability for floor coverings. The most appropriate ones are: <i>Dipteryx odorata</i> , <i>Manilkara bidentata</i> , <i>Bowdichia</i> spp. in <i>Guibouritia</i> spp. Those are also the species that contain wood with a high density and hardness, a favorable shrinkage anisotropy, have durable wood and use class 3 or 4. The least appropriate species is <i>Acacia mangium</i> , which has an unfavourable shrinkage anisotropy and low density and hardness. Next to all above mentioned properties, aesthetic appearance and the price, are also important when choosing wood for flooring.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
1 UVOD.....	1
2 PREGLED OBJAV.....	2
2.1 VRSTE TALNIH OBLOG	2
2.2 STANDARDI NA PODROČJU TALNIH OBLOG	6
2.3 LASTNOSTI LESA, KI SO POMEMBNE Z VIDIKA UPORABE ZA TALNE OBLOGE.....	7
2.3.1 Naravna trajnost in razredi uporabe	8
2.3.2 Mehanske lastnosti, pomembne za talne obloge.....	9
2.4 LESNE VRSTE ZA TALNE OBLOGE	13
2.5 PROBLEMATIKA KOMERCIALNIH IMEN	14
3 MATERIAL IN METODE	15
3.1 IZBOR TESTNEGA MATERIALA IN PRIPRAVA MATERIALA ZA IZDELAVO PREPARATOV	15
3.2 PRIPRAVA VZORCEV ZA ANATOMSKE PREISKAVE.....	16
3.3 PREISKAVA PREPARATOV IN IDENTIFIKACIJA LESNIH VRST	17
3.4 PREGLED LASTNOSTI IDENTIFICIRANIH VRST	17
4 REZULTATI IN RAZPRAVA	18
4.1 MAKROSKOPSKA IN MIKROSKOPSKA ANALIZA VZORCEV TER IDENTIFIKACIJA LESNIH VRST	18
4.1.1 <i>Astronium graveolens</i>	18
4.1.2 <i>Bowdichia spp.</i>	20
4.1.3 <i>Distemonanthus benthamianus</i>	22
4.1.4 <i>Pericopsis elata</i>	25
4.1.5 <i>Intsia spp.</i>	27
4.1.6 <i>Hymenaea courbaril</i>	29
4.1.7 <i>Acacia mangium</i>	31
4.1.8 <i>Microberlinia brazzavillensis</i>	33
4.1.9 <i>Manilkara kauki</i>	35
4.1.10 <i>Manilkara bidentata</i>	37
4.1.11 <i>Swintonia floribunda</i>	39
4.1.12 <i>Guibourtia spp.</i>	41
4.1.13 <i>Koompassia malaccensis</i>	43
4.1.14 <i>Milicia excelsa</i>	45
4.1.15 <i>Dipteryx odorata</i>	47
4.1.16 <i>Eucalyptus diversicolor</i>	49
4.1.17 <i>Afzelia spp.</i>	51
4.1.18 <i>Apuleia leiocarpa</i>	53
4.1.19 <i>Calophyllum spp.</i>	55

4.1.20	<i>Bagassa guianensis</i>	57
4.1.21	<i>Peltogyne pubescens</i>	59
4.2	OPIS LASTNOSTI LESOV	61
4.3	PRIMERJAVA IZBRANIH MEHANSKIH IN FIZIKALNIH LASTNOSTI IDENTIFICIRANIH LESNIH VRST	67
4.4	ANALIZA RELEVANTNIH LASTNOSTI	69
4.5	RAZPRAVA	72
5	SKLEPI	74
6	POVZETEK	75
7	VIRI.....	77
ZAHVALA		

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Standardi za notranje talne obloge (Straže, 2016)	6
Preglednica 2: Kakovostni razredi (Straže, 2016).....	7
Preglednica 3: Trajnostni razredi lesa v skladu s standardom SIST EN 350-2	8
Preglednica 4: Razredi izpostavitve/ogroženosti glede na mesto uporabe, vlažnost lesa in možnosti bioloških okužb z insekti ali glivami (SIST EN 335-2)	9
Preglednica 5: Trdote po Brinellu (N/mm^2) za nekatere lesne vrste (Straže, 2016).....	12
Preglednica 6: Kazalniki dimenzijske stabilnosti (Gorišek, 2009)	13
Preglednica 7: Podatki o dimenzijski stabilnosti, odpornosti na glive in termite, permeabilnosti in trajnostnem razredu izbranih lesnih vrst (Tropix, 2012) po SIST EN 350-2, SIST EN 335-1, SIST EN 335-2.....	67
Preglednica 8: Primerjava lastnosti iz različnih virov (Tropix, 2012; Wood-database, 2016)	68
Preglednica 9: Relevantne lastnosti za ovrednotenje vrst (Tropix, 2012; Straže, 2016)	69
Preglednica 10: Razredi izpostavitve/ogroženosti in permeabilnosti (Tropix, 2012) (SIST EN 335-2)	71
Preglednica 11: Lesne vrste, razporejene po primernosti za notranje talne obloge	73
Preglednica 12: Lesne vrste, razporejene po primernosti za zunanje talne obloge.....	73

KAZALO SLIK

Slika 1: Intarzija, Geometrične figure (1537) Damiano da Bergamo, San Domenico (Intarzija, 2016).....	2
Slika 2: Notranje lesne talne obloge: a) klasični parket, b) ladijski pod, c) lam parket, d) lamelni parket, e) laminatni pod, f) masivni parket, g) večslojni parket.....	3
Slika 3: Zunanje lesne talne obloge: a) terasa, b) balkon, c) pohodna pot, d) leseni most, e) pomol.....	4
Slika 4: Načini polaganja: a) mozaik, b) ribja kost, c) pletenje, d) dvojna ribja kost, e) vzporedno polaganje, f) diagonalno polaganje.....	5
Slika 5: Kombinacija les – kamen.....	5
Slika 6: Nekaj tekstur: a) progasta tekstura v radialnem prerezu, b) drobno lisasta tekstura čebeljih kril v radialnem prerezu, c) rebrasta tekstura javorovine, d) tekstura ptičjih oči	6
Slika 7: Brinellov test trdnosti (Wikipedija, 2016)	10
Slika 8: Monninov test trdnosti (Riggio in Piazza, 2010)	11
Slika 9: Vzorci talnih oblog od 1 do 12	15
Slika 10: Vzorci talnih oblog od 13 do 21	15
Slika 11: Tračni žagalni stroj; rezanje orientiranih količkov za izdelavo anatomskeih preparatov	16
Slika 12: Rezanje preparatov na drsnem mikrotomu Leica SM 2000R	17
Slika 13: Vzorec 1 – trgovsko ime: tiger wood – <i>Astronium graveolens</i> , površina lesa	18
Slika 14: <i>Astronium graveolens</i> a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm	19
Slika 15: <i>Astronium graveolens</i> , radialni prerez – detalj kristala v trakovni parenhimski celici, polarizirana svetlo; daljica 50 µm	20
Slika 16: Vzorec 3B – trg. ime: sucupira – <i>Bowdichia</i> spp., površina lesa	20
Slika 17: <i>Bowdichia</i> spp.: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljica 200 µm	21
Slika 18: <i>Bowdichia</i> spp., radialno prerez: detalj heterogenega traku; daljica 50 µm	22
Slika 19: Vzorec 4 – trg. ime: movingui – <i>Distemonanthus benthamianus</i> , površina lesa.....	23
Slika 20: <i>Distemonanthus benthamianus</i> : a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljica 200 µm	23
Slika 21: <i>Distemonanthus benthamianus</i> , radialni prerez: detalj heterogenega traku; daljica 50 µm	24
Slika 22: <i>Distemonanthus benthamianus</i> , radialni prerez: detalj kristala v kamrasti celici aksialnega parenhima, polarizirana svetloba; daljica 50 µm	24
Slika 23: Vzorec 5 – trg. ime: afromosia – <i>Pericopsis elata</i> , površina lesa	25
Slika 24: <i>Pericopsis elata</i> : a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm....	26
Slika 25: <i>Pericopsis elata</i> , radialni prerez – detalj kristalov v predeljeni aksialni parenhimski celici, polarizirana svetloba; daljica 50 µm	26
Slika 26: Vzorec 6 – trg. ime: merbau timber – <i>Intsia</i> spp., površina lesa	27
Slika 27: <i>Intsia</i> spp.: a) Prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez.; daljice 200 µm	28
Slika 28: <i>Intsia</i> spp., radialni prerez – detalj prizmatičnih kristalov v kamrastih celicah, polarizirana svetloba; daljica 50 µm	28
Slika 29: Vzorec 7A – trg. ime: jatoba – <i>Hymenaea courbaril</i> , površina lesa	29
Slika 30: <i>Hymenaea courbaril</i> : a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm	30
Slika 31: <i>Hymenaea courbaril</i> , radialni prerez – detalj prizmatičnega kristala v parenhimski celici, polarizirana svetloba; daljica 50 µm	30
Slika 32: Vzorec 8 – trg. ime: jao acacia – <i>Acacia mangium</i> Willd, površina lesa	31

Slika 33: <i>Acacia mangium</i> Willd: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm.....	32
Slika 34: <i>Acacia mangium</i> Willd., radialni prerez – detalj kristalov v parenhimskih celicah, polarizirana svetloba; daljica 50 µm	32
Slika 35: Vzorec 9 – trg. ime: zebrano – <i>Microberlinia brazzavillensis</i> , površina lesa	33
Slika 36: <i>Microberlinia brazzavillensis</i> : a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm.....	34
Slika 37: <i>Microberlinia brazzavillensis</i> , radialni prerez – detail kristala v parenhimski celici, polarizirana svetloba; daljica 50 µm	34
Slika 38: Vzorec 10A – trg. ime: macaranduba – <i>Manilkara kauki</i> , površina lesa.....	35
Slika 39: <i>Manilkara kauki</i> : a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm ...	36
Slika 40: <i>Manilkara kauki</i> , radialni prerez – detalj heterogenega traku v radialnem prerezu; daljica 50 µm	36
Slika 41: <i>Manilkara kauki</i> , radialni prerez – detalj kristala v parenhimski celici, polarizirana svetloba; daljica 50 µm	37
Slika 42: Vzorec 10B – trg. ime: massaranduba – <i>Manilkara bidentata</i> , površina lesa	37
Slika 43: <i>Manilkara bidentata</i> : a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm	38
Slika 44: <i>Manilkara bidentata</i> , radialni prerez – detalj heterogenega traku in kristala v aksialnem prarenhimu; daljica 50 µm	38
Slika 45: <i>Manilkara bidentata</i> , radialni prerez – detalj kristala v parenhimski celici v radialnem prerezu, polarizirana svetloba; daljica 50 µm	39
Slika 46: Vzorec 11 – trg. ime: merpauh – <i>Swintonia floribunda</i> , površina lesa	39
Slika 47: <i>Swintonia floribunda</i> : a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm	40
Slika 48: <i>Swintonia floribunda</i> : a) tangencialni prerez (radialni medcelični prostor v traku); b) radialni prerez – vključki v trakovnem prarenhimu; daljica 50 µm	40
Slika 49: Vzorec 12 – trg. ime: bubinga – <i>Guibourtia</i> spp., površina lesa	41
Slika 50: <i>Guibourtia</i> spp.: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm	42
Slika 51: <i>Guibourtia</i> spp., tangencialni prerez – detalj kristalov v parenhimskih celicah, polarizirana svetloba; daljica 50 µm	42
Slika 52: Vzorec 13A – trgovsko ime: Kempas solid T&G – <i>Koompassia malaccensis</i> , površina lesa	43
Slika 53: <i>Koompassia malaccensis</i> : a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm	44
Slika 54: <i>Koompassia malaccensis</i> , radialni prereza – detalj kristala v parenhimski celici, polarizirana svetloba; daljica 50 µm	44
Slika 55: Vzorec 14 – trg. ime: iroko tanzania – <i>Milicia excelsa</i> , površina lesa	45
Slika 56: <i>Milicia excelsa</i> : a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm	46
Slika 57: <i>Milicia excelsa</i> , a) tangencialni prerez – lateksne cevi v trakovnem tkivu, b) kristali v parenhimskih celicah, polarizirana svetloba; daljici 50 µm	46
Slika 58: Vzorec 15A – trgovsko ime: cumaru – <i>Dipteryx odorata</i> , površina lesa	47
Slika 59: <i>Dipteryx odorata</i> : a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm ..	48
Slika 60: <i>Dipteryx odorata</i> , radialno prerez – detalj kristala v parenhimski celici, polarizirana svetloba; daljica 50 µm	48
Slika 61: Vzorec 16 – trg. ime: evkaliptus – <i>Eucalyptus diversicolor</i> , površina lesa.....	49
Slika 62: <i>Eucalyptus diversicolor</i> : a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm.....	50
Slika 63: <i>Eucalyptus diversicolor</i> , radialni prerez – detalj homogenega traku z rdeče rjavimi vključki; daljica 50 µm.....	50
Slika 64: Vzorec 18B – trg. ime: doussie – <i>Afzelia</i> spp., površina lesa	51

Slika 65: <i>Afzelia</i> spp.: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm	52
Slika 66: <i>Afzelia</i> spp., radialni prerez – detalj kristalov v parenhimskih celicah, polarizirana svetloba; daljica 50 µm	52
Slika 67: Vzorec 19 - trg. ime: Garapia – <i>Apuleia leiocarpa</i> , površina lesa.....	53
Slika 68: <i>Apuleia leiocarpa</i> : a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm ..	54
Slika 69: <i>Apuleia leiocarpa</i> , radialni prerez – detalj anorganskih vključkov v aksialnem parenhimu, polarizirana svetloba; daljica 200 µm	54
Slika 70: Vzorec 20 – trg. ime: bintangor – <i>Calophyllum</i> spp., površina lesa.....	55
Slika 71: <i>Calophyllum</i> spp.: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm .	56
Slika 72: <i>Calophyllum</i> spp. radialni prerez – detalj kristalov v parenhimskih celicah, polarizirana svetloba; daljica 50 µm	56
Slika 73: Vzorec 21 – trg. ime: tatajuba – <i>Bagassa guianensis</i> , površina lesa	57
Slika 74: <i>Bagassa guianensis</i> : a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm	58
Slika 75: <i>Bagassa guianensis</i> : radialni prerez – detalj kristalov v parenhimskih celicah in kvadratastih trakovnih celicah, polarizirana svetloba; daljica 50 µm	58
Slika 76: Vzorec 22 – trgovsko ime: purple heart – <i>Peltogyne pubescens</i> , površina lesa	59
Slika 77: <i>Peltogyne pubescens</i> : a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljica 200 µm	60
Slika 78: <i>Peltogyne pubescens</i> , radialni prerez – detalj kristalov v parenhimskih celicah, polarizirana svetloba; daljica 50 µm	60
Slika 79: Odvisnost trdote in anizotropije krčenja od gostote lesa	70
Slika 80: Odvisnost tlačne trdnosti od gostote lesa.....	70

1 UVOD

Na tržišču najdemo pestro izbiro tropskih lesnih vrst, namenjenih za masivne lesene talne obloge. Pregled lesnih vrst pri različnih dobaviteljih razkrije, da lahko pod enakimi komercialnimi imeni najdemo vrste z različnim videzom, barvo in teksturo ter različnimi gostotami. Iz navedenega sledi, da trgovci pod istimi ali podobnimi komercialnimi imeni prodajajo različne lesne vrste, ki utegnejo imeti tudi popolnoma različne lastnosti.

Namen študije je bil zbrati čim več različnih vzorcev lesa pri prodajalcih lesenih talnih oblog in preveriti, ali jih prodajajo pod ustreznim komercialnim imenom. Ko smo določili lesne vrste, smo poiskali podatke o relevantnih lastnostih lesa in ocenili primernost uporabe posamezne vrste za masivne talne obloge.

Pri ocenjevanju primernosti lesnih vrst za masivne talne obloge smo se osredotočili na trdoto lesa v smeri pravokotno na potek lesnih vlaken, gostoto, podatke o dimenzijski stabilnosti ter razredu izpostavitve/ogroženosti s strani bioloških okužb z glivami in insekti. Na mestih, kjer so vgrajene talne obloge, se klima stalno spreminja. Les je higroskopen material, ki se na spremembe klime odziva z navlaževanjem in sušenjem. Pri navlaževanju les nabreka, pri sušenju pa se krči. Dimenzijsko stabilnejše lesne vrste so zato primernejše za tovrstno uporabo.

Cilji diplomske naloge so bili:

- pridobiti čim več različnih tropskih lesnih vrst za talne obloge;
- izdelati preparate za anatomske preiskave in identifikacijo;
- s pomočjo mikroskopa in identifikacijskega ključa INTKEY identificirati lesne vrste;
- pridobiti podatke o izbranih lastnostih identificiranih lesnih vrst;
- primerjati izbrane lesne vrste med sabo;
- ovrednotiti primernost izbranih lesnih vrst za talne obloge.

Postavili smo naslednje raziskovalne hipoteze:

- svetlobna mikroskopska tehnika bo omogočila identifikacijo izbranih lesnih vrst;
- identifikacija bo pojasnila, ali komercialna imena res ustrezano lesnim vrstam;
- pod istim komercialnim imenom bomo našli različne vrste;
- na podlagi rezultatov identifikacije in preučevanja lastnosti bo mogoče oceniti, ali je določena vrsta primerna za izdelavo talnih oblog.

2 PREGLED OBJAV

2.1 VRSTE TALNIH OBLOG

Prve nam znane in ohranjene zabeležene omembe lesa, kot materiala za talne oblage, izhajajo iz 10. stoletja pred našim štetjem in so povezane z življenjem kralja Salomona. V rimskem času se pojavita deščični parket in ladijski pod. Lesene pode so polagali v poseben vzorec, ki se je imenoval »testacea spicata«. Ta vzorec je predhodnik današnjega polaganja na ribjo kost (Hribar, 2006).

Ob koncu srednjega veka se je pokazalo zanimanje za združevanje različnih drevesnih vrst v večbarvne vzorce. Razvije se tehnika intarzije (Slika 1), ki doživi svoj razcvet ob koncu 17. stoletja. V tem času se pričnejo uporabljati tudi redki in prestižni lesovi.



Slika 1: Intarzija, Geometrične figure (1537) Damiano da Bergamo, San Domenico (Intarzija, 2016)

Na prehodu iz 19. v 20. stoletje se z razvojem industrije pojavi stroj za razžagovanje peresa in utora, v tridesetih letih 20. stoletja pa še brusilni stroj (Hribar, 2006). Na začetku petdesetih let se pojavi lamelni parket (8 mm), ki ga kmalu zamenjajo prestižnejši izdelki, na primer lam parket (10–14 mm), hkrati pa se je začel uporabljati tudi klasični parket normalnega in velikega formata (22 mm). Danes lahko izbiramo med veliko različnimi talnimi oblogami iz najrazličnejših vrst lesa, tako domačih kot tropskih (Hribar, 2006).

Glede na namen poznamo talne obloge za notranjo in zunanjo uporabo. Kot notranje talne obloge poznamo masivni parket, deščični ali klasični parket, lam parket, lamelni parket, večslojni parket, sestavljeni deski in laminatne pode (Slika 2).



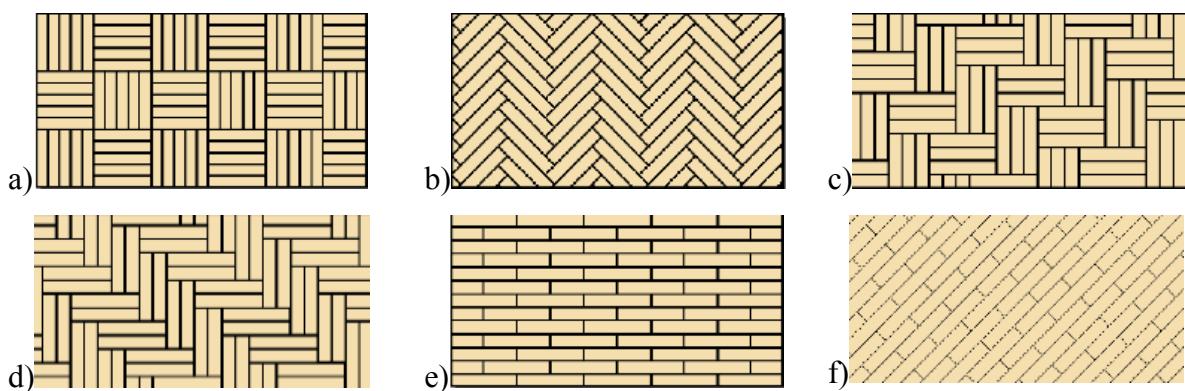
Slika 2: Notranje lesne talne obloge: a) klasični parket, b) ladijski pod, c) lam parket, d) lamelni parket, e) laminatni pod, f) masivni parket, g) večslojni parket

Zunanje talne obloge uporabljamo na terasah, balkonih, pohodnih poteh, lesenih mostovih, pomolih itd. (Slika 3).



Slika 3: Zunanje lesne talne obloge: a) terasa, b) balkon, c) pohodna pot, d) leseni most, e) pomol

Dekorativne in estetske lastnosti talnih oblog lahko dosežemo na več načinov. Z različnimi načini polaganj (Slika 4) lahko ustvarimo različne geometrijske oblike. Najpogosteje se uporabljajo mozaik, ribja kost, dvojna ribja kost, pletenje, vzporedno polaganje ter diagonalno polaganje.



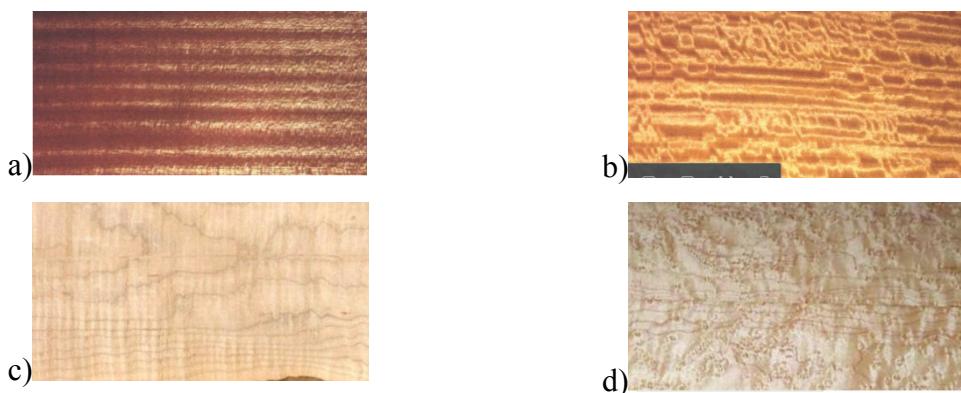
Slika 4: Načini polaganja: a) mozaik, b) ribja kost, c) pletenje, d) dvojna ribja kost, e) vzporedno polaganje, f) diagonalno polaganje

Poleg naštetih pa obstajajo možnosti kombinacije omenjenih načinov polaganj talnih oblog, kombinacijo več različnih lesnih vrst ali kombinacije lesa z drugimi materiali (npr. les – kamen) (Slika 5).



Slika 5: Kombinacija les – kamen

Pomembno vlogo pri videzu lesene talne obloge ima tekstura lesa. Z uporabo različnih prerezov lesa dosežemo različne vizualne učinke, kot so progasta tekstura v radialnem prerezu, zrcalna ali drobno lisasta tekstura čebeljih kril v radialnem prerezu, rebrasta tekstura javorovine, tekstura ptičjih oči itd. (Slika 6).



Slika 6: Nekaj tekstur: a) progasta tekstura v radialnem prerezu, b) drobno lisasta tekstura čebeljih kril v radialnem prerezu, c) rebrasta tekstura javorovine, d) tekstura ptičjih oči

2.2 STANDARDI NA PODROČJU TALNIH OBLOG

Standardi za notranje talne obloge predpisujejo predvsem dimenzijo (debelino, dolžino in širino) posamezne vrste talne obloge ter vlažnost lesa.

Preglednica 1: Standardi za notranje talne obloge (Straže, 2016)

standard EN	proizvod	lesna vlažnost	debelina	dolžina	širina
13226	deščični (klasični) parket	9±2, 10±3	≥14 ±0,2	≥250±0,5	≥40±0,2
13227	lam parket	9±2, 10±3	(9/11)±0,2, (6/10)±0,2, (13/14)± 0,2	(120/400)±0,2, ≥400±0,2, (350/600)±0,2	(30/)±0,2, (60/180)±0,2, (60/80)±0,2
13228	masivni parket	9±2, 10±3	≥13±0,2, (8/14)±0,2	(200/400)±0,2, (200/2000)±0,2	(40/80)±0,2, (40/100)±0,2
13488	lamelni parket	9±2, 8±2	8±0,3	(115/65)±0,2	≥35±0,1
13489	večslojni parket	7±2		L≥±0,2	B±0,2
13629	sestavljeni deski	9±3	≥10±0,3	≥900±0,2	≥110±0,3
13329	laminatni pod			L±0,2	B±0,3

Na podlagi zahtev posameznih standardov lahko parket razvrstimo v tri kakovostne razrede (Preglednica 2).

Preglednica 2: Kakovostni razredi (Straže, 2016)

	1	2	3
Grče (zdrave, vrasle)	$d \leq 2 \text{ mm}$	$d \leq 5 \text{ mm}$	$d \leq 15 \text{ mm}$
$\ddot{s} > 70 \text{ mm}$	$d \leq 5 \text{ mm}$	$d \leq 10 \text{ mm}$	$d \leq 30 \text{ mm}$
Grče (nezdrave)	$d \leq 1 \text{ mm}$	$d \leq 3 \text{ mm}$	$d \leq 10 \text{ mm}$
Obarvanje	ni dovoljeno	do 50 % površine	dovoljeno
Vključena skorja	ni dovoljena	ni dovoljena	dovoljena
Potek vlaken	naklon dovoljen	naklon dovoljen	naklon dovoljen
Razlike barve	rahle	dovoljene	dovoljene

2.3 LASTNOSTI LESA, KI SO POMEMBNE Z VIDIKA UPORABE ZA TALNE OBLOGE

Les je tridimenzionalen naravni polimerni kompozit. Njegovi primarni gradniki so polimeri celuloze, hemiceluloze in lignina. Ti polimeri določajo lesu večino fizikalnih in mehanskih lastnosti. Les je ekonomičen obnovljiv vir, z nizko energijo obdelave in predelave, je trden in estetski, zato je zaželen gradbeni in inženirski material. Seveda pa ima tudi slabe lastnosti, ki pa jih lahko minimaliziramo s pravilno uporabo. Les je higroskopen, dimenzijsko nestabilen, biološko razgradljiv, gorljiv material, prav tako pa ni odporen na UV-svetlobo, kisline in baze (Rowell, 1983).

Lesene obloge, kot produkt iz lesa, zahtevajo skrbno izbrane lesne vrste s primernimi lastnostmi. Glede na vrsto uporabe npr. zunanje talne obloge (terase, balkoni, pohodne poti, leseni mostovi, pomoli ...) in notranje talne obloge (masivni parket, deščični – klasični parket, lam parket, lamelni parket, večslojni parket, sestavljeni deski in laminatne pode) moramo izbirati med vrstami, ki imajo ustrezne lastnosti. Pri tem je treba upoštevati več kriterijev, da zagotovimo ustrezno trajnost in udobnost tekom uporabe. Mesto vgraditve in namembnost prostorov sta najpomembnejša kriterija, na podlagi katerih se odločimo za lesno vrsto, ki ima primerne tehnološke lastnosti (odpornost proti obrabi, trdnost, trdoto in dimenzijsko stabilnost) in fizikalne lastnosti (toplota in zvočna izolativnost, elektrostatičnost ...). Z izbiro orientiranih elementov in lesa brez rasnih posebnosti ter osušenega na primerno vlažnost, ki ustreza povprečnim klimatskim razmeram na mestu vgraditve, se da minimalizirati prečne krčitvene anizotropije. Poleg vsega naštetega pa je pomemben tudi pravilen postopek vgradnje, pravilna konstrukcija in zaščita s premaznimi sredstvi, pri katerih je treba upoštevati vpliv na zdravje ljudi, ekonomičnost oziroma ceno izdelka in estetske lastnosti lesa (barva, tekstura ter dekorativnost). Na trgu je mogoče izbirati med talnimi oblogami različnih lesnih vrst, tipov konstrukcij in z različno stopnjo obdelave.

2.3.1 Naravna trajnost in razredi uporabe

Pri izbiri talnih oblog za zunanjou uporabo je treba še posebej paziti na trajnost lesa. Naravna trajnost je lastnost lesa, da krajši ali daljši čas kljubuje vplivom, ki povzročijo spremenjanje njegovih naravnih lastnosti. Različni lesovi, imajo različno naravno odpornost, ki je odvisna od odpornosti lesne vrste (lesne vrste z obarvano jedrovino – črnjava so trajnejše), vlage v lesu (z vlažnostjo lesa pod 20 % preprečimo delovanje gliv), časa sečnje (zimska sečnja in takojšnja predelava), klimatskih razmer (razmere so spremenljive, vendar okvirno znane, zato les posušimo na ravnovesno vlažnost), bioloških škodljivcev – glive, insekti (z osušitvijo pod 20 % les zaščitimo pred delovanjem gliv, lahko pa les preventivno zaščitimo z insekticidi ali fungicidi) in konstrukcije samega izdelka (pomembno je, da se lahko les posuši, če pride do navlažitve) (Lesar in sod., 2008). Seveda pa lahko na trajnost lesa vplivamo tudi sami s pravilno vgradnjou, konstrukcijo in izbiro primerne lesne vrste ter da les primerno zaščitimo.

Naravna odpornost lesa je odvisna predvsem od vsebnosti ekstraktivnih in jedrovinskih snovi, nanjo pa vplivajo še vlažnosti lesa, hrapavosti površine in grč ter drugih anomalnih rastnih posebnosti. V skladu s standardom SIST EN 350-2, glede na naravno odpornost, lesne vrste razdelimo v pet trajnostnih razredov (Preglednica 3).

Preglednica 3: Trajnostni razredi lesa v skladu s standardom SIST EN 350-2

TRAJNOSTNI RAZRED	LESNE VRSTE
1 (zelo odporne)	afzelia (doussie), muhuhu, jarrah, merbau, iroko, belinga, afrormozija, padouk, robinija, tik, makore
2 (odporne)	tisa, kostanj, sipo, karri, kempas, azobe, wenge, hrast, bangkurai, meranti, mahagoni, framire
3 (zmerno odporne)	macesen, rdeči bor, duglazija, bitangor, tiama, sapeli, oreh
4 (slabo odporne)	jelka, smreka, okume, limba, brest
5 (neodporne)	kiptomerija, javor, divji kostanj, jelša, breza, gaber, bukev, jesen, topol, lipa, samba (wawa, abachi)

Na les tekom uporabe vpliva vrsta biotskih in abiotiskih dejavnikov. Intenzivnost njihovega delovanja je odvisna od mesta vgraditve, ki jo določa razred izpostavitve oziroma ogroženosti in predhodna naravna odpornost lesne vrste. Slabše odporne lesove lahko s postopki impregnacije zaščitimo in izpostavimo ostrejšim pogojem uporabe.

Standard SIST EN 335/1-2 predstavlja razrede ogroženosti glede na mesto uporabe. V skladu s standardom poznamo pet razredov izpostavitve oziroma ogroženosti glede na mesto uporabe in možnost bioloških okužb z insekti ter glivami (Preglednica 4).

Preglednica 4: Razredi izpostavitev/ogroženosti glede na mesto uporabe, vlažnost lesa in možnosti bioloških okužb z insekti ali glivami (SIST EN 335-2)

Razred izpostavitev/ ogroženosti	Mesto uporabe	Lesna vlažnost	Biotski dejavniki	
			glove	insekti
1.	NOTRANJI PROSTORI (pohištvo, talne obloge, notranja vrata)	vedno pod 20 %	ne	da
2.	POKRITI ZUNANJI PROSTORI (podstrešja in podporni les (konkretno prezračevan))	izjemoma nad 20 %	da	da
3.	NA PROSTEM, VENDAR NE V STIKU S TLEMI ALI VODO (konstrukcijski les, izpostavljen padavinam, obloge, stavbno pohištvo)	občasno ali pogosto nad 20 %	da	da
4.	V VODI ALI NA TLEH (drogovi, železniški pragovi, lesene podlage)	stalno nad 20 %	da	da
5.	V MORSKI VODI (piloti)	stalno nad 20 %	da	da

Pri uporabi lesnih vrst, katerih naravna trajnost ni zadostna, sta pomembni lastnosti še permeabilnost in z njo povezana impregnabilnost. Slabo odporne lesne vrste je mogoče globinsko zaščititi in jih tako pripraviti za uporabo tudi za razred izpostavitev 4 (v vodi in na tleh), predpogoj za uspešno zaščito pa je zadostna impregnabilnost lesa. Permeabilnost ali prevodnost v poroznih materialih pojasnjuje Darcyjev zakon, ki pojasnjuje prevodnost kapljevin skozi kapilarne sisteme, med katere spada tudi les.

2.3.2 Mehanske lastnosti, pomembne za talne obloge

Trdota

Ena pomembnejših mehanskih lastnosti pri uporabi lesnih vrst za talne obloge je trdota. Trdota je odpornost materiala proti lokalni plastični deformaciji. Izražamo jo v N/mm².

Za določanje trdote poznamo več testnih metod. Najpogosteje uporabljamo test trdote po Brinellu, Janki in Monninu. Vsi so standardizirani.

Trdota po Brinellu: Brinellova lestvica (HB) je določena s standardi ISO. Metoda zahteva, da se v površino testiranega materiala vtišne jekleno kroglo s premerom 10 mm z določeno silo, ki je odvisna od gostote materiala in lahko znaša 100, 500 in 1000 Newtonov (N), 15 sekund pritiskamo na površino izbranega lesa (sila se zvezno povečuje do končne vrednosti), 30 sekund pustimo in nato v 15 sekundah odstranimo ter izmerimo premer odtisa kroglice (Slika 7).

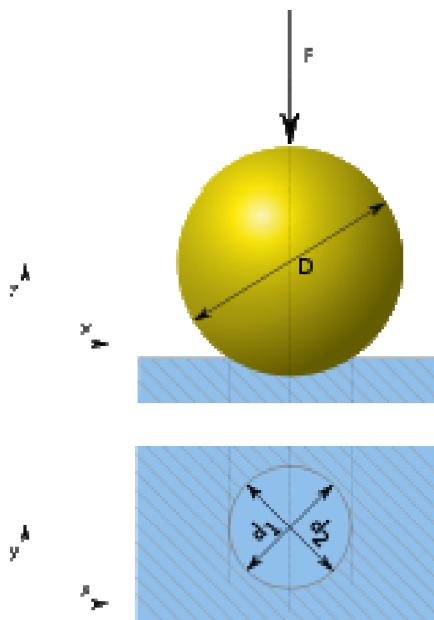
Trdoto izračunamo iz sile in premera odtisa po enačbi:

$$H_B = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})},$$

kjer je:

- H_B – trdota po Brinellu,
F – sila vtiskanja kroglice,
D – premer kroglice,
d – premer odtisa kroglice.

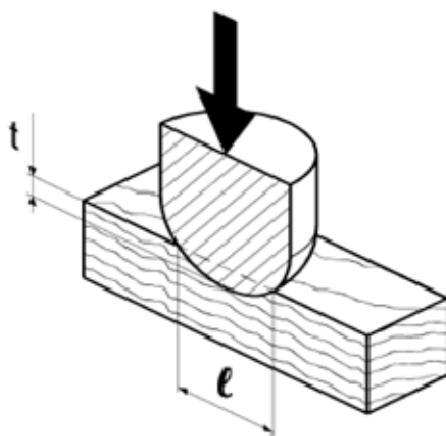
Trdoto lesa ločeno določamo za prečno in vzdolžno (radialno in tangencialno) površino. Brinellova metoda za določanje trdote se uporablja tudi za druge materiale (kovine ...). Oznaka za Brinellovo trdoto je HB, vrednost pa je brezrazsežno število. Poskus je leta 1900 predlagal švedski inženir Johan August Brinell (1849–1925) (Riggio in Piazza, 2010).



Slika 7: Brinellov test trdnosti (Wikipedija, 2016)

Test trdote po Janki: Določanje trdote lesa po Janki je standardizirana metoda, pri kateri merimo silo, ki je potrebna, da jekleno kroglo s premerom 11,28 mm vtisnemo v les do ekvatorja krogle, ki ima površino 100 mm². To pomeni vtis globine 5,64 mm globoko v material, kateremu merimo trdoto (Riggio in Piazza, 2010).

Test trdote po Monninu je standardizirana metoda, pri kateri jeklen cilinder s premerom 30 mm vtisnemo v radialno površino preizkušanca z maksimalno silo 2 kN za 5 sekund. Ker je težko izmeriti globino penetracije, si pomagamo s širino vtisa. Trdota po Monninu je tako določena kot recipročna vrednost globine penetracije. Pri testu se pogosteje pojavljajo eksperimentalne napake zaradi težkega merjenja širine vtisa, je pa test primernejši za trše lesove, kjer orodje pri testu po Janki povzroča cepljenje materiala (Riggio in Piazza, 2010).



Slika 8: Monnинов test trdnosti (Riggio in Piazza, 2010)

Danes najpogosteje uporabljena metoda določanja trdote je trdota po Brinellu. Trdota po Brinellu (HB) za posamezne lesne vrste je prikazana v preglednici 5.

Preglednica 5: Trdote po Brinellu (N/mm^2) za nekatere lesne vrste (Straže, 2016)

LESNA VRSTA	TRDOTA PO BRINELLU – HB (N/mm^2)
Bambus	80
Kanadski javor	48
Evropski javor	32
Breza	26
Ameriška češnja	31
Bukev	39
Jesen	40
Hrast	38
Afromozija	40
Iroko	35
Doussie	47
Merbau	49
Makore	52
Hruška	35
Jatoba	71
Padouk	43
Ameriški oreh	35
Wenge	56

Na splošno so zahteve po trdoti talnih oblog višje pri zunanjih talnih oblogah, pri notranjih pa potrebna trdota variira glede na mesto uporabe. V športnih dvoranah, kjer je obremenitev talne oblage večja, mora biti tudi trdota talne oblage večja kot na primer v normalnih bivalnih prostorih stanovanjskih stavb.

Dimenzijska stabilnost

Pomembna lastnost lesa za talne obloge je tudi dimenzijska stabilnost. Boljša kot je dimenzijska stabilnost, manjše bodo spremembe dimenzij v spremenljivi klimi. Les je namreč higroskopen material, ki teži k ravnovesju s klimo, v kateri se nahaja. Zaradi spremenjanja klime, je tudi les ves čas v stanju adsorbcije in desorbcije (navlaževanja in sušenja). V praksi to pomeni, da les ves čas nabreka oziroma se krči. Različni lesovi imajo različno dimenzijsko stabilnost, če pa jih vgradimo v prostor s konstantno klimo, se njihova dimenzija ne bo spremenila.

Kazalniki dimenzijske stabilnosti so:

- diferencialni nabrek (q), ki pomeni spremembo dimenzije lesa, če se lesna vlažnost spremeni za 1 %;
- koeficient nabrekanja (h), ki pomeni spremembo dimenzije lesa, če se relativna zračna vlažnost spremeni za 1 % in
- sorpcijski kvocient (s), ki pomeni spremembo vlažnosti lesa, če se relativna zračna vlažnost spremeni za 1 %.

Kazalnik q in h navajamo ločeno za tangencialno (q_T , h_T) in radialno smer (q_R , h_R). Pomembna kriterija sta tudi razlika ($q_T - q_R$) in kvocient (q_T/q_R), kateri se imenuje prečna krčitvena anizotropija. Lesovi imajo lahko zelo ugodne, ugodne, normalne in neugodne kazalnike dimenzijske stabilnosti, ki so prikazani v preglednici 6.

Preglednica 6: Kazalniki dimenzijske stabilnosti (Gorišek, 2009)

KRITERIJI	NEUGODNO	NORMALNO	UGODNO	ZELO UGODNO
$q_T [\%/\%]$	>0,4	0,3-0,4	<0,3	
$q_T - q_R [\%/\%]$	>0,2	0,12-0,02	<0,12	
$h_T [\%/\%]$	>0,065	0,05-0,065	<0,05	
$h_T - h_R [\%/\%]$	>0,035	0,02-0,035	<0,02	
q_T/q_R	>2,0	1,6-2,0	<1,6	
$S [\%/\%]$	>0,6	0,15-0,16	0,14-0,15	<0,14

Razlike v dimenzijski stabilnosti med lesovi se pojavijo zaradi različnih gostot in tudi razlik v kemični sestavi, deležu ekstraktivnih snovi in razlik med jedrovino in beljavo. Bolj dimenzijsko stabilni lesovi so tisti z majhno krčitveno anizotropijo in dolgim uravnovesnim časom (Gorišek, 2009).

Čeprav so opisani kazalniki najboljši pokazatelji dimenzijske stabilnosti lesa, literatura pogosto navaja podatke o krčenju (β) ali nabrekanju (α) v različnih smereh. Najpogosteje navajajo krčenje v tangencialni, radialni in vzdolžni (longitudinalni, aksialni) smeri (β_T , β_R , β_V), volumsko krčenje (β_V) in anizotropijo krčenja (β_T/β_R) (Gorišek, 2009).

2.4 LESNE VRSTE ZA TALNE OBLOGE

Danes se za talne obloge uporablja zelo različne lesne vrste, tako domače kot tropске. Pomembna je pravilna izbira vrste lesa in seveda pravilna vgradnjha. Pri nas so za talne obloge najpogosteje uporabljene domače lesne vrste, kot so bukev, hrast, jesen, gorski javor, divja češnja, oreh, robinija, evropski macesen, oljka in poljski brest. Med tropskimi lesnimi vrstami pa se najpogosteje pojavljajo tik, iroko, sapeli, doussie, kempas, merbaue, mahagoni, sucupira, jatoba in druge. Pravilna izbira lesne vrste za talno oblogo je pomembna zaradi potrebnih lastnosti, ki jih zahteva tip obloge. Tukaj imamo v mislih vse

predhodno opisane lastnosti lesa, dodatno pa je treba upoštevati še videz lesa (teksture in barve), ki je tudi odvisen od lesnih vrst.

2.5 PROBLEMATIKA KOMERCIALNIH IMEN

Komercialna imena nekaterih lesnih vrst se pogosto zlorablja oziroma napačno uporabljajo. Pod enakim komercialnim imenom se namreč prodajajo različni lesovi, ki z imenom, pod katerim se prodajajo, nimajo nobene povezave, razen mogoče podobnega videza, lastnosti pa so v veliki večini primerov slabše. Najbolj znan primer zlorabe komercialnega imena vrste je mahagoni.

Ime mahagoni smejo nositi samo vrste iz rodu *Swietenia*, ki izhaja iz centralne Amerike (*Swietenia macrophilla* – centralnoameriški mahagoni). Njemu sorodna vrsta je afriški mahagoni iz rodu *Khaya*; oba spadata v družino *Meliaceae*. Zaradi izstopajočih tehnoloških in dekorativnih lastnosti je bil les ameriškega in afriškega mahagonija zelo zaželen in masovno uporabljen. Ko je začelo lesa pravega mahagonija primanjkovati, so se trgovci osredotočili na lesove podobnega videza, njihove lastnosti pa so bile v večini primerov slabše. Predvsem videz lesa je bil razlog, da se je na trgu pojavilo veliko število vrst, ki so jih prodajali pod imenom mahagoni, kar je bil porok za dobro prodajo (Čufar, 2006).

Bližnja sorodnika obeh navedenih mahagonijev iz rodu *Entandrophragma* (družina *Meliaceae*) sta sipo (*Entandrophragma utile* Sprague) in sapelli (*Entandrophragma cylindricum* Sprague). Ta dva imata relativno ugodne mehanske in tehnološke lastnosti, ki ne odstopajo dosti od lastnosti pravih mahagonijev. Komercialno zanimivi sta še vrsti tiama (*Entandrophragma angolense* C. DC.) in kosipo (*Entandrophragma candollei* Harms.), ki pa imata precej manj ugodne lastnosti, njuna predelava in obdelava pa je pogosto težavna (Čufar, 2006).

Problematika komercialnega imena mahagoni je bila prisotna tudi v Sloveniji, saj so ugotovili, da je bilo pred leti pod tem imenom naprodaj 28 lesnih vrst iz naslednjih rodov in družin: *Swietenia*, *Khaya*, *Entandrophragma*, *Guarea*, *Lovoa*, *Cedrella*, *Carapa* – *Meliaceae*, *Tarrieta* – *Sterculiaceae*, *Aucoumea* in *Canarium* – *Bombacaceae*, *Parashorea*, *Shorea Pentacme* – *Dipterocarpaceae*. V nekaterih primerih je šlo vsaj za bližnje botanične sorodnike, mnoge vrste pa z mahagonijem nimajo nikakršne zveze, ne v botaničnem in ne v lesno-tehnološkem smislu (Čufar, 2006; Torelli, 2006).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 IZBOR TESTNEGA MATERIALA IN PRIPRAVA MATERIALA ZA IZDELAVO PREPARATOV

Predmet raziskave so bili vzorci talnih oblog, različnih dimenzijs ter oštevilčeni z zaporednimi števili od 1 do 22 (Sliki 9 in 10). Vzorce smo dobili od podjetij, ki dobavljajo lesene talne obloge. Na posameznih vzorcih so bila zapisana komercialna imena, pod katerimi se je les prodajal. V prvi fazi smo vzorce natančno vizualno makroskopsko pregledali in naredili grobo primerjavo med vzorci na podlagi teksture, barve in teže lesa. V naslednji fazi smo pripravili vzorce za natančnejše anatomske preiskave. Iz kosov lesa smo v delavnici, na tračnem žagalmem stroju, izrezali orientirane količke (Slika 11). Iz vzorca vsake vrste smo izrezali prečno, radialno in tangencialno orientiran količek, dimenzijs 10 mm x 10 mm x 20 mm.



Slika 9: Vzorci talnih oblog od 1 do 12



Slika 10: Vzorci talnih oblog od 13 do 21



Slika 11: Tračni žagalni stroj; rezanje orientiranih količkov za izdelavo anatomskeih preparatov

Izdelane orientirane količke smo namočili v vrelo vodo, ko pa se je ta ohladila, smo dodali glicerol in etanol. Razmerje vode, glicerola in etanola je bilo 70 : 20 : 10. V mešanici vode, glicerola in etanola smo nato vzorce pustili tri tedne.

3.2 PRIPRAVA VZORCEV ZA ANATOMSKE PREISKAVE

Po treh tednih so bili vzorci prepojeni in zmehčani, tako da smo začeli z rezanjem preparatov. Orientiranim količkom smo pred rezanjem posneli robove in jih vpeli v mizico mikrotoma. Preparate smo rezali na drsnem mikrotomu Leica SM 2000R. Med rezanjem rezin smo količke dodatno omakali z destilirano vodo, da se površina ni osušila. Ksilotomske rezine lesa smo nato obarvali z mešanico safranina, astra modre, (deionizirajoče vode) in ocetne kisline (Van der Werf in sod., 2007). Rezine smo pustili namočene v barvilu 30 minut, potem pa smo jih dehidrirali; najprej s 50 % etanolom, nato s 70 % etanolom in na koncu še s 100 % etanolom.

Barvilo safranin je rdeče obarvalo lignin, astra modra pa je obarvala celulozne komponente. Tako pripravljene rezine smo vklopili na objektna stekla, dodali tri kapljice vklopnega medija Euparal (3C-239; Chroma) in jih prekrili s krovnim steklom. Iz preparatov smo odstranili zračne mehurčke ter jih obtežili z 200 g utežmi. Tako obtežene smo pustili 24 ur, da se je Euparal strdil. Preostale količke smo po končanem delu shranili nazaj v prahovke in jih prelili s 70 % etanolom.



Slika 12: Rezanje preparatov na drsnem mikrotomu Leica SM 2000R

3.3 PREISKAVA PREPARATOV IN IDENTIFIKACIJA LESNIH VRST

Anatomske preiskave smo opravili na raziskovalnem mikroskopu Nikon Eclypse E 800 (Kanagawa, Japan). Fotomikrografijo smo opravili z digitalno kamero Nikon Ds-Fi1 z računalniško podporo programa NIS Elements BR (v. 3.0). Preparat smo vpeli na mizico mikroskopa, vse vzorce smo najprej pregledali in fotografirali na vseh treh prerezih pri 4-kratni povečavi. Za natančnejša opazovanja smo uporabljali večje povečave in opravili dodatno fotografiranje anatomskih posebnosti. Vsem fotografijam smo desno spodaj dodali merilno skalo. Identifikacijo lesnih vrst smo opravili s pomočjo računalniško podprtega identifikacijskega ključa INTKEY, in sicer verzijo za makroskopsko (Richter in Oelker, 2000) in mikroskopsko (Richter in Dallwitz, 2002) identifikacijo lesa. V ključ smo vpisali ime lesne vrste, ki ga je navedel trgovec, nato pa smo preverili, ali se znaki, ki so značilni za proučevano lesno vrsto ujemajo z anatomskimi posebnostmi našega vzorca. Vsako od vrst smo anatomsko natančno opisali in med seboj primerjali vzorce, ki so imeli enaka komercialna imena.

3.4 PREGLED LASTNOSTI IDENTIFICIRANIH VRST

Po natančni identifikaciji smo želeli primerjati dostopne podatke o določenih mehanskih in fizikalnih lastnostih. Podatke o lastnostih proučevanih lesnih vrst smo pridobili s pomočjo literature Holzatlas (Wagenführ, 2007) ter spletnih strani Tropix, Inside-Wood in The Wood-database. Iskali smo podatke o gostoti lesa, trdoti, tangencialnem in radialnem skrčku ter razmerju le-teh (prečna krčitvena anizotropija), dimenzijski stabilnosti, točki nasičenja celičnih sten, porušitveni in upogibni trdnosti, modulu elastičnosti ter naravnih trajnosti. Na podlagi pridobljenih podatkov o lastnosti lesa smo opravili primerjavo primernosti lesnih vrst za masivne talne obloge.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

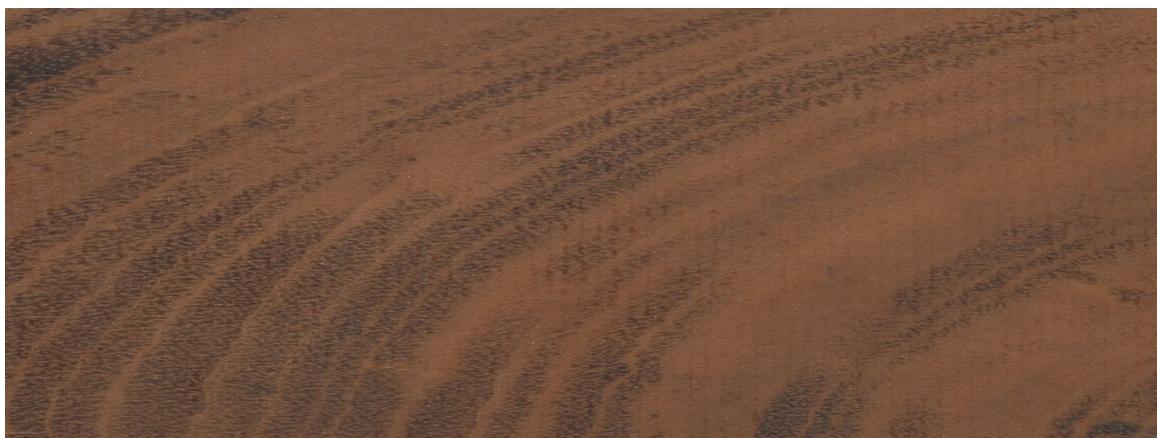
4.1 MAKROSKOPSKA IN MIKROSKOPSKA ANALIZA VZORCEV TER IDENTIFIKACIJA LESNIH VRST

V nadaljevanju sledi makroskopski opis, identifikacija in natančen anatomske opis ter fotomikrografija posameznih preiskovanih lesnih vrst.

4.1.1 *Astronium graveolens*

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Astronium graveolensis* so Karibi, Mehika, centralna in tropška Južna Amerika. Na trgu se pojavlja pod različnimi komercialnimi in lokalnimi imeni, kot so gonçalo alves (BR), gateado (VE), jobillo (MX) in tigerwood. Vrsta ni zaščitena z uredbo konvencije CITES (Konvencija o mednarodni trgovini z ogroženimi prostoživečimi rastlinskimi in živalskimi vrstami).

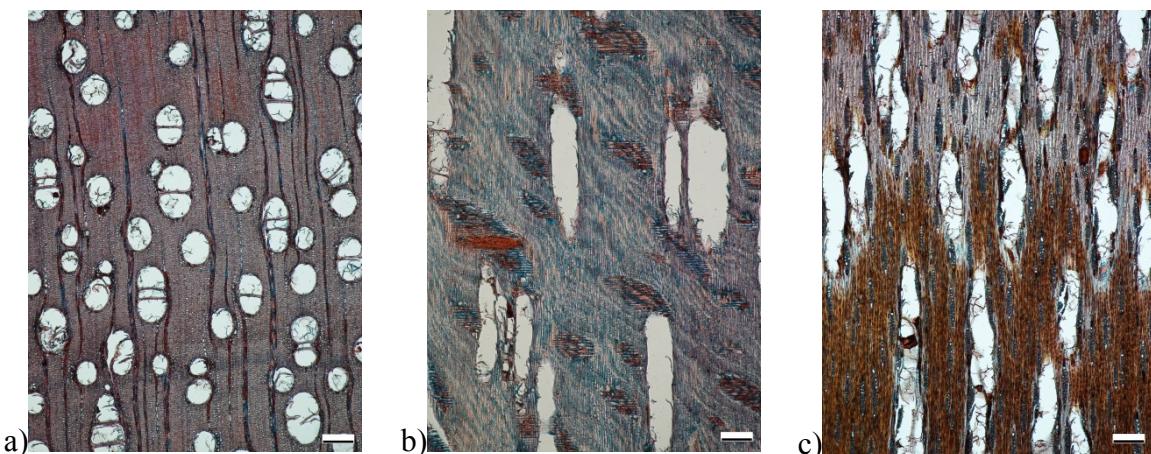


Slika 13: Vzorec 1 – trgovsko ime: tiger wood – *Astronium graveolens*, površina lesa

Les (Slika 13) je rdeče rjav (rjasto rjav, oranžno rjav ali rdeče rjav, ko je svež, po sušenju pa je rjav, rdeč ali temno rdeče rjav) z neenakomerno razporejenimi progami temno rjave do črne barve, barva beljave se razlikuje od barve jedrovine. Beljava je umazano siva ali rjavo bela. Les je brez vonja oziroma je ta nerazložen. Povprečna gostota lesa je 0,69–0,95 g/cm³, premer drevesa pa je 60–80 cm. Les je komercialno zanimiv (Richter in Oelker, 2000).

Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo posamične traheje (pore) in traheje v skupinah (v večini primerov po 2–3), ki so grupirane v radialni smeri. Povprečni tangencialni premer trahej je 80–170 μm , povprečno število je 7–13 trahej/ mm^2 , povprečna dolžina trahejnih členov pa je 320–750 μm . Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje pa so alternirajoče. Piknje med trakovi in trahejami so reducirane ali enostavne. Tile so lahko prisotne ali pa jih ni (Richter in Dallwitz, 2002).

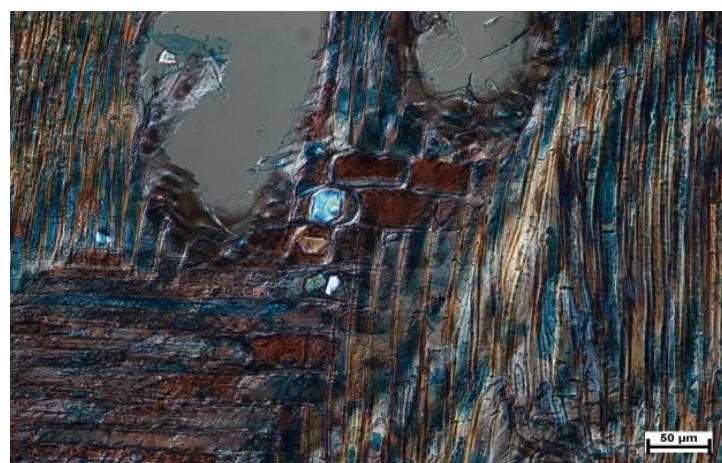


Slika 14: *Astronium graveolens* a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 μm

Povprečna dolžina vlaken je 910 –1710 μm , celične stene so srednje do zelo debele, vlakna so izključno septirana. Aksialen parenhim je paratrahealen, vazicentričen, krilast, konfluenten oziroma zlivajoč in v pramenih. Povprečno število celic je 3–4.

Trakovi so heterogeni s kvadrastimi ali pokončnimi celicami, omejenimi na marginalne vrste (večinoma ena vrsta), so večredni in široki 2–3 celice.

Medcelični kanali so prisotni (radialni tip). Prisotni so tudi mineralni vključki (Slika 15), po večini gre za prizmatične kristale v trakovnih celicah, celicah aksialnega parenhima in ob tilah v lumnih trahej. Kristali v aksialnem parenhimu niso v kamrastih celicah, število kristalov v celici je ena. Silikati niso prisotni.



Slika 15: *Astronium graveolens*, radialni prerez – detajl kristala v trakovni parenhimski celici, polarizirana svetlo; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so najbolj prepoznavni znaki septirana vlakna in prisotnost medceličnih kanalov, makroskopsko pa vrsto prepoznamo predvsem po jedrovini z značilnimi progami in lepo vidnimi večrednimi trakovi (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.2 *Bowdichia* spp.

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Bowdichia* spp. je vsa tropска Južna Amerika. Na trgu se pojavlja pod komercialnimi in lokalnimi imeni sucupira (DE, BR, GB), sapupira do campo, preta, sebipira, cutiuba, paricarana (BR), coeur dehors (FR). *Bowdichia* ni zaščitena z uredbo konvencije CITES.

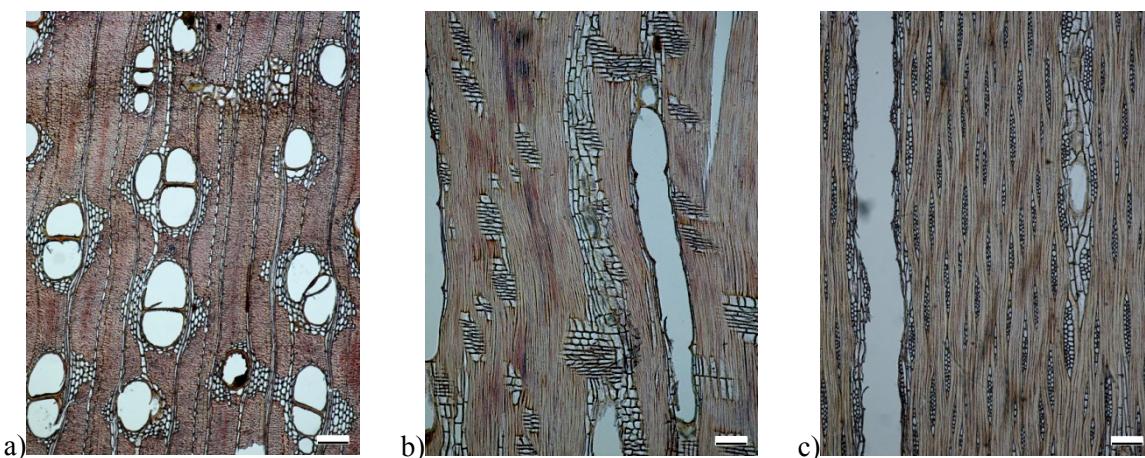


Slika 16: Vzorec 3B – trg. ime: sucupira – *Bowdichia* spp., površina lesa

Jedrovina (Slika 16) je večinoma rjava, rumeno rjava ali črna in je brez prog. Barva beljave je svetlejša od barve jedrovine. Povprečna gostota je $0,7\text{--}0,85 \text{ g/cm}^3$, premer drevesa pa je $40\text{--}60 \text{ cm}$ (Richter in Oelker, 2000).

Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore) v skupinah (v večini primerov po 2–3), ki so grupirane v radialni smeri (Slika 17). Povprečen tangencialni premer traheje je $70\text{--}150\text{--}260 \mu\text{m}$. Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje so alternirajoče. Piknje med trahejami in trakom so navidezno enostavne, lahko podobne intervaskularnim piknjam ali pa tudi ne.



Slika 17: *Bowdichia* spp.: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljica $200 \mu\text{m}$

Celične stene vlaken so srednje do zelo debele. Piknje v vlaknih se pojavljajo tako v radialnih kot v tangencialnih stenah. Piknje so enostavne do nekoliko obokane. Vlakna niso septirana.

Aksialen parenhim je paratrahealen, vazicentričen, krilast in zlivajoč. Krilast parenhim rombast in krilast. Aksialen parenhim v pramenih, povprečno število celic je 2–4. Trakovci so heterogeni (Slika 18) s kvadratistimi ali pokončnimi celicami, omejenimi na marginalne vrste (večinoma ena vrsta, lahko tudi 2–4), so večredni in široki 2–4 celice. Število trakov na tangencialni mm je 6–8.



Slika 18: *Bowdichia* spp., radialno prerez: detajl heterogenega traku; daljica 50 µm

Urejene strukture so lahko prisotne ali pa jih ni. Trakovi, aksialni parenhim in trahejni členi so urejeni v strukture, vlakna pa so lahko urejena ali ne. Medceličnih kanalov ni. Prisotni so tudi mineralni vključki, po večini gre za prizmatične kristale v trakovnih celicah in celicah aksialnega parenhima. Kvadrataste ali pokončne celice trakov in celice aksialnega parenhima, ki vsebujejo kristale, so kamraste. Število kristalov v celici je ena. Silikati niso prisotni.

Na mikroskopskem nivoju so najbolj prepoznavni znaki piknje v vlaknih v radialnih in tangencialnih stenah, traheje v skupinah, ni helikalnih odebelitev in prisotni so heterocelularni trakovi (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.3 *Distemonanthus benthamianus*

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Distemonanthus benthamianus* je tropski Afrika. Na trgu se pojavlja pod različnimi komercialnimi in lokalnimi imeni, kot so movingui (CI, FR, NG, DE), ayan, anyaran (GB, NG), barré, guétalie, koa (CI), bonsamdua, duabai (GH), okpe (TG), bosong, eyen, sella (CM), muvenghi, eyen, ogueminya (GA); eyen, bien (GQ) in ni pod zaščito CITES uredbe.

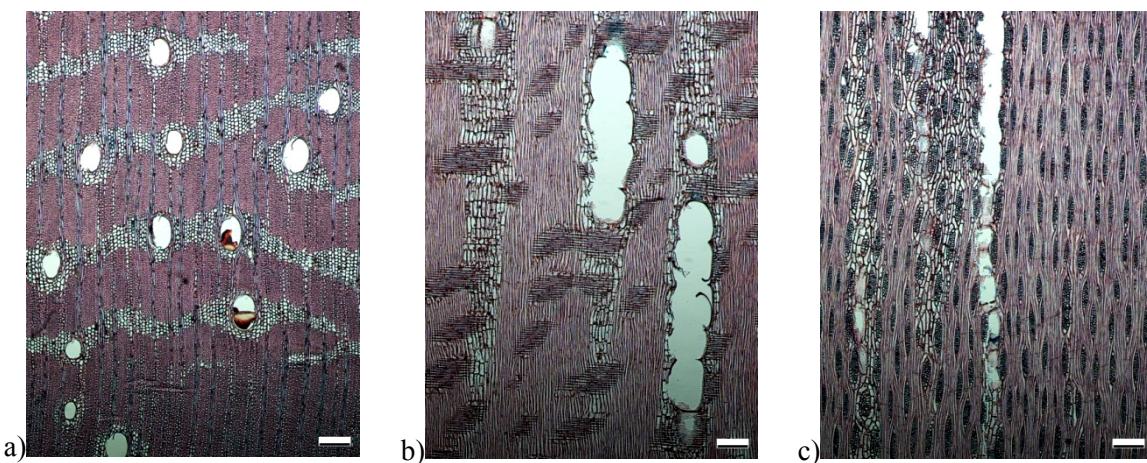


Slika 19: Vzorec 4 – trg. ime: movingui – *Distemonanthus benthamianus*, površina lesa

Barva jedrovine (Slika 19) je rumena do oranžno rjava, barva beljave pa je odvisna od barve jedrovine. Les s starostjo potemni. Specifična gostota je $0,6\text{--}0,8 \text{ g/cm}^3$, premer drevesa pa je $60\text{--}90 \text{ cm}$ (Richter in Oelker, 2000).

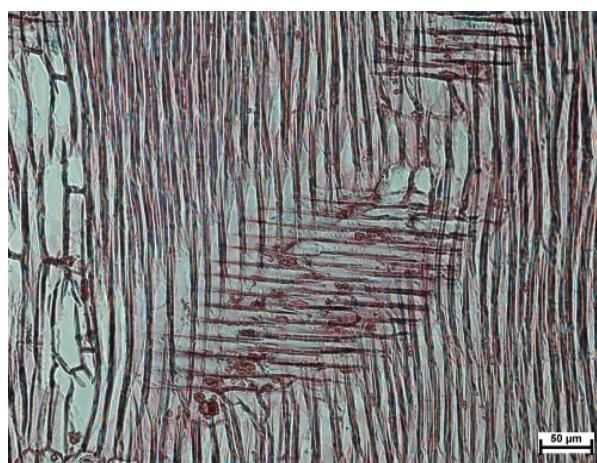
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Traheje so v skupinah, razporejene so brez posebnega vzorca, najpogosteje po 2–3 celice v radialnih vrstah. Povprečni premer trahej v tangencialni smeri je $120\text{--}180\text{--}255 \mu\text{m}$, povprečno število je $2\text{--}7\text{--}14 \text{ trahej/mm}^2$. Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje pa alternirajoče. Piknje med trakovi in trahejami so podobne itervaskularnim piknjam. Helikalne odebelitve niso prisotne.



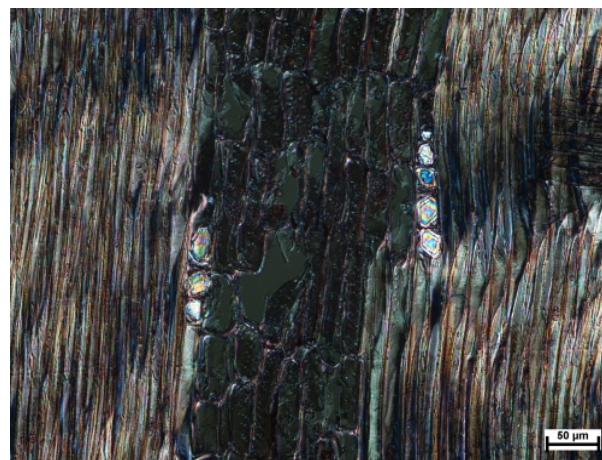
Slika 20: *Distemonanthus benthamianus*: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljica $200 \mu\text{m}$

Povprečna dolžina vlaken je $1000\text{--}1350\text{--}1750 \mu\text{m}$, celične stene so srednje debele. Vlakna niso septirana. Piknje v vlaknih so enostavne, pojavljajo se tako v radialnih kot v tangencialnih stenah. Aksialni parenhim je paratrahealen, krilast in v pramenih, ni pa v pasovih. Povprečno število celic je 2–4. Trakovi so heterogeni (Slika 21) s kvadratastimi ali pokončnimi celicami, omejenimi na marginalne vrste (večinoma ena vrsta, lahko tudi 2–4), so večredni in široki 2–5 celic.



Slika 21: *Distemonanthus benthamianus*, radialni prerez: detajl heterogenega traku; daljica 50 µm

Urejene strukture so prisotne. Vsi trakovi, aksialni parenhim in trahejni členi so urejeni. Prisotni so tudi mineralni vključki (Slika 22), po večini gre za prizmatične kristale, ki se nahajajo v kamrastih celicah aksialnega parenhima in trakovnih celicah. Število kristalov v celici je ena. Silikati prisotni kot zrna ali v agregatih v trakovnih celicah in celicah aksialnega parenhima.



Slika 22: *Distemonanthus benthamianus*, radialni prerez: detajl kristala v kamrasti celici aksialnega parenhima, polarizirana svetloba; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so najbolj prepoznavni znaki urejene strukture, piknje v vlaknih v radialnih in tangencialnih stenah, neurejena vlakna, brez medceličnih kanalov ter heterogeni trakovi in kristali v kamrastih celicah (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.4 *Pericopsis elata*

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Pericopsis elata* je tropski Afrika (zahodna in centralna Afrika). Na trgu se pojavlja pod komercialnimi in lokalnimi imeni afromosia (DE, GB, NG); krokodua (BE, GH); assamela (CI, FR); obang (CM); bohala, wahala (CF). *Pericopsis elata* je zaščitena vrsta z regulativo CITES, Annex 3.

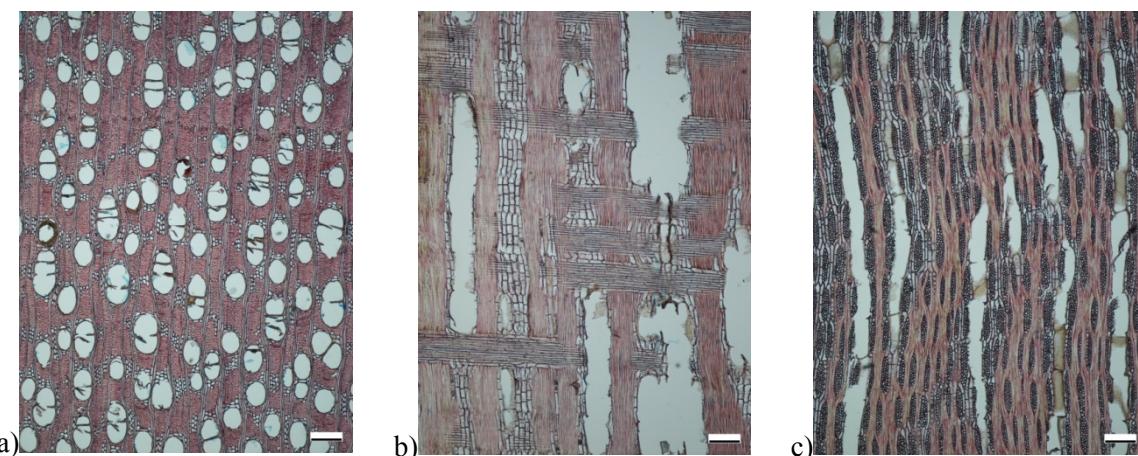


Slika 23: Vzorec 5–trg. ime: afromosia – *Pericopsis elata*, površina lesa

Jedrovina (Slika 23) je lahko rjavo rumena, rumeno zelena ali rjavo zelena, običajno brez prog. Les potemni s starostjo. Specifična gostota je 0,6–0,65–0,7 g/cm³, povprečen premer drevesa pa je 80–120 cm (Richter in Oelker, 2000).

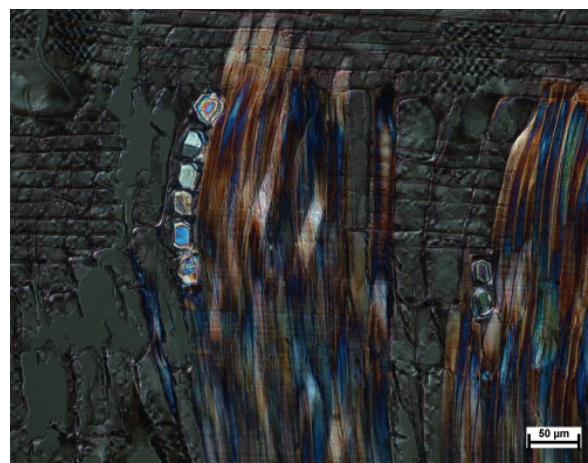
Mikroskopski opis

Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore) v skupinah (v večini primerov po 2–3), ki so grupirane v radialni smeri. Povprečen tangencialni premer trahej je 80–110–150 µm, povprečno število je 9–16–23 trahej/mm². Perforirane ploščice so enostavne, piknje med trahejami so alternirajoče. Piknje med trakovi in trahejami so z razločnimi oboki, podobne intervaskularnim piknjam. Helikalnih odebelitev ni. V trahejah stržena so prisotni svetlo barvani depoziti (Slika 24).



Slika 24: *Pericopsis elata*: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm

Vlakna s srednje do zelo debelimi celičnimi stenami. Piknje v vlaknih so omejene na radialne stene. Vlakna niso septirana. Aksialni parenhim je paratrahealen, vazicentričen, krilast in konfluenten ali enostranski v pramenih. Povprečno število celic je 2–4. Trakovi so homogeni in večredni, široki od 1–3 celice. Urejene strukture so prisotne. Urejeni so vsi trakovi, aksialni parenhim in traheje. Medcelični kanali niso prisotni. Mineralni vključki (Slika 25) so prisotni, gre za kristale, ki se nahajajo v kamrastih celicah aksialnega parenhima. Število kristalov je ena. Silikati niso prisotni.



Slika 25: *Pericopsis elata*, radialni prerez – detalj kristalov v predeljeni aksialni parenhimske celici, polarizirana svetloba; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so najbolj prepoznavni znaki urejene strukture, homogeni trakovi, neurejena vlakna in urejen aksialen parenhim, v katerem so prisotni anorganski vključki (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.5 *Intsia* spp.

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Intsia* spp. so Burma, Tajska, Laos, Vietnam, Kambodža, Indonezija, Pacifiški otoki, Avstralija in Madagaskar. Na trgu se pojavlja pod komercialnimi in lokalnimi imeni merbau (MY); malacca teak, mirabow, Moluccan ironwood (GB); ipil, kayu besi (ID); kwila, bendor (PG); ipil, ipil laut, malaipil (PH); tat-takun (MM); krakas prak (KH); lumpho, lumpho thale (TH); hintzy (MG). *Intsia* ni zaščitena z regulativno CITES.

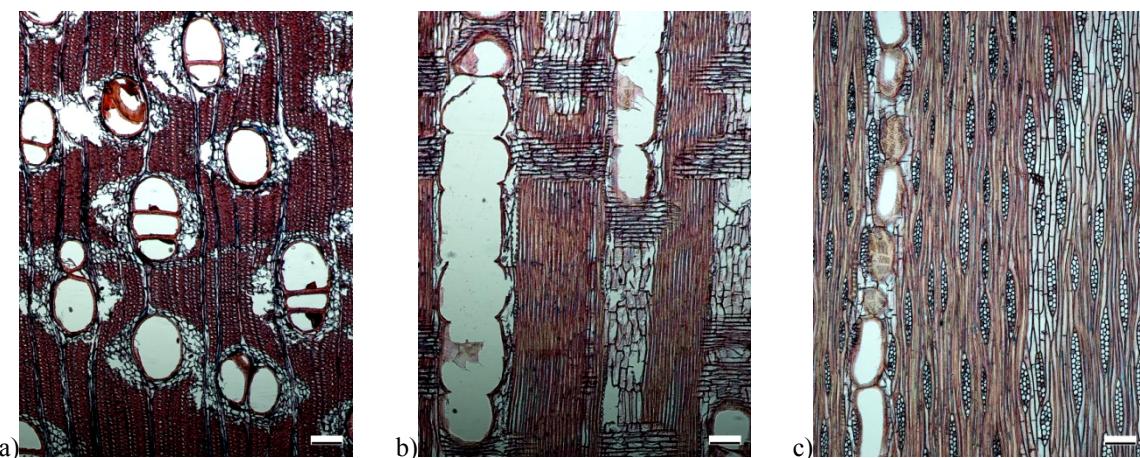


Slika 26: Vzorec 6 – trg. ime: merbau timber – *Intsia* spp., površina lesa

Jedrovina (Slika 26) je oranžno rjave do rdeče barve, brez prog. Letnice niso razvidne. Barva lesa sčasoma potemni. Povprečna gostota je $0,5\text{--}0,69\text{--}0,96 \text{ g/cm}^3$, povprečen premer pa je od 60–120 cm (Richter in Oelker, 2000).

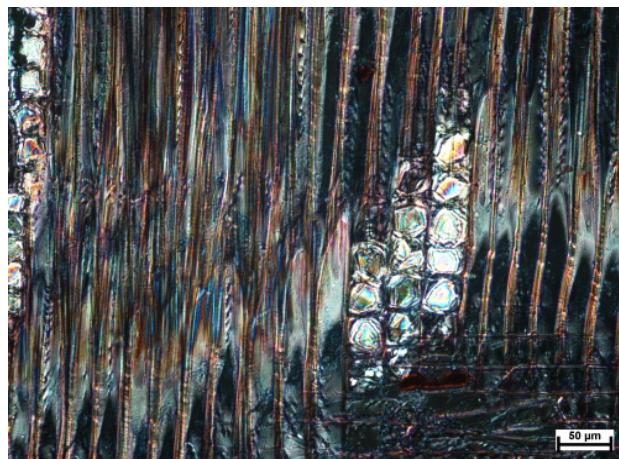
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore) brez posebnega razporeda (najpogosteje po 2–3), ki so grupirane v radialni smeri. Povprečen tangencialni premer trahej je $12\text{--}200\text{--}280 \mu\text{m}$, povprečno število je 2–3 (redkeje do 5) trahej/ mm^2 . Perforirane ploščice so enostavne, piknje med trahejami so alternirajoče. Piknje med trakovi in trahejami z razločnimi oboki, podobne intervaskularnim piknjam. Helikalne odebelitve niso prisotne, prav tako ni til. Ostali depoziti v trahejah jedrovine so prisotni.



Slika 27: *Intsia* spp.: a) Prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez.; daljice 200 µm

Povprečna dolžina vlaken je od 560–790 µm, celične stene so srednje do zelo debele. Vlakna niso septirana. Aksialni parenhim je paratrahealen v pasovih, marginalen ali pol marginalen, krilast in konfluenten. Krilast parenhim je rombast ali krilast. Aksialen parenhim v pramenih. Povprečno število celic je 2–4. Trakovi so homogeni, večredni in široki 1–2–4 celice. Urejene strukture niso prisotne. Mineralni vključki so prisotni (Slika 28), po večini gre za prizmatične kristale, ki se nahajajo v kamrastih celicah aksialnega parenhima. Število kristalov v celici je ena. Silikati niso prisotni.



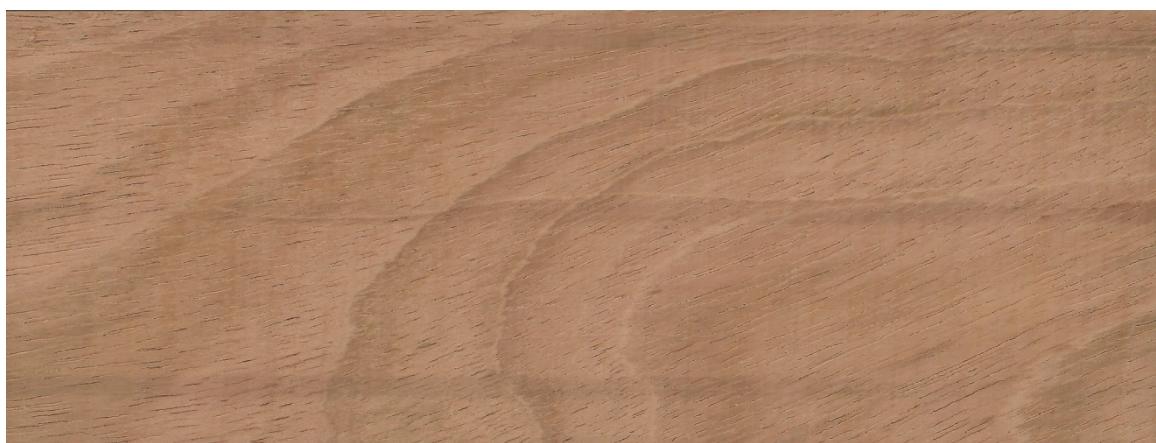
Slika 28: *Intsia* spp., radialni prerez – detalj prizmatičnih kristalov v kamrastih celicah, polarizirana svetloba; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so glavni prepoznavni znaki neseptirana vlakna, aksialen parenhim v pasovih, prisotnost kristalov in odsotnost urejenih struktur. Na makroskopskem nivoju pa je glavni prepoznavni znak izhajanje ekstraktivnih snovi iz jedrovine ob stiku z vodo (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.6 *Hymenaea courbaril*

Makroskopski opis

Geografsko poreklo vrste *Hymenaea courbaril* so Mehika in centralna Amerika, Karibi in tropška Južna Amerika. Na trgu jo najdemo pod različnimi komercialnimi in lokalnimi imeni courbaril (DE, FR, GB, GY); algarrobo (BR, VE); corobore (VE); jatobá, jutabí, jutaí, jutahy, fainheira (BR); locust (GB, NL); kawanari; itaiba locust (GY); algarroba, coapinol, ñere (MX); guapinol (MX, NI, CR); avati (PA); copalier (GY, AN); rode locust, witte locust, West Indian locust (NL). Vrsta ni zaščitena z regulativno CITES.

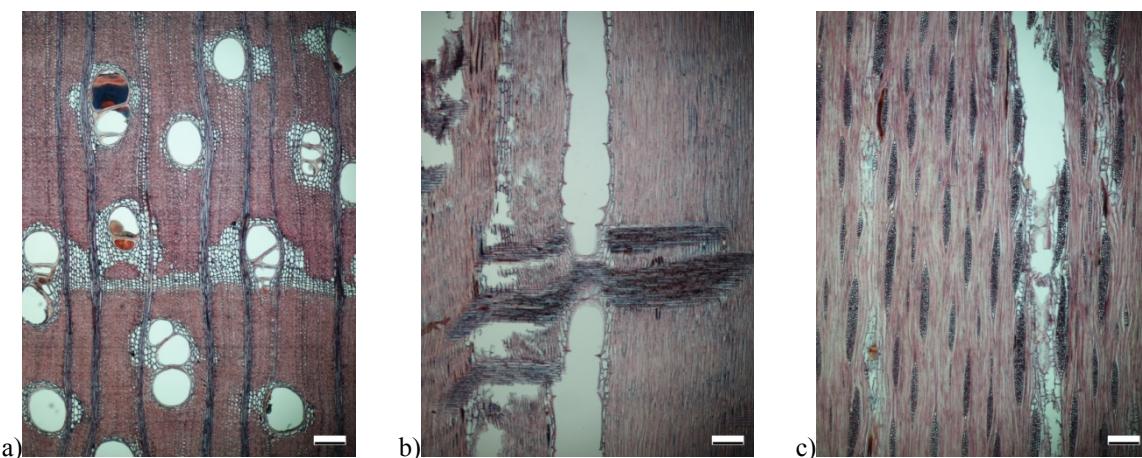


Slika 29: Vzorec 7A – trg. ime: jatoba – *Hymenaea courbaril*, površina lesa

Jedrovina (Slika 29) je lahko rjava do rdeče vijolična (oranžna do vijolično rjava), kontrastne sivo rjave proge so lahko prisotne ali pa jih ni in potemnijo na svetlobi. Barva beljave je svetlo siva in jasno razmejena od jedrovine. Povprečna gostota je 0,71–0,82– 0,9 g/cm³, povprečen premer pa je 50–80 cm (Richter in Oelker, 2000).

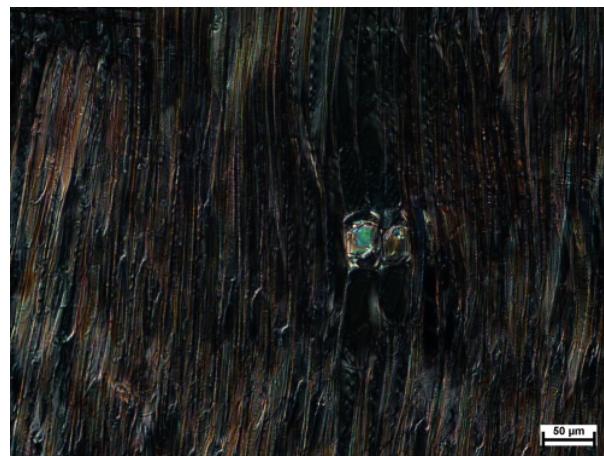
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore) (najpogosteje po 2–3 traheje), ki so grupirane v radialni smeri. Povprečen tangencialni premer trahej je 75–175–260 µm, povprečno število pa je 1–3–6 trahej/mm². Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje pa alternirajoče. Piknje med trahejami in trakovi so podobne itervaskularnim piknjam. Helikalne odebilitve niso prisotne, prisotni pa so temno rjavi depoziti v trahejah.



Slika 30: *Hymenaea courbaril*: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm

Povprečna dolžina vlaken je 730–1370–1860 µm, celične stene so srednje do zelo debele. Vlakna niso septirana. Aksialen parenhim je v pasovih marginalen ali pol marginalen, ali pa ni v pasovih. Paratrahealni aksialni parenhim je vazicentričen, krilast in konfluenten. Krilast parenhim je rombast ali dolgo krilast. Aksialen parenhim v pramenih. Povprečno število celic je 2–4. Trakovi so homogeni in večredni (tudi če jih je samo nekaj). Urejene strukture niso prisotne. Mineralni vključki so prisotni (Slika 31). Po večini gre za prizmatične kristale, ki se nahajajo v kamrastih celicah aksialnega parenhima. Število kristalov v celici je 1. Silikati niso opaženi.



Slika 31: *Hymenaea courbaril*, radialni prerez – detalj prizmatičnega kristala v parenhimski celici, polarizirana svetloba; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so najbolj prepoznavni znaki homogeni večredni trakovi, neseptirana vlakna, brez helikalnih odebelitev, enostavne perforirane ploščice, prizmatični kristali v celicah aksialnega parenhima, tile v trahejah niso prisotne in prav tako ni silikatov. Na makroskopskem nivoju pa vrsto prepoznamo po lesu brez letnic in po ekstraktivih v jedrovini, ki jih ni mogoče sprati z vodo (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.7 *Acacia mangium*

Makroskopski opis

Geografsko poreklo vrste *Acacia mangium* so Tajska, Laos, Vietnam, Kambodža in tudi Avstralija. Na trgu se pojavlja pod komercialnimi in lokalnimi imeni akasia, accacia, mangium (ID, MY). Vrsta ni zaščitena z regulativo CITES.

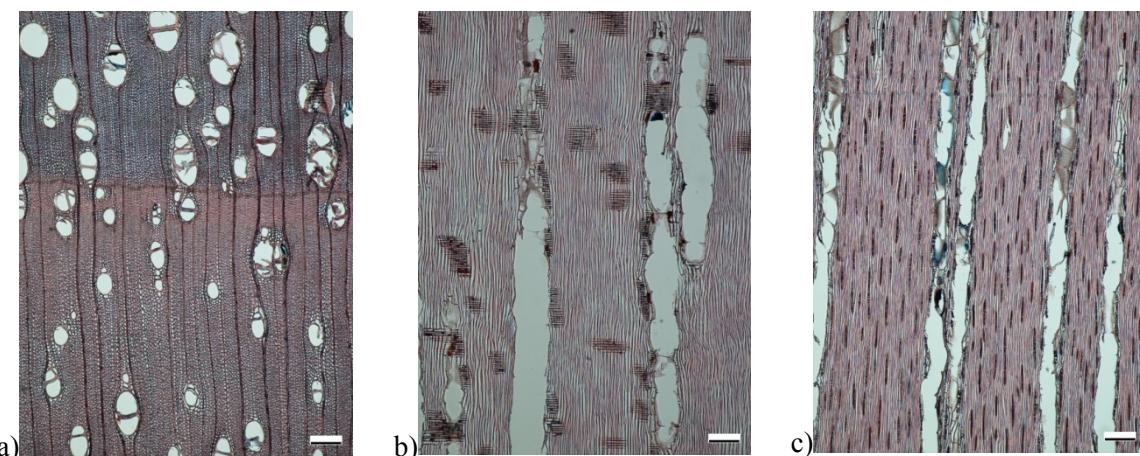


Slika 32: Vzorec 8 – trg. ime: jao acacia – *Acacia mangium* Willd, površina lesa

Jedrovina (Slika 32) je svetlo zlato do olivno rjava s progami ali brez njih. Barva beljave je odvisna od barve jedrovine. Letnice so vidne z mikroskopom, vendar le pri lesu, ki prihaja iz Tajske. Povprečna gostota je $0,4\text{--}0,5 \text{ g/cm}^3$, povprečen premer dreves pa $30\text{--}60 \text{ cm}$ (Richter in Oelker, 2000).

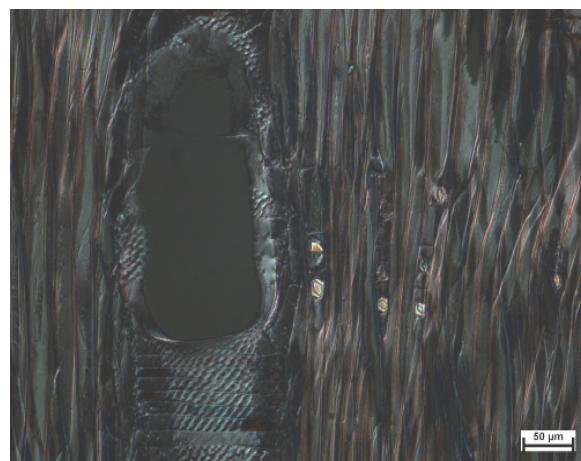
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore) razporejene brez posebnega razporeda (najpogosteje po 2–3), ki so grupirane v radialni smeri. Povprečen tangencialni premer trahej je od $120\text{--}160 \mu\text{m}$, povprečno število je $4\text{--}9 \text{ trahej/mm}^2$. Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje pa so alternirajoče. Piknje med trakovi in trahejnimi členi z razločnimi oboki, podobne intervaskularnim piknjam. Helikalne odebilitve niso prisotne. Tile in ostali depoziti niso prisotni (Slika 33).



Slika 33: *Acacia mangium* Willd: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm

Povprečna dolžina vlaken je od 900–1300 µm, celične stene so zelo tanke do srednje debele. Vlakna niso septirana. Aksialni parenhim ni v pasovih, je paratrahealen, vazicentričen in v pramenih. Povprečno število celic je 2–4. Trakovi so homogeni, večredni ter široki 1–3 celice. Urejene strukture niso prisotne. Medceličnih kanalov ni. Mineralni vključki so prisotni (Slika 34), po večini gre za prizmatične kristale, ki se nahajajo v kamrastih celicah aksialnega parenhima. Število kristalov v celici je ena. Silikati niso prisotni.



Slika 34: *Acacia mangium* Willd., radialni prerez – detalj kristalov v parenhimskih celicah, polarizirana svetloba; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so glavni prepoznavni znaki homogeni trakovi, brez urejenih struktur, neseptirana vlakna, traheje v skupinah in brez helikalnih odebelitev, večredni trakovi, prizmatični kristali v kamrastih celicah aksialnega parenhima, piknje v vlaknih omejene predvsem na radialne stene, brez medceličnih kanalov ter ostalih depozitov v trahejah jedrovine (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.8 *Microberlinia brazzavillensis*

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Microberlinia brazzavillensis* je tropski Afrika. Na trgu se pojavlja pod komercialnimi in lokalnimi imeni zebrano, zingana (DE, GA, CM), amouk, allen ele (CM), izingana (GA), enuk-enug (GQ), African zebrawood (GB). Vrsta ni zaščitena z regulativno CITES.

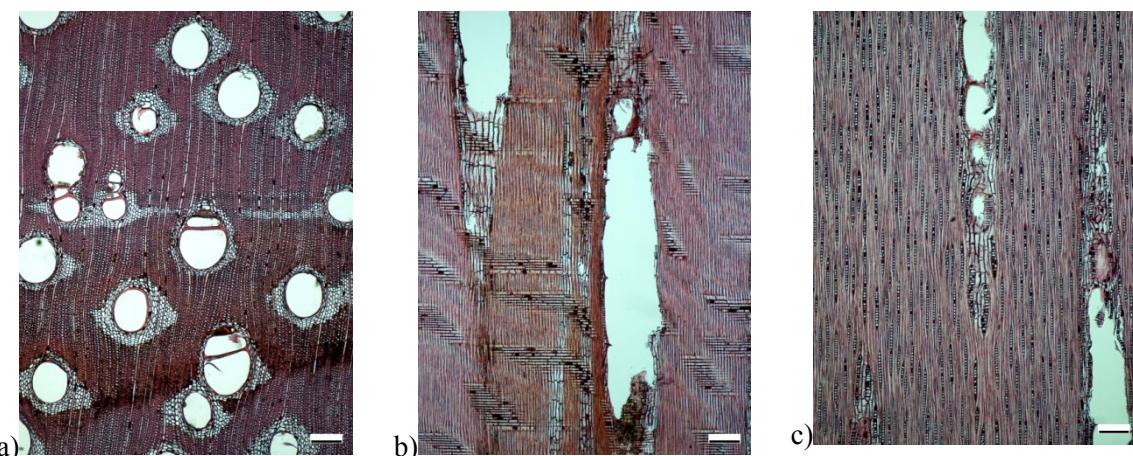


Slika 35: Vzorec 9 – trg. ime: zebrano – *Microberlinia brazzavillensis*, površina lesa

Jedrovina (Slika 35) je svetlo rjava do belo siva (smetanasta) s temno rjavimi ali črnimi progami. Barva beljave je odvisna od barve jedrovine. Povprečna gostota je $0,65\text{--}0,73 \text{ g/cm}^3$ (Richter in Oelker, 2000).

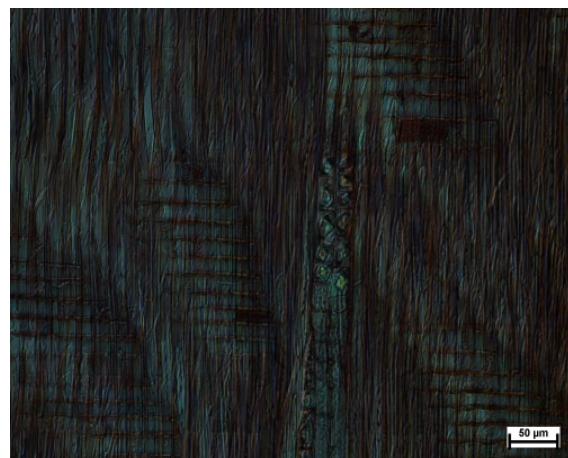
Mikroskopski opis

Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore) razporejene brez specifičnega razporeda, (v večini primerov po 2–3, ki so grupirane v radialni smeri. Povprečen tangencialen premer trahej je $110\text{--}205\text{--}265 \mu\text{m}$, povprečno število je $4\text{--}11 \text{ trahej/mm}^2$. Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje pa alternirajoče. Piknje med trahejami in trakovi z razločnimi oboki, podobne intervaskularnim piknjam. Ostali depoziti v trahejah jedrovine so prisotni (rjavi).



Slika 36: *Microberlinia brazzavillensis*: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm

Povprečna dolžina vlaken 1120–1440–1680 µm, celične stene so srednje debele. Vlakna niso septirana. Aksialni parenhim je paratrahealen, lahko v pasovih ali ne, je marginalen (ali na videz marginalen), krilast in rombast ter v pramenih. Apotrahealen aksialen parenhim je difuzen v skupkih. Povprečno število celic aksialnega parenhima 2–4. Trakovi so homogeni in enoredni. Urejene strukture so prisotne. Vsi trakovi so urejeni, urejene so tudi traheje. Mineralni vključki (Slika 37) so prisotni. Prizmatični kristali se nahajajo v kamrasto predeljenih celicah aksialnega parenhima. Število kristalov na celico je ena. Silikati niso prisotni.



Slika 37: *Microberlinia brazzavillensis*, radialni prerez – detail kristala v parenhimski celici, polarizirana svetloba; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so glavni prepoznavni znaki izključno enoredni trakovi, prisotnost urejenih struktur in neurejen aksialni parenhim. Na makroskopskem nivoju pa je glavni prepoznavni znak jedrovina s progami (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.9 *Manilkara kauki*

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Manilkara kauki* so Tajska, Laos, Vietnam, Kambodža, Indonezija in Pacifiški otoki. Na trgu se pojavlja pod komercialnimi in lokalnimi imeni sawo (ID); sawah (MY); duyok-duyok (PH); sner (PG); khayah rgn (MM). Vrsta ni zaščitena z regulativo CITES. Na našem vzorcu je bilo zapisano trgovsko ime macaranduba, kar je trgovsko ime za vrsto *Manilkara bidentata*.

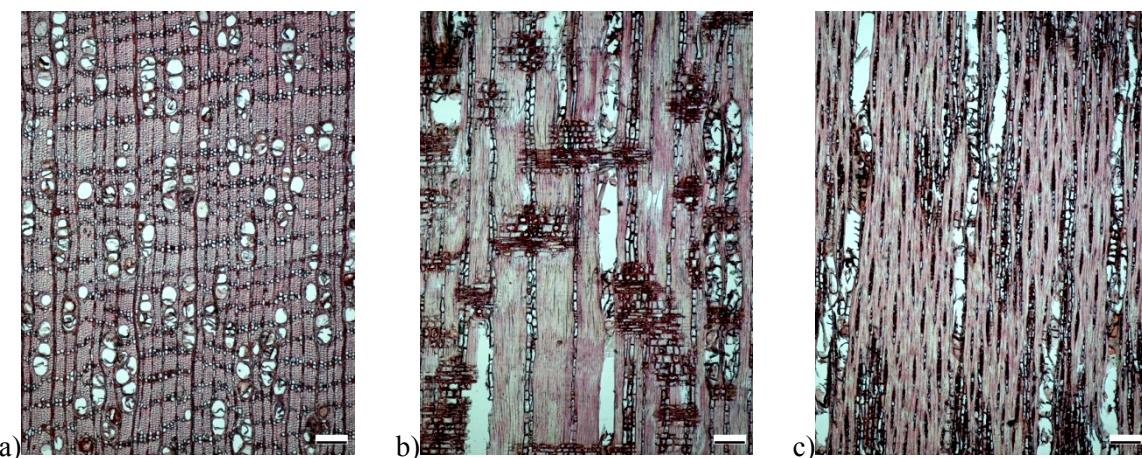


Slika 38: Vzorec 10A – trg. ime: macaranduba – *Manilkara kauki*, površina lesa

Jedrovina (Slika 38) je rjava do rdeča, brez prog. Barva beljave je odvisna od barve jedrovine. Povprečna gostota je 0,9–1,15g/cm³ (Richter in Oelker, 2000).

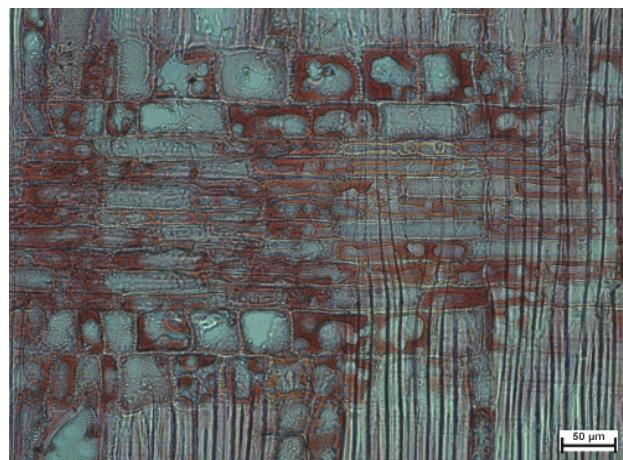
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore) v skupinah, (v večini primerov po 2–3), ki so grupirane v radialni smeri. Povprečni tangencialni premer trahej je 60–150 µm, povprečno število je 10–20–24 trahej/mm². Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje so alternirajoče. Piknje med trakovi in trahejami z reduciranimi oboki ali navidezno enostavne, različne od intervaskularnih piken. Helikalne odebilitve niso prisotne. Tile v trahejah so prisotne, tankostene do sklerozirane. Ostali depoziti v jedrovini prisotni.



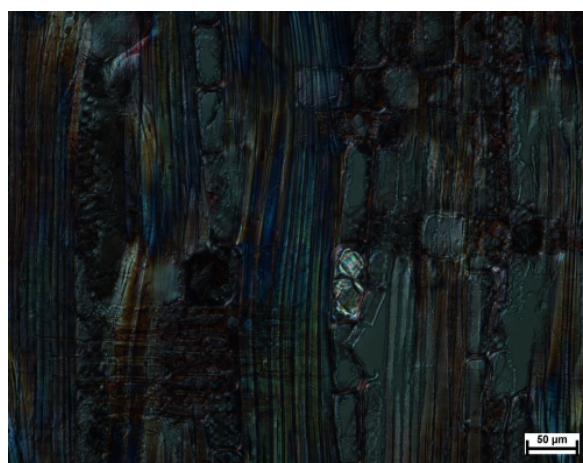
Slika 39: *Manilkara kauki*: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm

Povprečna dolžina vlaken 1200–1900 µm, celične stene so zelo debele. Vlakna niso septirana. Aksialni parenhim je v pasovih, apotrahealen, difuzen ali difuzen v agregatih (skupkih). Aksialen parenhim je v pramenih. Povprečno število celic 5–8 (redkeje do 12). Trakovi so heterogeni (Slika 40) s kvadratastimi in pokončnimi celicami, omejenimi na marginalne vrste (večinoma 2–4 vrste), so večredni in široki 1–2–4 celice.



Slika 40: *Manilkara kauki*, radialni prerez – detalj heterogenega traku v radialnem prerezu; daljica 50 µm

Urejene strukture in medcelični kanali niso prisotni. Mineralni vključki so prisotni (Slika 41), po večini gre za prizmatične kristale v kamrastih celicah aksialnega parenhima in trakovnih celicah. Število kristalov v celici je ena. Silikati prisotni kot zrna v trakovnih celicah ali celicah aksialnega parenhima.



Slika 41: *Manilkara kauki*, radialni prerez – detalj kristala v parenhimski celici, polarizirana svetloba; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so najbolj prepoznavni znaki traheje, ki so razporejene brez posebnega vzorca, prisotnost silikatov in piknje med trakovnimi celicami ter trahejami, ki so omejene na marginalne vrste (Richter in Dallwitz, 2002).

4.1.10 *Manilkara bidentata*

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Manilkara bidentata* sta tropnska Južna Amerika in Karibi. Na trgu jo najdemo pod različnimi komercialnimi in lokalnimi imeni massaranduba, m. verdadeiro, m. araua, balata maparajuba (BR); purguo morado (VE); bulletrie (SR); quinilla, ansubo (PE). Vrsta ni zaščitena z regulativo CITES.

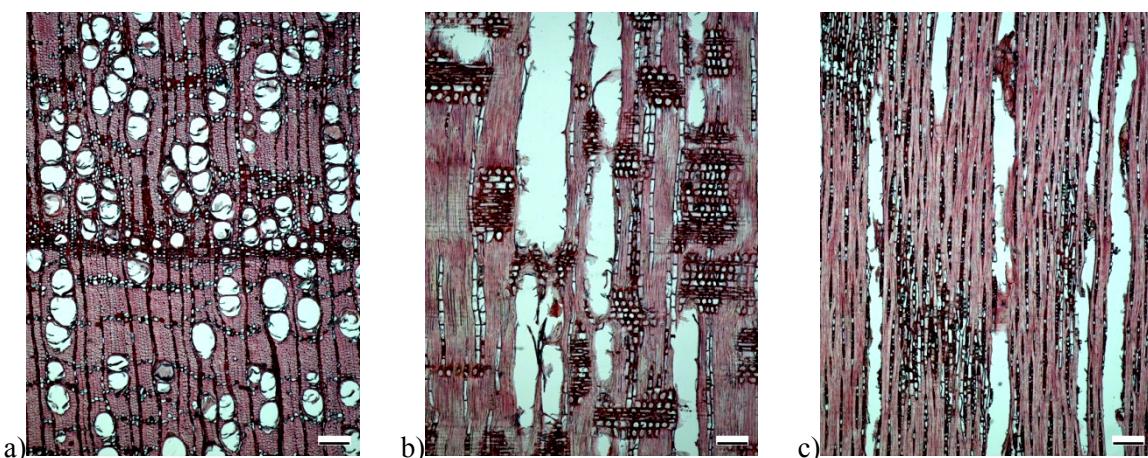


Slika 42: Vzorec 10B – trg. ime: massaranduba – *Manilkara bidentata*, površina lesa

Jedrovina (Slika 42) je rijava do rdeča (temno rdeče rijava). Barva beljave je bledo rumena in se jasno razlikuje od jedrovine, ni pa vedno ostro razmejena. Povprečna gostota je 0,85–0,95–1 g/cm³, povprečni premer drevesa je 60–120 cm (Richter in Oelker, 2000).

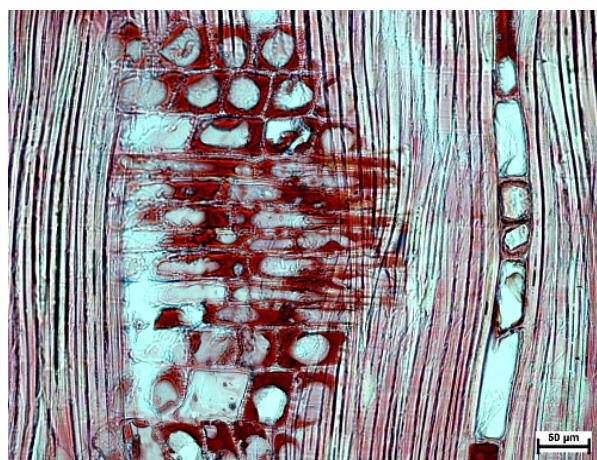
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore) v skupinah (najpogosteje po 2–3 traheje), razporejene v diagonalnem ali radialnem vzorcu (lahko tudi po 4 ali več). Povprečen tangencialni premer trahej je $82\text{--}112\text{--}150\text{ }\mu\text{m}$, povprečno število pa je $10\text{--}11\text{ trahej/mm}^2$. Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje pa alternirajoče. Piknje med trahejami in trakovi so navidezno enostavne, podobne intervaskularnim piknjam. Tile v trahejah so prisotne, tankostene ali sklerozirane. Ostali depoziti v trahejah jedrovine so prav tako prisotni (temno rjavi).



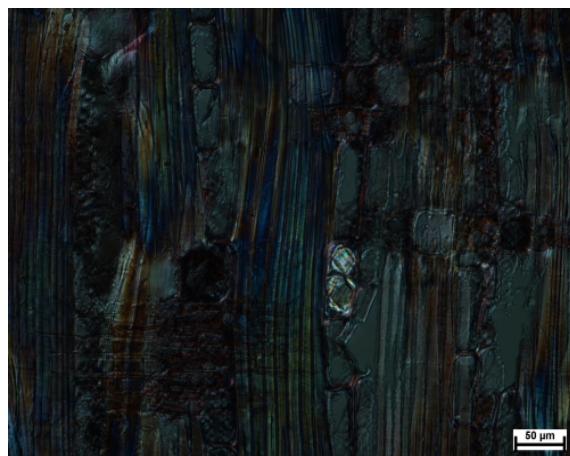
Slika 43: *Manilkara bidentata*: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice $200\text{ }\mu\text{m}$

Vlakna so zelo debelostenega. Lahko so prisotne tudi vaskularne ali vazicentrične traheide. Vlakna niso septirana. Aksialen parenhim sklenjen. Aksialen parenhim apotrahealen, difuzen ali difuzen v agregatih. Aksialen parenhim v pramenih. Povprečno število celic aksialnega parenhima je 7–9. Trakovi so heterogeni in večredni (Slika 44) (tudi če jih je samo nekaj). Pokončne in kvadrataste celice so pomešane po celiem traku.



Slika 44: *Manilkara bidentata*, radialni rez – detalj heterogenega traku in kristala v aksialnem prarenhimu; daljica $50\text{ }\mu\text{m}$

Mineralni vključki (Slika 45) so prisotni. Po večini gre za prizmatične kristale, ki se nahajajo v kamrastih predelkih aksialnega parenhima. Silikati niso opaženi.



Slika 45: *Manilkara bidentata*, radialni prerez – detalj kristala v parenhimski celici v radialnem prerezu, polarizirana svetloba; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so najbolj prepoznavni znaki razporeditev trahej v radialnem ali diagonalnem vzorcu in heterogeni trakovi s pokončnimi in kvadratastimi celicami, razporejenimi po celotnem traku (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.11 *Swintonia floribunda*

Makroskopski opis

Grografsko poreklo *Swintonia floribunda* so centralna južna Azija, jugovzhodna Azija in Pacifik in Indomalezija (Indija, Pakistan, Šri Lanka, Burma, Tajska, Laos, Vietnam, Kambodža, Indonezija, Filipini, Malezija, Nova Gvineja, Salomonovi otoki ...). Na trgu se pojavlja pod komercialnimi imeni muom, merpau, civit taung thayet, civit, Thayet – kin in thaung – thayet.

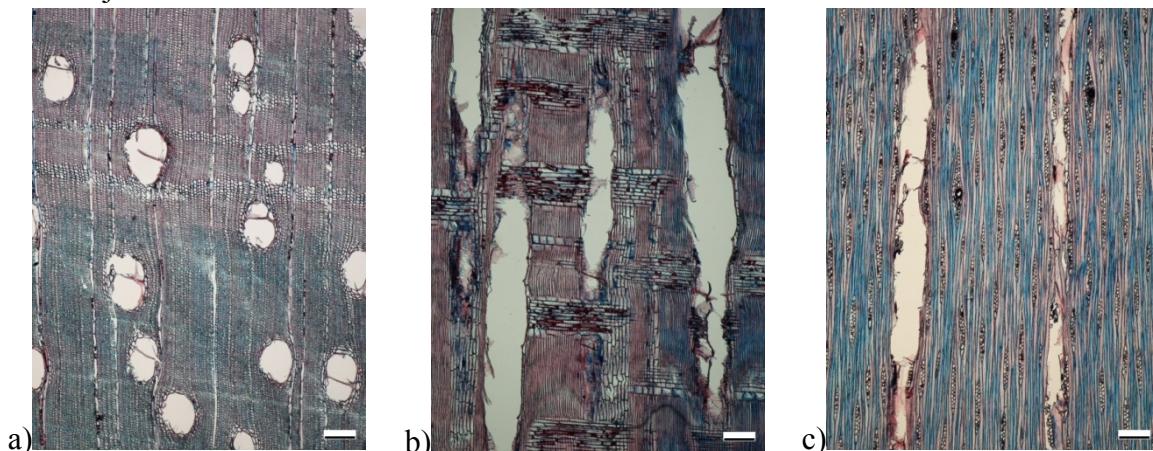


Slika 46: Vzorec 11 – trg. ime: merpauh – *Swintonia floribunda*, površina lesa

Jedrovina (Slika 46) je svetlo rjave barve, z ali brez roza do rdeče rjavih prog. Beljava je svetlejša od jedrovine in ni jasno ločena od jedrovine. Povprečna gostota je $0,40\text{--}0,75 \text{ g/cm}^3$ (Richter in Oelker, 2000).

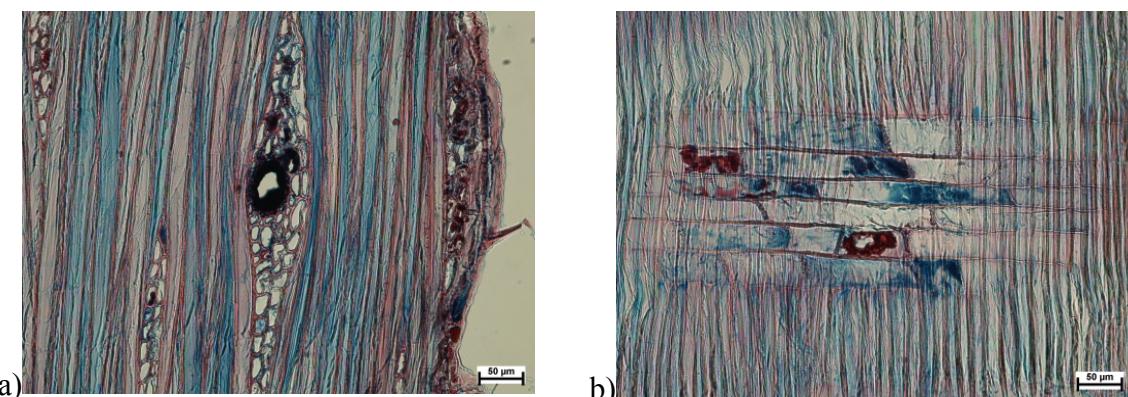
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na rečnem prerezu vidimo posamično razporejene traheje (pore). Povprečno število je 5 trahej/mm^2 . Intervaskularne piknje so alternirajoče, piknje med traki in trahejami so z reduciranimi oboki do navidezno enostavne.



Slika 47: *Swintonia floribunda*: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice $200 \mu\text{m}$

Povprečna dolžina vlaken je $900\text{--}1600 \mu\text{m}$, celične stene so tanke do debelostene. Vlakna niso septirana. Aksialen parenhim je vazicentričen, v ozkih pasovih širokih do 3 celice. Povprečno število celic je 5–8. Trakovi so homogeni, večredni, široki 1–3 celice, omejeni z eno vrsto pokončnih ali kvadratastih celic.



Slika 48: *Swintonia floribunda*: a) tangencialni prerez (radialni medcelični prostor v traku); b) radialni prerez – vključki v trakovnem parenhimu; daljica $50 \mu\text{m}$

Mineralni vključki so prisotni, gre za prizmatične kristale v kamrastih celicah aksialnega parenhima in silicijev dioksid (kremen) v trakovnih celicah (Tropix, 2012; Inside Wood, 2004).

4.1.12 *Guibourtia* spp.

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Guibourtia* spp. je tropska Afrika. Na trgu se pojavlja pod komercialnimi in lokalnimi imeni bubinga (DE, GB, CG, CM); kevazingo (DE, GA); essingang, noméle, okweni, owogn, simingan (CM); ovang (GA); oveng (GQ); waka (CG, CD); ebana, Afrikanisches Rosenholz, African rosewood (trade).

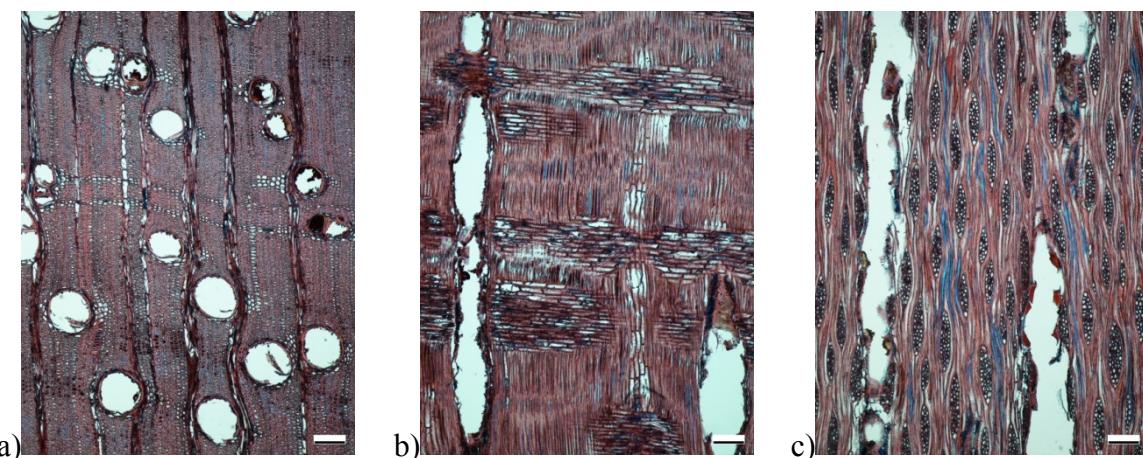


Slika 49: Vzorec 12 – trg. ime: bubinga – *Guibourtia* spp., površina lesa

Jedrovina (Slika 49) je rožnato rdeča do rjavo rdeča s temnejšimi violičnimi ali črnimi progami. Barva beljave je bledo slavnata in jasno razmejena od barve jedrovine. Povprečna gostota je $0,72\text{--}0,76\text{--}0,88 \text{ g/cm}^3$, povprečen premer pa je $90\text{--}150 \text{ cm}$ (Richter in Oelker, 2000).

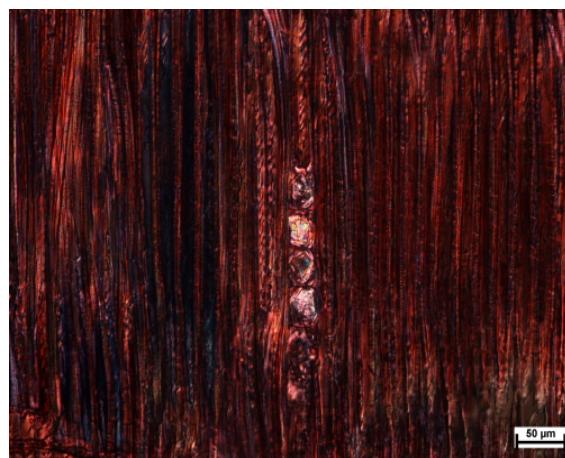
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore) v skupinah (najpogosteje po 2–3), ki so grupirane v radialni smeri. Povprečni tangencialni premer trahej je $60\text{--}140\text{--}220 \mu\text{m}$, povprečno število je $1\text{--}3\text{--}5 \text{ trahej/mm}^2$. Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje pa alternirajoče. Piknje med trahejami in trakovi z razločnimi oboki, podobne intervaskularnim piknjam. V trahejah jedrovine so prisotni depoziti (svetlo do temno rdeče rjavi).



Slika 50: *Guibourtia* spp.: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm

Povprečna dolžina vlaken je 1630–1780–1860 µm, celične stene so srednje do zelo debele. Vlakna niso septirana. Aksialen parenhim je v pasovih ali ne. Aksialen apotrahealen in paratrahealen, apotrahealen parenhim je difuzen, paratrahealen aksialen parenhim pa je vazicentričen, krilastin konfluenten ter v pramenih. Povprečno število celic je 2–4–8. Trakovi so homogeni široki 1–2–5–6 celic, večredni in enake velikosti. Urejene strukture niso prisotne, medcelični (intercelularni) kanali so redki ali pa jih ni, če so, so travmatskega izvora. Mineralni vključki (Slika 51) so prisotni. Nahajajo se v kamrastih celicah aksialnega parenhima. Število kristalov v celici je ena. Kamraste celice, ki vsebujejo kristale, so pogosto debelostene. Silikati niso prisotni.



Slika 51: *Guibourtia* spp., tangencialni prerez – detalj kristalov v parenhimskih celicah, polarizirana svetloba; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so najbolj prepoznavni znaki homogeni in večredni trakovi, odsotnost urejenih struktur, neseptirana vlakna, traheje v skupinah, vlakna brez helikalnih odebelitev in apotrahealen aksialen parenhim. Na makroskopskem nivoju pa so glavni prepoznavni znak razločne meje med branikami (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.13 *Koompassia malaccensis*

Makroskopski opis

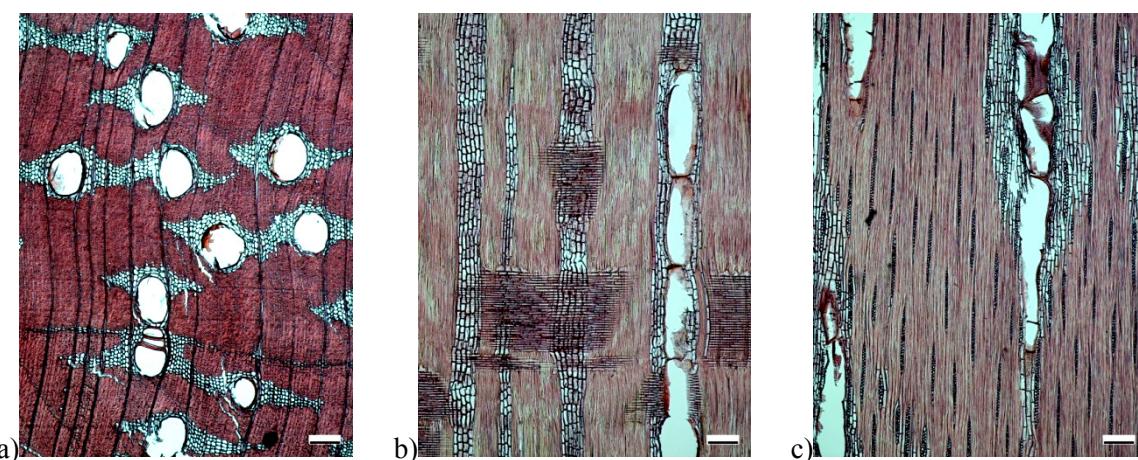
Geografsko poreklo *Koompassia malaccensis* je Indonezija. Na trgu se pojavlja pod komercialnimi in lokalnimi imeni kempas (MY, ID, MY-sar, GB, NL), hampas, pah, mengris, impas, toemaling, garis, ajam (ID). Vrsta ni zaščitena z regulativo CITES.



Slika 52: Vzorec 13A – trgovsko ime: Kempas solid T&G – *Koompassia malaccensis*, površina lesa jedrovina (Slika 52) je rjave, rdeče rjave do rumene barve (nekoliko spominja na mahagoni). Barva beljave je odvisna od barve jedrovine. Povprečna gostota je 0,7–0,82–0,9 g/cm³, povprečen premer dreves pa 60–210 cm (Richter in Oelker, 2000).

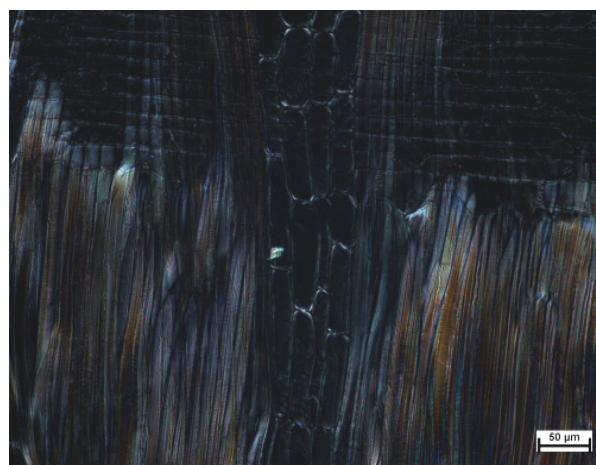
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore) v skupinah (v večini primerov po 2–3), ki so grupirane v radialni smeri. Povprečen tangencialni premer trahej 196–255–314 µm, povprečno število je 3–4 trahej/mm², povprečna dolžina trahejnih členov pa je 314–510–666 µm. Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje pa alternirajoče, z izrastki. Piknje med trahejami in trakovi z reduciranimi oboki ali navidezno enostavne, okrogle ali oglate, enake velikosti. Ostali depoziti v trahejah jedrovine so prisotni (rjavi).



Slika 53: *Koompassia malaccensis*: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm

Vlakna s srednje debelimi do zelo debelimi celičnimi stenami. Vlakna niso septirana. Aksialen parenhim je v pasovih; aksialen, paratrahealen, krilast in rombast ter v pramenih. Povprečno število celic 6–9. Trakovi so heterogeni s kvadratastimi in pokončnimi celicami, omejenimi na marginalne vrste (večinoma ena vrsta), so večredni in široki 2 celici (nekaj trirednih). Urejene strukture so prisotne. Urejeni so vsi trakovi, aksialni parenhim (lahko tudi neurejen), trahejni členi urejeni (lahko tudi neurejeni) ter vlakna urejena (lahko tudi neurejena). Vključen floem prisoten. Razporejen je difuzno. Mineralni vključki (Slika 54), po večini gre za prizmatične kristale, ki se nahajajo v celicah aksialnega parenhima. Celice, ki vsebujejo kristale, niso kamraste. Število kristalov v celici je več kot eden. Silikatov ni opaziti.



Slika 54: *Koompassia malaccensis*, radialni prereza – detalj kristala v parenhimski celici, polarizirana svetloba; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so najbolj prepoznavni znaki prisotnost vključenega floema, prisotnost urejenih struktur ter piknje med trakovnimi celicami in trahejami z reduciranimi oboki ali navidezno enostavne (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.14 *Milicia excelsa*

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Milicia excelsa* je tropska Afrika. Na trgu se pojavlja pod komercialnimi in lokalnimi imeni iroko (DE, FR, GB, NL, NG), kambala (GA, CG, CD), odum (GH, CI), abang, bang (CM), amoreira (AO), chamfutu (MZ), semli (LR), rokko (NG), lusanga (CD). Vrsta ni zaščitena z regulativo CITES.

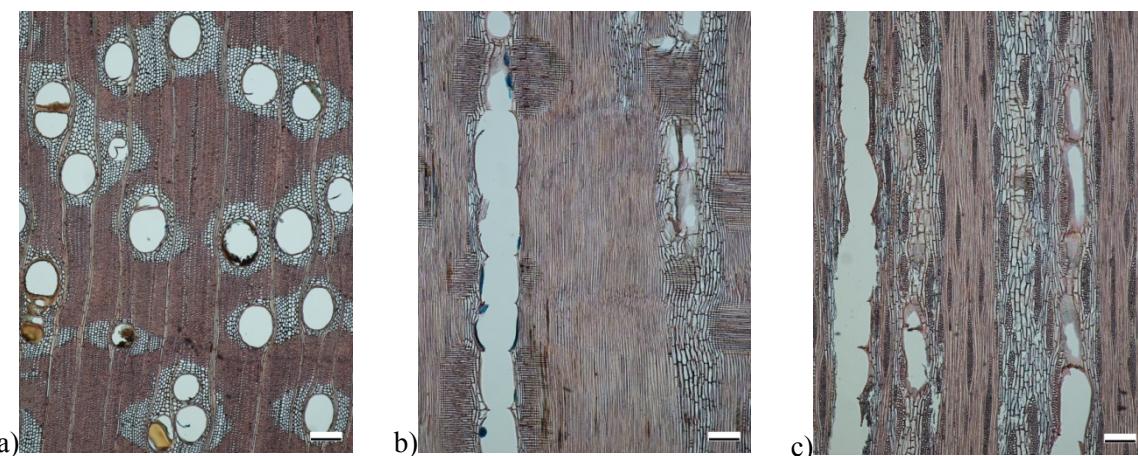


Slika 55: Vzorec 14 – trg. ime: iroko tanzania – *Milicia excelsa*, površina lesa

Jedrovina (Slika 55) je zlato rumena do srednje rjave barve. Barva beljave je bledo rumena in jasno razmejena od jedrovine. Les sčasoma potemni. Povprečna gostota je 0,48–0,63–0,67 g/cm³, povprečen premer pa je 80–100 cm (Richter in Oelker, 2000).

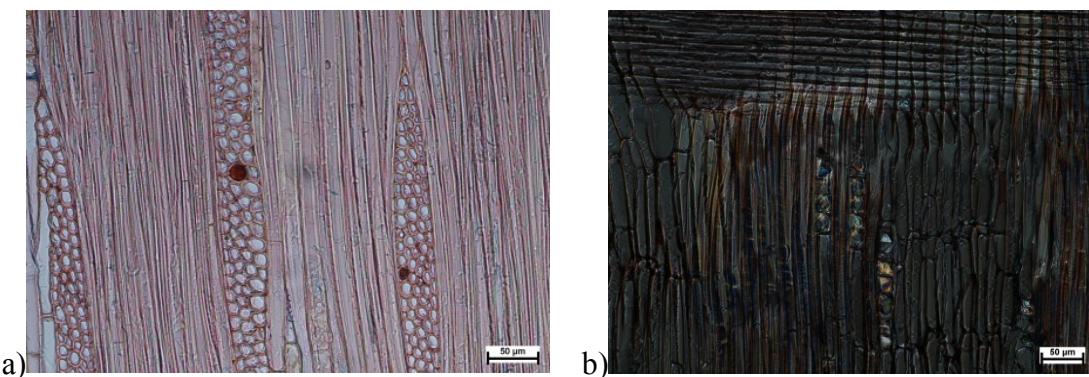
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore) v skupinah (v večini primerov pa 2–3), ki so grupirane v radialni smeri. Povprečni tangencialni premer trahej 145–235–310 µm, povprečno število je 1–3–10 trahej/mm². Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje so alternirajoče. Piknje med trakom in trahejo z reduciranimi oboki ali navidezno enostavne, okrogle ali oglate, enotne velikosti ali oblike ter enake oblike v sosednjih elementih. Tile v trahejah prisotne – tankostene.



Slika 56: *Milicia excelsa*: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm

Povprečna dolžina vlaken 590–1320–2030 µm, celične stene so srednje debele. Vlakna niso septirana. Aksialni parenhim je v pasovih. Aksialen parenhim je paratrahealen, vazicentričen, krilast in konfluenten ter v pramenih. Povprečno število celic je 4. Trakovci so heterogeni s kvadratastimi in pokončnimi celicami, omejenimi na marginalne vrste (večinoma ena vrsta), so večredni in široki 2–3 celice. Oljne in sluzne celice niso prisotne. Lateksne cevi so prisotne (Slika 57a). Mineralni vključki (Slika 57b), po večini gre za kristale, se pojavijo v kamrastih trakovnih celicah in celicah aksialnega parenhima. Število kristalov v celici je ena ali več, lahko so različnih velikosti ali pa so enaki. Silikati niso opaženi.



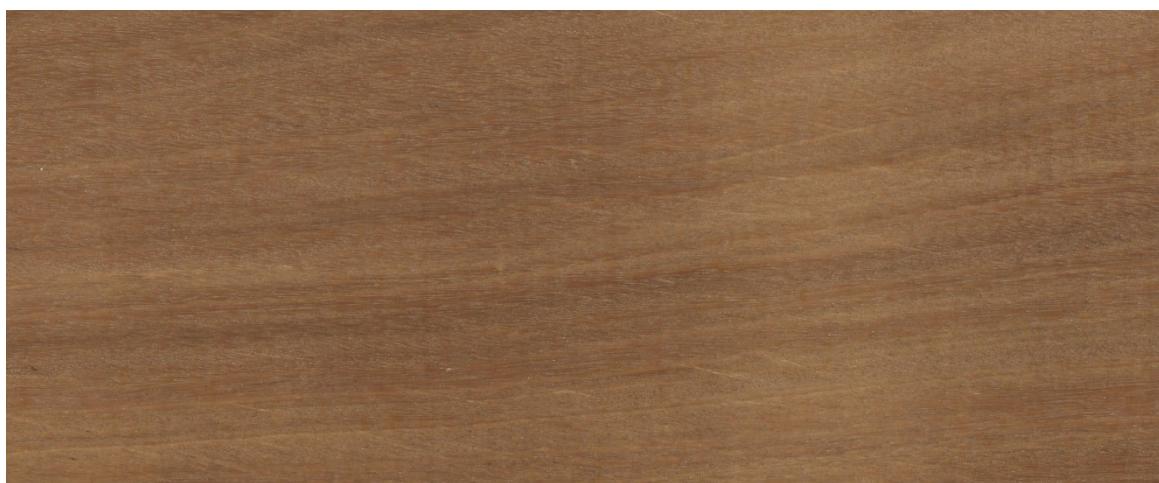
Slika 57: *Milicia excelsa*, a) tangencialni prerez – lateksne cevi v trakovnem tkivu, b) kristali v parenhimskih celicah, polarizirana svetloba; daljici 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so najbolj prepoznavni znaki večredni trakovci, piknje v vlaknih v radialnih in tangencialnih stenah ter prisotnost lateksnih cevi v trakovih (Slika 57a) (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.15 *Dipteryx odorata*

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Dipteryx odorata* je tropска Južna Amerika. Na trgu se pojavlja pod komercialnimi in lokalnimi imeni cumarú verdadeiro, muimapagé, champagne (BR); koemaroe, tonka (SR); gaiac cayenne (GF); shihuahuaco (PE); visguero, yesquero (BO). Vrsta ni zaščitena z regulativo CITES.

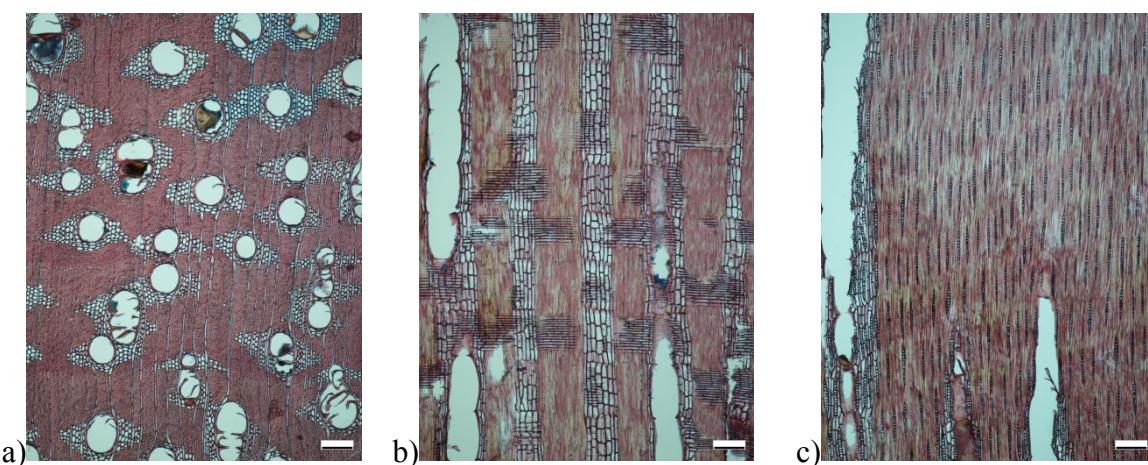


Slika 58: Vzorec 15A – trgovsko ime: cumaru – *Dipteryx odorata*, površina lesa

Jedrovina (Slika 58) je srednje do temno rjava, včasih rdečkaste do škrlatne barve. Nekateri deli lahko imajo zlato rjave ali rumenkaste proge. Barva beljave je odvisna od barve jedrovine (kremne barve). Povprečna gostota je $0,9\text{--}1,15 \text{ g/cm}^3$, povprečen premer dreves je 50–90 cm (Richter in Oelker, 2000).

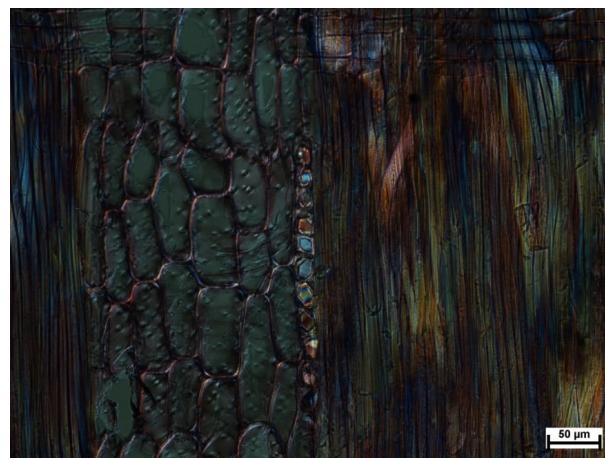
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore) brez specifičnega razporeda (v večini primerov po 2–3), ki so grupirane v radialni smeri. Povprečen tangencialni premer trahej je $100\text{--}250 \mu\text{m}$ (premer trahejnega lumna je velik do zelo velik), povprečno število je $5\text{--}10 \text{ trahej/mm}^2$, povprečna dolžina trahejnih členov pa je $300\text{--}550 \mu\text{m}$. Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje pa alternirajoče. Piknje med trakovi in trahejami z razločnimi oboki, podobne intervaskularnim piknjam. Helikalne odebelitve niso prisotne, prav tako ne tile v trahejah. Prisotni pa so ostali depoziti v trahejah jedrovine.



Slika 59: *Dipteryx odorata*: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm

Povprečna dolžina vlaken je 1100–2400 µm, celične stene so zelo debele. Vlakna niso septirana. Aksialen parenhim ni v pasovih. Aksialen parenhim je paratrahealen, krilast do konfluenten, rombast in v pramenih. Povprečno število celic je 2–4. Trakovi so homogeni in enoredni, občasno se pojavi kakšen do dvoredni. Urejene strukture so prisotne, vsi trakovi so urejeni, aksialen parenhim je urejen, trahejni členi so urejeni, vlakna so lahko urejena ali ne. Medcelični kanali niso prisotni, prav tako ne oljne in sluzne celice. Prisotni so tudi mineralni vključki (Slika 60), po večini gre za prizmatične kristale, ki so locirani v kamrastih celicah aksialnega parenhima. Število kristalov v celici je ena. Silikati niso opaženi.



Slika 60: *Dipteryx odorata*, radialno prerez – detalj kristala v parenhimski celici, polarizirana svetloba; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so najbolj prepoznavni znaki zelo debelostena vlakna, homogeni trakovi in prisotnost urejenih struktur. Na makroskopskem nivoju pa vrsto najlaže prepoznamo po jedrovini s progami (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.16 *Eucalyptus diversicolor*

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Eucalyptus diversicolore* je Avstralija. Na trgu se pojavlja pod komercialnimi in trgovskimi imeni karri (trade, AU). Vrsta ni pod zaščito CITES.

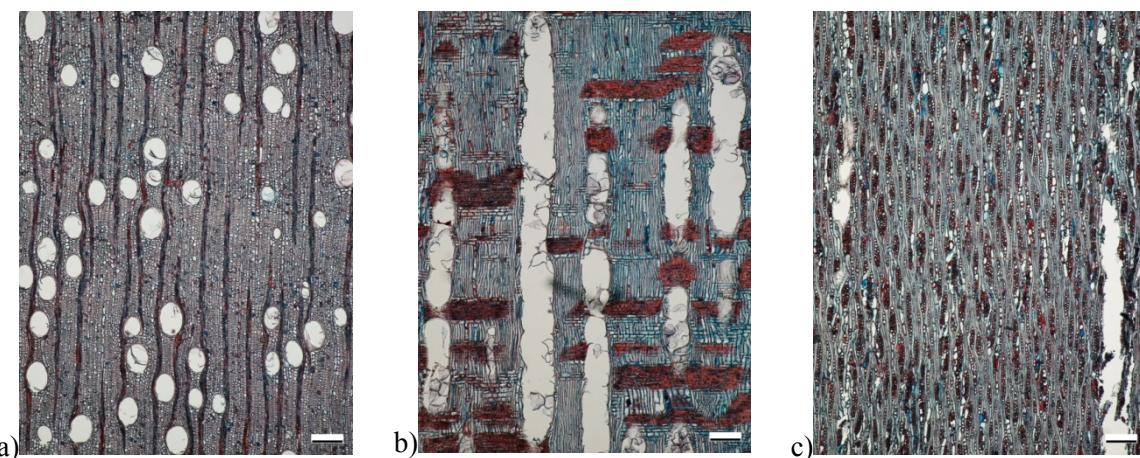


Slika 61: Vzorec 16 – trg. ime: evkaliptus – *Eucalyptus diversicolor*, površina lesa

Jedrovina (Slika 61) je zlata do rdečkasto rjava, včasih z odtenki oranžne ali vijolične. Barva beljave je sivo bela in jasno razmejena od jedrovine. Les sčasoma potemni. Povprečna gostota je $0,75\text{--}0,84\text{--}0,95 \text{ g/cm}^3$, povprečen premer dreves je $30\text{--}60 \text{ cm}$ (Richter in Oelker, 2000).

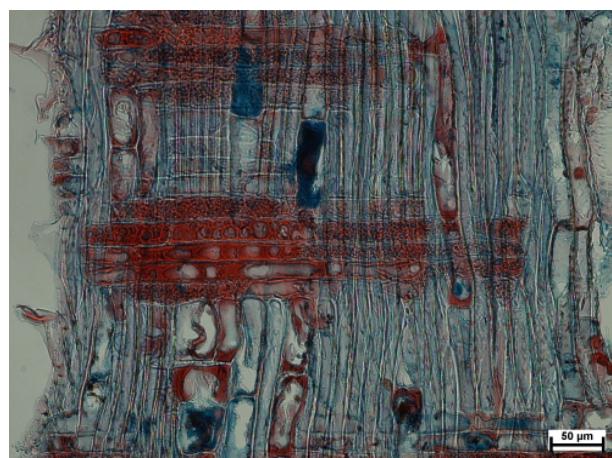
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore) razporejene v diagonalni in/ali radialni smeri ali pa so razporejene brez specifičnega razporeda. Traheje so razporejene izključno posamično. Povprečen tangencialen premer traheje je $85\text{--}165\text{--}215 \mu\text{m}$, povprečno število je $5\text{--}9 \text{ trahej/mm}^2$. Perforirane ploščice enostavne, intervaskularne piknje alternirajoče. Piknje med trakovnimi celicami in trahejami z razločnimi oboki ali navidezno enostavne, podobne intervaskularnim piknjam, okrogle ali kvadrataste. Tile v trahejah so prisotne, tankostene.



Slika 62: *Eucalyptus diversicolor*: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm

Vlakna so zelo debelostenata, običajno so prisotne vazicentrične traheide. Vlakna niso septirana. Aksialen parenhim paratrahealen, pičel, vazicentričen in v pramenih. Povprečno število celic 4–6. Celice aksialnega parenhima brez vključkov. Trakovi so homogeni (Slika 63), večredni, široki 1–2 celici. Trakovne celice pogosto vsebujejo rdeče rjave vključke. Urejene strukture niso prisotne. Mineralni vključki niso opaženi, prav tako ne silikati.



Slika 63: *Eucalyptus diversicolor*, radialni prerez – detalj homogenega traku z rdeče rjavimi vključki; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so najbolj prepoznavni znaki dva različna premera trahej, izključno posamične traheje, zelo debelostenata vlakna in večredni trakovi (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.17 *Afzelia* spp.

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Afzelia* spp. je tropska Afrika. Na trgu se pojavlja pod komercialnimi in lokalnimi imeni afzelia (DE, GB, NL), doussié, doussié rouge (CM, FR), apa (NG), chamfuta (MZ), lingue (CI, FR), ovala (AO), azodau (CI). Vrsta ni zaščitena z regulativno CITES.

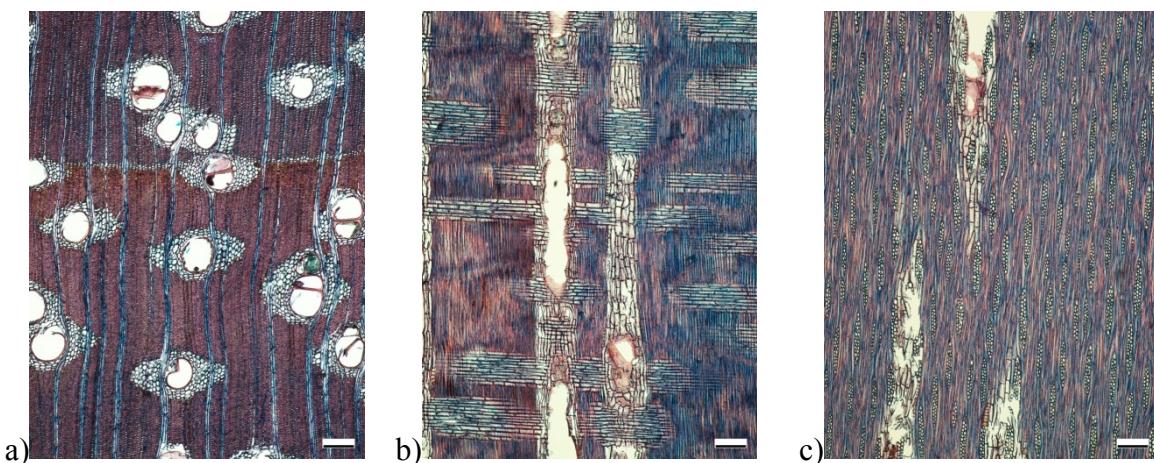


Slika 64: Vzorec 18B – trg. ime: doussie – *Afzelia* spp., površina lesa

Jedrovina (Slika 64) je rjava do rdeča, brez prog. Barva beljave je bledo rumenkasto bela in jasno razmejena od jedrovine. Les s starostjo potemni. Povprečna gostota je 0,7–0,78–0,88 g/cm³, povprečen premer je 60–90 cm (Richter in Oelker, 2000).

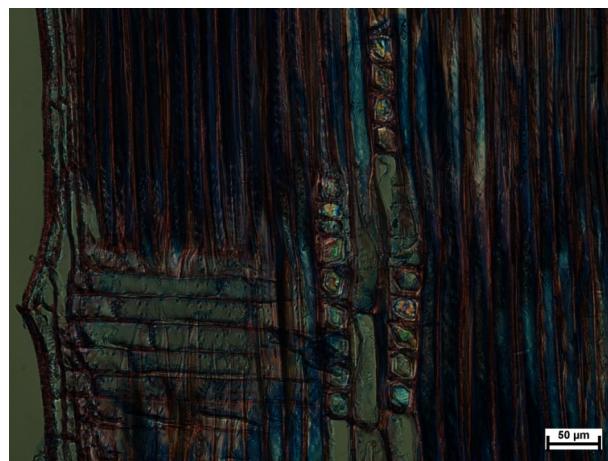
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore) razporejene brez specifičnega razporeda (v večini primerov po 2–3), ki so grupirane v radialni smeri. Povprečen tangencialni premer trahej je 100–180–270 µm. Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje pa alternirajoče. Piknje med trakovi in trahejami z razločnimi oboki, podobne intervaskularnim piknjam. Helikalnih odebelitev ni, prav tako ni til, so pa prisotni rumeno rjavi depoziti v trahejah jedrovine.



Slika 65: *Afzelia* spp.: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm

Vlakna imajo srednje debele celične stene in niso septirana. Aksialen parenhim je v pasovih. Aksialen parenhim paratrahealen, krilast, konfluenten in v pramenih. Povprečno število celic 2–6. Trakovi so homogeni, večredni in široki 1–2–3–4. Urejene strukture so prisotne. Urejeni so vsi trakovi. Medcelični kanali niso prisotni. Mineralni vključki (Slika 66), po večini gre za prizmatične kristale, ki so locirani v kamrastih celicah aksialnega parenhima. Število kristalov v celici je ena. Silikati niso opaženi.



Slika 66: *Afzelia* spp., radialni prerez – detalj kristalov v parenhimskih celicah, polarizirana svetloba; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so najbolj prepoznavni znaki homogeni večredni trakovi, neseptirana vlakna, traheje v skupinah in brez helikalnih odebelitev, kristali v celicah aksialnega parenhima in enostavne perforirane ploščice, makroskopsko pa vrsto prepoznamo predvsem po jedrovini s progami in difuzno – porozno razporejenimi trahejami (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.18 *Apuleia leiocarpa*

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Apuleia leiocarpa* sta južna Brazilija in (zmerna) Južna Amerika. Na trgu se pojavlja pod različnimi komercialnimi in lokalnimi imeni yvyra pere (PY); garapa, grapiapunha, muirajuba, barajuba, muiratauá, amarelinho, gema de ovo, jataí-amarelo (BR); ibira peré, grapia, apócope de grapiapuña, ibira-piapuña (AR). Vrsta ni zaščitena z regulativno CITES.

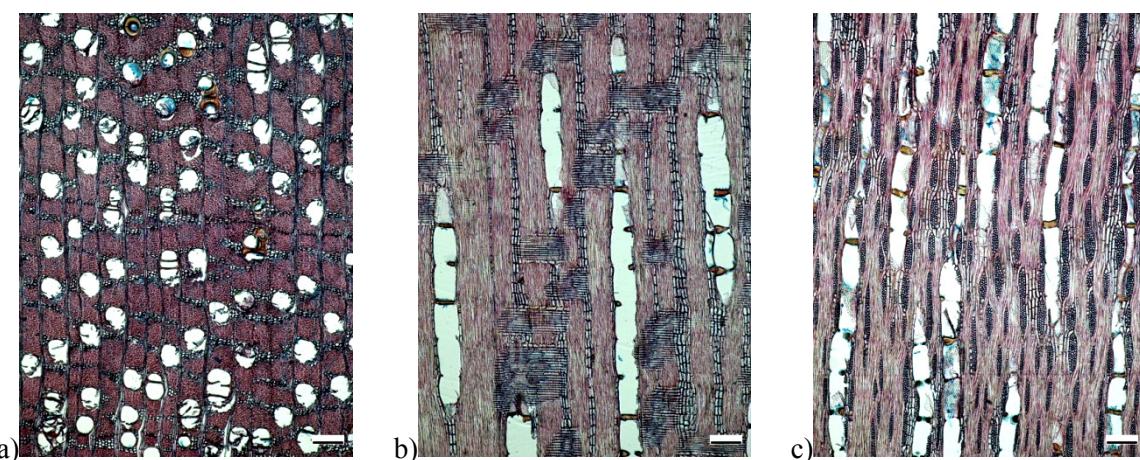


Slika 67: Vzorec 19 - trg. ime: Garapia – *Apuleia leiocarpa*, površina lesa

Jedrovina (Slika 67) je zlata do rumeno rjava, brez prog. Barva beljave je podobna barvi jedrovine. Les s starostjo potemni. Povprečna gostota je $0,78\text{--}0,81 \text{ g/cm}^3$, povprečen premer je $60\text{--}90 \text{ cm}$ (Richter in Oelker, 2000).

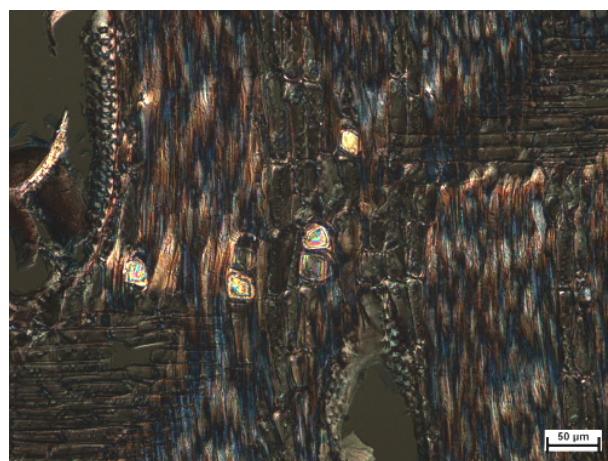
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore), ki so razporejene brez posebnega vzorca (v večini primerov po 2–3), ki so razporejene v radialnih vrstah. Povprečen tangencialni premer trahej je $70\text{--}100\text{--}120 \mu\text{m}$, povprečno število je $20\text{--}30$ trahej/ mm^2 . Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje pa alternirajoče. Piknje med trahejami in trakovi z razločnimi oboki, podobne intervaskularnim piknjam. Helikalne odebelitve niso prisotne, prav tako ni til. Ostali depoziti v trahejah jedrovine prisotni (rumeni ali oranžni).



Slika 68: *Apuleia leiocarpa*: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm

Povprečna dolžina vlaken je 600–900 µm. Vlakna imajo srednje debele celične stene, lahko so septirana ali ne. Aksialen parenhim v pasovih ali ne. Aksialen parenhim paratrahealen, krilast, konfluenten in enostranski. Krilast parenhim je rombast. Aksialen parenhim je v pramenih, povprečno število celic je 2–4. Trakovi so homogeni in heterogeni ter večredni (tudi če jih je samo nekaj). Heterogeni trakovi imajo pokončne ali kvadrataste celice omejene na marginalne vrste (po navadi ena vrsta kvadratastih ali pokončnih celic). Urejene strukture so prisotne. Urejeni so vsi trakovi, aksialen parenhim in trahejni členi. Mineralni vključki so prisotni (Slika 69). Po večini gre za prizmatične kristale, ki se nahajajo v kamrastih celicah aksialnega parenhima. Število kristalov v celici je ena. Silikati so prisotni kot zrna ali v agregatih v trakovnih celicah in celicah aksialnega parenhima.



Slika 69: *Apuleia leiocarpa*, radialni prerez – detalj anorganskih vključkov v aksialnem parenhimu, polarizirana svetloba; daljica 200 µm

Na mikroskopskem nivoju vrsto najlažje prepoznamo po septiranih in neseptiranih vlaknih, prisotnosti silikatov in urejenih strukturah (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.19 *Calophyllum* spp.

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Calophyllum* spp. so Indija, Pakistan, Šri Lanka, Burma, Tajska, Laos, Vietnam, Kambodža in Indonezija. Na trgu se pojavlja pod komercialnimi in lokalnimi imeni bintangor (MY, DE), bitaog, kalofilum, kamdeb, tamanu, bakokol, entangor, mentangor (MY), ponnyet, tharapi (MM), domba-gassa (LK), bansangal, vutalau, zarumayen (PH), vintanina (MG), palo maría (PH = *C. inophyllum*), Alexandrien laurel (IN -- *C. inophyllum*). Vrsta ni zaščitena z regulativo CITES.

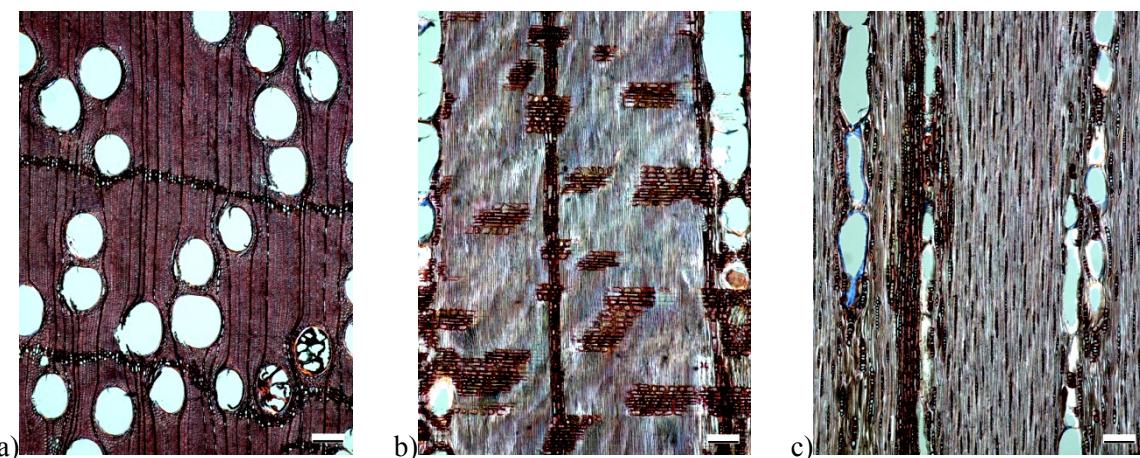


Slika 70: Vzorec 20 – trg. ime: bintangor – *Calophyllum* spp., površina lesa

Jedrovina je rjava do rdeča, lahko tudi belo siva. Barva beljave je odvisna od barve jedrovine. Povprečna gostota je 0,43–0,6–0,8 g/cm³, povprečni premer pa je 50–100 cm (Richter in Oelker, 2000).

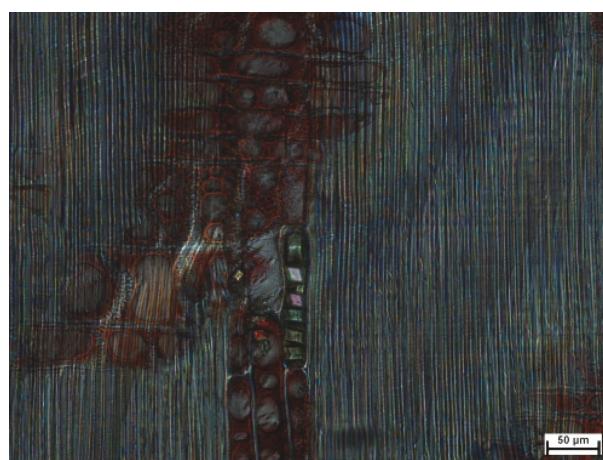
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore), ki so urejene v radialnem ali diagonalnem vzorcu in so izključno posamične. Povprečen tangencialni premer trahej je 45–310 µm (velike traheje 145–190–310 µm, majhne traheje 45–80–125 µm). Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje pa alternirajoče. Piknje med trakovnimi celicami in trahejami z reduciranimi oboki ali navidezno enostavne, horizontalne do vertikalne. Tile so prisotne (tankostene).



Slika 71: *Calophyllum* spp.: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm

Celične stene vlaken so srednje do zelo debele. Pogosto so prisotne vaskularne ali vazicentrične traheide. Vlakna niso septirana. Aksialen parenhim v pasovih. Aksialen parenhim apotrahealen in paratrahealen. Apotrahealen aksialen parenhim difuzen v agregatih (skupkih), paratrahealen aksialen parenhim pa je vazicentričen in konfluenten v pramenih. Povprečno število celic je 4–8. Trakovi so heterogeni s kvadratastimi in pokončnimi celicami, omejenimi na marginalne vrste (večinoma 2–4 marginalne vrste). Trakovi so izključno enoredni (pri nekaterih vrstah lahko dvoredni). Intercelularni kanali redko prisotni, so travmatskega izvora (radialni tip). Mineralni vključki so prisotni, najpogosteje gre za prizmatične kristale, ki se nahajajo v kamrastih celicah aksialnega parenhima (Slika 72). Število kristalov v celici je ena. Silikati niso opaženi.



Slika 72: *Calophyllum* spp. radialni prerez – detalj kristalov v parenhimskih celicah, polarizirana svetloba; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju sta najbolj prepoznavna znaka prisotnost intercelularnih kanalov in dva različna razreda premerov trahej (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.20 *Bagassa guianensis*

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Bagassa guianensis* je tropski Južna Amerika. Na trgu se pojavlja pod komercialnimi in lokalnimi imeni tatajuba, bagassa (DE, BR); fustik (GY); moral (EC); amapá-rana, bagaceira, amoreira, garrote (BR); bagasse, bagasse jaune, bois jaune (FR, GF), gele bagasse (NL, SR). Vrsta ni zaščitena z regulativno CITES.

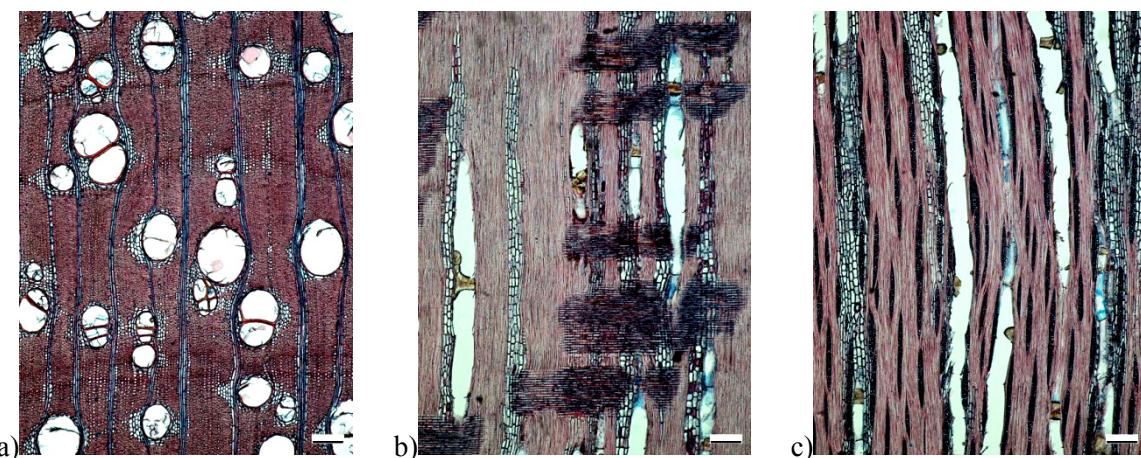


Slika 73: Vzorec 21 – trg. ime: tatajuba – *Bagassa guianensis*, površina lesa

Jedrovina (Slika 73) je lahko svetlo rumena do zlato rumena. Barva beljave je bledo rumeno bela in ostro razmejena od jedrovine. Les izpostavljen svetlobi potemni v zlato do rdečerjavo barvo. Poprečna gostota je $0,75\text{--}0,8 \text{ g/cm}^3$, povprečni premer pa je $50\text{--}90 \text{ cm}$ (Richter in Oelker, 2000).

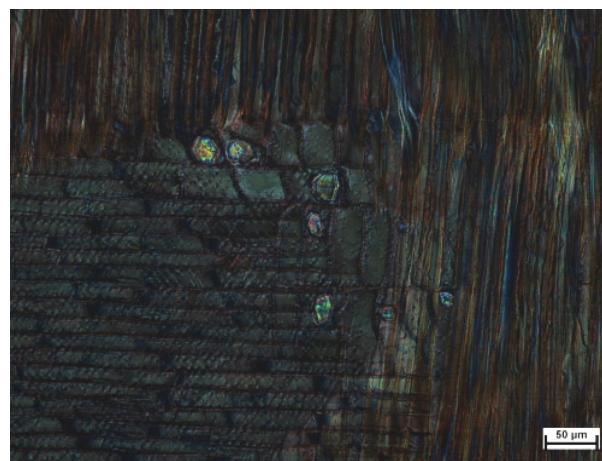
Mikroskopski opis

Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore), razporejene brez specifičnega razporeda, (najpogosteje po 2–3), ki so grupirane v radialni smeri. Povprečen tangencialni premer trahej je $155\text{--}225\text{--}290 \mu\text{m}$, povprečno pa je 1–4 traheje/ mm^2 . Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje pa alternirajoče. Piknje med trakovi in trahejami z razločnimi in reduciranimi oboki ali navidezno enostavne, podobne intervaskularnim piknjam, ene velikosti in tipa. Tile v trahejah prisotne (tankostene).



Slika 74: *Bagassa guianensis*: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni prerez; daljice 200 µm

Povprečna dolžina vlaken je 800–1500 µm. Celične stene vlaken so srednje do zelo debele. Vlakna niso septirana. Aksialen parenhim paratrahealen, vazicentričen in krilast. Krilast aksialen parenhim je rombast. Aksialen parenhim v pramenih. Povprečno število celic je 2–5. Trakovi so heterogeni, sestavljeni iz kvadratastih in pokončnih celic, omejenih na marginalne vrste (večinoma ena vrsta) in večredni, široki 2 – 4 celice. Mlečne in taninske cevi prisotne. Mineralni vključki prisotni, po večini gre za prizmatične kristale, ki se nahajajo v pokončnih ali kvadratastih trakovnih celicah in celicah aksialnega parenhima, ki niso kamraste (Slika 68). Število kristalov v celici je ena. Silikati niso opaženi.



Slika 75: *Bagassa guianensis*: radialni prerez – detalj kristalov v parenhimskih celicah in kvadratistih trakovnih celicah, polarizirana svetloba; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so najbolj prepoznavni znaki heterogeni trakovi, mlečni in taninski kanali prisotni in brez silikatov, na makroskopskem nivoju pa vrsto najlaže prepoznamo po rjavi jedrovini (lahko tudi rumena ali zelene) ter povprečni gostoti 0,7–0,80 g/cm³ (Richter in Dallwitz, 2002; Tropix, 2012).

4.1.21 *Peltogyne pubescens*

Makroskopski opis

Geografsko poreklo *Peltogyne pubescens* je Mehika in centralna Amerika do tropska Južna Amerika. Na trgu se pojavlja pod komercialnimi in lokalnimi imeni Amarant, Violettholz (DE); purpleheart, amaranth, violetwood (GB, GY, US); bois purpre, b. violet (FR); purpurheart (NL); koroborelli, merawayana, saka (GY); guarabu, jatobazinho, roixinho (BR); dastan, kocolorelli, malako (SR); tananeo (CO); palo de rosa, p. morado (MX). Vrsta ni zaščitena z regulativno CITES.

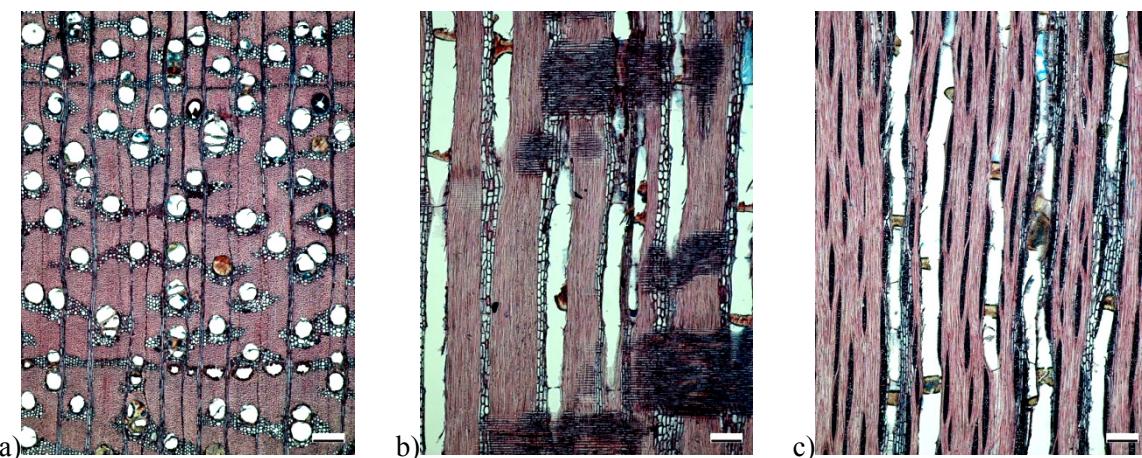


Slika 76: Vzorec 22 – trgovsko ime: purple heart – *Peltogyne pubescens*, površina lesa

Jedrovina (Slika 76) po izpostavitvi UV-svetlobi je vijolična (barva jajčevca), sveže požagan les pa je dolgočasno sive do škrlatno rjave barve brez prog. Barva beljave je odvisna od barve jedrovine. Povprečna gostota je $0,7\text{--}0,83\text{--}1,15 \text{ g/cm}^3$ (Richter in Oelker, 2000).

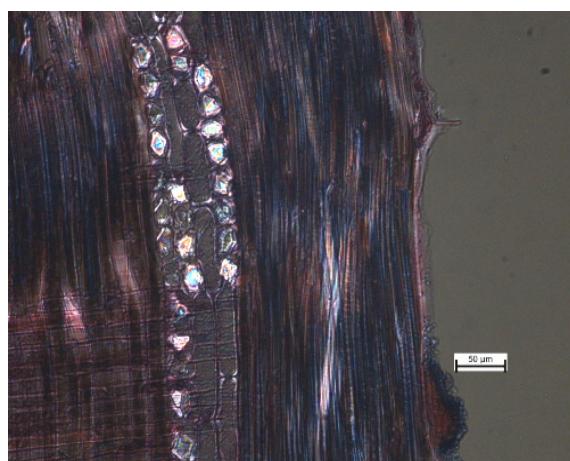
Mikroskopski opis

Les je difuzno porozen. Na prečnem prerezu vidimo traheje (pore) razporejene brez posebnega razporeda (najpogosteje po 2–3), ki so grupirane v radialni smeri. Povprečen tangencialni premer traheje je $50\text{--}80\text{--}110\text{--}150 \mu\text{m}$, povprečno število je $6\text{--}9\text{--}15\text{--}22$ trahej/ mm^2 , povprečna dolžina trahejnih členov pa je $250\text{--}500 \mu\text{m}$. Perforirane ploščice so enostavne, intervaskularne piknje pa alternirajoče. Piknje med trakovnimi celicami in trahejami z razločnimi oboki, podobne intervaskularnim piknjam. Helikalne odebilitve niso prisotne, prisotni pa so drugi depoziti v trahejah jedrovine (vijolični, včasih rjavi ali skoraj črni).



Slika 77: *Peltogyne pubescens*: a) prečni, b) radialni in c) tangencialni rez; daljica 200 µm

Povprečna dolžina vlaken je 1150–1660–2100 µm, celične stene so srednje do zelo debele. Vlakna niso septirana. Aksialen parenhim v pasovih. Aksialen parenhim paratrahealni, krilast ali konfluenten ali enostranski. Krilast parenhim je rombast. Aksialen parenhim v pramenih. Povprečno število celic aksialnega parenhima je 2–4. Trakovi so homogeni in večredni, široki 2–5 celic. Urejene strukture niso prisotne. Intercelularni kanali niso prisotni, prav tako ne mlečni in taninski kanali. Mineralni vključki so prisotni, po večini gre za prizmatične kristale, ki se nahajajo v kamrastih celicah aksialnega parenhima (Slika 78). Število kristalov v celici je ena. Silikati niso opaženi.



Slika 78: *Peltogyne pubescens*, radialni rez – detajl kristalov v parenhimske celice, polarizirana svetloba; daljica 50 µm

Na mikroskopskem nivoju so najbolj prepoznavni znaki homogeni trakovi, traheje v skupinah, piknje v vlknih, omejene na marginalne vrste, ni urejenih struktur in intercelularnih kanalov. Na makroskopskem nivoju pa vrsto najlaže prepoznamo po jedrovini brez prog in vijolični barvi ter difuzno poroznem razporedu trahej (Intkey, 2000; Tropix, 2012).

4.2 OPIS LASTNOSTI LESOV

Astronium graveolens – tiger wood

Les ima odlične lastnosti za zunanjo uporabo. Je zelo trpežen in trajen. Je hidrofoben in odporen na adsorpcijo vode (vlage), zaradi česar se težko lepi. Prav tako je les težaven za obdelovanje (skobljanje, strojna obdelava) in hitro otopi rezila. Les je brez posebnega vonja. Alergijske reakcije niso pogoste, najpogosteje draži oči in kožo. Vrsto na trgu najdemo kot furnir in les različnih dimenzij. Najpogosteje ga uporabljam za talne obloge, furnir, pohištvo, ročaje nožev, loke ... Cena lesa je primerena za uvoženo tropsko vrsto (Wood-database, 2016).

Bowdichia spp. – sucupira

Les je odporen na glive in napade termitonov ter drugih insektov. Da se izognemo napakam pri sušenju, moramo les sušiti počasi. Zaradi vključenih zrn topi rezila, lepi in površinsko obdeluje se dobro. Les je kakovosten in primeren tako za notranjo kakor tudi zunanjo uporabo. Najpogosteje se les uporablja za pohištvo, talne obloge, ladjedelništvo, rezan furnir, gradbeništvo ... (Tropix, 2012).

Distemonanthus benthamianus – movingui

Les je zmerno odporen na glive in napade termitonov. Obdelava lesa je enostavna. Zaradi vsebnosti silicijevega dioksida topi rezila, med vrtanjem pa zaradi segrevanja lahko izvrtna poogleni. Lepi in površinsko obdeluje se dobro, lahko pa ga tudi upogibamo po predhodnem parjenju. Les ima blag vonj med obdelavo. Hude alergijske reakcije so redke, lahko pa draži kožo. Na trgu se vrsta pojavlja kot furnir, lahko tudi kot žagan les. Najpogosteje ga uporabljam za furnir, talne obloge, pohištvo ... Cena se giblje med srednjim in zgornjim razredom za uvožen les (Wood-database, 2016).

Pericopsis elata – afromosia

Les je odporen na glive, napade termitonov in drugih insektov in zato zelo primeren za zunanjo uporabo. Les je enostaven za obdelavo, tako strojno kot tudi ročno. Če je les v stiku s kovino in v vlažnih razmerah, se pojavijo temni madeži. Lepi in površinsko obdeluje se dobro. Med obdelavo ima poseben vonj. Hudih alergijskih reakcij ne povzroča, lahko pa draži oči, kožo in dihalne poti. Lahko vpliva tudi na živčni sistem in povzroči astmi podobne simptome. Na trgu se vrsta pojavlja kot les različnih dimenzij. Najpogosteje se uporablja za čolne, furnir, talne obloge, pohištvo ... Cene se gibljejo med srednjim in visokim razredom za uvožene vrste. Podobno kot iroko je les podoben tiku, tako vizualno kakor tudi njegove fizikalne in mehanske lastnosti (Wood-database, 2016).

Intsia spp. – merbau

Les je zelo trajen, odporen na glice in insekte. Zaradi vsebnosti smole je rezanje lahko težavno. Lepljenje in površinska obdelava pa sta dobra. Med brušenjem in žaganjem ima les poseben vonj. Hude alergijske reakcije niso pogoste, lahko pa povzroči kihanje in draženje kože. Na trgu se vrsta pojavlja kot les različnih dimenzij. Cena ni previsoka, glede na to, da je les uvožen. Najpogosteje se uporablja za talne obloge, pohištvo, glasbila ... Zaradi odličnih trajnostnih lastnosti in stabilnosti je še posebej primeren za talne obloge (Wood-database, 2016).

Hymenaea courbaril – jatoba

Les je zelo odporen na glice, termite in večino insektov, je pa dovzet en za napade morskih organizmov. Zaradi velike gostote in trdote ter anorganskih vključkov je les težaven za obdelavo in topi rezila. Lepi se dobro, s paro pa se lahko tudi krivi. Je brez značilnega vonja. Hude alergijske reakcije so redke, lahko pa draži kožo. Na trgu se vrsta najpogosteje pojavlja kot talne deske ali les različnih dimenzij. Najpogosteje se uporablja za talne obloge, pohištvo, ročaje za orodje, ladjedelništvo, železniške pragove ... Za uvoženo vrsto je poceni. Zaradi nizke cene in dobrih lastnosti (odporen, trd in trden) je pomembna vrsta za lesne delavce (Wood-database, 2016).

Acacia mangium – jao / acacia

Les je zmerno do slabo odporen na glice in dovzet en za napade termitov. Obdelava ni težavna. Lepi in površinsko obdeluje se dobro, težavno je le lepljenje z urea – formaldehydними smolami. Poleg standardnih zdravstvenih tveganj, povezanih s katero koli vrsto lesnega prahu, *Acacia mangium* ne povzroča dodatnih zdravstvenih težav. Najpogosteje se uporablja za pohištvo in dele pohištva, opaže, notranje obloge, mizarstvo, embalaže, zaboje ... (Tropix, 2012).

Microberlinia brazzavillensis – zebrano

Les je trajen in odporen na insekte. Dobro se žaga, problem pa je doseči gladko površino zaradi izmenično prepletenega poteka aksialnih elementov. Lepljenje in zaključna obdelava sta dobra. Velične pore je dobro zapolniti s polnilom. Med obdelavo ima značilen neprijeten vonj. Hude alergijske reakcije so redke, najpogosteje draži kožo ali oči. Najpogosteje se uporablja za furnir, pohištvo, ladjedelništvo, smuči, ročaje za orodja ... Les je trden in trd ter tudi precej drag (Wood-database, 2016).

***Manilkara bidentata* – massaranduba**

Manilkara bidentata je trpežna vrsta, odporna na večino insektov, dovzetna je predvsem za napade morskih organizmov. Kljub visoki gostoti, se dobro obdeluje, tako strojno kot ročno. Les se dobro odziva tudi na upogibanje s paro. Lepljenje je težavno zaradi velike gostote in vsebnosti olj. Les je brez posebnega vonja. Hude alergijske reakcije so redke, lahko pa draži kožo. Na trgu se vrsta pojavi dokaj redko, večinoma za deske za tla in kritine. Najpogosteje se uporablja za kritine, talne obloge, ladjedelništvo, upognjene elemente ... Cena je zmerna do visoka. Zaradi dobre obstojnosti in velike gostote je primeren za zunanjo uporabo (Wood-database, 2016).

***Swintonia floribunda* – merpauh**

Les je neodporen na glive in dovzeten za napade termitov ter ostalih insektov. Les se normalno obdeluje, le v primeru, ko so v lesu prisotne napetosti, je žaganje zahtevno. Lepi se dobro. Lesni prah lahko povzroča draženje. Najpogosteje se les uporablja za zaboje in embalažo, vezane plošče, notranje oblage, furnir, pohištvo ... (Tropix, 2012).

***Guibourtia spp.* – bubinga**

Les je srednje do zelo odporen, odporen na večino insektov in termite. Obdelava je enostavna, čeprav zaradi vsebnosti silicijevega dioksida topi rezila. Skobljanje in strojna obdelava je lahko težavna zaradi prepletene poteka aksialnih elementov. Lepljenje je lahko problematično zaradi velike gostote in vsebnosti olj, lepi in površinsko obdeluje dobro. Moker les ima neprijeten vonj, ki izgine, ko se les posuši. Hude alergijske reakcije so redke, lahko pa povzroči spremembe na koži in jo draži. Cena lesa je odvisna od njegove kakovosti. Kosi lesa s posebnimi vzorci (waterfall, pommele) dosežejo visoko ceno, drugače pa je cena zmerna. Najpogosteje se uporablja kot furnir, fino pohištvo ... Zaradi velikosti drevesa ga lahko uporabljamo kot deske za mize z naravnim robom. Priljubljen je zaradi domiselnega imena, dekorativnosti ter dobrih fizikalnih in mehanskih lastnosti. Les spominja na rosewood in se pogosto uporablja namesto dražjih lesov. Ima odlično razmerje med trdoto in gostoto (Wood-database, 2016).

***Koompassia malaccensis* – kempas**

Les je zmerno odporen do trajen. Dovzeten je za napade termitov. Obdelava je težavna zaradi prepletene poteka aksialnih elementov. Les lahko ima proge krhkega mineraliziranega tkiva, ki so mehanska šibka točka in topilo rezila. Strojna obdelava je zahtevna. Les je rahlo kisel in povzroča korozijo ob stiku s kovino. Lepi in površinsko obdeluje se dobro. Je brez značilnega vonja. Poleg standardnih zdravstvenih tveganj, kolikor je tveganj s katero koli vrsto lesnega prahu, ne povzroča hujših alergijskih reakcij.

Na trgu se vrsta ne pojavlja pogosto, večinoma kot deske za talne obloge. Les se uporablja za talne obloge, težke konstrukcije, železniške pragove, vezan les, palete ... Uvaža se predvsem za talne obloge. Cena je relativno nizka za uvožen les (Wood-database, 2016).

Milicia excelsa – iroko

Milicia excelsa je zelo vzdržljiva in trajna vrsta, odporna na glive in insekte. Obdelava ni preveč zahtevna, težave se pojavljajo pri površinski obdelavi oz. skobljanju zaradi izmenično prepletene poteka aksialnih elementov. Lahko vsebuje tudi depozite kalcijevega karbonata, ki topi rezila. Lepi in površinsko obdeluje se dobro. Les je brez značilnega vonja. Hude alergijske reakcije so redke. Pogosto draži dihalne poti, oči in kožo. Pri občutljivih posameznikih lahko povzroči druge zdravstvene težave (astmi in pljučnici podobni simptomi). Cena je zmerna za uvožen les. Najpogosteje se uporablja za furnir, talne obloge, pohištvo, ladjedelništvo ... Uporablja se kot nadomestek za tik, saj ima podoben izgled, prav tako pa je les stabilen in trpežen (Wood-database, 2016).

Dipterix odorata – cumaru

Dipterix odorata je zelo vzdržljiva (vremenski vplivi) in odporna vrsta, vendar dovetna za napade morskih organizmov. Zaradi odličnih trajnostnih lastnosti je les zelo primeren za zunanjo uporabo. Zaradi velike gostote in prepletene poteka aksialnih elementov je les težaven za obdelavo. Zaradi vsebnosti silicijevega dioksida topi rezila. Lepljenje je težavno zaradi velike gostote in vsebnosti olja. Med obdelavo ima les rahel vonj po vaniliji in cimetu. Ne povzroča posebnih zdravstvenih težav. Cena je glede na kakovost in dobre lastnosti lesa nizka, podobno kot jatoba. Najpogosteje se uporablja za talne obloge, pohištvo, težke konstrukcije, železniške pragove, ročaje za orodja ... Les je zelo trden, trd ter odporen in zato primeren za zunanjo uporabo (Wood-database).

Eucalyptus diversicolor – eucalypt, karri

Les je zmerno trajen do trajen, zmerno odporen na napade insektov in doveten za napade termitor. Zaradi velike gostote je težaven za obdelavo. Topi nože, lepi in površinsko obdeluje pa se dobro. Les je brez značilnega vonja. Hude alergijske reakcije so redke, lahko pa draži kožo. Ker se redko uvaža v Severno Ameriko, ga je na trgu veliko, cene pa so zmerne. Najpogosteje se uporablja za talne obloge, pohištvo, vezane plošče ... Zaradi velikosti drevesa (med najvišjimi drevesi v Avstraliji) so na trgu dostopni dolgi kosi lesa brez napak (Wood-database, 2016).

***Afzelija* spp. – doussie**

Afzelija ima zelo vzdržljiv les, ki je zmerno odporen na termite in ostale insekte (nekatere bolj druge manj). Velja za težaven les za obdelovanje. Lepi in površinsko obdeluje pa se dobro. Nekatere vrste vsebujejo rumene vodotopne depozite, ki lahko predstavljajo probleme ob uporabi izdelkov za površinsko obdelavo na vodni osnovi. Les je brez značilnega vonja. Najpogosteje se uporablja za pohištvo, furnir, talne obloge, ladjedelništvo, gradbeništvo ... Glede na trpežnost, stabilnost in tudi videz se lahko primerja s tikom in mahagonijem, včasih pa se prodaja tudi pod imenom doussie. Z izbranimi elementi za manjše objekte lahko dosežemo osupljiv 3D učinek zaradi poteka aksialnih elementov (grain efekt) (Wood-database, 2016).

***Apuelia leiocarpa* – garapara, garapa**

Vrsto *Apuelia leiocarpa* štejemo med odporne vrste, čeprav je dovzetna za napade nekaterih insektov in termitor. Les je dokaj enostaven za obdelavo. Lepi in površinsko obdeluje se dobro. Je brez značilnega vonja. Hude alergijske reakcije so redke, lahko pa draži kožo. Na trgu je pogosto na voljo, cena pa je zmerna za uvožen les. Najpogosteje se les uporabi za talne obloge, kritine, ladjedelništvo ... (Wood-database, 2016).

***Calophyllum* spp. – bintangor**

Les je zmerno odporen na glive in napade termitor in odporen na napade ostalih insektov. Obdeluje se brez posebnih težav, le pri končni obdelavi se lahko pojavi volnata površina. Lepi se dobro. Najpogosteje se uporablja za notranje obloge, gradbeništvo, ladjedelništvo, talne obloge, rezan furnir, embalažo in zaboje, pohištvo ... (Tropix, 2012).

***Bagassa guianensis* – tatajuba**

Les je odporen na glive in napade insektov, ni pa odporen na vremenske vplive. Obdelavnost je dobra, težave se lahko pojavijo pri skobljanju zaradi izmenično prepletene poteka aksialnih elementov. Prav tako topi rezila zaradi visoke vsebnosti silicijevega dioksida. Lepi in površinsko obdeluje se dobro. Je brez vonja in ne povzroča hujših alergijskih reakcij, lahko draži kožo. *Bagassa guianensis* je manj znana južnoameriška vrsta in zato se na trgu ne pojavlja pogosto. Cena je zmerna za uvožen les. Najpogosteje se uporablja za talne obloge, kritine, čolne, pohištvo, furnir ... (Wood-database, 2016).

***Peltogyne pubescens* – rouxinho, purple heart**

Les je zelo vzdržljiv in odporen na glive ter napade večine insektov. Dovzeten je za napade morskih organizmov. Delo in obdelava lesa lahko povzročita edinstvene izzive. Če je hitrost orodja prevelika in se les prične segrevati, začne izločati gumijaste snovi, ki se lepijo na orodja. Zmerno topi rezila. Je brez izrazitega vonja. Hude alergijske reakcije so redke. Lahko draži oči in kožo ter povzroči slabost. Na trgu se vrsta pojavlja dokaj pogosto. Cena se giblje med nizkim in srednjim cenovnim razredom. Najpogosteje se uporablja za talne obloge, pohištvo, težke konstrukcije, ladjedelništvo ... (Wood-database, 2016).

4.3 PRIMERJAVA IZBRANIH MEHANSKIH IN FIZIKALNIH LASTNOSTI IDENTIFICIRANIH LESNIH VRST

Po končani identifikaciji smo prek različnih virov poiskali čim več podatkov o fizikalnih in mehanskih lastnostih identificiranih vrst. Podatke smo pridobili iz baz podatkov Tropix, Intkey in Wood-database. V nadaljevanju navajamo podatke o relevantnih lastnostih lesov z vidika uporabe za talne obloge.

Preglednica 7: Podatki o dimenzijski stabilnosti, odpornosti na glive in termite, permeabilnosti in trajnostnem razredu izbranih lesnih vrst (Tropix, 2012) po SIST EN 350-2, SIST EN 335-1, SIST EN 335-2.

DREVESNA VRSTA	STABILNOST	ODPORNOST NA GLIVE	ODPORNOST NA TERMITE	PERMEABILNOST / IMPREGNABILNOST	RAZRED OGROŽENOSTI
<i>Astronium graveolens</i>	slabo stabilen	1. razred	1. razred	4. razred	4. razred
<i>Bowdichia spp.</i>	zmerno do slabo stabilen	2. razred	1. razred	3. razred	3. razred
<i>Distemonanthus benthamianus</i>	zmerno stabilen do stabilen	3. razred	2. razred	4. razred	2. razred
<i>Pericopsis elata</i>	zmerno do slabo stabilen	1.–2. razred	1. razred	4. razred	4. razred
<i>Intsia spp.</i>	stabilen	1.–2. razred	2. razred	4. razred	4. razred
<i>Hymenaea courbaril</i>	zmerno stabilen do stabilen	2.–3. razred	2. razred	4. razred	3. razred
<i>Acacia mangium willd</i>	stabilen	3.–4. razred	3. razred	3. razred	2. razred
<i>Manilkara bidentata</i>	slabo stabilen	1. razred	1. razred	4. razred	4. razred
<i>Swintonia floribunda</i>	zmerno stabilen do stabilen	5. razred	3. razred	2. razred	1. razred
<i>Guibourtia spp.</i>	slabo stabilen	2. razred	1. razred	4. razred	4. razred
<i>Koompassia malaccensis</i>	stabilen	2. razred	3. razred	3. razred	3. razred
<i>Milicia excelsa</i>	zmerno stabilen	1.–2. razred	1. razred	4. razred	3. razred
<i>Dipteryx odorata</i>	zmerno stabilen do stabilen	1. razred	1. razred	4. razred	4. razred
<i>Eucalyptus diversicolor</i>	zmerno do slabo stabilen	3.–4. razred	3. razred	3.–4. razred	2. razred
<i>Afzelia spp.</i>	stabilen	1. razred	1. razred	4. razred	4. razred
<i>Apuleia leiocarpa</i>	zmerno stabilen do stabilen	3. razred	2. razred	3. razred	2. razred
<i>Calophyllum spp..</i>	stabilen	3. razred	2. razred	4. razred	2. razred
<i>Bagassa guianensis</i>	stabilen	1. razred	2. razred	3. razred	4. razred
<i>Peltogyne pubescens</i>	zmerno stabilen	2.–3. razred	1. razred	4. razred	3. razred

Preglednica 8: Primerjava lastnosti iz različnih virov (Tropix, 2012; Wood-database, 2016)

DREVESNA VRSTA	SPECIFIČNA GOSTOTA (g/cm ³) (Tropix)	SPECIFIČNA GOSTOTA (g/cm ³) (Wood -database)	TRDOTA Monnin (Tropix)	TRDOTA Janka (Wood-database)	PРЕЧНА КРЧИВЕНА АНИЗОТРОПИЈА (Tropix)
<i>Astronium graveolensis</i>	0,8	0,905	6,1	9,64	1,80
<i>Bowdichia spp.</i>	0,91		9,4		1,40
<i>Distermonanthus benthamianus</i>	0,73	0,72	5,6	5,68	1,60
<i>Pericopsis elata</i>	0,7	0,725	7	6,98	1,80
<i>Intsia spp.</i>	0,83	0,815	8,8	7,62	1,60
<i>Hymenaea courbaril</i>	0,94	0,94	10,5	11,95	1,90
<i>Acacia mangium</i>	0,52	0,515	3,1	4,89	2,30
<i>Microberlinia brazzavillensis</i>	0,79	0,805	5	8,16	1,84
<i>Manilkara kauki</i>		0,97			1,41
<i>Manilkara bidentata</i>	1,1	1,08	12,9	13,92	1,30
<i>Swintonia floribunda</i>	0,75		5,5		1,50
<i>Guibourtia spp.</i>	0,92		10,2	10,72	1,40
<i>Koompassia malaccensis</i>	0,88	0,88	/	7,8	1,40
<i>Milicia excelsa</i>	0,64	0,66	4,1	5,61	1,50
<i>Dipteryx odorata</i>	1,07	1,085	13,1	14,8	1,40
<i>Eucalyptus diversicolor</i>		0,885		9,03	1,44
<i>Afzelia spp.</i>	0,8	0,805	7,7	8,05	1,50
<i>Apuleia leiocarpa</i>	0,79	0,82	6,7	7,35	1,80
<i>Calophyllum spp.</i>	0,74		5,7		1,30
<i>Bagassa guianensis</i>	0,8	0,8	6,4	7,65	1,40
<i>Peltogyne pubescens</i>	0,87	0,905	7,6	11,19	1,50

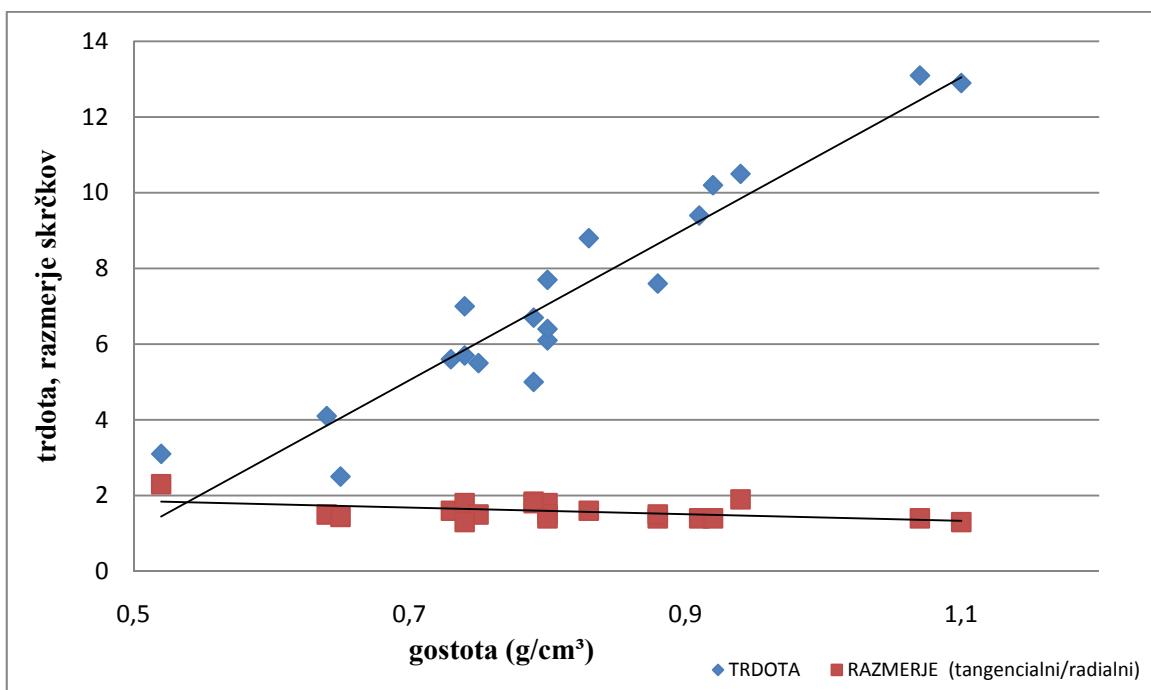
4.4 ANALIZA RELEVANTNIH LASTNOSTI

Lesne vrste se med seboj razlikujejo po lastnostih, ki so lahko mehanske, fizikalne, fizikalno – kemische, estetske ipd. Na podlagi različnih lastnosti pa lahko lesne vrste tudi ovrednotimo, kot primerne oziroma neprimerne za določen projekt. V diplomski nalogi smo identificirane tropске lesne vrste ovrednotili na podlagi lastnosti, ki so navedene v preglednici 9.

Preglednica 9: Relevantne lastnosti za ovrednotenje vrst (Tropix, 2012; Straže, 2016)

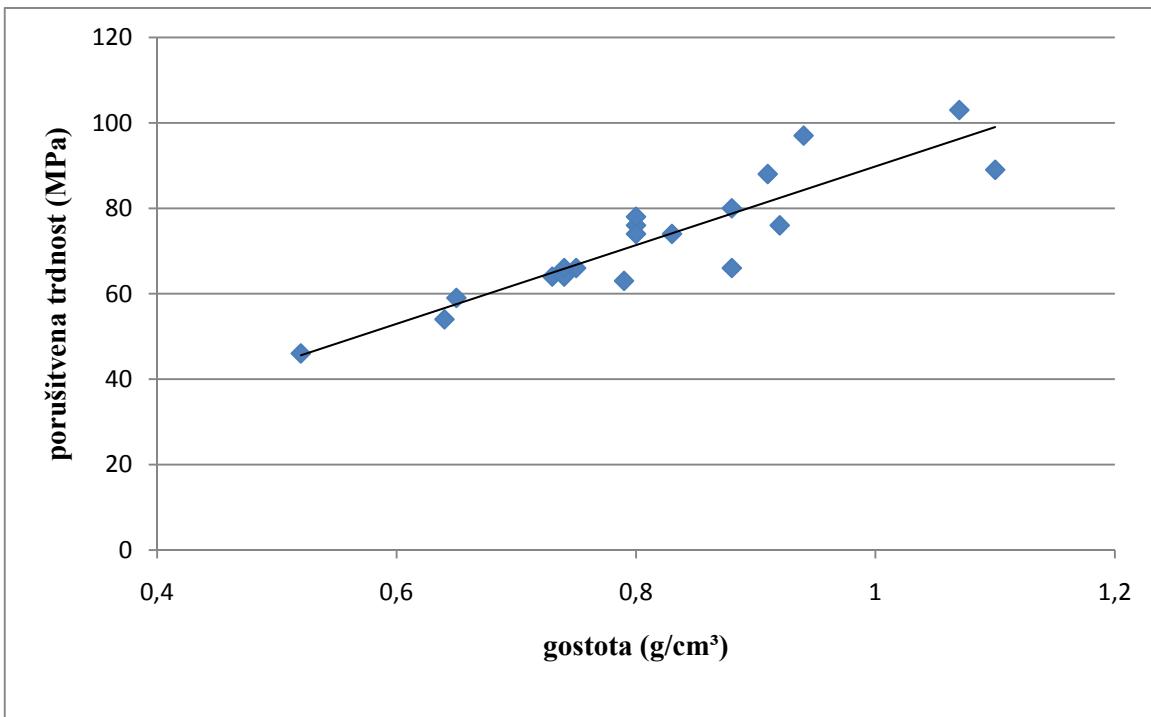
	ZELO LAHKE	LAHKE	SREDNJE	TEŽKE	ZELO TEŽKE
SPECIFIČNA GOSTOTA (g/cm³)	< 0,5	0,5 - 0,65	0,65 - 0,8	0,8 - 0,95	> 0,95
	ZELO MEHKE	MEHKE	SREDNJE	TRDE	ZELO TRDE
TRDOTA– Monnin	< 1,5	1,5 - 3,0	3,0 - 6,0	6,0 - 9,0	> 9,0
	NEUGODNO	NORMALNO	UGODNO		
PREČNA KRČITVENA ANIZOTROPIJA	> 2,0	1,6 - 2,0	< 1,6		
RAZRED OGROŽENOSTI	1. RAZRED	2. RAZRED	3. RAZRED	4. RAZRED	5. RAZRED

Gostota vseh identificiranih vrst je relativno visoka oziroma primerna za uporabo lesa za talne obloge in se giblje od 0,52 g/cm³ do 1,1 g/cm³. Najnižjo gostoto ima *Acacia maginum*, najvišjo pa *Manilkara bidentata*. Z gostoto je povezanih več lastnosti lesa. Kot vidimo na sliki 79, je gostota v linearni zvezi s trdoto, in sicer višja kot je gostota, večja je tudi trdota. Prav tako kot trdota je v linearni zvezi z gostoto tudi prečna krčitvena anizotropija, ki pa z višjo gostoto pada. Prečna krčitvena anizotropija identificiranih vrst se gibljejo med 1,3 in 2,3. Večina vrst ima normalno ali ugodno anizotropijo. Neugodno ima le *Acacia maginum*.



Slika 79: Odvisnost trdote in anizotropije krčenja od gostote lesa

Tlačna trdnost (Slika 80) se z višjo gostoto materiala linearno povečuje. Najvišjo porušitveno vrednost ima *Dipteryx odorata* (103 MPa), najnižjo pa *Acacia maginum* Willd (46 MPa).



Slika 80: Odvisnost tlačne trdnosti od gostote lesa

Če vrste razdelimo v razrede ogroženosti, ki določajo mesto vgradnje, ki je primerna trajnostnim lastnostim posamezne vrste, lahko vidimo, da obstaja povezava s permeabilnostjo lesnih vrst, in sicer je večina vrst, ki so slabo permeabilne, razvrščena v četrti razred izpostavitve, kar pomeni, da lahko les vgradimo v vodo ali pa je lahko v stiku s tlemi in zato ne potrebujejo dodatne zaščite. Dobro permeabilna pa je le *Swintonia floribunda*, ki pa je prav tako edina vrsta, ki je uvrščena v prvi razred izpostavitve in jo lahko vgradimo le v notranje prostore. Če pa bi les žeeli vgraditi zunaj oziroma tam kjer je ogroženost višja, ga moramo zaščititi z zaščitnimi sredstvi. Ostale identificirane vrste so razvrščene v drugi in tretji razred ogroženosti (Preglednica 10).

Preglednica 10: Razredi izpostavitve/ogroženosti in permeabilnosti (Tropix, 2012) (SIST EN 335-2)

DREVESNA VRSTA	RAZRED OGROŽENOSTI / IZPOSTAVITVE	PERMEABILNOST / IMPREGNABILNOST (1 dobro – 4 slabo)
<i>Astronium graviolensis</i>	4.	4
<i>Bowdichia</i> spp.	3.	3
<i>Distermonantusbenthamianus</i>	2.	4
<i>Pericopsis elata</i>	4.	4
<i>Intsia</i> spp.	4.	4
<i>Hymenaea courbaril</i>	3.	4
<i>Acacia mangium</i>	2.	3
<i>Manilkara bidentata</i>	4.	4
<i>Swintonia floribunda</i>	1.	2
<i>Guibourtia</i> spp.	4.	4
<i>Koompassia malacensis</i>	3.	3
<i>Milicia excelsa</i>	3.	4
<i>Dipteryx odorata</i>	4.	4
<i>Eucalyptus diversicolore</i>	2.	3–4
<i>Afzelia</i> spp.	4.	4
<i>Apuleia leiocarpa</i>	2.	3
<i>Calophyllum</i> spp.	2.	4
<i>Bagassa guianensis</i>	4.	3
<i>Peltogyne pubescens</i>	3.	4

4.5 RAZPRAVA

Namen raziskave je bil ugotoviti, ali komercialna oziroma trgovska imena tropskih lesnih vrst ustrezajo lesnim vrstam, ki se pod temi imeni prodajajo, ter ovrednotiti lesne vrste po primernosti za uporabo kot notranje in zunanje talne oblage na podlagi lastnosti lesa. Iz vzorcev, ki smo jih pridobili pri trgovcih talnih oblog, smo izdelali preparate za anatomske preiskave. S pomočjo svetlobnega mikroskopa in računalniškega identifikacijskega ključa (Intkey) smo opravili identifikacijo pridobljenih vzorcev.

Identifikacija ja pokazala, da večina lesnih vrst ustreza komercialnemu imenu, pod katerim se pojavlja na trgu. Od devetindvajsetih vzorcev je komercialnemu imenu ustrezalo enaindvajset vzorcev. Tem lesnim vrstam smo poiskali podatke o fizikalnih, mehanskih in obdelavnostnih lastnostih, na podlagi katerih smo vrste razvrstili v štiri skupine po primernosti, za uporabo kot notranje talne oblage in zunanje talne oblage. Identificirane lesne vrste smo razdelili v štiri skupine glede na gostoto, trdoto in dimenzijsko stabilnost, za zunanje talne oblage pa smo upoštevali še razred ogroženosti (Preglednica 10).

Trdota kot najpomembnejša lastnost lesa za talne oblage je pri skoraj vseh identificiranih vrstah primerna. Glede na trdoto smo vrste razvrstili v pet razredov. Šest vrst od enaindvajsetih (*Dipteryx odorata*, *Manilkara bidentata*, *Hymenaea courbaril*, *Bowdichia* spp. in *Guibourtia* spp.) ima zelo veliko trdoto (>9 po Monninu). Najmanjšo trdoto pa imata *Acacia mangium* in *Milicia excelsa*, vendar kljub temu dovolj veliko, da sta primerni za uporabo za talne oblage. Ostale vrste imajo trdoto od 5 do 9 (po Monninu) in so prav tako primerne za talne oblage.

Z vidika dimenzijske stabilnosti so z izjemo *Acacia mangium*, ki ima neugodno prečno krčitveno anizotropijo (> 2), vse ostale vrste primerne za talne oblage, saj imajo normalno anizotropijo (1,6–2,0), več kot polovica vrst pa ima ugodno anizotropijo krčenja ($< 1,6$).

Normalno anizotropijo krčenja imajo *Astronium graveolensis*, *Pericopsis elata*, *Hymenaea courbaril*, *Microberlinia brazzavillensis*, *Apuleia leiocarpa*, *Intsia* spp. in *Distermonanthus benthamianus*. Ugodno anizotropijo krčenja imajo *Bowdichia* spp., *Manilkara kauki*, *Manilkara bidentata*, *Swintonia floribunda*, *Guibourtia* spp., *Koompassia malaccensis*, *Milicia excelsa*, *Dipteryx odorata*, *Eucalyptus diversicolor*, *Afzelia* spp., *Calophyllum* spp., *Bagassa guianensis* in *Peltogyne pubescens*.

Specifična gostota, ki je v linearni zvezi s trdoto in anizotropijo krčenja, je pri večini vrst srednja, visoka in zelo visoka, le *Milicia excelsa* in *Acacia mangium* imata nizko gostoto. Pri uporabi lesa za zunanje talne oblage je zelo pomemben podatek tudi razred ogroženosti oziroma izpostavitve. *Swintonia floribunda* je edina med identificiranimi vrstami neprimerena za zunanje talne oblage, saj je uvrščena v prvi razred ogroženosti. Ostale vrste

so uvrščene od drugega do četrtega razreda ogroženosti in s tem primerne za zunanje talne obloge. V četrti razred ogroženosti je uvrščenih sedem vrst – *Astronium graveolens*, *Pericopsis elata*, *Intsia* spp., *Manilkara bidentata*, *Guibourtia* spp., *Dipteryx odorata*, *Afzelia* spp. in *Bagassa guianensis*.

Po primerjavi vseh naštetih lastnosti, smo vrste razvrstili v štiri razrede, tako za notranje talne obloge (Preglednica 11) kakor tudi za zunanje talne obloge (Preglednica 12).

Preglednica 11: Lesne vrste, razporejene po primernosti za notranje talne obloge

ZELO PRIMERNE	PRIMERNE	MANJ PRIMERNE	NEPRIMERNE
<i>Bowdichia</i> spp.	<i>Astronium graveolensis</i>	<i>Distermonanthus benthamianus</i>	<i>Acacia mangium</i>
<i>Manilkara bidentata</i>	<i>Intsia</i> spp.	<i>Pericopsis elata</i>	
<i>Guibourtia</i> spp.	<i>Hymenaea courbaril</i>	<i>Microberlinia brazzavillensis</i>	
<i>Dipteryx odorata</i>	<i>Koompassia malaccensis</i>	<i>Swintonia floribunda</i>	
	<i>Eucalyptus diversicolor</i>	<i>Milicia excelsa</i>	
	<i>Afzelia</i> spp.	<i>Apuleia leiocarpa</i>	
	<i>Bagassa guianensis</i>	<i>Calophyllum</i> spp.	
	<i>Peltogyne pubescens</i>		

Preglednica 12: Lesne vrste, razporejene po primernosti za zunanje talne obloge

ZELO PRIMERNE	PRIMERNE	MANJ PRIMERNE	NEPRIMERNE
<i>Manilkara bidentata</i>	<i>Astronium graveolensis</i>	<i>Distermonanthus benthamianus</i>	<i>Acacia mangium</i>
<i>Guibourtia</i> spp.	<i>Intsia</i> spp.	<i>Microberlinia brazzavillensis</i>	<i>Swintonia floribunda</i>
<i>Dipteryx odorata</i>	<i>Hymenaea courbaril</i>	<i>Calophyllum</i> spp.	
	<i>Koompassia malaccensis</i>	<i>Milicia excelsa</i>	
	<i>Eucalyptus diversicolor</i>	<i>Apuleia leiocarpa</i>	
	<i>Afzelia</i> spp.		
	<i>Bagassa guianensis</i>		
	<i>Peltogyne pubescens</i>		
	<i>Bowdichia</i> spp.		
	<i>Pericopsis elata</i>		

Za večino vrst smo imeli po en vzorec, za nekatere vrste pa dva ali več. Vrste, pri katerih smo pridobili dva različna vzorca, so sucupira, afromosia, jatoba, macaranduba – massaranduba, kempas in doussie ter camaru, pri katerem smo imeli pet različnih vzorcev. Od teh vrst sta komercialnemu imenu ustrezala le oba vzorca macarandube. Pri ostalih vrstah je komercialnemu imenu ustrezal le po eden od dveh vzorcev. Od petih vzorcev cumaruja, pa sta komercialnemu imenu ustrezala le dva. Vrste, pri katerih smo pridobili po en vzorec, so ustrezale komercialnemu imenu.

5 SKLEPI

Na trgu pod enakim komercialnim imenom ponujajo različne lesne vrste. Večina tropskih lesnih vrst, ki jih najdemo na tržišču za talne obloge, se na trgu pojavlja pod pravim komercialnim imenom, imena nekaterih vrst pa se tudi zlorabljam. Enaindvajset od devetindvajsetih analiziranih vzorcev je ustrezalo komercialnemu imenu vrste.

Vrste, ki ne ustrezajo komercialnemu imenu, pod katerim se prodajajo, imajo v večini primerov le podoben izgled, njihove lastnosti pa so običajno veliko slabše.

Trdote identificiranih vrst se gibljejo med 3,1 in 13,1 po Moninnu, gostote med $0,52 \text{ g/cm}^3$ in $1,1 \text{ g/cm}^3$, anizotropija krčenja med 1,3 in 2,3, glede na razred ogroženosti pa so vrste razvrščene od prvega do četrtega razreda. Trdota, kot najpomembnejša lastnost lesa za talne obloge, je pri skoraj vseh identificiranih vrstah primerna za talne obloge. Šest vrst od enaindvajsetih (*Dipteryx odorata*, *Manilkara bidentata*, *Hymenaea courbaril*, *Bowdichia* spp. in *Guibourtia* spp.) ima zelo veliko trdoto (>9 po Monninu). Najmanjšo trdoto pa imata *Acacia mangium* in *Milicia excelsa*, vendar kljub temu dovolj veliko, da sta še primerni za talne obloge.

Z vidika dimenzijske stabilnosti so, z izjemo *Acacia mangium*, vse obravnavane vrste primerne za talne obloge, saj imajo normalno anizotropijo krčenja (1,6–2,0), več kot polovica vrst pa ima ugodno anizotropijo krčenja ($<1,6$); to so *Bowdichia* spp., *Manilkara kauki*, *Manilkara bidentata*, *Swintonia floribunda*, *Guibourtia* spp., *Koompassia malaccensis*, *Milicia excelsa*, *Dipteryx odorata*, *Eucalyptus diversicolore*, *Afzelia* spp., *Calophyllum* spp., *Bagassa guianensis* in *Peltogyne pubescens*.

Specifično gostoto lahko podajamo v kg/m^3 ali pa v g/cm^3 in je v linearni zvezi s trdoto in prečno krčitveno anizotropijo. Pri večini obravnavanih vrst je specifična gostota srednja, visoka in zelo visoka, le *Milicia excelsa* in *Acacia mangium* imata nizko gostoto. *Swintonia floribunda* je edina med identificiranimi vrstami neprimerena za zunanje talne obloge, saj je uvrščena v prvi razred ogroženosti. V četrti razred ogroženosti je uvrščenih sedem vrst – *Astronium graviolens*, *Pericopsis elata*, *Intsia* spp., *Manilkara bidentata*, *Guibourtia* spp., *Dipteryx odorata*, *Afzelia* spp. in *Bagassa guianensis*.

Najprimernejše vrste za izdelavo talnih oblog so *Dipteryx odorata*, *Manilkara bidentata*, *Bowdichia* spp. in *Guibourtia* spp. To so vrste, ki imajo zelo trde lesove, z visoko gostoto, anizotropija krčenja pa je ugodna in so uvrščene v tretji ali četrti razred ogroženosti. Neprimerena vrsta za talne obloge je *Acacia mangium*, ki je edina lesna vrsta z neugodno anizotropijo krčenja, poleg tega pa ima tudi najnižjo gostoto in trdoto.

Poleg omenjenih lastnosti pa je pri izbiri lesa za talne obloge pomemben tudi estetski videz in cena.

6 POVZETEK

Večina tropskih lesnih vrst, ki jih najdemo na tržišču kot talne obloge, se na trgu pojavlja pod pravim komercialnim imenom. Imena nekaterih vrst pa se tudi zlorabljujo. Na trgu pod enakim komercialnim imenom najdemo različne lesne vrste. Vrste, ki ne ustrezano komercialnemu imenu, pod katerim se prodajajo, imajo v večini primerov le podoben izgled, njihove lastnosti pa so po navadi veliko slabše.

V raziskavi smo poizkušali dokazati, da se pod enakim komercialnim imenom na trgu pojavljajo različne lesne vrste in jih ovrednotiti po primernosti. Cilji naloge so bili pridobiti čim več različnih tropskih lesnih vrst za talne obloge; izdelati preparate za anatomske preiskave in identifikacijo; s pomočjo mikroskopa in identifikacijskega ključa INTKEY identificirati lesne vrste; pridobiti podatke o izbranih lastnostih identificiranih lesnih vrst; primerjati izbrane lesne vrste med sabo in ovrednotiti primernost izbranih lesnih vrst za talne obloge.

Pri trgovcih talnih oblog smo zbrali devetindvajset različnih vzorcev. Iz vzorcev talnih oblog smo izrezali orientirane količke za rezanje preparatov prečnega, tangencialnega in radialnega prereza. Količke smo dali v vrelo vodo, ko pa se je ta ohladila, smo dodali še glicerol in etanol ter jih pustili tri tedne. Ko so bili vzorci zmehčani, smo na drsnem mikrotomu rezali histološke rezine (debeline 20 µm) vseh treh prerezov. Rezine za preparate smo obarvali z mešanico safranina, astra modre in ocetne kisline (Van der Werf in sod., 2007). Obarvane rezine smo vklopili na objektna stekla in dodali tri kapljice vklopnegra medija Euparal (3C-239; Chroma), pokrili s krovnim stekлом ter jih obtežili in pustili 24 ur, da se je Euparal strdil.

Anatomske preiskave smo opravili na mikroskopu Nikon Eclypse E 800 (Kanagawa, Japan), fotomikrografijo pa z digitalno kamero Nikon DS-Fil, s podporo računalniškega programa NIS Elements BR (v. 3.0). Identifikacijo lesnih vrst smo opravili z računalniškim ključem INTKEY.

Predvidevali smo, da bomo pod enakimi komercialnimi imeni našli različne lesne vrste in identifikacija lesnih vrst je potrdila naša predvidevanja. Enaindvajset od devetindvajsetih vzorcev je ustrezalo komercialnemu imenu.

Analiziranim lesnim vrstam smo poiskali podatke o fizikalnih, mehanskih in obdelavnostnih lastnostih, na podlagi katerih smo vrste razvrstili v štiri skupine po primernosti za uporabo kot notranje talne obloge in zunanje talne obloge. Identificirane lesne vrste smo razdelili v štiri skupine glede na gostoto, trdoto in dimenzijsko stabilnost, za zunanje talne obloge pa smo upoštevali še razred ogroženosti.

Trdota pri skoraj vseh identificiranih vrstah je primerna za talne obloge. Glede na trdoto smo vrste razvrstili v pet razredov. Šest vrst od enaindvajsetih (*Dipteryx odorata*, *Manilkara bidentata*, *Hymenaea courbaril*, *Bowdichia* spp. in *Guibourtia* spp.) ima zelo veliko trdoto, najmanjšo trdoto pa imata *Acacia mangium* in *Milicia excelsa*, vendar kljub temu dovolj veliko, da sta primerni za talne obloge.

Z vidika dimenzijske stabilnosti so z izjemo *Acacia mangium*, ki ima neugodno anizotropijo krčenja (> 2), vse ostale vrste primerne za talne obloge, saj imajo normalno (1,6–2,0), več kot polovica vrst pa ima ugodno anizotropijo krčenja ($< 1,6$). Normalno anizotropijo krčenja imajo *Astronium graveolens*, *Pericopsis elata*, *Hymenaea courbaril*, *Microberlinia brazzavillensis*, *Apuleia leiocarpa*, *Intsia* spp. in *Distermonanthus benthamianus*. Ugodno anizotropijo krčenja imajo *Bowdichia* spp., *Manilkara kauki*, *Manilkara bidentata*, *Swintonia floribunda*, *Guibourtia* spp., *Koompassia malaccensis*, *Milicia excelsa*, *Dipteryx odorata*, *Eucalyptus diversicolore*, *Afzelia* spp., *Calophyllum* spp., *Bagassa guianensis* in *Peltogyne pubescens*.

Specifična gostota je pri večini vrst srednja, visoka in zelo visoka, le *Milicia excelsa* in *Acacia mangium* imata nizko gostoto.

Pri uporabi lesa za zunanje talne obloge je zelo pomemben podatek tudi razred ogroženosti. *Swintonia floribunda* je edina med identificiranimi vrstami neprimerena za zunanje talne obloge, saj je uvrščena v prvi razred ogroženosti. Ostale vrste so uvrščene od drugega do četrtega razreda ogroženosti in s tem primerne za uporabo kot zunanje talne obloge. V četrti razred ogroženosti je uvrščenih sedem vrst – *Astronium graviolens*, *Pericopsis elata*, *Intsia* spp., *Manilkara bidentata*, *Guibourtia* spp., *Dipteryx odorata*, *Afzelia* spp. in *Bagassa guianensis*.

Najprimernejše vrste za izdelavo talnih oblog so *Dipteryx odorata*, *Manilkara bidentata*, *Bowdichia* spp. in *Guibourtia* spp. To so vrste, ki imajo zelo trde lesove, z visoko gostoto, anizotropijo krčenja pa ugodno in so uvrščene v tretji ali četrti razred ogroženosti.

Seveda pa je pri izbiri lesa za talne obloge poleg fizikalnih, mehanskih in trajnostnih lastnosti treba upoštevati tudi estetske lastnosti posamezne vrste in ceno.

7 VIRI

Čufar K. 2006. Anatomija lesa. Univerzitetni učbenik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 185 str.

Brinell trdnostni test. Wikipedija, 2016.

https://en.wikipedia.org/wiki/Brinell_scale (6. 5. 2016)

Gorišek Ž. 2009. Les – zgradba in lastnosti – njegova variabilnost in heterogenost. Univerzitetni učbenik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 178 str.

Hribar I. 2006. Zgodovina lesenih talnih oblog. Les (Ljubljana), 58: 81–82

Inside Wood. 2004-onwards. Published on the Internet.

<http://insidewood.lib.ncsu.edu/search> (5. 2. 2016)

Intarzija. Wikipedija, 2016.

https://sl.wikipedia.org/wiki/Intarzija#/media/File:San_Domenico56.jpg (6. 5. 2016)

Lesar B., Humar M., Oven P. 2008. Dejavniki naravne odpornosti lesa in njegova trajnost. Les (Ljubljana), 60: 408–414

Richter H. G., Oelker M. 2000. INTKEY MACRO HOLZDATA: Computergestützte Bestimmung und Beschreibung von Nutzhölzern: Računalniški program.

Richter H. G., Dallwitz M. J. 2002. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval: Računalniški program.

Riggio M., Piazza M., 2010. Hardness Test. In Situ Assessment of Structural Timber: 89–92

Rowell R. M. 1983. Chemical Modification of Wood. Forest Products Abstracts. United States Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 6, 12: 363–368

SIST EN 335-1: 1995 – Trajnost lesa in lesnih materialov – Definicija razredov ogroženosti pred biološkim napadom – 1. del: Razredi izpostavitve / ogroženosti glede na mesto uporabe.

SIST EN 335-2:1995 – Trajnost lesa in lesnih materialov – Definicija razredov ogroženosti pred biološkim napadom – 2. del: Uporaba pri masivnem lesu.

SIST EN 350-2:1995 – Trajnost lesa in lesnih izdelkov – Naravna trajnost masivnega lesa – 2. del: Naravna trajnost in možnost impregnacije izbranih, v Evropi pomembnih vrst lesa.

Straže A. 2016. Notranje lesne talne obloge. Študijsko gradivo za študente lesarstva. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo.

Straže A. 2016. Zunanje lesne talne obloge. Študijsko gradivo za študente lesarstva. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo.

Tropix. 2012. Računalniški program, tropix v7.2.0 (build 150), Cirad.

Torelli N. 2006. Mahagoni (*Swietenia* spp.) – naravna in kulturna zgodovina. Gozdarski vestnik, 64: 246–276.

Van der Werf G. W., Sass Klassen U., Mahren G. M. J. 2007. The impact of the 2003 summer drought on the intra annual growth pattern of beech (*Fagus sylvatica* L.) and oak (*Quercus robur* L.) on a dry side in the Netherlands. Dendrochronologia 25: 103–112

Wagenführ R. 2007. Holzatlas. Leipzig, München, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag: 816 str.

Wood-database.

<http://www.wood-database.com/wood-identification/by-scientific-name/> (2.4.2016)

ZAHVALA

Ob zaključku študija bi se rad zahvalil mentorju dr. Maksu Merela za pomoč pri nastajanju diplomskega projekta. Hvala tudi prof. dr. Katarini Čufar za recenzijo.

Prav tako se zahvaljujem tehniškemu sodelavcu Luku Kržetu za pomoč pri eksperimentalnem delu.

Posebej pa bi se rad zahvalil staršema za podporo in potrpežljivost v vseh letih študija.