

Houtdeterminatie

*als Middel tot
Reconstructie van de Reis
van een 18^e eeuws schip,
het BZN-4 Wrak*

2002

Jeroen Lückers

Houtdeterminatie *als middel tot reconstructie* *van de reis van een 18^e eeuws* *schip, het BZN-4 wrak.*

2002

Jeroen Lückers
Student Bos- en Natuurbeheer

Wageningen Universiteit
Silviculture and Forest Ecology Group
Department of Environmental Sciences
Wageningen University and Research centre



In samenwerking met:

SHR-Hout Research



en

het Nederlands Instituut voor Scheeps- en
onderwaterArcheologie



Registratienummer: 790421-532-030
Afstudeervak F500-763
AV nummer 2002-25

Summary

An 18th Century ship wreckage was found near the coast of Texel (Netherlands) where it lies on a sandbank known as 'Burgzand'. The wreckage therefore called Burgzand-Noord-4 (BZN-4) was excavated by the NISA, the Dutch institute for ship archaeology. They found a cargo of wooden barrels, filled with coffee and remains of cacao. Part of the wreckage is trenched and everything found in it brought on shore for further research. Because it is the first time for coffee ever to be found, the interest in where it came from arose. While a logbook and identification marks on the ship and cargo were never found, the interest for the cargo grew even bigger. Exclusive cargo like coffee was normally exported in new crates made of local material. Wood identification of the barrels was found a method of determining the origin of the coffee and therefore a possible reconstruction of the trade route.

Wood identification on 3 barrels and 27 pieces of supportivewood revealed that all of the wood was harvested in the northeast of South-America. Together with the findings of cacao between the barrels and the lacking of W.I.C. marks, it is assumed that the ship was probably a Dutch private charter that had just arrived from Surinam and adjacent regions. While waiting for the ship to be unloaded it sunk by unknown purposes.

Keywords: Wood anatomy, Wood identification, Tropical wood, Archaeology.

Voorwoord

Altijd al geïnteresseerd in de structuur en de toepassingen van hout, specialiseerde ik mij in mijn tweede jaar als student reeds in Houtbiologie en –technologie. Met houtanatomie als deel van mijn Masters was dit onderzoek een uitgelezen kans om mijn anatomie kennis uit te breiden en dit later wellicht toe te passen in de houttechnologische kant. Dit onderzoek kwam tot stand door reeds eerder gevormde connecties met SHR-Houtresearch en heeft ook plaats gehad in de laboratoria van deze stichting.

Inhoudsopgave

SUMMARY	3
VOORWOORD.....	4
1 INLEIDING	6
1.2 DOELSTELLING	7
2 MATERIAAL	9
3 METHODE	10
3.1 PREPAREREN.....	10
3.1.1 <i>Duurpreparaten</i>	11
3.2 ANALYSEREN PREPARAAT	12
3.3 DETERMINEREN	12
3.5 SECUNDAIR MATERIAAL EN METHODE BEWERKING	13
4 RESULTATEN	14
4.1 DE VATEN	14
4.1.1 <i>De duigen</i>	15
4.1.2 <i>De hoepen</i>	17
4.1.3 <i>De dekseldelen</i>	18
4.2 HET STUWHOUT	18
4.2.2 <i>Probleemgevallen</i>	23
4.3 OVERIGE MATERIALEN	24
4.4 SAMENVATTEND	24
5 DISCUSSIE	25
5.1 INVLOED VAN DETERMINATIE METHODIEK	25
5.2 NEDERLANDSE HANDELS ACTIVITEIT TER PLAATSE VAN VERSPREIDINGSGBIED DER GEVONDEN SOORTEN	26
5.3 DE LAATSTE REIS VAN HET BZN-4 WRAK	27
6 CONCLUSIE	28
DANKWOORD	29
LITERATUUR.....	30
BIJLAGE 1; SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET ONDERZOEK	32
BIJLAGE 2; DE HOUTANATOMISCHE KENMERKENLIJST VOLGENS WHEELER ET.AL. (1986)	33
BIJLAGE 3; FOTO'S VAN HET MATERIAAL	34
BIJLAGE 4; FOTO'S VAN DE COUPES.....	35

1 Inleiding

In het kader van het archeologisch onderzoek 'Waardstellende verkenningen op het Burgzand, Waddenzee' geleid door dhr A. Vos van het Nederlands Instituut voor Scheeps en onderwater Archeologie (NISA), is in 1999 een eerste archeologische duik gedaan naar een scheepswrak genaamd Burgzand Noord 4 (BZN-4) wrak. Jaarringanalyse aan het scheepshout toonde aan dat dit een midden 18^e eeuwse schip was, gemaakt van Oost-Europees eiken.

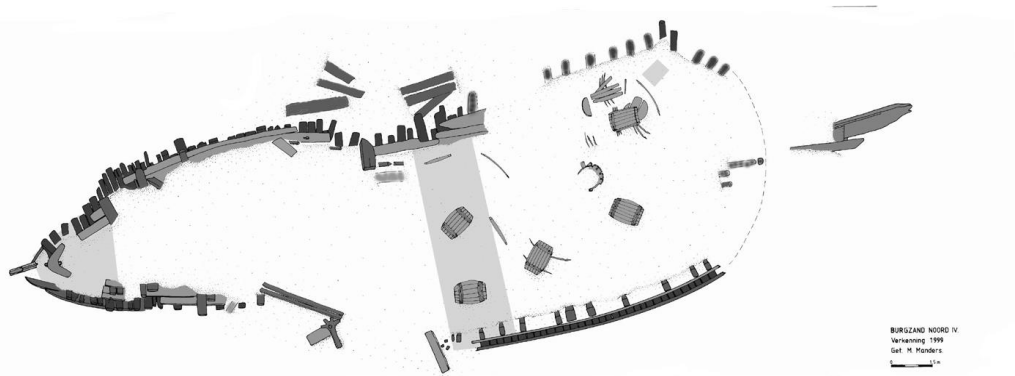
M. Manders van het NISA, die het archeologisch onderzoek aan dit schip leidt, vermoedt aan de hand van de bouwstijl dat dit een Nederlands schip is dat eind 18^e eeuw is gezonken. De lading bestond grotendeels uit houten vaten gevuld met koffie. Ook resten van cacao zijn gevonden, welke echter vermoedelijk op een hoger dek in jute zakken moeten hebben gelegen.

Dit ongeveer 40 meter lange schip, is een bijzondere vondst, ondermeer doordat het naar alle waarschijnlijkheid geen V.O.C. of W.I.C. schip is. Dit wordt veronderstelt omdat door het gehele wrak hiervoor geen aanduidingen gevonden zijn, terwijl het bij de V.O.C. en W.I.C. gebruikelijk was, dat vrijwel alles een brandmerk kreeg. Toch had het een kostbare lading die toentertijd alleen maar uit de eigen koloniën kon zijn gekomen.

In 1621 opgericht, bleef de West Indische Compagnie tot eind 18^e eeuw actief in de tropische gebieden Ghana (goudkust), Suriname en delen van Brazilië. In 1793 werd de multinational definitief failliet verklaard en opgeheven door de Staten Generaal. (<http://www.wazamar.org/gen-links/b-WIC.htm>)

Het tweede bijzondere aspect aan dit wrak is de aangetroffen koffievaten. Koffie is zelden gevonden en niet eerder zijn opgravingen van een schip vol koffie in vaten gerapporteerd. Wat bekend is over de koffiehandel is vooral op literatuur gebaseerd en daaruit blijkt dat koffie in jute zakken werd vervoerd (mondelinge mededeling M. Manders). Houtonderzoek aan de tonnen kan informatie verschaffen over deze belangrijke handelsactiviteit voor de Nederlanders.

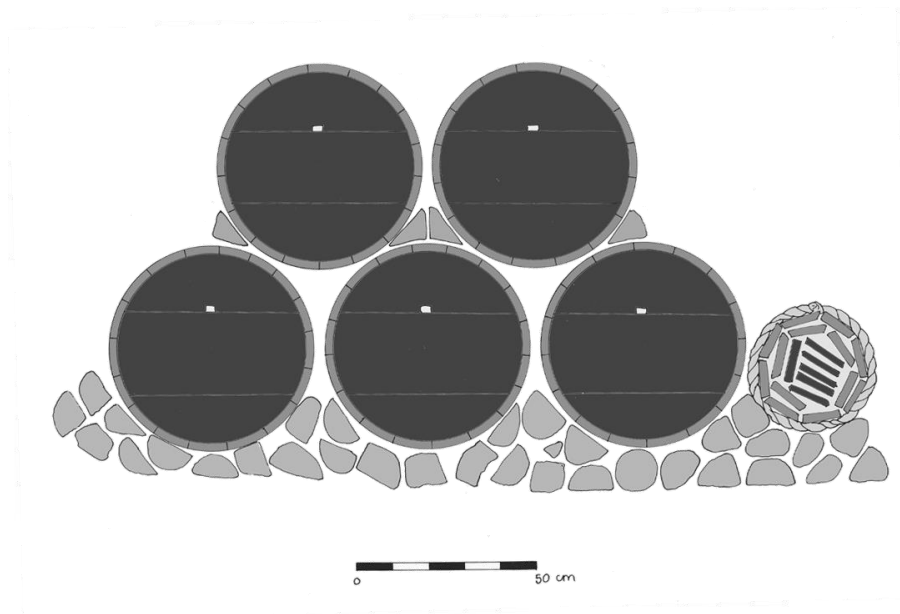
Redenen voor het NISA om in 2001 terug te keren naar het wrak om archeologische opgravingen te verrichten, delen van de lading te bergen en hier nader onderzoek aan te verrichten. Over de gehele breedte van het schip zijn 2 proefsleuven gegraven, één in het middenschip en één in het achtersteven. Verder is er één proefput geslagen (Figuur 1-1). Al het materiaal wat hierin gevonden is, is geborgen. De proefsleuf was middenscheeps ongeveer 2 meter breed en 8 meter lang. De diepte varieerde van een aantal cm (aan de randen) tot ongeveer 1.60m. In het achterschip was de sleuf ongeveer 1,20m diep en 4 meter breed in een punt weglappend naar de voorsteven. Na de opgravingen is het BZN-4 wrak beschermd met netten.



Figuur 1-1: situatie schets van het wrak, met daarin in grijs aangegeven de 2 proefsleuven en de proefput. Tekening door M.Manders.

Het geborgen materiaal bestaat uit tonnen en stuwhout. Een ton bestaat uit duigen, hoepen en dekseldelen, die samen een vat met een hoogte van ongeveer 1,15m vormen. Het stuwhout bestaat uit grote, vaak gekliefde blokken hout, stammetjes en takken van ongeveer één meter lengte. In een speciale beregeningshal heeft het NISA een twintigtal tonnen, deels compleet of met inhoud, opgeslagen voor verder onderzoek. Ieder deeltje is genummerd en gekarteerd. Het stuwhout ligt in twee stapels van een meter hoog op pallets opgestapeld. Het hout verkeert gezien de langdurige blootstelling aan zeewater in redelijke staat. De buitenkant is zacht, maar de blokken zijn massief en de kern is meest hard

Archeoloog Martijn Manders van het NISA coördineert het onderzoek aan het scheepswrak en is zelf onder water actief. Hij schat het aantal vaten in het schip op honderd. Deze vaten lagen opgestapeld in het ruim, gestut door stuwhout (zie figuur 1-2), om rollen te voorkomen. Het stuwhout kan ook een secundaire functie gehad hebben. Naar ervaringen van het NISA betreft het soms speciaal hout, waaruit bijvoorbeeld kleurstoffen gewonnen konden worden die op de Europese markt dan werden verhandeld.



Figuur 1-2: Situatie schets van de vaten opgestapeld in het ruim gestut door stuwhout. Tekening door M. Manders.

Een ton is opgebouwd uit duigen, deksels en hoepen. De duigen werden kwartiers gespleten uit de stam. De hoepen zijn in dit geval gemaakt van houten twijgen. Een ton bevat buiten en binnen hoepen, de binnenhoepen waren bedoeld om de deksels op zijn plaats te houden. In de deksels van de gevonden vaten zat een gat met daarin een stengel gestoken welke tot op de bodem reikte. Deze riet- of bamboeachtige stengel met een doorsnede van 3 a 4 cm, diende waarschijnlijk als een ontluchtingssysteem.

Om meer van het hout te weten te komen, moet het gedetermineerd worden. Stichting Hout Research (SHR) te Wageningen, is door het NISA hiervoor gecontracteerd. SHR is een onafhankelijk onderzoeksinstituut, gespecialiseerd in houttoepassingen, coatings, houtverduurzaming en houtanatomisch onderzoek.

1.2 Doelstelling

Het NISA wil meer duidelijkheid hebben over de geschiedenis van dit schip en denkt dit o.a. te kunnen bereiken door het hout van de lading te determineren. Het hout van de opgedoken tonnen is volgens het NISA met zekerheid van tropische herkomst en is gezien de lange tijd dat het reeds onder

water lag, nog in een goede conditie. Veel stukken zijn nog hard, alhoewel paalworm vrijwel al het boven het zand uitgestoken hout heeft aangetast.

Als aangenomen wordt dat de tonnen ter plaatse van de plantages gefabriceerd werden, kan de houtsoort indicaties over de oorsprong geven. Omdat er in de 18^e eeuw nog geen gebruik gemaakt werd van houtplantages, kan dat het resultaat niet vertroebelen.

De doelstelling van dit onderzoek is door middel van houtdeterminatie een bijdrage leveren aan de reconstructie van de laatste reis van dit schip en haar lading.

Aan de hand van een aantal onderzoeksvragen wordt voor zowel de tonnen als het stuwhout een scenario geschetst. Met betrekking tot de tonnen zijn de onderzoeksvragen:

1. Van welke houtsoorten zijn de tonnen gemaakt en waar komen deze soorten vandaan?
2. Wat zijn de (fysische en chemische) eigenschappen van dit hout? Kan dit een beeld geven waarom die gevonden houtsoort(en) is (zijn) gebruikt?
3. Bestaat één ton uit één of verschillende houtsoorten en geldt dit voor alle tonnen?
4. Van welke houtsoort zijn de hoepen gemaakt?
Dit is over het algemeen een moeilijke opgave, omdat het hier jonge twijgen betreft, die een juveniele houtstructuur bevatten die sterk kan afwijken waarop determinatie methoden niet zijn ingespeeld.

De informatie die voortkomt uit de antwoorden op deze vragen zal meer duidelijkheid geven over de productie van de tonnen. Bovendien zal het een indruk kunnen geven waarom juist voor deze houtsoorten gekozen is. Is dit puur op fysische eigenschappen gedaan (dit wanneer de tonnen grotendeels van 1 specifieke houtsoort gemaakt zijn) of vooral op beschikbaarheid (dit zou bijvoorbeeld, het geval kunnen zijn bij verschillende houtsoorten gebruikt voor de verschillende maten tonnen). Aan de inhoud van de tonnen wordt ook onderzoek gedaan. De resultaten hiervan zijn vooralsnog niet bekend.

Met betrekking tot het stuwhout zijn de volgende vragen opgesteld:

1. Uit welke houtsoorten bestaat dit stuwhout, en waar komt dit hout vandaan?
2. Wat zijn de (fysische en chemische) eigenschappen van dit hout?
3. Wat zijn de eventueel secundaire toepassings mogelijkheden voor dit hout?

Met de determinatie van het stuwhout wordt een indruk verkregen waarom juist deze houtsoort is meegenomen, was het voor zijn speciale eigenschappen, of omdat het goedkoop en voorradig was. Een grote verscheidenheid aan verschillende soorten met weinig speciale kwaliteiten zou indiceren dat voornamelijk de beschikbaarheid telde en men weinig selecteerde op kwaliteit. Het aantonen van secundaire toepassingsmogelijkheden zouden het groter belang van stuwhout kunnen bevestigen. Een verband in de herkomst van het stuwhout met het tonhout, zou informatie kunnen geven over of er onderweg overgeladen is op een nieuw schip. Menging van stuwhout uit verschillende regionen zou hier op kunnen wijzen.

2 Materiaal

Op 15 maart 2002, is in de beregeningshal van het NISA een eerste serie monsters genomen. Van het stuwhout zijn stukken gezaagd daar waar op het oog voldoende hard materiaal aan zat om goede coupes te maken. Uit de ongeveer 150 stukken stuwhout die het NISA geborgen heeft zijn er 27 bemonsterd. Grote blokken hebben hierbij de voorkeur gekregen omdat deze meestal van betere kwaliteit waren. Achteraf het stuwhut opgedeeld in groepen van op het oog gelijk lijkende soorten en is gecontroleerd of uit elke groep monsters genomen zijn. Bij het sorteren bleek reeds dat het stuwhout zeer soortenrijk is, er konden een tiental groepjes worden gevormd.

Verder is 1 ton bemonsterd, door uit alle beschikbare duigen een stukje te zagen. Deze ton was niet compleet, een deel van de duigen, dekseldelen en hoepen ontbraken. Bovendien was er 1 duig die opvallend anders van uiterlijk was en waarschijnlijk niet tot dezelfde ton gerekend kan worden. De tonnen uit het BZN-4 wrak werden bijeen gehouden door hoepen van vermoedelijk wilgenteen en een onbekende stijve twijg, die gezien de omstandigheden in uitzonderlijk goede staat verkeerde. Van beide typen hoep is een monster genomen.

Een tweede serie monsters is door het NISA zelf genomen. Hierin zat voornamelijk materiaal van tonnen. Vanwege de goede staat van enkele van de bemonsterde tonnen is getracht de schade door monstername, zo klein mogelijk te houden. In eerste instantie werd een Gatenboor gebruikt, dit bleek echter een te trage methode en bracht toch veel schade aan, daar een gat minimaal 3cm in doorsnede moest zijn vanwege de buitenring en centerboor. Omdat men de ton wilde exposeren was dit onacceptabel. Om de enige totaal intact geborgen ton te kunnen bemonsteren en exposeren is van alle duigen en dekseldelen een hoekje van enkele cm³ af gestoken. Alhoewel deze hoekjes van mindere kwaliteit waren, bleek het toch voldoende goed materiaal voor microscopisch onderzoek. Ook een stuk van de ontluchtings stengel is als onderzoek monster beschikbaar gesteld.

Bij het snijden in de stuwhout monsters zijn twee insecten in het hout gevonden en bemonsterd. De insecten zijn gedetermineerd en gebruikt om de oorsprong van het hout mogelijk te achterhalen.

Bijlage 3 toont een aantal foto's van het geborgen materiaal. De getoonde duigen zijn van ton-1, maar zijn representatief voor de grootte en vorm van alle duigen die allen ± 112 cm lang zijn en ± 5 -8cm breed.

Het stuwhout is gevarieerder van vorm en grootte. Het bevat gekliefde stukken van ruim een meter lang maar ook rondhout, takhout en zelfs een stuk van een plankwortel.

3 Methode

Hout determineren kan aan de hand van macroscopische en microscopische kenmerken. Bij het macroscopisch determineren van hout wordt vooral gelet op de eigenschappen die met het blote oog of een loep waarneembaar zijn en is bedoeld als snelle methode om te controleren of een houtpartij correct gelabeld is. Bij het microscopisch onderzoek wordt een gedetailleerde beschrijving gemaakt die onderscheid tot op soort mogelijk maakt. (Wheeler en Baas 1998)

Vanwege de staat van het hout uit het BZN-4 wrak is macroscopisch determineren geen optie aangezien kleur en fysische eigenschappen niet meer betrouwbaar zijn. Bovendien is voor het exact op soort determineren microscopisch observeren nauwkeuriger. Hiertoe zijn coupes van het materiaal nodig.

3.1 Prepareren

De coupes voor lichtmicroscopisch anatomisch onderzoek zijn gemaakt volgens de standaard methode van Baas en Zang (1986). Ideaal is een coupe die slechts 1 cellaag dik is wat overeenkomt met gemiddeld 15-20 μm . Hierdoor is het beeld niet vertroebeld door over elkaar liggende cellagen. Met behulp van een microtoom zijn de blokjes hout van geringe grootte ($\pm 1 \text{ cm}^3$) gesneden in coupes met deze dikte. Vereiste is wel dat het materiaal snijdbaar is, dit betekent dat de kwaliteit van het materiaal ten eerste niet te zacht is en ten tweede niet dermate hard dat het mes erop afketst. Omdat het hout reeds lange tijd met water verzadigd is, zijn er geen additionele behandelingen nodig om het hout zachter te maken. Wel is een aantal maal getracht de te zachte houtjes beter klembaar en snijdbaar te maken door ze in te vriezen. Voor zwaar aangetast hout is dit niet toerijkend, omdat bij het snijden het hout dan uiteen valt in vezels. Inbedden in kunsthars zou dan een optie zijn, welke echter niet is toegepast.

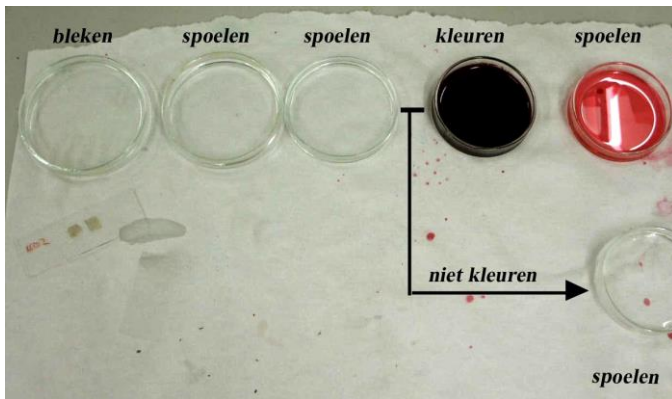
Voor anatomisch onderzoek heeft hout drie belangrijke vlakken. Radiaal, tangentiaal en dwars. Radiaal is het vlak parallel aan de stralen in longitudinale richting, tangentiaal het vlak haaks op de stralen in longitudinale richting en het dwarsvlak is de kopse kant van het hout. Om een goed determineerbaar beeld te krijgen wordt van alle vlakken een coupe gemaakt.

Uit de grote monsters genomen bij het NISA is een blokje gezaagd dat inkleembaar is in het microtoom. Het blokje moet niet te groot zijn omdat het dan moeilijk snijdt, maar een te klein blokje kan een incompleet totaal beeld opleveren. In deze studie hebben de blokjes gemiddeld een grootte van $1,5 \text{ cm}^3$.

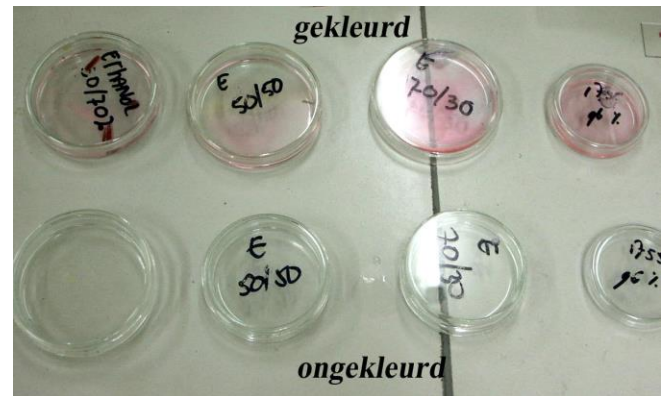
Van ieder monster zijn vervolgens een aantal coupes gemaakt. Met het oog op verdere bewerking van de coupe is een aantal van drie of vier coupes per vlak gewenst. De standaard voor de coupe volgorde van hout preparaten vanaf de code is dwars, tangentiaal, radiaal, opdat het observeren zo soepel mogelijk verloopt (zie figuur 3-4). Voor de eerste observatie zijn de coupes ingebed in glycerine waardoor ze direct bestudeerbaar zijn onder de microscoop. Tijdens het bestuderen van de glycerine preparaten kan besloten worden een duurpreparaat te maken, wanneer het om een nieuwe soort gaat, het preparaat troebel en onnauwkeurig bestudeerbaar blijkt of bijzondere eigenschappen bevat die het interessant maken het preparaat voor langere tijd te bewaren.



Figuur 3-1; één van de monsters zoals ze bij NISA genomen zijn. Te groot voor de microtoom.



Figuur 3-2: Bleek, spoel en kleur baden. Extra spoelbad voor de niet te kleuren coupes.



Figuur 3-3: Alcohol reeks van links naar rechts: Alcohol 96%:H₂O, 30:70, 50:50, 70:30, 100:0

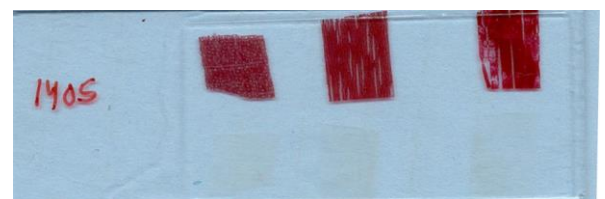
3.1.1 Duurpreparaten

De duurpreparaten zijn ingebed met entallan, een alkydhars op basis van xylol, die transparant uithard. Veel houtsoorten bevatten inhoudstoffen. Deze autolyse producten van het parenchym veroorzaken een bruine, bruinrode, of gelige waas in voornamelijk het parenchym- en vatweefsel in de coupe en zijn vaak slecht lichtdoorlatend waardoor details verhuld worden. Om deze zichtbaar te maken dient gebleekt te worden met chloor.

In onverdunde schoonmaakbleek, heeft een coupe afhankelijk van de soort ongeveer een halve tot twee minuten nodig om volledig te ontkleuren. Door direct na het bleekbad goed te spoelen in water wordt voorkomen dat onder invloed van het chloor de lignine afgebroken wordt en de coupe al zijn stevigheid verliest.

Als gevolg van het bleken, wordt de coupe erg licht en moeilijk zichtbaar onder de microscoop. Kleuren met safranine oplossing geeft een helder beeld en omdat het vooral lignine rood kleurt, worden verhouting van thyllen en de celwandopbouw duidelijker (Carlquist 1988). De helderheid wordt echter ook veroorzaakt door het schoonspoelen van de coupes in de alcoholreeks. Na enkele minuten in een safranine oplossing wordt nogmaals gespoeld om kleur uitloging gedurende de alcohol reeks te verminderen (zie figuur 3-2). Om de coupes volledig watervrij te krijgen, wat nodig is voor een ideale inbedding, wordt een alcoholreeks in vijf stappen doorlopen. Na de stappen 30:70 (alcohol 96%:H₂O), 50:50, 70:30 en 96% alcohol die buiten de zuurkast plaats kunnen vinden (zie figuur3-3), kunnen in de zuurkast via 99% alcohol en xylol de coupes in entallan ingebed worden. Indien mogelijk zijn gebleekte en gekleurde onder elkaar gepositioneerd. Het voorzichtig vlak leggen en wegsnijden van dikkere hoekjes geeft een vlakker eind resultaat, waardoor er minder problemen met focussen optreden.

Voor een goed vlak en luchtvrij resultaat wordt het dekglas tenslotte verzwaard met gewichtjes terwijl de entallan gedurende één á twee dagen bij kamertemperatuur uithard. Als de entallan goed uitgehard is kunnen eventueel bovenop het dekglas aanwezige restjes met een mesje eenvoudig weg gekrabbd worden en is het preparaat klaar voor observatie.



Figuur 3-4: Duurpreparaat met van links naar rechts een dwarse, tangentielle en radiale coupe van monster 1405, gekleurd en gebleekt.

3.2 Analyseren Preparaat

Aan de hand van de standaard lijst met anatomische kenmerken voor de houtdeterminatie van Wheeler et. al. (1989), wordt vervolgens een gedetailleerde samenvatting van het preparaat gemaakt (zie bijlage 2). Aan de hand van de inventarisatielijst wordt elke coupe doorgelopen. Alhoewel niet geheel compleet, dient deze lijst als een houtbeschrijvend raamwerk voor houtdeterminatie databases (Wheeler en Baas 1998). De kenmerken codering gegeven in hoofdstuk 4 bij de gevonden houtsoorten zijn hierop gebaseerd. Aanwezig wordt aangeduid met het bijbehorend getal, tussen haken gezet wanneer niet constant of met 100% zekerheid.

Om de schriftelijke beschrijving bij te staan zijn vervolgens een aantal foto's gemaakt. Voornamelijk is daarbij gekozen voor het model dat Ilic (1991) ook gebruikt. Kops, tangentiaal en radiale overzichtsfoto's met vervolgens een detail foto van de vat-straal stippeling.

3.3 Determineren

Bij het vervolgens op naam brengen van de houtsoorten is gebruik gemaakt van verschillende methoden. Te onderscheiden volgens Wheeler en Baas (1998) zijn:

1. de Dichotome sleutel, dit is de vorm van de meeste literatuur sleutels. Aan de hand van twee opties die met ja of nee te beantwoorden zijn doorloop je de sleutel tot je bij een soort eindigt.
2. De 'Multiple entry keys', zijn kaartenbak systemen. Op elke kaart staan alle eigenschappen in vakjes langs de rand. Een aanwezige eigenschap wordt uitgesneden.
3. De door Computer ondersteunde identificatie bestaat uit een database van omschrijvingen die een vergelijking mogelijk maken.
4. De Computer sleutels, welke gebaseerd zijn op de kaartenbak sleutels. Hierbij is het systeem exact gelijk gebleven alleen helpt de computer met het uitzoeken van de passende oplossingen.

Om snel een indicatie te krijgen is het gebruik van de computersleutel (4) een snellere oplossing dan de eindeloos lange literatuursleutels (1). Als eerste hulpmiddel wordt GUESS, een programma gebaseerd op de databases van Pearson and Wheeler (1981) dat data van 5260 houtsoorten bevat, gebruikt (Wheeler et. al. 1986).

Verder gebruikte programma's zijn CSIROID, dat vrijwel gelijk is aan GUESS, echter dan gebaseerd op data van Ilic and Hillis (1984) en de functie van fouten toelaten niet bevat (Wheeler et. al. 1986) en de cd-rom PROSEA Timber Trees (2000), horende bij serie 5(1 t/m 3) uit de PROSEA serie, die een sleutel gebaseerd op lijst van Wheeler et. al. (1989) voor Zuidoost Aziatische soorten bevat.

De eerste indicatie die deze programma's verschaffen worden vervolgens gecontroleerd aan de hand van foto's en beschrijvingen. De voornaamste literatuur hierbij gebruikt is, is Détienne en Jacquet (1983), Ilic (1991), Deschamps (1979;1980;1985), Coday en Maun (1997), Normand en Paquis (1976), Détienne en Jacquet (1982), Reinders-Gouwentak en Rijdsdijk(1968), Kribs (1968), Brunner et. al. (1994), Record en Hess (1943), Sosef et. al. (1998), Lemmens et. al. (1995) en Soerianegara et. al. (1993).

Indien nodig is gebruik gemaakt van bovengenoemden, welke ook dichotome sleutels (1) bevatten, die veelal een verdere determinatie tot op soort mogelijk maken.

In bijlage 1 is schematisch de loop van het onderzoek geschetst. De basis waarop een determinatie rust is hierin duidelijk afgebeeld en ook de achtergrond voor een uiteindelijk reconstructie van de reis van het BZN-4 wrak.

3.5 *Secundair materiaal en methode bewerking*

Voor mogelijke ondersteunende waarde bij de determinatie, is het vochtgehalte (V_g), de volumieke massa (M_v) en de aard en het beeld van aantasting in het hout bepaald. De volumieke massa kan gebruikt worden als indicator bij de identificatie. Het vochtgehalte kan tezamen met het aantastingsbeeld de juistheid van de gemeten volumieke massa, al ware het gezond hout, indiceren. Het blokje wordt nat gewogen waarna het tenminste 24 uur wordt gedroogd bij 103°C. Vervolgens wordt het drooggewicht bepaald waarna het blokje wordt ondergedompeld in een beerglass met water, staande op een bovenweger. De waterverplaatsing veroorzaakt door het blokje wordt weergegeven als een massa gelijk aan die van een zelfde hoeveelheid water. Dit getal vermenigvuldigd met de massa van water geeft het volume. De droge massa (g) gedeeld door het volume (cm^3) levert de ovendroge volumieke massa ($M_{v-0\%}$).

Via literatuuronderzoek kan voor elke geïdentificeerde houtsoort achterhaald worden welke fysische en chemische eigenschappen bekend zijn en welke toepassingen voor deze soort normaal zijn.

In stuwhout monster 1473 werd een exoskelet van een houtborend insect aangetroffen. Deze is voor eventuele determinatie verder overgedragen aan Yde Jongema, medewerker van de leerstoelgroep Entomologie aan de Wageningen Universiteit.

Ook werd in stuwhout monster 1489 een kleiner houtborend insect aangetroffen. Dit nog complete insect is getracht te determineren door Ir. Jos Cremers van SHR.

De stengel die vermoedelijk als voor ontluchting van de koffievaten diende, is van een monocotylle plant. Voor een gedetailleerdere determinatie is het monster overgedragen aan Dr. Ir. P.C.M. Jansen van het Nationaal herbarium in Wageningen.

4 Resultaten

Aan de hand van de beschikbare literatuur, is van het grootste deel van de monsters tot op tenminste geslacht geïdentificeerd.

4.1 De vaten

De resultaten van de determinatie maar ook het vochtgehalte (Vg) en Volumieke massa (M_v) zijn weergegeven in Tabel 4-1. Het volume is ook gegeven als indicatie van de grootte. Deze is klein waardoor Vg en M_v slechts als grove indicatoren beschouwd kunnen worden, daar de meetfout te groot wordt.

Duig 1402 toont een M_v van $0,74 \text{ g.cm}^{-3}$. Dit is echter geen betrouwbare waarde daar door het droogproces het houtje dermate ineengeschrompeld was dat er nauwelijks volume overbleef. Het vochtgehalte van bijna 650% getuigd hier ook van.

Duig 1405 is niet nat gewogen omdat het idee van vochtgehalte bepalen, opkwam nadat 1405 al gedroogd was.

Duig 1409, is niet gedetermineerd, vanwaar er ook geen metingen op verricht zijn. Zie wel bijlage 4; foto 54-57

Duigen 1744.7 t/m 1477.11 zijn niet gemeten omdat zij niet gesneden zijn, maar macroscopisch als gelijk aan *E. falcata* beschouwd zijn. Ditzelfde geldt voor dekseldelen 1744.29 en 1744.31 t/m .37. In de volgende paragraaf zullen de gevonden genera individueel besproken worden op voorkomen, eigenschappen en de anatomie van het bijbehorend monster. 4.1.1 zal dit voor de duigen doen, 4.1.2 voor de hoepen en in 4.1.3 worden de dekseldelen besproken.

Tabel 4-0-1: Vochtgehalte (Vg), volumieke massa (M_v 0%) en houtsoort per monster welke alle ton gerelateerd zijn. 1448.11 is een hoop, 1477.30.2 is 1 van de 9 dekseldelen.

Monster #	M_{nat} g	M_{droog} g	Vg %	V cm ³	M_v 0% g/cm ³	Determinatie	Handelsnaam hout
Duigen Ton 1							
1083 E13	5,30	1,62	226	3,73	0,44	<i>Carapa spp.</i>	Andiroba
1190 E33	3,95	2,05	93	3,03	0,68	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1192 E25	3,52	1,58	122	2,74	0,58	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1196.E26	3,88	2,32	67	2,79	0,83	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1196 E34.1	1,17	0,30	292	0,66	0,45	<i>Mel. (Carapa spp.)</i>	Andiroba
Duigen Ton 2							
1398	1,69	0,56	204	1,20	0,46	<i>Plathymenia reticulata</i>	Vinhatico
1399	1,02	0,25	302	0,65	0,39	<i>Plathymenia reticulata</i>	Vinhatico
1400	1,36	0,38	256	0,82	0,47	<i>Plathymenia reticulata</i>	Vinhatico
1401	1,53	0,43	252	1,01	0,43	<i>Plathymenia reticulata</i>	Vinhatico
1402	0,75	0,10	648	0,13	0,76	<i>Plathymenia reticulata</i>	Vinhatico
1404	2,30	0,61	276	1,41	0,43	<i>Plathymenia reticulata</i>	Vinhatico
1405		0,39		0,58	0,67	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1406	1,61	0,39	313	1,01	0,39	<i>Plathymenia reticulata</i>	Vinhatico
1409	1,14	0,30	277	0,63	0,48		
Duigen Ton 3							
1744.1	2,17	1,43	52	1,54	0,93	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.2	2,66	1,67	60	1,89	0,88	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.3	2,81	1,22	130	2,23	0,55	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba

1744.4	3,18	1,32	142	2,54	0,52	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.5	3,99	2,49	61	2,72	0,91	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.6	2,50	1,13	121	1,99	0,57	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.7-11						<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.12	2,53	1,15	120	1,81	0,64	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.13	2,36	1,02	130	1,99	0,51	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.14	3,53	2,06	72	2,49	0,83	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.15	2,14	0,95	127	1,65	0,57	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.16	2,30	1,02	127	1,80	0,57	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.17	2,85	1,23	132	2,21	0,55	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.18	2,05	0,61	234	1,58	0,39	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.19	2,99	1,43	110	2,27	0,63	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.20	1,38	0,84	64	0,98	0,85	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.21	2,51	1,64	53	1,59	1,03	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.22	2,29	1,45	58	1,58	0,91	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.23	2,60	1,82	43	1,78	1,02	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.24	2,81	1,13	148	2,00	0,57	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.25	2,37	0,87	172	1,63	0,54	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.26	1,82	1,15	59	1,20	0,95	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.27	2,88	0,97	197	1,96	0,50	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
1744.28	1,77	1,13	57	1,21	0,93	<i>Eperua falcata</i>	Wallaba
Hoep							
1448.11	0,60	0,18	240	0,42	0,42		Een Liaan
Dekseldelen							
1744.30.2	3,49	1,40	150	2,64	0,53	<i>Platonia insignis</i>	Bacuri
1744.29 t/m 37						<i>Platonia insignis</i>	Bacuri

4.1.1 De duigen

Eperua falcata

De belangrijkste kenmerken volgens Wheeler et.al. (1989) (zie bijlage 2) zijn: 1, 5, 13, 22, 25, 30, (31), 42, 46, 58, 61, 69, 79, 85, 86, 89, 91, 92, 97, 102, 107, 115, 127, 129, 136, 141.

Zie ook Bijlage 4: Foto 1 t/m 3.

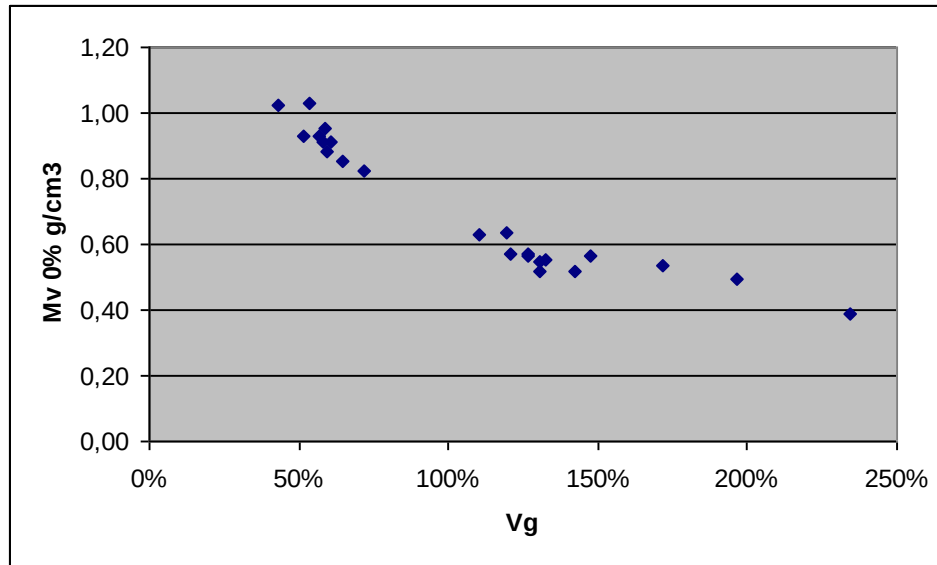
Uit tabel 4.1 wordt duidelijk dat *Eperua falcata* Aubl. de meest gevonden houtsoort is. Deze *Ceacalpinioideae*, een onderfamilie van de *Leguminoseae*, is een veel voorkomende boomsoort op de hoge zandige bodems (Pfeiffer 1926) van de Guyana's en Suriname (Brunner 1994). Waar het voornamelijk gebruikt wordt als dakbedekking in de vorm van singels (Mabberley 1997). Het kernhout is zeer duurzaam (klasse 1), sterk en steenrood van kleur (Pfeiffer 1926).

Dat het hout duurzaam is, is wel bevestigd door de goede staat van de duigen. Na een goede schuurbeurt zou het zo weer gebruikt kunnen worden.

Vanwege zijn geringe splijtvastheid en sterke olieafscheiding, is het volgens Pfeiffer (1926) een ideale houtsoort voor duigen van vaten voor vloeistoffen. Tegenwoordig zijn de voornaamste toepassingen gevelbekleding, constructiehout, leidingmasten, vloeren, shingles, kuipen en afrasteringen en wordt deze soort met een soortelijk gewicht van 0,85-0,90 g/cm³ bij 12% Vg., verhandeld onder de naam Wallaba (A.T.I.B.T. 1979, Wiselius 2001).

Figuur 4-1 toont de grote verschillen in de volumieke massa binnen de Wallaba gedetermineerde monsters. Dit verschil, 0,39-1,03 g/cm³, is verklaarbaar. De duigen met een lagere M_v vertonen een sterkere degradatie onder invloed van schimmel en bacteriële activiteit, wat ook tot uiting komt in een hoger vochtgehalte. De kleur van deze aangetaste monsters is in tegenstelling tot de zware, licht bruin tot gelig of grijsbruin. Dit wijst op spinthout dat niet duurzaam is (Record en Hess 1943, Gérard et. al. 1996).

Het geslacht *Eperua* bestaat uit 15 soorten welke allen voorkomen in Noordoost Zuid-Amerika (Mabberley 1997), en anatomisch zeer gelijkend zijn.



Figuur 4-1: De grote verschillen in de M_v van de duigen van Ton 3, veroorzaakt door aantasting, gerelateerd aan het vochtgehalte.

Plathymenia reticulata

De belangrijkste kenmerken aanwezig in monster (zie bijlage 2): 1, 5, 10, 13, 22, 26, 29, 31, 42, 47, 56, 58, 61, 63, 65, (67), 69, 75, 78, (79), 93, (94), 97, 104, 115, 136, 143.

Zie ook Bijlage 4; foto 4 t/m 7

Plathymenia reticulata Benth. is alleen als duig aanwezig in ton 2, maar is ook aangetroffen in het stuwhout.

Het geslacht *Plathymenia* kent slechts 4 soorten die uitsluitend in Zuid-Amerika voorkomen (Mabberley 1997). *P. reticulata*, de meest bekende, is een boomsoort die afhankelijk van groeiplaats tot 40 meter hoog wordt met een lange cilindrische, kale stam (Record en Hess 1943). Het verspreidingsgebied loopt van het noordoostelijke Amazone gebied tot Sao Paulo (Record en Hess 1943). Détienne (1983) spreekt ook van Bolivia. In tegenstelling tot *Eperua*, is *Plathymenia* in het bos geen dominante boomsoort in de Amazonewouden. De stam is zeer gewild bij de lokale bevolking, om er kano's van te maken en het is een houtsoort met een hoog aanzien in Brazilië waar het voornamelijk als meubelhout gebruikt wordt, waardoor *P. reticulata* met Vinhatico als handelsnaam slechts van miniem belang is in de internationale handel. (Record en Hess 1943)

Vinhatico is een middelzware houtsoort, met een volumieke massa van 0.56-0.65 g/cm³ (luchtdroog).

Het kernhout is gelig verkleurend tot een rijke bruine kleur, heeft een rechte draad, waardoor het makkelijk bewerkbaar is, is vrijwel smaak- en reukloos en is redelijk duurzaam (klasse 3).

Anatomisch zijn de coupes van opvallende structuur vanwege de zeer rijk aanwezige gesepteerde vezels en het slechts zeldzaam aanwezige parenchym. De beschikbare monsters waren echter allen van slechte kwaliteit. Schimmel en bacteriële aantasting maakte het moeilijk om een goede dunne dwarse coupe te maken. Blijkbaar is de duurzaamheid onvoldoende om 2 eeuwen onderwater te doorstaan, maar voldoende om niet geheel weggerot te zijn. Monster 1400 gaf het duidelijkste kopse beeld van alle duigen, waardoor 1400 de voornaamste schakel tot identificatie werd. Aan de hand van de grote gelijkenis met de rest zijn allen in dezelfde soort ingedeeld.

Carapa spp.

De belangrijkste kenmerken (zie bijlage 2): 1, 5, 13, 22, 24, 30, 42, 46, (47), 58, 61, 65, (66), 69, 78, 79, 86, 97, (98), (102), 107, (1140, 115, 131, 136, 140.

Zie bijlage 4; foto 8 t/m 10

Monster 1083.E13 en 1096.E34.1, hebben veel anatomische gelijkenis met de *Meliaceae*, de Mahonie familie.

1083.E13 heeft stralen met spitse staarten van staande cellen en 3-4 cellige buiken, de homogene structuur van verspreidporigheid, het weinige parenchym en de aanwezigheid van traumatische harsgangen op de groeigrenzen die o.a besproken worden door Dünisch et.al. (2002), zijn hier aanwijzingen voor. Door de afwezigheid van etagebouw en aliform parenchym vallen vele Afrikaanse en Zuidoost Aziatische verwanten af. De genera *Carapa* (Andiroba) en *Swietenia* (echte Mahonie), lijken uiterlijk veel op elkaar en zijn niet aan de hand van één kenmerk te scheiden (Coday en Maun 1997). Voornamelijk op grond van de stralenbouw, die bij *Carapa* heterogeen met meestal één rij staande randcellen en bij *Swietenia* heterogeen met meestal één rij vierkante randcellen is, is uiteindelijk voor *Carapa spp.* gekozen.

Monster 1096.E34.1, was kops moeilijk snijdbaar. Vooral op grond van wel goede radiale en tangentiale coupe is deze ook *Carapa spp.* genoemd.

De Zuid-Amerikaanse *Carapa spp.* worden verhandeld onder de naam Andiroba of Amerikaans Crabwood. Het geslacht bevat slechts 3 altijd groene tropische bomen, voorkomend in Afrika en Zuid Amerika (Mabberley 1997) alhoewel *C. procera* DC. ook in Zuidoost Azië voorkomt (Record en Hess 1943). *C. guianensis* Aubl. is de bekendste, en wijd verspreid door Midden- en Zuid-Amerika. Deze bomen bereiken hoogten tot 50m (Clifford 1953). De zaden zijn een bron van olie voor zeepproductie, de bast is van medicinale betekenis.

Het hout is rood bruin, matig duurzaam, heeft een volumieke massa van 0,4-0,75 g/cm³ bij 12% Vg (Détienne 1983, A.T.I.B.T., Record en Hess 1943, Wiselius 2001) en wordt voornamelijk gebruikt als meubel en constructie hout in de locale bouw. Het heeft een saai uiterlijk is reuk en smaakloos en kan bij goede kwaliteit als vervanger voor Mahonie dienen. De kwaliteit is zeer afhankelijk van groeiplaats. Hout van de droge rivieroever, die niet permanent overstromen, heeft de beste kwaliteit. *C. guianensis*, de bekendste soort, is wijd verspreid door Venezuela, de Guyana's en Brazilië. De noordelijke soorten *C. slateri* Standl en *C. nicaraguensis* C. DC. komen voornamelijk in Midden-Amerika voor (Record en Hess 1943).

4.1.2 De hoepen

Het merendeel van de gevonden hoepen waren gemaakt van een stugge twijg. Deze waren gezien de omstandigheden nog van uitstekende kwaliteit. Daar ze nog grotendeels intact zijn en nog immer de zelfde vorm en een flinke stugheid hebben.

Al deze hoepen zijn op het oog als zijnde gelijk ingedeeld. Van één is een coupe gemaakt, 1448.11. De coupe is klein vanwege de geringe diameter van de hoop, die slechts enkele cm inclusief bast bedroeg. Bovendien zijn door de spanning radiale scheutjes ontstaan die bij het snijden de coupe in partjes uiteen deden vallen. Het zeer hoge vochtgehalte heeft waarschijnlijk zijn oorzaak in de aanwezigheid van merg.

Een goede identificatie was gezien deze coupe en de beschikbare tijd en literatuur niet mogelijk. Op grond van de zeer grote vaten en de brede stralen gaat het hier vermoedelijk om een tropische liaan. Zie ook bijlage 4; foto 70-72.

Enkele hoepen waren gemaakt van wilgenteen. Dit vermoeden was al aanwezig en is aan de hand van het microscopisch beeld bevestigd.

4.1.3 De dekseldelen

Platonia insignis

De belangrijkste kenmerken van 1477.30.2 (zie bijlage 2): 5, 13, 22, 26, 30, (42), 43, 46, 56, 61, 66, 70, 79, 80, 83, 85, 88, 92, 97, (102), 106, 106, 115.

Zie Bijlage 4; foto 11 t/m 14

Van één ton zijn alle dekseldelen van het boven en onder deksel bemonsterd. De houtsoort van zowel bodem als deksel is *Platonia insignis* Mart. Van de negen delen is alleen van dekseldeel 2 de Volumieke massa (M_v) en het vochtgehalte (Vg) bepaald.

Het geslacht *Platonia* uit de familie *Guttifera*, bevat slechts één á twee soorten, beide komen in noordoostelijk Zuid-Amerika voor (Mabberley 1997). *P. insignis* is hiervan de bekendste soort.

In de Guyana's en Brazilië, bereikt *P. insignis* een hoogte van 30m met een goed gevormde stam met een dbh tot ruim één meter. De bast heeft voor veterinaire doeleinden medicinale waarde. Het kernhout is geel tot oranjebruin zwaar, M_v 0,70–0,95 g/cm³ bij 12% Vg, (Détienne 1983, Record en Hess 1943, Deschamps 1985, Krib 1968) redelijk duurzaam tot duurzaam (klasse 2-3) en smaak en reukloos.

Het hout wordt verhandeld onder de naam Pahoorie, Parcourie, Bakoerie of Bakury, heeft een rechte draad en is goed bewerkbaar. Lokaal is het populair als constructie-, timmer- en verpakkingshout, maar is internationaal ook gebruikt als schilfineer voor triplex en scheepsbouw (Kribs 1968). Het A.T.I.B.T (1979) vermeldt echter ook de speciale toepassing als kuiperij hout.

4.2 Het stuwhout

Uit de 27 bemonsterde stukken stuwhout zijn tenminste 12 geslachten te onderscheiden. 1474 1475, 1493 en 1792 waren niet in te delen in één van deze 12 genera. Tabel 4-2, presenteert de stuwhoutmonsters met gevonden determinatie, M_v en Vg.

Tabel 4-2: vochtgehalte (Vg), Volumieke massa (M_v) en houtsoort per monster uit het stuwhout.

Monster: nummer	M_{nat} g	M_{droog} g	RV %	V cm3	M_v g/cm3	Determinatie	handelsnaam hout
1341		0,85		0,91	0,94	<i>Manilkara spp.</i>	Massaranduba
1468	2,00	0,37	441	1,68	0,22	<i>Ficus trigona</i>	Caxinguba
1473	1,19	0,21	470	0,95	0,22	<i>Pterocarpus spp.</i>	Pau sangue
1474	1,44	0,40	262	1,18	0,34		
1475	0,84	0,32	161	0,61	0,52		
1486		0,56		0,79	0,72	<i>Tabebuia (aquatilis)</i>	White Cedar
1488	1,18	0,55	114	0,87	0,64	<i>Hirtella paniculata</i>	
1489		0,60		0,95	0,64	<i>Tabebuia (aquatilis)</i>	White Cedar
1493	0,71	0,16	352	0,50	0,31		
1498	2,11	0,97	117	1,68	0,58	<i>Tabebuia (aquatilis)</i>	White Cedar
1502	1,20	0,32	280	0,85	0,37	<i>Plathymenia reticulata</i>	Vinhatico
1506		0,11		0,32	0,34	<i>Symphonia globulifera</i>	Matakki
1511	1,23	0,42	190	0,94	0,45	<i>Plathymenia reticulata</i>	Vinhatico
1696	1,26	0,34	273	0,87	0,39	<i>Plathymenia reticulata</i>	Vinhatico
1755	3,12	0,65	376	1,15	0,57	<i>Betula spp.</i>	Birch
1770		0,29		1,15	0,25	<i>Pterocarpus spp.</i>	Pau sangue
1771	4,26	1,00	326	2,74	0,36	<i>Plathymenia reticulata</i>	Vinhatico
1775		0,82		1,04	0,79	<i>Peltogyne spp.</i>	Amarante (purperhart)
1786	4,99	1,72	189	4,42	0,39	<i>Pterocarpus spp.</i>	Pau sangue

1790	1,24	0,56	123	0,89	0,63	<i>Inga spp.</i>	Inga
1792	5,46	0,70	683	4,71	0,15	<i>Bombacacea (Pachira spp.)</i>	
1794	2,10	0,98	113	1,61	0,61	<i>Cassia spp.</i>	
1795		0,47		0,77	0,62	<i>Schefflera spp.</i>	Karohoro
1796	0,58	0,15	294	0,54	0,27	<i>Pterocarpus spp.</i>	Pau sangue
1797	1,64	0,46	254	1,39	0,33	<i>Pterocarpus spp.</i>	Pau sangue
1799	1,71	0,52	229	1,35	0,39	<i>Pterocarpus spp.</i>	Pau sangue
1801	3,42	1,57	118	2,52	0,62	<i>Plathymenia reticulata</i>	Vinhatico

Pterocarpus spp.

Kenmerken houtmonsters 1473, 1770, 1786, 1796, 1797, 1799 (zie bijlage 2): 1, (5), 13, 22, 25, 30, 42, (46), 47, (58), 61, 66, 69, 79, (80), 86, 91, 96, 104, 116, 118, 120, 136, (142).

Zie bijlage 4; foto 15 t/m 17

Het geslacht *Pterocarpus* uit de onderfamilie *Papilionoideae* der *Leguminosea*, is met 21 commercieel belangrijke houtsoorten wijd verspreid in Zuidoost Azië,

Centraal- en West-Afrika en Zuid-Amerika (Mabberley 1997). De Afrikaanse en Aziatische soorten zijn voornamelijk van commercieel belang. Het Zuid-Amerikaanse continent herbergt echter nog ongeveer 70 soorten van kleine tot grote bomen, die van minder commercieel belang zijn. De Zuid-Amerikaanse soorten vormen geen duidelijk kernhout en zijn voor de internationale houtmarkt van mindere waarde (Record en Hess 1943).

De coupes uit Tabel 4-3, bevatten slechts minimale verschillen. De gemiddelde vatgrootte, en vat-vat stippel grootte, zijn de eigenschappen waar minieme verschillen in optreden (Détienne 1983). Vatgrootte is echter een variabel kenmerk, dat per individu kan verschillen en vat-vat stippeling is vaak moeilijk waarneem- en meetbaar. *P. officinalis* Jacq. en *P. rohrii* Vahl. Zijn de meest beschreven soorten. Beide soorten hebben hun verspreidingsgebied in het noordelijke Amazone bassin, Venezuela, de Guyana's en noord Brazilië, waarbij *P. officinalis* voornamelijk op lagere altituden en in moerassen groeit. Het hout is saai, licht geel tot licht bruin, afhankelijk van de kleur licht tot redelijk zwaar (0,4-0,65 tot 0,75-0,95 g/cm³ bij 12% Vg), en van geringe duurzaamheid. Verhandeld onder de namen Drago, Corkwood en Pau sanque, wordt het hout gebruikt als: meubelhout, goedkoop parket, triplex, timmerhout, grondstof voor de vezelplaten industrie, kisthout en duigen voor vaten voor droge stoffen. (Chichignoud et. al. 1990, Détienne 1983, Pfeiffer 1926, Record en Hess 1943, Kribs 1968, Brunner et. al. 1994) Het hout van alle monsters was ernstig aangetast. Het gemiddelde vochtgehalte van 287%, toont dit andermaal aan, tezamen met de lage M_v van 0,35 g/cm³ bij 12% Vg.

Tabel 4-3: Vochtgehalte (Vg) en volumieke massa (M_{v-0%}) voor de bemonsterde *Pterocarpus spp.*

Monster: nummer	Vg %	M _{v-0%} g/cm ³	Determinatie
1473	470%	0,22	<i>Pterocarpus spp.</i>
1770		0,25	<i>Pterocarpus spp.</i>
1786	189%	0,39	<i>Pterocarpus spp.</i>
1796	294%	0,27	<i>Pterocarpus spp.</i>
1797	254%	0,33	<i>Pterocarpus spp.</i>
1799	229%	0,39	<i>Pterocarpus spp.</i>
Gem. :	287%	0,31	

Plathymenia reticulata

Kenmerken houtmonsters 1502, 1511, 1696, 1771, 1801: Als bij de duigen.

Ook in het stuw hout is *Plathymenia reticulata* Benth. aangetroffen. Het hout was vanwege de meest dikkere omvang van betere kwaliteit. Vooral monster 1801 was vrijwel onaangetast en toont dan ook een M_v vergelijkbaar met gezond *P. reticulata*.

Tabebuia (aquatalis)

Kenmerken houtmonsters 1486, 1489, 1498 (zie bijlage 2): 1 of 2, 5, 13, 22, 25, 30, 42, 47, 61, 66, 69, 79, 80, (82), (83), (85), (86), 89, (91), 92, 96, (97), 104, 115, (120).

Zie bijlage 4; foto 18 t/m 21

Tabebuia is een belangrijk geslacht uit de *Bignoniaceae* familie dat uniek is en toch wijd verspreid voorkomt in tropisch Amerika. Het geslacht wordt verdeeld in drie groepen: White Cedar, Roble (spaans voor Eik) en Lapacho. (Record en Hess 1943)

De White Cedar groep, bevat twee á drie soorten; *T. aquatalis* Spr. & Sandw., *T. insignis* Sandw. en *T. longipes* Bak. (*T. insignis* var. *monaphylla* Sandw.) welke allen hun natuurlijk groeigebied in de Guyana's hebben. Het hout is bruinachtig, het spint kan moeilijk te onderscheiden zijn, is redelijk duurzaam (klasse 3) en licht tot redelijk zwaar (M_v 0,5-0,75 g/cm³). Het smaak- en reukloos hout is van de drie groepen het minst waardevol voor de internationale houthandel en is voor toepassingen vergelijkbaar met Berken, verpakkingshout, goedkope meubelen, timmerhout, tussenlagen triplex (Record en Hess 1943, Gerard et. al. 1996).

Naar de beschrijving van Détienne et.al. (1982), zijn *T. aquatalis* en *T. insignis* te onderscheiden aan de hand van kleine verschillen in het parenchym en de stralen. Zo heeft *T. aquatalis* etagebouw in het axiale parenchym en meest 1 rijige stralen, terwijl *T. insignis* wel of niet die etagebouw heeft en meest twee tot drie rijige stralen heeft.

Monsters 1486, 1489 en 1498 zijn nauwelijks aangetast door schimmels of bacteriën. Het vochtgehalte van 1498 is niet uitzonderlijk hoog en de volumieke massa's van alle drie de monsters, die binnen het normale bereik liggen, bevestigen dit.

Aan de hand van de coupes en de bijbehorende houtbeschrijving, is *T. aquatalis* de best passende soort.

Manilkara spp.

Kenmerken houtmonster 1341 (zie bijlage 2): 5, (10), 13, 22, 25, 30, 32, 33, 41, 42, 47, 56, 57, 58, 61, 70, 77, 86, 93, 97, 101, 107, 108, 109, 115, 136.

Zie bijlage 4; foto 22 t/m 25

Manilkara is een geslacht uit de *Sapotaceae*, een familie gekenmerkt door radiale vatgroep verdeling. Het geslacht is pantropisch en de 30 soorten voorkomend in Amerika bestaan uit kleine struikachtige tot woudreuzen (Record en Hess 1943, Mabberley 1997). De voor de houthandel bekende soorten zijn *M. bidentata* (A. DC.) Chev. en *M. huberi* Standl. die verhandeld worden als Bullet- of Beefwood en Massaranduba. Een waardevol 'Non Timber Forest Product' (NTFP) is Balata, een gom extract dat op vergelijkbare wijze wordt gewonnen als rubber.

Het hout van *M. bidentata* heeft zijn naam te danken aan de dieprode kleur van het kernhout dat vlezig rood is wanneer vers gekapt. De Nederlandse naam is dan ook Paardenvleeshout. Het is reuk- en smaakloos, zeer zwaar (M_v 0,90-1,20 g/cm³), zeer duurzaam (klasse 1) en laat zich moeilijk bewerken. Alhoewel Record en Hess de naam Massaranduba toewijzen aan vijf Braziliaanse soorten waaronder *M. huberi*, die voornamelijk vanwege hun houtkwaliteiten en minder vanwege de gomwinning bekend zijn, worden beide soorten veelal over één kam geschoren als Beefwood of Bulletwood en Massaranduba. Beide hebben dezelfde toepassingsmogelijkheden als zwaar constructie hout, in de scheepsbouw, voor vloeren en trappen, als dakbedekking, maar ook als viool strijkstok. (Kribs 1968, Chichignoud 1990, Record en Hess 1943, Gerard et. al. 1996)

Monster 1341, werd genomen van een zeer zwaar ogend stuk stuw hout, dat duidelijk sporen van kuiperij bevatte. De spijtsoren langs het tangentiale en kopse vlak van het blok zijn getuigen van vermoedelijk, duig productie. Duigen van dezelfde soort zijn echter niet aangetoond.

Alhoewel alle soorten uiterlijk veel op elkaar lijken, betreft het hier vermoedelijk *M. bidentata*, vanwege het waargenomen korte dunne bandjes vormende apotracheale parenchym, wat ook door Détienne (1983) beschreven wordt.

***Ficus trigona* L. F.**

Kenmerken houtmonster 1468 (zie bijlage 2): 5, 13, 22, 27, 31, 43, 46, (47), 56, 61, 63, 66, 79, 85, 92, 97, 106, 115, 130.

Zie bijlage 4; foto 26 t/m 28

In de familie Moracea, bekend van de houtsoorten Iroko (*Chlorophora excelsa*) en Mora (*Mora spp.*), is *Ficus* met enkele honderden soorten het rijkst bedeelde geslacht. Met 150 soorten voorkomend in Amerika, bevat het geslacht bomen, struiken, klimmers, epifyten, lianen en de bekende kamerplanten. Veel soorten scheiden een melkachtig latex af wat gebruikt wordt als lijm, malser maker voor vlees en als toevoeging in bier. Van anderen wordt de bast gebruikt als vezel bron, medicijn of wordt de boom mythologisch aanbeden.

Het hout van de *Ficus* wordt gekenmerkt door de afwisselende banden parenchym en vezels van gelijke breedte en bevat kleine radiale kanalen. Het hout is blank tot crèmeachtig wit of licht roze, is licht (M_v 0,30-0,60 g/cm³), niet duurzaam en derhalve ook niet van commerciële waarde.

Anatomisch wordt het hout van *Ficus* spp, weinig beschreven. Détienne (1983) beschrijft 8 soorten aan de hand waarvan monster 1468 als *Ficus trigona* L. F. gedetermineerd is. De houtbeschrijving van Détienne (1983) wijkt slechts op 2 punten af van de beschrijving van 1468. De aanwezigheid van thyllen en kristallen in het straalparenchym zijn niet met zekerheid waargenomen. Het monster is echter aangetast door bacteriën en softrot, wat ook tot uiting komt in het vochtgehalte van 441% en een volumieke massa van slecht 0,22 g/cm³ ovendroog, wat het niet waarnemen van deze eigenschappen kan verklaren.

***Hirtella paniculata* SW.**

Kenmerken houtmonster 1488 (zie bijlage 2): 2,5,9,13,22,25,32,42,(46),47,(56), 60, 62, 65, 66, 70, (78), (79), 86, 94, 96, (109), 116.

Zie bijlage 4; foto 29 t/m 32

Hirtella is een geslacht uit de familie *Chrysobalanaceae*, welke door velen echter als de onderfamilie *Chrysobalanoidea* van de *Rosaceae* beschouwd wordt. Het geslacht bestaat uit meer dan 100 tropische voornamelijk Amerikaanse en enkele Afrikaanse soorten (Mabberley 1997), welke vooral struiken en kleine tot middelgrote bomen zijn. De bast is rijk aan tannine en de bast van *H. americana* wordt gemengd met klei gebruikt om hitte bestendige potten te maken. Het hout, dat niet van commerciële betekenis is, wordt lokaal gebruikt voor houtskoolproductie en soms voor zware constructies.

Het hout van *Hirtella* wordt onder de Nederlandse verzamelnaam Vonkhout verhandeld. De geringe afmetingen van de *H.* bomen, verhinderen echter een internationale handel. Het hout is zwaar (0,85-1,20 g/cm³), hard, roodbruin tot geelgrijs van kleur en kern en spint zijn nauwelijks herkenbaar (Détienne 1983, Pfeiffer 1926). Het hout heeft geen commerciële waarde vanwege de geringe duurzaamheid (klasse 4), de te hoge splijtbaarheid en de slechte bewerkbaarheid.

Monster 1488 is aan de hand van Guess al direct tot *Hirtella* te herleiden. Détienne (1983) en Pfeiffer (1926) beschrijven een aantal soorten. Deze versterken het vermoeden, echter de uiteindelijke determinatie is tot stand gekomen aan de hand van vergelijkingsmateriaal van het rijksherbarium te Utrecht, *H. paniculata* Sw. .

***Symphonia globulifera* L.**

Kenmerken houtmonster 1506 (zie bijlage 2): 5, (9), 13, 22, 27, 30, 43, 46, (47), 70, 79, 80, 83, 85, 86, 92, 97, 102, 106, 107, 115.

Zie bijlage 4; foto 33 t/m 36

Symphonia is een geslacht van 17 soorten uit de familie *Guttiferae*, waarvan slechts het verspreidingsgebied van *S. globulifera* L. F. niet tot Madagaskar beperkt is (Mabberley 1997). *S. globulifera* is een wijd verspreide soort voorkomend van West-Afrika, het Caribische gebied tot noord Zuid-Amerika. Het hout van deze boom die afmetingen van meer dan 40m en een dbh van één meter kan bereiken (Record en Hess 1943), is van grote gelijkenis met *Platonia insignis* (Lindeman en Mennega 1963). Het kernhout is scherp gescheiden van het spint en is grijsbruin, geelbruin of

groenbruin van kleur, zeer hard, matig zwaar (0,6-0,9 g/cm³), matig duurzaam (klasse 2 a 3), reuk en smaakloos en goed bewerkbaar. Verhandeld als Matakki of Manil is het toepasbaar als constructiehout, timmerhout, verpakkingshout, spoorwegbielsen, schilfineer en is evenals als *P. insignis* geschikt als kuiperij hout (A.T.I.B.T. 1979, Wiselius 2001).

Het verschil tussen *S. globulifera* en *P. insignis* is klein, echter het parenchym vormt iets langere, dikkere en regelmatigere banden (Lindeman en Mennega 1963) en de gemiddelde vatgrootte is kleiner (Détienne 1983).

Peltogyne spp.

Kenmerken houtmonster 1775 (zie bijlage 2): 5, 13, 22, 30, 41, 47, 48, 58, 61, 66, 70, 79, 80, 82, 83, 85, 91, 92, 97, 106, 107, 116, 136, 138.

Zie bijlage 4; foto 37 t/m 39

Peltogyne is een geslacht uit de *Caesalpinioideae* (*Leguminosea*). Verspreid door Zuid-Amerika is dit geslacht met 23 soorten voornamelijk vertegenwoordigd in het noordelijk Amazone gebied. Het geslacht bestaande uit grote en middelgrote bomen bekend om zijn houtsoorten Purperhart en Amarant, die hun naam te danken hebben aan de rijke purperen kleur. Het kernhout is egaal bruin tot grijs bruin wanneer vers, purper kleurend na blootstelling aan licht, hard, duurzaam en zwaar (0,85-1,10 g/cm³).

Monster 1775, met veel kleine vaten (15-25 per/mm² gem. 85µ), zou naar de beschrijvingen van Détienne (1983) als *P. panniculata* Benth gedetermineerd kunnen worden. Het monster heeft echter een bruine kleur, terwijl deze soort de kleur bruin alleen wanneer vers wordt toegewezen. Pfeiffer (1926) vermeldt dat het hout ook van purper terug naar bruin kan kleuren, wanneer het gelakt of langdurig aan zonlicht blootgesteld wordt.

Het hout is geschikt als constructiehout, timmerhout, decoratief binnengebruik, fineer, scheepsbouw, trappen en gereedschap handvaten.

Inga spp.

Kenmerken houtmonster 1790 (zie bijlage 2): 1, 13, 22, 25, 29, 30, 42, 47, 58, 61, 65, (66), 69, 79, 80, 81, 83, 85, 91, 92, 97, 104, 116, 136, 143.

Zie bijlage 4; foto 40 t/m 43

Dit grote geslacht uit de *Mimosaoideae* (*Leguminosea*) is met 375 soorten struiken en bomen, specifiek voor (sub)tropisch Amerika. Ruimschoots aanwezig in de tropische bossen is het echter geen commercieel interessant geslacht, daar de stammen vaak laag vertakt zijn en het hout niet duurzaam is. Kernhout is slecht te onderscheiden van het spint, koper- tot roodbruin, met een golvend draad, licht tot redelijk zwaar (0,40-0,75 g/cm³ bij 12% Vg) alhoewel Détienne (1983) ook zwaardere soorten vermeld (0,80-1,00 g/cm³ bij 12% Vg). Het wordt onder de naam Inga, voornamelijk lokaal gebruikt als brandhout en houtskool, maar recenter ook als binnenfineer lagen in triplex, kisthout en goedkope meubels. (Brunner e.a 1994, Gerard et. al. 1996, Détienne 1983, Record en Hess 1943, Lindeman en Mennega 1963)

Een exacte determinatie is voor monster 1790 moeilijk. Het geslacht is groot, de anatomische verschillen klein en vanwege de lage economische waarde is het geslacht niet in detail beschreven. De volumieke massa van 0,63 g/cm³ ovendroog (tabel 4-2), wijst in de richting van *Inga alba* Willd (Lindeman en Mennega 1963).

Cassia spp.

Kenmerken houtmonster 1794 (zie bijlage 2): 1, 13, 22, 25, 29, 31, 42, 47, 58, 61, 65, 70, 79, 80, 83, 85, 86, 91, 92, 97, 104, 115, 136, 143, (159)

Zie bijlage 4; foto 44 t/m 47

Het geslacht *Cassia* een *Caesalpinioideae*, bestaande uit 30 kleine tot (middel)grote bomen, is pantropisch. Een bekende hieruit is de Gouden regen (*C. fistula*) een van oorsprong Aziatische soort die veelal als park en tuinboom wordt aangeplant (Mabberley 1997).

Over de Amerikaanse soorten is weinig informatie. Record en Hess (1943), Détienne (1983), Détienne et. al. (1982) en Deschamps (1980), beschrijven samen slechts 10 verschillende soorten, welke allen afkomstig uit de Guyana's, Brazilië en een enkele afkomstig uit midden Amerika.

Het hout van *Cassia* is niet van commerciële waarde, alhoewel Record en Hess in 1943 al een aantal soorten prijzen zijnde interessant als meubelhout. Het hout van monster 1794 is zeer parenchym rijk, dat golvende banden vormt uit lijkt te dijen in dunwandig gesepteerde vezelbanden en af en toe onderbroken door een band dikke vezels. Tezamen met de homogene stralen en de kristalstrengen in de vezels, leidt dit tot het geslacht *Cassia*. Aan de hand van de illustraties in Détienne et. al. (1982) is *C. spruceana* Beth. de best geachte determinatie.

***Schefflera* spp.**

Beschrijving houtmonster 1795 (zie bijlage 2): 1, 5, 13, 14, 16, 22, 26, 27, 32, 42, 46, 47, 60, 61, 64, 68, 69, 75, 97, (102), 107, 115.

Zie bijlage 4; foto 48 t/m 50

Uit de familie *Arallaceae* is *Schefflera* een groot geslacht met 650 soorten, kruiden, struiken, epifyten, lianen en bomen welke veelal in Amerika voorkomen. De bomen van de *Arallaceae* zijn vooral bekend in de Guyana's maar zijn wijd verspreid door de gehele Amazone (Deschamps 1980). Van het geslacht *Schefflera* wordt slechts voor *S. paraensis* Huber, door Détienne (1983) en Lindeman en Mennega (1963), een microscopische houtbeschrijving gegeven. Brunner et. al. (1994) en Gérard (1996) beschrijven echter macroscopisch nog twee ander soorten. Met enige zekerheid kan *Schefflera* spp. als houtsoort worden aangemerkt, vanwege de laddervormige doorboring die slechts in enkele vaten voorkomen. Alleen *Didimophanax* soorten hebben dit ook en deze zijn ook dermate gelijk van houtanatomie dat ze nauwelijks te onderscheiden zijn van *Schefflera* op basis van slechts één houtmonster (Lindeman en Mennega 1963).

Het hout verhandeld als Karohoro is crème tot beige van kleur, heeft een rechte draad, is matig zwaar (0,5-0,6 g/cm³ bij 12% Vg) en is niet duurzaam. Het wordt derhalve voor niet duurzame toepassingen gebruikt als: lucifers, triplex, kisten, speelgoed, spaanplaat en tandenstokers.

***Betula* spp.**

Kenmerken houtmonster 1755 (zie bijlage 2): 1, 5, 14, 16, 22, 24, 30, 41, 48, 53, 61, 65, 66, 69, 75, 97, 103, 104, 116.

Zie bijlage 4; foto 51 t/m 53

Betula beslaat 35 soorten welke allen op het noordelijk halfrond (Mabberley 1997). De soorten zijn zeer gelijkend van hout. Een specifieke determinatie van coupe 1755 is dan ook niet te geven. Vermoedelijk is het de in Europa veel voorkomende *Betula pendula*, maar vast staat dat dit stuk stuw hout is niet uit Zuid-Amerika afkomstig is. Het wit tot zeer lichtbruine hout is niet duurzaam en licht (Mabberley 1997). Het wordt voornamelijk gebruikt voor meubels en triplex.

4.2.2 Probleemgevallen

Monster 1792 is voor honderd procent zeker een *Bombacaceae*, de familie bekend van Balsahout en de Baobab van de Afrikaanse savannes. De familie die grotendeels Zuid-Amerikaans is, wordt anatomisch gekenmerkt door hun uitzonderlijke hoeveelheid parenchym, waaraan Balsa zijn uitzonderlijk lage gewicht te danken heeft (0,09-0,13 g/cm³ bij 12% Vg). Monster 1792 heeft alle eigenschappen van een *Bombacaceae*, maar welk geslacht het is, is op basis van de kenmerken en de beschikbare literatuur niet aan te geven. De beste optie is *Pachira* spp., echter de stralen van de beschreven en geïllustreerde soorten uit dit geslacht komt niet overeen met monster 1792. Zie ook bijlage 4; foto 66-69

Monster 1474 is met de beschikbare literatuur niet in te delen in één geslacht. Het beeld van veel paratracheaal parenchym, grote vaten en kristalstrengen in vezels wijzen op de familie der

Leguminosea. De sleutel van Reinders-gouwentak en Rijdsdijk (1968) komt uit op *Inga splendens* Willd., maar die van Détienne (1983) op *Cassia ramiflora* Vog.. Beide konden echter niet aan de hand van illustraties vergeleken worden. Zie ook bijlage 4; foto 58-61

Monster 1475 is uitgaande van de uitkomst van Guess, waarschijnlijk een *Rubiacea*. Tot een determinatie was met de beschikbare tijd en middelen echter niet te komen. Zie ook bijlage 4; foto 62-65

Monster 1493 is van uitermate slechte staat. Het hout is dermate aangetast dat een dwarse coupe geschikt voor determinatie niet gemaakt kon worden. Aan de hand van de tangential en radiale coupe betreft het waarschijnlijk een *Meliaceae*, welke is echter niet bevestigbaar.

4.3 Overige materialen

De rietachtige stengels gestoken door de deksel van de koffievaten bleken zeer moeilijk determineerbaar. De omvang en de dikte doen denken aan een bamboe achtig weefsel, echter de stengel is niet tot nauwelijks hol. Dr. Ir. P.C.M. Jansen die een stuk van de stengel bestudeerd heeft, is gespecialiseerd in voornamelijk Zuidoost Aziatische soorten. Omdat de duigen en het stuw hout voornamelijk Zuid-Amerikaans bleken te zijn, zou de stengel ook uit die regio kunnen komen. Op grond van de kenmerken zou het om *Chusquea* kunnen gaan. Dit Bamboe geslacht van enkele honderden soorten heeft een gesloten stengel en is specifiek voor Zuid-Amerika.

Stuw houtmonster 1473, bevatte vele gaten en gangen met een diameter van 1-4mm welke duidelijk getuigde van houtborende insecten. Uit één der grotere gangen zijn de overblijfselen van een insect gevonden. Het betrof het gehele exoskelet op de kop na. Bestudering van het skelet door Yde Jongema, van de leerstoelgroep Entomologie aan de Wageningen universiteit, resulteerde in een Boktor. Een verdere specificatie was echter tot nog toe niet mogelijk.

4.4 Samenvattend

In de 79 onderzochte monsters, zijn 21 verschillende houtsoorten gevonden, waarvan zes monsters niet tot op geslacht konden worden gedetermineerd. Van de 15 houtsoorten die gedetermineerd zijn, blijken er 14 voor te komen in tropisch Zuid-Amerika. De zes niet gedetermineerde monsters hebben een tropisch anatomisch uiterlijk, wat overeenkomt met grote vaten, diffuse vatverspreiding, veelal simpele doorboringen, kleine vatstippels en smalle korte stralen.

5 Discussie

5.1 Invloed van determinatie methodiek

Bij het determineren heeft de uitkomst van GUESS de loop sterk beïnvloed. Aan de hand van de uitkomst van GUESS zijn indrukken van familie, geslacht en verspreidingsgebied snel gecreëerd. Aan de hand van deze indrukken is verder gezocht met literatuur. De mogelijkheid dat GUESS onevenredige hoeveelheden data per familie, geslacht en verspreidingsgebied bevat is echter aanwezig. GUESS bevat alleen data van bestudeerde houtsoorten, waardoor de minder bestudeerde genera of gebieden minder kans hebben om een passende oplossing te bevatten. Desondanks is GUESS samen met CSROID, het enige programma dat een grote, wereldwijde database van houtsoorten bevat. Ondanks de incompleetheid van deze programma's, wereld weid schat men het aantal soorten op enkele tienduizenden, bevat vooral GUESS voldoende data voor een gerichte eerste indicatie. Het programma selecteert aan de hand van de ingevoerde kenmerken alle soorten die deze kenmerken bevatten. Maar de mogelijkheid van bepaalde kenmerken uitsluiten, kenmerken verplicht stellen, kenmerken verplicht niet aanwezig stellen en vervolgens een aantal fouten van nul tot zes toelaten, maken het dat dit programma een lijst met mogelijkheden kan geven wat met een dichotome literatuursleutel onmogelijk of erg arbeid intensief is.

Het aantal kenmerken geïnterpreteerd volgens Wheeler et. al. (1986), is groter dan de meeste houtbeschrijvingen. De invoer data van programma's is daardoor veelal niet gedetailleerd genoeg voor één oplossing. Uit de meerdere opties moet een keuze gemaakt worden.

Literatuursleutels zijn gebaseerd op familie, regio of belangrijke handelsoorten, waardoor het moeilijk is resultaten van Amerikaanse sleutels te vergelijken met uitkomsten voor andere werelddelen. Nadat een aantal soorten waarschijnlijk Zuid-Amerikaans bleken, is daarom ook vooral geconcentreerd op literatuur over Amerikaanse soorten.

Voor een aantal houtsoorten in dit onderzoek is de gehele determinatie gebaseerd op één klein stukje hout van 2 cm³, dat bovendien veelal in slechte conditie door schimmel en bacteriële aantasting verkeert. Ook is het hout 200-250 jaar oud en bestaat het uit stukken die niet altijd uit de stam afkomstig zijn. De determinatie methoden zijn allen gebaseerd op de structuur van gezond stamhout. In het determinatie proces is derhalve ook het zwaartepunt gelegd op de stabiele kenmerken, wat het resultaat toch betrouwbaar maakt.

Bij de monster name hebben de best uitziende stukken voorrang gekregen. Dit zou kunnen leiden tot determinatie van voornamelijk duurzame soorten. De niet duurzame soorten zouden onder vertegenwoordigd zijn in de resultaten. Echter de soorten *Ficus trigona*, *Hirtella paniculata*, *Inga spp.*, *Schefflera spp.* en *Betula spp.*, allen niet duurzaam, duiden aan dat dit hier waarschijnlijk niet van belang is.

De aantasting van het hout bemoeilijkt de determinatie. Kleine details vervagen waardoor kenmerken vaak niet meer waarneembaar zijn. Florian (1990) vermeldt dat aan het vochtgehalte is af te leiden in welke mate het hout is aangetast. Bij een vochtgehalte van meer dan 185% kan het hout als aangetast beschouwd worden en bij meer dan 400% ernstig aangetast. Uit tabel 4-1 en 4-2 blijkt derhalve dat van het duighout 33% is aangetast waarvan 3% ernstig. Van het stuw hout is 70% aangetast waarvan 15% ernstig. Als gevolg hiervan zijn fouten in de identificatie niet uitgesloten.

Ten slotte moet een goede betrouwbare identificatie waar mogelijk altijd gecontroleerd worden aan betrouwbaar geïdentificeerde monsters, beschrijvingen en illustraties. Zelfs dan moet gerealiseerd worden dat er nog duizenden soorten zijn die niet of nauwelijks bestudeerd zijn (Wheeler en Baas 1998).

5.2 Nederlandse handels activiteit ter plaatse van verspreidingsgebied der gevonden soorten.

De resultaten gegeven in hoofdstuk 4, wijzen er sterk op dat het hout in de lading van het BZN-4 Wrak uit tropisch Zuid-Amerika afkomstig is. Alle gevonden soorten komen voor in de noordelijke Atlantische en Caribische kustgebieden van Latijns-Amerika.

Plathymenia reticulata komt als enige van de 14 tropisch Zuid-Amerikaanse soorten volgens huidige literatuur niet zo noordelijk voor (Record en Hess 1943, Détienne 1983). Het natuurlijke verspreidingsgebied zou kunnen zijn verkleind door 200 jaar intensief gebruik van de spaarzame individuen langs de grenzen hiervan. Ook nu staat de soort immers bekend om zijn schaarse voorkomen.

Het huidige voorkomen van *Plathymenia reticulata* in de laaglanden van het Amazone bekken, is waar de WIC tot 1654 actief was en ook in de periode hierna toen Brazilië een Portugese kolonie werd (Zwaap 2000). Dit zou kunnen wijzen op een overslag in Nederland van ladingen Surinaamse en Braziliaanse goederen op het BZN-4 wrak. Ook omdat *Plathymenia* niet in één ton met specifiek Surinaamse soorten gevonden is. De handel met Brazilië bestond echter voornamelijk uit suiker en zout (Zwaap 2000), waardoor het waarschijnlijker lijkt dat er een eeuw na de capitulatie van Recife aan de Portugezen geen koffie met hen werd verhandeld.

De West Indische Compagnie had in de 18^e eeuw koloniale plantages. Zo ook in Suriname dat in 1667 door de Zeeuwen veroverd werd op de Engelsen die al sinds 1650 plantages in Suriname exploiteerde. In 1682 droegen de Zeeuwen het bestuur van Suriname over aan de W.I.C., die er tot het eind van de 18^e eeuw plantages gebruikte voor de producten suiker, koffie en cacao.

(<http://www.sr.net/suriname/suriname.html>)

Het bestuur van koffieplantages in Suriname in de 18^e eeuw wordt bevestigd door Bosch (1721), die een boekje schreef over de mogelijkheden voor de Surinaamse koffie, waarna in 1724 de eerste Surinaamse koffie op de Amsterdamse markt verschijnt

(<http://www.geschiedenis.com/hoofdlijn/1703.html>).

Bovenstaande is echter uitgaande van een Nederlands schip en handelswaar uit de Nederlandse koloniën. Het verspreidingsgebied van de gevonden houtsoorten is niet beperkt tot slechts Suriname of de Antillen en ook de Engelsen waren zeer actief in het gebied en bekend om hun plantage activiteiten. Tijdens de Engelse bezetting van Suriname van 1650 tot 1667, vestigde zij daar 175 plantages en 4000 kolonisten en slaven (<http://www.sr.net/suriname/suriname.html>). Echter de bouwstijl van het BZN-4 wrak, sluit uit dat het om een schip van andere dan Nederlandse oorsprong gaat. Bovendien bestond de lading in een schip niet puur uit de zogenoemde afgesproken lading, de handelswaar die van tevoren besproken was, maar ook uit 'zwerflading'. Ook was het niet ongebruikelijk dat een schip meerdere havens binnen een bepaald gebied aandeed. (Mondelinge mededeling M. Manders)

Dit laatste kan verklaren waarom er verschil in de ton samenstelling zat. De tonnen kunnen immers binnen het Noordoostelijk Zuid-Amerikaans gebied, op verschillende plaatsen zijn gemaakt. De duigen van ton 3, die allen van dezelfde houtsoort zijn, en de andere twee onderzochte tonnen die soorten rijker zijn, kunnen aanwijzingen zijn dat het om een dergelijke situatie gaat. Ook de aanwezigheid van *Plathymenia reticulata* zou er op kunnen duiden dat deze ergens anders vervaardigd is.

Men wist waarschijnlijk wel van de goede kuiperij eigenschappen van Wallaba. Afgaande op de vondst van deze soort in alle drie de tonnen. De verwerking van spinthout is echter niet bevorderlijk voor de duurzaamheid van de ton en zou er op kunnen duiden dat de ton slechts voor eenmalig gebruik diende, op onwetendheid of op kostenbesparing.

Het stuwhout lag in een schip niet alleen om de vaten te stutten, maar ook als ballast en opvulling van de onderste delen van het ruim, waar het smal was en vaak water stond dat langzaam door de romp heen sijpelde (Mondelinge mededeling M. Manders). De verscheidenheid aan soorten in het stuwhout, er zijn 12 soorten gevonden en de afwezigheid van specifieke eigenschappen onder de gedetermineerde soorten, maken het minder waarschijnlijk dat het hier om hout met secundaire functies gaat, anders dan brandhout. Het grote aantal doet vermoeden dat er niet specifiek gezocht is

naar bepaalde soorten, die naast de functie van stuwhout ook voor andere doeleinden te gebruiken is. Het stuwhout bestond merendeels uit stukken rondhout van struikachtige en kleine bomen of uit gekleefd hout van stammen niet dikker dan 20 cm, de bijlsproen zijn nog zichtbaar op kopse vlak. Op grond van de vorm van het stuwhout lijkt het erop dat het hout geselecteerd is op stammen van een goed hanteerbare, kleine diameter.

Waarschijnlijk is niet op soort geselecteerd en is op een zo eenvoudig mogelijke wijze hout verzameld met slechts als functie stuwhout.

5.3 De laatste reis van het BZN-4 wrak

Het ontbreken van markeringen maken het waarschijnlijk dat het BZN-4 wrak geen V.O.C. of W.I.C. wrak is, maar een particulier schip van de West. De W.I.C. had haar haven activiteiten voornamelijk in Zeeland. De vondst in de waddenzee is daarom een extra aanwijzing dat het vermoedelijk een particulier schip was op weg naar een der Noord-Nederlandse havens. Het burgzand staat echter ook bekend als een plek waar de grote zeeschepen van onder andere de V.O.C. voor anker gingen. Vanwege hun diepgang konden ze veelal niet tot in Amsterdam of de haven van Texel komen. Derhalve werd de lading op kleinere schepen tot in de havens getransporteerd. Vanwege reeds genoemde redenen lijkt het onwaarschijnlijk dat dit een V.O.C. schip was. Het vermoeden dat het een particulier schip betreft wordt versterkt door het verlies van de monopolie positie van de WIC in 1730, waarna de slavenhandel van Ghana naar Suriname ook voor particuliere rederijen toegankelijk werd (<http://www.geschiedenis.com/hoofdlijn/1703.html>). De driehoekshandel, slaven halen in Ghana, verkopen in Suriname en vervolgens handelswaar inkopen die in Nederland weer verkocht werden, was daarmee niet meer strikt aan één organisatie verbonden.

De gevonden houtsoorten hebben hun verspreidingsgebied op één na allen in het noordelijk Amazone bekken. De tonnen zijn daarom, waarschijnlijk daar geproduceerd.

De vondst van één stuk berken in het stuwhout zou kunnen duiden op een restant van een andere activiteit van dit schip. Het hout dat waarschijnlijk na maandenlang doordrenkt in water, rotte en stonk, werd vermoedelijk na uitladen niet geheel terug in het schip gelegd. Een nieuwe lading vers stuwhout werd toegevoegd. De vondst van berken zou een restant van een eerdere reis kunnen zijn. De wilgentenen hoepen wijzen op een reparatie in Europa. De tonnen zouden dus meerdere malen gebruikt kunnen zijn. De lading van cacao die waarschijnlijk op een hoger dek in jutezakken verscheept zijn en de koffie in de tonnen, versterken echter het vermoeden dat de handelswaar direct uit Suriname komt. De plantages in Suriname waren voornamelijk suiker plantages. De teelt van cacao wordt weinig vermeld in de beschrijvingen van de activiteiten van de W.I.C.. Dat het wel aanwezig geweest kan zijn, blijkt uit de vermelding van het wegvallen van de koffie productie samen met die van cacao en katoen in het begin van de 20^e eeuw als gevolg van de afschaffing van de slavernij, waardoor arbeid duur werd en plantages verdwenen of fuseerden (<http://www.sr.net/suriname/suriname.html>).

Cacao komt van oorsprong uit Midden- en noordelijk Zuid-Amerika, en werd sinds het einde van de 17^e eeuw ook in Nederland verhandeld. De aanvankelijk alleen voor de elite beschikbare dure cacao drank, werd echter pas in de 18^e eeuw betaalbaar toen Engelse en Nederlandse handel in zowel cacao als koffie opgang kwam (<http://www.voedsel.net/themas/chochist.htm>, <http://www.hollandsepot.dordt.nl/artikelen/artikelen.htm>).

6 Conclusie

Door middel van determinatie van het hout in de lading van het BZN-4 wrak, is de herkomst van dit hout achterhaald. Uitgaande van het gebruik dat in de 18e eeuw kostbare goederen zoals o.a. koffie, in nieuwe, ter plaatse gefabriceerde vaten verpakt werden, is de herkomst van de handelswaar gelijk aan die van het hout. De vaten en het stuw hout blijken van Noordoost Zuid-Amerikaanse oorsprong.

De Nederlandse koloniale activiteiten in deze regio waren beperkt tot Suriname en de Antillen, echter de Hollanders waren gedreven handelslui die in tijden van vrede ook met andere Europese koloniën handelden. Uitgaande van bovenstaande zou de koffie uit Zuid-Amerika, meer specifiek Noordoost Zuid-Amerika en mogelijk zelfs uit Suriname afkomstig zijn.

Of het BZN-4 wrak een direct uit de west komend schip met koffie en cacao was, of dat het al een Nederlandse haven had aangedaan, is met dit onderzoek aan het hout niet stevig te onderbouwen. De geringe hoeveelheid Europees hout aan boord, kan enerzijds een aanwijzing zijn dat de lading direct uit de West komt. Anderzijds kan de vondst van Europees hout wijzen op reparaties aan de lading in een Nederlands pakhuis. Dat het schip in Zuid-Amerika is geweest, lijkt waarschijnlijk, daar het stuw hout vrijwel geheel uit die regio afkomstig is.

De combinatie van koffie en cacao kan ingekocht zijn in dezelfde regio, maar of beide werkelijk Surinaams zijn, is niet aan de hand van het hout te zeggen. Onderzoek aan deze producten moet daarvoor de doorslag geven. Wanneer de inhoud van de vaten net als het hout noordelijk Zuid-Amerikaans blijkt te zijn, zou dit bevestigen dat de handelswaar in ter plekke gemaakte vaten getransporteerd werd.

Dankwoord

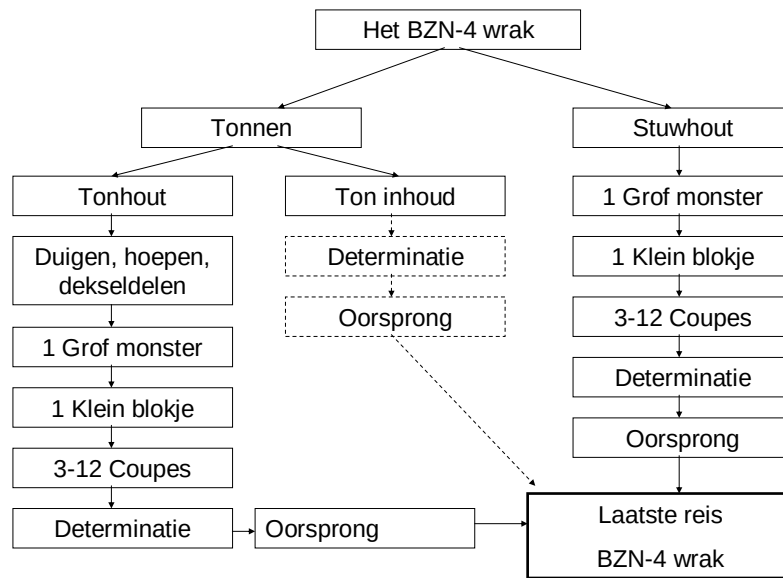
Dit onderzoek had niet plaats kunnen vinden zonder de steun van Dr. Ir. René Klaassen van SHR, die mij gedurende het gehele onderzoek begeleid heeft en de faciliteiten van SHR, waar ik de microtoom, de microscoop en alle andere gebruiksvoorwerpen heb mogen gebruiken. Ook Martijn Manders van het NISA is zeer behulpzaam geweest door de overdracht van zijn archeologisch, historische kennis over dit onderwerp. Verder wil ik Jos Creemers van SHR en Yde Jongesma van de W.U.R leerstoelgroep Entomologie bedanken voor het kijken naar de gevonden insecten, Dr. Ir. P.C.M. Jansen van het Nationaal herbarium in Wageningen voor zijn advies over de herkomst van de bamboeachtige stengel, Wim van Venendaal, medewerker aan de leerstoelgroep plantkunde van de W.U.R., voor het beschikbaar stellen van zijn microscoop en enkele preparaten en ten slotte Ir. Hans Polman voor zijn interesse en sturing als zijnde mijn officiële begeleider aan de W.U.R..

Literatuur

- A.T.I.B.T. (Association Technique Internationale des Bois Tropicaux); *Nomenclature générale des bois tropicaux* (1979); Parijs.
- Baas P. en Zang X.; *Wood anatomy of trees and shrubs from China. I. Oleaceae*; IAWA Bull. n.s. 7: 195-220.
- Bosch H.; *Tydkortende invallen, over de gevallige uytvinding in afien graage verbreiding in Europe desondanks, En gewenste overbrengingin America, met de welopneemende kweek in Suriname, der vrucht koffy*; 1721; Amsterdam.
- Brunner M., Kucera L.J., Zürcher E. en Hirzel A.; *Major Timber Trees of Guyana, a lens key*; 1994, Tropenbos serie 14.
- Carlquist S.; *Comparative Wood Anatomy, Systematic, Ecological, and Evolutunary ASpects of Dicotyledon Wood*; 1988; Springer-Verslag Berlin Heidelberg; Duitsland.
- Chichignoud M., Déon G., Détienne P., Parant B. en Vantomme P.; *Tropical timber ATLAS of Latin America*; 1990; International Tropical Timber Organization
- Clifford N.; *Commercial Hardwoods: Their Characteristics, Identification and Utilization*; 1953; Sir Isaac Pitman & Sons, ltd., Londen.
- Coday A.E., Maun K.W.; *Identification of Hardwoods: a microscope key*; 1997; Building Research Communications Ltd; Watford.
- Deschamps R.; *Étude anatomique de bois d'Amérique du Sud, volume I Acanthaceae à Lecythydaceae*; 1979; koninklijk museum voor Midden-Afrika – Tervuren – België – Annalen - reeks in-8° - Economische wetenschappen - Nr. 10.
- Deschamps R.; *Étude anatomique de bois d'Amérique du Sud, volume II Leguminoseae*; 1980; koninklijk museum voor Midden-Afrika – Tervuren – België – Annalen - reeks in-8° - Economische wetenschappen - Nr. 11.
- Deschamps R.; *Étude anatomique de bois d'Amérique du Sud, volume III Zygophyllaceae*; 1985; koninklijk museum voor Midden-Afrika – Tervuren – België – Annalen - reeks in-8° - Economische wetenschappen - Nr. 12.
- Détienne P. en Jacquet P.; *Atlas d'identification des bois de lámazone et des regions voisines*; 1983; Centre Technique Forestier Tropical; Nogent-sur-Marne, Frankrijk.
- Détienne P., Jaquet P. en Mariaux A.; *Manuel d'identification des Bois Tropicaux*; 1982; Centre Techniques forestier tropical; Nogent-sur-Marne.
- Florian M.; *Scope and History of Archeological Wood*; 1990;
- Gérard J., Miller R.B. en Welle ter B. J. H.; *Major Timber Trees of Guyana, timber characteristics and utilization*; 1996; Tropenbos series 15.
- Ilic J.; *CSIRO Atlas of Hardwoods*; 1991; Springer-verlag.
- Kribs D.A.; *Commercial Foreign Woods on the American Market*; 1968; Dover Publications Inc.; New York..
- Lemmens, R.H.M.J., Soerianegara, I. en Wong, W. C.; *Timber Trees: Minor Commercial Timbers*; 1995; PROSEA series No. 5 (2), Backhuys Leiden.
- Lindeman J. C. en Mennega A. M. W.; *Bomenboek voor Suriname*; 1963; Mededelingen van het botanisch museum en herbarium van de rijksuniversiteit te Utrecht No. 200.
- Mabberley D.J.; *The Plant-Book, a portable dictionary of the vascular plants*; 2e druk 1997, Cambridge university press.
- Normand D. en Paquis J.; *Manuel d'identification des bois commerciaux*; 1976; Centre Technique Forestier Tropical, Nogent sur Marne.
- Pearson R. S. en Brown H. P.; *Commercial Timbers of India, Their distribution, suplies, anatomical structure, physical and mechanical properties and uses, Volume 1 and 2*; 1932 Government of India central publication branch, Calcutta.
- Pfeiffer J. P.; *De houtsoorten van Suriname*; 1926; Druk de Bussy, Amsterdam.

- Record S. J. en Hess R. H.; *Timbers of the new world*; 1943; Yale university press, London.
- Reinders-Gouwentak C. A.; *Hout van Leguminosae uit Suriname*; 1968; H. Veenman & Zn. n.v., Wageningen.
- Soerianegara, I. en Lemmens, R.H.M.J.; *Timber Trees: Major Commercial Timbers*; 1993; PROSEA series No. 5 (1), Backhuys Leiden.
- Sosef M. S. M., Hong L. T., Prawirohatmodjo S.; *Timber Trees: Lesser-Known Timbers*; 1998; PROSEA series No. 5 (3), Backhuys Leiden.
- Wheeler E. A. en Baas P.; *Wood identification-A Review*; 1998; IAWA Journal, vol. 19 (3) p241-264.
- Wheeler E. A., Pearson R.G., LaPasha C.A. Zack T. en HAtley W.; *Computer-Aided Wood Identification, reverence Manual*; 1986; The North Carolina Agricultural Research Service, Bulletin 474.
- Wheeler E. A., Baas P. en Gasson P. E.; *IAWA list of microscopic features for hardwood identification*; 1989; IAWA Bulletin n.s. 10 (3): 219-232.
- Wiselius S. I.; *Het Houtvademecum*; 2001 8^e dr.; ten Hagen & Stam.
- Zwaap R.; *Hoe duur was de suiker?*; 20-5-2000, De Groene Amsterdammer, Amsterdam.
- <http://www.voedsel.net/themas/chochist.htm>
- <http://www.hollandsepot.dordt.nl/artikelen/artikelen.htm>
- <http://www.sr.net/suriname/suriname.html>
- <http://www.geschiedenis.com/hoofdlijn/1703.html>
- <http://www.wazamar.org/gen-links/b-WIC.htm>

Bijlage 1; schematische weergave van het onderzoek



De schematische weergave, waarop een uiteindelijke resultaat zal steunen. Het hout opgedoken uit het wrak wordt zoveel mogelijk bemonsterd door uit van alle beschikbare stukken stuwhout die in een goede staat verkeren een stuk ter grote van enkele cm^3 -ers af te zagen. Uit dit monster wordt vervolgens 1 blokje ter grote van 1 a 2 cm^3 gezaagd, waarvan een aantal coupes (tenminste 6, 2 voor elk snijvlak) gemaakt worden aan de hand waarvan vervolgens een determinatie voor het gehele blok stuwhout gemaakt wordt.

De tonnen zijn veelal geborgen met inhoud. Het hout wordt gelijk aan het stuwhout gedetermineerd, de inhoud is koffie maar welk ras en waar deze vandaan komt zou een eventueel onderzoek hieraan moeten uitwijzen. Dit zou de reconstructie van de laatste reis van het BZN-4 wrak zoals nu gemaakt aan de hand van het hout, kunnen ondersteunen.

Bijlage 2; De houtanatomische kenmerkenlijst volgens Wheeler et.al. (1986)

De genoemde kenmerken in de houtbeschrijvingen in de tekst staan voor die kenmerken die zeker aanwezig zijn en in deze tabel een + hebben, of wanneer tussen haken een ?.

NAME: _____		Sample No.: _____	
GROWTH RINGS			
1		1. boundaries distinct	
2		2. boundaries indistinct or absent	
POROSITY			
3		3. ring-porous	
4		4. semi-ring-porous	
5		5. diffuse-porous	
VESSEL ARRANGEMENT			
6		6. tangential bands	
7		7. diagonal and/or radial pattern	
8		8. dendritic pattern	
VESSEL GROUPINGS			
9		9. exclusively solitary (90% or more)	
10		10. radial multiples of 4 or more common	
11		11. clusters common	
SOLITARY VESSEL OUTLINE			
12		12. Solitary vessel outline angular	
PERFORATION PLATES			
13		13. Simple	
14		14. Scalariform	
15		15. with up to 10 bars	
16		16. with 10-20 bars	
17		17. with 20-40 bars	
18		18. with 40 or more bars	
19		19. Reticulate, foraminata, &/or other types	
INTERVESSEL PITS: Arrangement and Size			
20		20. scalariform	
21		21. opposite	
22		22. alternate	
23		23. Shape of alternate pits polygonal	
24		24. Minute - 4 um or less	
25		25. Small - 4-7 um	
26		26. Medium - 7-10 um	
27		27. Large - 10 um or more	
28		28. Range of intervessel pit size (um)	
VESTURED PITS			
29		29. Vested pits	
VESSEL RAY FITTING			
30		30. w/ distinct borders; sim. to L.v. pits in size & shape (all)	
31		31. w/ reduced bord. to - simpler pits rounded or angular	
32		32. w/ reduced bord. to - simpler pits horiz. to vert.	
33		33. two distinct sizes or types in the same ray cell	
34		34. unilaterally compound or coarse (over 10 um)	
35		35. restricted to marginal rows	
HELICAL THICKENINGS			
36		36. Helical thickenings in vessel elements present	
37		37. throughout body of vessel element	
38		38. only in vessel element tails	
39		39. only in narrower vessel elements	
TANGENTIAL DIAMETER OF VESSEL LUMINA			
40		40. 50 um or less	
41		41. 50-100 um	
42		42. 100-200 um	
43		43. 200 um or more	
44		44. Mean, +/- Standard Deviation, Range, n = x	
45		45. 2 distinct diameter classes, wood not ring-porous	
VESSELS per SQUARE MILLIMETRE			
46		46. 5 or less	
47		47. 5-20	
48		48. 20-40	
49		49. 40-100	
50		50. 100 or more	
51		51. Mean, +/- Standard Deviation, Range, n = x	
MEAN VESSEL ELEMENT LENGTH			
52		52. 350 um or less	
53		53. 350-800 um	
54		54. 800 um or more	
55		55. Mean, +/- Standard Deviation, Range, n = x	
TYLOSES AND DEPOSITS IN VESSELS			
56		56. Tyloses common	
57		57. Tyloses sclerotic	
58		58. Gums and other deposits in heartwood vessels	
WOOD VESSELLESS			
59		59. Wood vesselless	
IMPERFORATE TRACHEARY ELEMENTS			
60		60. Vascular/vasicentric tracheids present	
GROUND TISSUE FIBRES			
61		61. Fibres with simple to minutely bordered pits	
62		62. Fibres with distinctly bordered pits	
63		63. Fibre pits common in both radial and tangential walls	
HELICAL THICKENINGS in IMPERFORATE TRACHEARY ELEMENTS			
64		64. Helical thickenings in ground tissue fibres	
SEPTATE FIBRES and parenchyma-like fibre bands			
65		65. Septate fibres present	
66		66. Non-septate fibres present	
67		67. Parench.-like fibre bands alt. w/ ordinary fibres	
FIBRE WALL THICKNESS			
68		68. very thin-walled	
69		69. thin to thick-walled	
70		70. very thick-walled	
MEAN FIBRE LENGTH			
71		71. 900 um or less	
72		72. 900-1600 um	
73		73. 1600 um or more	
74		74. Mean, +/- Standard Deviation, Range, n = x	
AXIAL PARENCHYMA			
75		75. absent or extremely rare	
APOTRACHEAL AXIAL PARENCHYMA			
76		76. diffuse	
77		77. diffuse-in-aggregates	
PARATRACHEAL AXIAL PARENCHYMA			
78		78. scanty paratracheal	
79		79. vasicentric	
80		80. aliform	
81		81. lozenge-aliform	
82		82. winged-aliform	
83		83. confluent	
84		84. multiseriate paratracheal	
BANDDED PARENCHYMA			
85		85. bands > 3 cells wide	
86		86. narrow bands/lines ≤ 3 cells wide	
87		87. reticulate	
88		88. scalariform	
89		89. marginal or - marg. bands	
AXIAL PARENCHYMA CELL TYPE/STRAND LENGTH			
90		90. Pseudomon parenchyma cells	
91		91. Two cells per strand	
92		92. Four (3-4) cells per strand	
93		93. Eight (5-8) cells per strand	
94		94. Over eight cells per strand	
95		95. Uniquified parenchyma	
RAY WIDTH			
96		96. exclusively uniseriate	
97		97. 1 to 3 cells wide	
98		98. Larger rays commonly 4 to 10-seriate	
99		99. Larger rays commonly > 10-seriate	
100		100. width of multiseriate portion = uniseriate portions	
AGGREGATE RAYS			
101		101. Aggregate rays	
RAY HEIGHT			
102		102. Ray height > 1 mm	
RAYS OF TWO DISTINCT SIZES			
103		103. Rays of two distinct sizes	
RAYS: CELLULAR COMPOSITION			
104		104. All ray cells procumbent	
105		105. All ray cells square and/or upright	
106		106. w/ 1 row upright &/or square marginal cells	
107		107. w/ mostly 2-4 rows of upright &/or square cells	
108		108. w/ > 4 rows of upright &/or square cells	
109		109. procum., sq. and upright cells mixed throughout ray	
SHEATH CELLS			
110		110. Sheath cells	
111		111. Tile cells	
PERFORATED RAY CELLS			
112		112. Perforated ray cells	
DISJUNCTIVE RAY PARENCHYMA CELL WALLS			
113		113. Disjunctive ray parenchyma cell walls	
RAYS PER MM.			
114		114. < 4 / mm	
115		115. 4-12 / mm	
116		116. 12 or more / mm	
WOOD RAYLESS			
117		117. Wood rayless	
STORIED STRUCTURE			
118		118. All rays storied	
119		119. Low rays storied; high rays non-storied	
120		120. Axial parenchyma and/or vessel elements storied	
121		121. Fibres storied	
122		122. Rays and/or axial elements irregularly storied	
123		123. Number of ray tiers per axial mm	
OIL and MUCILAGE CELLS			
124		124. associated with ray parenchyma	
125		125. associated with axial parenchyma	
126		126. present among fibres	
INTERCELLULAR CANALS			
127		127. Axial canals in long tangential lines	
128		128. Axial canals in short tangential lines	
129		129. Axial canals diffuse	
130		130. Radial canals	
131		131. Intercellular canals of traumatic origin	
TUBES/TUBULES			
132		132. Laticifers or tanniferous tubes	
CAMBIAL VARIANTS			
133		133. Included phloem, concentric	
134		134. Included phloem, diffuse	
135		135. Other cambial variants	
PRISMATIC CRYSTALS			
136		136. Prismatic crystals - present	
137		137. in upright/square ray cells	
138		138. in procumbent ray cells	
139		139. in radial alignment in procumbent ray cells	
140		140. in chambered upright/square ray cells	
141		141. in non-chambered axial parenchyma cells	
142		142. in chambered axial parenchyma cells	
143		143. in fibres	
DRUSES			
144		144. Druses present	
145		145. in ray parenchyma cells	
146		146. in axial parenchyma cells	
147		147. in fibres	
148		148. in chambered cells	
OTHER CRYSTAL TYPES			
149		149. Raphides	
150		150. Acicular crystals	
151		151. Styloids and/or elongate crystals	
152		152. Crystals of other shapes (mostly small)	
153		153. Crystal sand	
OTHER DIAGNOSTIC CRYSTAL FEATURES			
154		154. > 1 crystal of about the same size per cell or chamber	
155		155. Two distinct sizes of crystals per cell or chamber	
156		156. Crystals in enlarged cells	
157		157. Crystals in tyloses	
158		158. Cystoliths	
SILICA			
159		159. Silica bodies present	
160		160. in ray cells	
161		161. in axial parenchyma cells	
162		162. in fibres	
163		163. Vitreous silica	

Bijlage 3; foto's van het materiaal



Enkele stukken stuwhout op een tafel bij het NISA. Duidelijk te zien de variëteit in rond hout, gekliefd hout en grootte.



Duigen op een tafel bij het NISA. Dit zijn de duigen van ton 2.



Een hoop gemaakt van een twijg van een tropische loofhoutsoort. Het zou een liaan kunnen zijn

Bijlage 4; Foto's van de coupes

Foto:	Houtsoort	Snijvlak	Monster	Schaal; 1 hokje is:
1	<i>Eperua falcata</i>	Dwars	1405	100μ
2	<i>Eperua falcata</i>	Tangentiaal	1405	50 μ
3	<i>Eperua falcata</i>	Radiaal	1405	50 μ
4	<i>Plathymenia reticulata</i>	Dwars	1400	100μ
5	<i>Plathymenia reticulata</i>	Tangentiaal	1696	50 μ
6	<i>Plathymenia reticulata</i>	Radiaal	1400	50 μ
7	<i>Plathymenia reticulata</i>	Radiaal	1400	12,5 μ
8	<i>Carapa spp.</i>	Dwars	1083	100μ
9	<i>Carapa spp.</i>	Tangentiaal	1083	50 μ
10	<i>Carapa spp.</i>	Radiaal	1083	50 μ
11	<i>Platonia insignis</i>	Dwars	1744	100μ
12	<i>Platonia insignis</i>	Tangentiaal	1744	50 μ
13	<i>Platonia insignis</i>	Radiaal	1744	50 μ
14	<i>Platonia insignis</i>	Radiaal	1744	25 μ
15	<i>Pterocarpus spp.</i>	Dwars	1785	100μ
16	<i>Pterocarpus spp.</i>	Tangentiaal	1785	50 μ
17	<i>Pterocarpus spp.</i>	Radiaal	1785	12,5 μ
18	<i>Tabebuia spp. (aquatilis)</i>	Dwars	1486	100μ
19	<i>Tabebuia spp. (aquatilis)</i>	Tangentiaal	1486	50 μ
20	<i>Tabebuia spp. (aquatilis)</i>	Radiaal	1486	50 μ
21	<i>Tabebuia spp. (aquatilis)</i>	Radiaal	1486	12,5 μ
22	<i>Manilkara spp.</i>	Dwars	1341	100μ
23	<i>Manilkara spp.</i>	Tangentiaal	1341	50 μ
24	<i>Manilkara spp.</i>	Radiaal	1341	50 μ
25	<i>Manilkara spp.</i>	Radiaal	1341	12,5 μ
26	<i>Ficus trigona</i>	Dwars	1468	100μ
27	<i>Ficus trigona</i>	Tangentiaal	1468	50 μ
28	<i>Ficus trigona</i>	Radiaal	1468	50 μ
29	<i>Hirtella paniculata</i>	Dwars	1488	100μ
30	<i>Hirtella paniculata</i>	Tangentiaal	1488	50 μ
31	<i>Hirtella paniculata</i>	Radiaal	1488	50 μ
32	<i>Hirtella paniculata</i>	Radiaal	1488	12,5 μ
33	<i>Symphonia globulifera</i>	Dwars	1506	100μ
34	<i>Symphonia globulifera</i>	Tangentiaal	1506	50 μ
35	<i>Symphonia globulifera</i>	Radiaal	1506	50 μ
36	<i>Symphonia globulifera</i>	Radiaal	1506	12,5 μ
37	<i>Peltogyne spp.</i>	Dwars	1775	100μ
38	<i>Peltogyne spp.</i>	Tangentiaal	1775	50 μ
39	<i>Peltogyne spp.</i>	Radiaal	1775	50 μ
40	<i>Inga spp.</i>	Dwars	1790	100μ
41	<i>Inga spp.</i>	Tangentiaal	1790	50 μ

42	<i>Inga spp.</i>	Radiaal	1790	50 µ
43	<i>Inga spp.</i>	Radiaal	1790	12,5 µ
44	<i>Cassia spp.</i>	Dwars	1794	100µ
45	<i>Cassia spp.</i>	Tangentiaal	1794	50 µ
46	<i>Cassia spp.</i>	Radiaal	1794	50 µ
47	<i>Cassia spp.</i>	Radiaal	1794	12,5 µ
48	<i>Schefflera spp.</i>	Dwars	1795	100µ
49	<i>Schefflera spp.</i>	Tangentiaal	1795	50 µ
50	<i>Schefflera spp.</i>	Radiaal	1795	50 µ
51	<i>Betula spp.</i>	Dwars	1755	100µ
52	<i>Betula spp.</i>	Tangentiaal	1755	50 µ
53	<i>Betula spp.</i>	Radiaal	1755	50 µ
54	?	Dwars	1409	100µ
55	?	Tangentiaal	1409	50 µ
56	?	Radiaal	1409	50 µ
57	?	Radiaal	1409	12,5 µ
58	? (<i>Cassia spp. of Inga spp.</i>)	Dwars	1474	100µ
59	? (<i>Cassia spp. of Inga spp.</i>)	Tangentiaal	1474	50 µ
60	? (<i>Cassia spp. of Inga spp.</i>)	Radiaal	1474	50 µ
61	? (<i>Cassia spp. of Inga spp.</i>)	Radiaal	1474	12,5 µ
62	?	Dwars	1475	100µ
63	?	Tangentiaal	1475	50 µ
64	?	Radiaal	1475	50 µ
65	?	Radiaal	1475	12,5 µ
66	? (<i>Parchira spp.</i>)	Dwars	1792	100µ
67	? (<i>Parchira spp.</i>)	Tangentiaal	1792	100µ
68	? (<i>Parchira spp.</i>)	Radiaal	1792	50 µ
69	? (<i>Parchira spp.</i>)	Radiaal	1792	50 µ
70	? (Liaan)	Dwars	1448.II	100µ
71	? (Liaan)	Tangentiaal	1448.II	50 µ
72	? (Liaan)	Radiaal	1448.II	50 µ

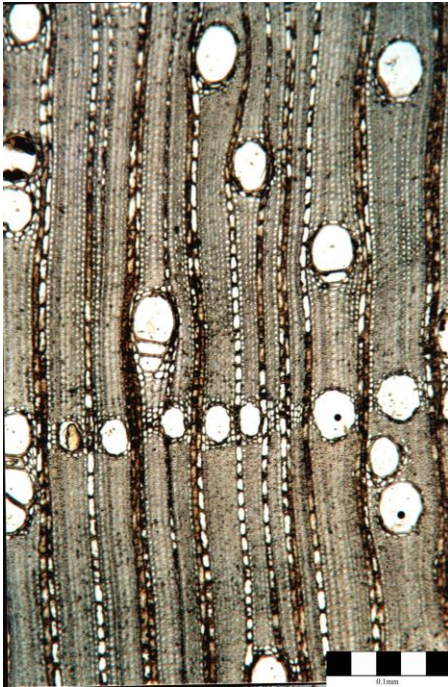


Foto 1: *Eperua falcata*

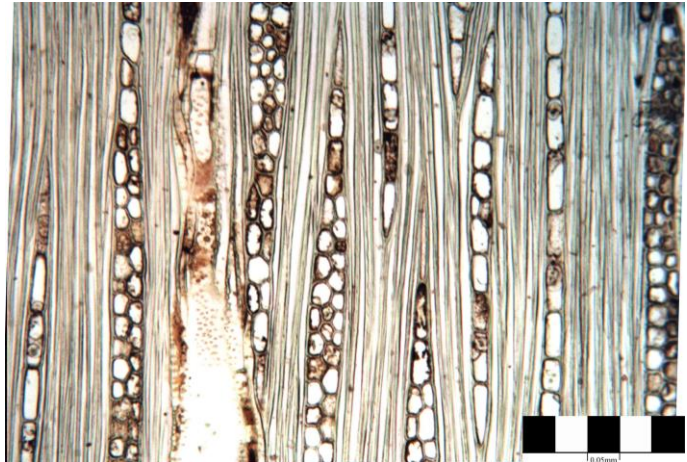


Foto 2: *Eperua falcata*

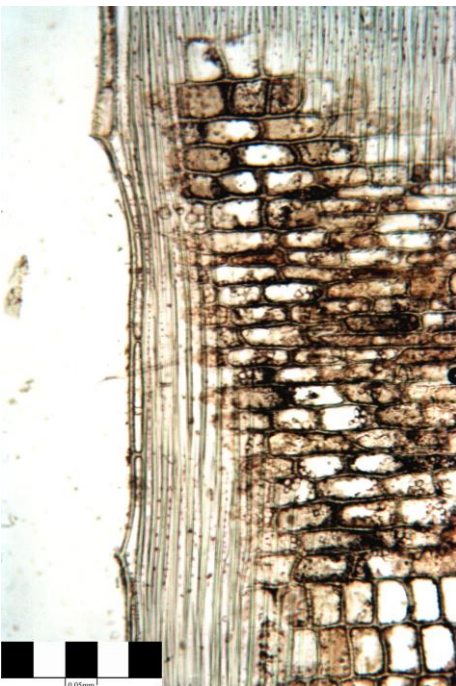


Foto 3: *Eperua falcata*



Foto 4: *Plathymenia reticulata*



Foto 6: *Plathymenia reticulata*

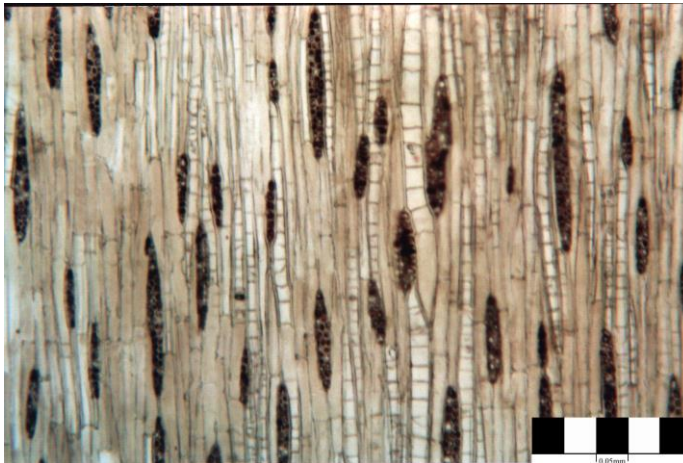


Foto 5: *Plathymenia reticulata*

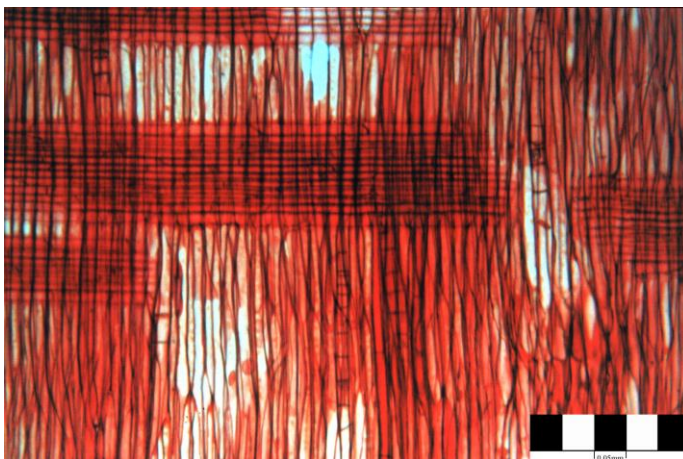


Foto 7: *Plathymenia reticulata*

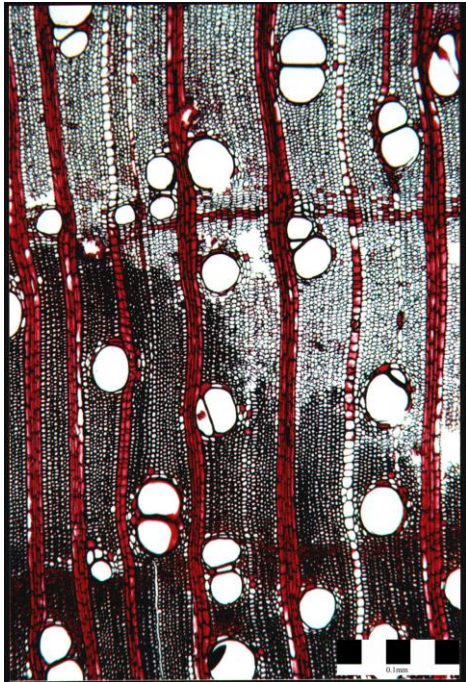


Foto 8: *Carapa* spp.

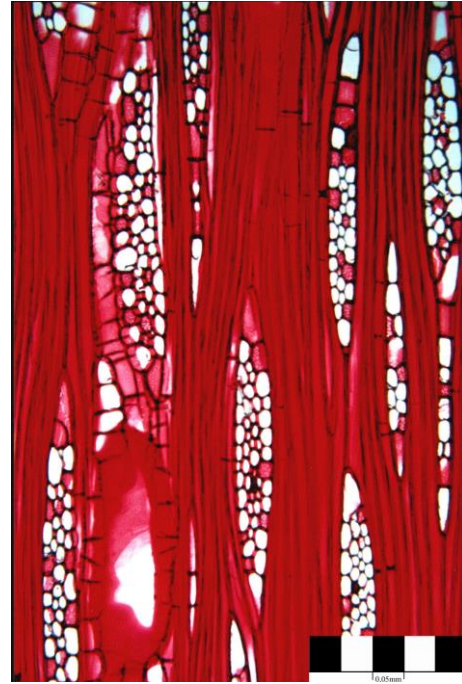


Foto 9: *Carapa* spp.

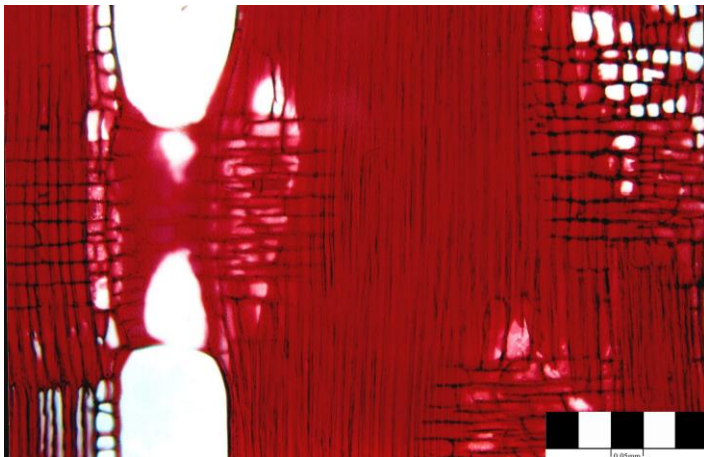


Foto 10: *Carapa* spp.



Foto 11: *platania insignis*

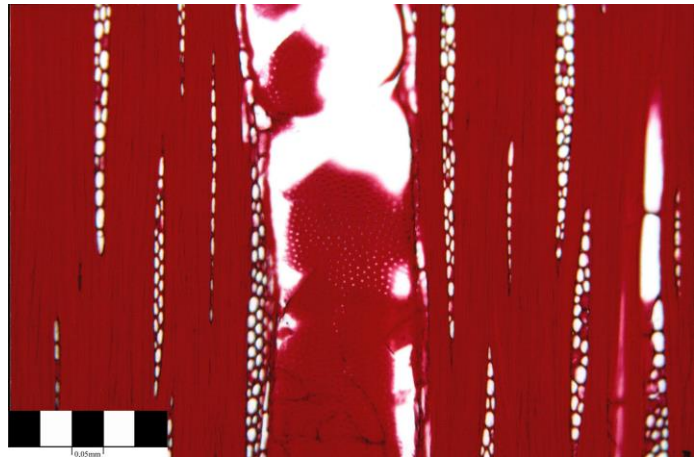


Foto 12: *platania insignis*



Foto 13: *platania insignis*

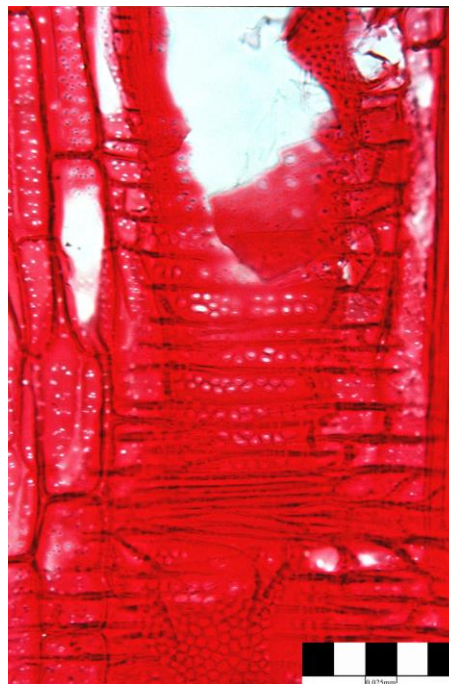


Foto 14: *platania insignis*

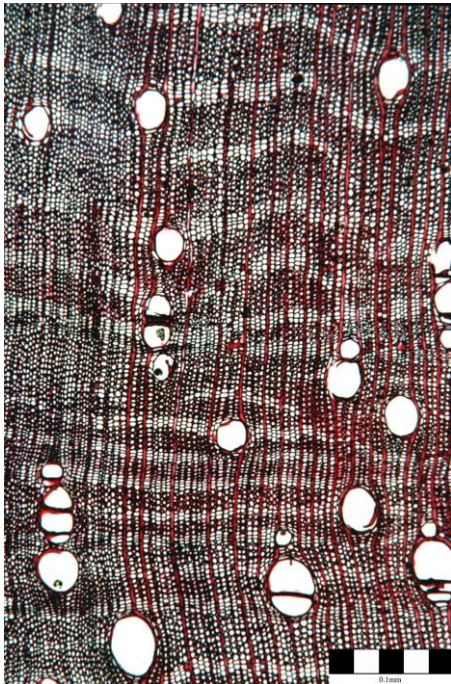


Foto 15: *Pterocarpus* spp.

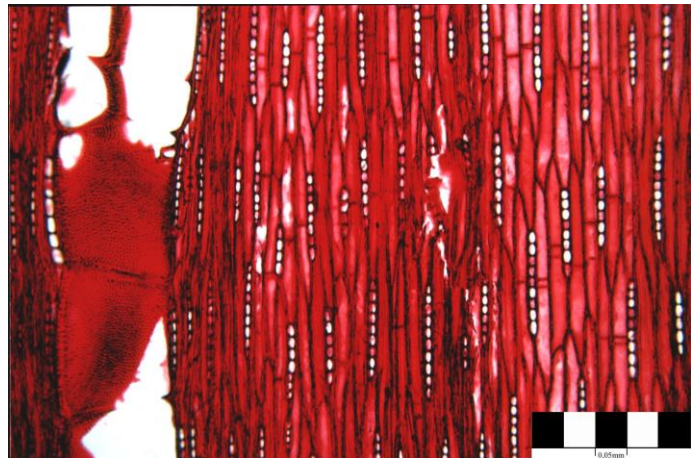


Foto 16: *Pterocarpus* spp.

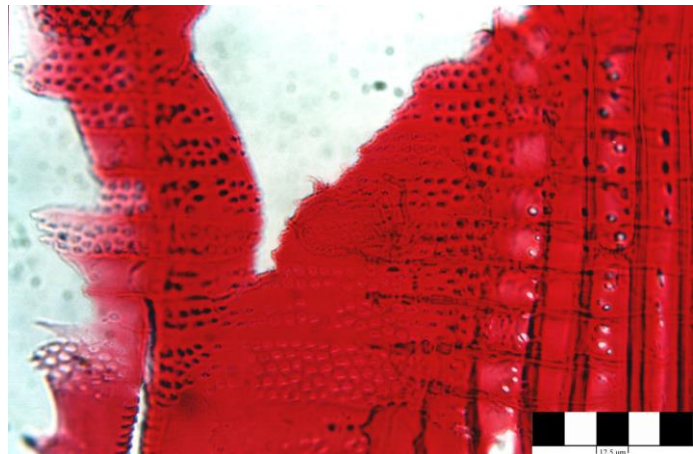


Foto 17: *Pterocarpus* spp.

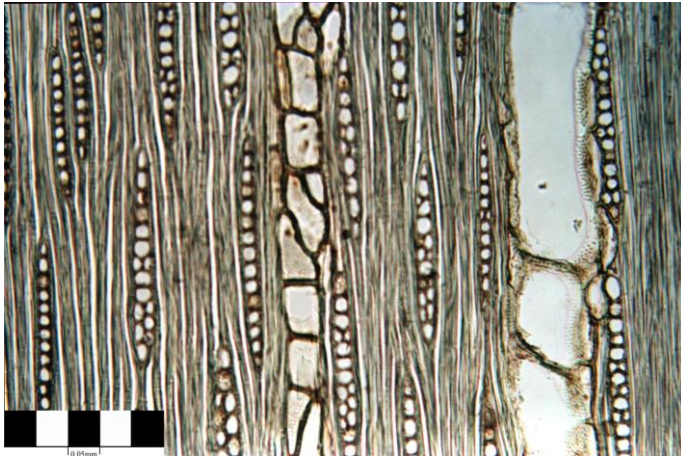


Foto 19: *Tabebuia* spp. (*aquatalis*)

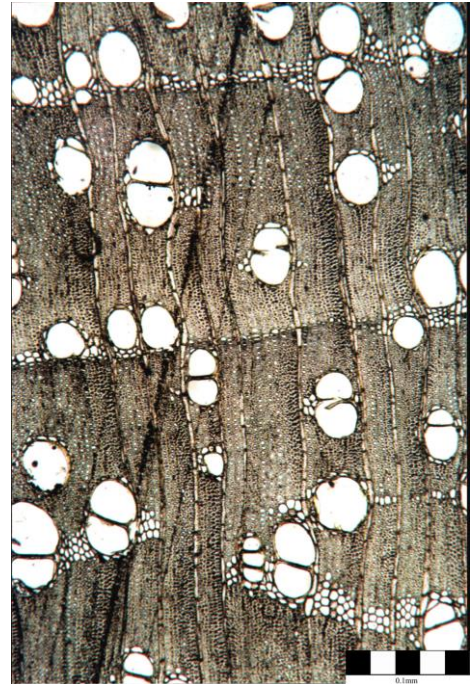


Foto 18: *Tabebuia* spp. (*aquatalis*)

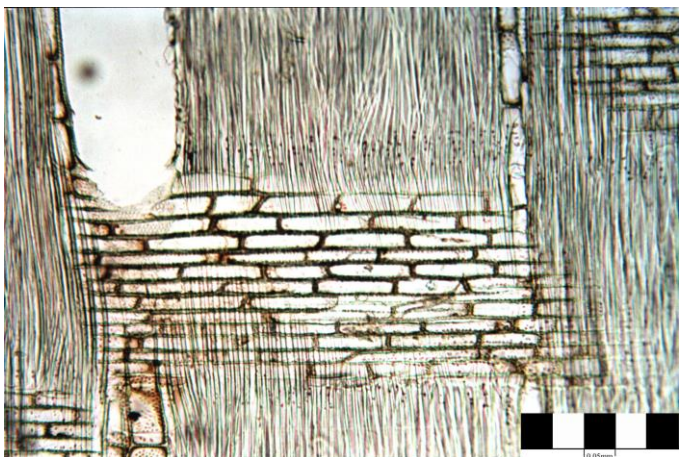


Foto 20: *Tabebuia* spp. (*aquatalis*)

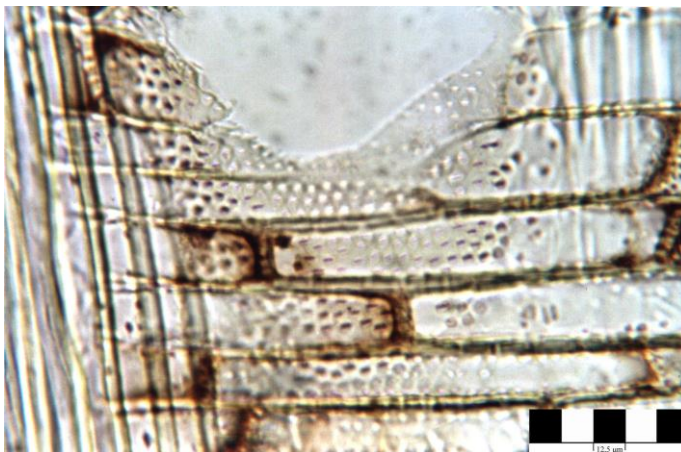


Foto 21: *Tabebuia* spp. (*aquatalis*)

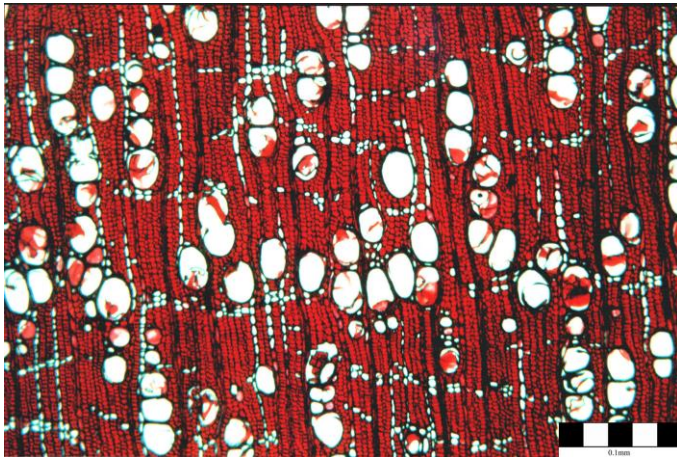


Foto 22: *Manilkara* spp. (*bidentata*)



Foto 23: : *Manilkara* spp. (*bidentata*)

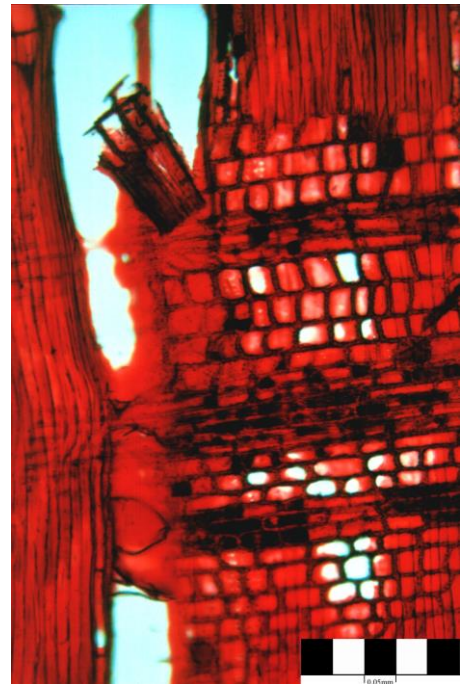


Foto 24: *Manilkara* spp. (*bidentata*)



Foto 25: : *Manilkara* spp. (*bidentata*)

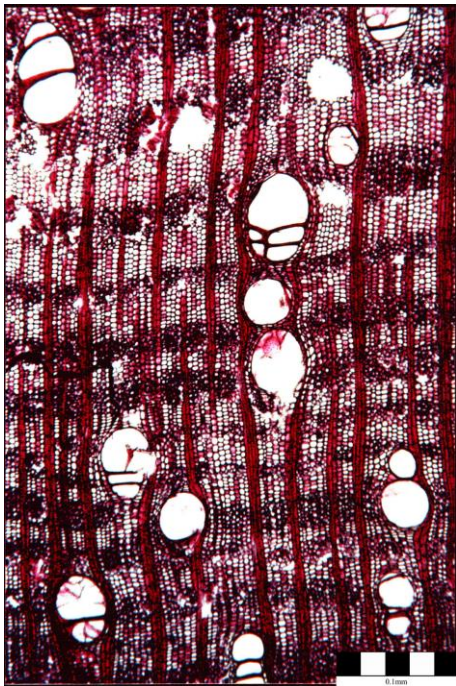


Foto 26: *Ficus trigona*

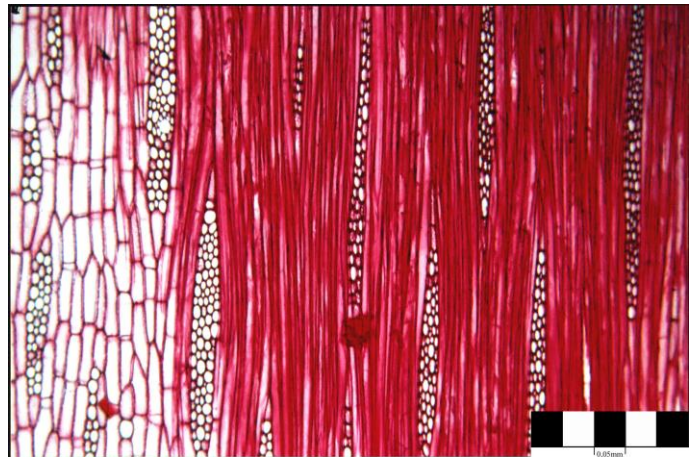


Foto 27: *Ficus trigona*



Foto 28: *Ficus trigona*



Foto 29: *Hirtella paniculata*

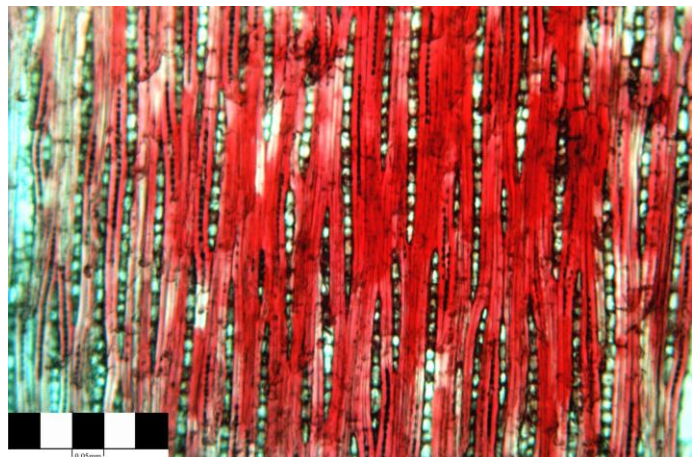


Foto 30: *Hirtella paniculata*

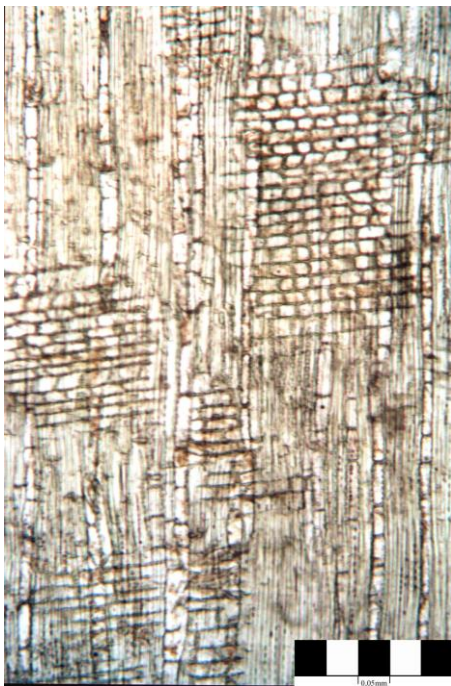


Foto 31: *Hirtella paniculata*

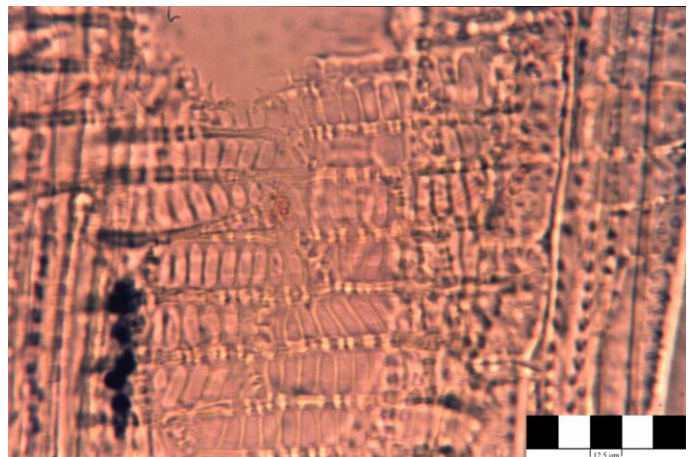


Foto 32: *Hirtella paniculata*



Foto 33: *Symphonia globulifera*

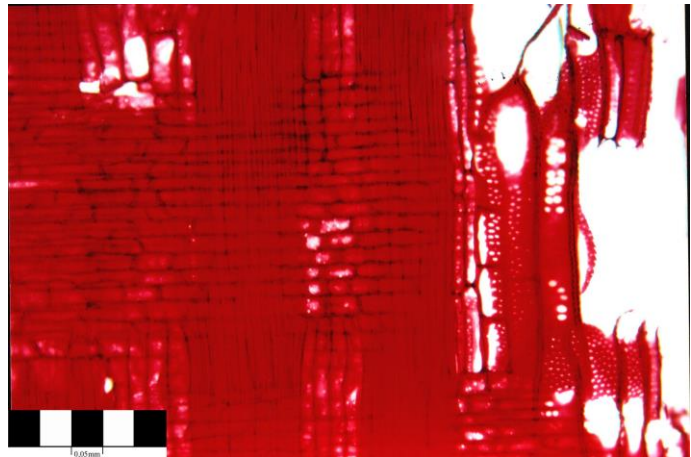


Foto 35: *Symphonia globulifera*

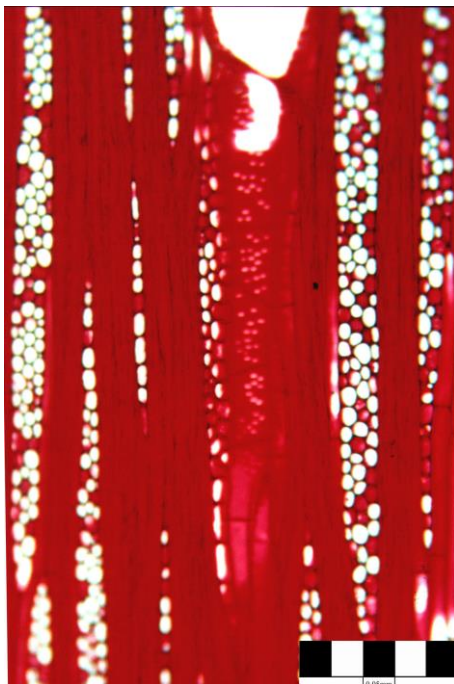


Foto 34: *Symphonia globulifera*

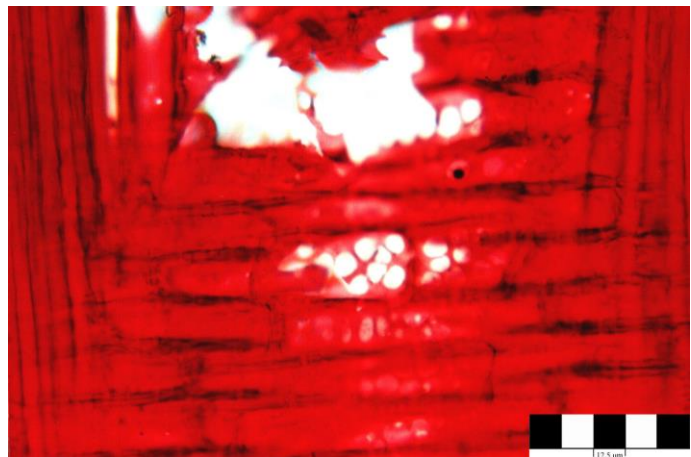


Foto 36: *Symphonia globulifera*

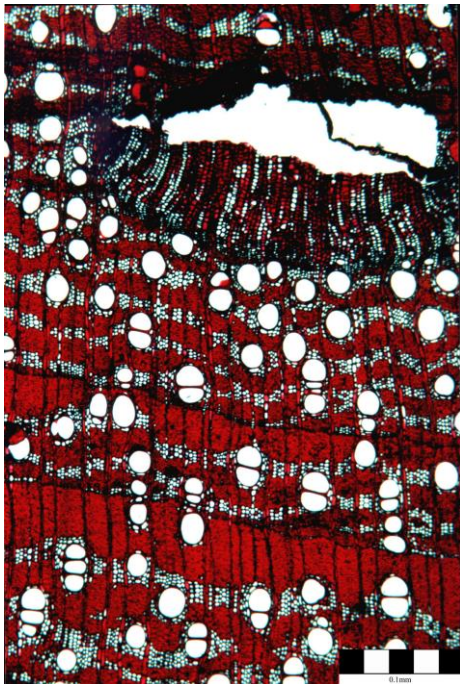


Foto 37: *Peltogyne* spp.



Foto 38: *Peltogyne* spp.:

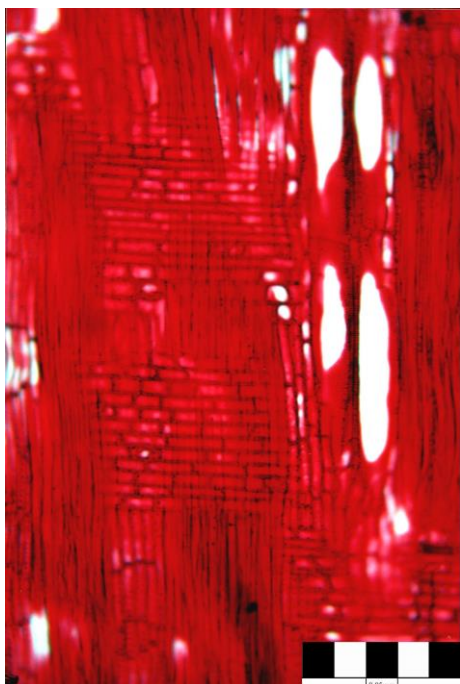


Foto 39: *Peltogyne* spp.

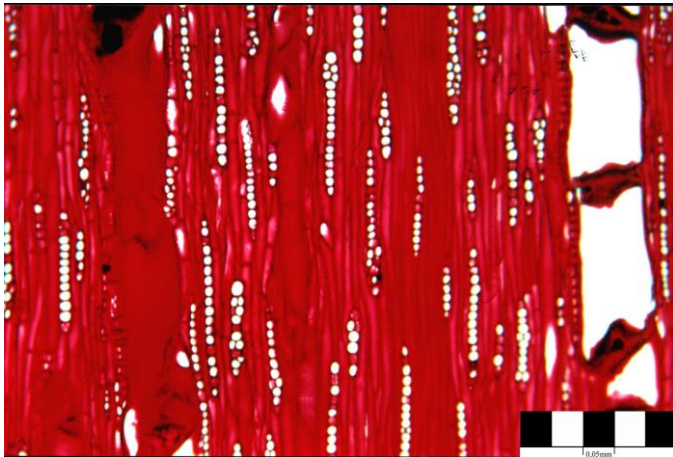


Foto 41: *Inga* spp.



Foto 40: *Inga* spp.



Foto 42: *Inga* spp.

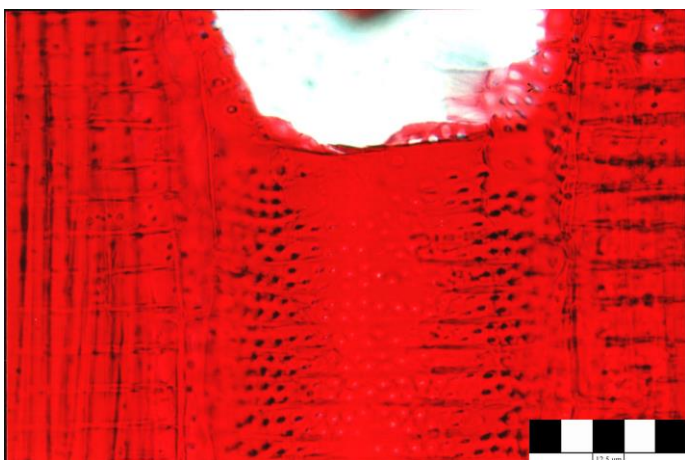


Foto 43: *Inga* spp.

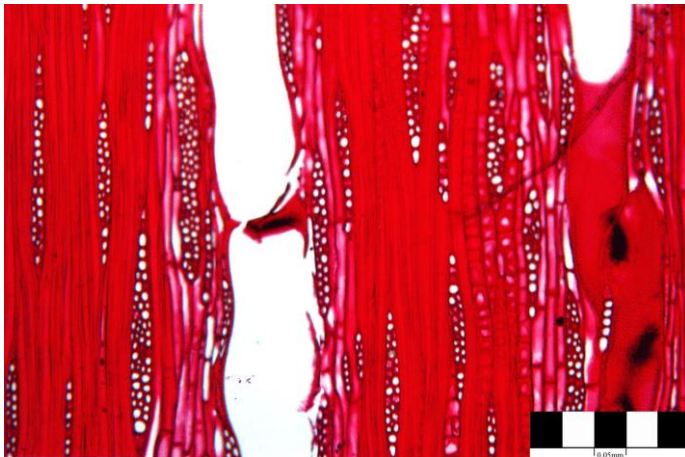


Foto 45: *Cassia spp.*



Foto 44: *Cassia spp.*

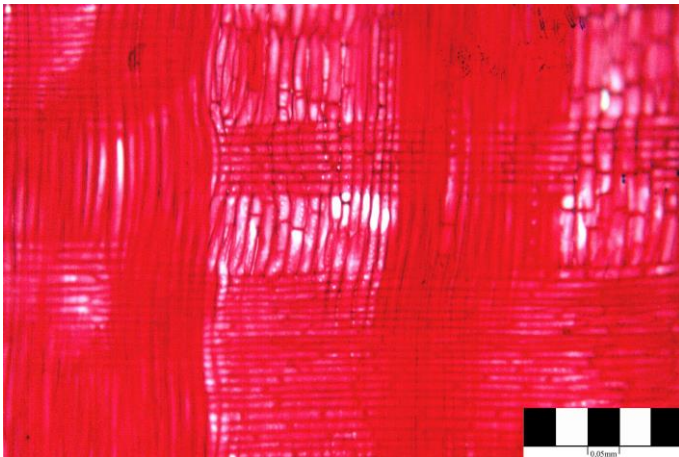


Foto 46: *Cassia spp.*

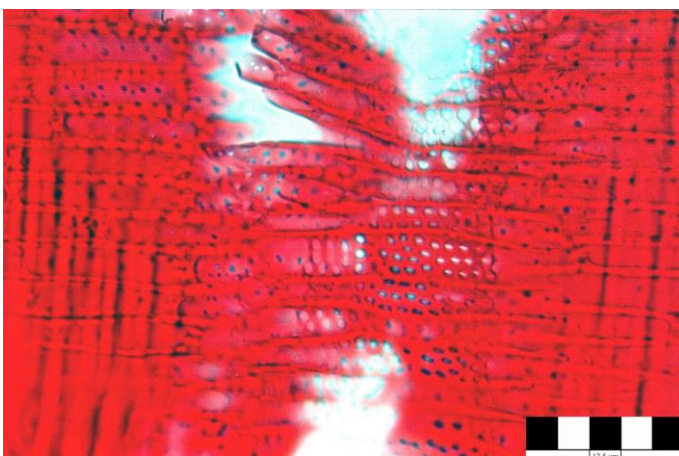


Foto 47: *Cassia spp.*

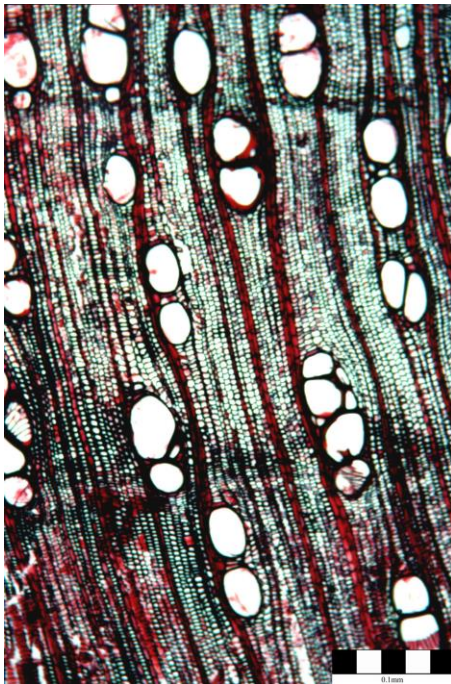


Foto 48: *Schefflera* spp.



Foto 49: *Schefflera* spp.

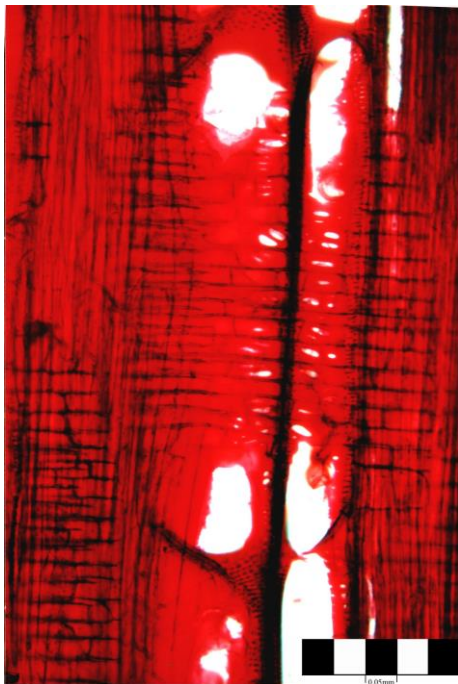


Foto 50: *Schefflera* spp.



Foto 51: *Betula spp.*



Foto 52: *Betula spp.*

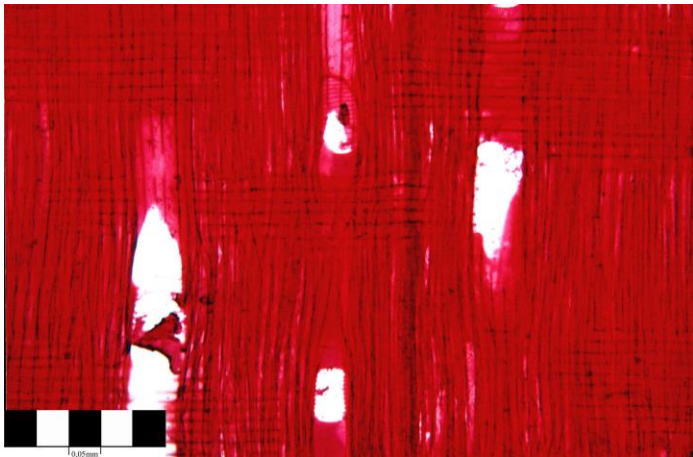


Foto 53: *Betula spp.*

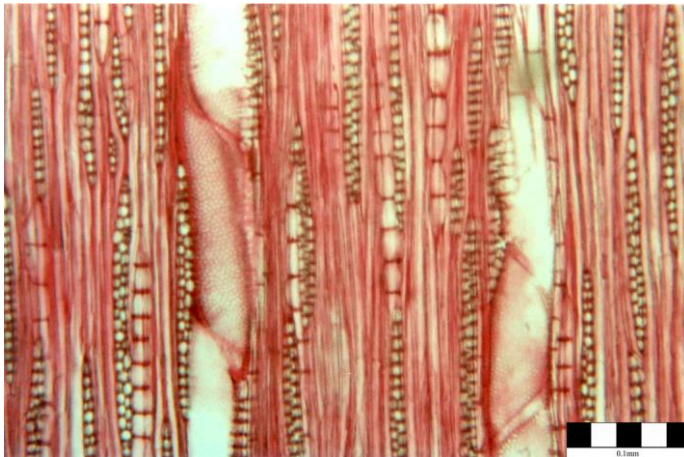


Foto 55: Monster 1409 tangential

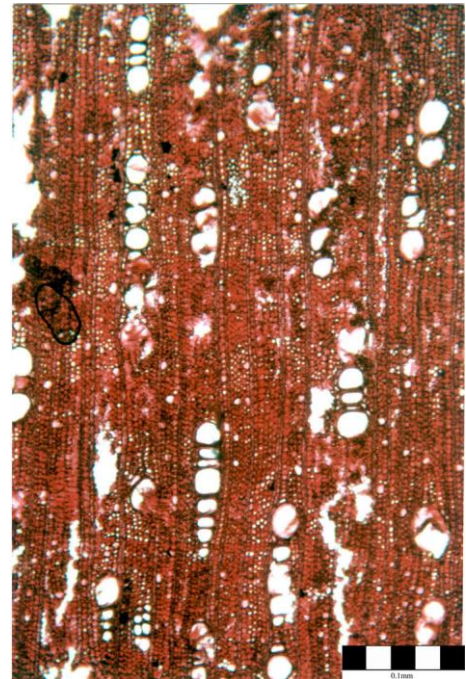


Foto 54: Monster 1409 dwars

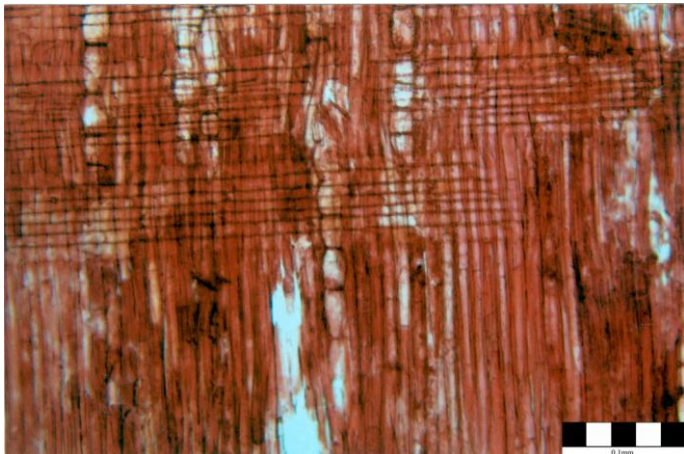


Foto 56: Monster 1409 radiaal

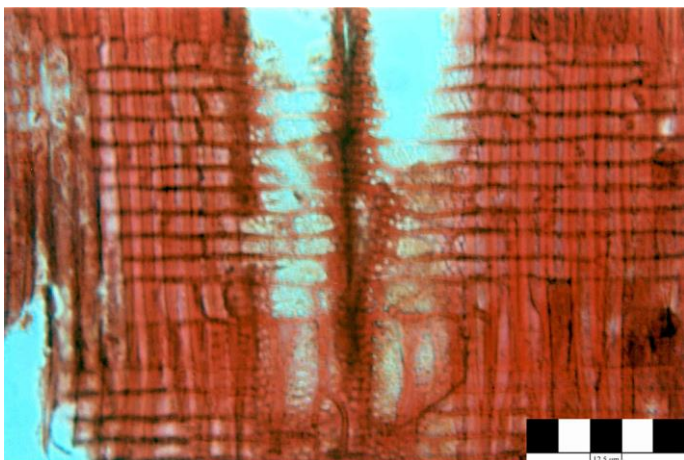


Foto 57: Monster 1409 radiaal, vat/straal stippeling



Foto 59: Monster 1474 tangentiaal, twijfel tuseen *Inga spp.* en *Cassia spp.*



Foto 58: Monster 1474 dwars, twijfel tuseen *Inga spp.* en *Cassia spp.*



Foto 60: Monster 1474 radiaal, , twijfel tuseen *Inga spp.* en *Cassia spp.*

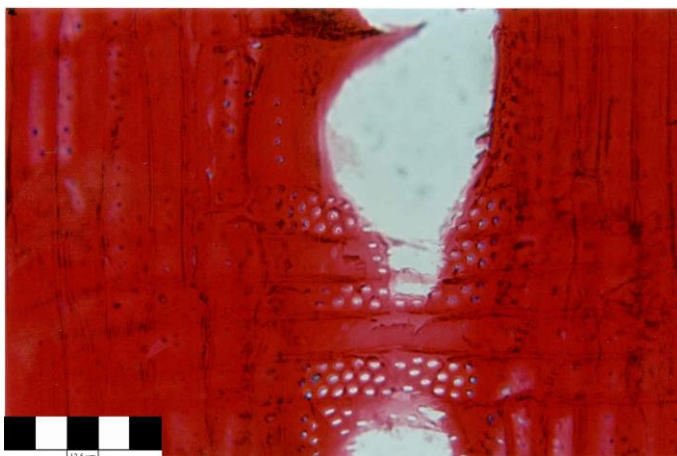


Foto 61: Monster 1474 radiaal vat/straal stippeling, , twijfel tuseen *Inga spp.* en *Cassia spp.*

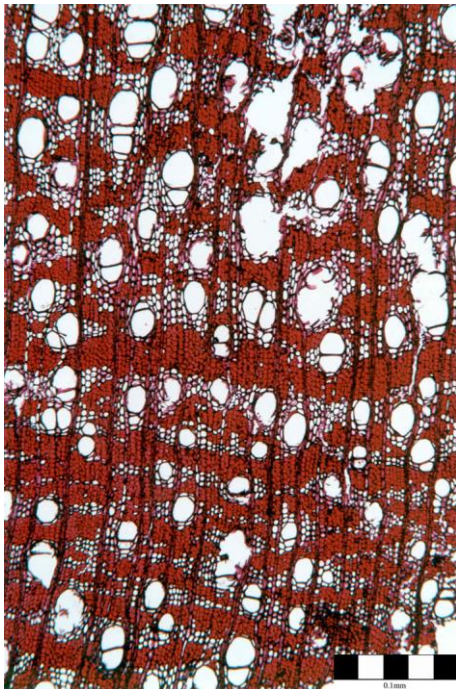


Foto 62: Monster 1475 dwars



Foto 63: Monster 1475 tangentiaal

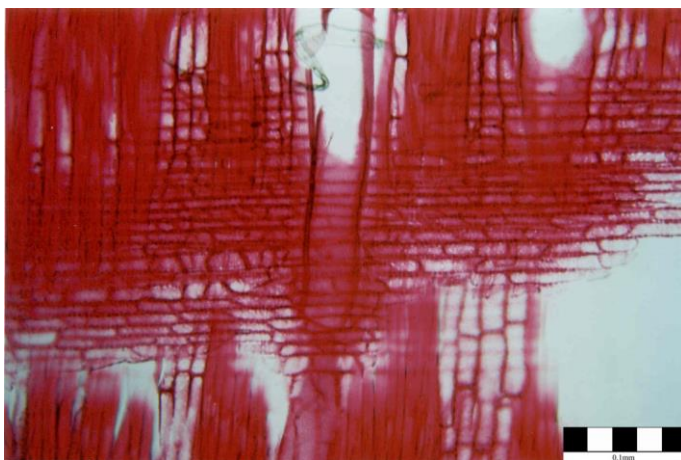


Foto 64: Monster 1475 radiaal

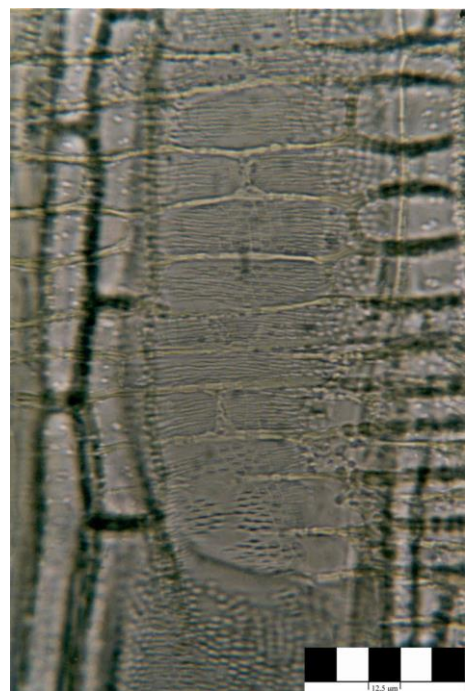


Foto 65: Monster 1475 Radiaal
vat/straal stippeling

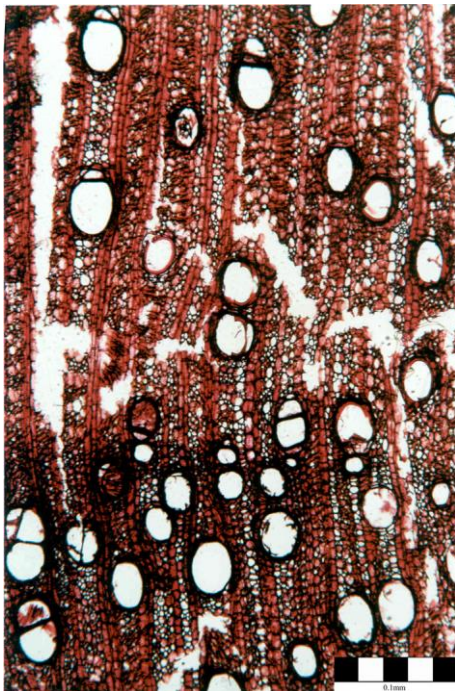


Foto 66: Monster 1792 dwars, vermoedelijk *Pachira* spp.

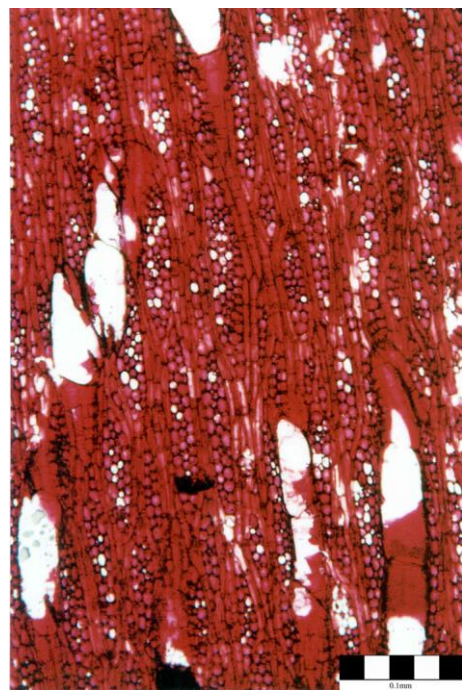


Foto 67: Monster 1792 tangential

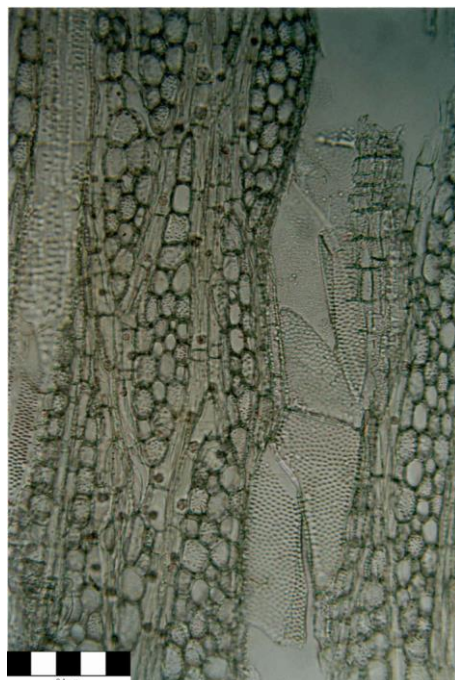


Foto 68: Monster 1792 tangential, kristallen in axiaal parenchym.

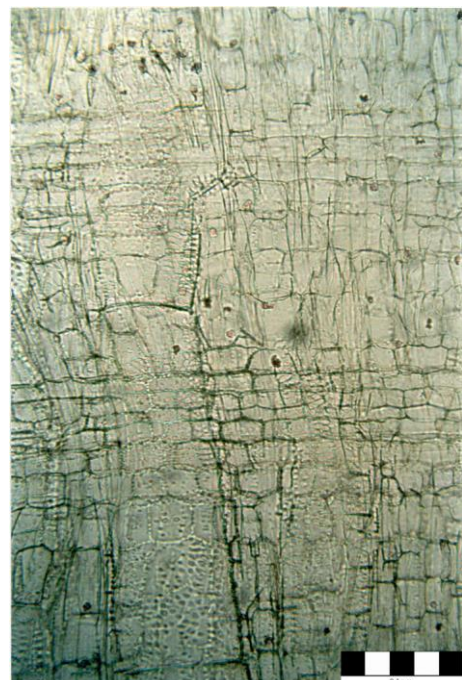


Foto 69: Monster 1792 Radiaal, kristallen weer waarneembaar.

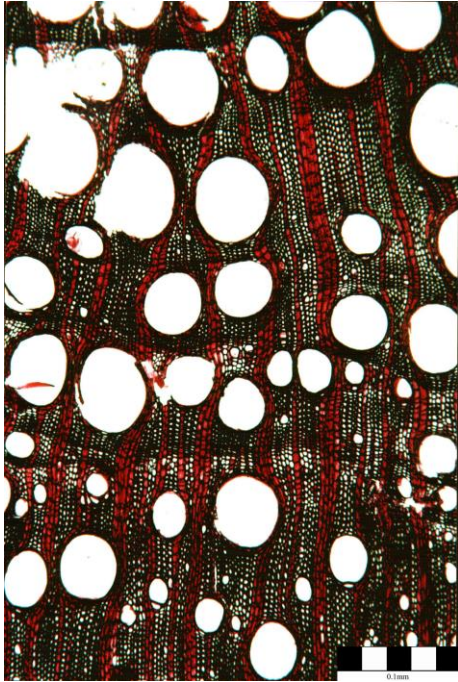


Foto 70; Monster 1448.II dwars, waarschijnlijk een liaan.

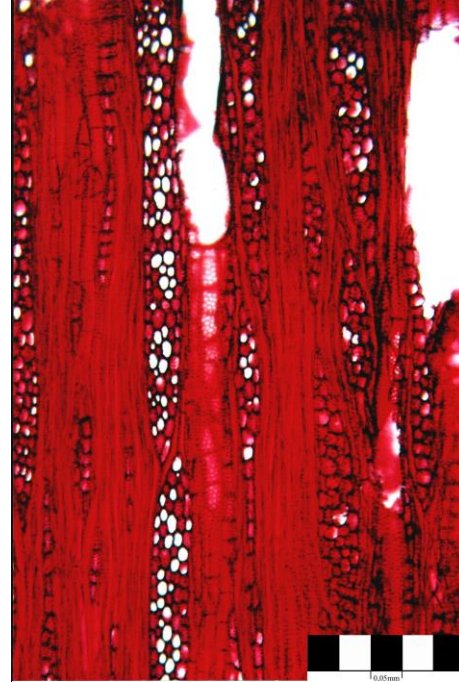


Foto 71; Monster 1448.II tangentiaal, waarschijnlijk een liaan.

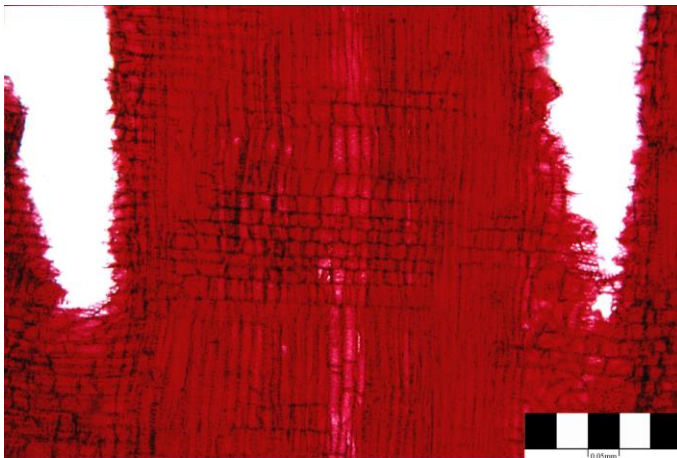


Foto 72; Monster 1448.II radiaal, waarschijnlijk een liaan.