

Nokkoskuidun tunnistusmenetelmät

Helsingin yliopisto
Käyttätymistieteellinen tiedekunta
Opettajankoulutuslaitos
Käsityönopettajankoulutus
Pro gradu -tutkielma
Käsityötiede
Huhtikuu 2015
Jenni Suomela

Ohjaajat:
Riikka Räisänen
Pirita Seitamaa-Hakkarainen

Tiedekunta – Fakultet – Faculty Käyttäytymistieteellinen tiedekunta	Laitos – Institution – Department Opettajankoulutuslaitos
Tekijä – Författare – Author Jenni Suomela	
Työn nimi – Arbetets titel – Title Nokkoskuidun tunnistusmenetelmät	
Oppiaine – Läroämne – Subject Käsityötiede	
Työn ohjaaja(t) – Arbetets handledare – Supervisor Rikka Räisänen Pirita Seitamaa-Hakkarainen	Vuosi – År – Year 2015
Tiivistelmä – Abstrakt – Abstract <p>Nokkosta (<i>Urtica dioica</i>) on käytetty tekstiilikuituna muiden runkokuitujen ohella. Sen kulttuurihistoriallinen merkitys on osittain hämärän peitossa, koska tutkimusta on tehty sen osalta vähäisesti. Merkittävimpänä syynä tähän on se, että nokkoskuitu on mikroskooppisilta ominaisuuksiltaan hyvin samankaltainen muiden runkokuitujen kanssa, joten sen tunnistus on saattanut olla puutteellista.</p> <p>Tämän tutkielman tarkoitus on ollut löytää nokkoselle ominaiset tunnuspiirteet ja menetelmät joilla niitä voi havainnoida. Vertailukuiduiksi tutkimukseen olen ottanut pellavan ja hampun, jotka ovat kaksi muuta Suomessa kasvavaa tekstiilikäyttöön soveltuvaa runkokuitua. Tutkielmani jakautuu kolmeen osaan. Teoreettisessa osuudessa perehdyn nokkoskuidun käyttöön tekstiilikuituna, erilaisiin kuitujen tunnistusmenetelmiin, sekä eri runkokuitujen mikroskooppisiin rakenneominaisuuksiin. Varsinaisessa tutkimusosuudessa esittelen mikroskopiamenetelmät joiden avulla runkokuidut voi tunnistaa toisistaan, sekä eroa tekevät rakenneominaisuudet nokkoselle, pellavalle ja hampulle. Käyttämäni mikroskopiamenetelmät ovat pituus- ja poikkisuuntainen havainnointi, polarisaatiomikroskopia ja sillä tehtävä Herzogin testi kuitujen kierteisyyden selvittämiseksi, sekä SEM. Tulokset näistä olen koonnut liitteenä olevaan nokkoskuidun tunnistusoppaaseen. Käytännönläheinen opas on tarkoitettu arkeologeille, konservaattoreille ja tekstiilitukijoille. Tutkimuksen aikana keräämäni kuvamateriaalin runkokuitujen mikroskooppisista rakenneominaisuuksista olen koostanut kuvapankiksi joka löytyy tutkielman liitteistä. Testasin tunnistusoppaan toimivuutta Kansallismuseon suomalais-ugrilaisen ja historian kokoelmien tekstiileihin. Tutkin 12 esinettä joiden valmistusmateriaaliksi epäiltiin nokkosta. Tutkimukseni johtopäätös on se, että nokkoskuitu on tunnistettavissa muista runkokuiduista. Pystyin määrittämään tutkittavakseni saamieni tekstiilien valmistusmateriaalin luomani tunnistusoppaan perusteella. Tutkituista 25 näytteestä 16 oli nokkosta, mikä osittain kumoaa aiemmat tutkimustulokset. Tutkimukseni osoittaa, että kansatieteellisiä tekstiilejä on syytä tutkia lisää valmistusmateriaalien uudelleen määrittämiseksi, jotta nokkoskuidun kulttuurihistoriallista merkitystä voitaisiin pohtia ja selvittää laajemmin.</p>	
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Nokkonen, runkokuidut, tunnistusmenetelmät, mikroskopia, materiaalitutkimus	
Säilytyspaikka – Förvaringsställe – Where deposited Helsingin yliopiston kirjasto – Helda / E-thesis (opinnäytteet) ethesis.helsinki.fi	

Tiedekunta – Fakultet – Faculty Faculty of Behavioral Science	Laitos – Institution – Department Department of Teacher Education
Tekijä – Författare – Author Jenni Suomela	
Työn nimi – Arbetets titel – Title Identification methods for nettle fiber	
Oppiaine – Läroämne – Subject Craft Science	
Työn ohjaaja(t) – Arbetets handledare – Supervisor Riikka Räisänen Pirita Seitamaa-Hakkarainen	Vuosi – År – Year 2015
Tiivistelmä – Abstrakt – Abstract <p>Nettle (<i>Urtica dioica</i>) has been used as a textile fiber among other bast fibres. Its culturohistorical significance is not clear, due to lack of studies focusing on nettle fiber. Main reason for that is the similarity of nettle fiber with all other bast fibers in their microscopic structures. The identification may have been inadequate.</p> <p>Main purpose for this Master's Thesis was to find those structural features that makes nettle fiber distinguishable from other bast fibers and to find the methods to study these features. I chose flax and hemp to be the reference fibers, because they are the two other bast fibers growing in Finland that can be used in textiles. My Thesis is divided into three parts. In the first theoretical section I study nettle as a textile fiber, and identification methods and physical structures of bast fibers in general. In the research section I introduced the methods suitable for identifying bast fibers from each other, and explained the structural differences between nettle, flax and hemp. The methods I used in this study are longitudinal observation, cross sections, Herzog's test with polarized light microscopy and SEM. From these results I created an Identification Manual for Nettle Fiber. It is a practical manual for archeologists, conservators and all textile researchers to use. From the photographic material I précised referential photo collection of physical structures of bast fibers. The manual and the photo collection are found as appendixes at the end of the study. In the final section of my research, I piloted the manual to a small sampling of textiles from the Finno-Ugric and Historical collections of The National Museum of Finland which were suspected to be made from nettle fibre.</p> <p>My conclusions in this study is that it is possible to identify nettle from other bast fibers. I was able to identify the materials of the textile sampling with the methods I had chosen. 16 from 25 samples that I studied were nettle. This partly disproves former results. My study points out that it is important to re-identify materials in ethnographic museum textiles to find out and discuss further the culturohistorical significance of the nettle fiber.</p>	
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Nettle, bast fibers, identification methods, microscopy, material studies	
Säilytyspaikka – Förvaringsställe – Where deposited Helsingin yliopiston kirjasto – Helda / E-thesis (opinnäytteet) <i>ethesis.helsinki.fi</i>	

Sisällys

1 Johdanto	1
2 Nokkonen tekstiilikuituna	2
2.1. Nokkonen etymologisissa yhteyksissä	2
2.2 Nokkoskuidun kulttuurihistoria.....	3
2.2.1 Runkokuidut esihistoriallisella ajalla.....	3
2.2.2 Nokkoskuidun käyttö ja jalostus historiallisella ajalla	5
2.2.3 Nokkoskuidun käyttö ja tutkimus viime vuosikymmeninä	6
3 Kuitujen tunnistusmenetelmiä.....	8
3.1 Valomikroskopia	9
3.1.1 Polarisatiomikroskopia	9
3.1.2 Näytteiden valmistus	11
3.1.2.1 Yksittäisten kuitujen irrottaminen.....	11
3.1.2.2 Pituussuuntaiset näytteet	11
3.1.2.3 Poikkileikkeet.....	12
3.2. SEM.....	13
3.3 Muita tapoja tunnistaa kuituja	15
3.3.1 Polttokoe.....	15
3.3.2 Liukenemiskoe.....	15
3.3.3 Värjäyskoe	16
3.3.4 Kierteisyyskoe	16
4 Runkokuitujen rakenneominaisuudet.....	17
4.1 Pitkittäinen rakenne	17
4.1.1 Poikittaismerkit ja dislokaatiot	18
4.1.2 Kuitupituudet	19
4.1.3 Kierteisyys	19
4.2 Poikittainen rakenne	22
4.2.1 Soluseinämien ja ytimen muoto.....	22
4.3 Kiteet	23
4.4 Yleisimmät tekstiileissä käytettävät runkokuidut.....	23
4.4.1 Pellava, <i>Linum usitatissimum</i>	24
4.4.2 Hamppu, <i>Cannabis sativa</i>	25
4.4.3 Rami, <i>Boehmeria nivea</i>	25

4.4.4 Nokkonen, <i>Urtica dioica</i>	26
5 Tutkimustehtävä ja tutkimusasetelma	28
6 Tutkimusmenetelmät	30
6.1 Valomikroskopia	31
6.1.1 Poikkileikkeiden valmistus	31
6.1.2 Herzogin testi	32
6.2 SEM	34
7 Tutkitut materiaalit	35
7.1 Referenssinäytteet	35
7.2 Museoviraston tekstiilit	37
8 Tutkimustulokset ja niiden tulkinta	39
8.1 Referenssinäytteet	39
8.1.1 Kuitujen pituussuuntainen rakenne	39
8.1.1.1 Pellavan pitkittäisrakenne	40
8.1.1.2 Hampun pitkittäisrakenne	40
8.1.1.3 Nokkosen pitkittäisrakenne	41
8.1.2 Runkokuitujen rakenne polarisoidussa valossa	42
8.1.3 Kuitujen kierteisyys	42
8.1.4 Kuitujen poikkisuuntainen rakenne	43
8.1.4.1 Pellavan poikkisuuntainen rakenne	43
8.1.4.2 Hampun poikkisuuntainen rakenne	44
8.1.4.3 Nokkosen poikkisuuntainen rakenne	44
8.1.5 SEM-kuvaus	45
8.2 Nokkoskuidun tunnistusopas	48
8.3 Museoviraston näytteet	48
9 Johtopäätökset	52
10 Luotettavuus	53
11 Pohdintaa	55
12 Kiitokset	56
Lähteet	57
Liite 1. Esinekortit Museoviraston tekstiileistä	
Liite 2. Kuvapankki runkokuiduista	
Liite 3. Nokkoskuidun tunnistusopas	

1 Johdanto

Tutustuin nokkoskuituun (*Urtica dioica*) tekstiiliarkeologian kursseilla ja innostuin siitä sen salamyhkäisyyden vuoksi. Itselleni kasvi oli entuudestaan tuttu luonnonväreillä värjäämisestä sekä ravintokasvina, mutta enpä ollut tiennyt, että sitä on käytetty myös tekstiilikuitukasvina. Siihen viitataan usein pohjoismaisista runkokuiduista puhuttaessa, usein sivulauseissa, mutta varsinaista tutkimusta on tehty hyvin vähän. Viimeaikaiset tutkimukset kuitenkin antavat olettaa, että nokkonen on ollut ainakin jossain määrin yleinen tekstiilikuitukasvi historiallisella ja esihistoriallisella ajalla, joskin sen käyttö on painunut unholaan. Sen merkittävyyden ja käytön yleisyyden tutkimusta on hankaloittanut huomattavasti runkokuitujen toisistaan tunnistamisen vaikeus, ja tästäpä sain aiheen omaan tutkielmaani. Tutkielmani jakaantuu kolmeen eri osa-alueeseen seuraavasti:

Teoreettisen osuuden tarkoituksena on perehtyä runkokuitujen ominaisuuksiin ja menetelmiin joilla niitä voi tutkia, sekä hahmottaa sitä kulttuurista kontekstia missä nokkoskuitu tekstiilihistoriassa tämän hetkisen tutkimuksen perusteella sijaitsee. Teoreettinen osuus on katsaus kirjallisuuteen ja sen avulla siihen mitä nokkoskuidusta, kuitujen tutkimismenetelmistä ja muista runkokuiduista tiedetään jotta niiden välille voi ryhtyä tekemään tunnistamisen kannalta merkityksellisiä eroja.

Referenssikuituja tutkimalla pyrin löytämään ne menetelmät ja visuaaliset ominaisuudet joilla nokkosen tunnistaa pellavasta ja hampusta, jotka ovat tekstiilihistorian valossa todennäköisimmät runkokuidut joihin sen saattaa sekoittaa. Tästä menetelmäpaletista kokoan nokkoskuidun tunnistusoppaan muiden tekstiilitutkijoiden avuksi. Tutkimuksen aikana kertyneestä kuvamateriaalista koostan kuvapankin joka pitää sisällään kuvia yleisimmistä runkokuiduista ja niiden rakenteellisista ominaisuuksista eri mikroskooppimenetelmillä kuvattaessa.

Viimeisenä osa-alueena testaan ja esittelen nokkoskuidun tunnistusoppaan toimivuutta käytännössä otantaan Museoviraston suomalais-ugrilaisen ja historian kokoelmien tekstiilejä joiden valmistusmateriaaliksi on epäilty nokkosta. Olen dokumentoinut esineet ja niistä saadut tulokset mahdollisimman tarkasti ja pyrkimykseni on ollut varmentaa onko valmistusmateriaali todella nokkosta.

2 Nokkonen tekstiilikuituna

2.1. Nokkonen etymologisissa yhteyksissä

Runkokuitujen ympärillä pyörivä sanasto, niin suomenkielessä kuin sukulaiskielissä on mielenkiintoisella tavalla aikojen saatossa sekoittunut. Hukkisen (1991, 7) mukaan sana 'pellava' on ollut suomalais-ugrilaisessa kantakielessä jo 6000 vuotta sitten ja tutkijat ovat päätelleet sen tarkoittaneen alun perin nokkosta. Riikonen (2011,199) taas selventää 'liina' ja 'hamppu' sanojen taustoja. Liina on laina sana saksasta ja sillä on eri merkitykset Itä- ja Länsi-Suomessa. Lännessä sillä tarkoitetaan pellavaa ja idässä hamppua. Hamppu on taas lainasana ruotsinkielestä. Kaukosen (1946, 23) lähteiden mukaan 'liina' sana kreikkalainen alkumuoto *linteum* on tarkoittanut nokkosta. Samoin mordvassa ja muissa obinugrilaisissa kielissä pellava sanan etymologiset vastineet tarkoittavat edelleen nokkosta. Kaukosen (1946, 24) mielestä nokkosen merkityksestä tekstiilikuituna todistavat myös pellava- ja puuvillakankaiden nimitykset *netteldug*, *Neslelin* ja *Nesseltuch*. Agnes Geijer (1979, 9) osaa puolestaan kertoa, että termillä ”nettle cloth” on pitkään tarkoitettu ramista valmistettua ohutta kangasta. Ajan myötä termi on liitetty myös muista materiaaleista valmistettuihin ohuisiin muotikankaisiin ja 1800-luvulla erityisesti puuvillakankaisiin. Vuonna 1771 Suomen rannikolle uponneessa Vrouw Maria laivassa oli tullaustietojen mukaan lastinaan *netteldugiksi* nimitettyä kangasta, yhdessä puuvillapalttinan (*bomul lerft*) kanssa uskomattomat 660 pakkaa (Vajanto 2012, 136). Sitä oliko kangas todella nokkoskangasta vai nokkosen mukaan nimettyä, ei ole vielä pystytty tutkimaan. Artikkelissaan *Finnish shipwreck textiles from the 13th–18th centuries AD* Vajanto (2014, 125) on julkaissut kuvan mahdollisesta nokkoskuidusta joka on löytynyt hylystä nostetuista näytteistä.

Tieteellisissä dokumenteissa ja luetteloinneissa epäselvyyttä lisää vanhakantaisessa kielessä käytetyt johdannaiset 'liina' sanasta. Kasvikuidut yleensä on usein luokiteltu 'liinakankaiksi' tai 'liinavaatteiksi'. Palttina on myös termi jota on käytetty kasvikuituisista kankaista, mutta sidospillisenä terminä se voi aivan yhtä hyvin tarkoittaa myös villakangasta. (Riikonen 2011, 200.)

Kaikkia käsityöläisiä kiinnostava etymologia on sanalla 'käsityö'. Alun perin se tarkoittanut pellavan ja hampun kasvatusta ja käsittelyä (Riikonen 2011, 215). Sana 'työ' on aunukselaismurteissa tarkoittanut pellavaa ja hamppua (Kaukonen 1946, 40).

2.2 Nokkoskuidun kulttuurihistoria

Juuri tunnistusongelman vuoksi nokkosesta tekstiilikuituna on kirjallisuudessa hyvin vähän mainintoja. Lähteestä riippumatta, sen historiallinen merkitys kyllä tunnustetaan, mutta käytön laajuutta ja levinneisyyttä leimaa suuri epävarmuus (kts. esim. Geijer 1979, 9; Riikonen 1996, 12; Vahter 1946, 23–25). Tämän vuoksi aihetta on lähestyttävä pellavan ja hampun käytön historian kautta. Niiden tekstiilihistoriallinen käyttö on paljon paremmin tunnettua ja nokkoskuitu mainitaan niiden yhteydessä runkokuiduista puhuttaessa. Viimeaikaiset tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että useammatkin pellavaksi luetteloidut arkeologiset löydöt ovat paljastuneet nokkoseksi. Tästä esimerkkinä Lusehøjn tekstiili Tanskasta (Bergfjord et al. 2012,1) ja Osebergin laivalöydöt Norjasta (Geiger 1979, 276, v. 9). Kuitujen tunnistusmenetelmien kehittyessä saattaa olla, että runkokuitujen osalta tekstiilikuitujen kulttuurihistoria tullaan kirjoittamaan uusiksi. Edellä olevat kappaleet perustuvat kuitenkin tämän hetkiseen kirjallisuuteen ja niiden antamaan informaatioon.

Nokkonen kasvaa asutusten lähistöllä rikkakasvina pohjoisella pallonpuoliskolla. Sitä on kautta aikojen käytetty kuitujen lisäksi ravinnoksi, ja lääkintätarkoituksiin. Lisäksi nokkosella on Geijerin (1979, 9) mukaan uskottu olevan maagisia ominaisuuksia.

Suomessa kasvaa kolmea erilaista nokkosta: yleisimpänä isonokkonen *Urtica dioica*, pohjoisessa harvinaisena kasvava pohjannokkonen l. lapinnokkonen *Urtica dioica sondenii*, ja lyhytkasvuinen rautanokkonen l. polttiainen *Urtica urens*. (Hukkinen 1991, 2–5.) Maailmalta tunnettuja tekstiilikuituja jotka ovat nokkosen sukulaisia, ovat rami l. kiinanruoho *Boehmeria nivea* (Perry et al. 1985, 18), sekä Nepalin alueella kasvaa allo *Girardinia diversifolia* (Dunsmore 1993, 59).

2.2.1 Runkokuidut esihistoriallisella ajalla

Pellavan, *Linum usitatissimum*, viljely on saanut alkunsa nykyisen Irakin alueelta noin 8000 eKr. (Karg 2011, 507). Kuidun lisäksi siitä on hyödynnetty siemeniä ravinnoksi ja öljyksi. Euroopan varhaisimmat pellavalöydöt ovat varhaiselta pronssikaudelta, 2300–1800 eKr., Sveitsin Sittenistä (Riikonen 1996, 11). Bergfjord et al. (2012, 1) mukaan on oletettu, että Euroopassa runkokuitujen käyttö tekstiileissä, erityisesti kudonnaisissa, olisi ollut suoraan yhteydessä maanviljelyksen kehitykseen. Artikkelissaan he esittävät, ettei villeinä kasvaneiden kasvien käyttö tekstiileissä väistynytään viljeltävien rinnalta, vaan nokkosta on käytetty myös viljellyn pellavan rinnalla. Tätä tukee myös Trolldoft Andresenin ja Kargin (2011, 517–526) esittämät löydöt Tanskasta. He ovat

tutkineet liotusaltaita ajalta 800 eKr.– 1050 jKr. ja niistä on löytynyt pellavaksi tunnistettuja varsia, mutta myös niiden lisäksi hampun ja nokkosen siemeniä. Tästä voidaan päätellä, että runkokuitujen muokkaaminen on ollut organisoitua jo esihistoriallisella ajalla. Organisoidun tekstiilituotannon ja tekstiilien liikkuvuuden puolesta puhuvat myös Bergford et al. (2012, 3), joiden tekemien strontiumisotooppianalyysien perusteella Tanskasta löydettyssä Lusehøjn tekstiilissä käytetyt nokkoskuidut olisivat peräisin alueelta jossa on prekambriininen kallioperä, kuten nykyisen Itävallan alueelta. Tähän maantieteelliseen sijaintiin tutkijat ovat päätyneet pronssiastian, josta tekstiili on löytynyt, mallin perusteella.

Hampun alkuperä löytyy todennäköisesti Keski-Aasiasta. Kasvitieteilijöiden käsityksen mukaan se on levinnyt Eurooppaan, Tiibetiin ja Kiinaan jo nuoremmalla kivilaudella, 6000–3500 eKr. (Barber 1991, 17). Pellavan tavoin sen siemeniä ja niistä saatavaa öljyä hyödynnetään ravinnoksi. Lisäksi sen kukintoja on käytetty huumausainetarkoituksiin. Riikosen (1996, 12) mukaan botanistit jaottelevatkin hampun kolmeen eri tyyppiin – nautintoaineena käytetty olisi lähtöisin Intiasta, korkeakasvuiseen jota viljellään Etelä-Euroopassa ja kolmanteen siperialais-venäläiseen tyyppiin joka ehtii kukkia lyhyenkin kesän aikana. Ilmeisesti tämä viimeisin on se mitä viljelty Pohjois-Euroopassa. Hampun viljely on tullut Eurooppaan idästä päin, jossa sen viljelyllä on ollut suomalais-ugrilaisien kansojen parissa paljon pellavaa pidemmät perinteet. Tekstiilihistoriallisessa kirjallisuudessa annetaan usein ymmärtää, että hampua olisi enimmäkseen käytetty karkeampiin tekstiilituotteisiin kuten purjeisiin ja köysiin (Skoglund, Nockert & Holst 2013, 1; Riikonen 2011, 200). Artikkelissaan Skoglund, Nockert ja Holst (2013, 1–6) pyrkivät osoittamaan tutkittuaan viikinkiaikaisia seinäkankaita Skandinaviasta, että hampua on käytetty pellavan, ja mahdollisesti nokkosen, rinnalla myös hienostuneemmissa tekstiileissä. Nämä seinäkankaat ovat radiohiiliajoitettu vuoteen 1055±27 (Nockert & Possnert 2002, 73). Kiinasta tunnetaan kudottuja tekstiilejä jo ajalta 4200–3200 eKr., mutta Euroopan varhaisin hampputekstiililöytö on Pariisista 560-luvulta oleva hauta-arkun lakana (Riikonen 1996, 12).

Nokkosen varhaisista vaiheista on hyvin vähän tietoa. Se on ainoa kotoperäinen tekstiilikuitukasvi Pohjolassa. Ilmeisesti vasta rautakaudella pellava syrjäytti sen Suomen alueella. (Riikonen 2011, 199.) Toki monia muitakin kasveja on voitu ja onkin käytetty tekstiilikuituina, mutta runkokuiduista ainoastaan pellava, hampun ja jossain määrin myös nokkonen ovat olleet kulttuurillisesti merkittäviä (Geiger, 1979, 1). Suomessa ongelmalliseksi kasvukuitujen käytön historian tutkimisen tekee kaksi merkittävää seikkaa: ensinäkin pronssi- ja rautakaudella ruumiit oli tapana polttaa jolloin ymmärrettävästi myöskään tekstiilejä ei sellaisenaan ole säilynyt. Ensimmäiset ruumishautalöydöt ovat Eurasta ja Köyliöstä 600-luvulta ja muualla Länsi-Suomessa ruumiiden

hautaaminen alkoi yleistyä vasta 1000-luvulla (Riikonen 1996, 10). Toisekseen Suomen maaperän happamuus on hyvin haitallinen kasvikuuduille. Villakuidut säilyvät maaperässämme paljon paremmin. Viikinki- ja ristiretkiajan (800–1250 jKr.) vaatetuksessa käytettiin paljon pronssikoristeluja joiden ansiosta joitakin tekstiilifragmentteja on onnistunut säilymään. Pronssikorujen metallisuolat estävät mikrobeja hajottamasta orgaanista ainetta ja ne tekstiilin osat, jotka ovat metallin välittömässä läheisyydessä, eivät maadu. (Riikonen 1996, 10; 2011, 200.)

Artikkelissaan Riikonen (2011, 202–203) listaa 69 Kansallismuseon arkeologisissa kokoelmissa olevaa runkokuituista tekstiililöytöä joista kahden epäillään olevan nokkosta. Löydöt ovat Kaukolan Kulhamäestä oleva lautanauhan kude KM2488:7 ja Mikkelin Tuukkalasta oleva ompelulanka pronssispiraalikoristelun sisältä KM 2481:108 ja 109. Niiden tunnistaminen on ollut epävarmaa, sillä varmoja menetelmiä pohjoisten runkokuitujen erottamiseksi toisistaan on kehitelty vasta viime aikoina. Lisäksi näytteet ovat hyvin pieniä ja mineralisoituneista näytteistä edes kuitutyypin tunnistaminen voi olla lähes mahdotonta (Riikonen 2011, 200).

2.2.2 Nokkoskuidun käyttö ja jalostus historiallisella ajalla

Varhaisimmat kirjalliset merkinnät nokkosesta kehruukuituna ovat Albertus Magnukselta vuodelta 1280, hänen mukaansa nokkoskangas aiheutti syyhyä (Vahter 1946, 23). Samankaltaisen huomion saa usein ihmisiltä joilla ei ole lankaan käsitystä siitä millainen kuitu nokkonen on, joten tuskin Albertus Magnuskaan oli henkilökohtaisesti koskaan ollut nokkostekstiilien kanssa tekemisissä.

Väitetään, joskin ilman todisteita, että univormut Napoleonin sotien aikaan olisi valmistettu nokkoskankaasta. Varmemmalla pohjalla ovat tiedot Isosta Britanniasta, jossa on vuoteen 1860 asti valmistettu kestävä nokkoskangasta, kunnes halvemmat tuontimateriaalit ovat korvanneet sen. Kiinnostus nokkoskuitua kohtaan on usein herännyt kun puuvillan saatavuus syystä tai toisesta on heikennyt. (Harwood & Edom 2012, 107–108.) Pula-aikana suomalaisissa sanomalehdissä muistutettiin nokkosen käytettävyydestä tekstiilikuiduksi (Vahter 1946, 24), mutta innostus ei ottanut tuulta alleen ilmeisesti sen vuoksi, että nokkosesta saa kuitua suhteessa kokonaispainoon melko vähän ja se on hankalaa muokata. Erityisen ongelmallista on ollut kuitujen irrottaminen kasvin rakenteista.

Vastaaviin syihin ovat kaatuneet useat kehitysprojektit joissa nokkosta on pyritty muokkaamaan teollisuuden keinoin. Samoihin aikoihin kuin pula-aika Suomessa, Isossa Britanniaassa vuosina 1940–1945, yritettiin hallituksen toimesta käynnistää laajaa projektia nokkoskuidun uudelleen

käyttöön ottamista varten. Tätä ennen teollisessa mittakaavassa nokkoskuidun käyttöön valjastamista on ensi kerran yritetty jo 1723, Leipzigissä Saksassa ja myöhemmin ensimmäisen maailmansodan aikaan Itävallassa. Ensimmäisen maailman sodan aikaan Saksassa on dokumentoitu kerätyn 10 000 tonnia nokkosia joista on saatu 1500 tonnia kuitua, 3000 tonnia lehtiä ravinnoksi ja 3000 tonnia raakamateriaalia hyödynnettäväksi paperi- ja kemian teollisuudessa. (Harwood & Edom 2012, 107–109.)

Hampurissa oli vuosina 1927–1950 nokkoson jalostusprojekti jossa pyrittiin parantamaan sen kuitumäärää. Tässä hyvin onnistuttiinkin, sillä jos villinä kasvavassa nokkosessa on kuituja noin 4–7 %, niin uusissa jalostetuissa ”kuitunokkoslajikkeissa” kuituja saattoi olla jopa 17 %. (Harwood & Edom 2012, 110–111.)

2.2.3 Nokkoskuidun käyttö ja tutkimus viime vuosikymmeninä

Suomessa viimeaikaisinta tutkimusta on tehty Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) ja Kalajokilaakson ammattioppilaitoksen Nokkosesta tekstiiliksi – kehittämishankkeissa. Ensimmäinen hanke ajoittui vuosille 1997–2000, ja toinen vuosille 2001–2003. Projektin päätavoitteena on ollut selvittää nokkoson viljelymenetelmiä, kuidun erotusmenetelmiä varsista bioteknisillä menetelmillä, sekä nokkoskuidun teollisia kehrumenetelmiä. Täysin 100 % nokkoslankaan ei projekteissa päästy, mutta lopulta silkki ja polyamidi olivat osoittautuneet parhaaksi sidoskuiduksi, joiden kanssa nokkosta pystyttiin käyttämään 80 prosenttisesti. Nokkoslankaa on testattu niin koneneulonnassa kuin kudonnassakin hyvin tuloksin. Nokkoskuidun kipua lievittävät ominaisuudet ovat korostuneet ja tästä innostuneina on kokeiltu myös valmistaa neulahuopaa lämmittimiksi. Kehittämishankkeet ovat olleet raporttien mukaan oikein onnistuneita, ja tavoitteissa on päästy niin pitkälle, että jatko on riippunut siitä, että mukaan saadaan viljelijöitä ja luotettava jatkojalostusketju. (Hakkarainen 2004.) Valitettavasti hyvin alkanut projekti ei ilmeisesti ole jatkunut hankerahoituksen päättyttyä, sillä kotimaisista nokkoslangoista ei sen koommin ole kuultu.

Nokkosta ei kuitenkaan kokonaan ole unohdettu, sillä esimerkiksi Puolangan Yrittäjät ry palkitsi Matti Veijolan syksyllä 2014 vuoden yrittäjäksi. Veijola viljelee Osuuskunta Ärmätissä nokkosta jalostettavaksi terveystuotteina nautittaviksi rouheiksi ja puristeiksi. Osuuskunta Ärmäti tekee yhteistyötä Oulun yliopiston kanssa erilaisissa tutkimushankkeissa. (Heikkinen 2014, 4.)

Kuitutuotannon mukaan ottaminen tällaiseen monitieteelliseen ja -teolliseen yhteistyöhön voisi nostaa nokkoson tulevaisuuden kasviksi sen monikäyttöisyyden vuoksi. Nokkosessa ravintoaineet

ovat lehdissä jotka taas ovat ongelma korsituotannon kannalta, ja näin kasvi saataisiin kokonaisvaltaisesti käytettyä.

Leicesterin De Montfortin yliopistossa oli vuosina 2004–2008 käynnissä STING (Sustainable Technology In Nettle Growing) projekti jota motivoi huomio nokkoskuidun palonsuojaominaisuuksista villan kanssa sekoitettuna. Projektissa onnistuttiin Kalajokilaakson Nokkosesta tekstiiliksi -hankkeen tavoin eri tieteenalojen tietotaitoa hyödyntämällä optimoimaan mekaaninen prosessointi ja kuitujen irrotus sille tasolle, että lopputuotteet kohtasivat niille asetetut laatustandardit. (Harwood & Edom 2012, 109, 115, 117.) Harwood ja Edom (2012, 117) toteavatkin artikkelinsa päätteeksi nokkosen olevan potentiaalinen tulevaisuuden vaihtoehtokuitu alati kasvavassa kuitutuotannon tarpeessa, jos ympäristötekijät halutaan ottaa huomioon.

Vuonna 2010 tunnettu vaatemerkki G-Star lanseerasi RAW Nettle kokoelman (design.nl 2010). Nämä farkkukankaiset vaatteet olivat valmistettu luomupuuvillan ja Hollannissa kasvaneen nokkosen sekoituksesta. Enää yrityksen nokkosvaatteita ei ole saatavilla, mutta tämä on hyvä osoitus nokkoskuidun mahdollisuuksista suuremmassakin teollisessa mittakaavassa, sekä vaateteollisuuden kiinnostuksesta ekologisempia ja lähempänä tuotettavia kuituja kohtaan.

3 Kuitujen tunnistusmenetelmiä

Kuitujen tunnistamiseen toisistaan on kehitetty hyvin erilaisia menetelmiä. Toiset ovat hyvin yksinkertaisia, kun taas toisiin vaaditaan kalliita laitteistoja tai pitkää ammattitaitoa. Käyn menetelmiä kattavasti läpi, mutta olen rajannut aihetta niin, että olen keskittynyt erityisesti menetelmiin jotka soveltuvat runkokuitujen tunnistamiseen. Nokkonen on ensisijainen tutkimuskohteeni, ja vertailukohteiksi sille olen valinnut pellavan ja hampun, sillä ne ovat runkokuidut joihin Suomen kasvuolosuhteissa sen voisi sekoittaa.

Kuitujen tunnistaminen on merkityksellistä eri tahoille eri syistä. Tekstiiliteollisuus, suunnittelijat, konservaattorit, rikos- ja tekstiilitutkijat pyrkivät kukin tunnistamaan tekstiilien kuituja omiin tarkoituksiinsa, kuitenkin aikalailla samoin menetelmin. Tekstiiliteollisuudessa ei ole pulaa näytteistä, kun taas rikostutkijalla tai tekstiiliarkeologilla saattaa olla vain muutama kuidun pätkä joiden perusteella tunnistaminen tulisi tehdä. Tämän vuoksi tarvitaan vaihtoehtoisia menetelmiä. Uusia kehitellään jatkuvasti, mutta yksinkertaiset ja perinteiset ovat usein ne jotka ovat käytössä ja joihin luotetaan. (Nayak, Padhye & Fergusson 2012, 314.) Tämä perustuu usein niiden nopeuteen ja vaivattomuuteen, toisaalta toisinaan syynä saattavat olla taloudelliset tekijät. Väitöskirjassaan Ulla Knuutinen (2009, 53) harmittelee sitä, että vaikka tekstiilikonservaattoriopiskelijoilla on mahdollisuus koulutuksessaan opiskella kuitujen tunnistamista eri menetelmin, heillä on harvoin mahdollisuutta hyödyntää tätä tietotaitoa työssään. Harvoilla museoilla on laitteistoa, tai varaa laitteistoihin, joilla kuituja voitaisiin tunnistaa.

Kuitujen tunnistaminen palvelee myös tavallista kuluttajaa. Kaikissa myytävissä tekstiileissä tulee lakisääteisesti olla ilmoitettuna niiden kuitusisältö jonka paikkaansa pitävyyttä valvotaan viranomaisten toimesta. Jos tiedot eivät pidä paikkaansa, siitä koituu harmia useille tahoille. Välillisesti kuitujen tunnistaminen koskettaa useita ammattiryhmiä jo aiemmin lueteltujen lisäksi, kuten tullivirkailijoita, pesulatyöntekijöitä, historioitsijoita ja vakuutusvirkailijoita. (Greaves & Saville 1995, 5.)

Kuitujen tunnistaminen on poikkitieteellistä, ja useiden eri alojen toimialueeseen kuuluvaa. Konservoinnin näkökulmasta aihetta katsova Knuutinen (2009, 32–35) määrittelee materiaalitutkimuksen osaksi soveltavaa museologiaa. Greaves ja Saville (1995, xi) kokevat samoin kuitujen tunnistaminen kuuluvan materiaalitutkimukseen, ja sen lisäksi biologisen mikroskopian piiriin. Suurempana viitekehystenä he pitävät museologian sijaan kuluttajatutkimusta.

3.1 Valomikroskopia

Läpivalaisumikroskooppi on perinteisin tapa tutkia tekstiilikuituja. Sen avulla saadaan yksityiskohtaista informaatiota niin kuidun pinnasta, kuin sen sisäisistäkin rakenteista. Läpivalaisumikroskoopissa valo läpäisee näytteen alhaalta ylöspäin ja eri suurennosten avulla voidaan valita, kuinka yksityiskohtaisesti kuituja halutaan tutkia. Kuitujen tunnistamisen ja niiden ominaisuuksien tutkimisen kannalta suurennosten ei yleensä tarvitse olla 400-kertaista isompia. Jotta kuituja voidaan tutkia läpivalaisumikroskoopilla, niistä on valmistettava preparaatti, joko pituus- tai poikkisuuntainen.

3.1.1 Polarisatiomikroskopia

Polarisatiomikroskoopissa on yleensä läpivalaisumikroskoopin ominaisuuksien lisäksi irrotettavat polarisaattori ja analysaattori, sekä pyörivä näytepöytä. Polarisaattori asetetaan valonlähteen ja näytteen väliin. Se on eräänlainen linssi joka päästä lävitseen vain samansuuntaisesti kulkevat valoallot. Analysaattori, joka asetetaan näytteen jälkeen, on samanlainen linssi. Kun polarisaattori ja analysaattori ovat kohtisuoraan toisiinsa nähden ne estävät valoaltojen kulun. Tätä kutsutaan risteäviksi polaareiksi. Jos mikroskoopissa ei ole näytettä ja molemmat, sekä polarisaattori että analysaattori ovat käytössä, on näkymä täysin musta. Kun anisotrooppinen, eli kahtaistaitteinen, kuitunäyte on paikallaan, se näkyy tummana ollessaan samansuuntaisesti joko polarisaattorin tai analysaattorin kanssa. Eli kun sitä kiertää 360° risteävien polaarien välissä se muuttuu tummasta kirkkaaksi neljä kertaa. Tämä johtuu optisesta matkaerosta (OPD, optical path difference) joka aiheuttaa vaihe-eroa (phase difference). Kun polarisoitu valo kohtaa näytteen se jakautuu kahteen osaan joista toinen (n_{\perp}), kulkee kohtisuoran taitekertoimen määrittelemällä nopeudella ja toinen (n_{\parallel}), samansuuntaisen nopeudella näytteen läpi. Optisella matkaerolla tarkoitetaan nopeuden eroa näiden kahden valoallon välillä. Se lasketaan kaaviolla samansuuntainen valonnopeus miinus kohtisuora valonnopeus kertaa kuidun paksuus ($n_{\parallel} - n_{\perp}$). Yleensä näytteitä tutkitaan kun ne ovat 45° kulmassa suhteessa polarisaattoriin ja analysaattoriin. (Greaves & Saville 1995, 29, 31–32.)

Lähes kaikki tekstiilikuidut ovat anisotrooppisia. Tämä tarkoittaa sitä, että niillä on erilaiset fysikaaliset ominaisuudet pituus- ja poikkisuuntaan, ja tämän vuoksi ne heijastavat valoa eritavoin riippuen siitä minkä suuntaisesti valo väreilee. Taitekerroin kertoo, kuinka paljon valo hidastuu sen kulkiessa materiaalin läpi. Pituus- ja poikkisuuntaisen taitekertoimen eroa kutsutaan kahtaistaitteisuudeksi (Δ). (Perry et al. 1985, 138) Se lasketaan vähentämällä kuidun kohtisuora-

arvo n_{\perp} samansuuntaisesta n_{\parallel} , eli arvo voi olla myös negatiivinen. Suurimmalla osalla kuiduista arvo on kuitenkin positiivinen, eli kuidun suuntainen taitekerroin on suurempi. (Greaves & Saville 1995, 17, 30–31.)

Suurimmalla osalla tekstiilikuituja taitekerroin on 1,5–1,7 välillä (Greaves & Saville 1995, 7). Jos preparaateissa käytetään immersionesteenä ainetta jonka taitekerroin on hyvin lähellä kuidun omaa, jäävät kuidun pintaominaisuudet käytännössä näkymättömiksi, mutta sen sisäinen rakenne kuten keskusontelo on helposti havaittavissa. Immersionesteenä tulisi käyttää ainetta joka on olemukseltaan stabiilia ja haihtumatonta. Yleisesti käytettyjä aineita ovat nestemäinen parafiini ja glyseriinihytytelö. Myös vettä voidaan käyttää, mutta sitä ei pidä käyttää silloin jos mitataan kuitujen läpimittoja, koska se turvottaa kuituja. (Perry et al. 1985, 217). Greavesin ja Saville (1995, 7–9) mukaan immersioneste tulee valita tarpeeksi läheltä kuidun omaa taitekerrointa jotta vältetään kuidun reunoihin tuleva liiallinen valon taittuminen. Jos kuituja tutkittaisiin immersionesteellä, kuitujen rakenteelliset yksityiskohdat eivät erottuisi ja muodostuisi voimakkaita varjoja. Ilman taitekerroin $n = 1,0$ on jo hyvin etäällä tekstiilikuitujen taitekertoimista. (Perry et al. 1985, 217.)

Itse olen käyttänyt läpivalaisumikroskooppi- ja polarisaatiomikroskooppitutkimuksissa immersionesteenä nestemäistä parafiiniä, jonka taitekerroin on 1,47 (Greaves & Saville 1995, 7). Kestopreparaateissa olen käyttänyt Entellan new pikapreparaattinestettä jonka taitekerroin on 1,49–1,50. Tämä soveltuu hyvin runkokuiduille, sillä tutkimieni kuitujen taitekertoimet ovat lähellä tätä – Nayak et al. (2012, 330) mukaan pellavan kuidun suuntainen arvo n_{\parallel} on 1,58–1,60 ja poikkisuuntainen arvo n_{\perp} 1,52–1,53; ramin arvot ovat n_{\parallel} 1,599 ja n_{\perp} 1,529. Ainakin omien havaintojeni mukaan tällaisilla taitekerrointen eroilla itse kuidussa ja immersionesteessä saadaan tarpeeksi hyvin näkyviin sekä pinta- että sisärakenteet

Kuituja voidaan tunnistaa myös niiden kahtaistaitteisuusarvojen perusteella. Kuitujen taitekertoimet saadaan selville tekemällä kuiduista preparaatteja käyttämällä immersionesteenä aineita joiden taitekertoimet tunnetaan. Kun kuitu muuttuu polarisoidussa valossa näkymättömäksi, vastaa immersionesteen taitekerroin silloin kuidun taitekerrointa. Jos halutaan tehdä tarkkoja mittauksia, on polarisoitua valoa käytettävä säädelyssä lämpö- ja kosteusolosuhteissa, vielä tarkempiin tuloksiin päästään interferenssimikroskoopilla (Perry et al. 1985, 217). (Greaves & Saville 1995, 17.)

3.1.2 Näytteiden valmistus

Jotta kuituja voidaan tutkia valomikroskopian avulla, niistä on valmistettava näyte, eli preparaatti. Kuituja voidaan havainnoida joko pituus- tai poikkisuuntaisesti, ja näyte valmistetaan tarpeen mukaisesti. Läpivalaisumikroskooppia käytettäessä on tärkeää, että näyte on tarpeeksi ohut läpäistäkseen valon.

3.1.2.1 Yksittäisten kuitujen irrottaminen

Kirjallisuudessa kerrotaan useita eri tapoja erottaa runkokuitujen kuitukimput yksittäisiksi kuiduiksi. Perry et al. (1985, 223) suosittelee menetelmää jossa kuitunäytettä keitetään ensin 1 % lipeäliuoksessa, sen jälkeen liuoksessa jossa on natriumkloriittia ja etikkahappoa ja lopuksi kuidut ravistellaan mekaanisesti irti toisistaan. Carr, Cruthers, Smith ja Myers (2008, 77) listaavat edellä mainitun lisäksi useita eri menetelmiä kuitujen irrottamiseksi toisistaan:

- keitä näytettä 1 % natriumhydroksidissa puoli tuntia
- keitä 2–5 % kaliumhydroksidissa 1-24 tuntia
- kuumenna nesteessä jossa on yhtä paljon jäätikkää ja 20 vol. vetyperoksidia 7–8 tuntia
- 3–4 vuoroittaista käsittelyä happamoituneella natriumhypokloriitilla ja kuumalla 3 % natriumsulfaatilla
- ensin käsittely natriumkloriitilla ja sitten 2 % kalsinoidulla soodalla
- liota 6 kuukautta hyvin laimeassa typpihapossa
- kuumenna 60 asteeseen laimeassa natriumhypokloriitissa

Käytännössä runkokuidut irtoavat kuitukimpuistaan osittain jo kuidun muokkausvaiheessa, joten tämän kaltaisia menetelmiä en ole nähnyt kenenkään kuitututkijan käyttävän. Vaatii kuitenkin harjaantunutta silmää nähdä, onko näytteessä kyseessä yksittäinen kuitu vai kuitukimppu, sillä niiden ulkoiset ominaisuudet ovat hämmentävän samankaltaisia. Toinen referenssinokkosnäytteistäni on kuitenkin keitetty voimakkaasti emäksisessä soodaliemessä jotta kasvin rungon osat olisi saatu irrotettua kuiduista (Kokkola 2012, 11).

3.1.2.2 Pituussuuntaiset näytteet

Pituussuuntaista näytettä varten tarvitaan aluslasi, immersionestettä ja päällyslasi.

Immersionesteestä ja taitekertoimista kerron lisää seuraavassa kappaleessa. Runkokuidut ovat yksittäisinäkin kuituina niin pitkiä, että niistä on leikattava sopivan mittainen otos noin 10–20 kuidusta joka levitetään aluslasille jolle on ensin tipautettu 1–2 pisaraa immersionestettä. Tämän

jälkeen näytteen päälle asetellaan päällyslasi laittamalla sen toinen reuna pisaran reunalle ja varovasti laskemalla ja painamalla lasi kiinni näytteeseen niin, että ilmakuplat pääsevät pois lasien välistä.

3.1.2.3 Poikkileikkeet

Poikkileikenäytteiden valmistamiseen on useampiakin menetelmiä, mutta useimmat niistä vaativat erityislaitteistoa, kuten Hardyn mikrotomi, jauhaminen ja mekaaninen mikrotomi. Verrattuna yksinkertaisimpaan ja käytetyimpään reikälevymenetelmään niiden etuna on se, että näytteistä saadaan paljon ohuempia ja näin yksityiskohdat näkyvät tarkemmin. Reikälevymenetelmässä käytetään aluslasin kokoista teräslevyä johon on porattu 0,75 mm reikiä. Kuidut vedetään langan avulla reiästä läpi ja leikataan partakoneen terällä metallilevyn suuntaisesti tasan. (Greaves & Saville 1995, 39.) Itse olen lisännyt tällä tavoin valmistettuihin näytteisiin tipan parafiiniöljyä ja päällyslasin parantaakseni optisia ominaisuuksia. Ongelmana menetelmässä on se, että öljy pääsee valumaan näytteestä läpi ja sotkemaan mikroskooppia. Tällaisten poikkileikkeiden valmistaminen vaatii paljon harjoittelua, sillä jos läpi vedettävä kuitunippu on liian paksu, valo ei pääse läpäisemään näytettä. Jos taas kuituja on liian vähän, ne tippuvat itsekseen reiästä. Näytteen paksuus riippuu levyn paksuudesta joka on yleensä 0,5 mm ja tämä on aivan liikaa jotta näytteestä voitaisiin tutkia kuitujen yksityiskohtia (Greaves & Saville 1995, 39).

Toinen mahdollinen, melko helppo ja yksinkertainen työväline tehdä poikkileikkeitä on Hardyn mikrotomi. Siinä on kaksi metallilevyä joista toisessa on syvennys johon kuidut saadaan lukittua ja syvennyksen alla ruuvi. Kovettuvan immersionesteen, kuten Entellaanin, ja ruuvilla nostamisen avulla kuiduista pystytään leikkaamaan 10–20 µm paksuja näytteitä joista yksityiskohdat erottuvat paljon paremmin kuin perinteisellä reikämenetelmällä valmistetuista. (Greaves & Saville 1995, 40.)

Nokkosen erottamiseksi pellavasta ja hampusta poikkileikkeet antavat erityisen tarpeellista tietoa, mutta niiden valmistaminen on ollut haasteellista. Reikälevymenetelmällä näytteet ovat niin paksuja, että yksittäisten kuitujen muodon tunnistaminen on vaikeaa ja kuvat joita olen saanut tällä tavalla valmistetuista näytteistä, ovat suttuisia. 400-kertaisilla suurennoksilla yksittäiset kuidut näkyisivät tarpeeksi isoina, mutta läpivalaisumikroskoopeissa ei tahdo valoteho riittää läpäisemään näin paksuja näytteitä. Yksinkertainen ja ilmeisesti toimiva ratkaisu olisi Hardyn mikrotomi, mutta sellaista en ole vielä yhdestäkään käyttämästäni laboratoriosta löytänyt.

Reikälevymenetelmässä on vielä toinenkin ongelma kansatieteellisten näytteiden osalta. Kuituja tarvitaan melko paksu nippu, jotta reikä saadaan täytettyä, ja näytteeni ovat hyvin pieniä ja ohuita. Olen miettinyt voisinko käyttää näytteiden ympärillä jotakin toista kuitua, joka olisi helposti tunnistettava ja omanlaisensa verrattuna runkokuituihin, ettei sitä voisi sekoittaa näytteeseen. Tällaista ”täytekuitujen” käyttöä esimerkiksi Erika Shaffer (1981, 122) suosittelee artikkelissaan esitellessään tekstiilikuiduille soveltuvan mikrotomin käyttöä. Lisäksi suuri osa kansatieteellisistä näytteistäni on vain muutaman millimetrin pituisia joten saattaisi olla hyvinkin haasteellista saada niitä osumaan kohdalleen poikkileikettä tehtäessä.

Artikkelissaan *Fibre Identification in Practice*, Martha Goodway (1987, 31) suosittelee poikkileikkeiden tekemistä kahden korkkilevyn avulla. Kuidut liimataan kestopreparaateille tarkoitettulla immersionesteellä korkkilevyjen väliin. Levyjen annetaan kuivua puristimien välissä jonka jälkeen partakoneen terällä leikataan ohuita leikkeitä. Tätä menetelmää olen jalostanut eteenpäin ja esittelen sen luvussa 6.1.1 Poikkileikkeiden valmistus.

3.2. SEM

SEM eli Scanning Electronic Microscope, suomeksi pyyhkäisyelektronimikroskooppi, ei ole välttämätön kasvikuitujen tutkimiseen, mutta sen avulla saadaan erittäin tarkkaa tietoa kuitujen pintarakenteesta. Sen hankinta- ja ylläpitokustannukset ovat melko korkeat, joten laite on harvoin tutkijan saatavilla. Valomikroskooppiin verrattuna kuvan syvätarkkuus on aivan omaa luokkaansa ja kuidut saadaan näkymään tarkasti koko kuvan alalta. Lisäksi pyyhkäisyelektronimikroskooppi mahdollistaa huomattavasti isommat suurennokset, jopa 100 000 kertaiseen saakka siksi, että elektronien aallonpituus on tiheämpi kuin valoalloilla. Johtuen pyyhkäisyelektronimikroskoopin ominaisluonteesta, kuva on aina mustavalkoinen ja valitusta moodista riippuen, enemmän tai vähemmän kolmiulotteisen näköinen. Kuidun pinnan ominaisuudet näkyvät loistavasti, mutta toisin kuin valomikroskoopilla, kuitujen sisäistä rakennetta ei pyyhkäisyelektronimikroskoopilla pysty tutkimaan lainkaan. (Perry et al. 1985, 207)

Tiivistetysti pyyhkäisyelektronimikroskooppi toimii seuraavasti: mikroskoopissa on kärki jota lämmittämällä saadaan aikaan elektronisuihku. Tämä suihku tarkennetaan elektromagneettisten linssien avulla näytteeseen. Näytteestä sironneet elektronit kerätään detektoriin jonka jälkeen ne muutetaan fotoneiksi. Elektromonistimen ja vahvistamisen kautta ne takaisin elektrosignaalksi ja tämä signaali näkyy näytöllä kuvana. (Perry et al. 1985, 207–208.) Nykyään tietokoneet ovat

korvanneet aiemmin käytössä olleet kuvaputkinäytöt ja kuva toistuu digitaalitekniikan avulla (Michler 2008, 87).

Pyyhkäisyelektronimikroskooppi toimii tyhjiössä, jonka vuoksi näyte on kiinnitettävä alustaan. Alustoina käytetään eri halkaisijaltaan olevia lieriön muotoisia alumiini- tai grafiittinappeja. 25 mm halkaisijaltaan oleva alusta on riittävän kokoinen kuitujen tutkimiseen. Kiinnittämiseen voidaan käyttää erilaisia menetelmiä, mutta kuiduille yksinkertaisin menetelmä on kaksipuoleinen hiiliteippi. Kuitunäytteestä leikataan korkeintaan 5 mm mittainen otos josta hyvin pieni määrä tutkittavia kuituja painetaan stereomikroskooppia hyödyntäen teipin pintaan. Noin kymmenen kuitua on riittävä määrä. Perry et al. (1985, 209) mukaan riittävä määrä on 12 kuitua. He suosittelevat menetelmää jossa alustan reunoihin kiinnitetään samansuuntaiset kappaleet kaksipuoleista teippiä joiden väliin kuidut kiinnitetään päistään. Tämä menetelmä vaatii tutkijalta valtavan hyvää hienomotorista tarkkuutta, joten omissa tutkimuksissani olen tyytynyt kuitujen epäjärjestykseen. Kangasnäytteitä tutkittaessa kannattaa peittää koko alusta kaksipuoleisella teipillä, kiinnittää kangas siihen ja leikata alusta ylimenevä osa pois (Perry et al. 1985, 209).

Jotta tekstiilikuituja voitaisiin tutkia pyyhkäisyelektronimikroskoopilla, ne täytyy päällystää jollakin sähköä johtavalla materiaalilla. Ilman tätä kuitunäytteisiin muodostuisi sähkövaraus joka aiheuttaisi häiriöitä kuvanlaadussa. Päällystysmateriaali valitaan käytettävien suurennosten mukaan. Tekstiilikuitujen tutkimiseen soveltuville suurennoksille kulta (Au) on yleensä soveltuvin pinnoitusmateriaali. Muita mahdollisia päällystysmetalleja on hopea tai palladiumkulta (kultaa jossa on 10 % palladiumia) (Perry et al. 1985, 210). Alkuaineanalyysissä tehtäessä päällystysmateriaalina käytetään hiiltä (C).

Pinnoittamista, eli sputterointia, varten näyte laitetaan alustoineen sputterointilaitteeseen. Laitteeseen muodostuu tyhjiö joka täytetään inertillä, eli hitaalla kaasulla, yleensä argonilla. Kaasun anodeihin lisätään varaus joka ionisoi kaasun atomit positiivisiksi. Nämä positiivisesti latautuneet atomit törmäävät sputterointimetallilähteen katodeihin syrjäyttäen metalliatomit sen pinnalta. Syrjäytetyt metalliatomit muodostavat, tässä tapauksessa, kultapilven joka peittää kokonaan alla olevan kuitunäytteen. Pinnoituksen tulee olla tarpeeksi paksu estääkseen näytteen latautumisen, mutta toisaalta tarpeeksi ohut, ettei se peitä kuitujen yksityiskohtia näkymästä. (Perry et al. 1985, 210.) Pinnoituksen paksuutta säädellään laitteessa, joko siihen käytettävän ajan, tai virran voimakkuutta vaihtelemalla.

3.3 Muita tapoja tunnistaa kuituja

Seuraavissa kappaleissa esittelen muutamia yleisesti käytössä olleita tai olevia tunnistusmenetelmiä jotka ovat suosittuja niiden yksinkertaisuuden vuoksi. Tarkkaan, lajikohtaiseen tunnistamiseen niistä ei ole, mutta voivat olla hyödylliseksi avuksi varsinkin silloin, jos käytettävissä oleva laitteisto on vajavaista.

3.3.1 Polttokoe

Polttokokeessa pieni määrä kuitua altistetaan liekille ja tunnistaminen tehdään visuaalisiin havainnoin kuitujen käyttäytymisestä, sekä polttamisesta muodostuvan hajun perusteella. Kuituja havainnoidaan liekkiä lähestyttäessä, niiden käyttäytymistä tarkkaillaan itse poltettaessa ja huomiota kiinnitetään myös sammumisvaiheeseen. Lopulta analysoidaan myös jäljelle jääneen tuhkan rakenne. (Nayak, Pandhye & Fergusson 2012, 320.)

Tämän tyyppinen tutkimus on paljon käytetty sen yksinkertaisuuden vuoksi, mutta tulokset perustuvat havainnoijan subjektiivisiin näkemyksiin. Lisäksi koe sopii suuntaa antavaksi tavaksi erottaa eri kuitutyyppejä toisistaan, mutta sen tarkempaa informaatiota sillä on mahdotonta saada. Lisäksi menetelmä on ymmärrettävästi täysin tutkittavat kuidut tuhoava, joten se soveltuu käyttöön vain silloin kun näytettä on runsaasti saatavilla. Yksinkertaisuutensa vuoksi se on kuitenkin jokaisen tekstiilitutkijan perustyökaluja kun tarvitsee erottaa esimerkiksi runkokuituja proteiinikuiduista, tai villaa akryylistä. Esimerkiksi museossa tekstiilejä luotteloitaessa tämä on usein ainoa keino mitä pystytään hyödyntämään materiaalin määrittämiseksi.

3.3.2 Liukenemiskoe

Liukenemiskoe perustuu eri kuitutyypin erilaiseen kemialliseen rakenteeseen. Sillä ei pysty tunnistamaan kuidun lajia, mutta kuitutyypin kylläkin. Johtuen erilaisista rakenteistaan, eri kuidut liukenevat eri liuotainaineisiin. Liukenemiskokeen suorittamiseen tarvitaan ehdottomasti vetokaappia, sillä liuotainaineet ovat haihtuvia ja terveydelle haitallisia. Koe voidaan suorittaa myös mikroskoopissa jolloin pitää varoa, etteivät haihtuvat liuottimet vahingoita laitetta tai sen osia. (Greaves & Saville 1995, 12.) Toinen vaihtoehto on suorittaa koe isommilla näytemäärillä erillisissä astioissa. Näytteeseen lisätään liuotainainetta ja sen käyttäytymistä seurataan noin 10 minuutin ajan. Näyte alkaa joko liueta, turvota tai se ei reagoi lainkaan. Kutakin liuotinta varten tarvitaan oma

näytteensä jotta liuottimista ei muodostuisi päällekkäisvaikutuksia. Reaktioista eri liuottimien kanssa pystytään päättämään kuitutyyppejä. Omien kokemusteni perusteella testin tulokset ovat hyvin epämääräisiä ja vaativat subjektiivista arviointia.

3.3.3 Värjäyskoe¹

Värjäyskoetta on käytetty aiemmin paljonkin kuitujen tunnistamiseen, ja se esitellään lähes kaikessa alan kirjallisuudessa. Testi vaatii liukenemiskokeen tavoin hyvin subjektiivista arviointia, tässä yhteydessä värisävyn suhteen, ja ilmeisesti juuri sen takia, sen käytöstä on enimmäkseen luovuttu. Käytännössä testi perustuu siihen, että näyte upotetaan tietyksi ajaksi värikympyyn, se huuhdotaan ja kuivataan ja sen jälkeen tulos tulkitaan aikaan saadun värisävyn perusteella värjäysaineen valmistajan värikartasta. Tunnetuin testissä käytettävien värien valmistaja on ollut Shirlastain. (Greaves & Saville 1995, 17.)

3.3.4 Kierteisyyskoe²

Kierteisyyskokeella pystytään määrittämään runkokuidun kierteen suunta mikä on oleellinen informaatio erityisesti runkokuitujen tunnistamisen kannalta. Koetta varten tarvitaan yksittäisiä kuituja tai yksittäisiä kuitukimppuja. Kuitu tai kuitukimppu upotetaan veteen muutaman minuutin ajaksi ja sen jälkeen sitä pidellään yhdestä päästä pinseteillä kuuman levyn päällä. Kuivuessaan se kiertyy kuidun orientaation mukaiseen suuntaan. Havainnointi tapahtuu niin, että kuitua pidellään vapaa pää havainnoijaa kohti (Perry et al. 1985, 225.) Carr et al. (2008, 78) kuitenkin varoittavat siitä, että testissä voi ilmetä ongelmia jos tutkittavat kuidut ovat pitkälle prosessoituja, tai ne ovat pahoin vaurioituneita. Kansatieteellisille tai arkeologisille näytteille tämä menetelmä ei kuitenkaan sovi, sillä niistä harvoin saa tarpeeksi pitkiä yksittäisiä kuituja tai kuitukimppuja näytteeksi. Perry et al. (1985, 225) mukaan 25 mm on näytteelle sopiva pituus.

¹ Staining test

² Drying twist test

4 Runkokuitujen rakenneominaisuudet

Tässä kappaleessa tulen esittelemään runkokuiduille yleisiä rakenneominaisuuksia, sekä yksittäisille kuiduille omanlaisia piirteitä joiden perusteella ne voidaan erottaa ja tunnistaa muista runkokuiduista. Runkokuitujen tunnistamista pidetään yleisesti vaikeana, sillä niiden eroavaisuudet ovat hyvin pieniä ja läpivalaisumikroskoopilla tai muilla yleisesti käytössä olevilla menetelmillä usein mahdottomia havaita. Lisäksi tunnistamista hankaloittaa se, että kuidut ovat luonnostaan muuntelevia, eli kasvin kasvuolosuhteet ja keräämisajankohta vaikuttavat runkokuitujen rakenteeseen (Carr et al. 2008, 75).

Runkokuiduiksi kutsutaan tekstiilikuituja joita saadaan kaksisirkkaisten kasvien varsista (Perry et al. 1985, 15). Catling ja Graysonin (1982, 7) mukaan runkokuituja kutsutaan pehmeiksi kuiduiksi, kun taas lehtikuidut ovat kovia kuituja. Runkokuidut ovat kasvien varsissa kuorikerroksen ja puumaisen ytimen välissä (Shaffer 1981, 123). Yksittäiset kuidut ovat liimaantuneina yhteen pitkiksi kuitukimpuiksi jotka eriävin tavoin muokkaamalla saadaan irrotetuksi muista kasvin rakenteista ja hyödynnetyksi tekstiilikäyttöön.

Runkokuituja käsittelevään kirjallisuuteen perehtymistä hankaloittaa termistön vakiintumattomuus, niin suomeksi kuin englanniksi. Tässä tutkielmassa olen tehnyt linjaukset seuraavasti: Kuidun keskellä olevaa onttoa osaa kutsun ytimeksi, vaihtoehtoiset termit tälle voisivat olla ontelo, tai soluontelo. Kuitujen ja kuitukimppujen pinnassa olevia poikkisuuntaisia poikkeavia muotoja kutsun poikittaismerkeiksi ja dislokaatioiksi joihin teen selkeän eron myöhemmässä luvussa.

4.1 Pitkittäinen rakenne

Kuitujen tutkiminen ja analysointi tapahtuu useimmiten pituussuuntaisista näytteistä. Tällöin niistä voidaan havainnoida pituussuuntaisia rakenneominaisuuksia, kuten poikittaismerkkejä, dislokaatioita, kuidun paksuutta, polarisaatiomikroskoopilla soluseinämän kierteisyyttä ja tarvittaessa myös yksittäisten kuitujen pituus voidaan mitata.

4.1.1 Poikittaismerkit³ ja dislokaatiot

Poikittaismerkit ja dislokaatiot ovat selkein tuntomerkki runkokuiduille yleisesti. Kirjallisuudessa on hyvin sekalaiset käsitykset siitä, mikä on poikittaismerkki ja mikä dislokaatio. Usein niitä käsitellään yhdessä tai kirjoittajasta riippuen toisiinsa sekoittaen, vaikka omasta mielestäni ero on hyvin selkeä. Ensimmäisen kerran termiä dislokaatio on käyttänyt Catling ja Graysonin (1982,1) mukaan Franz Xaver Rudolf von Höhnel vuonna 1884 kuvaamaan sklerenkyymi- eli vahvikesolukon väärin sijoittumista. Hänen käsityksensä mukaan poikittaismerkit johtuivat kuidussa olevista jännitteistä.

Catling ja Grayson (1982, 3) eivät halua käsitellä poikittaismerkkejä ja dislokaatioita toistaan erillään, vaikka muutoin määrittelevät nämä kuidun pinnan poikkeamat selkeästi. Heidän mukaansa poikittaismerkit ovat kuidun pintaan jääneitä painaumuksia viereisistä soluista. Toisinaan ne läpäisevät koko kuidun ja toisinaan taas vain osan kuidusta. Hyvin heikosti näkyvien merkkien lisäksi voi olla hyvin voimakkaita poikittaismerkkejä yhdistettynä kuidun seinämän vääntymään. Perry et al. (1985, 16) kirjoittaa pellavan yhteydessä poikittaissuuntaisista dislokaatioista jotka ovat x-muotoisia. Nayak, Padhye ja Fergussonin (2012, 316; 323–327) mukaan runkokuiduissa on dislokaatioita jotka muodostavat x-kirjaimen kutakuinkin poikkisuuntaan runkokuidun pituusakseliin nähden. Myöhemmin he kuvaavat kuitujen pintarakenteessa olevan poikittaismerkkejä, sekä pituus- että poikkisuuntaisia halkeamia.

Itse haluan tehdä selkeän eron näiden kahden kuidun pinnassa olevan poikkeamatyyppin välille. Poikittaismerkeiksi kutsun runkokuitujen tai kuitukimppujen pinnassa näkyviä poikittaissuuntaisia merkkejä jotka usein näyttävät ikään kuin nirhaumilta. Ne voivat muodostaa aiemmin esitellyn x-muodon, tai olla yksittäisinä raitoina jotka ulottuvat kokonaan tai osittain läpi kuidun. Läpivalaisu- ja polarisaatiomikroskoopeilla katsottaessa nämä poikittaismerkit näyttävät ikään kuin uppoavan kuituun, aivan kuin joku olisi sahannut pintaan rakoja.

Toinen yleinen pinnan poikkeamatyyppi ovat dislokaatiot. Dislokaatio termi selittää mielestäni jo sanana itseään, ”poissa paikaltaan oleva”. Runkokuiduissa näkee usein polvilumpion kaltaisia ulkonemia missä kuidun etenemissuunta muuttuu kulmaa. Olennaiset tunnusmerkit dislokaatiolle ovat mielestäni juuri edellä mainitut, eli ulkonema jonka havaitsee myös valo- ja polarisaatiomikroskoopeilla, kuidun etenemiskulman muutos ja selkeä rakennerikko ytimessä.

³ Cross markings

4.1.2 Kuitupituudet

Runkokuitujen pituus vaihtelee voimakkaasti kasvuolosuhteista riippuen. Sen vuoksi yksittäisten kuitujen tai kuitukimppujen pituuksien perusteella ei pysty runkokuituja tunnistamaan toisistaan, mutta ne kertovat kuitenkin oleellista informaatiota kuitujen fysikaalisista ominaisuuksista.

Oheiseen taulukkoon 1 olen koonnut kirjallisuudessa esitettyjä kuitujen pituuksia⁴. Mitat ovat yksittäisten kuitujen pituuksia millimetreinä:

Taulukko 1. Runkokuitujen pituuksia⁵.

	Carr et al. 2008, 80–83.	Wiener et al. 2003, 59.	Perry et al. 1985, 244.
Pellava	1–120 ⁶ , 2,1–40 ⁷	3–60	27,4–36,1
Hamppu	5–55 ⁶ , 8,5–20 ⁷	4–55	8,3–14,1
Rami	60–600 ⁶ , 39–1503 ⁷		125–126

4.1.3 Kierteisyys

Runkokuidun kierteen suunta riippuu sen mikrofibrillien suunnasta. Kuiduista puhutaan samalla tavoin kuin langoista joko s- tai z-kierteisinä, ja kuiduissa kierteen suuntaa määrittää sekundäärinen soluseinämän mikrofibrillien suunta. Runkokuitujen soluseinämät muodostuvat pääasiassa selluloosasta. Selluloosa muodostaa kiteisiä alueita joita kutsutaan miselleiksi. Misellit taas muodostavat mikrofibrillejä jotka ovat soluseinämän morfologisia perusyksiköitä. Nämä ovat hemiselluloosan, pektiinien ja joskus ligniinien muodostaman soluväliaineen ympäröimiä. Soluseinämässä on useampia eri kerroksia, primääriseinäma on uloimpana ja sekundäärinen sen alla. Sekundääriseinämässä selluloosa on yleensä kristallisoituneempaa kuin primääriseinämässä, ja juuri sekundääriseinämän mikrofibrillien suunta määrittää kuidun kierteisyyden. (Carr et al. 2008, 76.) Sekundäärinen soluseinäma jakaantuu yleensä S1, S2 ja S3

⁴ Kuitujen pituuden määrittämiseksi on standardi SFS 5017 joka soveltuu kaikille katkokuiduille.

SFS 5017 1984. Tekstiilit. Katkokuitujen pituus. Yksittäiskuitumenetelmä. Teoksessa *SFS-käsikirja 27–1*, 2009. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.

⁵ Mittauksista on esitetty keskiarvojen vaihteluväli (range of means).

⁶ Luniak, B. 1953. *The identification of textile fibres*. London: Sir Isaac Pitman & Sons Ltd.

⁷ McDougall, G. J. et al. 1993. Plant fibres: botany, chemistry, and processing for industrial use. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol 62, 1–20.

kerroksiin joissa mikrofibrillit voivat kiertyä eri suuntiin. Näistä kerroksista paksuin määrittää kuidun kierteen suunnan. (Haugan & Holst 2013, 159.)

Kierteisyyden tunnistamista pidetään yhtenä tärkeimmistä osatekijöistä joilla runkokuidut pystytään erottamaan toisistaan. Hamppu ja pellava ovat sekä pituus, että poikkisuuntaan tarkasteltaessa melko lailla samankaltaisia, mutta kierteeltään eroavia. Pellavaa pidetään nykypäivässä kirjallisuudessa enimmäkseen s-kierteisenä ja hampua z-kierteisenä. Nykypäivänä sekä kuduista, että langoista pyritään käyttämään merkintöjä z ja s kuvaamaan kierteen suuntaa, sillä aiemmin käytetyt kuvailut myötä- tai vastapäivään, tai vasemmalle tai oikealle kiertymisestä aiheuttavat tulkinnasta johtuvia väärinkäsityksiä.

Tutkimuskirjallisuudessa (Körber-Grohne 1967, taffel 30; Bergfjord & Holst 2010, 1196; Bergfjord et al. 2012, 2) on toisinaan hyödynnetty polarisaatiomikroskooppia sellaisenaan kuidun kierteisyyden osoittamiseen. Erittäin isoilla suurennoksilla, vähintään 400-kertaisilla, on saatu kuidun pinnasta esiin kierteisen näköistä rakennetta. Nämä ovat tulkittu fibrillirakenteeksi joilla kierteisyys on perusteltu. Esimerkiksi Körber-Grohnen (1967, taffel 30) kuvista saattaa tulkita pellavan, hampun ja nokkosen kierteisyyden aivan toisin kuin monet muut tutkijat (Kirjavainen 2005, 98; vrt. Perry et al. 1985, 16–18; Bergfjord et al. 2012, 2). Runkokuitujen ominaisuuksissa mainitaan usein pitkittäissuuntaiset uurteet yhtenä ominaisuutena (Catling, Dorothy & Grayson 1982, 67). Olen pohtinut etteivät vain ne olisi nämä kuidun pinnassa olevat fyysiset uurteet jotka polarisaatiomikroskoopin avulla näkyvät ja ovat virheellisesti tulkittu fibrilleiksi. Toisekseen, herää kysymys, jos kuidun kierteisyyden määrittää sen sisempi fibrillikerros, onko polarisaatiomikroskoopin avulla nähtävät uurteet tai mahdollisesti fibrillit ulompaa vai sisempää kerrostumaa.

Alla olevaan taulukkoon 2 olen koonnut käyttämästäni tutkimuskirjallisuudesta keräämiäni määritelmiä tutkimuksen kohteena olevista kuduista. Taulukon on tarkoitus osoittaa, kuinka epämääräistä ja vaihtelevaa kuitujen orientaation sanallinen kuvaaminen on ollut.

Taulukko 2. Runkokuitujen orientaatiot.

Lähde	Pellava	Hamppu	Nokkonen	Rami
Körber-Grohne 1967, 161: Raimers viittaa Steinbrinckiin (1930, 28) ⁸	kerroksittain päinvastainen rakenne myötä- ja vastapäivään	vasemmalle (linksläufige = vastapäivään)	oikealle (rechtsläufige = myötäpäivään)	
Puolakka 1987, 10 ⁹	myötäpäivään	vastapäivään		myötäpäivään
Perry et al. 1985, 16-18	S, kellonsuuntaan kierteisyyskokeessa	Z, ei-kellonsuuntaan kierteisyyskokeessa	kellonsuuntaan kierteisyyskokeessa	kellonsuuntaan kierteisyyskokeessa
Härkäsalmi 2008, 47–48 ¹⁰	ulompi 10° Z-kierteisesti ja sisempi 5° S-kierteisesti	ulompi 28° ja sisempi 2° oikealle		
Kirjavainen 2005, 98 ¹¹	kuitu kääntyy hieman s-suuntaan, mutta toisinaan myös z-suuntaan.	yksittäisessä kuidussa on heikko s-kierre	Yksittäisessä kuidussa on voimakas z-kierre	
Barber 1991, 16,67	S kellonsuuntaan vasemmalle kierteisyyskokeessa	Z	Z kellonsuuntaan vasemmalle kierteisyyskokeessa	kellonsuuntaan vasemmalle kierteisyyskokeessa
Bergfjord et al. 2012, 2 ¹²			S	
Haugan & Holst 2013, 159	S S1 Z, S2 S, S3 Z	Z S1 Z, S2 S, S3 0 ¹³	S	S S1 Z, S2 S, S3 0
Skoglund, Nockert & Holst 2013,	S	Z	S	
Carr et al. 2008, 81–82	kellonsuuntaan	ei-kellonsuuntaan		kellonsuuntaan
Nayak, Pandhye & Fergusson 2012, 316–317	kellonsuuntaan	ei-kellonsuuntaan		
Schaffer 1981, 125	kellonsuuntaan	ei-kellonsuuntaan		kellonsuuntaan

⁸ Steinbrinck, C. 1930. Zur Physik der natürlichen Zellulosefaser im Zusammenhang mit ihrem Feinbau. Teoksessa Herzog, R. O. *Technologie der Textilfasern* 5, Teil 1, 49-212, Berlin.

⁹ Perry et al. 1975. Identification of Textile Materials. Manchester: The Textile Institute.

Technical Manual 1986. American Association of Textile Chemist and Colorists, Volume 61.

¹⁰ s.48 kuvasta on tulkittavissa että hampun kierre on Z-suuntainen (tekstissä 'oikealle'). Kuvaan Pellavan kierteet on piirretty väärinpäin!

¹¹ Körber-Grohne 1967, 161–162. Puolakka 1987, 10. Mielestäni Kirjavainen on kääntänyt saksankielisen lähteensä väärin.

¹² Bergfjord et al. perustaa tulkintansa kierteisyydestä siihen, että heidän mielestään fibrillien orientaatio on nähtävissä polarisaatiomikroskoopilla katsottaessa. Artikkelin kuvassa 1D jossa kierteisyys todistetaan tausta on hämmentävän vaalean ruskea, mikä ei polarisaatiomikroskoopin perussäädöillä pitäisi olla mahdollista. Kirjoittajat eivät esittele menetelmäänsä sen tarkemmin.

¹³ Kerroksen kierre on lähes pituusakselin suuntainen

Bergfjord & Holst 2010, 1195 ¹⁴	S	Z	S	S
Wiener, Kovačić & Dejlóvá 2003,	oikean käden suuntaan	vasemman käden suuntaan		
Wülfert 1999, 275–279	S	Z	S	S

Kuten taulukosta selviää, epämääräiset kielikuvat ja käänösvirheet aiheuttavat kumuloituvaa virheellisyyttä kuitujen orientaatiota käsittelevässä kirjallisuudessa. Ristiriitaisuus lähteissä on hyvin hämmentävää, ja vaatii lisätutkimusta ja selkeämpiä menetelmiä.

4.2 Poikittainen rakenne

Poikittaisleikkeistä voidaan tutkia runkokuiduista sekä kuidun, että sen ytimen muotoa ja kokoa. Näiden havaintojen avulla yhdistettynä muihin kuidun ominaisuuksiin voidaan erottaa runkokuituja toisistaan. Täytyy kuitenkin muistaa, että varsinkin kuitujen läpimitat ja muodot vaihtelevat kasvuolosuhteiden perusteella, joten saatuja tietojen perusteella voidaan saada suuntaa antavia määrityksiä.

Villakuiduilla kuidun halkaisija on merkittävä laadullista eroa tekevä seikka. Runkokuiduilla taas kuitujen paksuun vaihtelee niin voimakkaasti, ettei kuidun halkaisijan mittaamisella ole varsinaista tunnistettavuudellista merkitystä. Bergfjord ja Holst (2010, 1194) ovat keränneet artikkeliinsa taulukon kirjallisuudesta löytämistään eri runkokuitujen halkaisijoista osoittaakseen valtavan vaihtelun. Jotta mittakaava tulee selkeäksi, listaan tähän omassa tutkimuksessani käsiteltyjen kuitujen halkaisijoiden vaihteluvälin taulukon mukaisesti: Pellava 4–40 µm, nokkonen 5–70 µm ja hamppu 15–65 µm.

4.2.1 Soluseinämien ja ytimen muoto

Runkokuidut ovat tunnusomaisesti poikkisuuntaan katsottaessa muodoltaan monikulmaisia. Tästä poikkeuksena ovat *Urticaceae*-sukuun kuuluvat nokkonen ja rami joiden poikkisuuntainen muoto muistuttaa munuaista. Samoin kuin muihin runkokuitujen ominaisuuksiin, myös muotoon vaikuttavat kasvuolosuhteet, joten vaihtelu hankaloittaa tunnistamista (Catling & Crayson 1982, 3).

¹⁴ Samoin kuin Bergfjordin toisessa artikkelissa (kts. alaviite 11), kuvan 8, jossa esitetään nokkoskuidun näkyviä fibrillejä, tausta on vaaleanruskea, mikä ei pitäisi olla mahdollista polarisaatiomikroskoopin perussäädöillä.

Runkokuiduissa on keskellä pääsääntöisesti ydin eli keskusontelo, mutta sen muoto ja koko vaihtelee kuidusta ja kasvuolosuhteista riippuen. Ydin voi olla vaihtoehtoisesti hyvin pieni, tai avoin ja laaja. Toisinaan ydin on litistynyt kasaan. Vaihtelua tapahtuu jo aivan vierekkäisissä kuiduissa soluseinämien ja ytimen muodoissa sekä koossa, joten erojen löytäminen ja vaihtelun hahmottaminen vaatii harjaantunutta silmää.

4.3 Kiteet

Kaikkien muiden runkokuitujen, paitsi pellavan, ympäriltä on löydettävissä kalsiumoksalaattikiteitä. Kuten jo kappaleen alussa kirjoitin, niiden läsnä olo riippuu siitä, kuinka voimakkaasti kuituja on prosessoitu, sillä kiteet sijaitsevat kuituja ympäröivissä kudoksissa. Kiteiden muotojen ja ketjujen pituuksien perusteella voidaan tehdä perusteltuja havaintoja tukemaan kuitujen tunnistamista. Kalsiumoksalaattikiteet ovat anisotrooppisia, joten niitä voidaan tutkia mainiosti polarisaatiomikroskooppilla. Toinen mahdollinen, vanhempi tapa tutkia kristalleja on tuhkata näyte jolloin kiteet on helpompi havaita.

Kalsiumoksalaatti kiteet ovat rypäskristalleja (cluster crystal)¹⁵. Ne tunnistaa olomuodosta jossa kristalli muodostaa monikärkisen ametistimaisen rakenteen. Tästä erona ovat stegmata kiteet joita löytyy manilla- ja kookoskuiduista. Ne ovat muodoltaan laatikkomaisia. Rypäskristallit voivat esiintyä yksinään tai lajista riippuen useimmiten muodostaen useamman kiteen jonoja. (Bergfjord & Holst 2010, 1193.)

4.4 Yleisimmät teksteilleissä käytettävät runkokuidut

Alla olevissa kappaleissa esittelen tutkimuskohteinani olevien kuitujen lisäksi myös ramin joka on laajalti kirjallisuudessa käsitelty. Se kuuluu samaan sukuun nokkosen kanssa ja vastaa sitä jossain määrin ominaisuuksiltaan. Nokkosen mikroskooppisista ominaisuuksista on kirjallisuudessa valitettavasti hyvin vähän informaatiota. Kirjallisuudesta kerätyn tiedon lisäksi olen pyrkinyt tekemään havaintoja kirjoissa esitellyistä kuvista jotta pystyisin muodostamaan oman näkemykseni eri kuiduille tyypillisistä ominaispiirteistä. Kirjallisuudessa on esitetty myös jonkin verran kuvamateriaalia eri tavoin käsitellyistä kuiduista, kuten merseroiduista tai valkaistuista, mutta olen

¹⁵ Tämä on itse kehittämäni suomennos, koska en ole löytänyt termiä suomenkielisestä kirjallisuudesta.

keskittynyt kuviin runkokuiduista niiden luontaisessa olomuodossa koska ne vastaavat parhaiten tutkimuksen agendana olevia kansatieteellisiä ja arkeologisia tekstiilikuituja.

4.4.1 Pellava, *Linum usitatissimum*

Pellava on lauhkean vyöhykkeen kasvi josta on jalostettu niin kuitu- kuin öljykäyttöön soveltuvia lajikkeita. Tekstiilikuituja saadaan lajikkeista joissa on pitkä suora varsi erotuksena öljylajikkeista joihin on pyritty jalostamaan mahdollisimman monia siemeniä tuottavia kukintohaaroja. Pellava on yksivuotinen, sen lehdet ovat keihään muotoisia ja vuorottelevat varren eri puolilla. Kukat ovat yleensä valkoisia, sinisiä tai violetteja (Catling & Grayson 1982, 13). Catling ja Graysonin (1982, 16) käsityksen mukaan kuitutarkoitukseen kasvatetut kasvit kasvavat noin 1–1,3 m korkeiksi ja varren halkaisija on 4–5 mm. Yksittäisen kasvin varressa on keskimäärin 15–40 kuitukimppua, joista kustakin on erotettavissa noin 12–40 yksittäistä kuitua (Perry et al. 1985, 16). Kuidun väri riippuu menetelmästä jolla kuitu on irrotettu puuaineksesta. Nurmiliotetut pellavat ovat yleensä väriltään harmahtavia, kun taas vesiliotetut kuidut ovat vaalean kellertäviä (Nayak et al. 2012, 316).

Pellava on s-kierteinen, kuten nokkonenkin (Bergfjord & Holst 2010, 1193). Poikkisuuntaisesti kuitua havainnoitaessa pellavalle on tyypillistä monikulmainen muoto, paksut soluseinämät ja hyvin pieni ydin. Catling ja Grayson (1982, 16) määritelmän mukaan kuidut ovat viisi- tai kuusikulmaisia, kulmat pyöreämuotoisia ja seinämä on kuusi kertaa ydintä paksumpi. Heidän mukaansa kuitujen pinnassa olisi toisinaan havaittavissa myös pituussuuntia viiruja (eng. striation). Wiener, Kovačič ja Dejlová (2003, 58) taas ovat sitä mieltä, että poikkisuuntaisesti kuidussa kulmia on viidestä seitsemään ja muoto on teräväkärkinen. Samoin Nayak, Padhye ja Fergussonin (2012, 323–327) mielestä kuidun muoto on teräväkulmainen.

Pituussuuntaisesti havainnoitaessa pellavalle ovat tyypillisiä runkokuiduille ominaiset dislokaatiot ja poikittaismerkit. Catling ja Graysonin (1982, 16) mukaan dislokaatiot ovat usein toistuvia ja huomiota herättäviä. Poikittaismerkkejä ilmenee heidän mielestään harvassa ja ne ovat haaleita. Perry et al. (1985, 16) mukaan poikittaismerkit ovat usein X-muotoisia. Omasta mielestäni kirjan kuvissa muodot vastaavat ennemminkin kirjaimia N, M tai W.

Kemialliselta koostumukseltaan pellava on 65–87 %:sti selluloosaa ja siinä on myös pieniä määriä ligniiniä (Carr et al. 2008, 79). Härkäsalmen (2008, 51) väitöskirjasta löytyvän taulukon mukaan selluloosaa on 57–85 %, hemiselluloosaa 9–19 % ja liottamattomassa pellavassa ligniiniä olisi 2–5 %. Härkäsalmi on koonnut taulukkonsa eri lähteistä ja tulokset eroavat mielestäni merkittävästi Carr

et al. (2008) julkaisemista tuloksista. Muista runkokuiduista poiketen, pellavakuitujen yhteydestä ei löydy kalsiumoksalaaattikiteitä (Catling et al. 1982, 16).

4.4.2 Hamppu, *Cannabis sativa*

Hamppu kasvaa pellavan tavoin lauhkealla vyöhykkeellä ja kuidut saadaan kasvin varresta (Perry et al. 1985, 18). Kasvista saadaan kuitujen lisäksi siemeniä ja öljyä ravinnoksi. Sitä kasvatetaan myös huumausainetarkoituksiin. Kasvi on hyvin muuntautumiskykyinen ja sitä on jalostettu eri ilmastoihin ja satotarkoituksiin sopivaksi. Kasvin varressa ja lehdistä on pieniä karvoja ja varsi on uurteinen. Kuitukimpuissa on 10–40 yksittäistä kuitua. (Catling & Grayson 1982, 18.)

Hamppu on pellavasta ja nokkosesta poiketen z-kierteinen (Perry et al. 1985, 18). Poikkisuuntaisesti havainnoitaessa Catling ja Graysonin (1982, 22, 67) mukaan kuidun muoto vaihtelee huomattavasti. Yleensä muoto on monikulmio joka muodostuu 4–6 sivusta, mutta osa kuiduista on pyöreitä tai soikeita. Samoin heidän mukaansa ytimen muoto ja koko vaihtelee, yleensä se on 3–4 kertaa seinämän paksuinen. Samaa mieltä ovat Wiener, Kovačić & Dejlóvá (2003, 58) – kuidun muoto on pyöreäkulmainen monikulmio ja ydin leveä, katkonainen ja harvoin täysin pyöreä.

Pituussuuntaan havainnoitaessa poikittaismerkit ja dislokaatiot ovat hamppukuidulle tyypillisiä. Yleisesti pellavaa paksumpi ydin on usein havaittavissa kuidun keskellä. Catling ja Graysonin (1982, 23) mielestä dislokaatioita on usein ja ne ovat selkeitä, lisäksi poikittaismerkkejä esiintyy pellavaa tiheämmin. Nayak, Pahye ja Fergussonin (2012, 317) näkemyksen mukaan taas dislokaatioita on pellavaa harvemmassa. Omien havaintojeni mukaan hamppukuidut näyttävät lisäksi rosoisemmilta ja epätasaisemmilta kuin pellava.

Kemialliselta koostumukseltaan hamppu on 67–80 %:sti selluloosaa, 16–19 %:sti hemiselluloosaa ja 2,9–3,3 %:sti ligniiniä (Carr et al. 2008, 79). Vaihtoehtoisesti Härkäsälmen (2008, 51) tulosten mukaan selluloosaa on 60–67 %, hemiselluloosaa 16–18 % ja ligniiniä 3–14 %. Hamppukuidun yhteydestä löydetään usein rypäskristalleja, joko yksinään tai 3-4 kristallin ketjuissa. Myös stegmatakiteet ovat mahdollisia. (Catling & Grayson 1982, 66.)

4.4.3 Rami, *Boehmeria nivea*

Rami, tai ramie, kuuluu nokkosten *Urticaceae* sukuun ja tekstiilikäyttöön sitä saadaan erityisesti *tenacissima* lajikkeesta. Sitä kasvatetaan yleisesti Kiinassa, siitä myös nimitys ”kiinanruoho”. Muita

viljelijämaita ovat Brasilia, Kolumbia, Japani, Filippiinit ja Intia. (Perry et al. 1985, 18; Carr et al. 2008, 84.)

Poikkisuuntaisesti havainnoitaessa kuidut ovat paksuseinäisiä ja litistyneitä, ja kuitujen välillä on suurta vaihtelua (Perry et al. 1985, 18). Catling ja Graysonin (1982, 34) näkemyksen mukaan kuidun muoto on vaihteleva, usein 5–6 kulmainen, mutta myös muut muodot, kuten pyöreä, kolmio ja soikea ovat mahdollisia.

Pituussuuntaisesti havainnoitaessa Perry et al. (1985, 18) mukaan poikittaismerkkejä on tiheään ja kuiduissa on pituussuuntaisia uurteita (eng. striation). Myös dislokaatioita on tiheään (Catling & Grayson 1982, 34).

Kemialliselta koostumukseltaan ramikuitu on 72–97 %:sti selluloosaa, 3–27 %:sti hemiselluloosaa ja siinä voi olla 0–1 % ligniiniä (Carr et al. 2008, 84). Ramikuitujen yhteydestä löydetään rypäskristalleja, joko yksittäin tai ketjuuntuneina (Catling & Grayson 1982, 66).

4.4.4 Nokkonen, *Urtica dioica*

Nokkonen on mitä ilmeisimmin ollut merkittävä tekstiilikuitu esihistoriallisena aikana Euroopassa (Bergfjord et al. 2012, 1). Nykyään sen viljely tekstiilikuiduksi on lähinnä kokeiluluontoista, mutta villinä rikkakasvina se on laajalti tunnettu (Sastamoinen et al. 2011, 88; Harwood & Edom 2012). Toisin kuin pellavassa ja hampussa, nokkosen kuidut sijaitsevat kasvin varressa yksittäisinä kuituina nelikulmaisen rungon kulmissa (Saatamoinen et al. 2011, 89).

Sanallista kuvailua nokkoskuidun ominaisuuksista en ole kirjallisuudesta löytänyt. Uudemmissa nokkosta muihin runkokuituihin vertailevista artikkeleista löytyy kyllä jonkin verran kuvareferenssejä¹⁶.

Omien havaintojeni mukaan poikkisuuntaan havainnoitaessa nokkoskuitu muistuttaa paljolti ramia. Kuidut ovat soikeita, litistyneitä, usein munuaisen muotoisia ja niiden ydin on pitkä ja litistynyt (kuvat 1 ja 2).

¹⁶ Haugan, E. & Holst B. 2013: Flax look-alikes: Pitfalls of ancient plant fibre identification. *Archaeometry*, DOI 10.1111/arc.12054; tai Bergfjord et al. 2010: Comment on “30,000 –Year-Old Wild Flax Fibers”. *Science*, vol 328, 1634.



Kuva 1. Korkilevypoikkileike näytteestä Nokkonen PM1.



Kuva 2. Reikälevypoikkileike näytteestä Nokkonen PL1.

Pituussuuntaisesti havainnoitaessa mielestäni nokkoskuidulle tunnusomaisia piirteitä ovat epätasainen kuidun paksuus, voimakkaat polvilumpiomaiset dislokaatiot, ja hyvin tiheästi esiintyvät poikittaismerkit (kuva 3). Kuiduissa on usein myös selkeitä litistymiä (kuva 4).



Kuva 3. Nokkonen PL1, 400-kertainen suurennos.



Kuva 4. Nokkonen PL1, 100-kertainen suurennos.

5 Tutkimustehtävä ja tutkimusasetelma

Tämän tutkimuksen ensisijaisena tutkimustehtävänä on luoda menetelmäpaletti jonka avulla nokkoskuidun (*Urtica dioica*) pystyy tunnistamaan muista runkokuiduista.

Runkokuidut, kuten pellava, nokkonen ja hamppu ovat hankalia tunnistaa toisistaan. Vasta viime vuosina on kehitetty erilaisia mikroskopiamenetelmiä joiden avulla runkokuidut on mahdollista erottaa luotettavasti toisistaan. Esimerkiksi Bergfjord ja Holst (2010) ovat artikkelissaan *A procedure for identifying textile bast fibres using microscopy: Flax, nettle/ramie, hemp and jute* esitelleet koostamansa menetelmäkokonaisuuden kuitujen tunnistamiseksi. Heidän tunnistusmenetelmänsä perustuvat kierteisyyden lisäksi kalsiumoksalaaattikiteiden löytymiseen näytteistä. Mira Karttilan (2012) tekstiilikonservoinnin opinnäytetyössä on tähän mennessä ainoa löytämäni dokumentoitu nokkoskuidun tunnistaminen Suomesta. Opinnäytetyö käsittelee keskiaikaista Birgitan kalottia, mistä löytyi sekä nokkoskangasta että nokkoslankaa metallilangan ytimenä. Radiohiiliajoituksen perusteella sen valmistus ajoittuu suurin piirtein 1300-luvulle (Karttila 2012, 15). Karttila (2012, 24, 30) perustaa tunnistamisen kuiduissa oleviin litistymiin tärkeimpänä tunnusominaisuutena runkokuitujen poikittaismerkkien ja dislokaatioiden lisäksi. Mielestäni kumpikaan näistä tunnistustavoista ei ole riittävä, ja halusin rakentaa toimivamman kokonaisuuden. Tutkimukseeni pohjautuva menetelmäpaletti esitellään tiivistetysti liitteenä 3 olevassa nokkoskuidun tunnistusoppaassa.

Tutkimuskysymyksinä tutkielmassani ovat:

1. Miten ja millä menetelmillä nokkoskuidun voi tunnistaa?
2. Mitkä ovat nokkoskuidun mikroskooppiset ominaispiirteet?
3. Ovatko Museovirastolta tutkittavaksi saadut tekstiilit valmistettu nokkosesta?

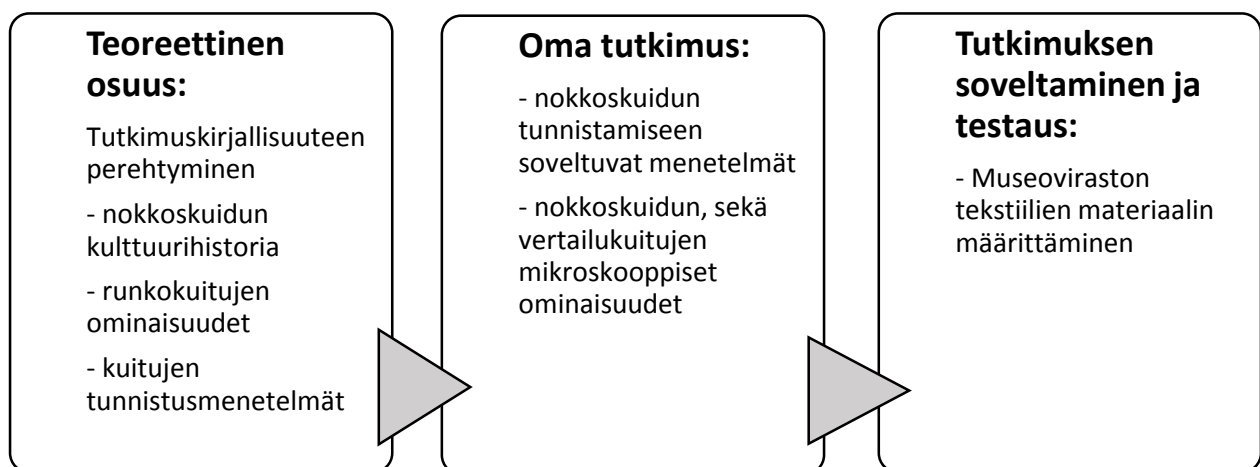
Tutkimukseen valikoituneiden tunnistusmenetelmien avulla kuvatusta kuvamateriaalista olen koostanut liitteenä 2 olevan referenssikuvapankin eri runkokuitujen mikroskooppisista ominaisuuksista. Olen kerännyt kuvapankin käyttäen läpivalaisu- ja polarisaatiomikroskooppeja sekä SEM-mikroskooppia. Pidän tärkeänä kerätä myös referenssikuvat pellavasta ja hampusta, jotka ovat todennäköisimmät kuidut joihin nokkonen Suomen olosuhteissa voidaan sekoittaa. Lisäksi kuvapankkia varten kuvasin vertailukuvat nokkoskuiduista allosta ja ramista. Olen kuvannut ja tutkin kuituja niin pituus- kuin poikkisuuntaisesti, sekä hyödyntänyt orientaation

määrittämiseen polarisaatiomikroskoopilla tehtävää Herzogin testiä. Mikroskooppitutkimukset olen tehnyt Aalto yliopiston Nanomikroskopiakeskuksen laitteistoilla.

Tavoitteenani oli hyödyntää tunnistusoppaan ja referenssikuvapankin antamaa informaatiota kansatieteellisten museotekstiilien valmistusmateriaalin tunnistuksessa. Sain tutkittavakseni otannan tekstiilejä Museoviraston kokoelmista, jotka oli suurimmalta osaltaan koottu Kansallismuseon alaisuudessa toimivan Kulttuurien museon suomalais-ugrilaisesta kokoelmasta, muutama tekstiili oli Kansallismuseon historian kokoelmista. Tässä osassa tutkimustani testasin tunnistusmateriaalin toimivuutta, ja varmistin Museovirastolle tekstiilien valmistusmateriaalit.

Tutkielmani rakenteen hahmottamiseksi olen laatinut kuvion 1, josta selviää eri osa-alueet ja tutkimuksen eteneminen.

Kuvio 1. Tutkielman eteneminen.



Tutkielmani on laadultaan kokeellinen ja poikkitieteellinen, tutkimuskentässä se sijoittuu materiaalitutkimuksen alueelle, mutta on näkökulma kysymys, pidetäänkö sitä osana esimerkiksi laajempaa tekstiilitutkimuksen kenttää, tekstiilien kulttuurihistorian tutkimusta vai lasketaanko se osaksi soveltavaa museologiaa. Toivon kuitenkin että tutkielmani on hyödyksi mahdollisimman monelle tieteenalalla katsomatta. Vastaavassa laajuudessa olevaa tutkimusta runkokuitujen tunnistamiseen liittyen ei ainakaan oman tietämykseni mukaan ole Suomessa vielä tehty.

6 Tutkimusmenetelmät

Runkokuitujen tunnistamisen ja tutkimisen kannalta mielestäni ehdottomasti hyödyllisin menetelmä on polarisaatiomikroskoopi joka paljastaa kuitujen rakenteen ja pinnan ominaisuudet erittäin hyvin. Lisäksi polarisaatiomikroskoopilla tehtävän Herzogin testin avulla saadaan selville kuidun kierteisyyden suunta, mikä on erittäin oleellinen tieto tunnistamisen kannalta. Toinen tunnistamisen kannalta erityisen tärkeä tutkimusmenetelmä on poikkileikkeet joiden avulla saadaan tietoa kuidun ja sen ytimen muodosta ja paksuudesta. Mielestäni nämä kaksi menetelmää yhdessä antavat tarpeeksi informaatiota jotta runkokuidut voitaisiin tunnistaa toisistaan. Nayak, Pahdhye ja Fergussonin (2012, 314) määritelmän mukaan kasvukuitujen tunnistaminen vaatii seuraavien seikkojen analysoinnin: Soluseinämän koko ja sen suhteellinen paksuus, kuidun ytimen paksuus ja muoto, dislokaatioiden tyyppi ja jakautuminen sekä selluloosan kiertyminen soluseinissä. Mielestäni näillä kahdella menetelmällä, polarisaatiomikroskoopilla ja poikkileikkeillä pystytään saamaan vastaukset edellä esitettyihin analysoinnin kohteisiin.

Bergfjord ja Holst (2010, 1192–1197) esittelevät artikkelissaan moderneja menetelmiä pellavan, nokkosen, hampun ja juutin tunnistamiseksi toisistaan. He perustavat menetelmänsä pääasiassa polarisaatiomikroskoopilla tehtäviin analyyseihin kuitujen kierteisyydestä ja kuitujen yhteydestä mahdollisesti löydettävien kalsiumoksalaattikiteiden olemassa oloon. Kalsiumoksalaattikiteet sijaitsevat kasveissa kuituja ympäröivissä kudoksissa ja voimakkaasti prosessoiduissa kuiduissa niitä ei välttämättä ole jäljellä lainkaan (Perry et al. 1985, 225). Samoin myös vanhoista kansatieteellisistä tai arkeologisista kuiduista kiteet ovat saattaneet ajan myötä irrota. Tämän vuoksi en halunnut omaa tutkimustani tämän varaan rakentaa, vaan hyödynsin poikkileikkeitä polarisaatiomikroskoopin lisänä. Lisäksi oma tutkimusmateriaalini pitää sisällään ainoastaan nokkosen, pellavan ja hampun, ja helpottaa näin tunnistamiseen vaadittavia erotekijöitä.

Tutkimuksessa käytetyiksi menetelmiksi valitsin pituussuuntainen analysoinnin ja poikkileikkeet läpivalaisumikroskoopilla, poikittaismerkintöjen ja dislokaatioiden havainnoinnin sekä orientaation määrittämisen Herzogin testin avulla polarisaatiomikroskoopilla¹⁷. Lisäksi olen kuvannut kuituja SEMillä niin pituus- kuin poikkisuuntaisestikin. Kiteitä, tai niiden olemassa oloa kuitujen yhteydessä en käyttänyt tunnistusmenetelmänä, sillä en onnistunut löytämään niitä kuin ainoastaan yhdestä kaikista referenssinäytteistä.

¹⁷ Alun perin suunniteltu FTIR-analyysi kaatui siihen, ettei käyttöön löytynyt tarpeeksi tehokasta laitteistoa, sillä kemialliset erot runkokuiduissa ovat hyvin vähäisiä.

6.1 Valomikroskopia

Vaikka läpivalaisumikroskoopilla ei pystykään tekemään eroa eri runkokuitujen välille, se antaa silti ensisijaisen tärkeää informaatiota kuitujen olemuksesta ja rakenteesta. Runkokuiduille ominaiset piireet on helposti havaittavissa ja muut kuitutyypit pystytään sulkemaan tutkimuksen ulkopuolelle. Poikkaismerkit ja dislokaatiot ovat havaittavissa, ytimen koko on toisinaan havaittavissa kuidun läpi. Samoin kuiduissa olevat vauriot, kuitukimput ja yksittäiset kuidut ovat helposti erotettavissa.

Olen tehnyt kaikista tutkimuksessa käytetyistä kuiduista kestopreparaattinäytteet Entellan New pikapreparaattinesteen avulla. Näytteet on tutkittu ja kuvattu Aalto yliopiston Nanomikroskopiakeskuksen Leica DM4500 mikroskoopilla (kuva 5), jota voidaan käyttää myös polarisaatiomikroskooppina.



Kuva 5. Leica DM4500.

6.1.1 Poikkileikkeiden valmistus

Sopivan poikkileikemenetelmän löytäminen vaati paljon kokeiluja. Kuten totesin jo Kuitujen tunnistusmenetelmiä -luvussa, reikälevymenetelmä ei oikein sovellu sellaisenaan arkeologisille tai kansatieteellisille näytteille. Jos näyte olisi tarpeeksi pitkä, sen voisi vielä ympäröidä ”täytekuidulla” jotta menetelmä onnistuisi. Monet Museoviraston näytteistä olivat vain muutaman

millimetrin pituisia, joten olisi vaatinut suorastaan onnea saada ne osumaan juuri reiän kohdalle. Kokeilin poikkisuuntaista kuvaamista useilla eri menetelmillä SEMillä, siinä kuitenkin saamatta riittävän hyviä tuloksia.

Löysin sopivan tavan tehdä poikkileikkeitä kansatieteellisistä näytteistä soveltamalla Martha Goodwayn (1987, 31) esittelemää menetelmää. Goodwayn menetelmässä kuidut puristettiin kahden korkkilevyn väliin joko sellaisenaan tai liimaamalla kovettuvalla immersionesteellä. Tämän jälkeen siitä kohtaa korkkilevyjä missä kuidut olivat, leikattiin ohuita leikkeitä partakoneen terän avulla.

Valmistin poikkileikkeet (kuva 6) seuraavasti: leikkasin 2 mm paksusta korkkilevystä noin 1 x 2 cm palasia joihin toiseen päähän kiinnitin tarralapulla näytteen tiedot ja toiseen päähän kovetin 1–2 pisaraa Entellaania. Entellanin kuivuttua asettelin kuidut pituussuuntaisesti kuivuneen pisaran päälle ja lisäsin taas 1-2 pisaraa Entellania kuitujen päälle. Kun näyte oli täysin kuivunut, leikkasin siitä stereomikroskooppia apuna käyttäen kuitujen kohdalta partakoneen terällä niin ohuita leikkeitä kuin vain oli mahdollista tehdä. Tässä sovelluksessa hyötynä oli se, että kuidut oli ympäröity läpinäkyvällä Entellanilla ja niiden löytäminen leikkeestä oli vaivatonta.



Kuva 6. Korkkilevyleikkeitä.

6.1.2 Herzogin testi

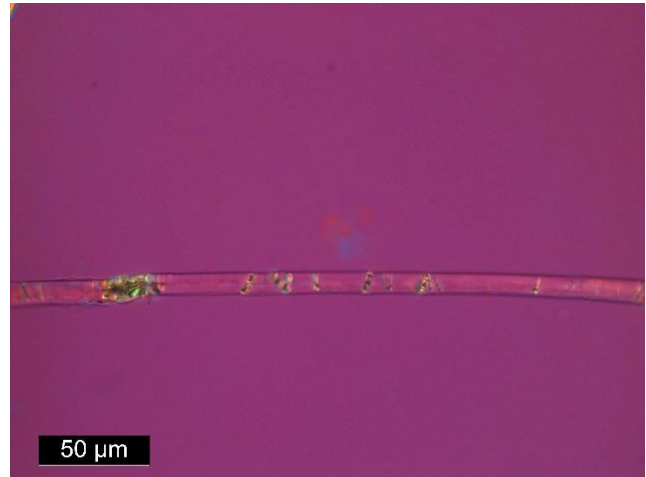
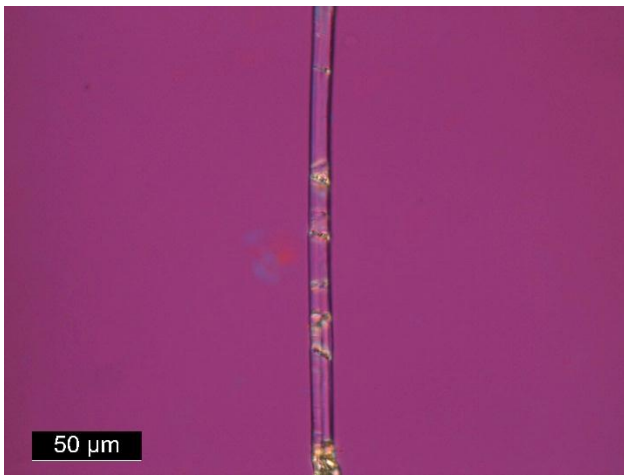
Herzogin testi on menetelmä joka on kehitetty jo 1950-luvulla runkokuitujen kierteisyyden selvittämiseen, mutta Martha Goodwayn (1987) artikkelia lukuun ottamatta sitä ei ihmeemmin ole hyödynnetty tekstiilitutkimuksessa vasta kuin aivan viime vuosina. Norjalaistanskalainen tutkimusryhmä on hyödyntänyt sitä runsaasti useissa kirjoittamissaan artikkeleissa, ja näistä vakuuttuneena valitsin sen yhdeksi käyttämistäni tutkimusmenetelmistä. Menetelmä tunnetaan tutkimuskirjallisuudessa nimillä Red plate test (Goodway 1987, 36–37) tai Modified Herzog test

(Haugan & Holst 2013, 159–168). Menetelmä perustuu kuitujen sekudääriseinämän mikrofibrillien kahtaistaitteisuuteen ja sen suorittamiseksi tarvitaan polarisaatiomikroskooppi johon voidaan asentaa kokoallonpituuslevy¹⁸. Kuitujen primääriseinämän rakenne on epäsäännöllinen, mutta sekudääriseinäjä jakautuu kerroksiin S1, S2 ja S3 joissa mikrofibrillit ovat järjestäytyneitä ja voivat kiertyä eri suuntiin. Näistä kerroksista yksi on aina muita paksumpi ja se dominoi valontaittumisen. Tämän kerroksen mukaan määritetään runkokuitujen kiertymisen suunta.

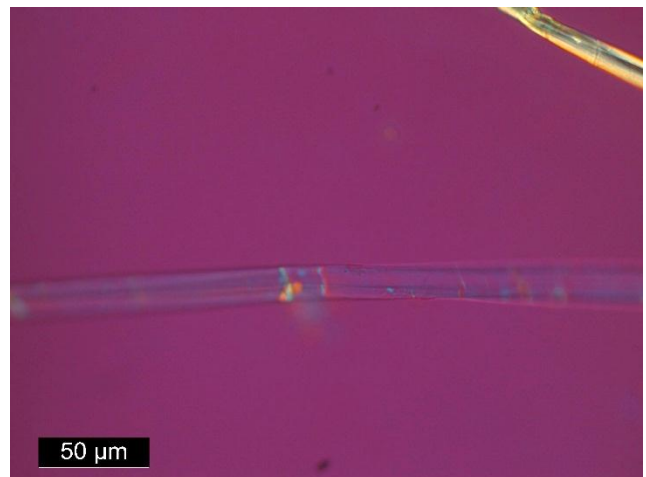
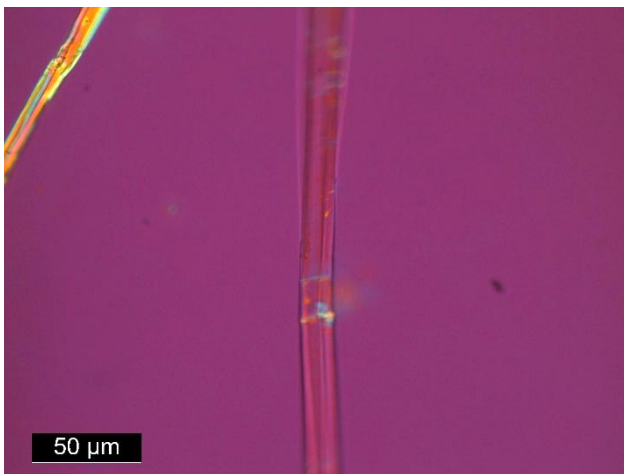
Tutkittaessa näyte asetetaan polarisaattorin ja analysaattorin väliin tarpeeksi isolla suurennoksella, itse käytin 400-kertaista. Polarisaattori ja analysaattori päästävät läpi vain yhdensuuntaista valoa, toinen vaakasuuntaan ja toinen pystysuuntaan. Tästä johtuen runkokuidut näkyvät kirkkaimmin ollessaan 45° kulmassa suhteessa kumpaankin. Ollessaan samansuuntaisesti joko analysaattorin tai polarisaattorin kanssa kuidut näkyvät lähes mustina. Herzogin testiä varten kuidusta etsitään kohta keskelle näkymää joko pysty tai vaakasuuntaan, ja tärkeää on, että tässä vaiheessa kuitu näkyy hyvin tummana. Mikroskooppiin asetetaan kokoallonpituuslevy joka tulee 45° kulmassa suhteessa analysaattoriin ja polarisaattoriin. Tällöin polarisoidussa valossa täysin tummana näkyvä tausta muuttuu magentanpunaiseksi ja tummana näkynyt kuitu muuttuu haaleasti joko kellertäväksi tai sinertäväksi. Kun kuitua kääntää pyöritettävän näytealustan avulla 90° se vaihtaa väriä sinisestä keltaiseen tai toisin päin. Tästä kuinka päin värit toistuvat saadaan selville kuidun kierteisyys. On tärkeää, että värin muutos tarkistetaan aina nk. varmalla näytteellä, sillä värinmuutoksen vaihtuminen riippuu siitä, kummassa, koillinen-lounas vai kaakko-luode, kulmassa kokoallonpituuslevy mikroskoopissa on.

Suoritin testaukset Aalto yliopiston Nanomikroskopian laitoksen Leica DM4500 polarisaatiomikroskoopilla jossa pidin kokoallonpituuslevyä aina koillinen-lounas-suuntaisesti. Tällöin s-kierteiset kuidut näkyvät vaakasuuntaan keltaisina ja pystysuuntaan sinisinä (kuvat 7 ja 8). Z-kierteiset kuidut näkyvät taas vaakasuuntaan sinisinä ja pystysuuntaan keltaisina (kuvat 9 ja 10). Värinmuutokset vastaavat Wülfertin (1999, 352) kuvaamia muutoksia, mutta ovat toisinpäin, sillä olen pitänyt kokoallonpituuslevyä toisessa asennossa. Wülfertin kuviin on merkitty nuolella aallonpituuslevyn kulma joka on juuri samassa asennossa kuin itselläni (koillinen-kaakko), mutta ilmeisesti tämä on tulkinnallinen kysymys, sillä tuloksena saadut värit ovat juuri päinvastaiset. Värinmuutokset saattavat olla hyvin heikkoja, joten on tärkeää, että samaa näytettä analysoidaan useammasta kohtaa tuloksen varmistamiseksi.

¹⁸ Kutsutaan kirjallisuudessa myös nimityksillä λ -levy, lambda-levy, first order retardation plate, full wave plate, red plate.



Kuvat 7. ja 8. S-kierteinen pellava.



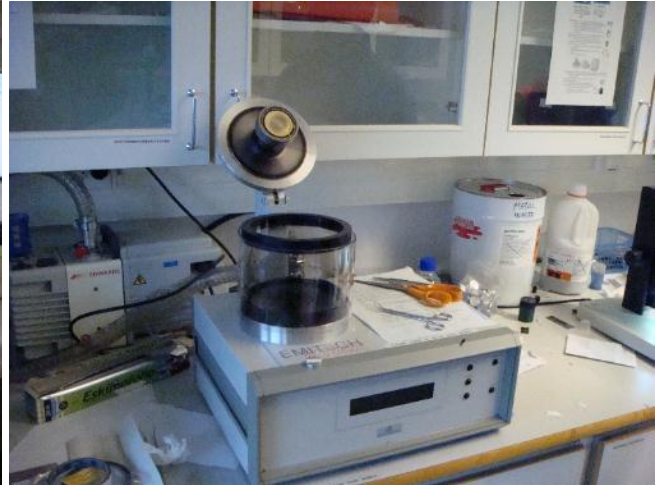
Kuvat 9. ja 10. Z-kierteinen hamppu.

6.2 SEM

SEM-kuvat on otettu arkeologi Krista Vajannon avustuksella Aalto yliopiston Nanomikroskopian keskuksessa. Kuituja on kuvattu niin pituussuuntaisesti kuin poikkileikkeinä. SEM jolla kuvat on otettu, on malliltaan JEOL JSM-7500FA (kuva 11). Kaikki näytteet on sputteroitu laitteella Emitech K100X (kuva 12), käyttäen kultapinnoitusta, yhden minuutin aikaa ja 25 mA virtaa. Tällä laitteella ja tällaisilla säädöillä saadaan aikaan noin 6–7 nm paksuinen kultakerros kuitujen pintaan. Laitteen standardisäädöillä virta on hieman korkeampi, 30 mA jolla saadaan aikaan noin 9 nm kerros. Näin paksu pinnoitus kuitenkin peittää runkokuitujen hienovaraiset pintarakenteet alleen, joten kokeilujen kautta päädyin ohuempaan pinnoitukseen.



kuva 11. JEOL JSM-7500F.



Kuva 12. Sputterointilaite Emitech K100X.

7 Tutkitut materiaalit

7.1 Referenssinäytteet

Tutkimusta varten olen kerännyt suhteellisen kattavan näyteotannon nykypäivän kuituista referenssinäytteiksi. Olen valinnut näytteiksi nokkosta, pellavaa, hamppua, ramia sekä alloa. Nokkoskuidut olen kerännyt ja muokannut itse kesällä 2013. Pellavanäytteet sain Raijan Aitan kautta kun kyselin näytteitä kotimaisesta pellavasta. Etsin pitkään kotimaista kuituhamppunäytettä tuloksetta, joten sitä korvaamassa on muita käsiini saamia näytteitä. Raminäytteistä toinen on suoraan kasvista ja toinen teollisesti prosessoitua kuitua.

Tiedot näytteistä:

Nokkonen PL1: Kerätty Puolangalta 6/2013. Irrotin kuoririhmat varsista tuoreena ja kuivasin ne sen jälkeen. Keitin rihmat soodaliemessä jonka suhde oli 1,5 dl soodaa/10 l vettä, noin 20–30 minuutin ajan. Ohjeessa suositellaan keittämään 10–20 minuuttia (Kokkola 2012, 11). Muokkasin kuituja vanhoilla villakarstoilla ja sen vuoksi näytteen joukkoon on joutunut myös villakuituja.

Epäilen, että keitin kuituja liian kauan, sillä vaikuttaa siltä, että rakenne on hajonnut liikaa ja yksittäiset kuidutkin katkeilevat ja ovat haperon oloisia.

Nokkonen PM1: Kerätty Puumalasta 7/2012. Korret kuivasin kokonaisina. Kuoririhmat irrotin kuivista korsista. Kuituja on muokattu kissoille tarkoitetun kamman ja karstan avulla. Kuidut ovat suurempia ja kiiltävämpiä kuin soodassa keitetyt.

Pellava N1: Ostettu Raijan Aitasta. Kuidut ovat hopeanharmaasta sormauksesta jonka kuidut ovat melko hienoja. Mukana tiedot: ”Tämä on Norholmin tilalla Närpiössä viljelty luomupellava, nurmiliotettu. Konehäkilöity. Ehkä 1990-luvulla. Myi silloin myös Almedahlsin kehräämölle Maalahteen materiaalia. ”

Pellava V1: Ostettu Raijan Aitasta. Kuidut ovat vaalean keltaisesta sormauksesta jossa on vielä hieman päistäreitä mukana. Mukana tiedot: ”Tämä on Liukkonen, Ristiina. Kotitarveviljelty vanha pellava joka luonnonvedessä liotettu. Tullut meille 2013 perikunnan kautta. Viljelty jo vuosikymmeniä sitten.”

Hamppu H1: Ostettu englantilaiselta House of Hempiltä. Olen purkanut kuidut yksisäikeisestä langasta. Valmistaja ei osannut kertoa tarkemmin kasvien kasvupaikkaa, mutta kuidut ovat Euroopassa kasvaneista hampuista. Kehruun apuaineena on käytetty perunajauhoa. Lanka on hienoa ja tasalaatuista.

Hamppu H2: Olen saanut näytteen tekstiiliarkeologi Krista Vajannolta. Nykyaikainen kuitu. Näytemateriaalia hienokuituisesta hampusta. Kasvumaa tuntematon.

Hamppu H3: Olen saanut näytteen tekstiiliarkeologi Krista Vajannolta. Hänelle kuidut on lahjoittanut Cheryl Kolander jonka antamien tietojen mukaan kuidut ovat ”finest soft hemp, enzyme retted in China from fibre grown in India pre-1984”.

Hamppu Nepal1: Ostettu Fiinaneuleesta, AmmaCraftin valmistuttama Nepalissa. Olen purkanut yksisäikeisestä konekehrätystä langasta. Lanka on karkeaa ja epätasalaatuista.

Rami1: Ostettu Wingham Woolsilta Englannista kehruu kuituna. Kuidut ovat valkoisia ja kiiltäviä, pitkälle prosessoituja. Ilmeisesti alun perin Kiinasta.

Rami2: Kasvitieteellisessä puutarhassa kasvaneesta kasvista. Liotin kuivaa vartta noin 30 minuuttia kuumassa vedessä. Kuoririhmojen irrottaminen oli mahdotonta ilman liotusta. Muokkasin kuidut käsin kiertämällä ja kynsien avulla.

Allo1: Olen purkanut kuidut Ritu Kokkoselta saadusta allokankaasta joka on Värjärikillan kurssin yhteydessä värjätty sinipuulla. Kangas on Sirinä Designin maahantuoma Nepalista.

7.2 Museoviraston tekstiilit

Kansallismuseon suomalais-ugrialaisten kokoelmien intendentti Ildikó Lehtinen keräsi ystävällisesti pyynnöstäni kokoelmista otannan tekstiilejä joita hän itse epäili mahdollisesti valmistetun nokkoskuidusta. Sain tutkittavakseni yhteensä 12 esinettä, yhdeksän suomalaisugrilaisista kokoelmista ja kolme historian kokoelmista¹⁹. Useampikin tekstiileistä on ollut tutkimuksen kohteina aiemmin. Riitta Pylkkänen (1970) on tutkinut esiliinaa H5633:10 kirjassaan *Barokin pukumuoti Suomessa 1620–1720*. Mansien uhriliina ja uhriliinojen teelmät (SU4518:125–129) ovat olleet Tyyni Vahterin tutkimuksen kohteena jonka tulokset on julkaistu kirjassa *Obinugrialaisten kansojen koristekuosit* (1953). Muiden otannan esineiden valmistusmateriaalia ei ole aiemmin yritetty määrittää.

Vahter on käyttänyt mikroskooppimenetelmiä yhdessä laborantti J. Salon kanssa määrittääkseen oman aineistonsa materiaaleja. Hän on tullut siihen tulokseen, että aineistostaan vain kaksi tekstiiliä oli valmistettu nokkoskuidusta ja näistä toinen on omastakin aineistostani löytyvä uhriliinan teelmä SU4518:126.

Vahter (1953, 2) on perehtynyt syvällisesti obinugrialaisten kansojen nokkoskuidun käyttöperinteeseen ja uhriliinoihin liittyviin traditioihin. Hän osaa kertoa, että mansit ovat käyttäneet nurmiliotusmenetelmää jo 1700-luvulla ja kuitujen irrottamiseen on käytetty huhmareita, lutia ja nuijia. Nokkoskuitua on kankaan lisäksi käytetty myös ompelulangoissa poron- ja hirvenjännelankojen ohella.

Uhriliinoja, joita Vahter nimittää kirjoliinoiksi, on ilmeisesti aiemmin käytetty naisten pukineina pääliinoina. Kun pukeutumistraditiot ovat muuttuneet ja päässä käytettävät liinat ovat tulleet vanhanaikaisiksi, niitä on ryhdytty käyttämään uhriesineinä. Esineiden keräämisen aikaan niitä on ripustettu uhriaittoihin jumalille lahjoiksi ja niillä on ollut merkittävä rooli karhun peijaisissa. (Vahter 1953, 53, 57.) Vahterin mukaan Kannistolle, joka on liinat kerännyt, on selitetty, että liinoja on käytetty taikinapyttyjen peitteinä. Liinoista oli museolle tullessa putsattu taikinan näköistä sakkaa. Kannisto itse kuitenkin uskoi niitä käytetyn peitteenä olutastioille uhritilaisuuksissa. (Vahter 1953, 58.) Tämä epäily on luetteloitu jokaisen uhriliinan yhteyteen Musketti-tietokantaan.

¹⁹ Lyhenne H esinumeron edessä kertoo esineen olevan historian kokoelmista, SU suomalais-ugrilaisista kokoelmista.

Kuvasin esineet Kansallismuseon Konservointilaitoksella. Samalla kirjoitin niistä liitteenä 1 olevat esinekuvaukset, ja konservoinninlaitoksen henkilökunnan avustuksella sain otettua kustakin esineestä vähintään yhden näytteen analysoitavaksi. Lista näytteistä on koottu taulukkoon 3.

Taulukko 3. Kansallismuseon esineistä otetut näytteet (yhteensä 25 kpl).

	ESINE- NUMERO	ESINE	NÄYTTEENOTTOKOHTA				LISÄ- HUOMIOT
			NÄYTE A	NÄYTE B	NÄYTE C	NÄYTE D	
1.	H5633:10	esiliina	vaakasuuntainen lankajärjestelmä x2	pituussuuntainen lankajärjestelmä x2			reikien reunoista
2.	H65050:986	ikkunaverho, puoliverhoja 2 kpl	yläreunasta kpl:sta A	yläreunasta kpl:sta B			
3.	H70001:2	pöytäliina	lankajärjestelmä A	lankajärjestelmä B			päärmeen reunasta
4.	SU1870:49	nuotan pienoismalli	verkon päästä läheltä rimaa	keskeltä verkkoa			
5.	SU3904:573	jänistakka	nyörin päästä				
6.	SU4518:125	uhriliina	loimi	sininen kaitale			
7.	SU4518:126	uhriliinan teelmä	kude	loimi			
8.	SU4518:127	uhriliinan teelmä	kude	loimi?			
9.	SU4518:128	uhriliinan teelmä	kude	loimi			
10.	SU4518:129	uhriliinan teelmä	loimi	kude			
11.	SU4522:18	paidan yliset	oikea hiha, langanpäät keskeltä kangasta	vasen hiha, takaa, tumma	takakpl,alareuna	vasen hiha, etukpl, alareuna	
12.	SU4810:283	naisen paita	miehusta, hienompaa kangasta	helma, karkeampaa kangasta			langanpäitä kankaasta ja miehustan alasaumasta

8 Tutkimustulokset ja niiden tulkinta

Tässä kappaleessa esittelen ensin referenssinäytteistä eri analyysimenetelmillä saatua tietoa runkokuitujen mikroskooppisista ominaisuuksista jotka pohjautuvat lähdekirjallisuudesta omaksuttuun teoriapohjaan. Pyrin visuaalisen ja sanallisen kuvailun avulla esittämään niitä rakenneominaisuuksia millä nokkoskuitu voidaan tunnistaa.

Sen jälkeen esittelen liitteenä 3 olevan nokkoskuidun tunnistusoppaan joka pohjautuu referenssinäytteiden tutkimuksesta saatuun tietoon. Viimeisenä esittelen Museoviraston teksteistä otettujen näytteiden analysoinnista saamani tulokset.

8.1 Referenssinäytteet

Kuvasin kaikki referenssinäytteet pituussuuntaisina näytteinä suurennoksilla 100-, 200- ja 400-kertainen. Poikkileikkeet kuvasin kaikista eri kuitulajeista. Samoin Herzogin testin tein kaikille eri kuiduille. SEM-kuvauksen suoritin ainoastaan osalle näytteistä, erityisesti keskityin nokkoseen, pellavaan ja hamppuun. Yleiskatsauksen jälkeen en jatkanut SEM-kuvausta, koska huomasin, ettei sen avulla saanut tunnistamisen ja kuitujen toisistaan erottamisen kannalta merkittävää tietoa. Tuloksissa esittelen muutaman havaintojani tukevan kuvan kustakin tutkimuksen kohteena olleesta kuidusta, varsinainen kuvapankki löytyy liitteestä 2. Kuvat rami- ja allokuiduista löytyvät pelkästään sieltä.

8.1.1 Kuitujen pituussuuntainen rakenne

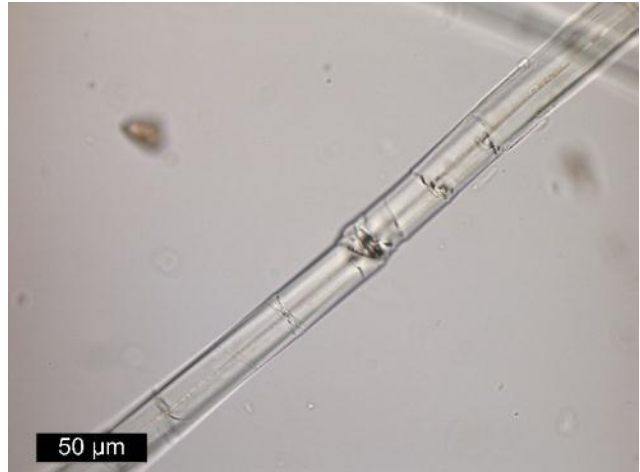
Pituussuuntaisesti havainnoitaessa dislokaatiot ja poikittaismerkit ovat ensisijaisessa merkityksessä. Dislokaatioiden muodot ja niiden aiheuttamien kulmien jyrkkyys vaihtelee kuitulajeittain. Samoin niiden esiintymisen tiheys vaihtelee. Poikittaismerkkien tiheys ja voimakkuus vaihtelee myös kuitulajeittain. Muita seikkoja mihin kiinnittää huomiota on kuitujen suoruus, pinnan tasaisuus ja mahdolliset litistymät ja epämuodostumat kuiduissa. Pellava ja hamppu ovat pituussuuntaisilta ominaisuuksiltaan hyvin lähellä toisiaan, ja ainakaan itse en pysty pelkän pituussuuntaisen visuaalisen havainnoinnin perusteella tekemään niihin eroa. Nokkonen taas on epäsäännöllisen olemuksensa ja hyvin tiheästi toistuvien poikittaismerkkien perusteella omanlaisensa, mutta tunnistamista ei voi tähän perustaa, sillä runkokuitujen yllä esitetyt mikroskooppiset ominaisuudet vaihtelevat kasvuolosuhteista riippuen. Rami, ainakin prosessoitu näyte, on olemukseltaan omanlaisensa, kun taas allo on hyvin nokkosen kaltainen.

8.1.1.1 Pellavan pitkittäisrakenne

Pellava on tunnusomaisesti pintarakenteelta sileä. Kuiduissa on dislokaatioita, mutta ne ovat harvassa. Poikittaismerkkejä on harvassa ja ne ovat selkeitä, toisinaan on hankala erottaa, onko kyseessä vain lievän kulman aiheuttava dislokaatio, vai voimakas poikittaismerkki. (Kuvat 13 ja 14).



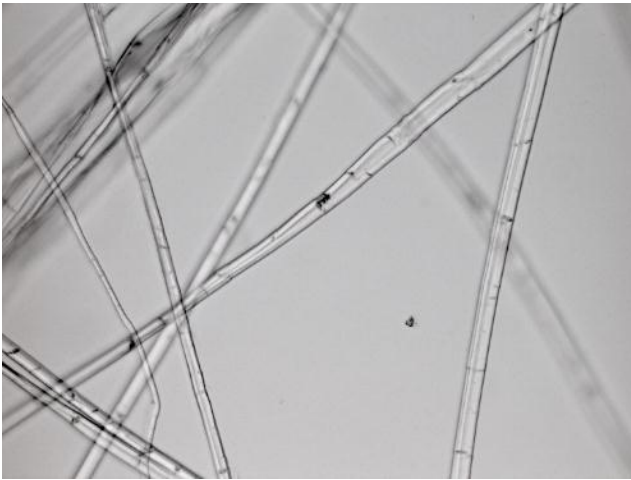
Kuva 13. Pellava N1, 100-kertainen suurennos.



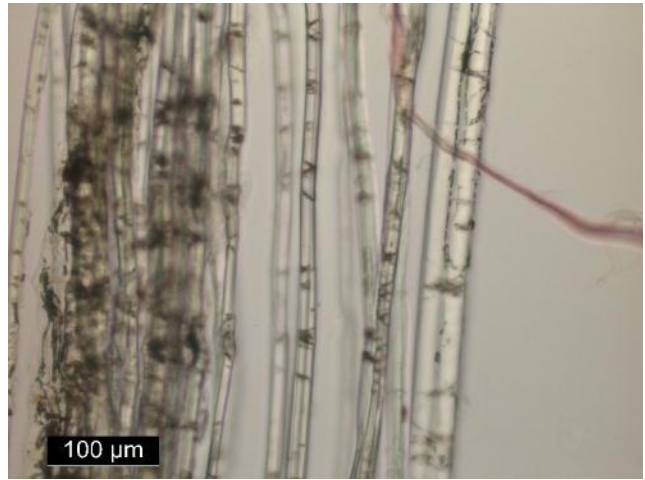
Kuva 14. Pellava N1, 400-kertainen suurennos.

8.1.1.2 Hampun pitkittäisrakenne

Hamppu on yleisolemukseltaan hyvin pellavan kaltainen, erot ovat näytekohtaiset. Koko keräämästäni kuvamateriaalista yleistäen, hamppu on olemukseltaan epätasaisempi ja rosoisempi kuin pellava, poikittaismerkkejä on tiheämmin ja kuiduissa on enemmän epäsäännönmukaisuuksia (kuvat 15 ja 16).



Kuva 15. Hamppu H2, 200-kertainen suurennos.



Kuva 16. Hamppu H3, 200-kertainen suurennos.

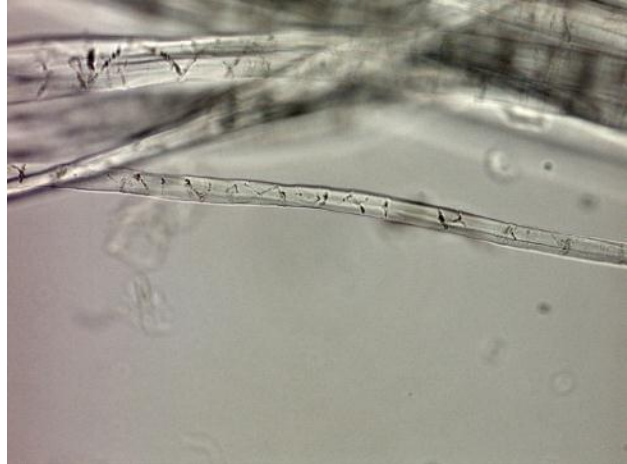
8.1.1.3 Nokkosen pitkittäisrakenne

Nokkoskuiduissa huomiota herättävin piirre on erittäin tiheään toistuvat poikittaismerkit (kuvat 17 ja 18). Kuidun pinta muistuttaa visuaalisesti koivunrunkoa tiheästi toistuvine raitoineen.

Dislokaatiot ovat hyvin voimakkaita, muistuttaen polvilumpiota. Kuidun kulma saattaa muuttua hyvinkin voimakkaasti. Kuidut ovat paksuudeltaan epätasaisia ja niissä on toisinaan havaittavissa litistymiä, joita esimerkiksi Karttila (2012, 24, 30) pitää yhtenä merkittävimmistä tunnistusominaisuuksista.



Kuva 17. Nokkonen PM1, 100-kertainen suurennos.

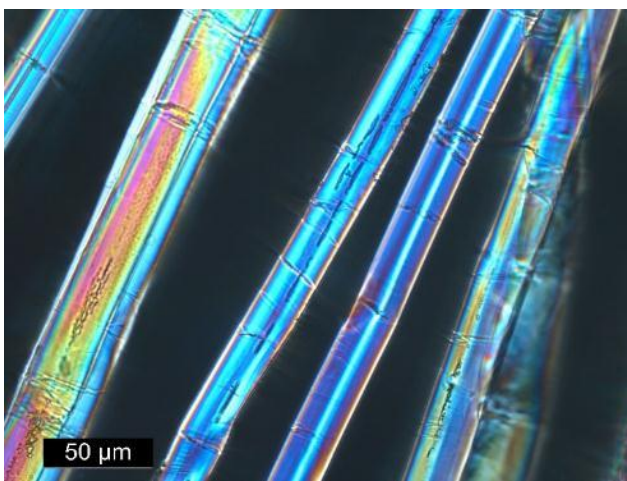


Kuva 18. Nokkonen PL1, 400-kertainen suurennos.

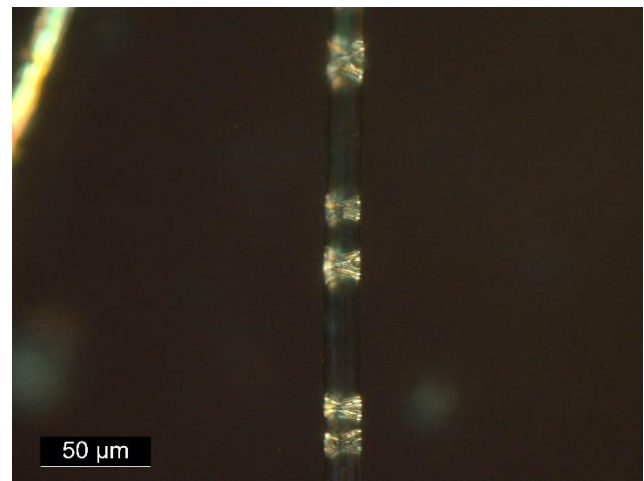
8.1.2 Runkokuitujen rakenne polarisoidussa valossa

Polarisoidussa valossa runkokuiduille ominaiset dislokaatiot ja poikittaismerkit korostuvat huomattavasti ja niiden havainnointi helpottuu (kuva 19). Samoin mahdolliset kiteet ja niiden muodot erottuvat helpommin, joskaan kuten jo aiemmin mainitsin, en niitä löytänyt kuin yhdestä referenssinäytteestä. Erityisen hyvin poikittaismerkit ovat nähtävissä kuidun ollessa pimeässä kulmassa, eli samansuuntaisesti analysaattorin tai polarisaattorin kanssa (kuva 20).

Polarisaatiomikroskooppi ei suoranaisesti tarjoa mahdollisuutta runkokuitujen tunnistamiseen, mutta helpottaa huomattavasti niiden visuaalisten ominaisuuksien tarkastelua.



Kuva 19. Hamppu H3, 400-kertainen suurennos polarisoidussa valossa.



Kuva 20. Pellava V1, 400-kertainen suurennos polarisoidussa valossa.

8.1.3 Kuitujen kierteisyys

Tulokset Herzogin testistä löytyvät kuvina kunkin Museoviraston tekstiilin yhteydestä liitteestä 1 sekä taulukosta 4. Varmistaakseni aiemmin käsittelemääni kierteisyysongelmaa, suoritin kierteisyystestin referenssikuiduille kotioloissa. Leikkasin kuiduista noin 25 mm pitkiä leikkeitä joita liotin kahden minuutin ajan, jonka jälkeen pitelin niitä pinseteillä kuumen hellanlevyn päällä. Suoritin kokeen kullekin kuitutyypille vähintään viisi kertaa. Päädyin kutakuinkin samantyyppisiin tuloksiin kuin Barber (1991, 16). Hänen mukaansa pellava, nokkonen ja rami kiertyvät kellonsuuntaisesti (s-kierre), kun taas hampun kiertyminen on epäselvää. Saamani tulokset on koottu taulukkoon 3.

Taulukko 3. kierteisyyskokeen tulokset.

Kuitu	kiertymissuunta²⁰
Pellava N1	myötä päivään
Pellava V1	kiertyi heikosti myötä päivään
Hamppu H3	ei kiertynyt, jos jotain oli havaittavissa niin myötä päivään
Nokkonen PM	voimakkaasti myötä päivään
Rami I	heikosti myötä päivään

Tämän perusteella en pitäisi kiertymiskoetta kovin luettavana tapana määrittää runkokuitujen orientaatiota.

8.1.4 Kuitujen poikkisuuntainen rakenne

Poikkisuuntaisesti havainnoitaessa merkittäviä tekijöitä joihin kiinnittää huomiota ovat kuitujen muoto, sekä ytimen koko ja muoto. Nämä kuitenkin vaihtelevat näytekohtaisesti, joten tunnistamista ei voi perustella yksinomaan poikkileikkeiden perusteella.

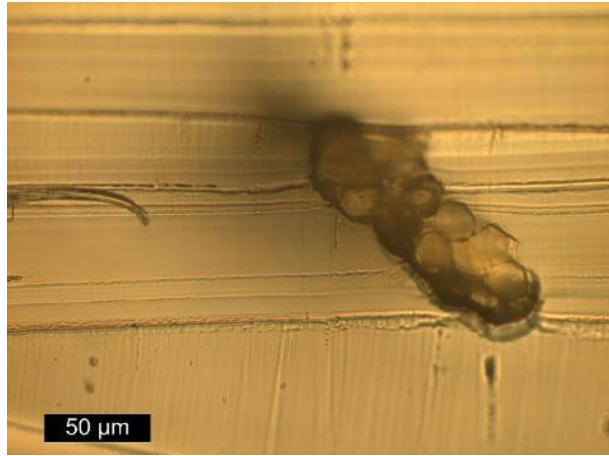
8.1.4.1 Pellavan poikkisuuntainen rakenne

Poikkileikkeet pellavakuiduista ovat selvästikin kulmikkaita, joskin kuitujen muoto vaihtelee. Ydin on selvästi havaittavissa, se on pieni, ja muodoltaan pyöreä. (Kuvat 21 ja 22).

²⁰ Kokeessa havainnoidaan kuidun pään liikkeitä jolloin hahmottaminen on helpompaa termeillä myötä ja vasta päivään, kuin merkinnöillä S ja Z.



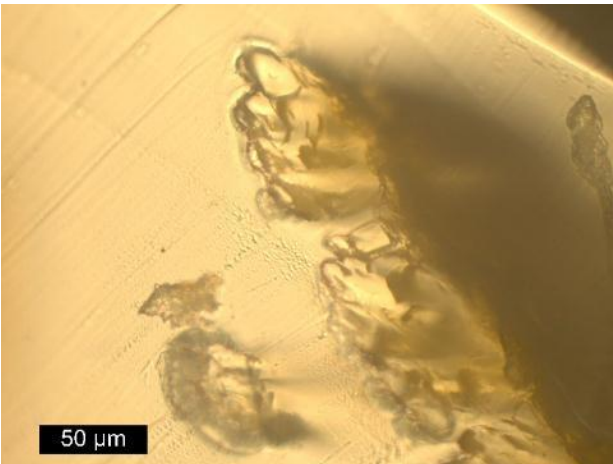
Kuva 21. Pellava V1, 400-kertainen suurennos poikkileikkeestä.



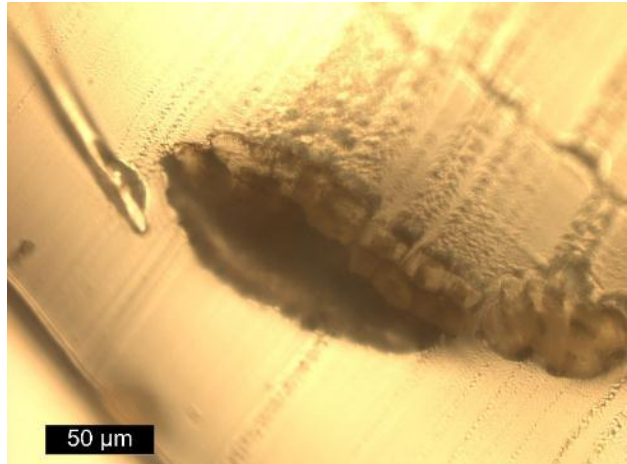
Kuva 22. Pellava N2, 400-kertainen suurennos poikkileikkeestä.

8.1.4.2 Hampun poikkisuuntainen rakenne

Hamppukuitujen muodot poikkileikkeissä ovat hyvin vaihtelevat ja epäsäännölliset. Muoto vaihtelee kulmikkaasta, pyöreään ja soikeaan. Ydin on selvästi pellavaa suurempi ja avonaisempi. (Kuvat 23 ja 24).



Kuva 23. Hamppu H3, 400-kertainen suurennos poikkileikkeestä.



Kuva 24. Hamppu H3, 400-kertainen suurennos poikkileikkeestä.

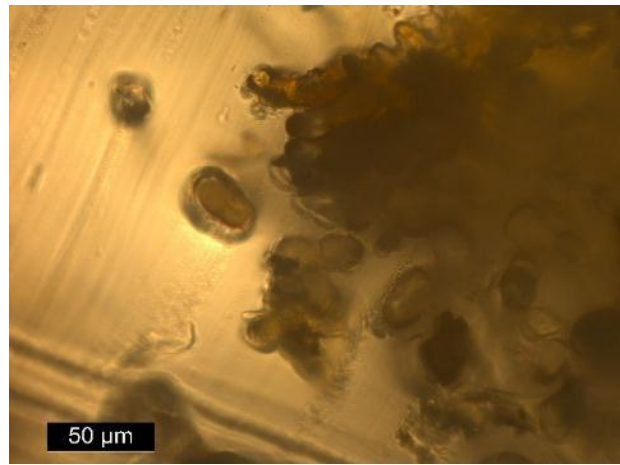
8.1.4.3 Nokkosen poikkisuuntainen rakenne

Nokkonen on poikkisuuntaisesti pellavaan ja hamppuun verrattuna omanlaisensa, ja tunnistamisen kannalta tämä on mielestäni erittäin tärkeä eron tekijä. Nokkoskuidut ovat muodoltaan soikeita,

ikään kuin munuaisen muotoisia (kuva 26). Ydin näkyy kuidun keskellä pitkänä litistyneenä viivana joka toisinaan säröilee eri suuntiin (kuva 25). Toisinaan hammppukuitu saattaa olla samankaltainen, mutta ytimen muoto tekee selkeän eron.



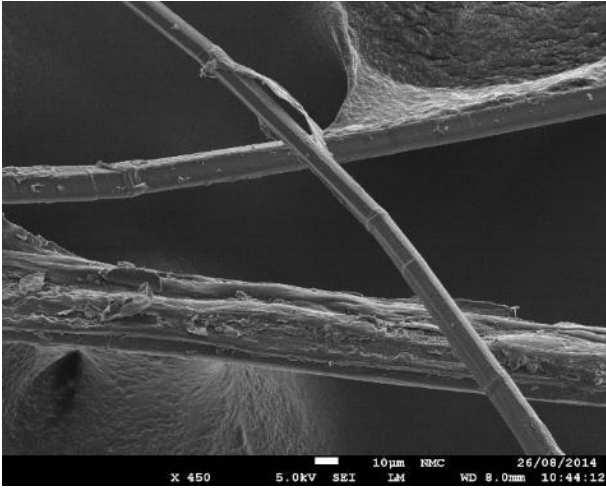
Kuva 25. Nokkonen PL1, 400-kertainen suurennos, poikkileike tehty reikälevymenetelmällä.



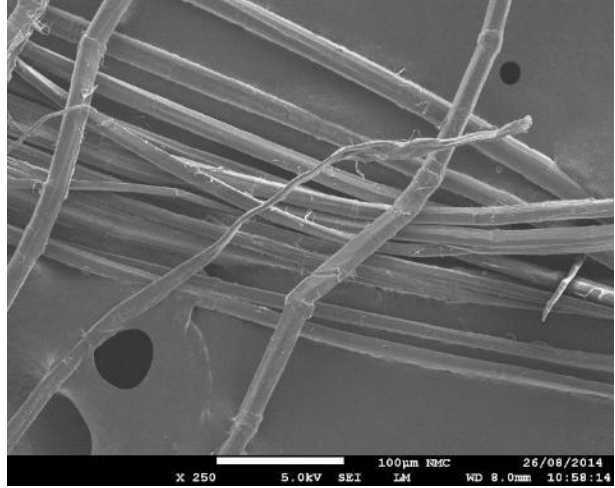
Kuva 26. Nokkonen PL1, 400-kertainen suurennos poikkileikkeestä.

8.1.5 SEM-kuvaus

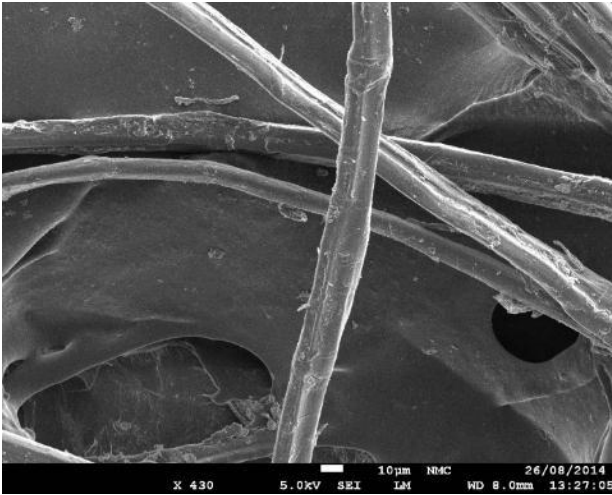
SEM-kuvista saadaan tarkkaa informaatiota kolmiulotteisina kuvina kuidun pinnasta ja sen rakenteesta. Runkokuitujen dislokaatiot ja poikittaismerkit näkyvät erittäin hyvin, mutta kuiduista saatavan informaatioarvon perusteella, analyysitapa soveltuu mielestäni paremmin esimerkiksi villakuiduille. Runkokuitujen tunnistamiseen menetelmä ei sovellu, sillä visuaalinen informaatio vastaa pituussuuntaista havainnointia läpivalaisumikroskoopilla. Kuten seuraavista kuvista (kuvat 27–29) huomaa, ei tunnistuksen kannalta merkittäviä eroja tule ilmi.



Kuva 27. Pellava V1, SEM-kuva.

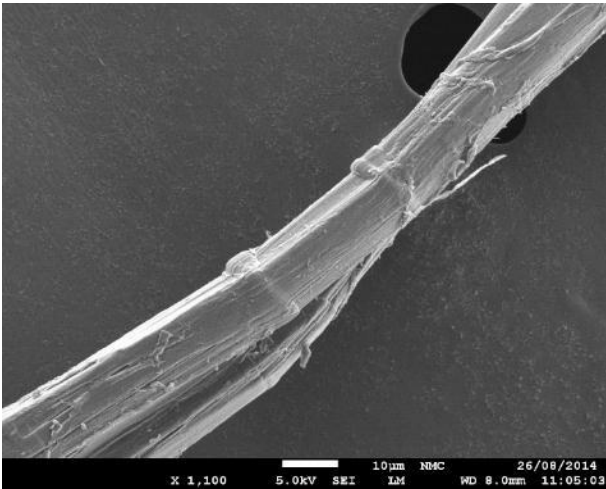


Kuva 28. Hamppu H2, SEM-kuva.

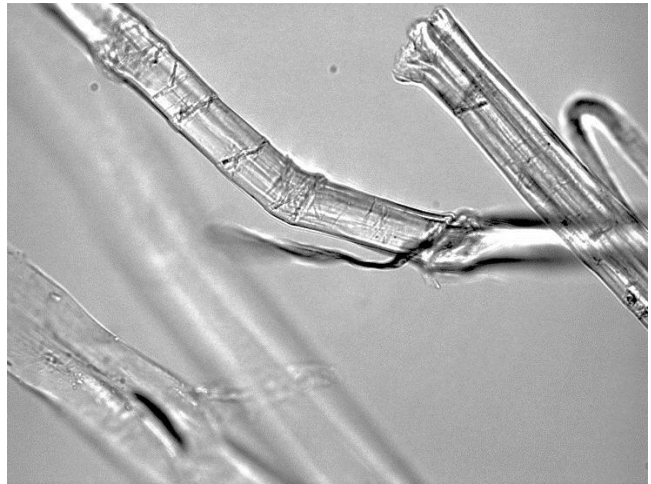


Kuva 29. Nokkonen PL1, SEM-kuva.

Tein mielenkiintoisen huomion kuvatessani kuituja SEMillä, sillä sen avulla saatavasta kolmiulotteisennäköisestä kuvasta kuidun pinnasta huomaa, että poikittaismerkinnät ovat itse asiassa ulkonemia kuidun pinnassa (vrt. kuvat 30 ja 31). Tämä tukee käsitystä siitä, että poikittaismerkinnät olisivat painaumia viereisistä soluista (Catling & Grayson 1982, 23), mutta itse asiassa näen, että ne olisivat solujen väleihin muodostuneita ulkonemia.

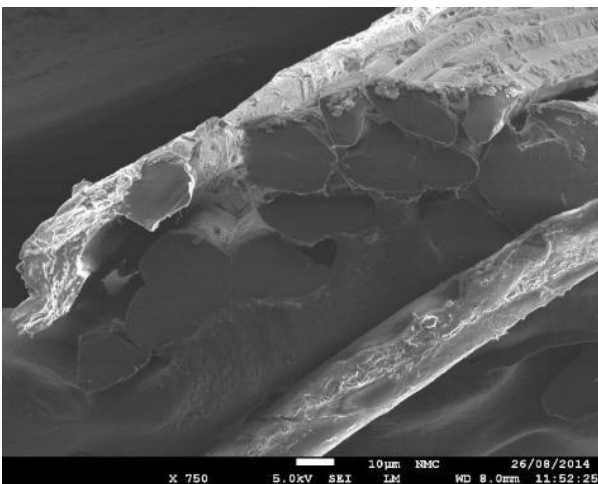


Kuva 30. SEM-kuva näytteestä Hamppu 1.

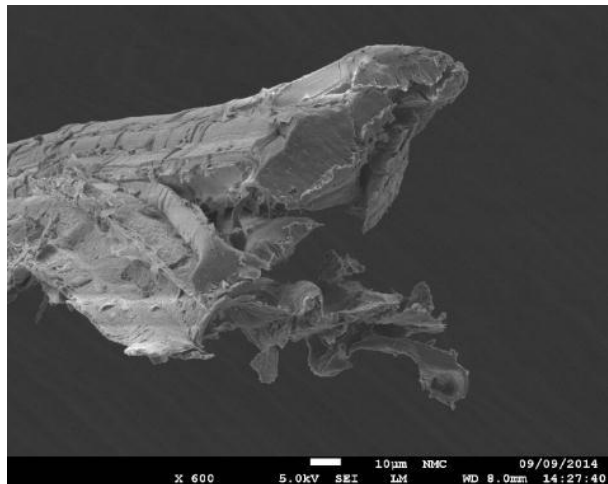


Kuva 31. Läpivalaisumikroskooppikuva näytteestä Hamppu Nepal.

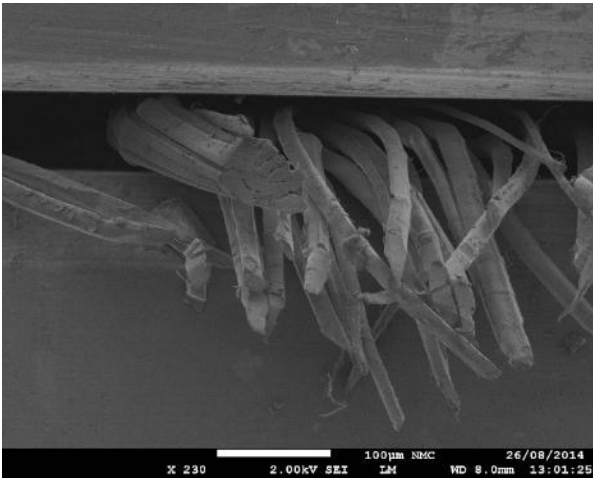
Kokeilimme useita vaihtoehtoisia alustoja ja leikkausmenetelmiä saadaksemme onnistuneita poikkileikekuvia, siinä kuitenkin onnistumatta tyydyttävällä tasolla. Teknisesti sen pitäisi olla mahdollista, sillä useissa kansainvälisissä julkaisuissa näkee erittäin onnistuneita SEMillä otettuja poikkileikekuvia. Joskaan menetelmiä niiden valmistukseen ei ole kerrottu. Erilaiset leikkausmenetelmät, kuten sakset tai partakoneenterä litistivät kuitujen päät tunnistuskelvottomiksi ja sputterointi tuntui peittävän kuitujen päiden ominaisuudet, kuten ytimen ja sen muodon, alleen (kuvat 32–35).



Kuva 32. Pellava V1, SEM-poikkileike.



Kuva 33. Pellava V1, SEM-poikkileike.



Kuva 34. Hamppu H1, SEM-poikkileike.



Kuva 35. Nokkonen PL1, SEM-poikkileike.

8.2 Nokkoskuidun tunnistusopas

Nokkoskuidun tunnistusopas löytyy liitteestä 3. Siihen on koottu tiivistetysti referenssikuituja tutkimalla saatu informaatio siitä, miten ja millä menetelmillä nokkoskuitu on tunnistettavissa pellavasta ja hampusta. Opas on tarkoitettu ensisijaisesti tekstiilitutkijoille ja konservaattoreille avuksi nokkoskuidun tunnistamiseen. Se toimii ikään kuin tiivistelmänä tutkielmassa olevista tiedoista. Se on pyritty kirjoittamaan helposti lähestyttävään muotoon, niin, että se olisi hyödynnettävissä todellisissa tutkimustilanteissa.

8.3 Museoviraston näytteet

Museoviraston näytteet on analysoitu referenssinäytteiden tutkimisen kautta saadun informaation pohjalta. Oheiseen taulukkoon 4 on listattu havainnot ja tulokset pituus- ja poikkisuuntaisesta havainnoinnista sekä Herzogin testistä. Kaikki tulokset eivät ole näytekohtaisesti yhdenmukaisia, joten muutaman näytteen osalta kuitulajin tunnistaminen ei ole varmaa, sillä orientaatio ja poikittaissuuntaiset päätelmät ovat ristiriidassa.

Taulukko 4. Museoviraston näyttöiden tulokset.

	NÄYTENUMERO	ESINE	PITUUSSUUN- TAINEN PÄÄTELMÄ	HUOMIOT	HERZO- GIN TESTI	POIKITTAIS- SUUNTAI- NEN PÄÄTELMÄ	HUOMIOT
1.	H5633:10a	esiliina	runkokuitu	näyte todella pieni	s	nokkonen	kuidut soikeita. ydin litistynyt.
1.	H5633:10b		puuvilla? / joukossa runkokuituja (nokkonen?)	vaurioitunut, POL tiheitä poikittais- merkkejä	s	nokkonen	kuidut pyöreän soikeita, ydin litistynyt, vaikea tulkita
2.	H65050:986a	ikkuna- verhot	puuvilla	-	-	-	-
2.	H65050:986b		puuvilla	-	-	-	-
3.	H70001:2a	pöytäliina	puuvilla	-	-	-	-
3.	H70001:2b		puuvilla	-	-	-	-
4.	SU1870:49a	nuotan pienois- malli	runkokuitu	Vähän dislokaatioita, poikittaismerkit harvassa. Suorahkot kuidut	s	pellava	kuidut monikulmaisia pyöreitä, pieni ydin
4.	SU1870:49b		nokkonen?	osittain degeneroitunut, paljon poikittais- merkkejä, vähän dislokaatioita	s	nokkonen	kuidut soikeita ja ytimet litistyneitä.
5.	SU3904:573a	jänistakka	runkokuitu	todella vaurioitunut. 400x näkee poikittais- merkkejä ja dislokaatioita. Litistymiä.	s	nokkonen	soikeita ja pyöreähköjä kuituja joissa litistynyt ydin
6.	SU4518:125a	uhriliina	runkokuitu	litistymiä, voimakkaita dislokaatioita. POL kierrettä vaikea määrittää.	z	nokkonen	kuidut soikeita ja ytimet pitkiä ja litistyneitä
	SU4518:125b		puuvilla	heikot ominaispiirteet. poikittais- merkkejä, ei dislokaatioita. POL ei kahtaistaitteinen.	-	-	-
7.	SU4518:126a	uhriliinan teelmä	runkokuitu	vaurioitunut. kuidut suoria, poikittaismerkit harvassa.	z	pellava? / hamppu?	todella vaurioitunut, näytteestä vaikea löytää mitään.

	SU4518:126b		runkokuitu/ nokkonen?	vaurioitunut, kuidut purkautuneita. litistymiä, ei selkeitä dislokaatioita. 400x tiheät poikittaismerkit	s	nokkonen	kuidut soikeita ja ytimet litteitä.
8.	SU4518:127a	uhriliinan teelmä	nokkonen?	vaurioitunut, täynnä pieniä poikittais- merkkejä, litistymiä.	s	nokkonen	kuidut soikeita ja ytimet litistyneitä.
	SU4518:127b		runkokuitu	poikittaismerkit harvassa.	z	nokkonen	Kuidut ovat soikeita ja ytimet pitkiä ja litistyneitä
9.	SU4518:128a	uhriliinan teelmä	nokkonen?	voimakkaita dislokaatioita, tiheät poikittaismerkit	s	nokkonen	yksi pyöreä kuitu ja useampi munuainen litistyneellä ytimellä
	SU4518:128b		runkokuitu	tiheät pullistuneet poikittaismerkit	s	nokkonen	selkeät soikeat kuidut joissa litistynyt ydin
10.	SU4518:129a	uhriliinan teelmä	nokkonen?	degeneroitunut. POL näyttää hyvin tiheitä poikittais- merkkejä.	s	nokkonen	näytteessä paljon muuta kasviainesta. soikeat kuidut, litistynyt ydin
	SU4518:129b		nokkonen?	hyvin tiheät poikittaismerkit	s	nokkonen	1.kuvassa pyöreähköjä kuituja, muut selkeästi soikeita joissa litistynyt ydin
11.	SU4522:18a	paidan yliset	runkokuitu/ nokkonen?	hyvin pullistuneet poikittaismerkit, kuidut epätasaisia ja epäsuoria	s	joku ihan muu kuitu? / nokkonen?	kuidut soikeita, ydin litteähkö / pitkulainen avoin
	SU4522:18b		runkokuitu	poikittaismerkit pullistuneita	s	joku ihan muu kuitu? /nokkonen?	kuidut soikeita, ytimet pitkiä, mutta avonaisia
	SU4522:18c		nokkonen?	pullistuneet, tiheät poikittaismerkit.	s	nokkonen	kuidut munuaisen muotoisia. ytimet litistyneitä.

	SU4522:18d		runkokuitu	todella paksuja tiheitä poikittaismerkkejä, kuin helminauha; dislokaatioita ja litistymiä	s	pellava?/ nokkonen?	vaikea saada mitään selkeää kuvaa, hyvin pieni näyte, kulmikkaita ja soikeita kuituja
12.	SU4810:283a	naisen paita	runkokuitu/ nokkonen?	pahasti vaurioitunut, kuidut lähteneet purkaantumaaan, päät hapsottaa; paljon dislokaatioita; POL tiheät poikittaismerkit.	s	nokkonen	selkeitä soikeita kuituja joissa litistynyt ydin
	SU4810:283b		runkokuitu	poikittaismerkit melko harvassa; vaurioitunut? POL antoi epävarmoja tuloksia.	s	nokkonen ja pellava?	kuidut enimmäkseen soikeita ja ydin pitkä, osa kuiduista näyttää pyöreähköiltä joissa on pieni ydin

Tutkituista näytteistä yksi (SU4518:126a) oli hamppua. Joskin pienellä varauksella, koska poikkileikkeen havainnoinnista en saanut varmoja tuloksia. Nuotan pienoismallin näytteistä toinen (SU1870:49a) oli pellavaa. Kaksi näytteistä jäi vaille varmaa tunnistusta, sillä Herzogin testi ja poikkisuuntainen havainnointi antoivat ristiriitaisia tuloksia (SU4518:125a ja SU4518:127b). Molemmissa Herzogin testi antoi tulokseksi z-kierteisyyden, eli kuitu olisi hamppua. Poikkileikkeet taas olivat selkeästi tunnistettavissa nokkoseksi. Paidan yliset (SU4522:18a-d) saattavat olla materiaaliltaan nokkosen (*Urtica dioica*) sijaan joitain sen sukulaiskasvia, sillä dislokaatiot olivat poikkeuksellisen pullistuneita ja ytimet avonaisia. Poikkileikkeiden perusteella naisen paidan näytteessä b (SU4810:283b) saattaa olla sekä pellavaa että nokkosta. Tämän perusteella pystyin varmasti tunnistamaan 16 näytettä nokkoseksi 25:stä.

9 Johtopäätökset

Referenssinäytteiden analysoinnin kautta olen mielestäni pystynyt osoittamaan nokkoskuidulle tyypilliset rakenneominaisuudet. Olen löytänyt sellaiset mikroskopiamenetelmät joiden avulla nämä rakenteelliset tekijät joita tunnistamiseen tarvitaan, on mahdollista havainnoida, myös analysoitaessa hyvin pieniä näytekojoja. Tunnistamisen kannalta keskeisiä tekijöitä ovat runkokuitujen kierteisyys, sekä kuidun ja ytimen muoto poikkileikkeissä. Menetelmät, joilla näitä ominaisuuksia voidaan analysoida, ovat pituus- ja poikkisuuntainen havainnointi, polarisoidun valon hyödyntäminen havainnoinnissa, sekä polarisaatiomikroskoopilla tehtävä Herzogin testi.

Kehittämäni nokkoskuidun tunnistusopas ja sen menetelmäpaletti ovat toimivia ratkaisuja joiden avulla olen pystynyt tunnistamaan Museoviraston tekstiilien valmistusmateriaalit. Tyyni Vahterin (1953) tutkimusten mukaan vain uhriliinan teelmä SU4518:126 olisi ollut nokkoskuidusta valmistettu. Hänen tutkimuksissaan oli mukana otannastani mansien uhriliina ja uhriliinan teelmät (SU4518:125–129). Hänen omassa lähteessään, Tobolskin museon oppaassa, oli kerrottu kuinka yleensä kirjontakankaana käytettiin nokkosta ja harvemmin pellavaa tai hamppua. Vahter kuitenkin epäili tätä, koska tekstiilejä ei ollut tutkittu mikroskoopilla. (Vahter 1953, 3). Omalla tutkimuksellani pystyn osoittamaan Vahterin epäilyt vääriksi, suurin osa uhriliinoiden teelmien näytteistä oli nokkosta. Tästä voi tehdä päätelmän, että kansatieteellisiä museotekstiilejä olisi syytä tutkia laajemmassa mittakaavassa, sillä mitä ilmeisimmin runkokuitujen osalta materiaalin tunnistus on tehty heikoin perustein.

10 Luotettavuus

Metsämuurosen (2011, 74) mukaan tutkimuksen luotettavuutta arvioidaan kahdella tasolla – reliabiliteetin, eli toistettavuuden ja validiteetin kriteereillä. Ihmistieteiden validiteetin määritelmät eivät ole suoraan sovellettavissa materiaalitutkimukseen, mutta kysyttäessä mitataanko tässä tutkimuksessa sitä mitä on ollut tarkoitus mitata, on vastaus mielestäni selkeä kyllä. Toistettavuus on se seikka johon pyrkimiseen koko tutkimus pohjaa. Olen yrittänyt löytää sellaiset menetelmät joiden toistettavuus olisi luotettavaa, ja joiden avulla nokkoskuidun tunnistaminen on mahdollista.

Jaana Riikonen (2011, 203–204) listaa artikkelissaan *White Linen – cloth of luxury* 69 runkokuituista tekstiililöytöä Kansallismuseon kokoelmista joista kahta epäillään nokkoskuituisiksi. Valitettavasti vanhemmassa arkeologisessa kirjallisuudessa ei ole ollut tapana avata tai dokumentoida analyysimenetelmiä, joten jää arvailun varaan millä keinoin johtopäätöksiin on päästy ja kuinka luotettavina tietoja voi pitää. Mikroskooppimenetelmät pohjautuvat visuaaliseen havainnointiin, jossa on toki aina tulkinnan mahdollisuus. Tutkielmaani liitetyn runsaan kuvamateriaalin avulla olen pyrkinyt avaamaan ja perustelemaan omia päätelmiäni. Samoin raportoimalla mahdollisimman tarkkaan tutkimusmenetelmät, näytteiden valmistusmenetelmät ja tutkitut kuidut olen pyrkinyt avoimuuteen tutkimuksen teossa. Samalla tämä mahdollistaa tarvittaessa tutkimuksen toistettavuuden todellisuudessa. Sekä menetelmät, että visuaalisen havainnoinnin tulokset pohjaavat tutkimuskirjallisuuteen ja ovat näiden kanssa tuloksiltaan samansuuntaiset.

Tutkimusta tehtäessä, menetelmästä riippumatta, havainnointia on suoritettu aikarajojen puitteissa mahdollisimman monesta kohtaa näytettä. Kuviin on pyritty valitsemaan kustakin näytteestä informatiivisia kohtia. Museoviraston kansatieteellisten näytteiden kohdalla analysointi on tehty ”sokkona”, pelkkien koodausten perusteella, tietämättä mistä varsinaisesta tekstiilistä on kyse. Tällä olen pyrkinyt välttämään omien ennako-odotusten siirtymistä tuloksiin.

Tutkimuksen osa-alue, jonka luotettavuutta voidaan mielestäni kyseenalaistaa, on polarisoidussa valossa suoritettava Herzogin testi. Tämä on se analyysimenetelmä jolla voidaan määrittää runkokuitujen kierteen suunta. Menetelmä oli hankalasti hahmotettavissa, ja vasta useiden väärinkäsitysten jälkeen sain sen toimimaan toivotulla tavalla. Tulosten havainnointi oli hyvin subjektiivista ja perustui hyvin vähäisten värinmuutosten tulkitsemiseen. Täysin luotettavien tulosten saaminen olisi vaatinut lukemattomia toistoja, ja silti virhemarginaali olisi ollut olemassa. Menetelmän käyttö vaati suurta tarkkuutta, sillä värinmuutosta tulkittaessa kuidun oli oltava ehdottomasti täysin vaaka- tai pystysuunnassa. Pienikin muutos kulmassa saattoi vaihtaa värin

päinvastaiseksi. Menetelmää esittelevän artikkelinsa lopussa Haugan ja Holst (2013, 167) myöntävät, ettei Herzogin testi ole suinkaan aukoton ja virhetulokset ovat mahdollisia, samasta varoittelee myös Goodway (1987, 37). Fibrillien rientaation määrittäminen on kuitenkin runkokuitujen tunnistamisen kannalta erittäin oleellista, ja verrattuna kierteisyyskokeeseen jonka tuloksia en pidä mitenkään luotettavina, tarjoaa Herzogin testi useilla toistoilla nykykirjallisuutta vastaavia tuloksia runkokuitujen kierteistä.

11 Pohdintaa

Karttilan (2012) tutkiman Birgitan kalotin ja Museoviraston esiliinan (H5633:10) perusteella voi päätellä, että nokkosesta on ollut mahdollista ja onkin valmistettu erittäin hienoja kankaita keskiajalta ainakin 1700-luvun alkuun. Esineistä ei voi tietää, onko kankaat valmistettu Suomessa, vai ovatko ne muualta tuotuja. Joka tapauksessa nokkoskuidun muokkausmenetelmät ovat täytyneet olla hiottu äärimmilleen ja tekninen taitotaso on täytynyt olla korkea. Todennäköisesti nokkoskankaita on valmistettu enemmänkin ja nokkonen on ollut nykyistä tekstiilihistorian käsitystä merkittävämpi tekstiilikuitu eikä vain pellavan ja hampun rinnalla kulkeva kuriositeetti. On mahdollista, että nokkoskuidun olemassaolo museonäytteitä analysoitaessa on painunut unholaan, koska kuitujen tunnistusmenetelmät eivät ole olleet riittävän pitkälle kehittyneitä.

Suuri osa lähdekirjallisuudesta oli melko iäkästä, ja kuitujen tunnistusmenetelmät näyttävät kehittyvän hitaasti. Monet yksinkertaiset menetelmät ovat vanhanaikaisia ja niistä saatavat tulokset ovat epäluotettavia. Kuten jo teoriaosuudessa tuli ilmi, on tekstiilien tunnistamiseen käytettävien laitteistojen saatavuus heikkoa. Samoin uudempia tai harvinaisempia menetelmiä ei tunneta eikä niiden käyttöön ole mahdollista saada opetusta. Useimmat kirjallisuudesta löytämäni ja käyttämäni menetelmät olivat sellaisia, että jouduin opettelemaan niiden käytön itse kokeilemalla, erehdysten kautta. Suomessa ei ole keskitettyä tahoja, jossa materiaalitutkimus ja kulttuurihistoriallisten tekstiilien tutkimus moderneilla laitteistoilla olisi mahdollista, opiskelusta puhumattakaan. Teknisillä aloilla on paljon modernia laitteistoa jonka soveltavaa käyttöä kuitujen tutkimiseen olisi syytä tutkia, testata ja kokeilla.

Lähdekirjallisuuden pohjalta voidaan todeta, että nokkonen on ollut, ainakin jossain määrin kulttuurihistoriallisesti merkittävä tekstiilikuitukasvi. Laajemmalla kansatieteellisten tekstiilien tutkimuksella ja materiaalien uudelleen määrittämisellä sen merkitys saattaisi kasvaa huomattavasti. Myös mahdollisuudet tulevaisuuden tekstiilikuituna ovat olemassa. Nokkoskuidun muokkausmenetelmiä on kehitetty läpi koko teollisen ajan, ja uskoisin olevan vain ajan kysymys, koska läpimurto saavutetaan. Nokkonen edustaa monimuotoisilla käyttötavoillaan kasvityyppiä jota kestävä kehityksen mukainen viljelyalan käyttö kipeästi kaipaisi.

12 Kiitokset

Tutkielmani tekeminen ei olisi ollut mahdollista ilman seuraavien tahojen apua ja yhteistyötä.

Tuhannet kiitokset kaikille teille!

Suomen Kulttuurirahasto: Apuraha Taru, Ilmari ja Pentti Mannisen rahastosta.

Aalto yliopiston Nanomikroskopiakeskus. Kaikki mikroskopiakuvat on kuvattu Aalto Yliopiston Nanomikroskopiakeskuksessa. This work made use of Aalto University Nanomicroscopy Center (Aalto-NMC) facilities.

Metropolian tekstiilikonservoinnin laboratorio ja henkilökunta.

Kansallismuseon konservointilaitoksen henkilökunta.

Kulttuurien museon suomalais-ugrialaisten kokoelmien intendentti Ildikó Lehtinen.

Tekstiiliarkeologi Krista Vajanto.

Lähteet

- Andresen, T. S. & Karg, S. 2011. Retting pits for textile fibre plants at Danish prehistoric sites dated between 800 b.c. and a.d. 1050. *Vegetation History and Archaeobotany*, 20, 517–526.
- Barber, E. J. W. 1991: *Prehistoric textiles - the development of cloth in the Neolithic and Bronze Ages with special reference to the Aegean*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Bergfjord, C. & Holst, B. 2010. A procedure for identifying textile bast fibres using microscopy: Flax, nettle/ramie, hemp and jute. *Ultramicroscopy* 110, 1192–1197.
- Bergfjord, C., Mannering, U., Frei, K.M., Gleba, M., Scharff, A.B., Skals, I., Heinemeier, J., Nosch, M.-L. & Holst, B. 2012. Nettle as a distinct Bronze Age textile plant. *Scientific Reports*, 2:664, 1–4. doi 10.1038/srep00664.
- Carr, D., Cruthers, N., Smith, C. & Myers, T. 2008: Identification of selected vegetable fibres. *Reviews in Conservation*, 9, 75–87.
- Catling, D. & Grayson, J. 1982. *Identification of vegetable fibres*. London: Chapman and Hall.
- Dunsmore, S. 1993. *Nepalese textiles*. London: British Museum Press.
- Geijer, A. 1979. *A History of textile art – a selective account*. London: Sotheby Parke Bernet.
- Goodway, M 1987. Fibre Identification in Practice. *Journal of the American Institute for Conservation*, vol 26/1, 27–44.
- Greaves, P. H. & Saville, B. P. 1995. *Microscopy of textile fibres*. Microscopy handbooks 32. Oxford: Bios.
- G-Star RAW Sustainable. Viitattu 20.4.2015. http://www.design.nl/item/g_star_raw_sustainable.
- Hakkarainen, L. 2004. *Nokkosesta tekstiiliksi II – projektin loppuraportti*. Nivala: Kalajokilaakson ammattioppilaitos.
- Harwood, J. & Edom G. 2012. Nettle Fibre: Its Prospects, Uses and Problems in Historical Perspective. *Textile History*, 43/1, 107–119.
- Haugan, E. & Holst, B. 2013. Determining the fibrillary orientation of bast fibres with polarized light microscopy: the modified Herzog test (red plate test) explained. *Journal of Microscopy*, vol 252/2, 159–168.
- Heikkinen, L. 2014: Ärmätissä on tehty innovatiivista työtä nokkoston tuotteiden ja nokkosen jalostuksen eteen. *Puolanka-lehti*. Nro 43, s. 4. 22.10.2014.
- Hukkinen, S. 1991. *Hyötykasvi nokkonen*. Helsinki: Dataliina.

- Härkäsalmi, T. 2008. *Runkokuituja lyhytkuitumenetelmin – kohti pellavan ja hampun ympäristömyötäistä tuotteistamista*. Taideteollisen korkeakoulun julkaisusarja A90. Helsinki: Taideteollinen korkeakoulu.
- Karg, S. 2011. New research on the cultural history of the useful plant *Linum usitatissimum* L. (flax), a resource for food and textiles for 8,000 years. *Vegetation History and Archaeobotany*, vol 20:6, 507--508. doi 10.1007/s00334-011-0326-y.
- Karttila, M. 2012: *Birgitan kalotti*. Tekstiilikonservoinnin opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- Kaukonen, T.-I. 1946. *Pellavan ja hampun viljely ja muokkaus Suomessa – kansatieteellinen tutkimus*. Kansatieteellinen arkisto, 7. Helsinki: Suomen muinaismuistoyhdistys.
- Kirjavainen, H. 2005. Report on fibres from the medieval Åbo Akademi and Aboa Vetus sites, Turku, Finland. Teoksessa Harjula Janne: *Sheaths, scabbards and grip coverings - the use of leather for portable personal objects in the 14th - 16th century Turku*. *Archaeologia Medii Aevi Finlandiae* 10. Turku: Suomen keskiajan arkeologian seura.
- Knuutinen, U. 2009. *Kulttuurihistoriallisten materiaalien menneisyys ja tulevaisuus – konservoinnin materiaalitutkimuksen heritologiset funktiot*. Jyväskylän yliopisto, 114. Jyväskylän yliopisto.
- Kokkonen, R. 2012. Nokkoskuidun irrottaminen. *Värillä, Värjärikilta ry:n tiedotuslehti*, talvi 2012, 11.
- Körber-Grohne, U. 1967. *Geobotanische Untersuchungen auf der Feddersen Wierde*. Wiesbaden: Franz Steiner.
- Metsämuuronen, J. 2011. *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä – opiskelijalaitos*. Helsinki: International Methelp. Bookyn elektroninen julkaisu.
- Michler, G. H. 2008. *Electron Microscopy of Polymers*. Sarjasta Springer laboratory manuals in polymer science. Berlin: Springer.
- Nayak, R. K., Padhye, R. & Fergusson, S. 2012. *Identification of natural textile fibres*. Woodhead Publishing Limited.
- Nockert, M. & Possnert, G. 2002. *Att datera textilier*. Stockholm: Gidlund.
- Perry, D. R. et al. 1985: *Identification of Textile Materials*. 7. painos. Manchester: The Textile Institute.
- Puolakka, A. 1987. *Tekstiilikuitujen tunnistaminen*. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu.
- Pylkkänen, R. 1970. *Barokin pukumuoti Suomessa 1620–1720*. Suomen muinaismuistoyhdistyksen aikakauskirja 71. Helsinki: Suomen muinaismuistoyhdistys.

- Riikonen, J. 1996. Esiäittemme kuitukasvit – lähtökohtana arkeologiset löydöt. *Museotiedote* 17/3-4, 10–12.
- Riikonen, J. 2011. White Linen – cloth of luxury. Teoksessa Harjula J., Helamaa, M. & Haarala J. (toim.) *Times, things & places - 36 essays for Jussi-Pekka Taavitsainen*. Masku: J.-P. Taavitsainen Festschrift Committee.
- Saastamoinen, M., Vesanen, K. & Saarinen, J. 2011. *Luonnonkuituja tuottavien kasvien tuotanto Sastamalan ympäristössä*. Huittinen: Sastamalan koulutuskuntayhtymä.
- Shaffer, E. 1981. Identification in Ethnological Textile Artefacts. *Studies in Conservation*, vol. 26/3, 119–129.
- Skuglund, G., Nockert, M. & Holst, B. 2013. Viking and Early Middle Ages Northern Scandinavian Textiles Proven to be made with Hemp. *Scientific Reports*, 3:2686, 1–6. doi:10.1038/srep02686.
- Vahter, Tyyni 1953. *Obinugrilaisten kansojen koristekuosit*. Kansatieteellisiä julkaisuja, 9. Helsinki: Suomalais-ugrilainen seura.
- Vajanto, K. 2012. Rokokoohame, silkkisukka ja kuviollista puuvillaa. Teoksessa Ehanti, E. et al. (toim). *Mereen menetetyt, uudelleen löydettyt*. Kotka:Suomen merimuseo.
- Vajanto K. 2014. Finnish shipwreck textiles from the 13th–18th centuries AD. *MASF 3: Focus on Archaeological Textiles: Multidisciplinary Approaches*, 116–131.
- Wiener J., Kovačič, V. & Dejlová P. 2003. Differences between flax and hemp. *AUTEX Research Journal*, vol 3/2, 58–63.
- Wülfert, S. 1999. *Der Blick ins Bild - Lichtmikroskopische Methoden zur Untersuchung von Bildaufbau, Fasern und Pigmenten*. Ravensburg: Ravensburger Buchverlag.

Liite 1.

Esinekortit Museoviraston tekstiileistä

Esine 1. H5633:10 esiliina



Kuva 1. Kuvakollaasi esineestä H5633:10.

Esiliina on valmistettu hyvin ohuesta luonnonharmaasta paltinasidoksisesta kankaasta. Siihen on kirjottu yksittäisiä kukka-aiheita ja se on reunustettu leveällä pitsireunuksella. Helmaosan muodostaa kolme pystysuuntaista kaitaletta jotka ommeltu yhteen ennen kirjomista. Kirjonnan jälkeen esiliina on laskostettu reunoilta keskelle päin ja laskokset on kiinnitetty ohuella kaitaleella. Kirjonnan väreinä on vaaleavihreä, vaaleasininen, tummempi sininen, meren sinivihreä (haalistunut jostain vihreästä), keltainen, beige ja valkoinen. Kirjontapistoina on käytetty varsi-, laaka-, häive- ja solmupistoja. Esiliina on kunnoltaan heikko ja hauras. Sitä on konservoitu kiinnittämällä vahvikkeeksi silkkiharso koko nurjan puolen alueelle ja jo syntyneitä reikiä on kiinnetty harsoon. Pituussuuntaisessa lankajärjestelmässä on 30 l/cm ja vaakasuuntaisessa 37 l/cm.

Mitat: Leveys 83 cm ja pituus 62 cm.

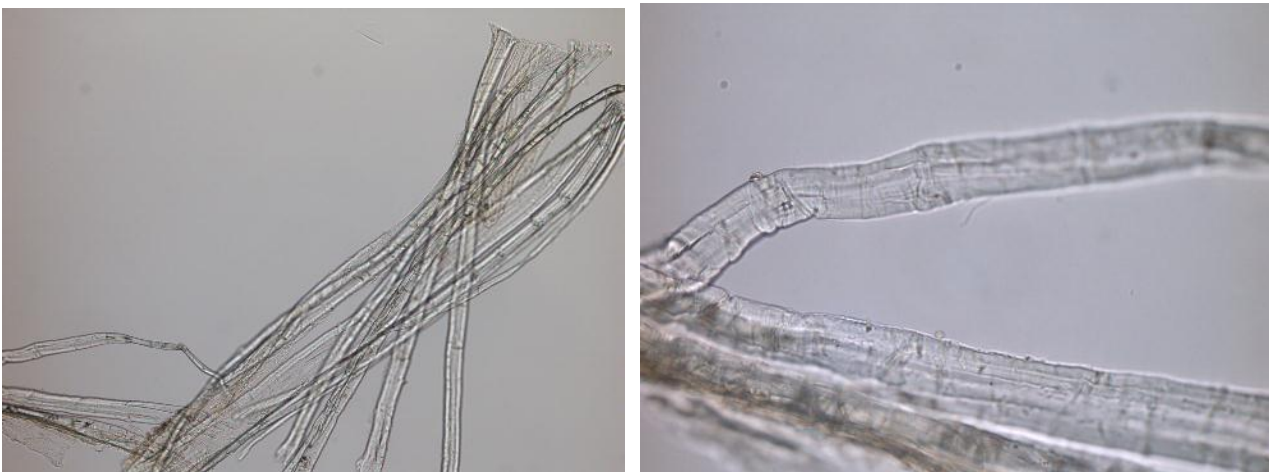
Lisätiedot Musketti-tietokannasta: Kts. kirjasta Pylkkänen Riitta 1970: Barokin pukumuoti Suomessa 1620–1720, s. 308–309. Suomen muinaismuistoyhdistyksen aikakauskirja 71. Helsinki, Weilin+Göös

Alkuperäinen luetteloititeksti: Textila föremål, onumererade vid inventering okt-nov 1910. 10. Förekläde of tunnt hvitt linne med växtbroderier i silke samt en bred spetsbård nertill. Suora käännös: Tekstiiliesine, numeroimaton inventaariossa loka-marraskuussa 1910. Esiliina ohuesta valkoisesta pellavasta jossa silkillä tehtyä kasvikirjontaa ja leveä pitsireunus alhaalla.

Pylkkäsen (1970, 445) luetteloinnin mukaan esine on puoliesiliina jonka alkuperä on tuntematon. Hänen lankalaskelmansa poikkeavat hieman omistani, hänen mukaansa niitä on 36x34 lankaa/cm². Leveyden hän mitannut avaten laskokset ja saanut mitaksi 106 cm. Hänen mukaansa poimutus ei ole alkuperäinen, ja koska keskiosassa on muutama kuvioaihe jotka kirjottu vain reunoistaan, esiliina on jäänyt kesken. Kirjansa varsinaisessa tekstiosassa Pylkkänen (1970, 308–309) valottaa esineen ja sen käytön taustoja. Ensimmäiset maininnat polviesiliinoista, knäförklädde, Suomessa ovat perunkirjoista 1700-luvun alusta ja siihen aikaan Pylkkänen myös ajoittaa tämän esineen. Polviesiliinat olivat tulleet muotiin Ranskassa 1680-luvulla ja tyyli oli siirtynyt sieltä Suomeen varakkaan kansanosan pariin.

Materiaalimääritys: Nokkonen.

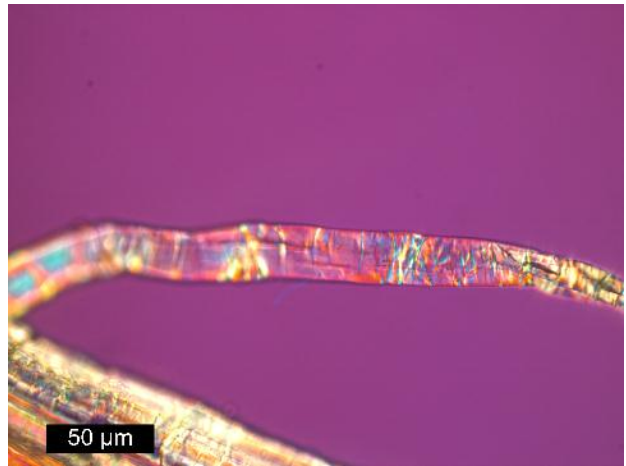
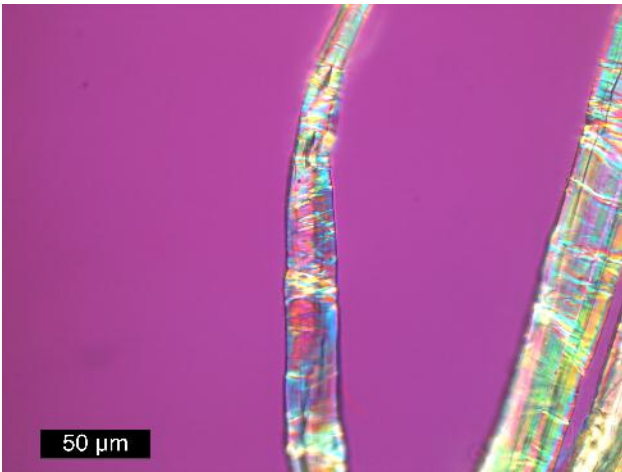
Mikroskooppikuvat:



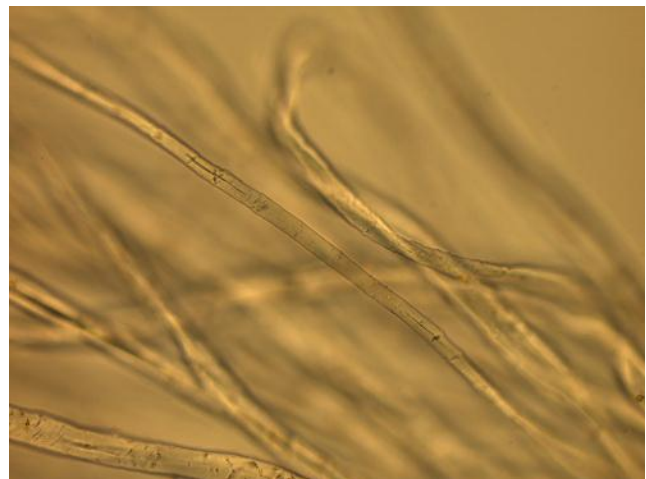
Kuva 2. Näyte H5633:10a.



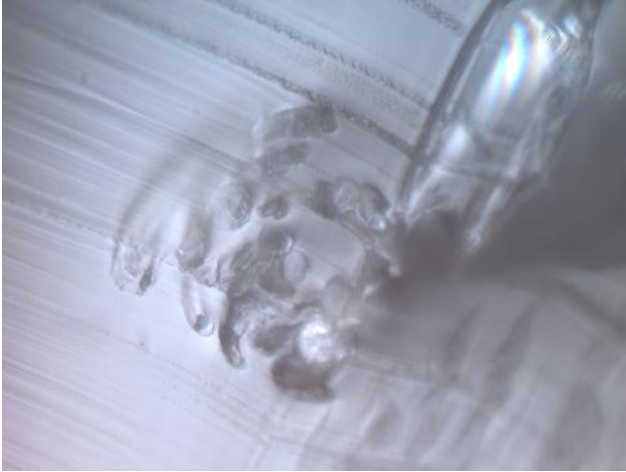
Kuva 3. Poikkileikkaus näytteestä H5633:10a.



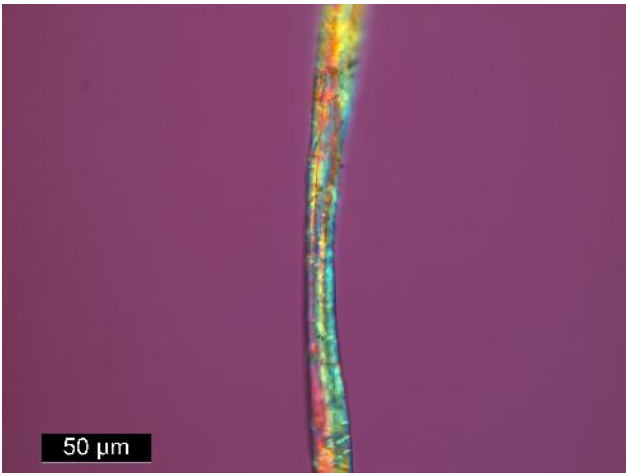
Kuva 4. Herzogin testin tulokset näytteestä H5633:10a.



Kuva. 5. Näyte H5633:10b.



Kuvat 6. Poikkileikkaus näytteestä H5633:10b.



Kuva 7. Herzogin testin tulokset näytteestä H5633:10b.

Esine 2. H65050:986 ikkunaverho, puoliverhoja 2 kpl



Kuva 8. Kuvakollaasi esineestä H65050:986.

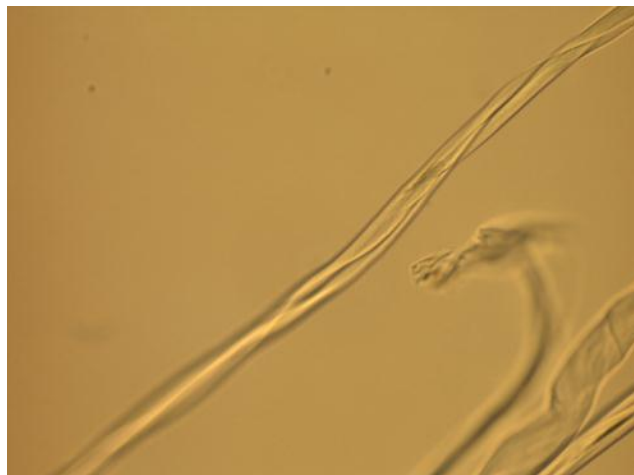
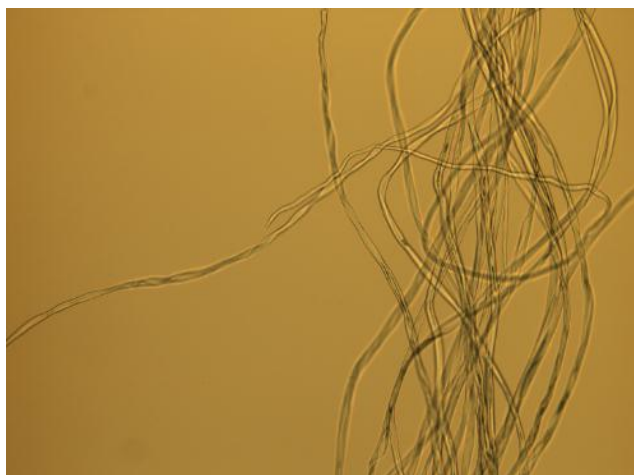
Luonnonvalkoiset puoliverhot muodostuvat suorasta yläosasta ja rypytytystä korkeahkosta helmaosasta. Molemmat verhot ovat täysin identtiset. Verhojen materiaalina on tyllisidoksinen pohja jolle on kirjottu paksuhkolla valkoisella langalla ketjupistokirjontaa. Kirjonnan kuvioaiheina on kukkia, köynnöksiä ja lehtiaiheita. Tyllipohjan päällä on ohuita kangassuikaleita jotka reunustettu tällä ketjupistokirjonnalla. Isompien kangas alueiden alta tylli on leikattu pois. Kangas on hyvin ohutta ja hienoa palttinakangasta.

Mitat: Leveys yläreunassa 54,5 cm ja alareuna 68 cm, pituus 77 cm, helmaosan pituus 16–18 cm.

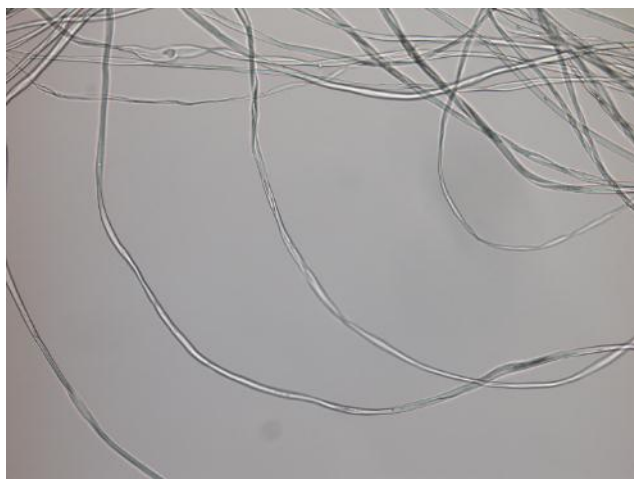
Lisätiedot Musketti-tietokannasta: Vanha esinenumero E:986. Esine on insinööri A. R. Enckellin testamenttilahjoituksesta. Verhojen kuvioinnin tyllisuunnaksi mainitaan uusrokokoo. Lahjoitus tehty 1963. (A. R. Enckellistä lisää tietoa Lilja, Johanna 1996: Libri rari et cari – Museoviraston vanhan kirjallisuuden kokoelmaluettelo. <http://www.nba.fi/fi/File/969/librirarietcari.pdf>)

Materiaalimäärittäminen: Puuvilla.

Mikroskooppikuvat:



Kuva 9. Näyte H65050:986a.



Kuva 10. Näyte H65050:986b.

Esine 3. H70001:2 pöytäliina



Kuva 11. Kuvakollaasi esineestä H70001:2.

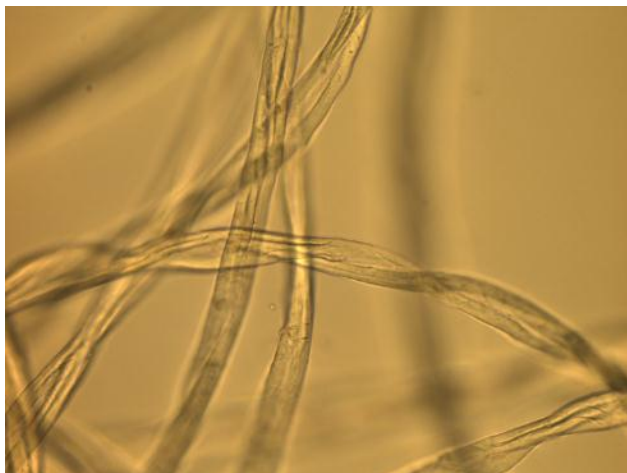
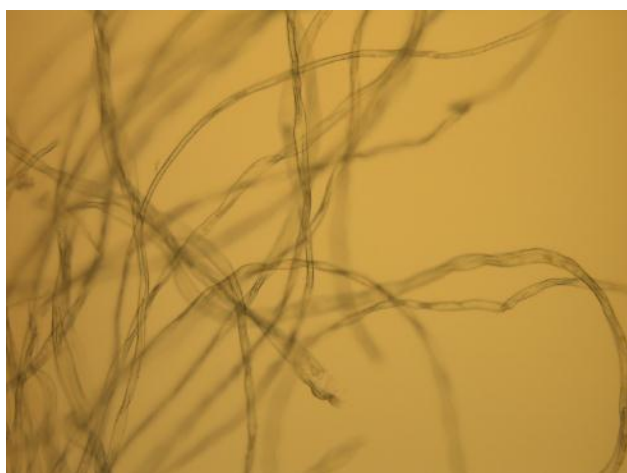
Neliönmuotoinen pöytäliina on valmistettu luonnonruskeasta palttinakankaasta jolle on ketjupistokirjottu kukka- ja ornamenttikuvioita. Liinaa reunustaa kalalangan näköisestä paksuhkosta, tiukkakierteisestä langasta virkattu tai solmeiltu reunus. Kirjontalankoina on käytetty kiiltävää valkoista ja keltaista lankaa, sekä okran väristä lankaa jossa litteä metallilankasäie joka on jo menettänyt kiiltonsa. Kirjonta kuvioiden alta näkyy välillä tummalla sinisellä tai mustalla pohjakankaaseen piirretyt kuvioiden mallit. Pöytäliinan reunat on päärmätty kaksinkertaisella taitteella joka on ommeltu kiinni harvoilla etupistoilla. Liinan keskiosassa on muutama pieni tumma tahra. Palttinakangas on kudottu 1-säikeisestä z-kierteisestä langasta. Lankatiheys toisessa järjestelmässä n. 21 l/cm ja toisessa lankajärjestelmässä 24 l/cm.

Mitat: leveys 109 cm, korkeus 114 cm.

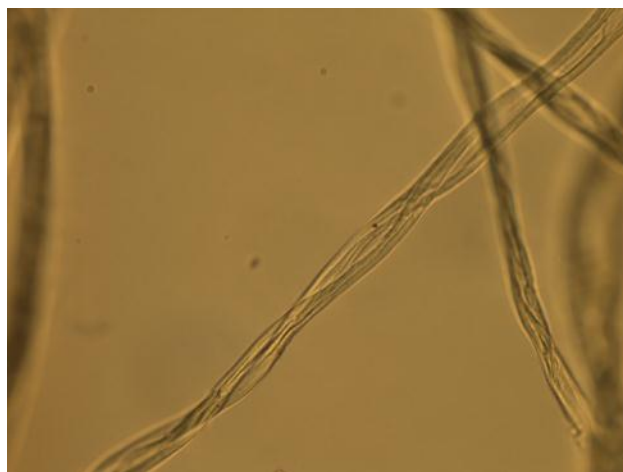
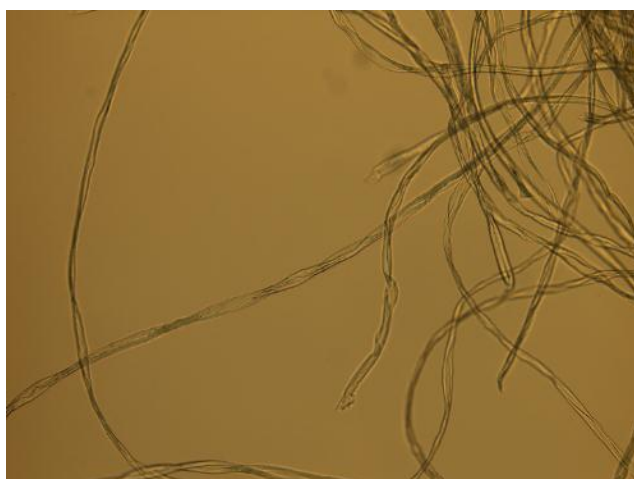
Lisätiedot Musketti-tietokannasta: Kuulunut kauppaneuvos Lignellille Kuopiosta.

Materiaalimääritys: Puuvilla.

Mikroskooppikuvat:



Kuva 11. Näyte H70001:2a.



Kuva 12. Näyte H70001:2b.

Esine 4. SU1870:49 nuotan pienoismalli, hantit, Siperia



Kuva 13. Kuvakollaasi esineestä SU1870:49.

Nuotan pienoismallissa on pitkä puurima jonka keskelle on kiinnitetty niidellä/jonkin puunkuorimateriaalilla savesta/kivestä valmistettu kaarevan kiilan muotoinen paino. Painossa on yläreunassa kaksi reikää rimaan kiinnittämistä varan ja yksi toisessa päässä niinistä nyöriä varten. Tämä pitkä nyöri on ohuempaa 2-kaksisäikeistä ja tiukkakierteiseksi z-suuntaan kerrattu.

Rima kulkee läpi verkon joka muodostaa suorakaiteenmuotoisen pussin jossa toisessa reunassa on rima ja toisessa reunassa verkkoa paksumpaa lankaa. Tämä lanka muodostuu kahdesta 2-säikeisestä langasta jotka on kerrattu tiukkakierteisesti z-suuntaan. Sen keskelle on kiinnitetty luusta valmistettu rengas jonka kautta niininyöri kulkee.

Verkon lanka on ohutta, 2-säikeistä ja s-kierteiseksi kerrattua. Etäisyys solmusta solmuun on noin 3 cm riman reunassa ja muualla verkossa 1,5–2 cm. Verkosta lähtee pitkät langat luurenkään molemmilta puolilta noin 13 cm päästä ja reunalangasta 3 solmua alaspäin. Pitkät langat vaikuttavat samalta kuin mistä verkko valmistettu, se on kaksisäikeistä ja z-kierteiseksi kerrattua. Pitkät langat on läheltä päitään solmittu toisiinsa ja siitä noin 10 cm päästä niininyöriin. Itse asiassa ne ovat yksi ja sama pitkä lanka jonka päät ovat kiinni verkossa.

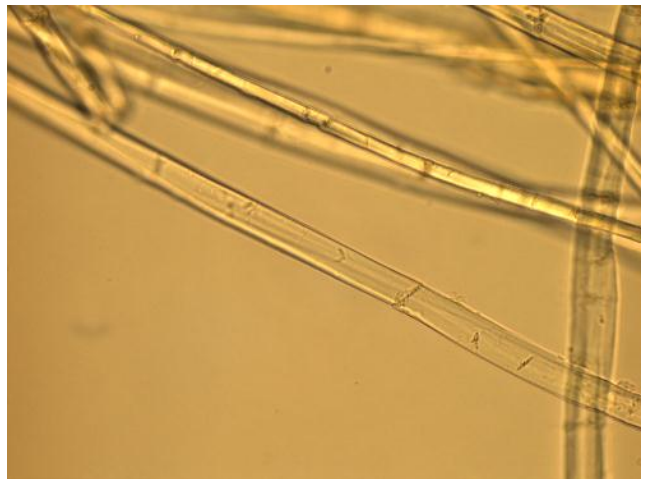
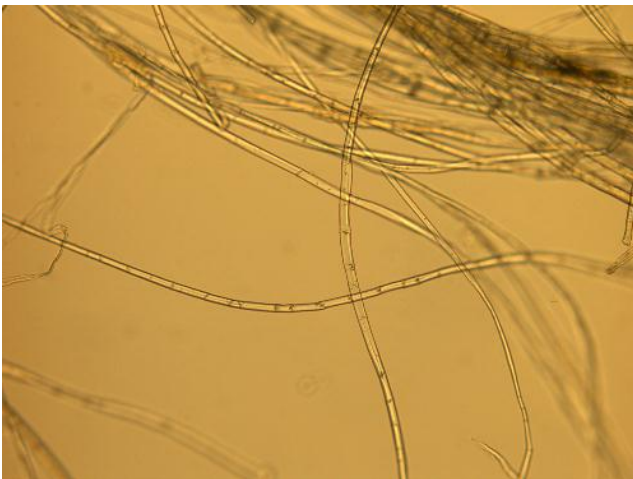
Mitat: Riman pituus 52 cm, leveys 0,7 cm. Painon pituus 5 cm, leveys 3,5 cm ja paksuus 1 cm. Nyörien ja narujen pituuksia ei mitattu. Verkkopussin pituus rimasta venyttämättä 25 cm ja leveys venyttämättä 55 cm.

Huomiot: Kansallismuseon esinekonservaattori Aki Arponen epäilee painon olevan mahdollisesti valmistettu ruskohiilestä.

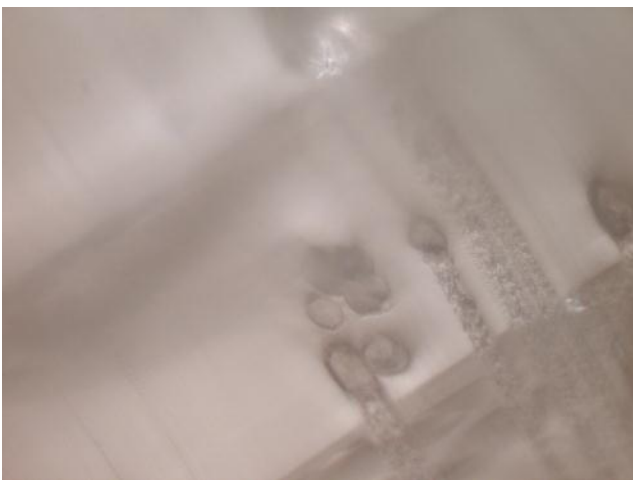
Lisätiedot Musketti-tietokannasta: Valmistettu ennen vuotta 1877. Omankielinen nimi *koldan/kolydán*, käsinuotta. Luonnollisessa koossa nuotan salon pituus on noin 2 metriä. Pussinuotan tuntolankojen värähtelystä tiedettiin kalan joutuminen pyydykseen. Esineen kerännyt August Ahlqvist vuonna 1877 tutkimusmatkallaan obinugrialaisten luo.

Materiaalimääritys: Näyte SU1870:49a pellava, näyte SU1870:49b nokkonen.

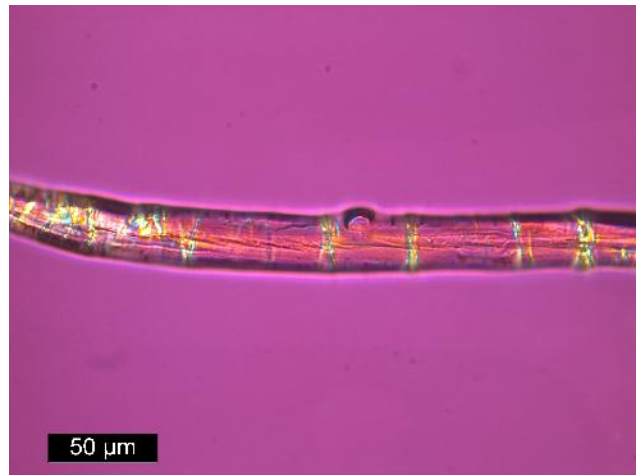
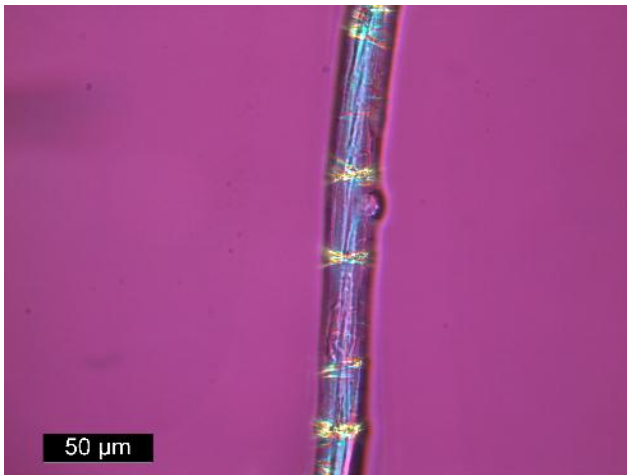
Mikroskooppikuvat:



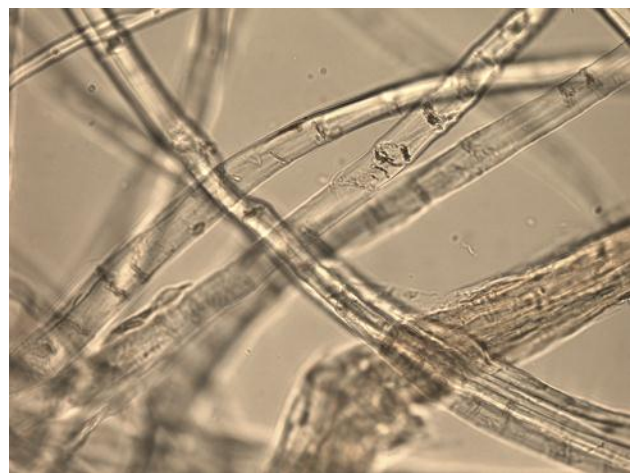
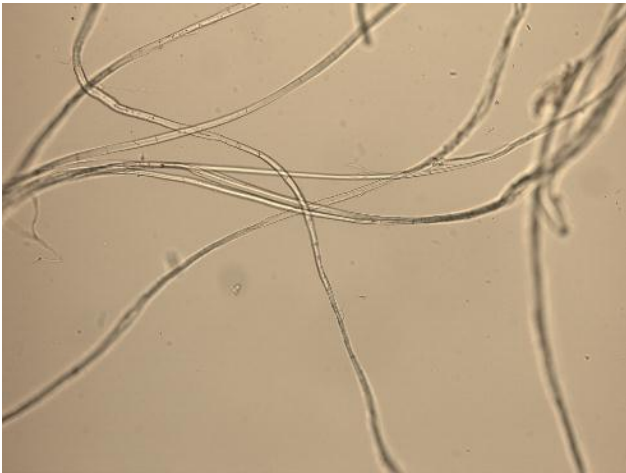
Kuva 14. Näyte SU1870:49a.



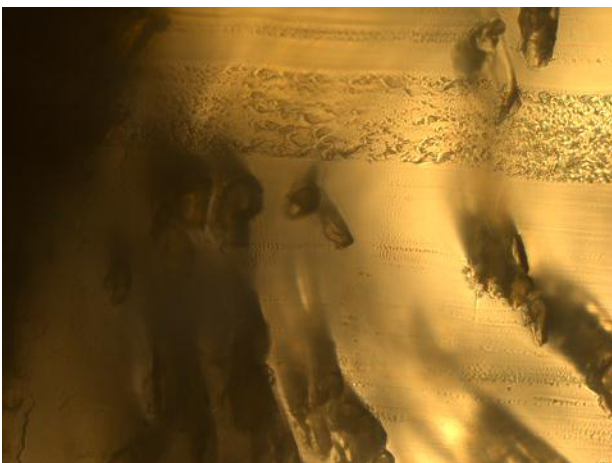
Kuva 15. Poikkileikkaukset näytteestä SU1870:49a.



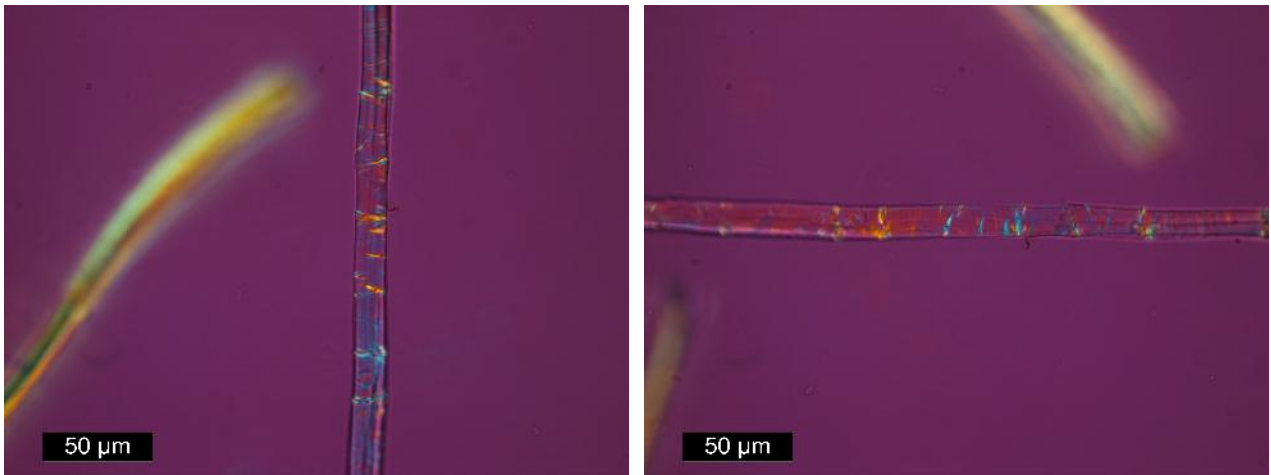
Kuva 16. Herzogin testin tulokset näytteestä SU1870:49a.



Kuva 17. Näyte SU1870:49b.



Kuva 18. Poikkileikkaus näytteestä SU1870:49b.



Kuva 19. Herzogin testin tulokset näytteestä SU1870:49b.

Esine 5. SU3904:573 jänistakan silmukka viritysnappuloineen, hantit, Siperia



Kuva 20. Kuvakollaasi esineestä SU3904:573.

Jänistakassa on puinen kahvaosa jonka läpi kulkee pitkä nyöri. Kahvaosa on vuoltu puusta. Se on porattu keskeltä ontoksi. Toinen pää on tasainen ja toiseen päähän on vuoltu nokkamainen kärki. Kahvan läpi kulkeva nyöri on paksuhko ja karkea. Se muodostuu kahdesta z-kierteisestä langasta jotka kerrattu s-kierteisiksi ja vielä nämä langat on kerrattu z-kierteiseksi nyöriksi. Nokkamaisessa päässä se on solmittu itsensä ympärille niin, että se muodostaa pienen silmukan jonka läpi nyöri kulkee muodostaen säädettävän kokoisen silmukan. Nyörin toisessa päässä on solmu.

Mitat: Pituus 18,5 cm josta nokka 3,5 cm, halkaisija noin 2 cm ja reiän halkaisija 0,7 cm. Nyörin pituutta ei mitattu.

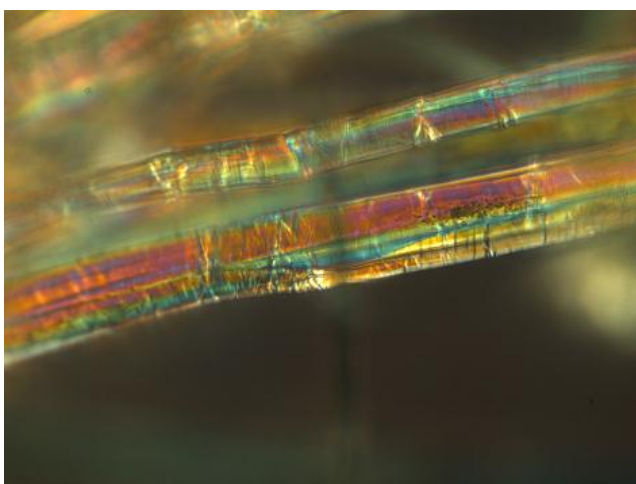
Lisätiedot Musketti-tietokannasta: Valmistettu ennen vuotta 1899, Vasjugan, Siperia, Aippalovin kylä. ”...Maahan lyödyn tikun raksi pannaan viritysnappulan tasaiselle yli päälle ja silmukkarihmasta tehdään viritysnappulan nokan ympärille juokseva solmu, joka avautuu vähimmäistäkin nykäisystä (nappulan putkesta tulevarihma kierretään kerran nokan ympäri ja pistetään lyhyelle silmukalle kierroksen alle.” Uno Sireliuksen tutkimusmatkat Siperiaan 1899–1900.

Materiaalimäärittäminen: Nokkonen.

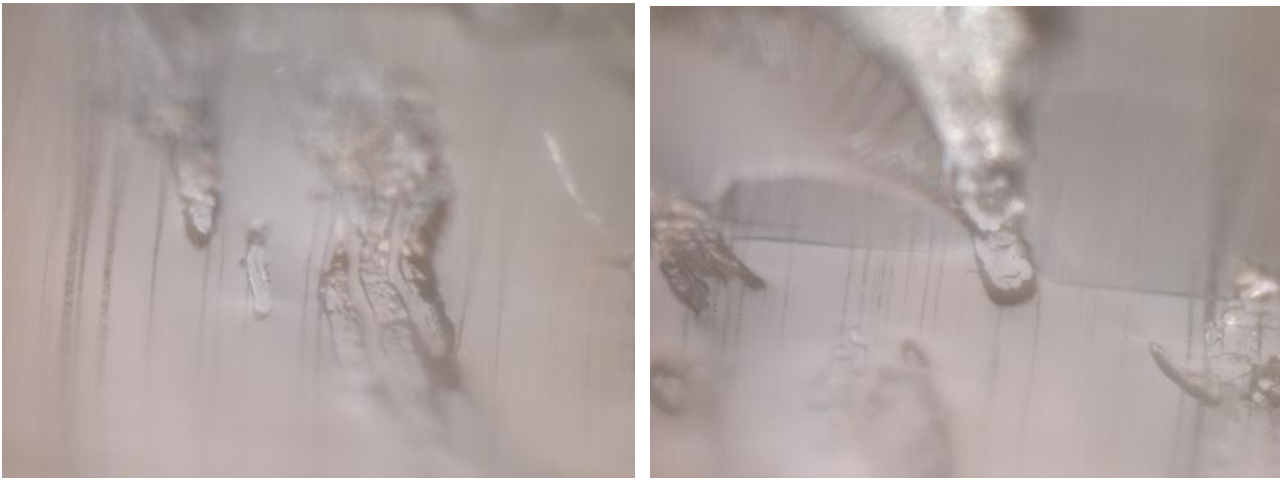
Mikroskooppikuvat:



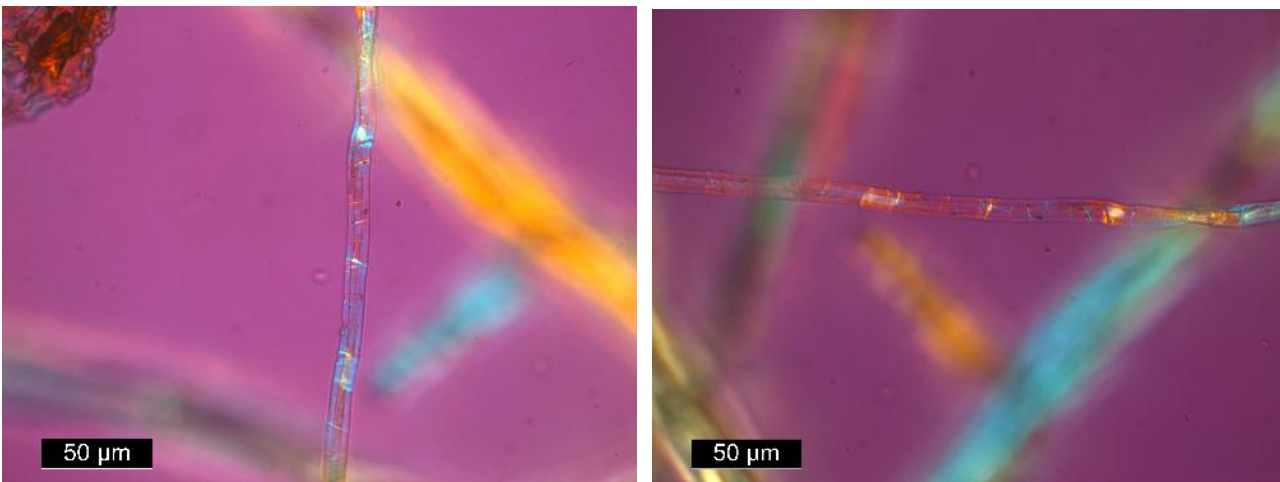
Kuva 21. Näyte SU3904:573a.



Kuva 22. Polarisaatiomikroskoopi kuva näytteestä SU3904:573a.



Kuva 23. Poikkileikkaukset näytteestä SU3904:573a.



Kuva 24. Herzogin testin tulokset näytteestä SU3904:573a.

Esine 6. SU4518:125 uhriliina, mansit, Siperia



Kuva 25. Kuvakollaasi esineestä SU4518:125.

Kirjottu uhriliina on neliönmuotoinen. Sitä ympäröi sininen reunakaitale johon on kiinnitetty hapsut. Noin 10 cm pitkät hapsut on 2-säikeisestä villalangasta jonka toinen säie on punainen ja toinen punertavan ruskea (vaikuttaa luonnonmustalta joka on värjätty krapilla, lanka on selvästi eri sävyinen kuin keskiosan kirjonnoissa). Keskiosa on luonnonruskeaa, karkeahkoa palttinasideksista kangasta joka on kirjottu etupistokirjonnalla lähes täyteen. Kirjonta on tehty poimimalla, eli kuvio on negatiivi nurjalla puolella (Vahter 1953, 8). Se muodostuu kahdesta vierekkäisestä kaitaleesta. Palttinakankaan langantiheys on loimessa 9 l/cm ja kuteessa 10 l/cm. Sininen reunus on sinistä, indigolla värjättyä hienompaa palttinakangasta ja muodostuu useammasta kappaleesta. Sen leveys on 6–6,5 cm. Sen ulkoreunaan on kiinnitetty ylikuottelupistoin karkeahkosta kuidusta oleva nyöri johon hapsut on sidottu. Reunuskaitaleen ulkoreunat on päämätty kaksin kerroin, muutoin liinan saumat ovat katesaumoja. Liinan keskellä on pienehkö vauriokohta jota on konservoitu parsimalla, myös sinisessä reunakaitaleessa on yksi selvästi poikkeavan sävyisellä sinisellä langalla parsittu kohta.

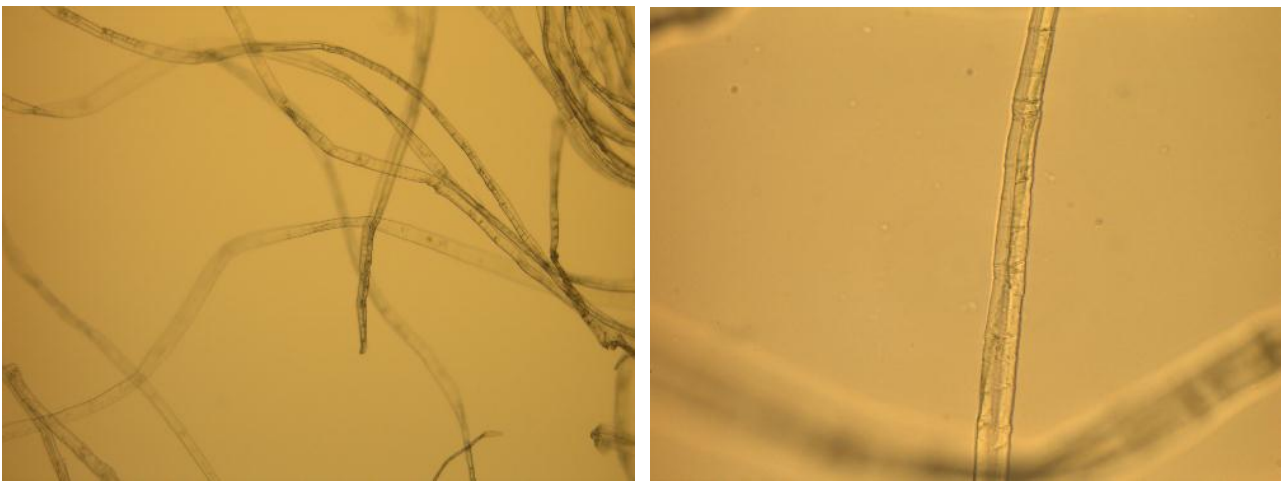
Mitat: 105 cm x 105 cm hapsuineen, 87 cm x 87 cm ilman hapsuja.

Lisätiedot Musketti-tietokannasta: Valmistettu ennen vuotta 1905, Leushin kunta, Konda-joki, Jolshkinan kylä. Keskustan ympärillä ja reunimmaisena olevien kuviointien nimitys on *wor* 'metsä'; kolmannessa leveässä vyöhykkeessä oleva kuviointi on *polmor* 'marjaterttu'. Liinan keskellä olevaa kuviointia kutsutaan 'ketunjäljeksi' tai 'kärpässieneksi' (Vahter 1953, 29).

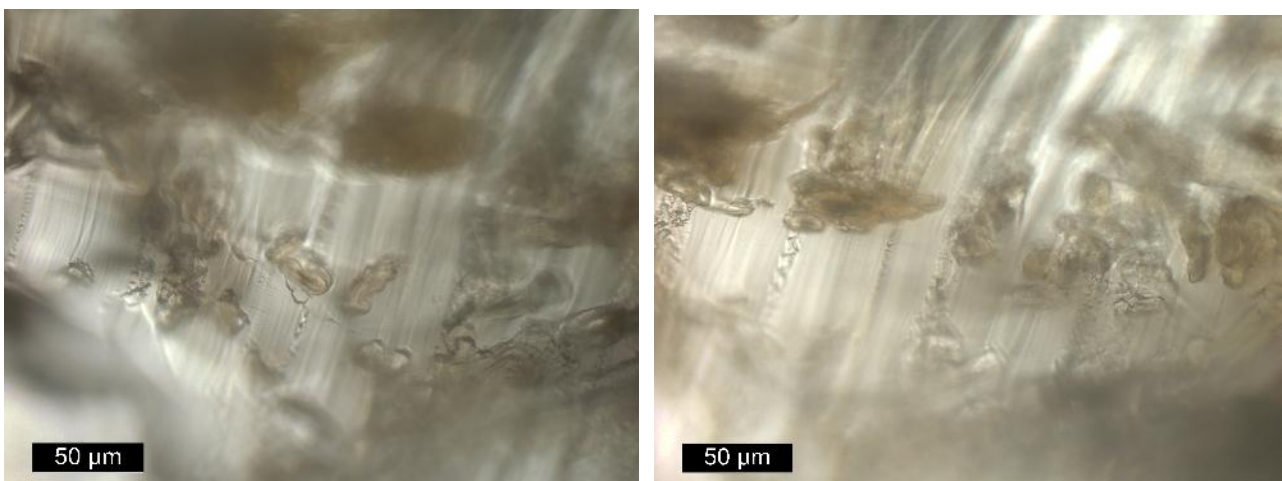
Liinan omankielinen nimi shawnengtor. Valmiita liinoja käytettiin peittämään uhriateriaa ja juomaa taivaanjumalalle uhrattaessa.

Materiaalimääritys: Näyte SU4518:125a hamppu tai nokkonen (kuitujen ytimet ovat litistyneet, mutta Herzogin testi näyttää z-kierteisyyttä); näyte SU4518:125b puuvilla.

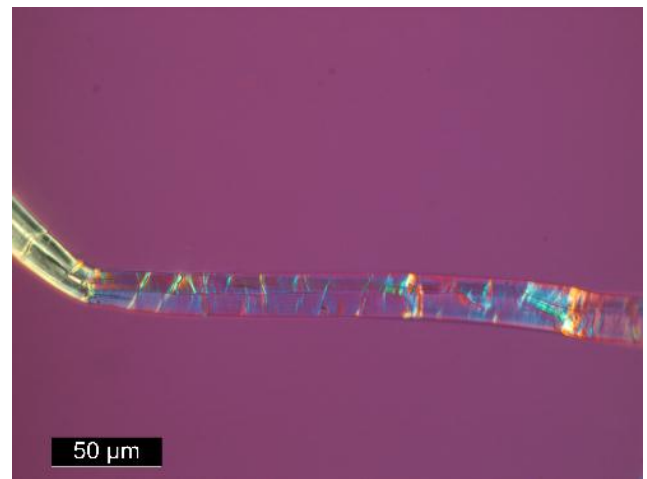
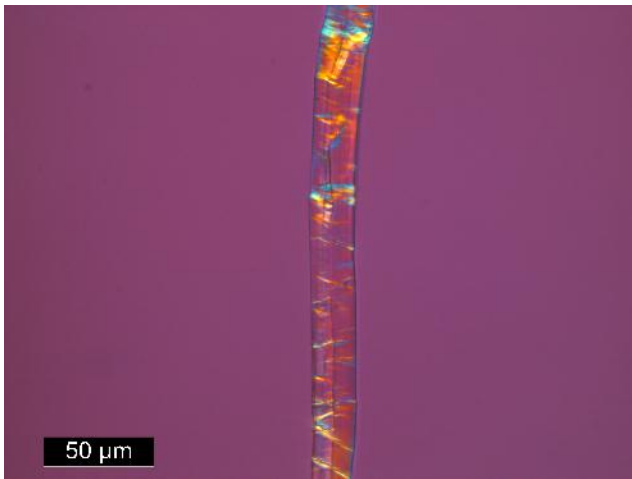
Mikroskooppikuvat:



Kuva 26. Näyte SU4518:125a.



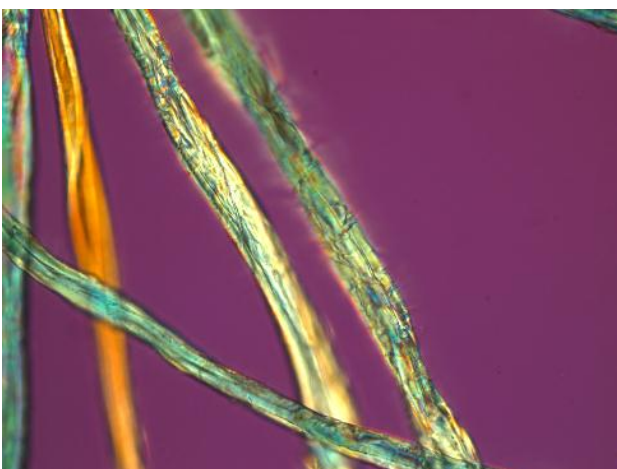
Kuva 27. Poikkileikkaukset näytteestä SU4518:125a.



Kuva 28. Herzogin testin tulokset näytteestä SU4518:125a.



Kuva 29. Näyte SU4518:125b.



Kuva 30. Polarisaatiomikroskooppikuva näytteestä SU4518:125b.

Esine 7. SU4518:126 uhriliinan teelmä, mansit, Siperia



Kuva 31. Kuvakollaasi esineestä SU4518:126.

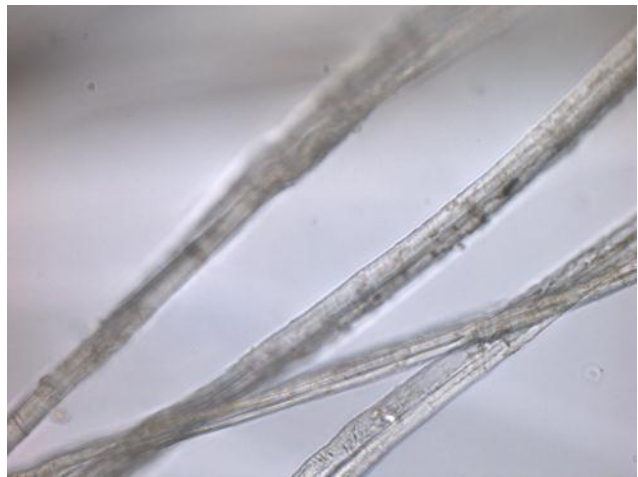
Neliönmuotoinen uhriliinan teelmä, eli keskeneräinen liina, on ommeltu yhteen kahdesta täysileveästä kaitaleesta joista toinen hieman toista pidempi. Kangas on karkeahkoa luonnonruskeaa palttinakangasta. Kankaan langat ovat 1-säikeisiä ja z-kierteisiä, loimessa 9 l/cm ja kuteessa 8 l/cm. Pinta on kirjottu kokonaan tummanruskealla/luonnonmustalla villalangalla, uhriliinoille tyypillinen punainen kirjonta puuttuu kokonaan. Kirjonta on osittain kulunut pois. Kankaassa on yksi näkyvä reikä ja yhdessä kulmassa kaksi ilmeisesti konservoinnin tekemää muutaman piston harsintaa kalalangalla.

Mitat: leveys 74 cm, pituus 84 cm.

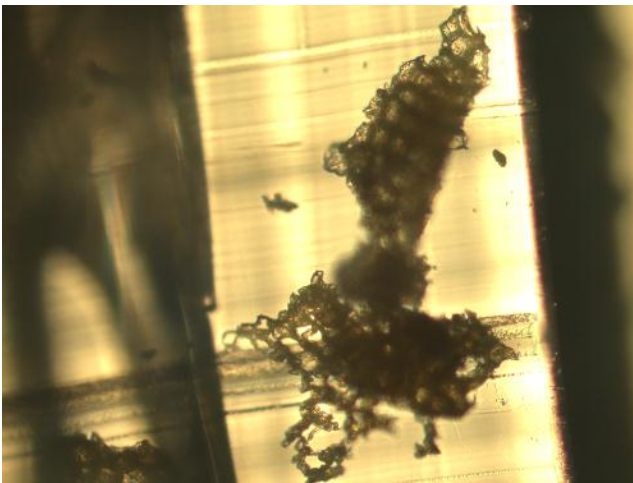
Lisätiedot Musketti-tietokannasta: Valmistettu ennen vuotta 1905, Leushin kunta, Kondajoki, Jolshkinan kylä. Omankielinen nimi shawnengtor. Valmiita liinoja käytettiin peittämään uhriateriaa ja juomaa taivaanjumalalle uhrattaessa.

Materiaalimäärittäminen: Näyte SU4518:126a hamppu (?), näyte SU4518:126b nokkonen.

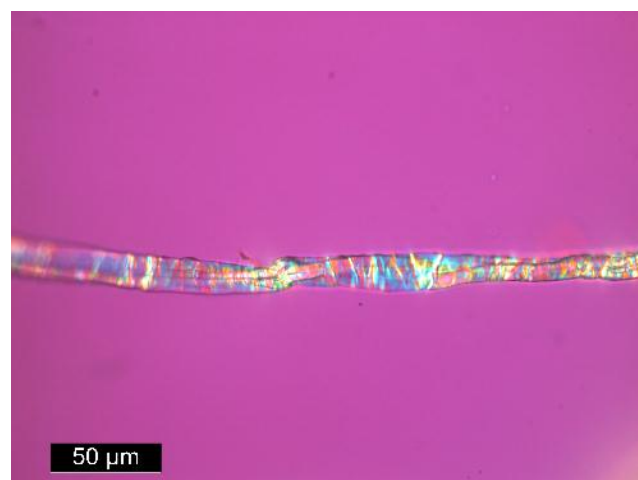
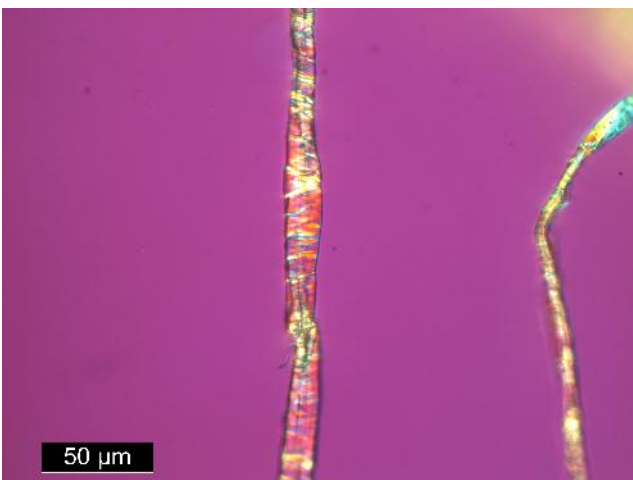
Mikroskooppikuvat:



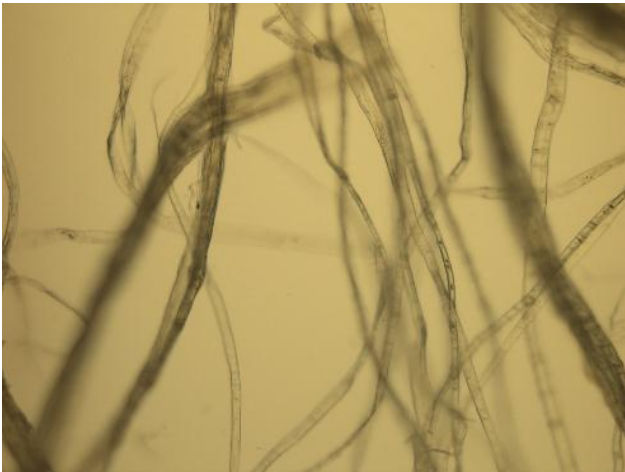
Kuva 32. Näyte SU4518:126a.



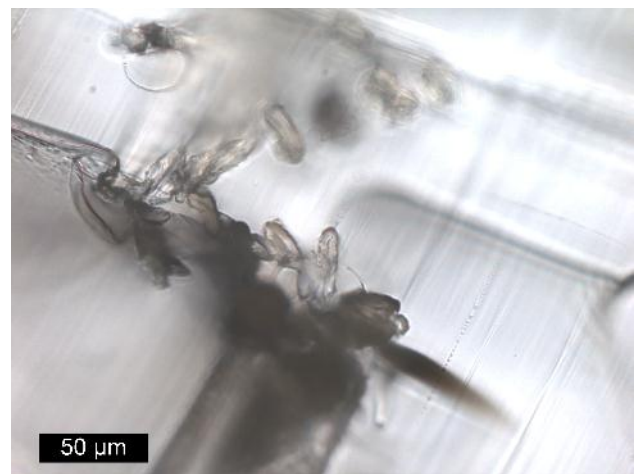
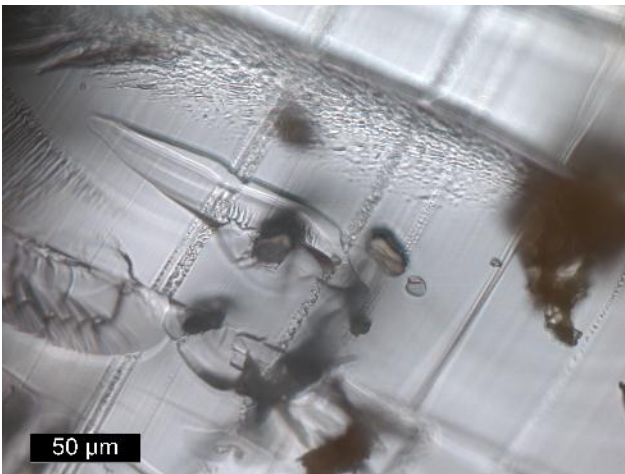
Kuva 33. Poikkileikkaus näytteestä SU4518:126a.



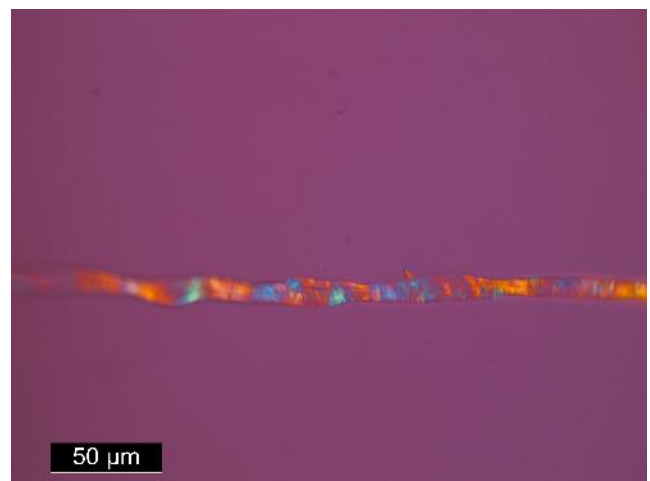
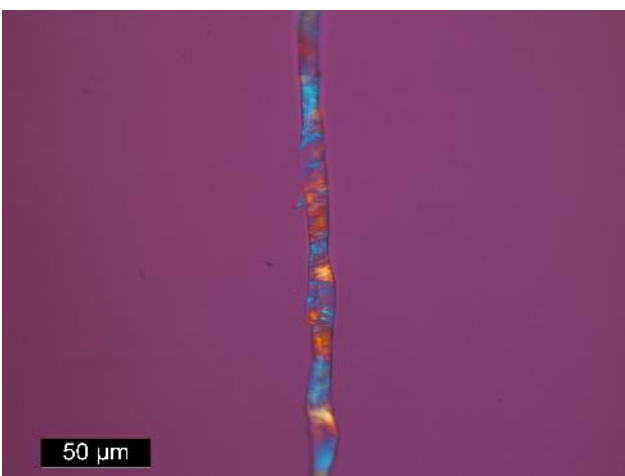
Kuva 34. Herzogin testin tulokset näytteestä SU4518:126a.



Kuva 35. Näyte SU4518:126b.



Kuva 36. Poikkileikkaukset näytteestä SU4518:126b.



Kuva 37. Herzogin testin tulokset näytteestä SU4518:126b.

Esine 8. SU4518:127 uhriliinan teelmä, mansit, Siperia



Kuva 38. Kuvakollaasi esineestä SU4518:127.

Uhriliinan teelmä, eli keskeneräinen liina on suorakaiteen muotoinen, kahdesta täysileveästä kaitaleesta yhteen ommeltu. Materiaali on luonnonruskeaa, karkeahkoa palttinasidoksista kangasta. Kankaassa on 10 l/cm loimessa ja kuteessa 8 l/cm. Sekä kude että loimilangat on 1-säikeisiä ja z-kierteisiä. Liinassa on lähes koko pinnan peittävää kirjontaa tummanruskealla/luonnonmustalla villalangalla joka puuttuu yhdestä kulmasta. Tämän tyylisissä liinoissa on yleensä lisäksi kirjontaa myös punaisella villalangalla joka tästä liinasta vielä puuttuu. Liina näyttää kokonaiselta, mutta sitä on konservoitu useilla pellavapalttinan näköisillä kankaan paloilla. Erityisesti liinan keskiosassa on ollut isoja vaurioita. Liinan päädyt on huolitteltu harvoilla ylikuottelupistoilla. Huolittelu on mahdollisesti tehty konservoijan toimesta sillä siihen käytetty lanka on 2-säikeistä ja tiukkakierteistä.

Mitat: Leveys 71 cm ja pituus 81 cm.

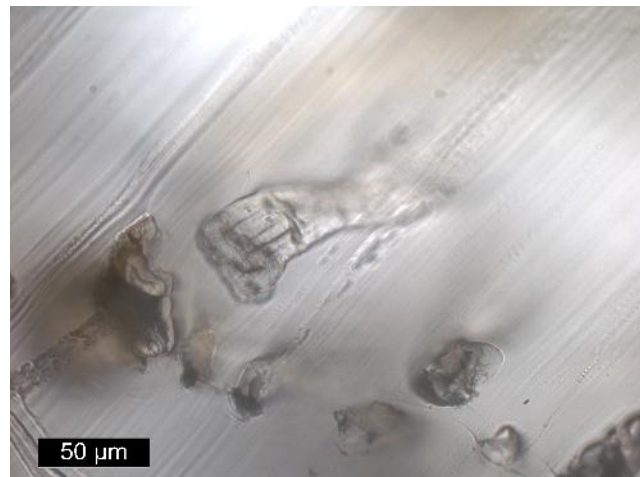
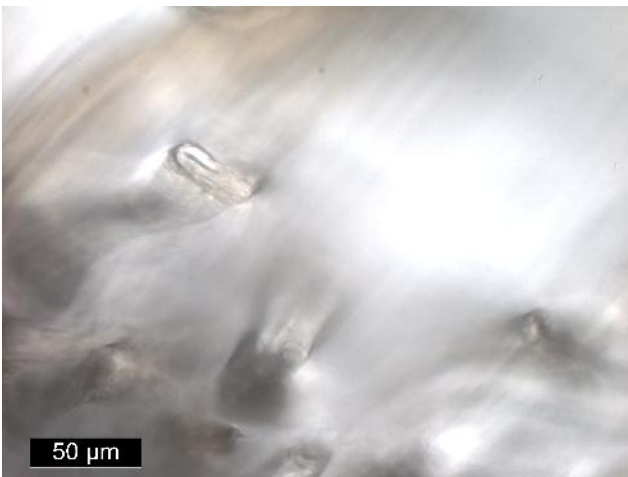
Lisätiedot Musketti-tietokannasta: Valmistettu ennen vuotta 1905, Leushin kunta, Kondajoki, Jolshkinan kylä. Omankielinen nimi shawnengtor. Valmiita liinoja käytettiin peittämään uhriateriaa ja juomaa taivaanjumalalle uhrattaessa.

Materiaalimääritys: Näyte SU4518:127a nokkonen, näyte SU4518:127b hamppu tai nokkonen (kuitujen ytimet ovat litistyneet, mutta Herzogin testi näyttää z-kierteisyyttä).

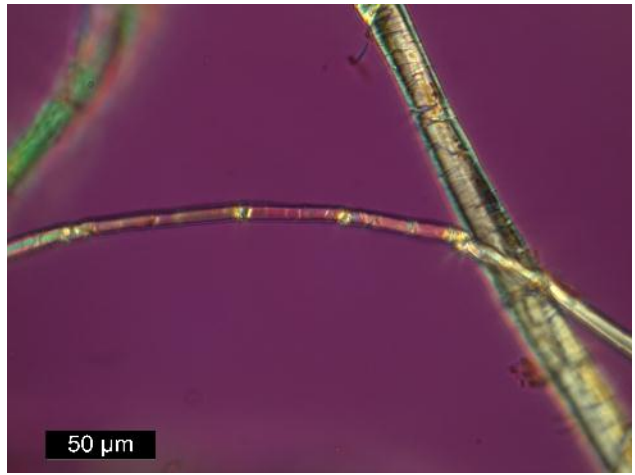
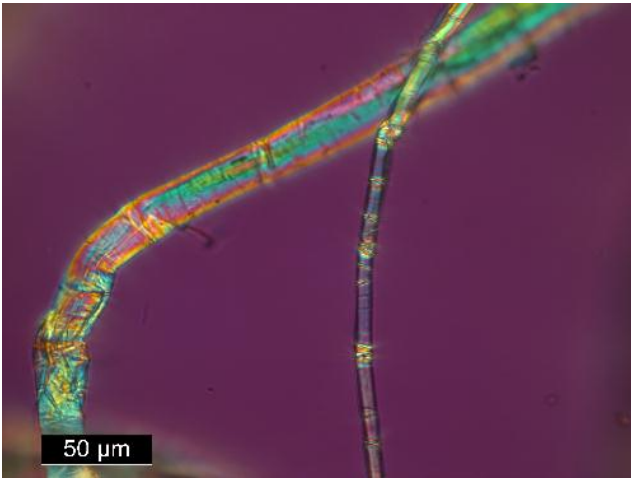
Mikroskooppikuvat:



Kuva 39. Näyte SU4518:127a.



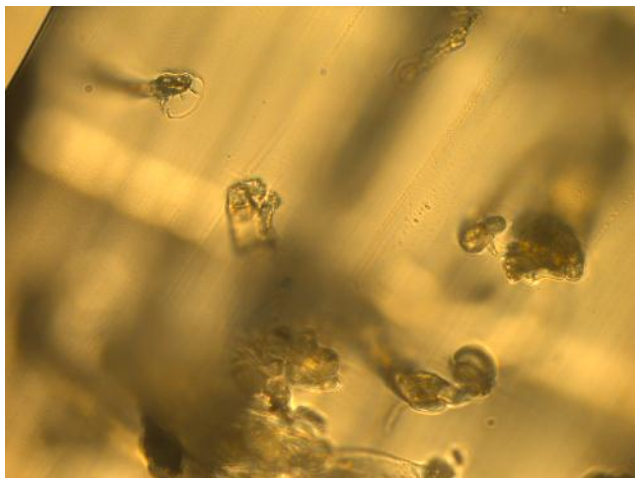
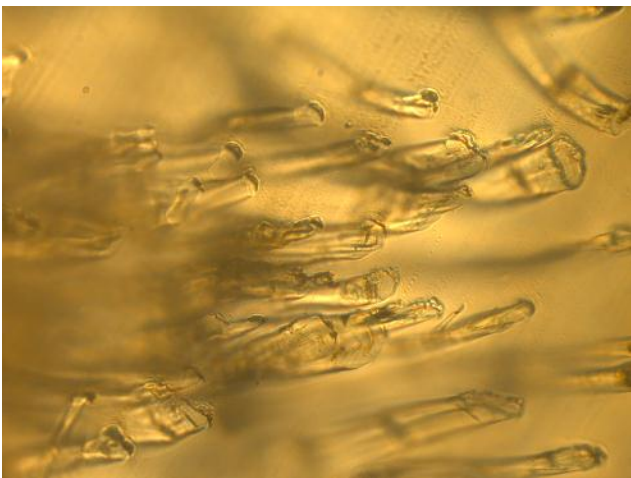
Kuva 40. Poikkileikkeet näytteestä SU4518:127a.



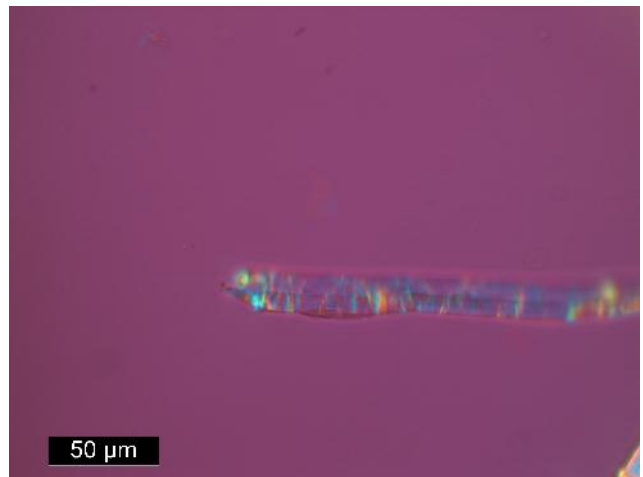
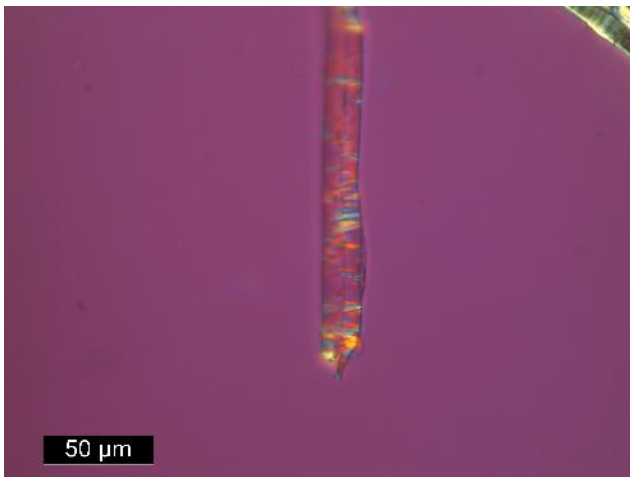
Kuva 41. Herzogin testin tulokset näytteestä Näyte SU4518:127a.



Kuva 42. Näyte SU4518:127b.



Kuva 43. Poikkileikkeet näytteestä SU4518:127b.



Kuva 44. Herzogin testin tulokset näytteestä SU4518:127b.

Esine 9. SU4518:128 uhriliinan teelmä, mansit, Siperia



Kuva 45. Kuvakollaasi esineestä SU4518:128.

Uhriliinan teelmä on karkeahkolle luonnonruskealle palttinakankaalle kirjottu liina. Liina koostuu kahdesta täysileveästä kaitaleesta jotka on yhdistetty toisiinsa ennen kirjomista. Päädyt on huoliteltu isohkoin ylikuottelupistoin. Kudelankojen tiheys on 8 l/cm ja loimilankojen 10 l/cm. Kesken jäänyt kirjonta on tehty etupistokirjontana tummanruskealla/luonnonmustalla villalangalla. Kirjonta on identtinen liina oikealla ja nurjalla puolella. Kahdessa vinoneliöalueessa on rusehtavanpunaista kirjontaa. Kirjonnan kuvioaiheina on vastakkain aseteltuja lintuja. Liinan kirjontatekniikkana on käytetty nk. kahdenneulankirjontaa jossa kuviot reunustetaan luotospistoin ja täytetään laakapistoin (Vahter 1953, 10). Laakapistoilla on ehditty täyttää ainoastaan kolme lintua.

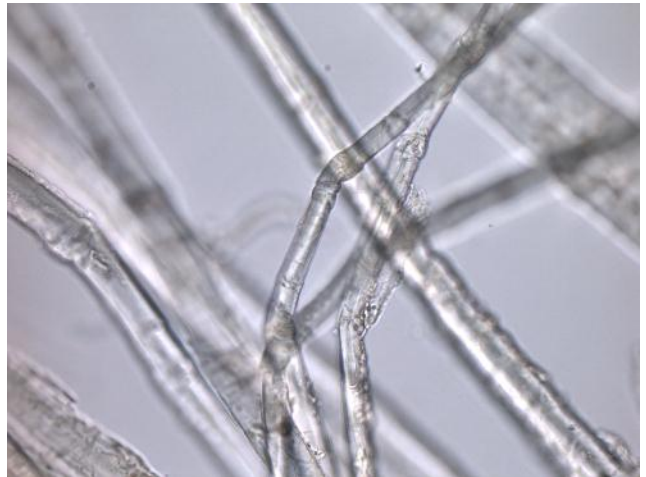
Mitat: Leveys (kuteen suuntaan) 72 cm, pituus 78 cm

Lisätiedot Musketti-tietokannasta: Valmistettu ennen vuotta 1905, Konda-joki, Denisova, Satyg. Omankielinen nimitys on Shawnengtor. Valmiita liinoja käytettiin peittämään uhriateriaa ja juomaa taivaanjumalalle uhrattaessa.

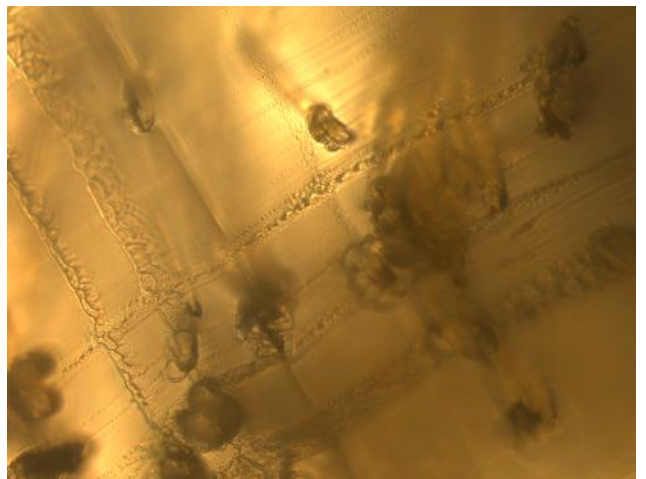
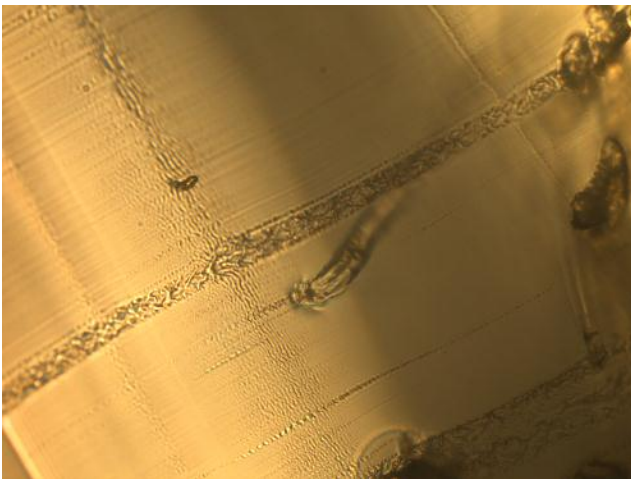
(Lisää tietoa kirjonnasta Vahter, Tyyni 1953: Obinugrialaisten kansojen koristekuosit.)

Materiaalimääritys: Nokkonen.

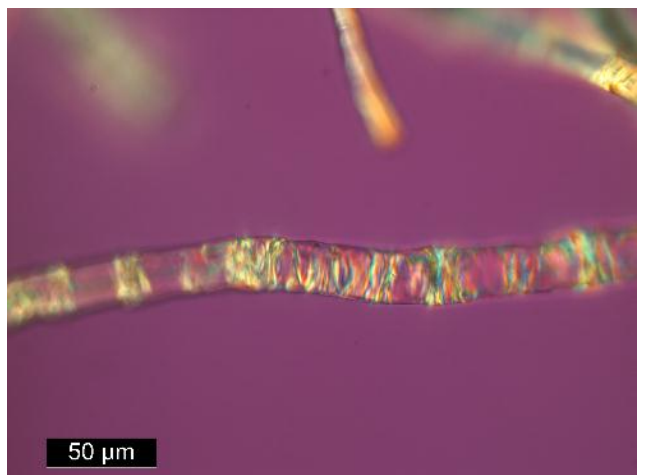
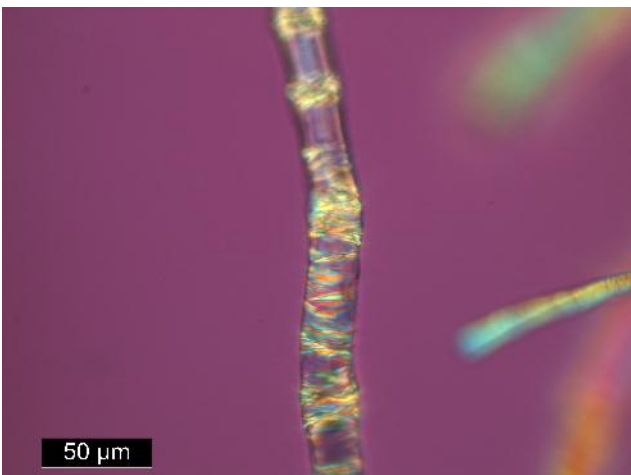
Mikroskooppikuvat:



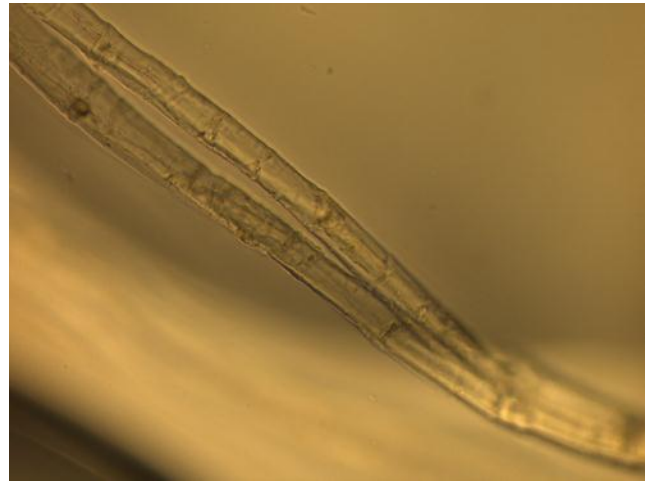
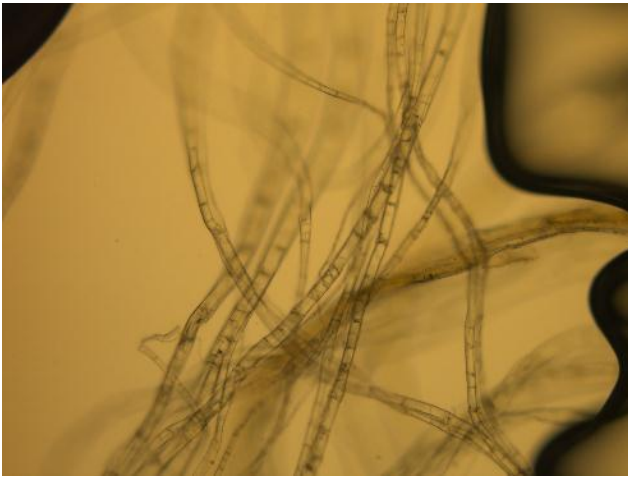
Kuva 46. Näyte SU4518:128a.



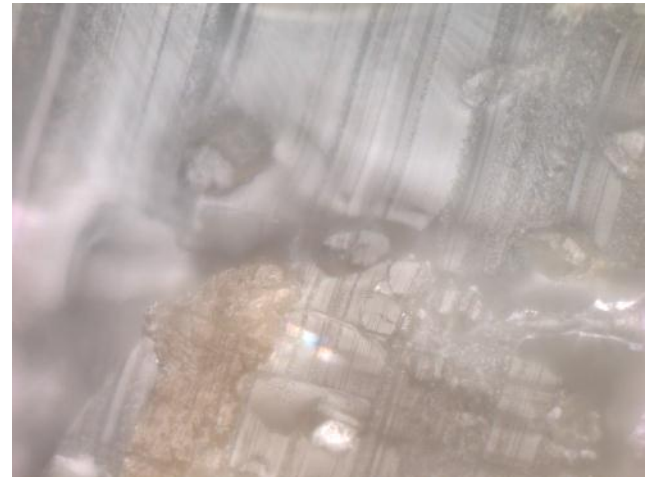
Kuva 47. Poikkileikkaukset näytteestä SU4518:128a.



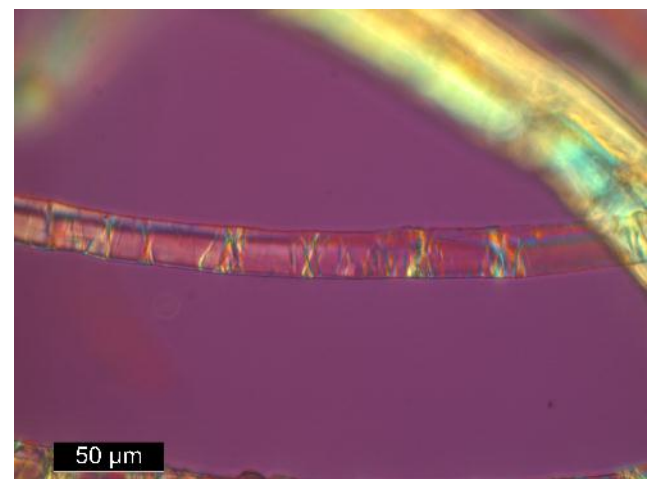
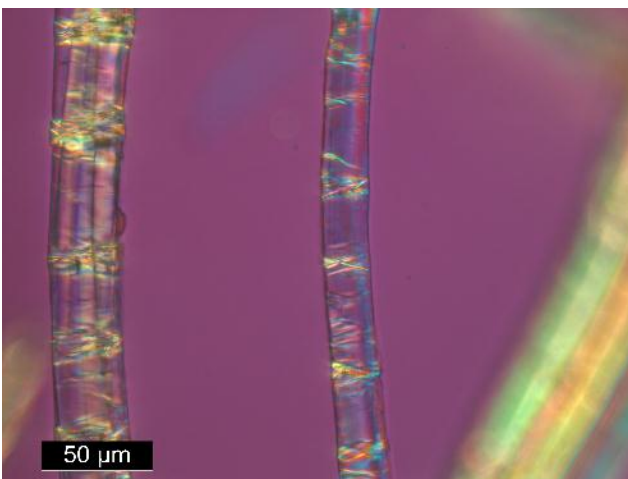
Kuva 48. Herzogin testin tulokset näytteelle SU4518:128a.



Kuva 49. Näyte SU4518:128b.



Kuva 50. Poikkileikkaukset näytteestä SU4518:128b.



Kuva 51. Herzogin testin tulokset näytteestä SU4518:128b.

Esine 10. SU4518:129 uhriliinan teelmä, mansit, Siperia

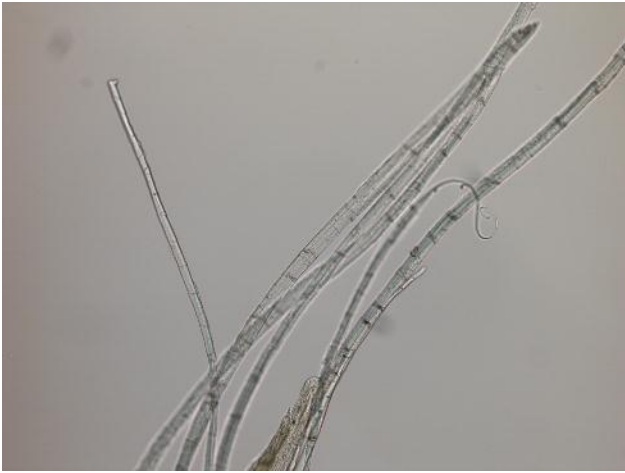


Kuva 52. Kuvakollaasi esineestä SU4518:129.

Neliömuotoinen uhriliinan teelmä on karkeahkolle luonnonruskealle palttinakankaalle kirjottu liina. Se muodostuu kahdesta leveästä kaitaleesta joista toisen ulkoreunana on hulpio. Toisen kaitaleen päädyssä on sen koko leveydeltä jatkokaitale jonka kulmassa on vielä lisäksi pieni neliömuotoinen jatkokappale. Kirjonta on tehty tummanruskealla/luonnonmustalla 1-säikeisellä villalangalla. Liinan reunoissa on lisäksi kirjontaa rusehtavanpunaisella villalangalla. Kirjonta on reunojen alueella kulunut. Sekä loimi- että kudelankoja on 9 l/cm.

Materiaalimääritys: Nokkonen.

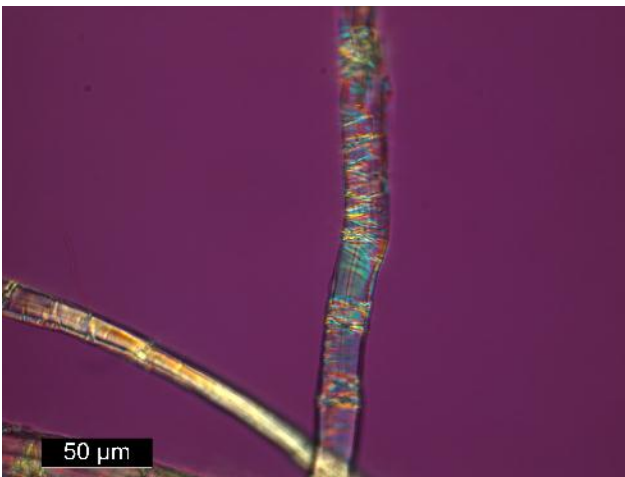
Mikroskooppikuvat:



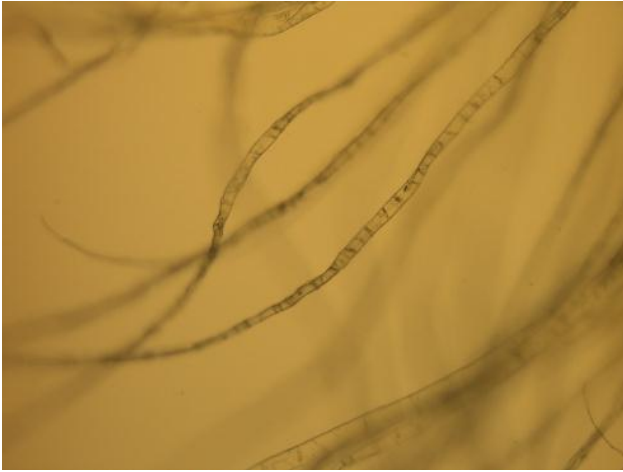
Kuva 53. Näyte SU4518:129a



Kuva 54. Poikkileikkeet näytteestä SU4518:129a.



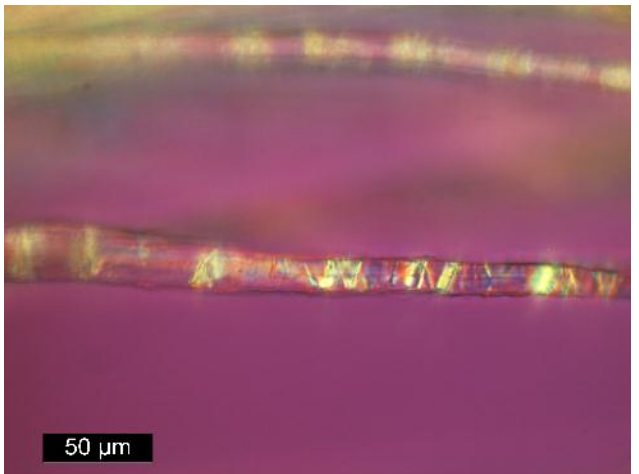
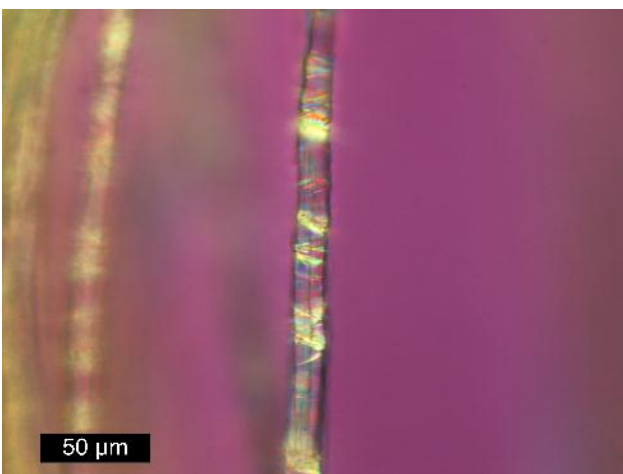
Kuva 55. Herzogin testin tulokset näytteestä SU4518:129a.



Kuva 56. Näyte SU4518:129b



Kuva 57. Poikkileikkeet näytteestä SU4518:129b.



Kuva 58. Herzogin testin tulokset näytteestä SU4518:129b.

Esine 11. SU4522:18 paidan yliset, rätsinän hiemat, Itä-Karjala



Kuva 59. Kuvakollaasi esineestä SU4522:18.

Naisen paidan yliset muodostuvat leveistä hihoista joissa on kapeat hihansuut, vartalo-osasta joka loppuu heti kainaloiden alle, sekä kapeasta pyörökauluksesta johon on rypyttetty kankaan ylimääräistä leveyttä koko matkalle. Yliset ovat edestä avoimet. Ylisiin on käytetty useampaa kangasta jotka kaikki ovat keskihienoja tai karkeita luonnonvalkoisia palttinakankaita. Kankaiden keskimääräinen lankatiheys on 15 l/cm. Erityisesti hihoissa kappaleita on monia, etupuolella useampia kuin takana. Vasemman hihan isoimmassa kappaleessa osa pituussuuntaisista langoista on selvästi punertavan ruskeita. Molemmat kainalolaput ovat selvästi muista poikkeavaa kellertävämmän valkoista kangasta.

Olkapäille on ommeltu suorakaiteenmuotoiset kappaleet tummanpunaista kangasta. Niiden yläpuolelle on kirjottu etupistokirjonnalla käyttäen mustaa, kellertävää, punaista ja sinertävää kiiltävää lankaa. Kirjontalankojen värit näyttävät haalistuneilta. Kapeassa kauluksessa on punertavalla langalla tehtyä etupistokirjontaa. Vasemmalla etupuolella kirjottu kaulus on korvattu tummanpunaisella kangaskaitaleella. Kauluksessa on oikealla puolella yksi metallinappi ja vasemmalla puolella sininen indigovärjätty lenkki josta langan valkoinen pohjaväri puskee läpi.

Mitat: Hihansuusta toiseen 149 cm, kainalolapun yläkulmasta toiseen 59 cm, vartalo-osan alareuna 47 cm; korkeus 33 cm, hihan leveys 27 cm.

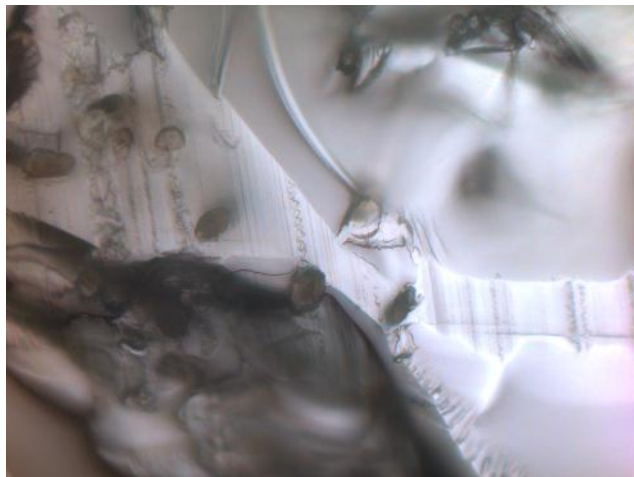
Lisätiedot Musketti-tietokannasta: Valmistettu ennen vuotta 1894, Itä-Karjala, Viena, Uhtuan kunta. Päätien kirjontakoristelu S-kuvioista. Olkapäiden kirjontakuviaina 8-sakaraisia tähtiä. Hihat ulottuvat kyynärpäihin saakka.

Materiaalimääritys: Nokkonen, tai mahdollisesti jokin *Urtica dioica* sukulaiskasvi, sillä kaikissa näytteissä dislokaatiot ovat nokkoselle poikkeuksellisen pullistuneita.

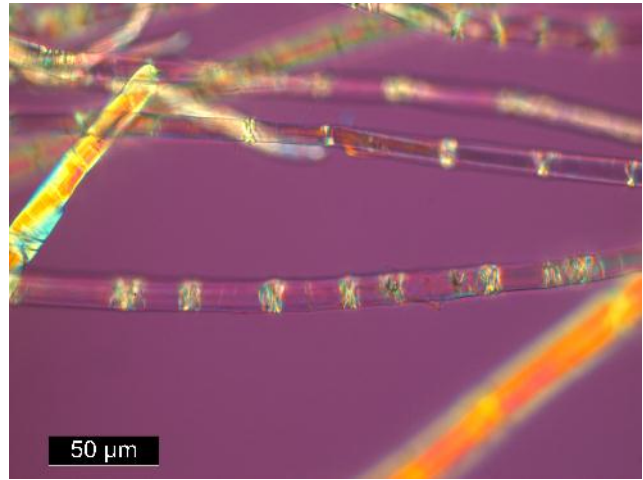
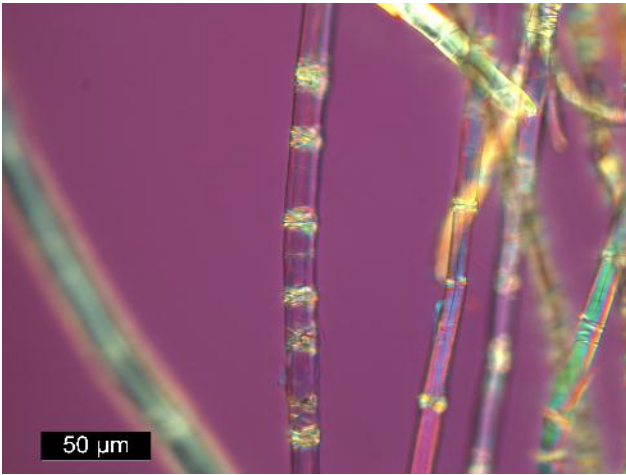
Mikroskooppikuvat:



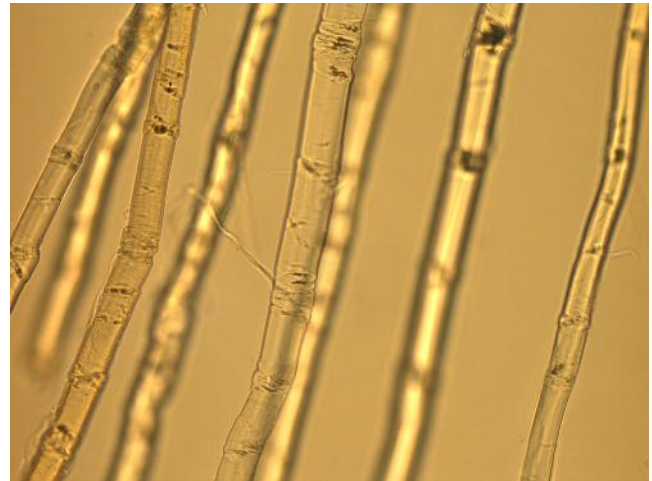
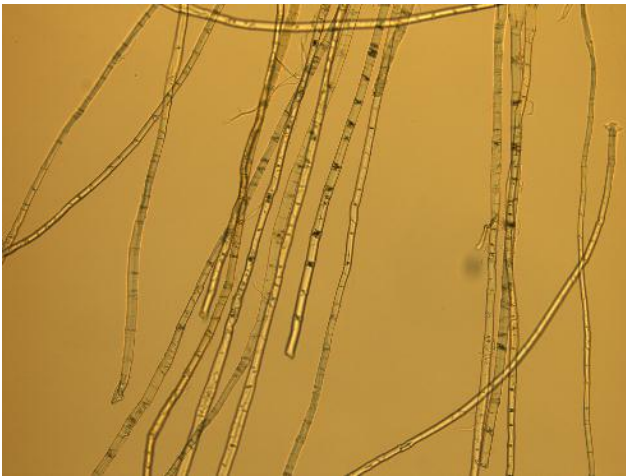
Kuva 60. Näyte SU4522:18a.



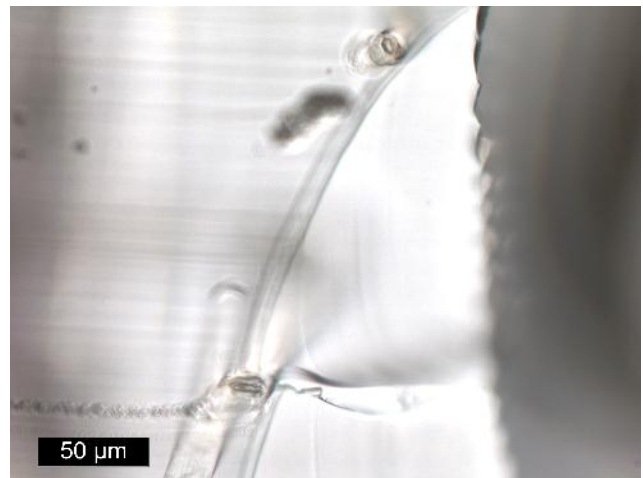
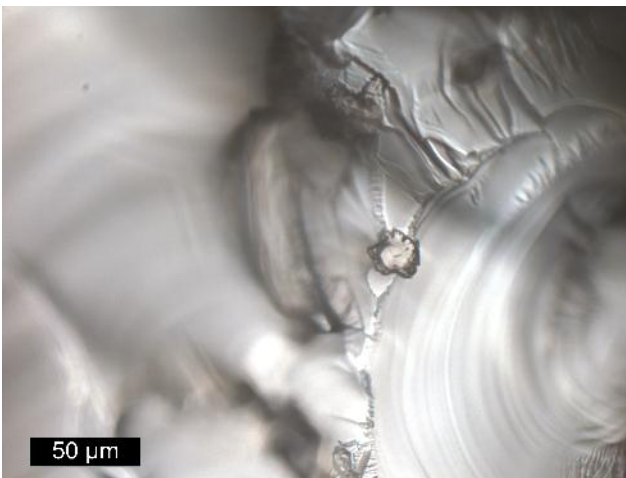
Kuva 61. Poikkileikkeet näytteestä SU4522:18a.



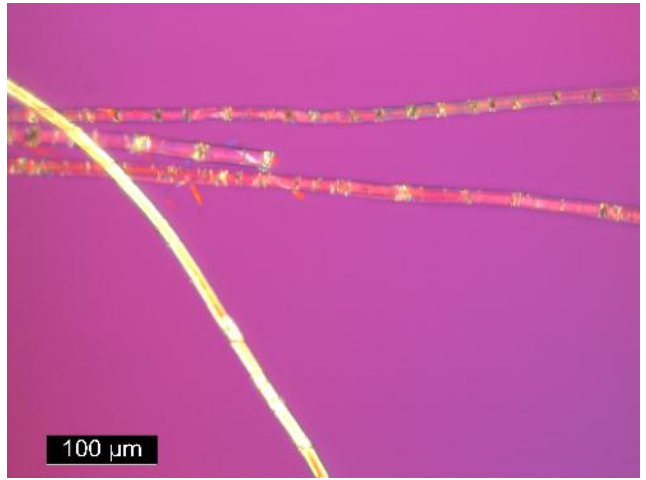
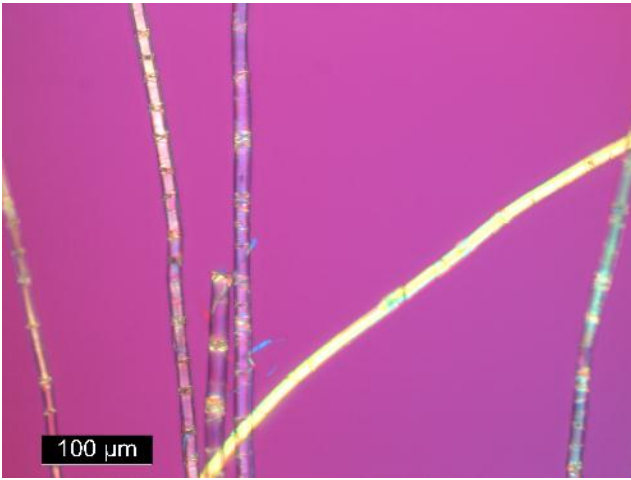
Kuva 62. Herzogin testin tulokset näytteestä SU4522:18a.



Kuva 63. Näyte SU4522:18b.



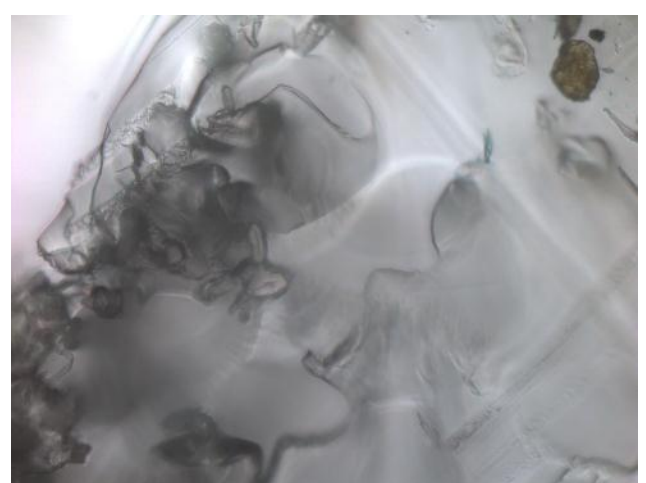
Kuva 64. Poikkileikkeet näytteestä SU4522:18b.



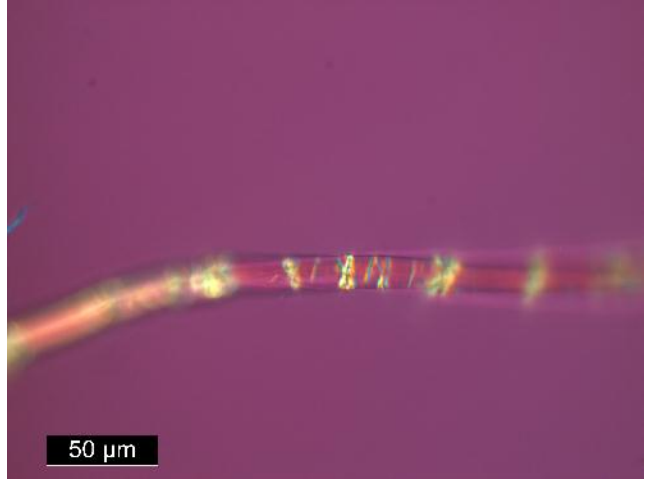
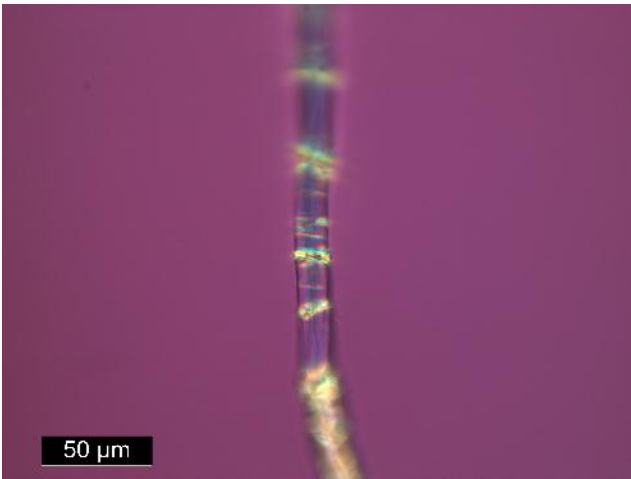
Kuva 65. Herzogin testin tulokset näytteestä Näyte SU4522:18b.



Kuva 66. Näyte SU4522:18c.



Kuva 67. Poikkileikkeet näytteestä SU4522:18c.



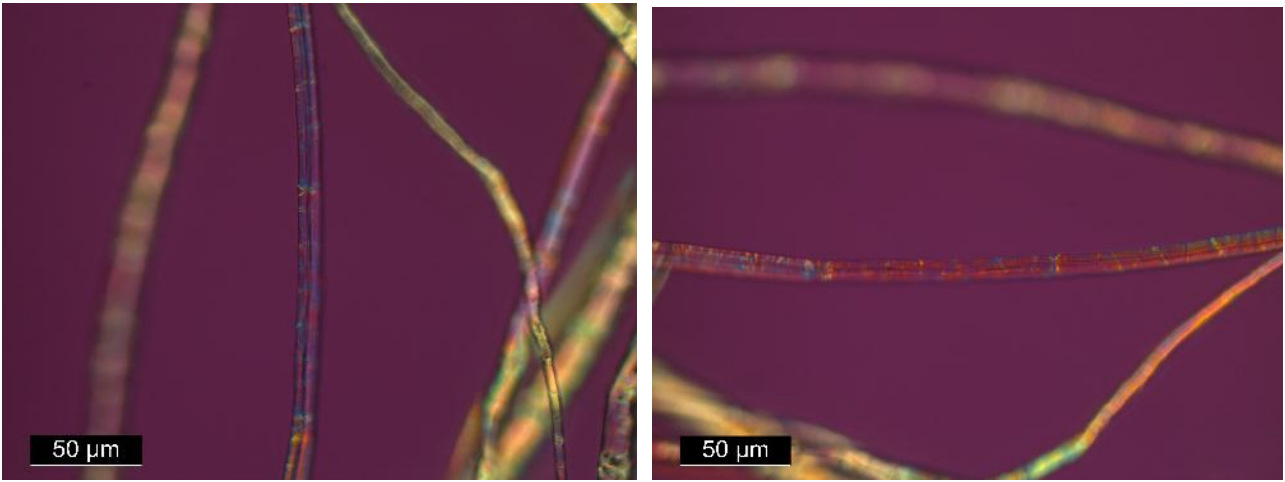
Kuva 68. Herzogin testin tulokset näytteestä SU4522:18c.



Kuva 69. Näyte SU4522:18d.



Kuva 70. Poikkileikkeet näytteestä SU4522:18d.



Kuva 71. Herzogin testin tulokset näytteestä SU4522:18d.

Esine 12. SU4810:283 naisen paita, hantit, Siperia



Kuva 72. Kuvakollaasi esineestä SU4810:283.

Naisen paita on ommeltu luonnonvalkoisista, epätasapaksuista palttinakankaan paloista. Paitaan on käytetty ainakin kahta eri kangasta. Paksumpaa kangasta on takana, ja helmassa alla ja sivuissa; hienompaa kangasta on miehustassa ja hihoissa. Saumarakenteena on käytetty katesaumaa. Karkeammassa kankaassa on poikittaisessa lankajärjestelmässä 11 l/cm ja pituussuuntaisessa 10 l/cm. Hienomassa kankaassa on molemmissa lankajärjestelmissä 12 l/cm. Paidan on ranteissa, kynnärissä, olkapäillä ja miehustassa ristipistokirjontaa. Kirjonnat on tehty sinisellä, punaisella ja keltaisella villalangalla ja ne ovat osittain huopuneet. Hihansuissa on lisäksi valkoisilla lasihelmillä kirjaillut kaitaleet. Miehustan rintahalkion reunassa on kirjonnin lisäksi punaisia, valkoisia ja läpinäkyviä lasihelmiä, sekä painavat, mahdollisesti messinkiset kantanapit.

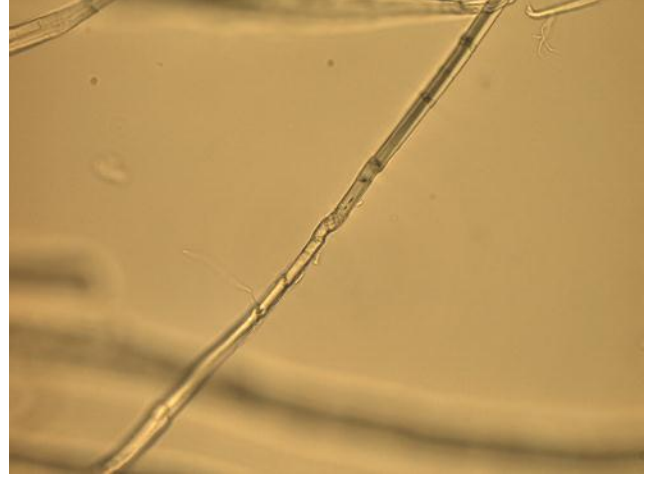
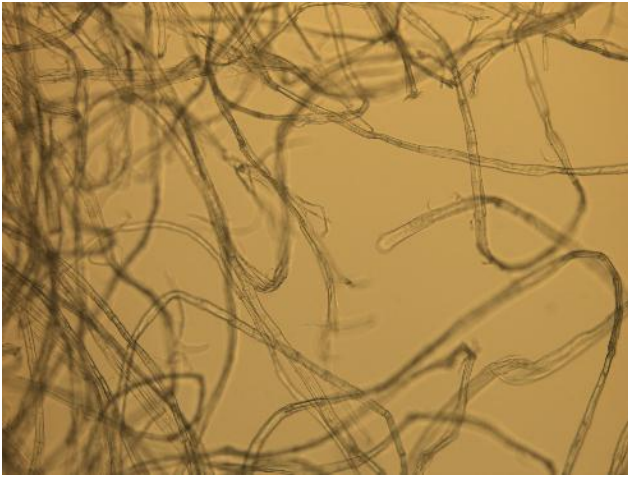
Mitat: Pituus 104 cm, leveys hihoineen 152 cm, helman leveys 83 cm.

Lisätiedot Musketti-tietokannasta: Rintahalkion kirjontakuvion nimi on *hutj hot* 'kalankuva'.

Paita on valmistettu ennen vuotta 1906, Konda-joen varrella, Krasnojarskissa. Artturi Kannisto on ostanut paidan kokoelmiin 3 ruplalla. Hantit eli ostjakit kuuluvat obinugrilaisiin kansoihin.

Materiaalimääritys: Nokkonen, poikkileikkeiden perusteella näytteessä SU4810:283b saattaa olla sekä nokkosta että pellavaa.

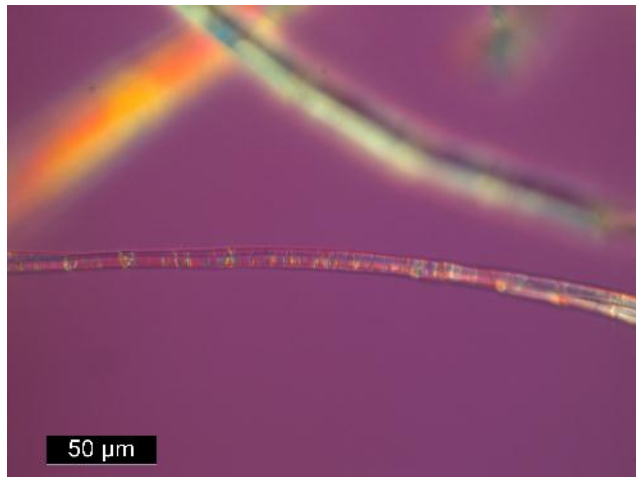
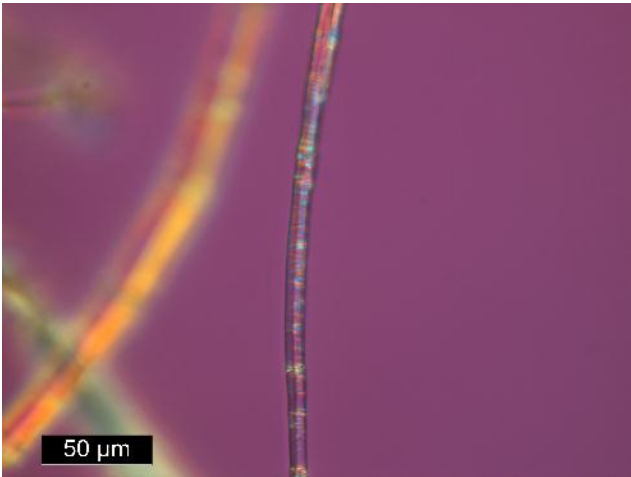
Mikroskooppikuvat:



Kuva 73. Näyte SU4810:283a.



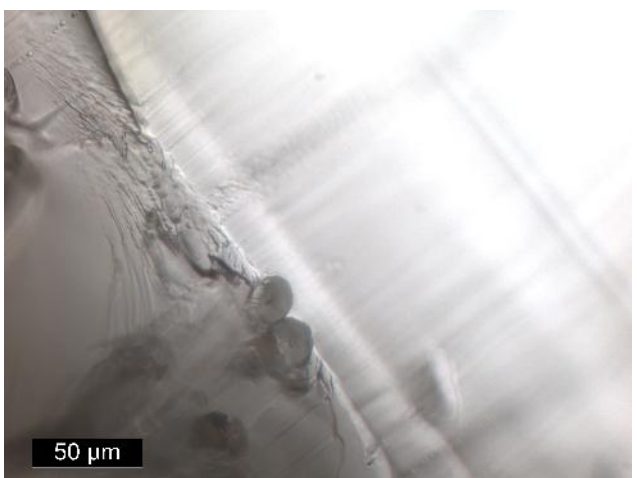
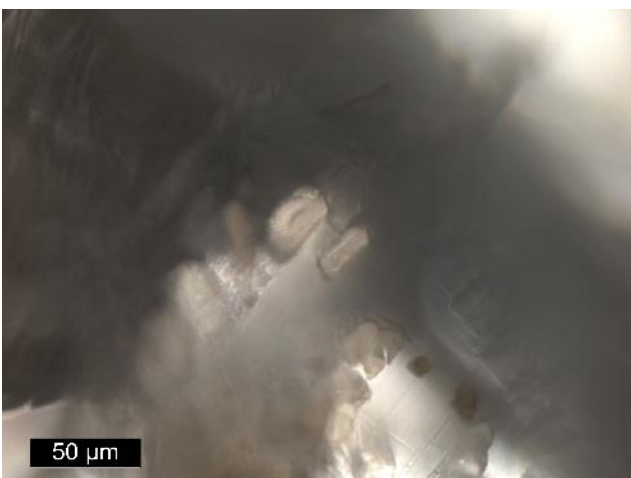
Kuva 74. Poikkileikkeet näytteestä SU4810:283a.



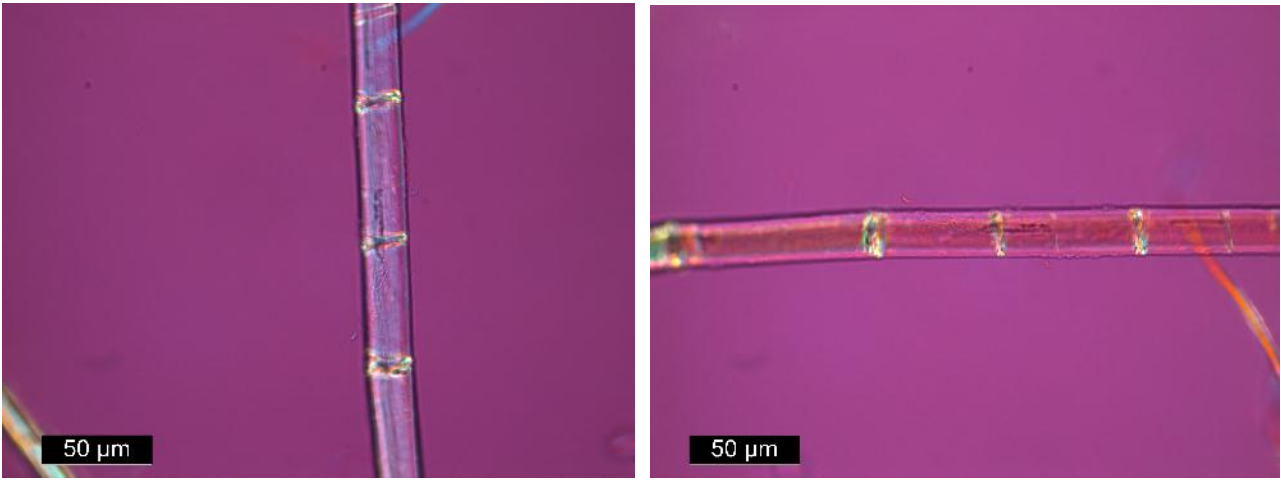
Kuva 75. Herzogin testin tulokset näytteestä SU4810:283a.



Kuva 76. Näyte SU4810:283b.



Kuva 77. Poikkileikkaukset näytteestä SU4810:283b.

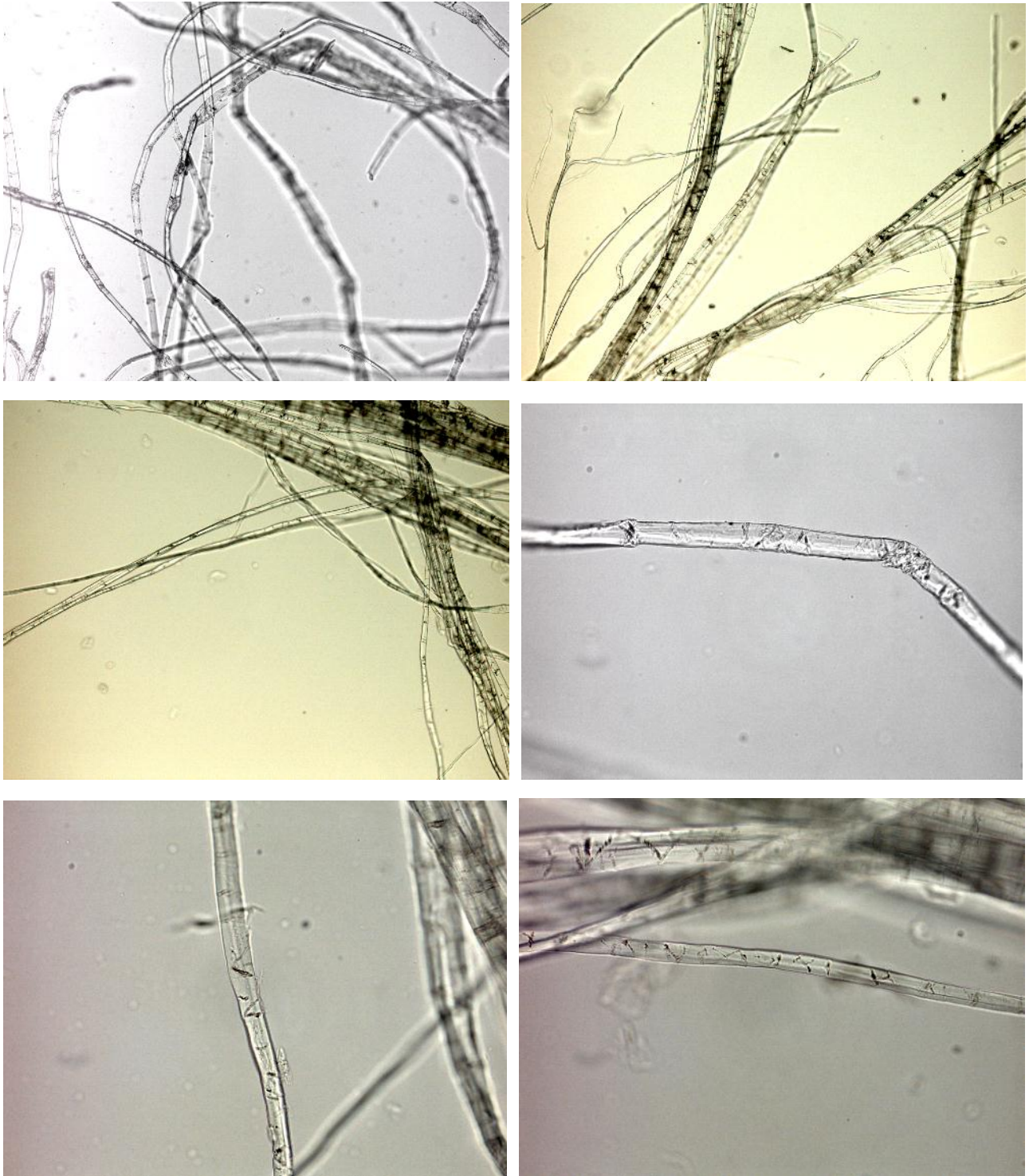


Kuva 78. Herzogin testin tulokset näytteestä SU4810:283b.

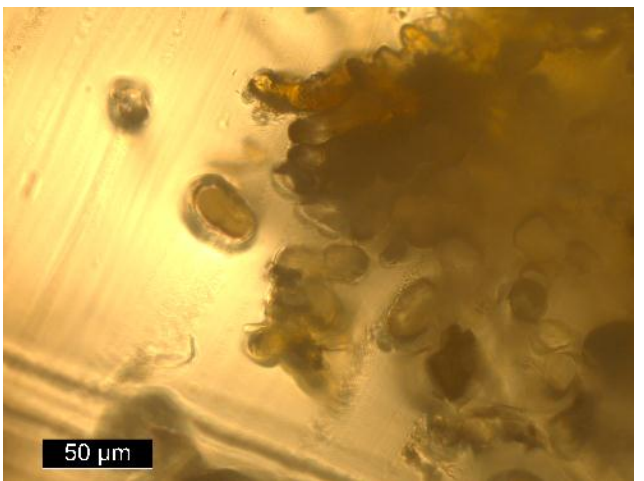
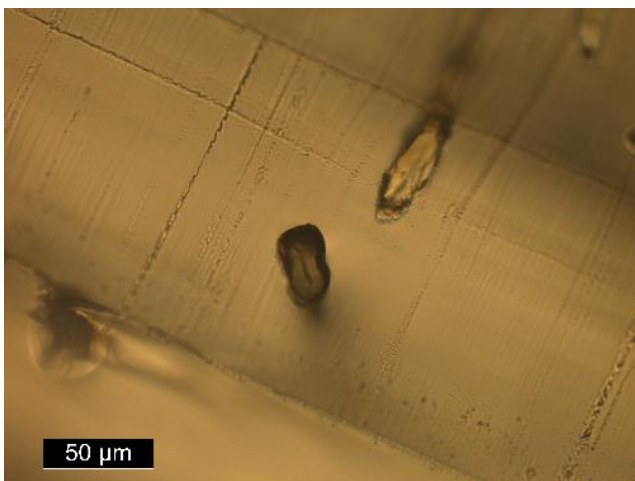
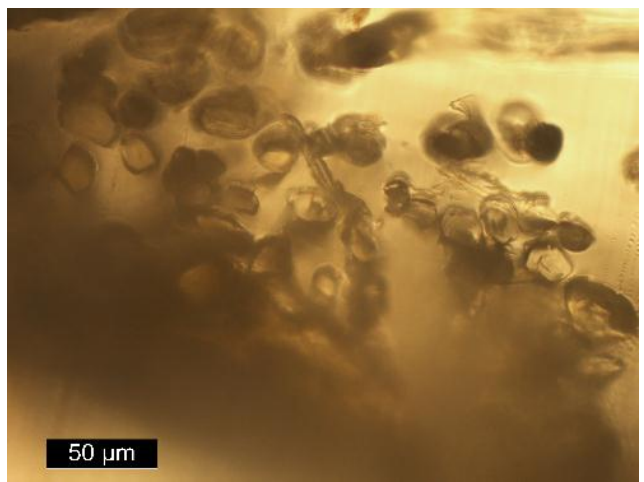
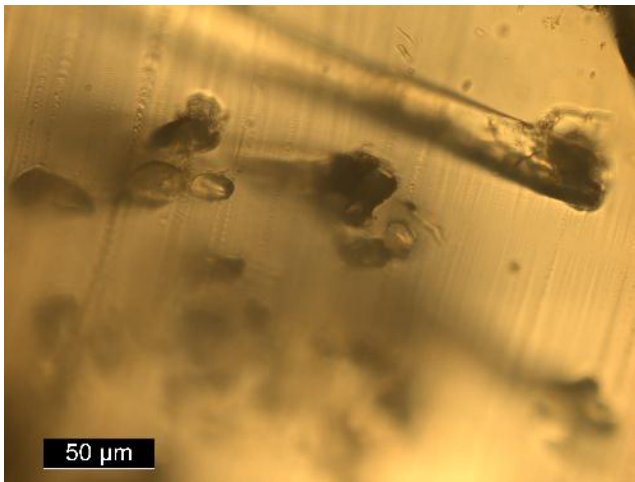
Liite 2.

Kuvapankki runkokuiduista

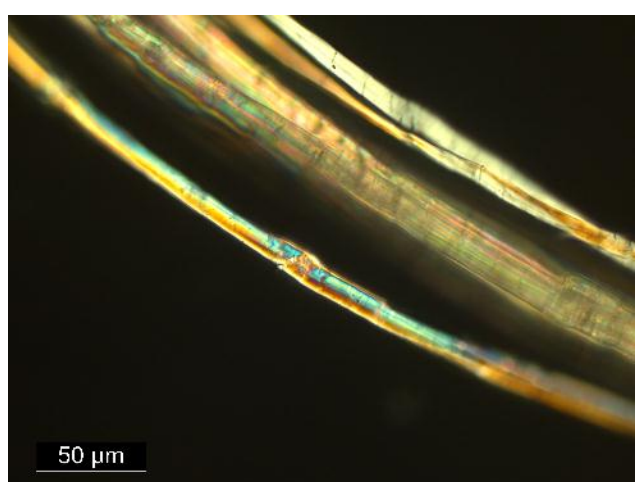
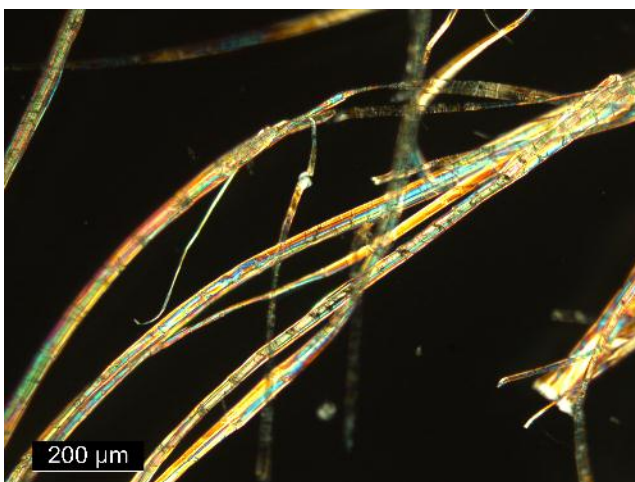
Nokkonen (soodassa keitetty), keruupaikka Puolanka



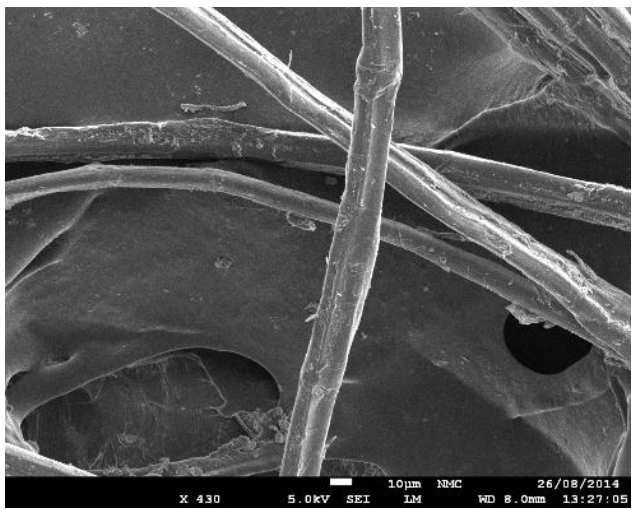
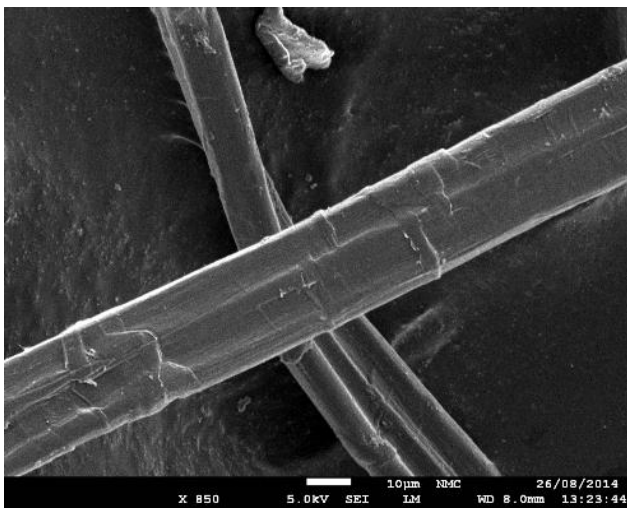
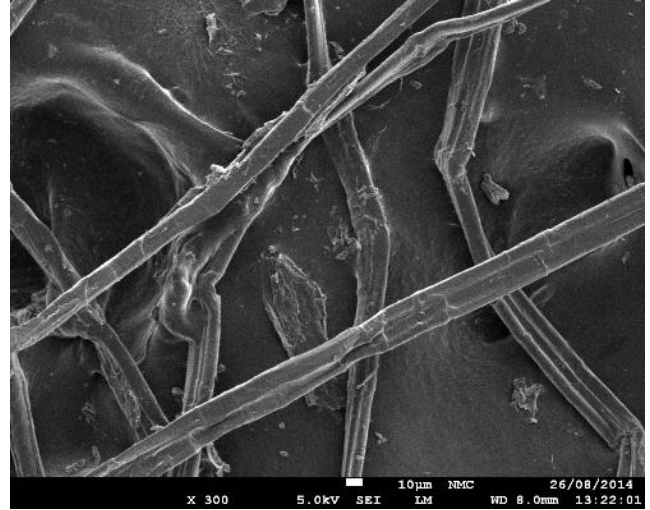
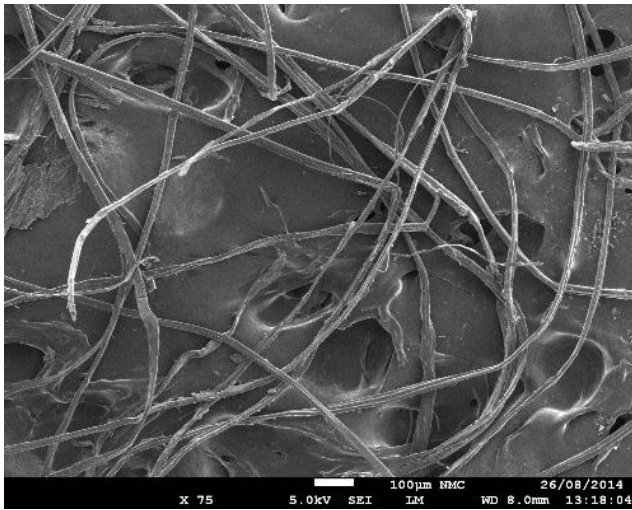
Kuva 1. Pituussuuntaiset kuvat näytteestä nokkonen PL1.



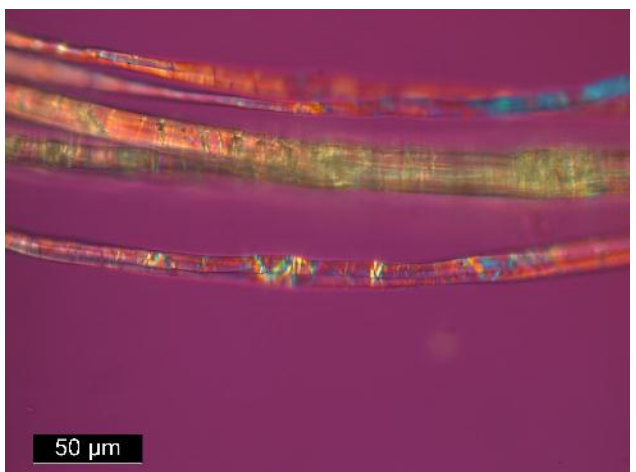
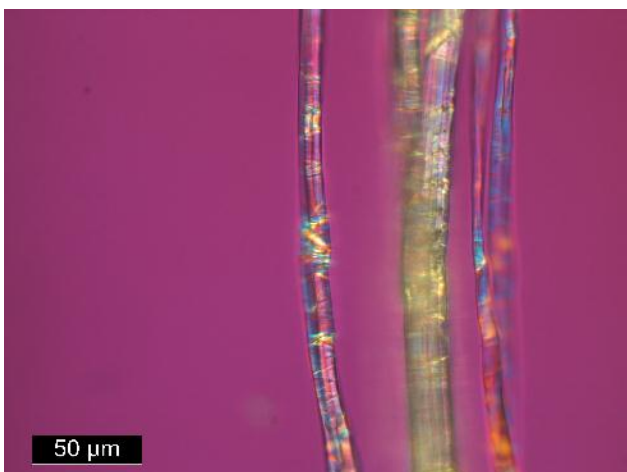
Kuva 2. Poikkileikkaukset näytteestä nokkonen PL1.



Kuva 3. Polarisaatiomikroskooppikuvat näytteestä nokkonen PL1.

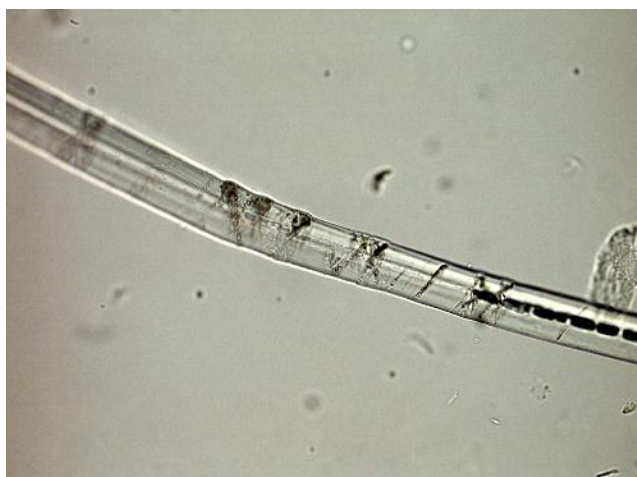
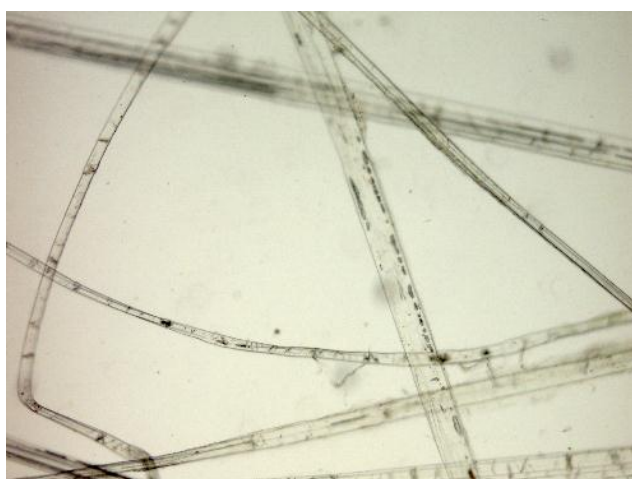


Kuva 4. SEM kuvat näytteestä nokkonen PL1.

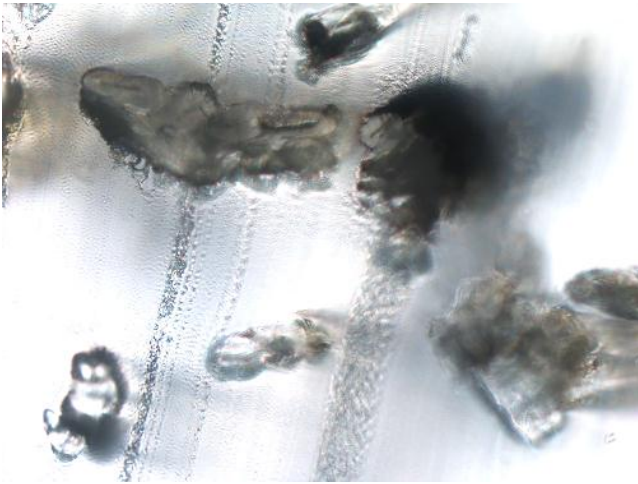


Kuva 5. Herzogin testin tulokset näytteestä nokkonen PL1.

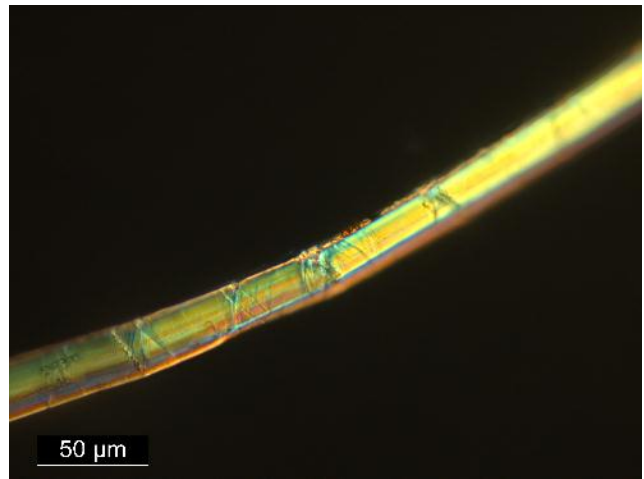
Nokkonen (kuivattu korsi), keruupaikka Puumala



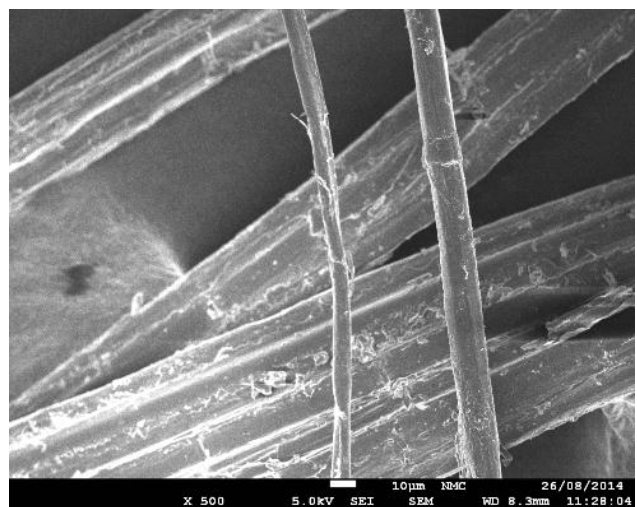
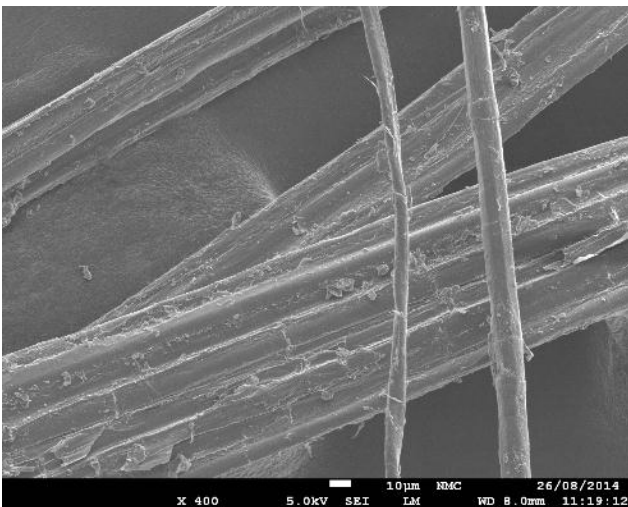
Kuva 6. Pituussuuntaiset kuvat näytteestä nokkonen PM1.

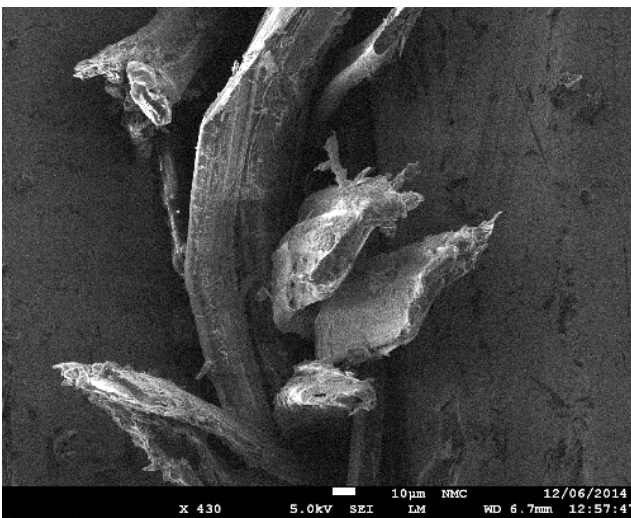
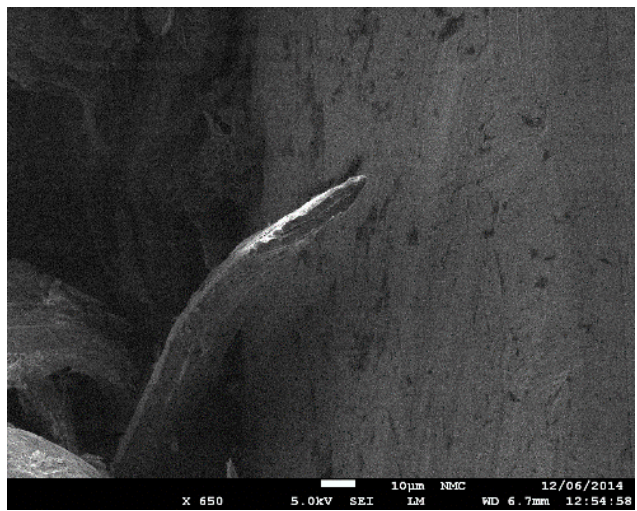
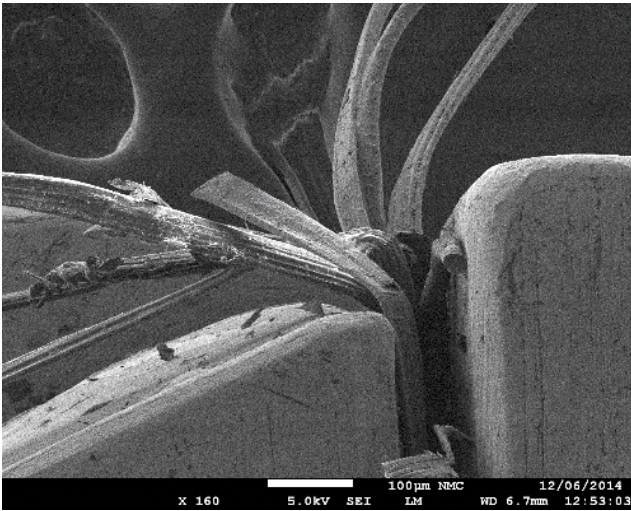


Kuva 7. Poikkileikkaus näytteestä nokkonen PM1.

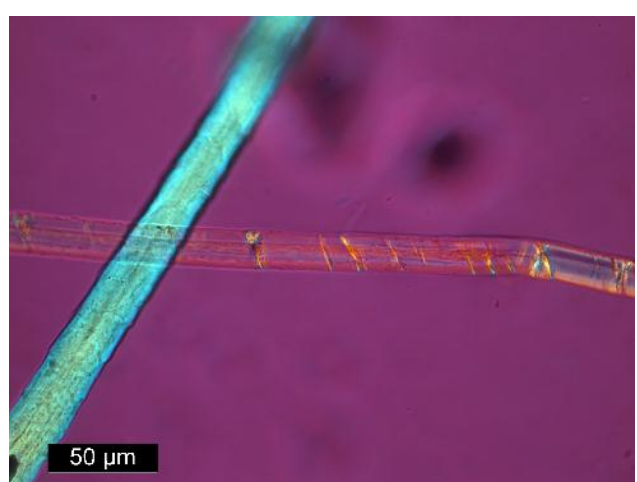
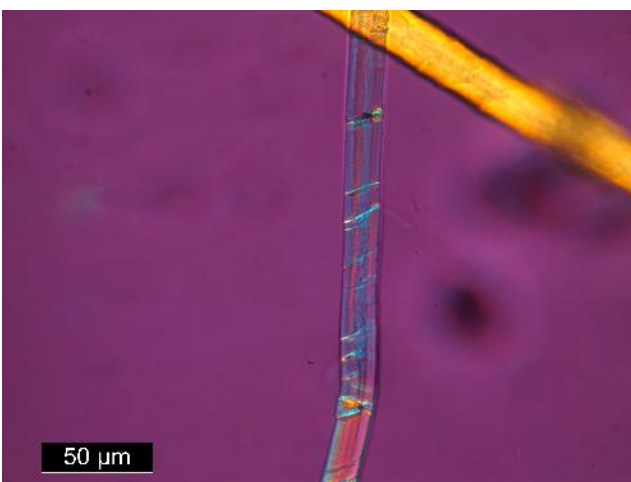


Kuva 8. Polarisaatiomikroskooppikuvat näytteestä nokkonen PM1.



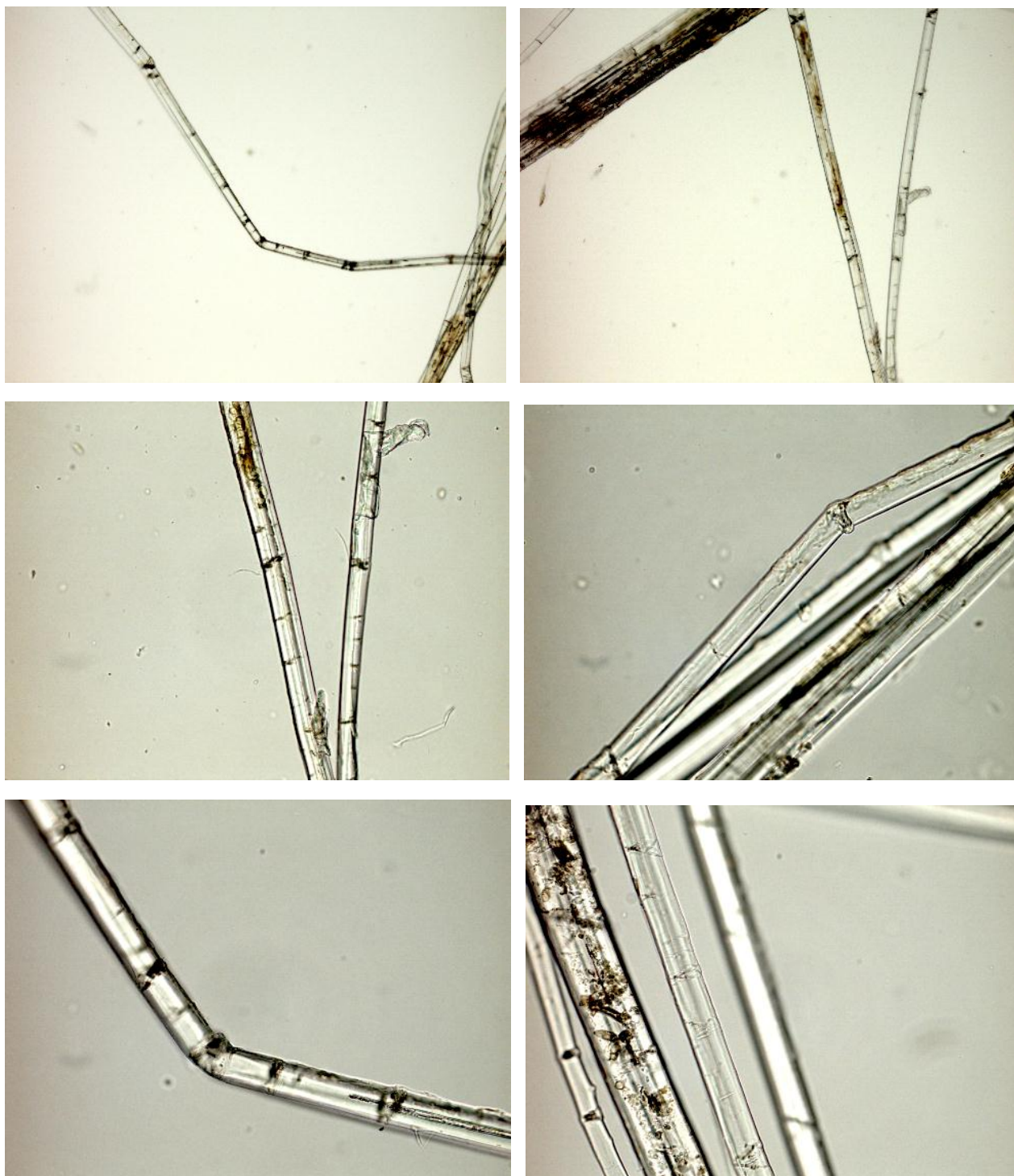


Kuva 9. SEM kuvat näytteestä nokkonen PM1.



Kuva 10. Herzogin testin tulokset näytteestä nokkonen PM1.

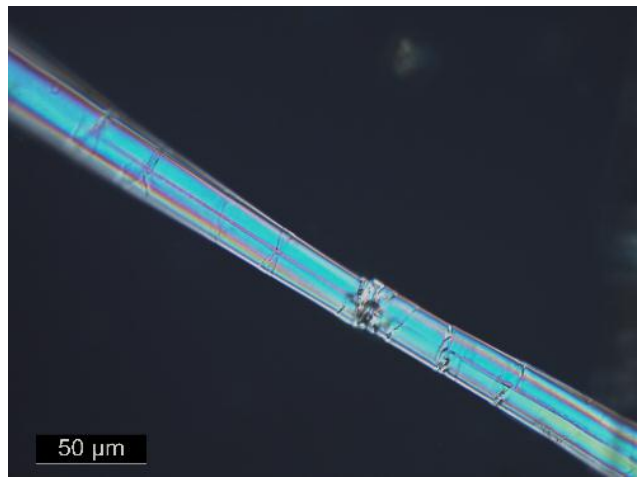
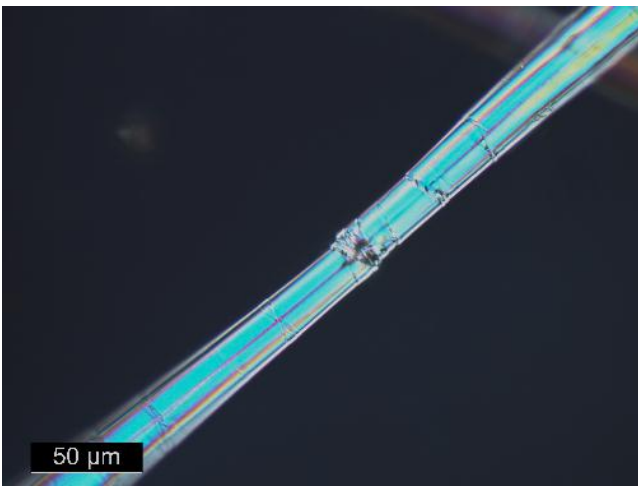
Pellava (nurmiliotettu)



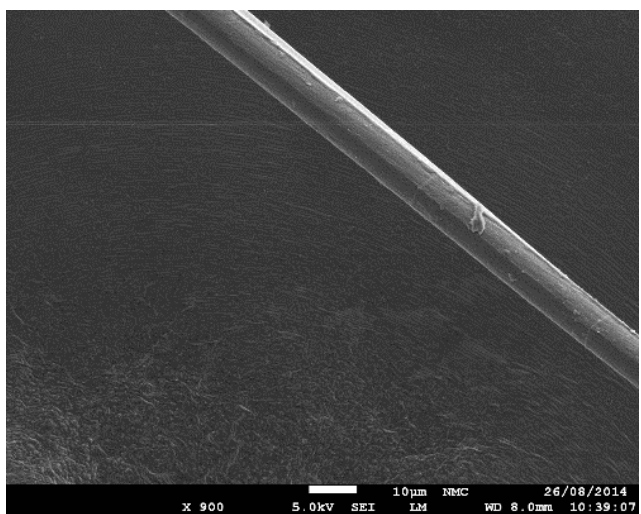
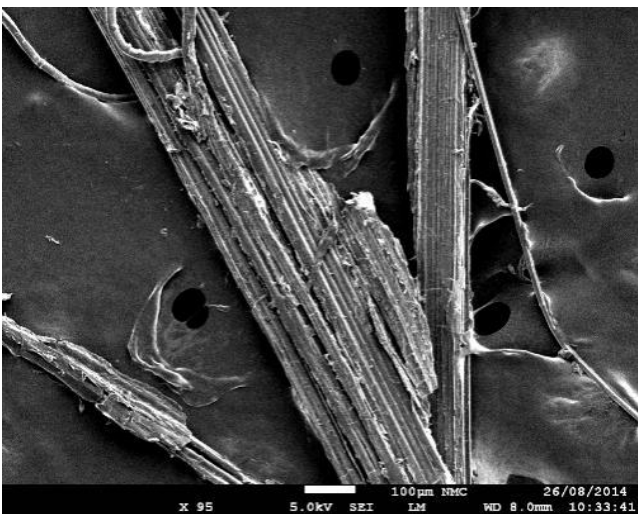
Kuva 11. Pituussuuntaiset kuvat näytteestä pellava N1.

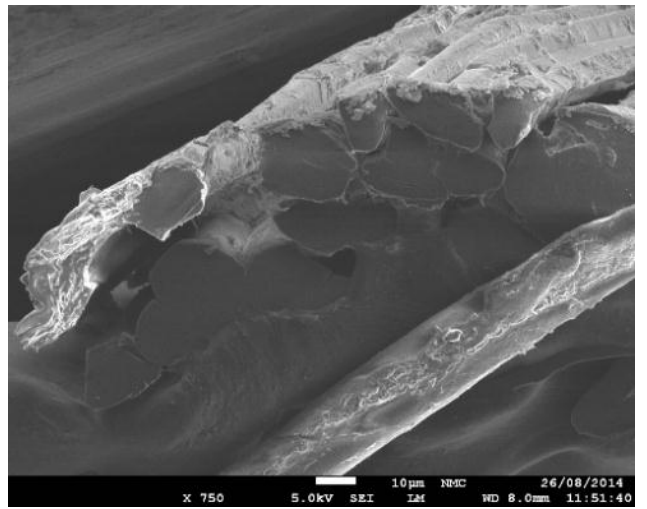
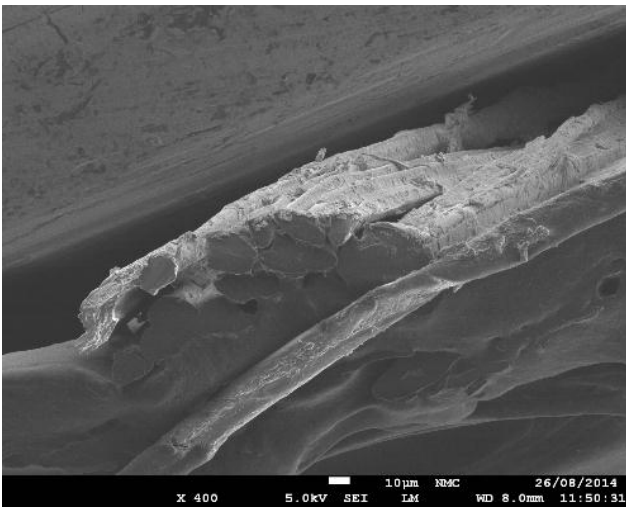
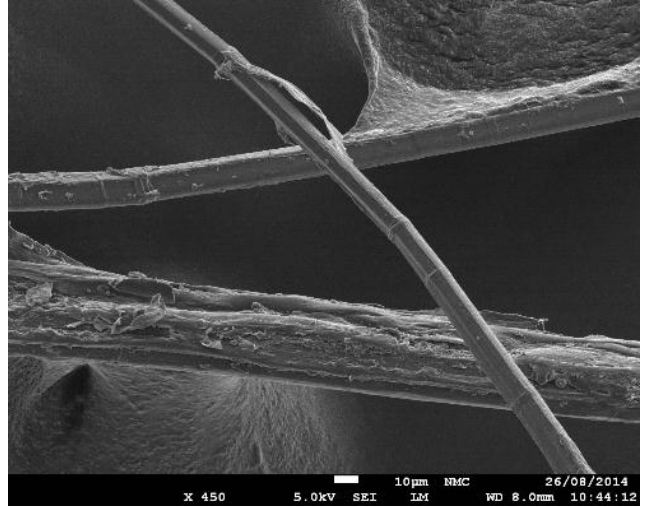
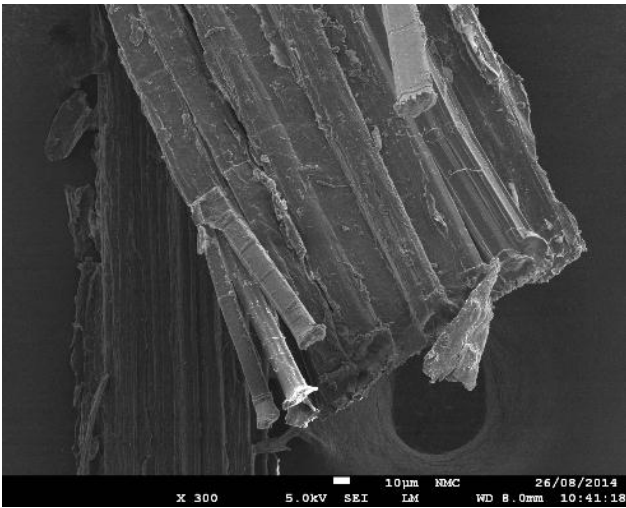


Kuva 12. Poikkileikkaukset näytteestä pellava N1.

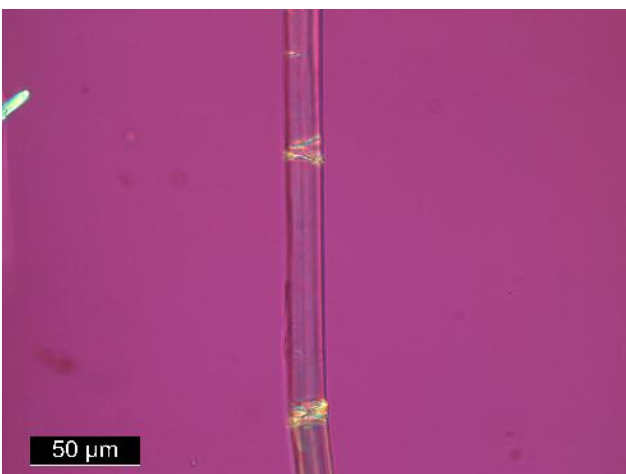


Kuva 13. Polarisatiomikroskooppikuvat näytteestä pellava N1.



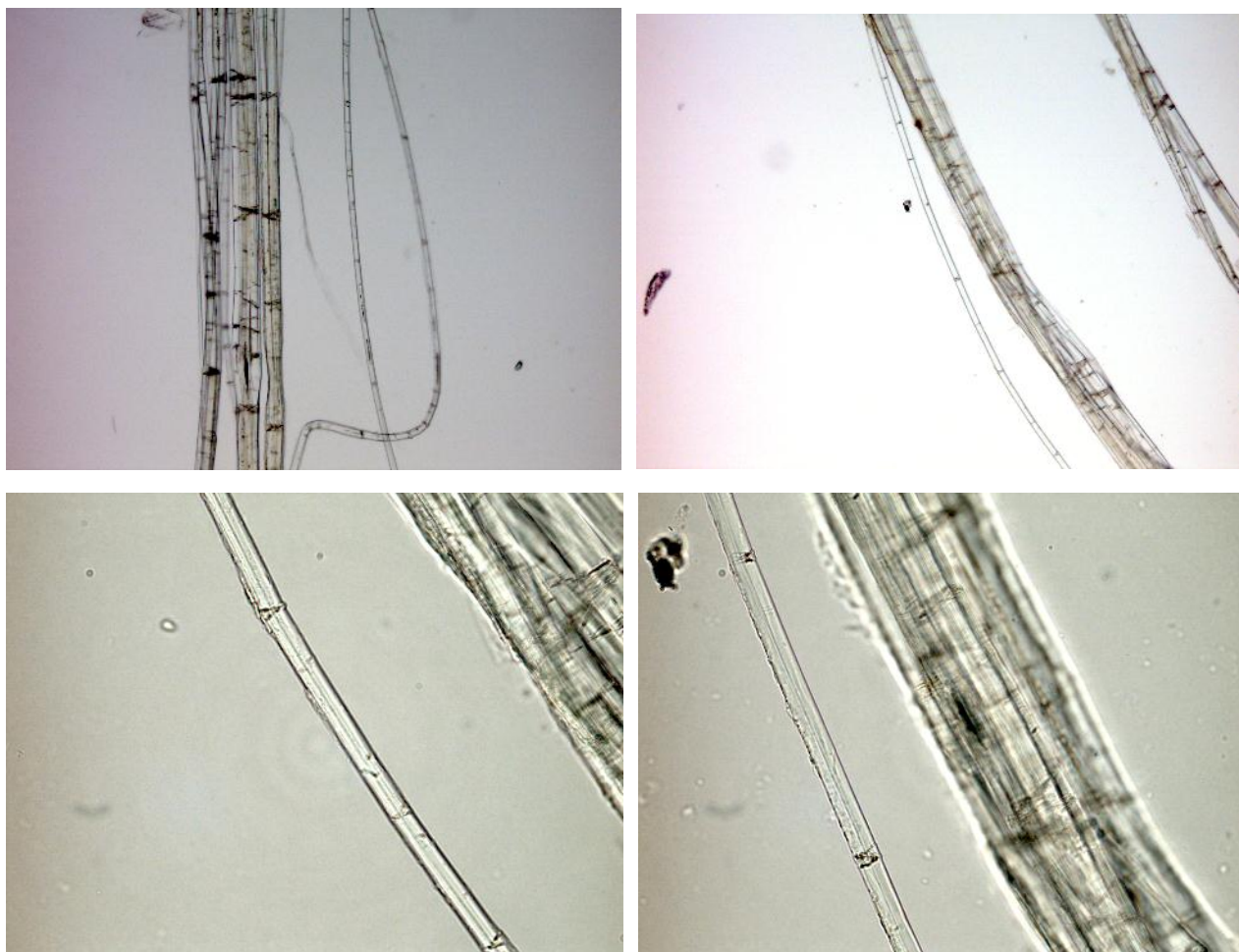


Kuva 14. SEM kuvat näytteestä pellava N1.

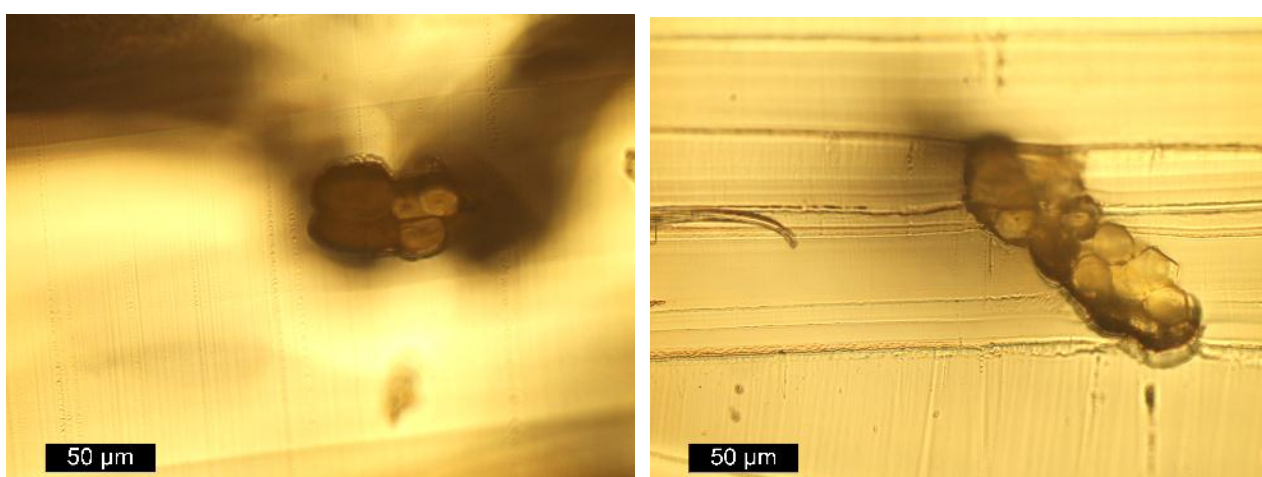


Kuva 15. Herzogin testin tulokset näytteestä pellava N1.

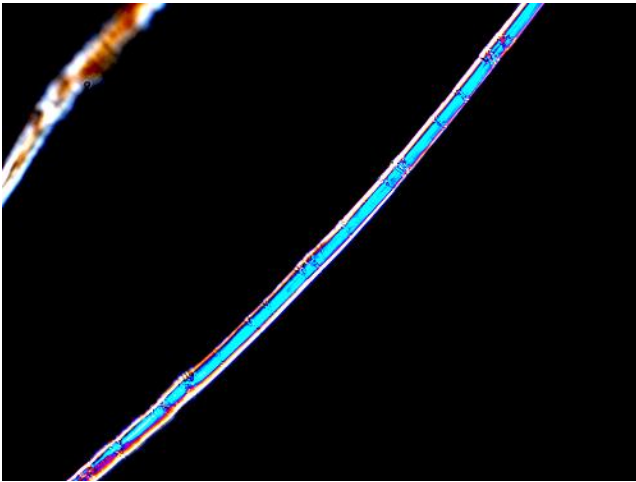
Pellava (vesiliotettu)



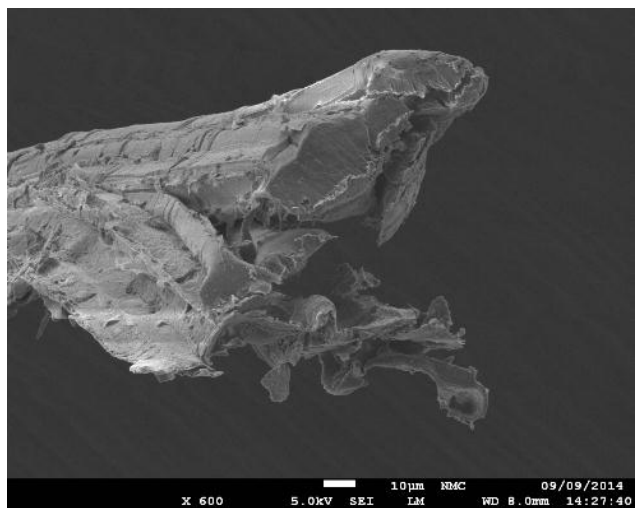
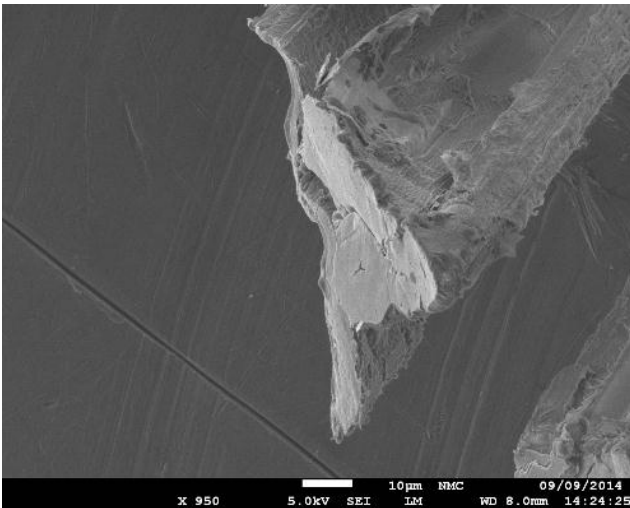
Kuva 16. Pituussuuntaiset kuvat näytteestä pellava V1.



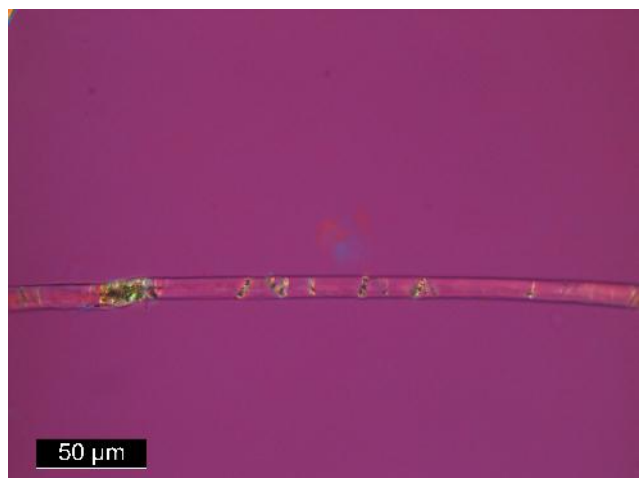
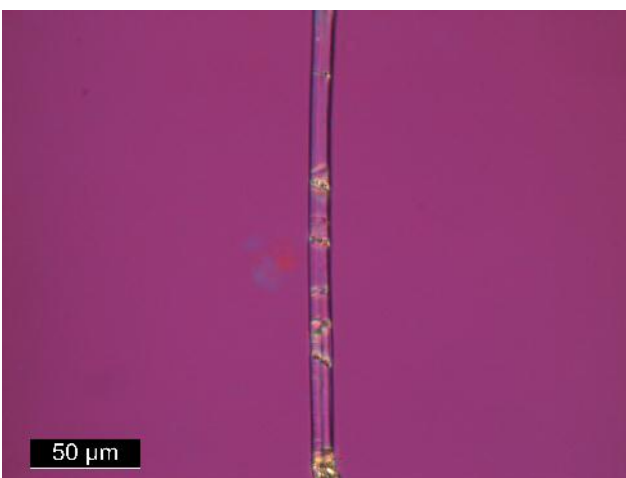
Kuva 17. Poikkileikkaukset näytteestä pellava V1.



Kuva 18. Polarisaatiomikroskooppi kuva näytteestä pellava V1.

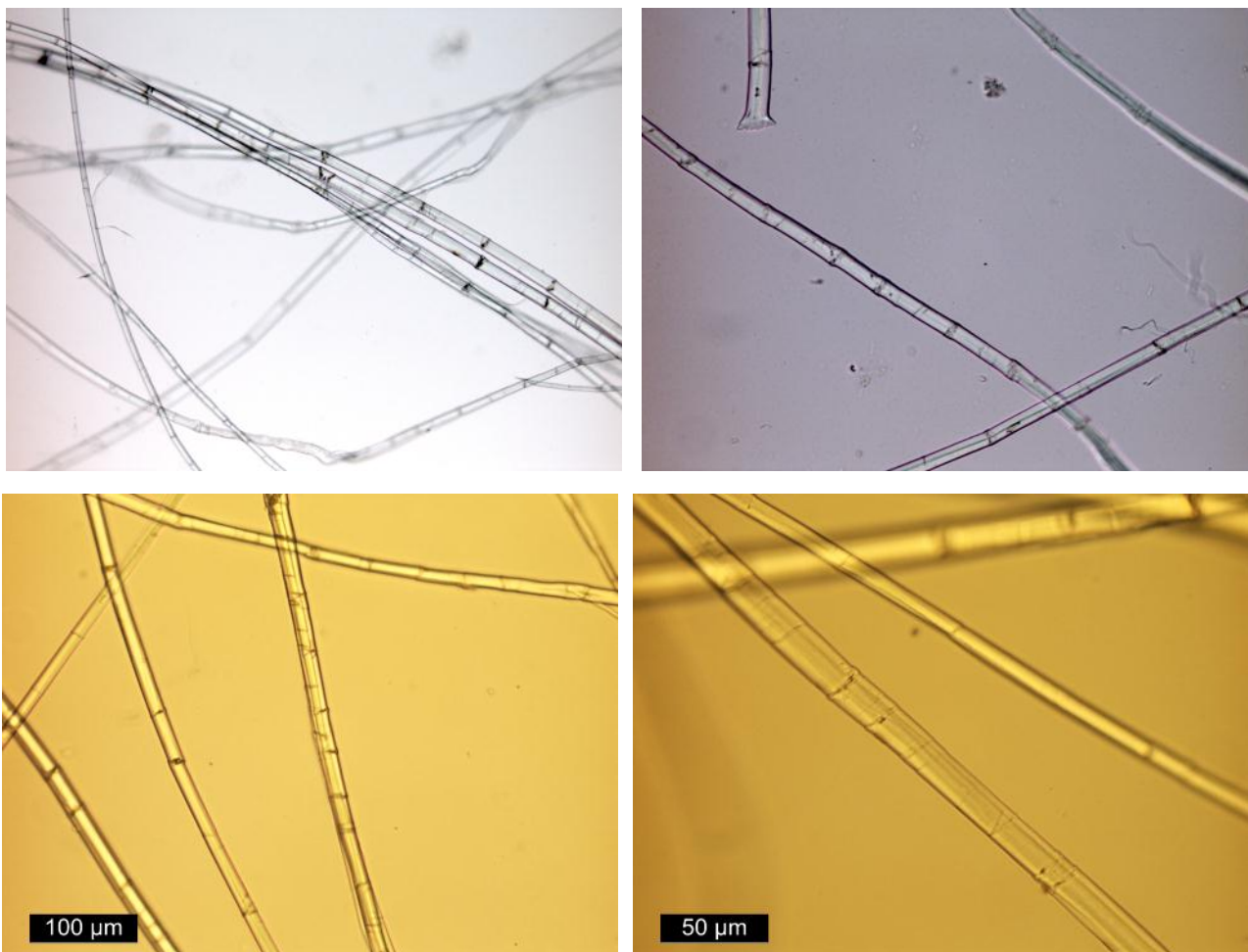


Kuva 19. SEM kuvat näytteestä pellava V1.

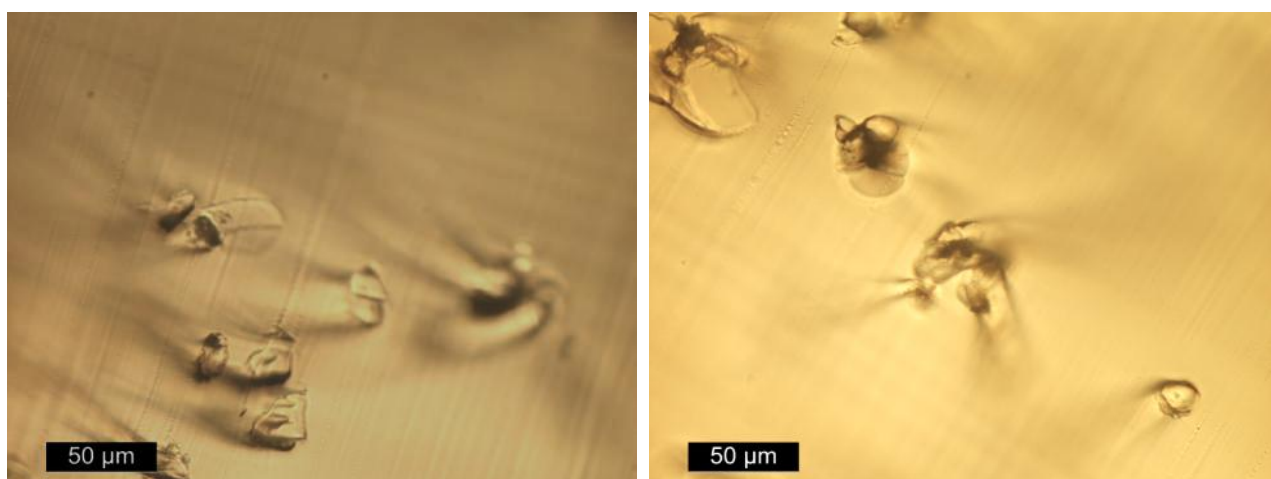


Kuva 20. Herzogin testin tulokset näytteestä V1.

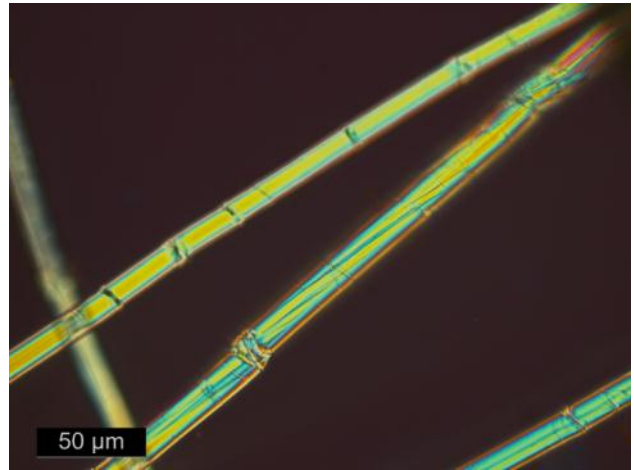
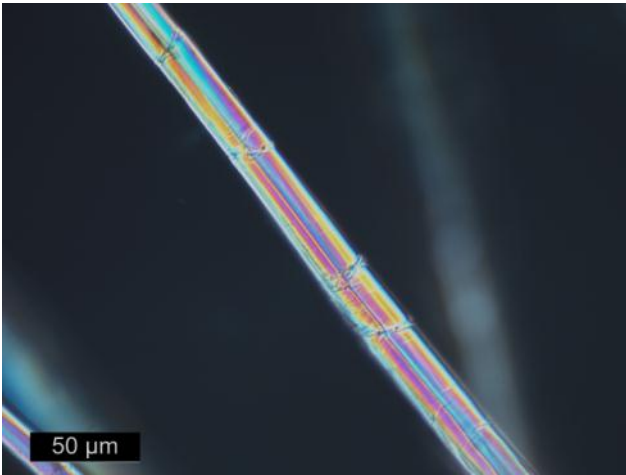
Hamppu H1



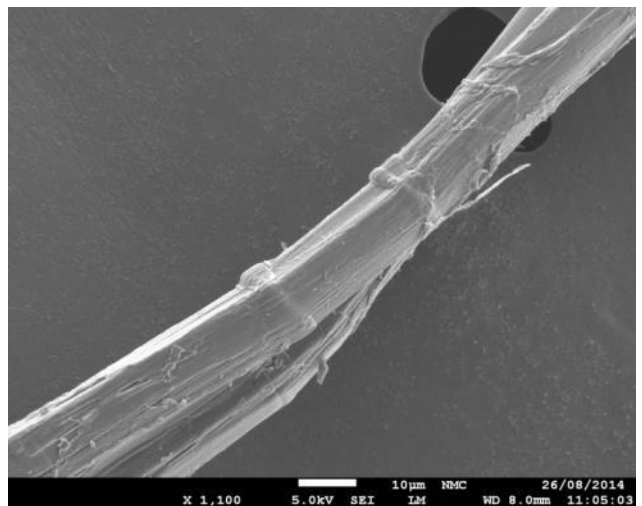
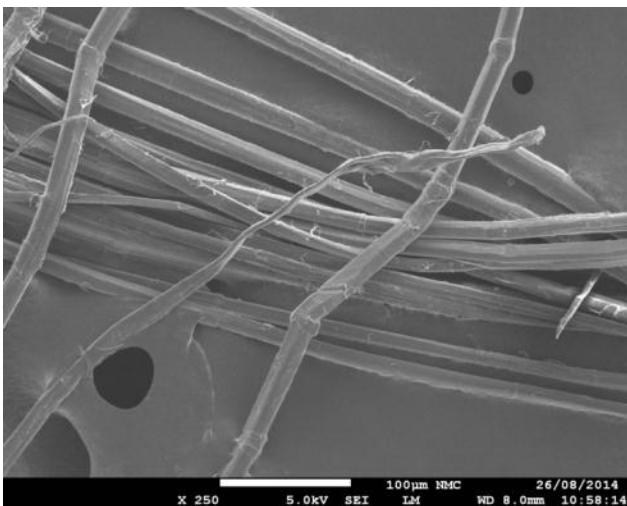
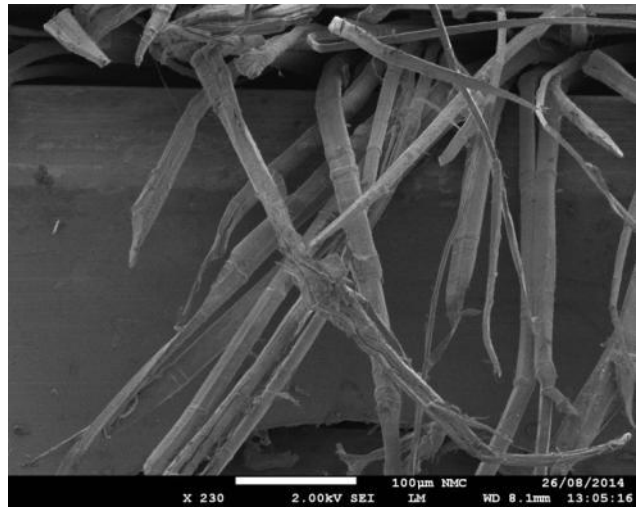
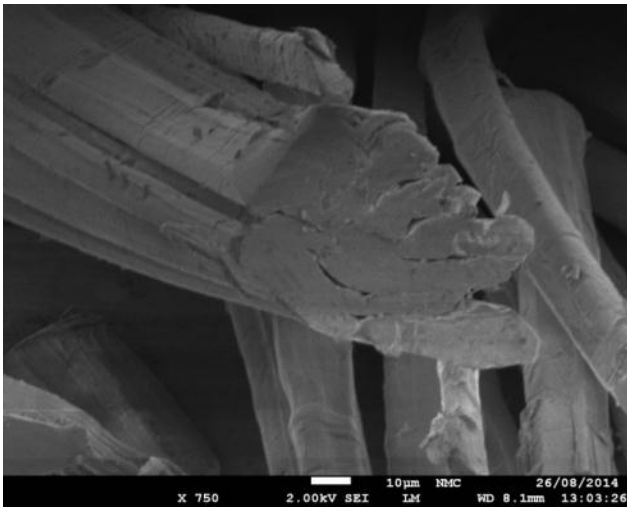
Kuva 21. Pituussuuntaiset kuvat näytteestä hamppu H1.



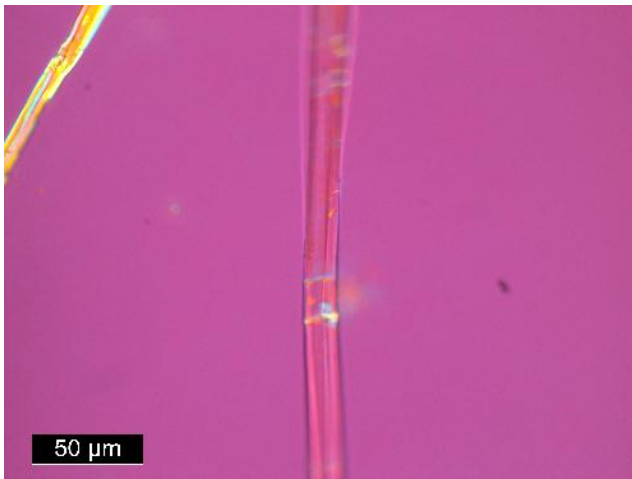
Kuva 22. Poikkileikkaukset näytteestä hamppu H1.



Kuva 23. Polarisaatiomikroskooppikuvat näytteestä hamppu H1.

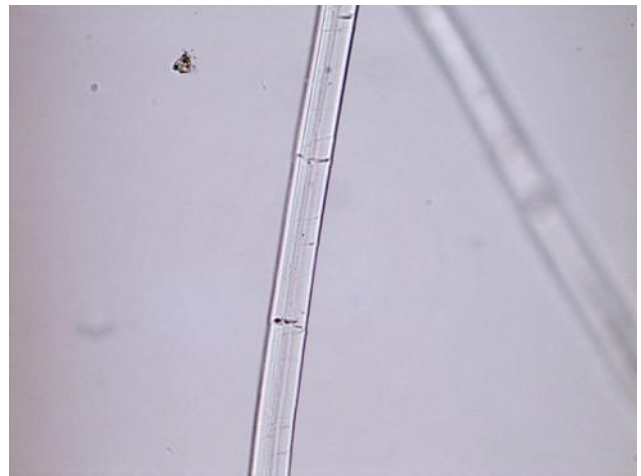
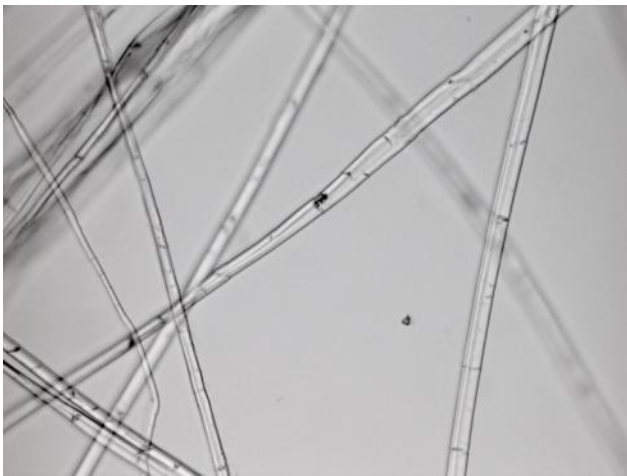


Kuva 24. SEM kuvat näytteestä hamppu H1.



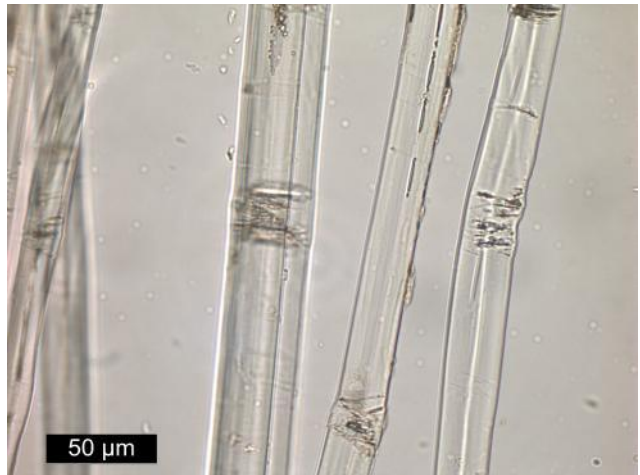
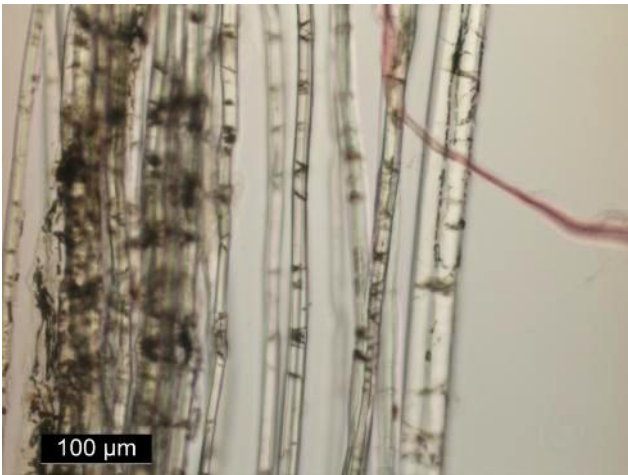
Kuva 25. Herzogin testin tulokset näytteestä hamppu H1.

Hamppu H2

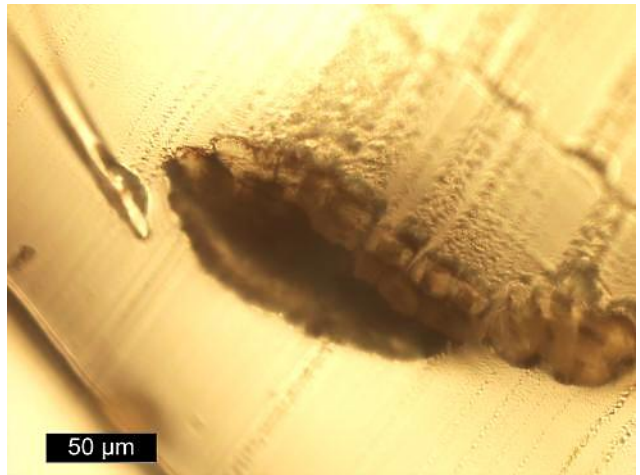


Kuva 26. Pituussuuntaiset kuvat näytteestä hamppu H2.

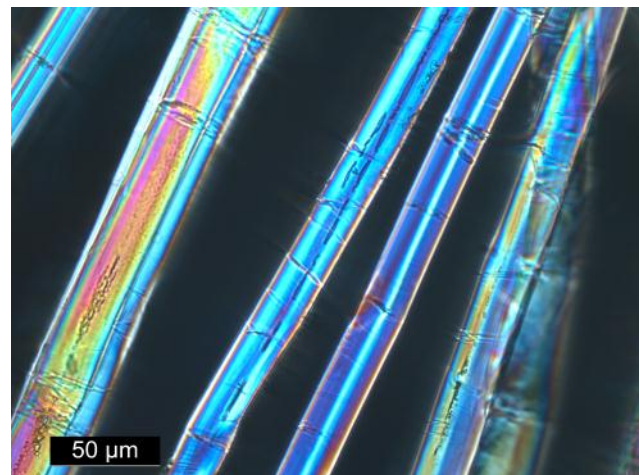
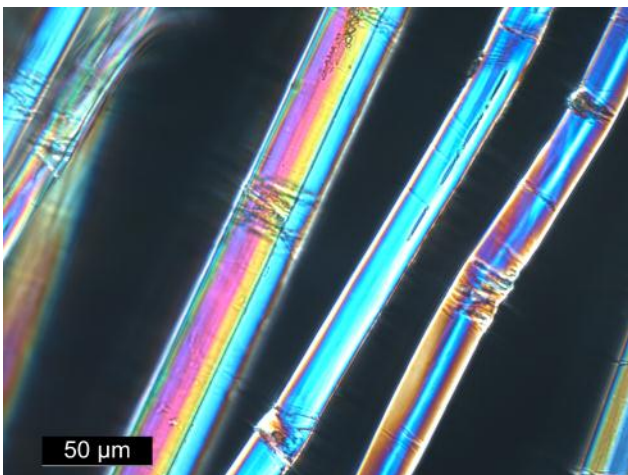
Hamppu H3



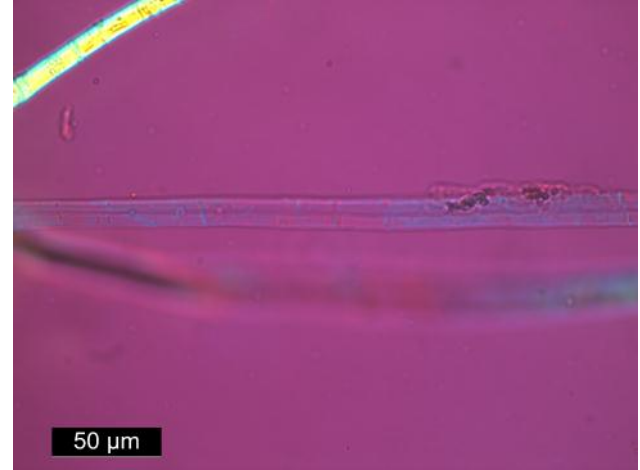
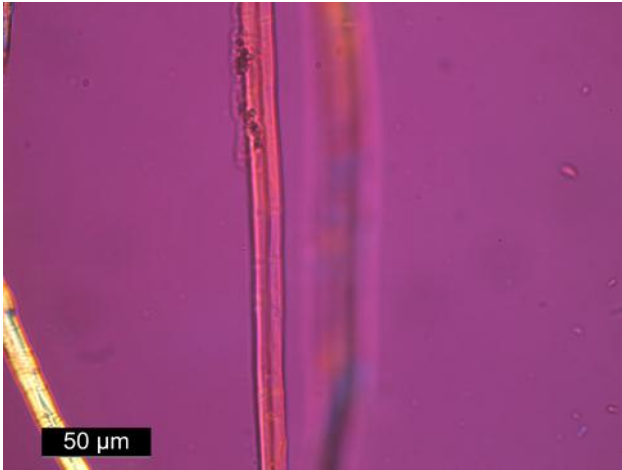
Kuva 27. Pituussuuntaiset kuvat näytteestä hamppu H3.



Kuva 28. Poikkileikkaukset näytteestä hamppu H3.

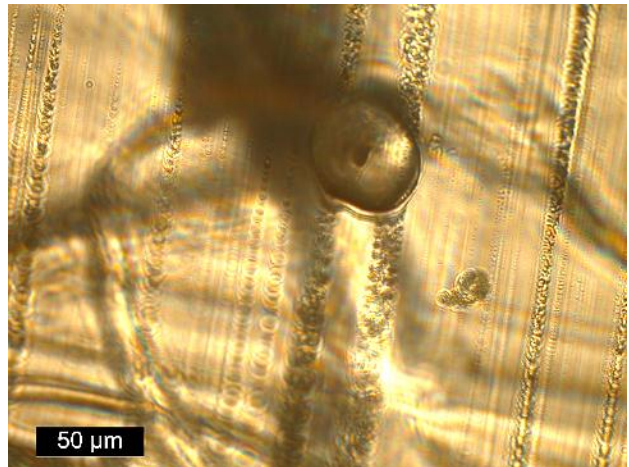
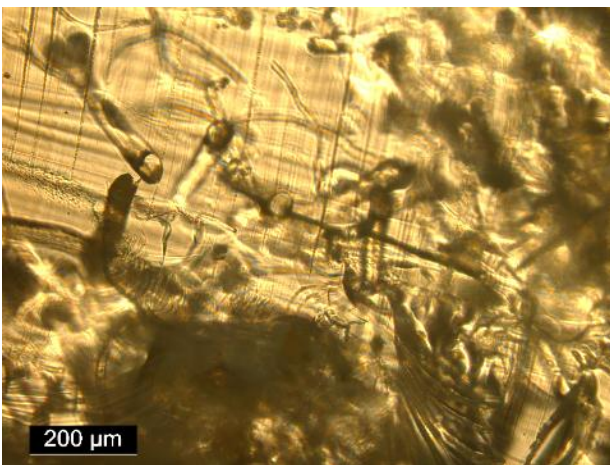


Kuva 29. Polarisaatiomikroskooppikuvat näytteestä hamppu H3.



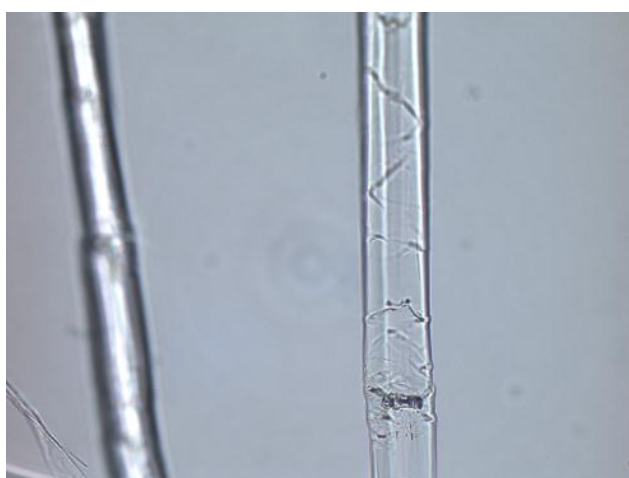
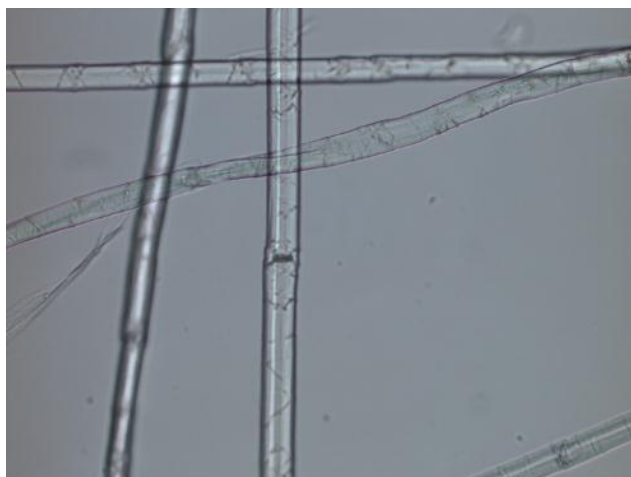
Kuva 30. Herzogin testin tulokset näytteestä hamppu H3.

Hamppu Nepal1

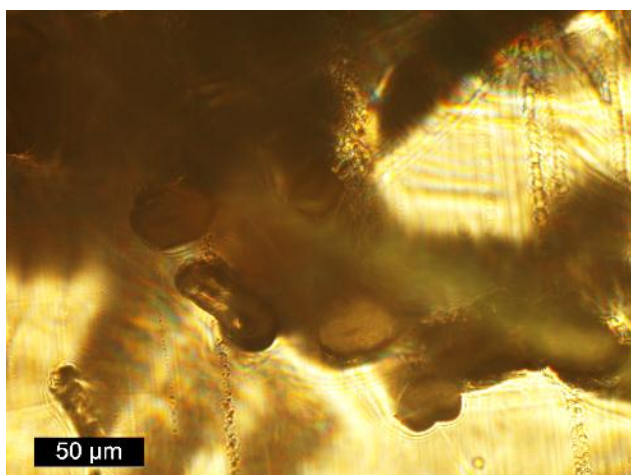
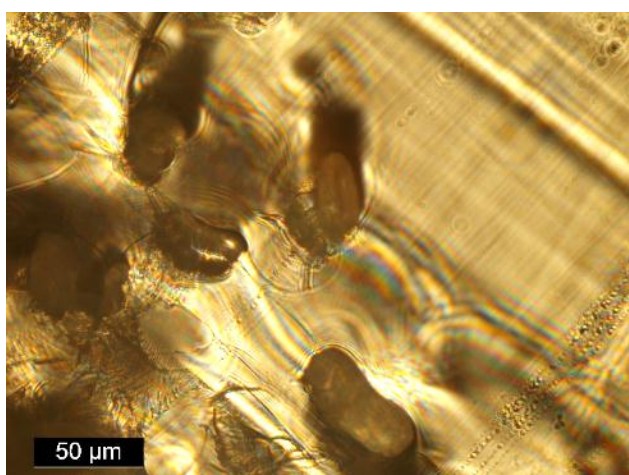


Kuva 31. Poikkileikkaukset näytteestä hamppu Nepal1.

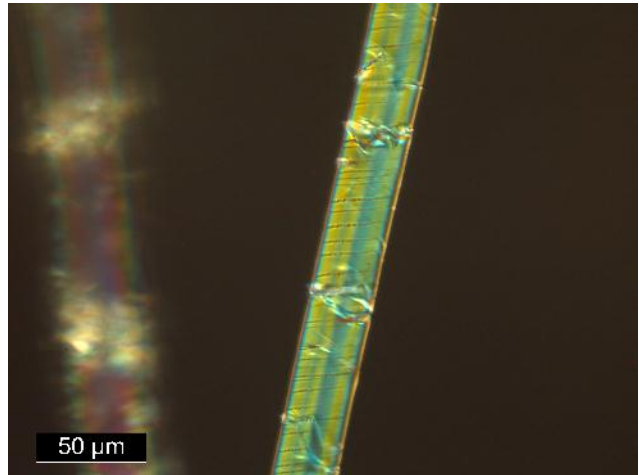
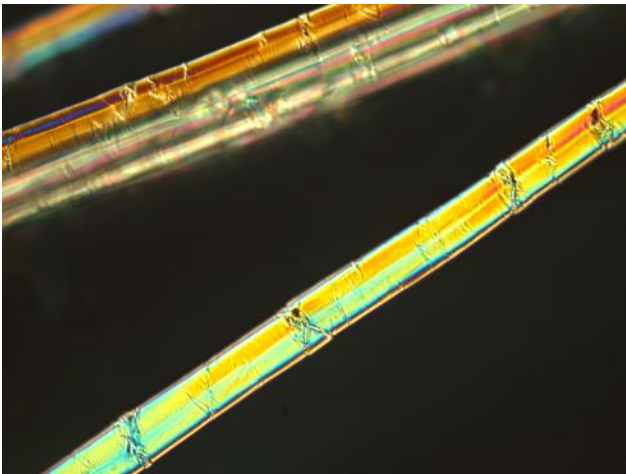
Rami (prosessoitu)



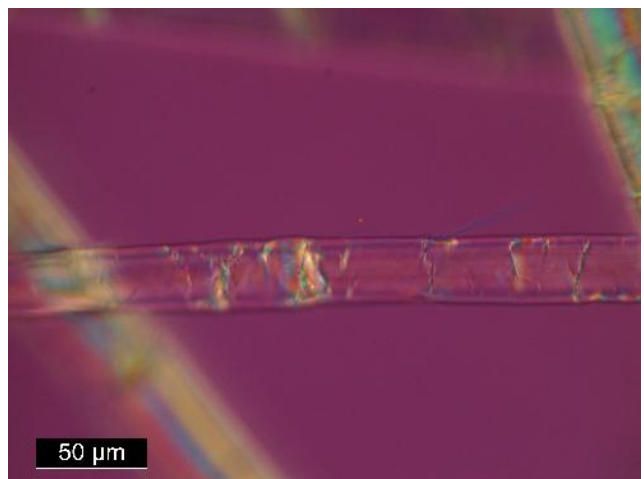
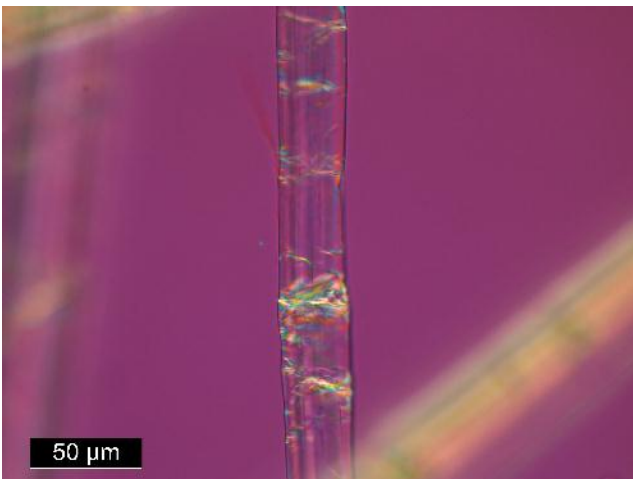
Kuva 32. Pituussuuntaiset kuvat näytteestä rami1.



Kuva 33. Poikkileikkaukset näytteestä rami1.

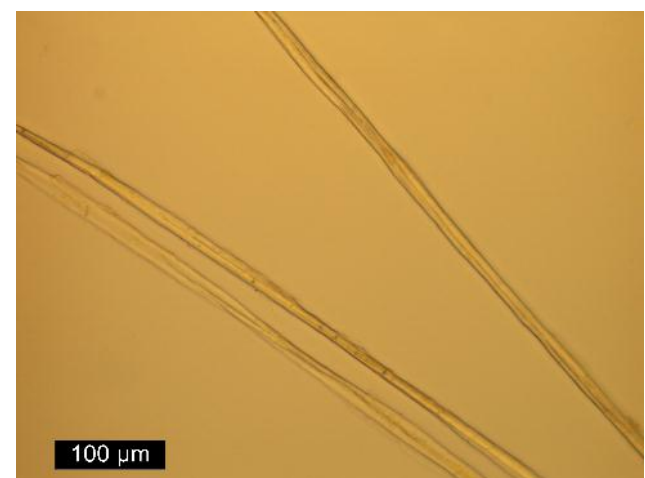
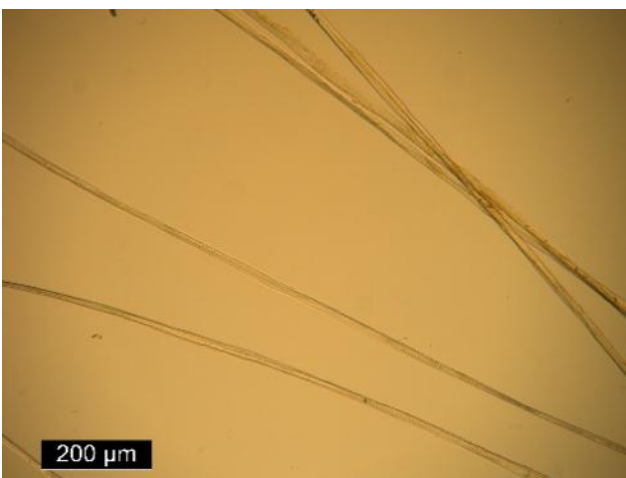


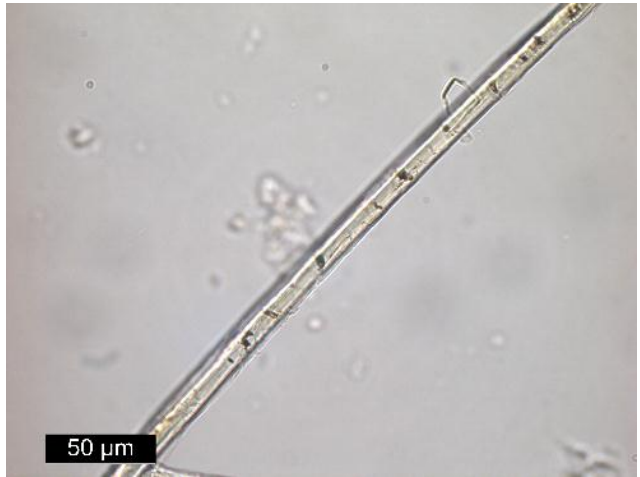
Kuva 34. Polarisaatiomikroskooppikuvat näytteestä rami 1.



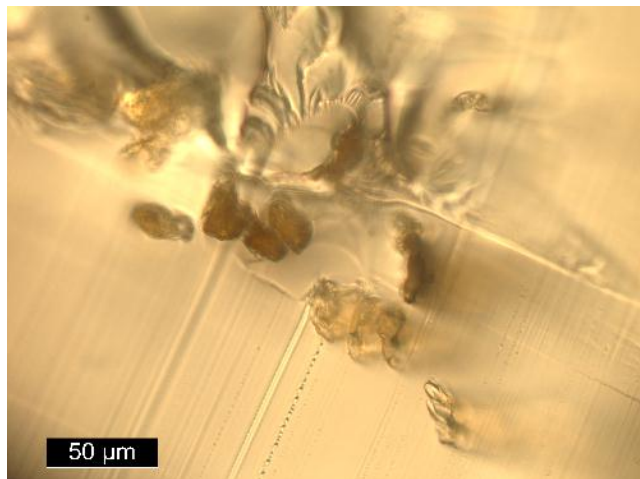
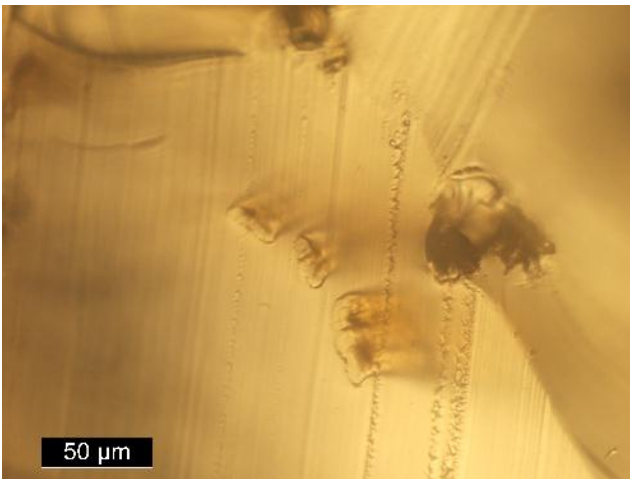
Kuva 35. Herzogin testin tulokset näytteestä rami 1.

Rami (suoraan kasvista)

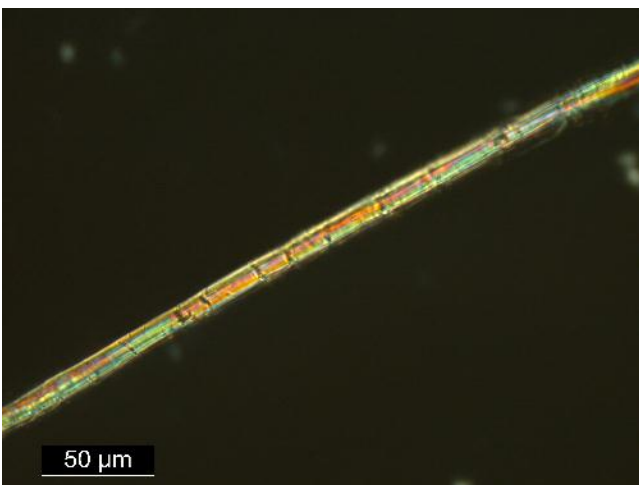




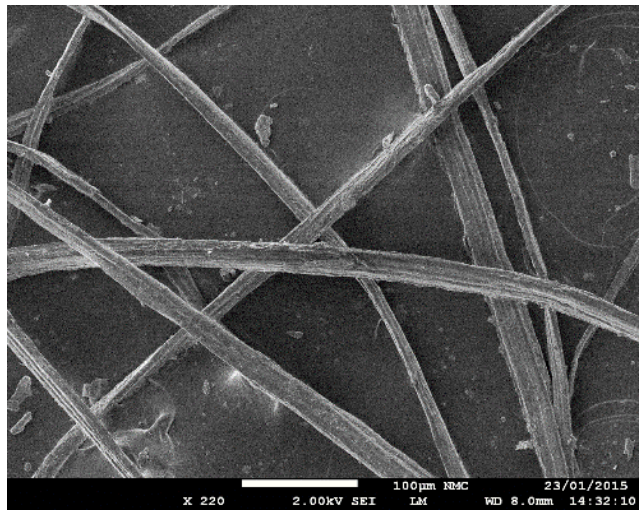
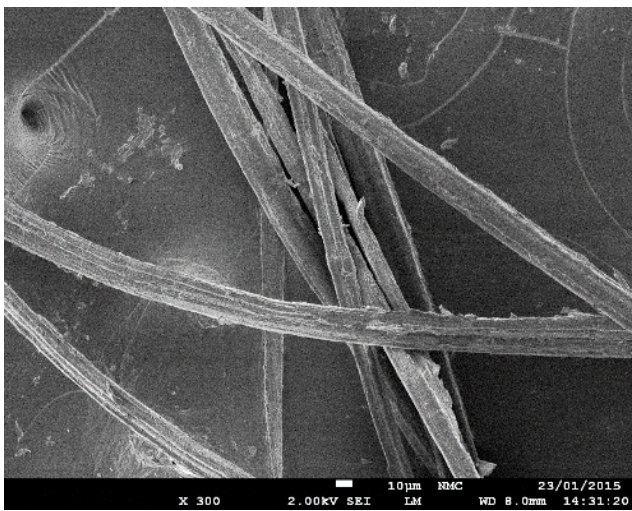
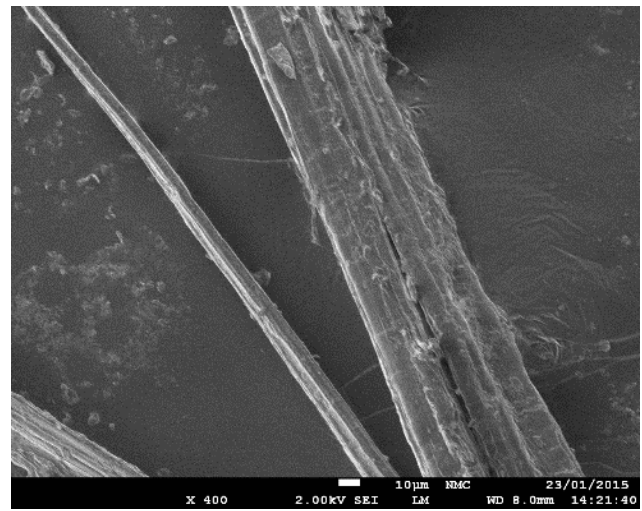
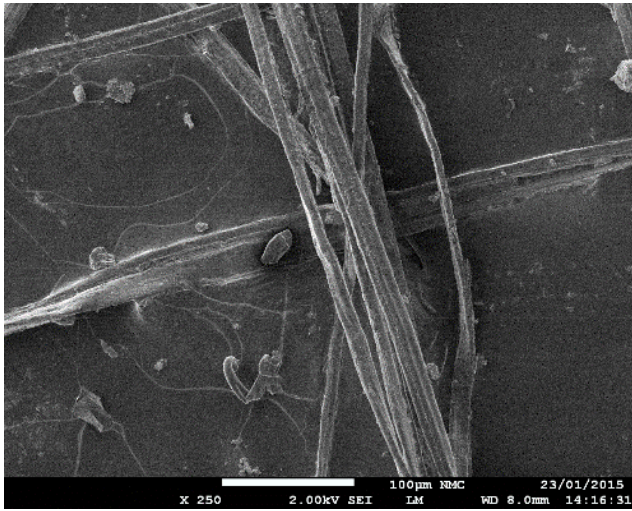
Kuva 36. Pituussuuntaiset kuvat näytteestä rami2.



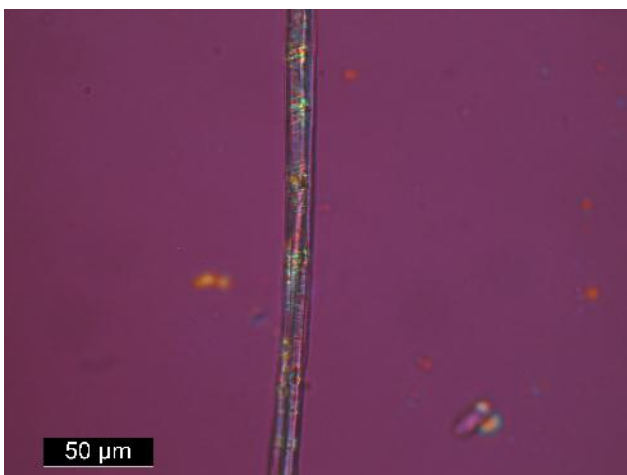
Kuva 37. Poikkileikkaukset näytteestä rami2.



Kuva 38. Polarisaatiomikroskooppikuva näytteestä rami2.

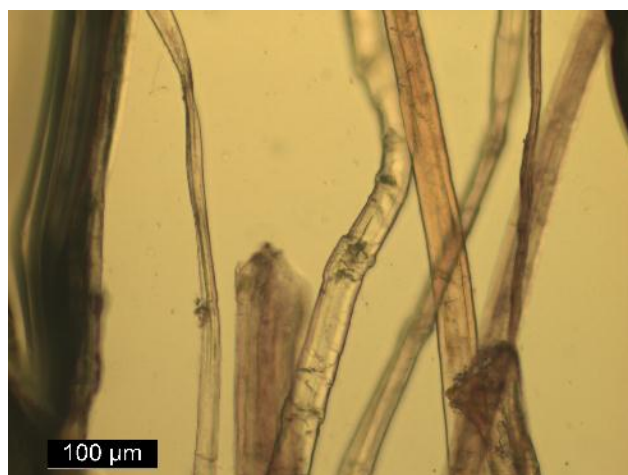
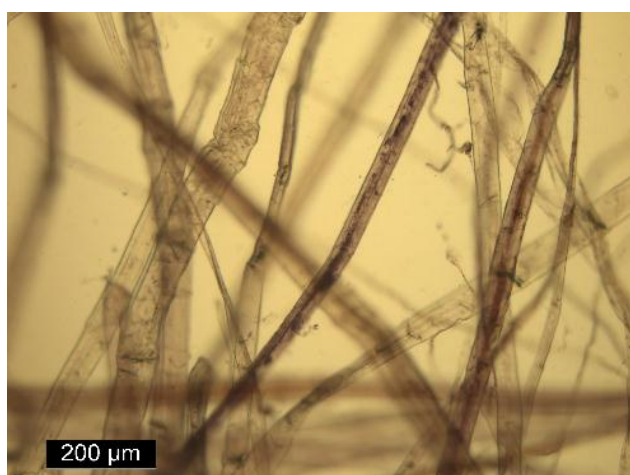


Kuva 39. SEM kuvat näytteestä rami2. (Kuvat ottanut Krista Vajanto).

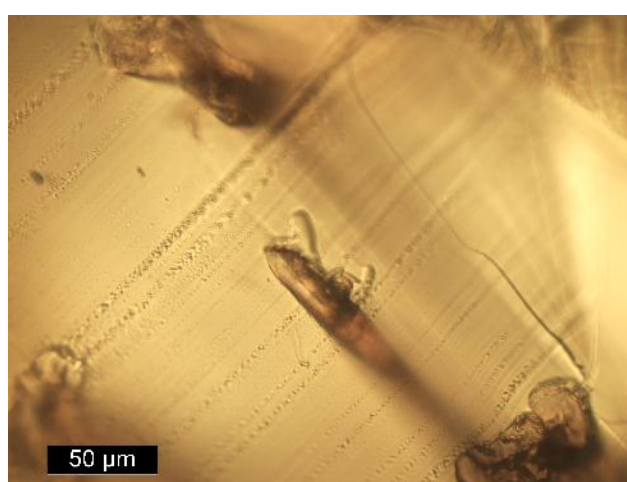
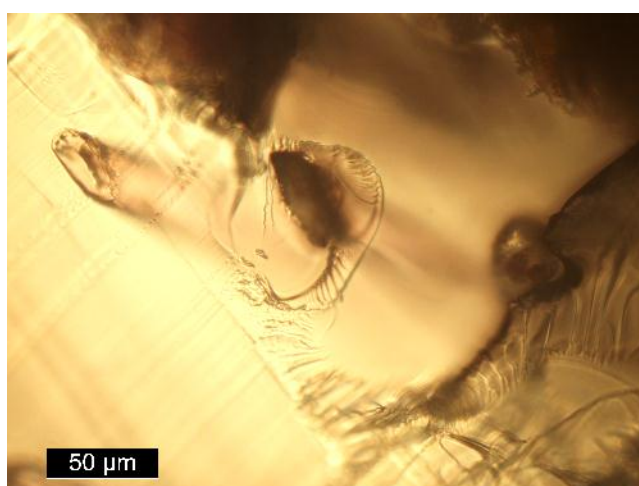


Kuva 40. Herzogin testin tulokset näytteestä rami2.

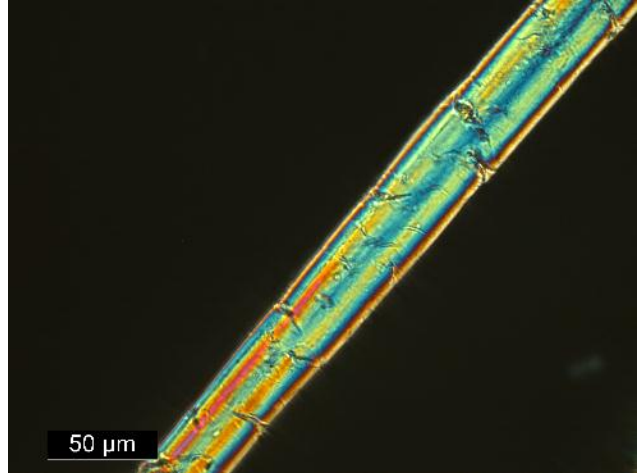
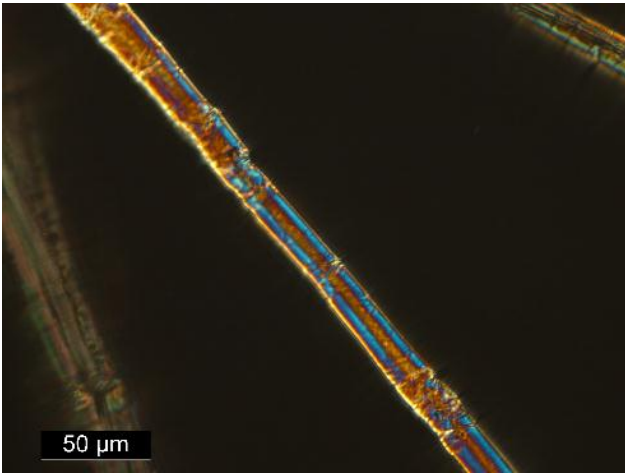
Allo



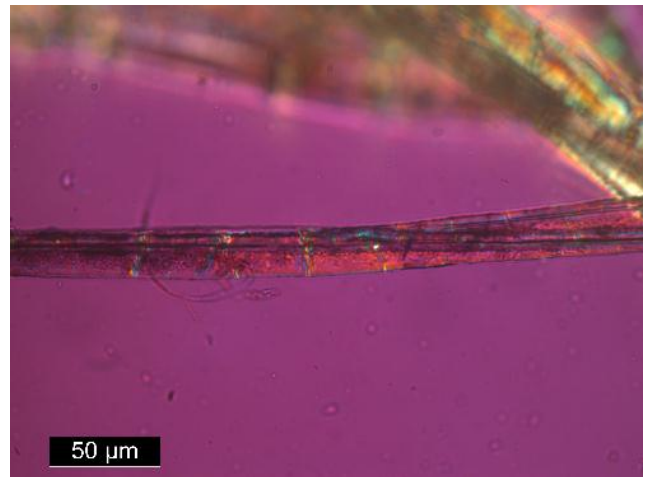
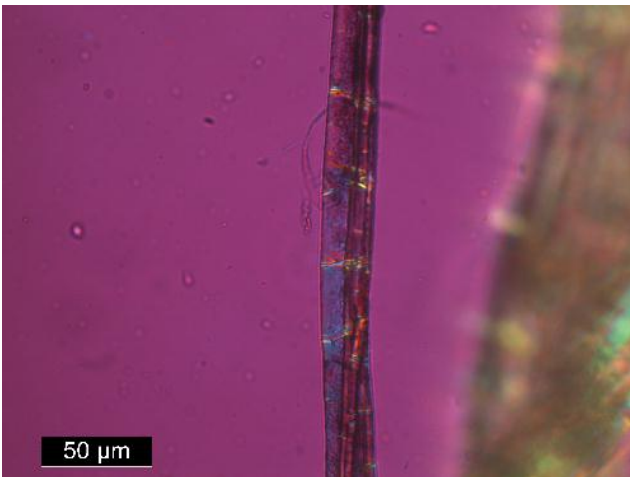
Kuva 41. Pituussuuntaiset kuvat näytteestä allo1.



Kuva 42. Poikkileikkaukset näytteestä allo1.



Kuva 43. Polarisaatiomikroskooppikuvat näytteestä allo1.



Kuva 44. Herzogin testin tulokset näytteestä allo1.

Liite 3.

Nokkoskuidun tunnistusopas

Nokkonen, *Urtica dioica*, kuuluu runkokuitujen ryhmään. Se on mikroskooppisilta ominaisuuksiltaan hyvin samankaltainen pellavan ja hampun kanssa, jotka ovat yleisimmin Suomessa käytetyt runkokuidut tekstiilien valmistuksessa. Tässä oppaassa esitellään lyhyesti ja käytännönläheisesti menetelmät joiden avulla nokkoskuitu on tunnistettavissa näistä kahdesta muusta Suomessa kasvavasta runkokuidusta. Kuvat auttavat kiinnittämään huomiota tunnistamisen kannalta oleellisiin visuaalisiin seikkoihin. Opas on tarkoitettu avuksi tekstiilitutkijoille ja konservaattoreille tekstiilimateriaalin määrittämiseen niin arkeologisista, kansatieteellisistä kuin nykyaikaisistakin kuitunäytteistä.

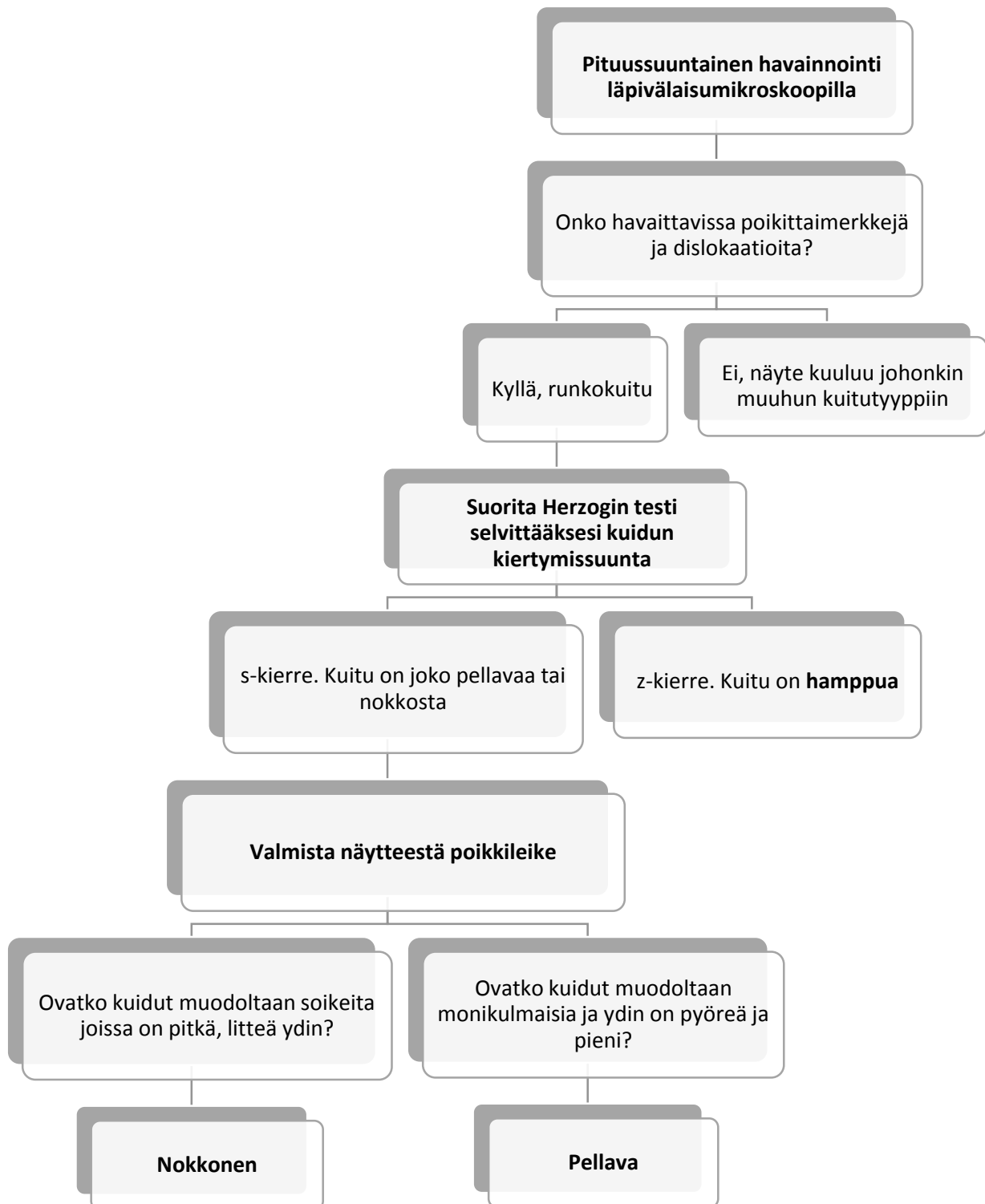
Tässä oppaassa nokkoskuidun tunnistaminen perustuu:

- runkokuidun tunnistamiseen valomikroskoopin avulla
- kuidun kierteen määrittämiseen Herzogin testillä
 - jos polarisaatiomikroskooppia ei ole käytettävissä, voidaan kierrettä yrittää määrittää kierteisyyskokeella (epävarmempi menetelmä)
- kuidun tunnistamiseen poikkileikkeen perusteella
 - korkkilevy menetelmä (soveltuu paremmin jos näyte on pieni)
 - reikälevy menetelmä (voidaan käyttää vain jos näytettä on paljon, helpompi ja nopeampi valmistaa)

Tarvittavat välineet:

- alus- ja peitinlaseja
- immersionestettä
 - esim. parafiiniöljy
 - korkkilevy menetelmää varten tarvitaan kestopreparaattinestettä, esim. Entellan New
- poikkileikkeitä varten vaihtoehtoisesti:
 - reikälevy ja kestävä ohutta lankaa
 - ohutta korkkilevyä
 - kumpaakin menetelmää varten partakoneen teriä
- valomikroskooppi jossa mielellään suurennosmahdollisuus 400-kertaiseksi saakka
- polarisaatiomikroskooppi jossa on:
 - pyörivä näytealusta
 - mahdollisuus liittää analyysointin ja polarisaattorin väliin nk. kokoaallonpituuslevy (tunnetaan myös nimillä λ -levy, lambda-levy, first order retardation plate, full wave plate, red plate).
- stereomikroskooppi

Tunnistamisproseduuri noudattaa seuraavaa kaavaa:

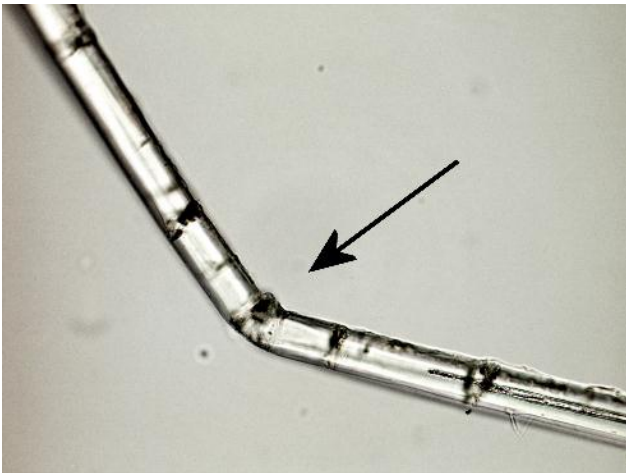


Tunnistamisen varmistamiseksi kannattaa näytteestä joka tapauksessa valmistaa sekä poikkileike että suorittaa Herzogin testi.

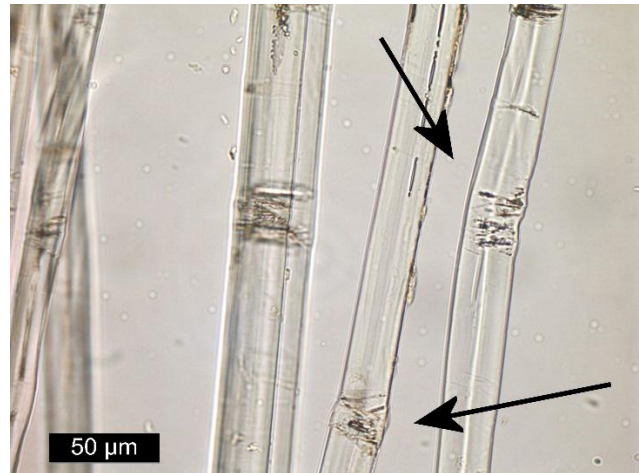
Pituussuuntainen havainnointi

Pituussuuntaisessa havainnoinnissa on tarkoitus löytää runkokuiduille tyypillisiä tunnusmerkkejä, **dislokaatioita** ja **poikittaismerkkejä**.

Dislokaatiot ovat kuvissa 1 ja 2 esitellyn kaltaisia taipumia kuidun rakenteessa. Hyvin usein ne muodostavat polvilumpion kaltaisen ulkoneman muuten suoran kuidun rakenteeseen.

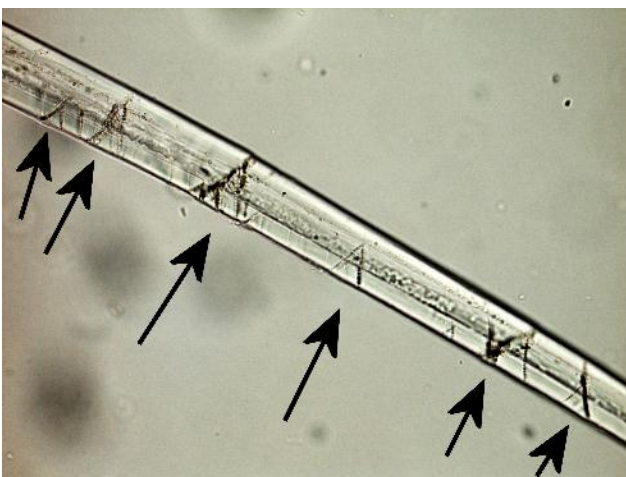


Kuva 1. Pellava.

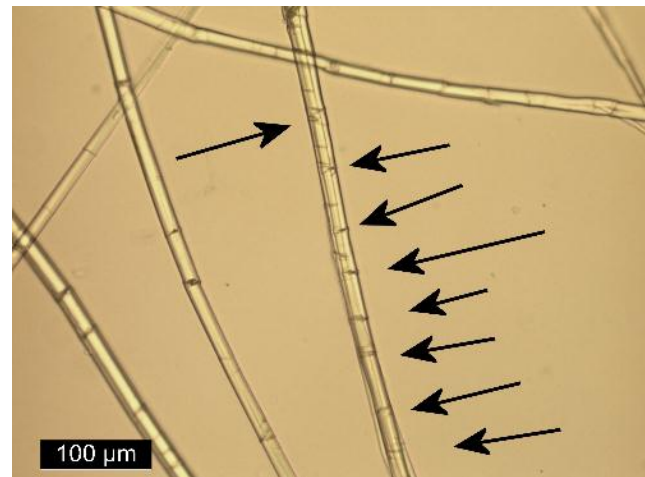


Kuva 2. Hamppu.

Poikittaismerkit taas ovat kuvissa 3 ja 4 havaittavia valomikroskoopissa uurteiden tai halkeamien näköisiä poikkeamia kuidun pinnassa. Usein ne muodostavat X:n (englanniksi näitä kutsutaankin nimellä cross markings) tai V:n muotoisia viiruja kuidun pintaan. Ne ulottuvat kokonaan tai vain osittain kuidun halki.

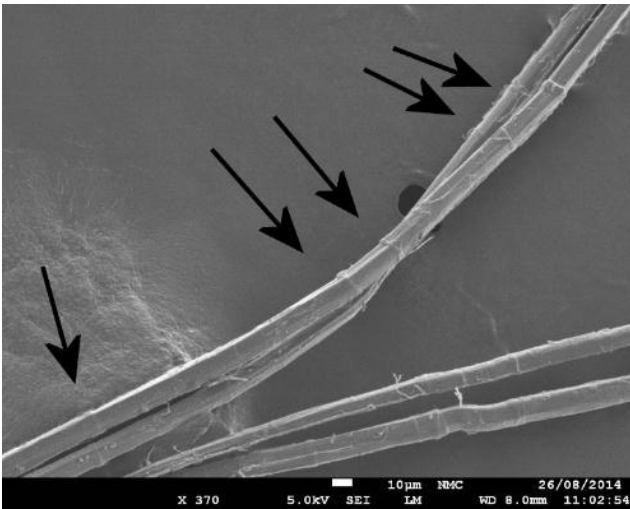


Kuva 3. Nokkonen.

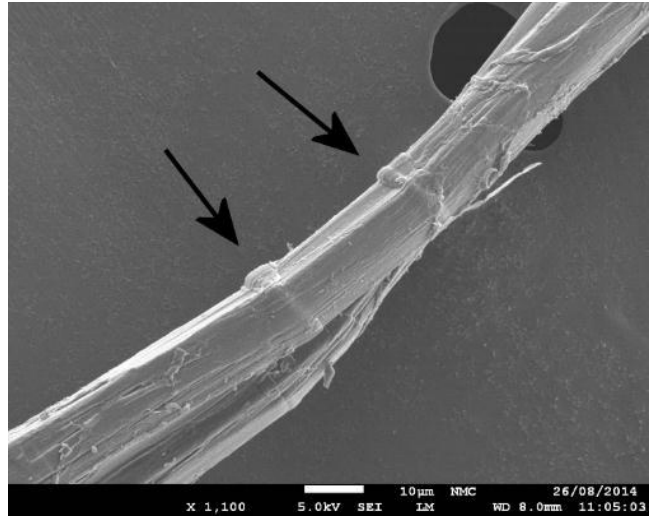


Kuva 4. Hamppu.

Poikittaismerkit ovat painaumia kuituja ympäröivistä solukoista ja SEM-kuvista 5 ja 6 voidaan havaita, että ne muodostavat ulkonemia kuitujen pintaan.

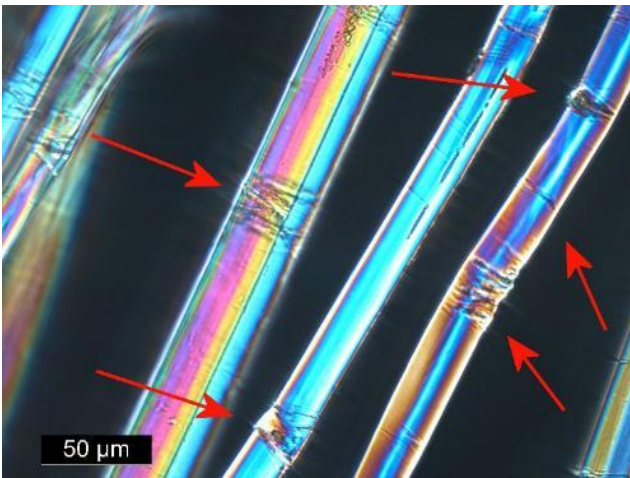


Kuva 5. Hamppu.

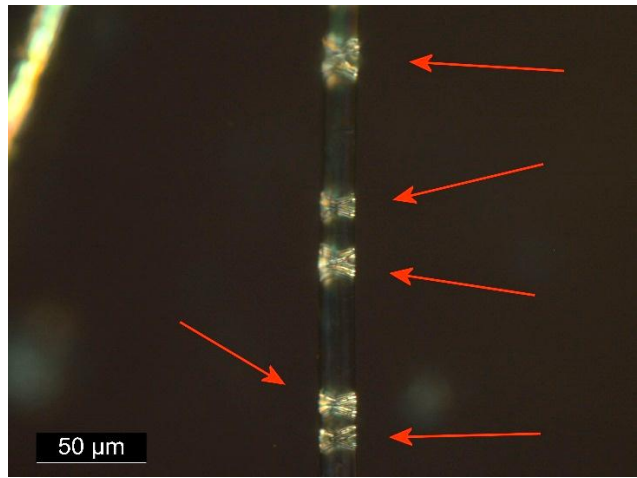


Kuva 6. Hamppu.

Dislokaatiot ja poikittaismerkit näkyvät erityisen hyvin kun niitä tarkastellaan polarisoidussa valossa, ja varsinkin silloin kuin kuitu on samansuuntaisesti analyysointilaitteen tai polarisaattorin kanssa (kuvat 7 ja 8).



Kuva 7. Hamppu.



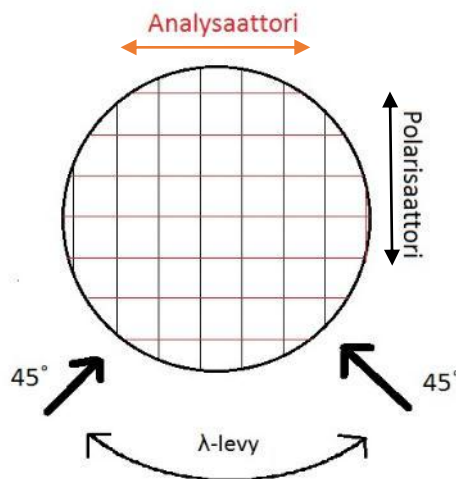
Kuva 8. Pellava.

Herzogin testi

Herzogin testillä pystytään määrittämään runkokuidun kierteen suunta. Se perustuu värimuutoksiin kuituissa kun analyysointilaitteen ja polarisaattorin väliin asetetaan kokoallonpituuslevy (λ -levy). Tarkemmin toimintaperiaatetta esitellään esimerkiksi artikkelissa Haugan, E. & Holst, B. 2013: Determining the fibrillary orientation of bast fibres with polarized light microscopy: the modified Herzog test (red plate test) explained. *Journal of Microscopy*, vol 252/2, sivut 159–168.

Testiä varten polarisaattori ja analysaattori kohdistetaan kohtisuoraan kulmaan (90°) toisiinsa nähden. Tällöin tausta näkyy aivan mustana ja kuidut heijastelevat eri sävyissä (kuva 7.). Kuidut jotka ovat samansuuntaisesti polarisaattorin tai analysaattorin kanssa näkyvät tummina tai lähes mustina (kuva 8.).

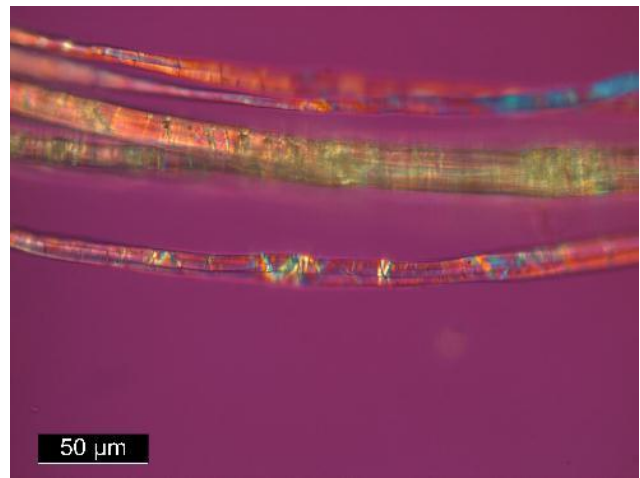
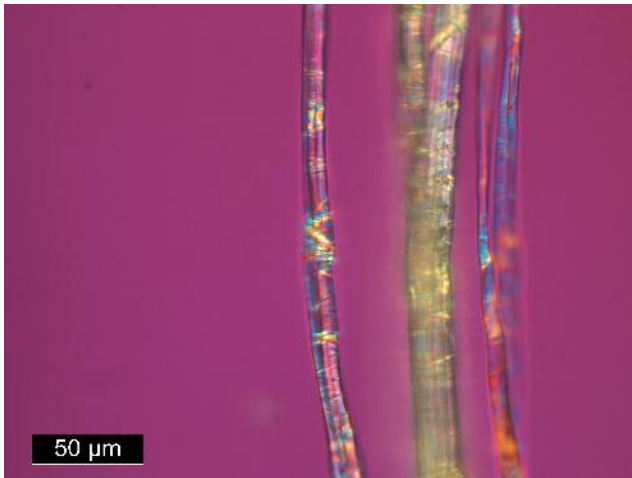
λ -levy asetetaan polarisaatiomikroskooppiin 45° kulmassa suhteessa polarisaattoriin ja analysaattoriin. Polarisaatiomikroskoopista riippuen λ -levylle on joko kiinteä paikka, tai sitä pystyy siirtämään 90° alueella. Silloin se on ääriasennoissaan 45° kulmassa polarisaattoriin ja analysaattoriin ja keskiasennossa poissa käytöstä. Kun λ -levy on paikoillaan, muuttuu tausta magentanpunaiseksi.



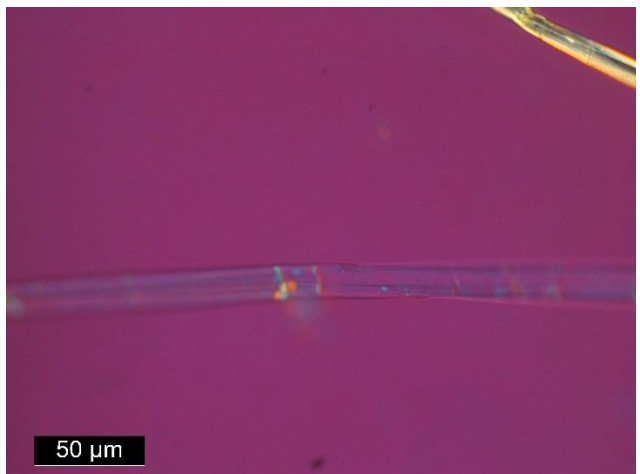
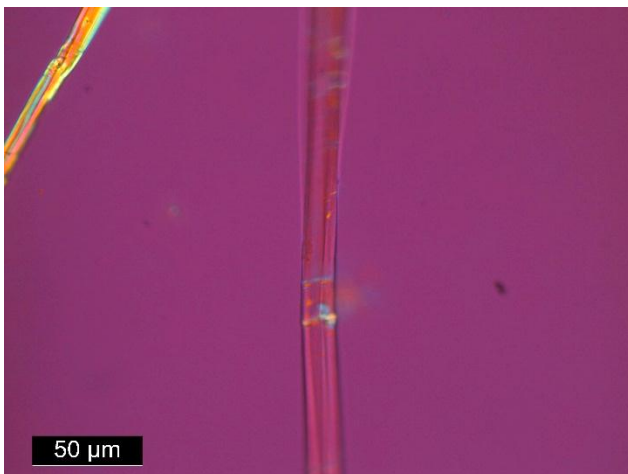
Herzogin testissä on syytä käyttää isoa suurennosta, mielellään 400-kertaista. Testattavaksi soveltuvat kuidut jotka näkyvät hyvin tummina ollessaan samansuuntaisina analysaattorin tai polarisaattorin kanssa. Aluksi asetetaan ainoastaan analysaattori ja polarisaattori käyttöön. Kuitu keskitetään aivan näkymän keskelle täsmälleen joko vaaka- tai pystysuuntaisena, jolloin se siis näkyy tummana. Näkymä tarkennetaan kuidun pintaan. Kun λ -levy asetetaan paikoilleen, muuttuu kuitu sävyltään joko kellertäväksi tai sinertäväksi. Kun kuitua käännetään pyörivän näytealustan avulla 90° , se vaihtaa värinsä sinisestä keltaiseksi, tai toisinpäin. Tämä värin muutos kertoo kuidun orientaation, eli kierteisyyden. S-kierteisissä ja Z-kierteisissä kuiduissa värit toistuvat päinvastoin. Se kumminpäin värit toistuvat riippuu aivan siitä, onko λ -levy koillinen-lounas vai kaakko-luode suuntaisesti. Tämän vuoksi värien toistuminen on **aina** kokeiltava tunnetulla näytteellä, eli sellaisella jonka materiaali ja näin myös kierteisyys tunnetaan. Pellava ja nokkonen ovat S-kierteisiä (kuvat 9 ja 10) ja hamppu Z-kierteinen (kuva 11 ja 12).

Aina testi ei onnistu – joko värin muutosta ei tapahdu, tai joskus värit saattavat toistua väärinpäin. Tämän vuoksi testi on suoritettava samalle näytteelle **useita** kertoja jotta päästään varmuuteen tuloksesta.

Näytettä on testattava useista eri kohdista ja yksittäisistä kuiduista mielellään niin, että näkymässä voidaan keskittyä yhteen kuituun kerrallaan.



Kuvat 9. ja 10. S-kierteinen nokkonen.



Kuvat 11. ja 12. Z-kierteinen hamppu.

Kierteisyyskoe

Jos polarisaatiomikroskooppia ei ole käytettävissä, voi runkokuidun kierrettä yrittää määrittää kierteisyyskokeen avulla. Tämä onnistuu ainoastaan silloin jos näytettä on paljon. Menetelmä on hyvin yksinkertainen, joskin tuloksiltaan epävarma. Kierteisyyskoetta varten kuiduista leikataan noin 25 mm pituisia leikkeitä jotka upotetaan veteen muutamaksi minuutiksi. Tämän jälkeen yksittäistä kuitua pidellään kuumen levyn yläpuolella pinseteillä niin, että kuidun vapaa pää on kohti havainnoijaa. Levyn kuumuudessa kuivuuksaan kuitu lähtee kiertymään orientaationsa mukaiseen suuntaan. Havainnointia helpottaa jos kuitu on hieman taipunut, jolloin sen pää tekee isompaa liikettä. Kirjallisuuden mukaan pellava ja nokkonen

kiertyvät myötä päivään ja hamppu vastapäivään. Käytännössä pellava ja nokkonen kiertyvät kyllä myötä päivään, mutta hampun kiertymistä on hyvin hankala havainnoida. Samoin kuin Herzogin testi, vaatii tämäkin koe useita toistoja tuloksen saamiseksi.

Poikkileikkeiden valmistus korkkilevy menetelmällä

Korkkilevy menetelmä soveltuu käytettäväksi varsinkin silloin kun näytettä on määrällisesti vähän.

Poikkileikkeiden valmistukseen tarvitaan ohutta korkkilevyä josta leikataan sopivan kokoisia paloja (noin 1 cm x 2 cm) ja kestopreparaatteihin käytettävää kovettuvaa immersionestettä, kuten Entellan New.

Korkkilevyn palaselle tiputetaan kuvan 13 mukaisesti pipetin avulla 1-2 pisaraa kestopreparaattinestettä jonka annetaan kovettua. Kuidut asetellaan pituussuuntaisesti kuivuneen pisaran päälle ja ne peitetään lisäämällä uudestaan 1-2 pisaraa kestopreparaattinestettä. Muista valmistaa korkkilevyleikkeet vetokaapissa, sillä kestopreparaattinesteissä on vaarallisia, haihtuvia liuottimia.

Kun näyte on täysin kuivut, siitä leikataan partakoneen terän avulla poikkisuuntaisesti mahdollisimman ohuita leikkeitä (kuva 14). Tässä on suuresti avuksi stereomikroskooppi jonka avulla voidaan katsoa missä kohtaa korkkilevyä kuidut ovat ja voidaan määrittää sopiva kohta leikkeiden ottamiseen.



Kuva 13. Korkkilevyleikkeiden valmistusta.



Kuva 14. Korkkilevyleikkeitä.

Leike asetetaan sellaisenaan aluslevylle ja sitä tarkastellaan läpivalaisumikroskoopilla. Kuitujen päät on syytä etsiä ensin pienemmällä suurennoksella, mutta varsinaiseen havainnointiin kannattaa käyttää 400-kertaista suurennosta. Kuitujen päiden löytäminen vaatii harjoittelua, mikroskoopin tarkennusta tarvitsee siirrellä edestakaisin koko näytteen paksuudelta sopivan kohdan löytämiseksi.

Poikkileikkeiden valmistus reikälevymenetelmällä

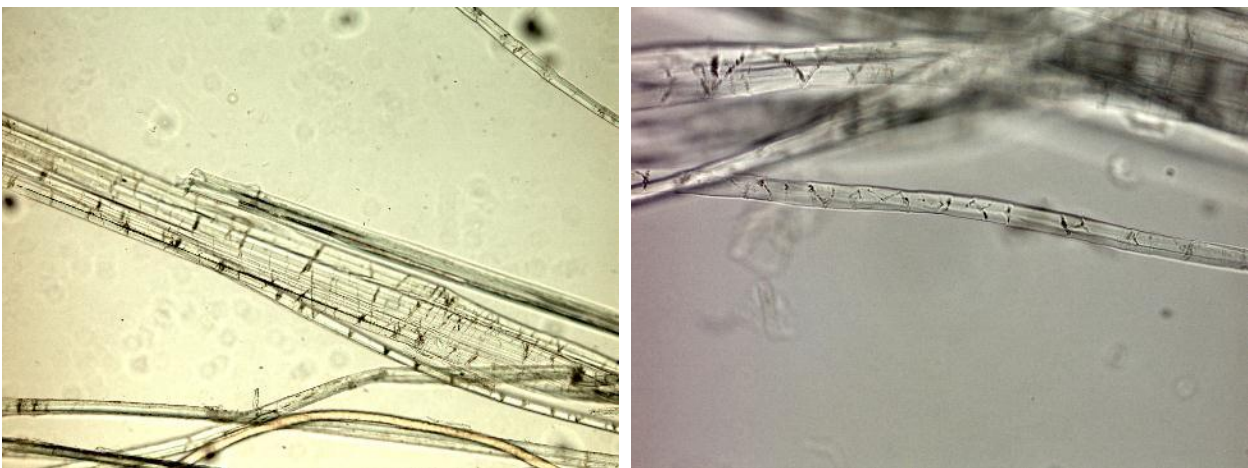
Reikälevymenetelmä soveltuu käytettäväksi silloin kun tutkittavaa kuitua on paljon. Reikälevy on aluslasin kokoinen metallilevy, johon on porattu yksi tai useampi, yleensä 0,75 mm levyinen reikä. Sopivan paksuinen tuppo kuituja vedetään ohuen, mutta kestävä langan avulla kaksin kerroin läpi reiästä. Kuidut leikataan molemmin puolin levyn suuntaisesti partakoneen terällä. Havainnointi suoritetaan läpivalaisumikroskoopilla jossa on tarpeeksi suuri valoteho läpäisemään näyte. Yleensä pienillä suurennoksilla valoteho riittää, mutta isommilla, 400-kertaisilla, saattaa olla ongelmia. Optisia ominaisuuksia voi parantaa lisäämällä näytteeseen pisaran parafiiniöljyä ja peitinlasin. Tällöin täytyy olla hyvin varovainen, ettei öljy pääse valumaan läpi näytteestä ja sotkemaan mikroskooppia.

Nokkoskuidulle tyypilliset ominaisuudet

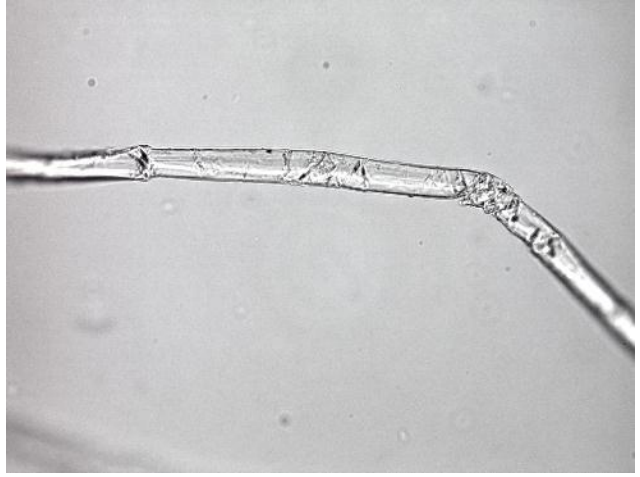
Pituussuuntaisesti havainnoitaessa nokkoselle tyypillisiä ominaisuuksia ovat hyvin tiheästi esiintyvät poikittaismerkit (kuvat 15 ja 16) ja voimakkaat dislokaatiot (kuvat 17 ja 18). Kuidut ovat paksuudeltaan epätasaisia ja niissä voi olla kiertymiä ja litistymiä (kuvat 19 ja 20).

Nokkonen on S-kierteinen, kuten pellava. Hamppu on Z-kierteinen.

Poikkisuuntaan havainnoitaessa nokkoselle tyypillinen kuidun muoto on soikea, litistynyt ja munuaisen muotoinen. Kuidun ydin näkyy litistyneenä viivana joka saattaa haarautua halkeaman näköisesti kuidun seinämille (kuvat 21 ja 22).



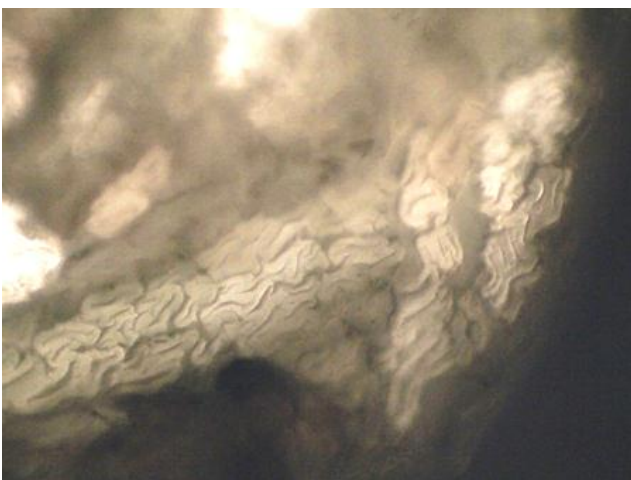
Kuvat 15. ja 16. Poikittaismerkkejä nokkoskuidussa



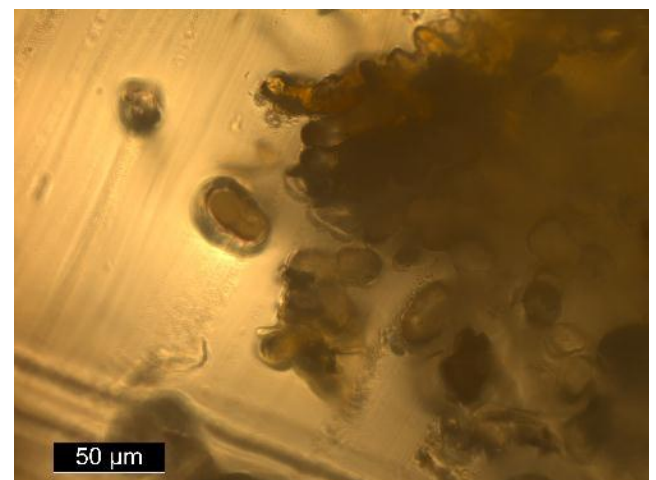
Kuvat 17. ja 18. Dislokaatioita nokkoskuiduissa.



Kuvat 19. ja 20. Litistymiä ja epätasaista kuidun muodostusta nokkoskuiduissa.



Kuva 21. Reikälevymenetelmällä tehty poikkileike.



Kuva 22. Korkkilevymenetelmällä tehty poikkileike.