



# PINTAKÄSITTELEMÄTTÖMÄN PUUPINNAN PUHDISTETTAVUUS

Puusta hyvinvointi-innovaatioita

Matti Kilpiäinen, Kai Möller, Tarja Andersson ja Pirjo Jokinen

Matti Kilpiäinen, Kai Möller, Tarja Andersson ja Pirjo Jokinen

# PINTAKÄSITTELEMÄTTÖMÄN PUUPINNAN PUHDISTETTAVUUS

Puusta hyvinvointi-innovaatioita



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu

XAMK TUTKII 25

KAAKKOIS-SUOMEN AMMATTIKORKEAKOULU

MIKKELI 2023

© Tekijät ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu  
Kannen kuvat: Jani Kivijärvi & Manu Eloaho  
Taitto ja paino: Grano Oy  
ISBN: 978-952-344-511-6 (nid.)  
ISBN: 978-952-344-512-3 (PDF)  
ISSN: 2489-2459 (nid.)  
ISSN: 2489-4575 (verkko)  
[julkaisut@xamk.fi](mailto:julkaisut@xamk.fi)

# TIIVISTELMÄ

Pintakäsitlemättömän puupinnan puhdistettavuus -tutkimuksessa haluttiin selvittää, voidaanko eri puulajien ja puulaatujen valinnoilla vaikuttaa puupinnan puhdistettavuuteen. Tutkimuksen taustalla on puupinnan antibakteerisuus- ja kosteuspuskurointiominaisuuksiin sekä puupinnan kosketettavuuteen liittyvät ominaisuudet, joiden hyödyntäminen edellyttää puun käyttöä ilman pintakäsittelyä.

Erilaisia puupintoja tutkittiin säännöllisessä likaamis- sekä puhdistusjaksossa kahdessa eri vaiheessa. Likaamis- ja puhdistusjaksojen aikana puupintojen likaantumista arvioitiin pintahygieniamittauksilla sekä pintojen visualisten värimuutosten avulla.

Visuaalisen tarkastelun ja hygieniamittausten tuloksena voidaan todeta, että visuaalisesti likaisen näköinen puupinta voi pintahygieniamittauksien perusteella alittaa korkeaa hygieniatasoa vaativien pintojen hygieniarvot.

Tutkimuksessa vertailtiin eri puulajien ja puulaatujen vaikutusta pintakäsitlemättömän puupinnan puhdistettavuuteen. Pintahygieniatesteillä mitattuna tutkimuksessa käytettyjen puulajien (mänty, kuusi, koivu, haapa) välillä ei havaittu merkittäviä eroja niiden puhdistettavuuden kannalta. Visuaalisesti tarkasteltuna vaaleammissa puulajeissa lika on selkeämmin havaittavissa kuin tummemmissa puulajeissa.

Pintakäsitlemättömän puupinnan käyttämiselle on syntynyt tarve, koska puun käyttö rakennus- ja sisustusmateriaalina on yleistynyt. Puupinnoilta halutaan puun aitousuuteen liittyviä ominaisuuksia, joita pintakäsittelyn koetaan vähentävän esimerkiksi puupintojen visuaalisuuteen sekä kosketettavuuteen liittyen.

Asiasanat: puupinta, puhdistettavuus, pintahygienia, värimuutos, lika, likaisuus

# TEKIJÄT

**TARJA ANDERSSON**, restonomi (YAMK), liiketoiminnan kehityspäällikkö  
Ramboll Finland Oy, Tiedonhallinta ja ylläpidon konsultointi

**PIRJO JOKINEN**, siivousteknikko, ammattiopettaja, asiantuntija  
Ramboll Finland Oy, Tiedonhallinta ja ylläpidon konsultointi

**MATTI KILPIÄINEN**, TaM, projektipäällikkö  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Metsä, ympäristö ja energia -vahvuusala

**KAI MÖLLER**, ins. puutekniikka (AMK), tutkimusinsinööri  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Digitaalinen talous -vahvuusala

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ .....	3
TEKIJÄT .....	4
1 JOHDANTO.....	7
2 TUTKIMUKSEN TAVOITE.....	9
2.1 Tavoitteena lisätä puun hyödyntämistä vaativissa olosuhteissa.....	9
2.2 Käsitlemätön puu on puhdas ja tuntuu hyvältä.....	9
3 Tutkimuksen toteutus.....	11
3.1 Tutkimuskappaleiden materiaalit ja ominaisuudet.....	12
3.1.1 Säteen, tangentin ja poikkisyyn suuntaiset leikkaukset.....	13
3.1.2 Puun tiheys.....	14
3.1.3 Männyyn pinta- ja sydänpuu.....	15
3.2 Tutkimuskappaleiden rakenne.....	16
3.2.1 Taso-tutkimuskappaleet.....	16
3.2.2 Kaide(käsi johde)-tutkimuskappaleet.....	18
3.3 Tutkimuskappaleet.....	20
3.3.1 Vaiheiden yksi ja kaksi materiaalitaulukot.....	20
3.3.2 Perustelut materiaalivalinnoille.....	22
3.4 Likatyypit sekä tutkimuskappaleiden puhdistamis- ja likaamisen menetelmät.....	23
3.4.1 Likatyypit.....	23
3.4.2 Tutkimuskappaleiden puhdistaminen ennen mittauksia.....	24
3.4.3 Taso-tutkimuskappaleiden likaaminen.....	24
3.4.4 Kaide-tutkimuskappaleiden likaaminen.....	24
3.4.5 Pintojen puhdistaminen likaamisen jälkeen.....	25
3.5 Pintahygieniamittaukset ja puhtauden arviointi.....	28
3.5.1 Luminometriset mittaukset (ATP-mittaus).....	28
3.5.2 Mikrobin määrän mittaaminen (Hygicult -mittaukset).....	28
3.5.3 Silmämääräinen puhtauden arviointi.....	28
3.5.4 Värimittaukset.....	30
3.5.5 Pintojen valokuvaaminen.....	30
3.6 Tutkimuksen vaiheistuksen toteutus ja kertaaisuudet.....	32
4 Tutkimuksen tulokset.....	33
4.1 Tutkimusvaihe 1.....	33

4.1.1	Tutkimuskappaleiden pintahygienia ennen rasvalialla likaamista.....	33
4.1.2	Tutkimuskappaleiden pintahygienia rasvalialla likaamisen jälkeen.....	34
4.1.3	Tutkimuskappaleiden pintahygienia ennen likaamista mustikkalialla.....	37
4.1.4	Tutkimuskappaleiden pintahygienia mustikkalialla likaamisen jälkeen.....	38
4.1.5	Pintahygieniamittausten tulosten yhteenveto.....	40
4.1.6	Tutkimuskappaleiden puhtauden silmämääräinen arviointi.....	43
4.2	Tutkimusvaihe 2.....	46
4.2.1	Pintahygieniamittausten tulokset.....	47
4.2.2	Tutkimuskappaleiden puhtauden silmämääräinen arviointi.....	48
4.2.3	Mitatut värimuutokset.....	50
4.2.4	Rasvalian tunkeuma.....	54
4.2.5	Likaantuneiden pintojen poistaminen likaamisten jälkeen.....	61
<b>5</b>	<b>Tutkimuksen johtopäätökset .....</b>	<b>63</b>
5.1	Tutkimusmenetelmät.....	63
5.2	Tutkimustulokset.....	64
<b>6</b>	<b>POHDINTA .....</b>	<b>66</b>
6.1	Kuinka lika määritellään?.....	66
6.2	Puhdistaminen.....	68
<b>7</b>	<b>Lähteet .....</b>	<b>69</b>
<b>LIITTEET</b>		
<b>Liite 1.</b>	<b>Valokuvat tutkimuskappaleista tutkimusvaiheessa 1.....</b>	<b>71</b>
<b>Liite 2.</b>	<b>Valokuvat tasojen tutkimuskappaleista tutkimusvaiheessa 2.....</b>	<b>79</b>
<b>Liite 3.</b>	<b>Valokuvat kaiteiden tutkimuskappaleista tutkimusvaiheessa 2.....</b>	<b>81</b>
<b>Liite 4.</b>	<b>Tutkimuksessa käytetyt aineet ja laitteet.....</b>	<b>82</b>
<b>Liite 5.</b>	<b>Tutkimuksessa käytetyt puhdistusmenetelmät.....</b>	<b>84</b>

# 1 JOHDANTO

Valtio on asettanut kunnianhimoiset tavoitteet puun käytön lisäämiselle ja edistää puurakentamisen kehittymistä valtioneuvoston yhteisen ”Puurakentamisen ohjelma” -hankkeen kautta. Sen myötä puurakentaminen on lisääntynyt, ja tavoitteena on, että vuonna 2025 julkisesta uudisrakentamisesta 45 % toteutettaisiin puurakenteisina (1, s. 4). Puurakentamisessa pyritään lisäämään erityisesti massiivipuun käyttöä, koska se muodostaa pitkäaikaisia hiilivarastoja ja hidastaa ilmastonmuutosta.

Kantavien rakenteiden ja ulkoverhouksen lisäksi puuta käytetään rakennusten sisä- ja ulkopinnoissa sekä kalusteissa. Puupinnat koetaan mielekkäinä ja puun halutaan näkyvän osana sisustusta. Myös sisäkäytössä puupinnat suojataan erilaisilla pintakäsittelyillä likaantumiselta. Pintakäsittelyillä voidaan myös muuttaa puupinnan ulkonäköä. Pinnoitus estää lian imeytymistä puun huokoiseen pintaan ja helpottaa pinnan puhdistamista. Pinnoitus suojaa puupintaa myös puhdistuksen aiheuttamalta mekaaniselta rasitukselta.

Puupinnoilla on antibakteerisia ominaisuuksia. Puun antibakteerisuusominaisuus on herättänyt kiinnostusta puun soveltamiseksi korkeakin hygieniatasoa vaativissa tiloissa. Keskustelua puun hyödyntämiseksi on käyty mm. Kajaaniin sairaalan suunnitteluvaiheessa (2).

Tutkittaessa erilaisten bakteerien elinkykyisyyttä eri puupinnoilla on havaittu, että bakteerien elinkykyisyys pinnoittamattomien puupintojen pinnalla oli heikompaa verrattuna lasiin ja pinnoitettuihin mäntypuupintoihin (3, s. 45).

Puuaineksen antibakteerisia ominaisuuksia selittävät etenkin uuteaineet, mutta myös ligniini ja puupinnan huokoisuuden aiheuttama kuivuminen edistävät bakteerien nopeampaa kuolemista pinnoilla (4, s. 520).

Koska bakteerien elinkykyisyys on heikompaa pinnoittamattomilla puupinnoilla (4, s. 522), on syytä tutkia, voidaanko puupintoja käyttää ilman pintakäsittelyä. Erityisesti kiinnostavaa on, miten pintakäsittelemättömät puupinnat toimivat hygieenisyyden (likaantumisen ja puhdistettavuuden) näkökulmasta.

Pintakäsittelemättömän puupinnan puhdistettavuutta tutkimalla voidaan arvioida sen soveltuvuutta sisätilojen ja kalusteiden sekä erilaisten kosketuspintojen (käsinoja, kaide, kahva) materiaalina. Tutkimuksessa toteutetuissa testeissä puupintoja liattiin kahdella eri



likatyypillä ja puhdistettiin yleisesti käytössä olevilla puhdistusmenetelmillä. Puhdistuksen tuloksia arvioitiin pintahygieniamittauksilla sekä silmämääräisesti. Tutkimuksessa sovellettiin Puhdas Puu -hankkeessa käytettyjä puupinnan likaamisen, puhdistamisen sekä analysoinnin menetelmiä (5, s. 5).

Puhdistettavuustesteissä tutkittiin eri puulajien (mänty, kuusi, koivu ja haapa) ja eri puulautujen (tiheä- ja harvasyinen) sekä eri syysuuntiin leikattujen (säteen suuntainen, tangentin suuntainen ja poikkisyysuuntainen) puupintojen puhdistettavuutta.

Pintakäsittelemättömän puupinnan puhdistettavuustestien suunnitteluun ja toteutukseen ovat kirjoittajien lisäksi osallistuneet Ympäristötekniikan opiskelija Katri Martikainen, DI Hannu Turunen sekä Insinööri AMK Milla Sairanen.

Pintakäsittelemättömän puupinnan puhdistettavuus -tutkimus on osa Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu Oy:n hallinnoimaa Puusta hyvinvointi-innovaatioita -hanketta, jota ovat rahoittaneet Etelä-Savon Maakuntaliitto Euroopan Aluekehitysrahastosta, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Oy, Mikkelin kaupunki, Etelä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä, Luomo Oy, OiOi Collective Oy, Uni Development Oy, Kuopion Woodi Oy sekä Timberwise Oy.

## 2 TUTKIMUKSEN TAVOITE

### 2.1 Tavoitteena lisätä puun hyödyntämistä vaativissa olosuhteissa

Pintakäsittelemättömän puupinnan puhdistettavuus -tutkimuksen tavoitteena on tuottaa uutta tietoa puumateriaalin soveltuvuudesta mm. korkeaa hygieniää ja puhdistettavuutta vaativissa ympäristöissä. Tutkimuksessa vertailtiin eri puulajeja ja erilaisia puupintoja, ja tämän avulla haluttiin selvittää, onko puulle ominaisilla laatu- ja lajitekijöillä vaikutusta puupintojen puhdistettavuuteen. Tutkimuksessa toteutettavien testien tulosten pohjalta voidaan arvioida, miten pinnoittamaton puupinta soveltuu käytettäväksi sisätilojen pintamateriaalina sekä erilaisten kosketuspintojen (käsinoja, kaide, kahva) materiaalina.

### 2.2 Käsittelemätön puu on puhdas ja tuntuu hyvältä

Aiemmissa tutkimuksissa on voitu osoittaa puupintojen tuottamia, tuntoaistiin perustuvia positiivisia vaikutuksia. Tutkimuksessa koehenkilöt arvioivat erilaisten pintojen vaikuttavuutta kosketuksen perusteella (6, s. 4).

Tulosten mukaan käsittelemättömät ja sileät (hiottu) puupinnat koettiin positiivisemmiksi kuin pintakäsittellyt pinnat. Niitä kuvattiin rauhoittaviksi, rentouttaviksi, miellyttäviksi ja haluttaviksi. Tulosten mukaan siis puun pinnan luonnollisuuden säilyttäminen on ratkaisevaa paremman kosketuskokemuksen saavuttamiseksi. Se voi vaikuttaa myös päätösten tekoon niissä puupinnoissa, joita koskettelemme, kuten huonekaluissa (6, s. 6).

Aiemmin tehtyjen tutkimusten pohjalta on voitu myös todentaa, että käsittelemätön puupinta toimii bakteerien kasvualustana huonommin kuin esim. lasipinta (7, s. 24). Puupinnoilla on myös todettu laajempia positiivisia hyvinvointivaikutuksia, mikä puoltaisi puumateriaalin hyödyntämistä erilaisten hoiva- ja hoitorakennusten sisäpinta- ja kalustemateriaalina. Erityisesti antibakteerisuusominaisuus herättää ajatuksia ominaisuuden hyödyntämiseksi erilaisissa hygieenisyyttä vaativissa ympäristöissä.

Puhdistettavuustestien lähtökohtana on ollut, että pintakäsittelemättömän puupinnan käyttömahdollisuuksia voitaisiin lisätä puulajin valinnan, lajittelun ja jalostuksen avulla.

Puumateriaalin eri ominaisuudet, kuten tiheys, puulaji ja syysuunta, vaikuttavat puun kykyyn imeä kosteutta, mikä taas vaikuttaa oleellisesti pinnan likautuvuuteen ja puhdistettavuuteen.

Tässä tutkimuksessa puun puhdistettavuusominaisuuksia tutkitaan sisätiloissa käytettävien puupintojen, puukalusteiden ja puutuotteiden kannalta. Laboratorio-olosuhteissa tehtävien testien ja kokeiden avulla etsitään malleja ja menetelmiä pintakäsittelemättömän puun toimivaan hyödyntämiseen niin, että puupintojen hygieenisyyttä voitaisiin hallita käytössä olevilla puhdistusmenetelmillä.

### 3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Puupinnan puhdistettavuustesteissä käytettäviä menetelmiä on kehitetty aiemmin toteutetussa Puhdas Puupinta -hankkeessa. Tässä tutkimuksessa on sovellettu Puhdas Puu -hankkeessa käytettyjä puupinnan likaamisen, puhdistamisen sekä analysoinnin menetelmiä (5, s. 5).

Pintakäsittelemättömän puupinnan puhdistettavuustestien ensimmäisessä vaiheessa määriteltiin ja testattiin kokeissa käytettävät likaamistavat sekä eri puumateriaalien soveltuvuus, niiden mallit ja muodot sekä silmämääräinen arviointimenetelmä tutkimuskappaleiden puhtauden todentamiseen. Ensimmäisessä vaiheessa määriteltiin myös testissä käytettävät eri vaiheet ja niiden aikataulu.

Ensimmäisen vaihe aloitettiin 13.9.2021. Testiprotokolla koostui neljä eri kertaa toistetuista toimenpiteistä: analyysi – likaaminen – puhdistus – analyysi. Testiprotokollan eri vaiheiden tarkempi kuvaus löytyy tämän raportin kohdasta 2.4. Ensimmäinen vaihe päättyi 5.10.2021.

Pintakäsittelemättömän puupinnan puhdistettavuustestien toinen vaihe toteutettiin 4.11.–31.12.2021 ja se sisälsi yhdeksän testiprotokollan mukaista toistoa.

Toisessa vaiheessa tutkimuksen tavoitteena oli syventää ja varmistaa ensimmäisen vaiheen tulosten pohjalta valikoitujen materiaalien toimivuutta pidempiaikaisessa ja useammin toistettavassa testissä. Testausta laajennettiin tasokappaleiden lisäksi käden tartunnasta syntyvää likaantumista simuloivien kappaleiden testaamiseen (nk. kaidetestit).

Lisäksi toisessa tutkimusvaiheessa tarkennettiin likaamisen ja puhdistamisen ohjeistusta sekä silmämääräistä arviointimenetelmää ensimmäisen vaiheen kokemusten perusteella.

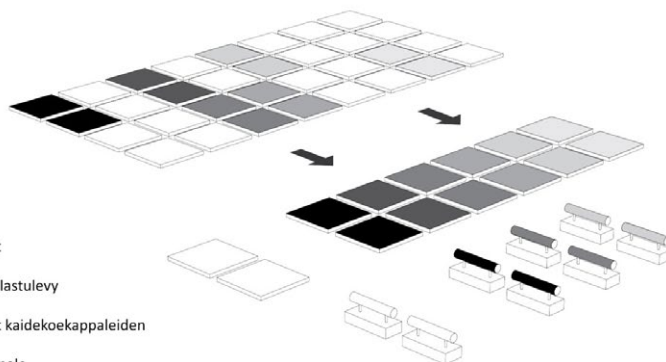
#### Vaihe 1

- 16 eri tasokoe kappaletta,  
joista kaikista verrokkikappaleet

#### Vaihe 2

1. vaiheen tulosten perusteella valitut  
kuusi tasokoe kappaletta + verrokki  
vertailupintana laminaattipinnoitettu lastulevy

1. vaiheen tulosten perusteella valitut kaidekoe kappaleiden  
neljä materiaalia + verrokki  
vertailukappaleena tammipuinen kappale



**Kuva 1.** Pintakäsittlemättömän puupinnan puhdistettavuustestien eri vaiheet ja tutkimuskappaleet (Kuva: Matti Kilpiäinen).

## 3.1 Tutkimuskappaleiden materiaalit ja ominaisuudet

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa testattiin eri puulajien sekä puulaatujen (syysuunta, tiheys) vaikutusta kappaleen puhdistuvuuteen. Testeihin valittiin kolme, sisätiloissa yleisesti käytettävää puulajia: mänty, kuusi, koivu ja haapa, jota käytetään erityisesti saunatilojen sisustuksessa.

Lisäksi testeihin lisättiin verrokkina kaksi pintakäsiteltyä tammiparkettikappaletta, joista toinen oli käsitelty antibakteerisella pintakäsittelyaineella. Verrokkikappaleet olivat Timberwise Oy:n tuotannossa olevia, kaupallisia tuotteita (8).

Tasopinnoilla, kuten keittiötasot ja työpöydät, laminaattipintainen lastulevy on yleisesti käytetty materiaali, joka edellä mainitusta syystä valikoitui toisen tutkimusvaiheen verrokkitutkimuskappaleeksi. Siitä haluttiin tutkia, jättikö rasvalikaaminen tummentumaa laminaatin pintaan ja olivatko hygieniamittausten tulokset alhaisemmat kuin massivipuissa tutkimuskappaleissa.

Männystä ja kuusesta testattiin erikseen tangentin ja säteen suuntainen sekä poikkisyhyyn leikatun puupinnan puhdistettavuus.

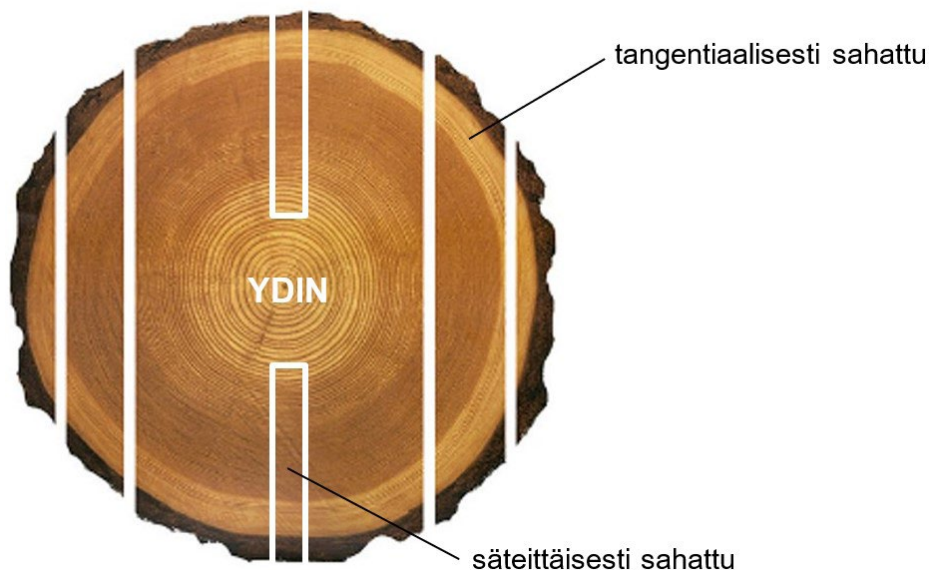
Eri puulajien ja -laatujen testaamisen tavoitteena on löytää puulle ominaisia luontaisia ominaisuuksia, joilla voisi olla vaikutusta puupinnan likaantuvuuteen ja puhdistettavuuteen, kun pinnalla ei käytetä pintakäsittelyaineita.

### 3.1.1 Säteen, tangentin ja poikkisyyn suuntaiset leikkaukset

Tangentiaalisesti ja säteensuuntaisesti leikatun puupinnan oletettu ero perustuu säteen-suuntaisesti leikatun puukappaleen vähäisempiin muodonmuutoksiin. Tangentinsuunnassa vuosiluston kutistuminen määräytyy lähinnä kesäpuuosuuden perusteella, koska heikko kevätpuu ei pysty vastustamaan kesäpuun aiheuttamaa kutistumista ja paisumista. Sen sijaan säteen suunnassa kutistuminen ja paisuminen on kevät- ja kesäpuun kutistumisen summa ja suhteellisesti pienempi kuin tangentin suunnassa. (9, s. 194). Yleisesti ottaen pätee, että säteen suuntainen kutistuminen tai paisuminen on noin puolet tangentin suuntaisesta kutistumisesta (9, s. 192).

Puuaineksen erilaisilla ominaisuuksilla on monissa puun käyttömuodoissa huomattava merkitys. Puun kuivuessa säteittäin leikattu kappale kutistuu vähemmän eikä siinä esiinny tangentiaalisesti leikatulle kappaleelle tyypillistä vääntymistä ja halkeilua, minkä oletettiin vaikuttavan myös kappaleiden likaantumiseen ja puhdistettavuuteen.

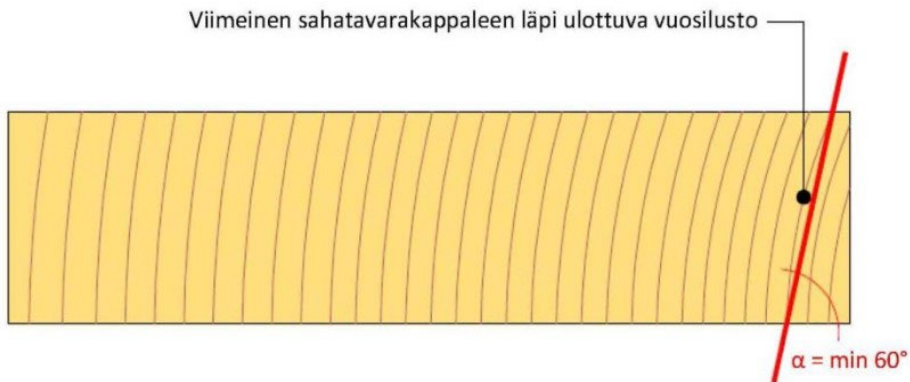
**Tangentin suuntaisella** leikkauksella (sahauksella) tarkoitetaan tukista pituussuunnassa leikattua (sahattu) kappaletta (sahe), jossa puun vuosilustot ovat poikkileikkauspinnassa saheen lappeen suuntaisesti, mutta kaarevia. Kaarevuuden suuruus on riippuvainen tukin halkaisijasta ja sahauskohdasta tukin poikkileikkauksessa.



**Kuva 2.** Tukin ytimestä katsottuna halkaisijan suuntaiset uloimmat sahatut sahatavarakappaleet ovat tangentiaalisesti sahattu. Kuvassa säteittäisesti sahatuissa eli säteen suuntaisissa laudoissa vuosilustot ovat pystysuunnassa, mikä minimoi saheen muodonmuutokset (Kuva: Propuu-yhdistys. Kuvan muokkaus: Kai Möller).

**Säteen suuntainen** leikkaus (radiaalisahaus) on puutukista pituussuunnassa leikattu (sahattu) kappale, jossa puun vuosilustojen kulma  $\alpha$  on poikkileikkauspinnasta katsottuna vähintään tai enemmän kuin  $60^\circ$  kulmassa kappaleen lapepintaan nähden (10). Optimaalinen tilanne on silloin, kun vuosilustot ovat kohtisuorasti lapepintaan nähden, ja tätä tässä tutkimuksessa tavoiteltiin.

Kuvassa 3 esitetty radiaalisahattu sahatavarakappale on sahattu tukin ytimen molemmin puolin tai läheltä ydintä.



**Kuva 3.** Radiaalisahattu sahatavarakappale (Kuva: Puuinfo).

**Poikkisyypinta** on tukin päässä näkyvä pinta. Puun syiden suunta on sama kuin puun rungon pituussuunta. Poikkisyypintaan leikattu puupinta on siis puun rungon katkaisusta syntyvä leikkauspinta. Poikkisyypinasta leikattua puuta on perinteisesti käytetty esimerkiksi lattiapinnoissa ja leikkuulaudoissa, kun tavoitteena on ollut kulutusta kestävä puupinta. Kuivuessaan puu luovuttaa kosteutta enemmän poikkisyypinnan pinnan kautta, ja lähtöoletuksena on, että poikkisyypinainen pinta myös imee kosteutta (ja likaa) helpommin.

### 3.1.2 Puun tiheys

Männyn ja kuusen osalta tutkimuskappaleet jaettiin kasvutiheyden perusteella tiheä- ja harvasyisiin. Tiheäsyisessä puussa kesäpuun osuus on suurempi kuin harvasyisessä.

Puun huokoisuus vaikuttaa puun tiheyteen eli tilavuuspainoon ja sitä kautta puun lujuus- ja muodonmuutosominaisuuksiin. Oletuksena oli, että kasvutiheydellä on vaikutusta puupinnan likaantuvuuteen ja puhdistettavuuteen siten, että hitaammin kasvaneen puun pinta

on rakenteeltaan tiheämpää eikä lika kiinnity pintaan niin helposti kuin harvasyisemmän puun pintaan, jossa harvemman kevätpuun osuus on suurempi.

Puun kasvutiheyden määrittelyssä käytettiin Puuinfon julkaisemaa tiheäsyisen mäntysahatavaran teknisen tiedotteen määrittelyä, jossa tiheäsyiseksi sahatavaraksi määritellään puu, jossa on vuosilustoja 30 mm matkalla vähintään kymmenen kappaletta (10).

Yleisesti oletetaan, että havupuiden kasvunopeuden hidastuessa kesäpuun osuus (kesäpuuprosentti) kasvaa aivan äärimmäisiä olosuhteita lukuun ottamatta. Kesäpuuprosentti on suurimmillaan vuosiluston paksuuden ollessa 1,0–1,5 mm ja se alenee vuosiluston ohetessa tai paksuuntuessa (9, s. 28). Männyllä kesäpuun tiheys vaihtelee välillä 810–920 kg/m<sup>3</sup> ja kevätpuun tiheys 300–370 kg/m<sup>3</sup> (9, s. 27).

Kuusipuusta valmistettujen, kasvun perusteella tiheäsyiseksi määriteltujen tutkimuskappaleiden massatiheydet olivat keskimäärin 466 kg/m<sup>3</sup> ja harvasyiseksi määriteltujen tutkimuskappaleiden 442 kg/m<sup>3</sup>. Kasvunopeuden perusteella tiheäsyisiksi määriteltujen männyn tutkimuskappaleiden massatiheys vaihteli 552–715 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.1.3 Männyn pinta- ja sydänpuu

Sydänpuulla tarkoitetaan puun rungon sisintä osaa, joka mäntypuussa poikkeaa rungon ulkokehästä tummemman värin perusteella (9, s.109). Sydänpuu muodostuu kuolleesta solukosta ja vastaavasti pintapu elävästä solukosta. Kasvavassa puussa rungon pintapuun alueella kulkee puun käyttämä vesi juurista puun yläosiin ja siksi kosteuspitoisuus pintapuun alueella on huomattavasti sydänpuuta korkeampi. Pinta- ja sydänpuun ominaisuudet eroavat toisistaan esimerkiksi lahonkestävyyden osalta (11, s. 9).

Havupuilla on tyypillistä pihka- ja uuteaineiden- sekä lahonkestävyyteen vaikuttavan pinosylviinin esiintyminen sydänpuussa. Usein sydänpuuhun kertyvät aineet suojaavat lahottajasieniltä sekä muilta organismeilta, ja tältä pohjalta oli syytä olettaa männyn pinta- ja sydänpuulla olevan myös erilaiset ominaisuudet puhdistettavuuden kannalta (9, s. 110).

Mäntykappaleiden pinta- ja sydänpuun lajittelussa käytettiin reagenssikäsittelyä (Kuva 4). Reagenssi on kemiallisesti reagoiva aine, jota käytetään aineiden määrittämiseen. Männyllä aine reagoi sydänpuussa olevan pinosylviinin kanssa (9, 112), jolloin sydänpuu värjäytyy reagenssin vaikutuksesta punaiseksi. Kuusen sydänpuun määrittämiseen vastaava reagenssi ei sovellu.





**Kuva 4.** Reagenssikäsittelyn jälkeen sydänpuu värjäytyy punertavaksi ja erottuu pintapuusta selkeästi (Kuva: Kai Möller).

## 3.2 Tutkimuskappaleiden rakenne

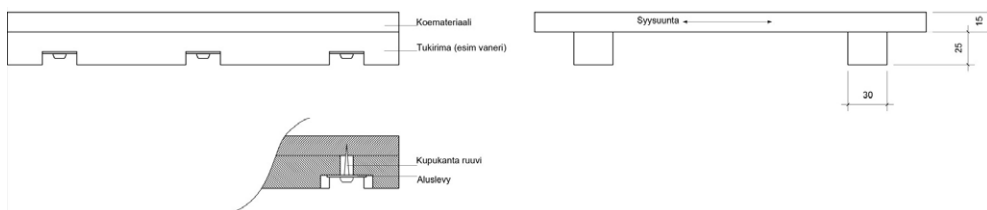
Tutkimuskappaleet valmistettiin valikoiduista särmäämättömistä puumateriaaleista. Kaikista tutkimuskappaleista valmistettiin kaksi samanlaista tutkimuskappaletta, joiden valmistusmateriaali pyrittiin valikoimaan käytettyjen saheiden (lankku, lauta) eri kohdista. Valintojen tavoitteena oli vähentää puulle tyypillisten laatu- ja ominaisvaihteluiden vaikutusta testituloksiin.

### 3.2.1 Taso-tutkimuskappaleet

Puhdistettavuustestien ensimmäisessä ja toisessa vaiheissa taso-tutkimuskappaleina käytettiin 300 x 300 mm kokoisia liimapuulevyjä, joiden vahvuus oli noin 15 mm. Liimapuulevyt koostuivat noin 45 mm leveistä massiivipuisista rimoista, ja liimauksessa käytettiin kosteuden- ja veden kestävää D4-luokan (ulkokäyttö) PVAc-liimaa.

Tasokappaleiden syynsuuntaiset pinnat viimeisteltiin hiomalla ne kolmenauhaisella leveänauhahiomakoneella, jossa viimeistelynauhan karkeus oli 180 MESH.

Massiivipuiset taso-tutkimuskappaleet tuettiin kahdella levyn alapintaan ruuvikiinnityksellä (Liite 4) asennetulla 28 mm koivuvanerisella tukirimalla. Rimojen kiinnitys toteutettiin niin, että ne ehkäisivät levyn vääntymistä, mutta mahdollistivat puumateriaalin luontaisen elämisen.



**Kuva 5.** Puhdistettavuustesteihin valmistettujen tasokappaleiden periaatekuva (Kuva: Matti Kilpiäinen).

Tutkimuskappaleiden kosteus tasaannutettiin varastoimalla tutkimuskappaleet 2–3 kuukauden ajaksi muovilla huputettuna. Kuivaan vuodenaikaan ne voivat kuivua liikaa ja syksyllä kostua, joten muovilla huputtaminen tasasi puun kosteusvaihtelua ja hidasti kosteuden luovuttamista tasoista.

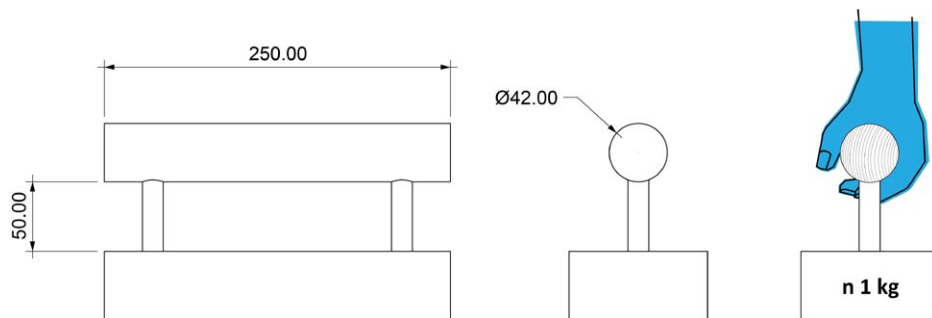


**Kuva 6.** Tutkimuskappaleita tasaannutettiin ennen testien aloittamista useita kuukausia (Kuva: Matti Kilpiäinen).

### 3.2.2 Kaide(käsijohde)-tutkimuskappaleet

Puhdistettavuustestien toisessa vaiheessa käytetyt kaide-tutkimuskappaleet valmistettiin profililta pyöreäksi työstetyistä aihioista, jotka kiinnitettiin kahdella puutapilla noin yhden kilogramman painoiseen puukappaleeseen, joka oli koivuvaneria tai massiivipuuta.

Kaide-tutkimuskappaleet viimeistelyhiottiin reunanauhahiomakoneella pyörittäen kappaleen pintaa kevyesti nauhaa vasten. Nauhakarkeutena käytettiin 180 MESH.



**Kuva 7.** Puhdistettavuustesteihin valmistettujen kaidekappaleiden periaatekuva (Kuva: Matti Kilpiäinen).

Kaidetutkimuskappaleiden painon tarkoituksena oli jäljitellä kosketuspainetta. Asiasta kerrotaan lisää koejärjestelyissä.



**Kuva 8.** Kuvassa tammesta valmistettu kaide-tutkimuskappale (Kuva: Kai Möller).

Jotta tutkimuskappaleiden käsiteltävyys olisi likaamisten, puhdistamisten sekä näytteenottojen aikana helpompaa, kaide-tutkimuskappaleita varten rakennettiin testauspöytä. Tutkimuskappaleet sijoitettiin testauspöydän ulkokehälle varmistaen samalla tutkimuskappaleiden paikallaan pysyminen käsittelyjen eri vaiheissa.



**Kuva 9.** Kaide-tutkimuskappaleiden alustana käytettiin kokeita helpottavaa testauspöytää (Kuva: Kai Möller).

## 3.3 Tutkimuskappaleet

### 3.3.1 Vaiheiden yksi ja kaksi materiaalitulokset

Vaiheessa yksi käytetyt tutkimuskappaleiden materiaalit, leikkuusuunnat ja sijainti saheen poikkileikkauksesta katsoen on kuvattu taulukossa 1. Tutkimuskappaleiden sijaintia saheen pituussuunnassa ei huomioitu. Tutkimuskappale-sarakkeen numerointi viittaa liitteissä 1 esitettyihin kuviin. Kaikkien tutkimuskappaleiden pinta on hiottu lukuun ottamatta parketti-vertailukappaleita, joissa pintakäsittelynä oli mattalakkaus.

**Taulukko 1.** Tutkimusvaiheen 1 tutkimuskappaleet ja niiden ominaisuudet.

Tutkimus-kappale	Tutkittava materiaali	Leikkuusuunta	Sijainti saheessa	Pinta
M1	Tiheäsyinen mänty	säteittäin	sydän	hiottu
M2	Tiheäsyinen mänty	säteittäin	pinta	hiottu
M3	Tiheäsyinen mänty	poikkisyy	sydän	hiottu
M4	Tiheäsyinen mänty	poikkisyy	pinta	hiottu
M5	Tiheäsyinen mänty	tangentti	sydän	hiottu
M6	Tiheäsyinen mänty	tangentti	pinta	hiottu
M7	Harvasyinen mänty	tangentti	määrittämätön	hiottu
M8	Harvasyinen mänty	säteittäin	määrittämätön	hiottu
M9	Tiheäsyinen kuusi	tangentti	määrittämätön	hiottu
M10	Tiheäsyinen kuusi	säteittäin	määrittämätön	hiottu
M11	Harvasyinen kuusi	tangentti	määrittämätön	hiottu
M12	Harvasyinen kuusi	säteittäin	määrittämätön	hiottu
M13	Koivu	säde/ tangentti	määrittämätön	hiottu
M14	Haapa	säde/ tangentti	määrittämätön	hiottu
M15	Parketti Deko tammi	viilupinta	ei saheesta	Bulevardi mattalakattu
M16	Parketti Deko tammi	viilupinta	ei saheesta	Bulevardi mattalakattu, antibakteerinen

Tutkimusvaiheessa kaksi käytettyjen tutkimuskappaleiden materiaalit, kappaleen muoto (taso, kaide), leikkuusuunnat, sijainti saheen poikkileikkauksesta katsoen ja pintakäsittely on kuvattu taulukossa 2. Tutkimuskappaleiden sijaintia saheen pituussuunnassa ei huomioitu. Tutkimuskappale-sarakkeen numerointi viittaa liitteessä 1 esitettyihin kuviin. Erilaisia pintakäsittelyitä oli tutkimusvaiheessa 2 enemmän kuin tutkimusvaiheessa 1.

**Taulukko 2.** Tutkimusvaiheen 2 tutkimuskappaleet ja niiden ominaisuudet.

Tutkimuskappale	Tutkittava materiaali	Kappaleen muoto	Leikkuusuunta	Sijainti saheessa	Pinta
M1	Tiheäsyinen mänty	taso	säteittäin	sydän	hiottu
M2	Tiheäsyinen mänty	taso	poikkisyy	sydän	parafiini-öljy
M3	Tiheäsyinen kuusi	taso	säteittäin	määrittämätön	hiottu
M4	Koivu	taso	säde/tangentti	määrittämätön	hiottu
M5	Timberwise 1	taso	viilupinta	ei saheesta	öljykäsittely
M6	Timberwise 2	taso	viilupinta	ei saheesta	anti-bakteerikäsittely
M7	Laminaattitaso	taso	laminaattipinta	ei saheesta	laminaatti
M8	Tiheäsyinen mänty	kaide	säteittäin	sydän	hiottu
M9	Tiheäsyinen kuusi	kaide	säteittäin	määrittämätön	hiottu
M10	Koivu	kaide	säde/tangentti	määrittämätön	hiottu
M11	Haapa	kaide	säde/tangentti	määrittämätön	hiottu
M12	Tammi	kaide	säde/tangentti	määrittämätön	hiottu

### 3.3.2 Perustelut materiaalivalinnoille

#### Ensimmäinen tutkimusvaihe

Ensimmäisen vaiheen testeissä käytettyjen puulajien (mänty, kuusi, koivu, haapa) valintaan vaikutti puulajien käytön yleisyys huonekalu- ja sisätilatuotteiden (sisäpinnat) valmistuksessa. Lisäksi valinnoissa huomioitiin puulajien kotimaisuus.

Mänty ja kuusi ovat yleisimmin käytetyt kotimaiset puulajit erilaisten sisätilatuotteiden valmistuksessa. Koivua käytetään erilaisten vanerituotteiden valmistuksessa sekä kalustevalmistuksen materiaalina. Haapa on perinteinen ja yleisimmin saunoissa käytetty puulaji huokoisuutensa takia. Huokoisuus heikentää lämmönjohtavuutta pitäen puun pintalämpötilan miellyttävänä.

Eri puulajien ja -laatuojen variaatioilla pyrittiin löytämään puulle luontaisia ominaisuuksia, joilla on vaikutusta puupinnan likaantuvuuteen ja puhdistettavuuteen.

Testeissä käytetyt puulaatukriteerit (puun kasvutiheys, puun leikkaussuunta) eivät ole ainakaan kovin yleisesti käytössä kaupallisten puutuotteiden ominaisuuksina. Puhdistettavuustestien tutkimusmateriaalien valintojen tavoitteena on myös lisätä tietoisuutta eri puulaatujen ominaisuuksista.

#### Toinen tutkimusvaihe

Tutkimuksen toisen vaiheen tasokappaleiden puumateriaaleiksi valittiin samat puulajit kuin ensimmäisessä vaiheessa muutamien poikkeuksin.

Poikkisyin (päätypuu) valmistettu tutkimuskappale pintakäsiteltiin parafiiniöljyllä. Haluttiin selvittää, miten pintakäsittely vaikuttaa lian imeytymiseen päätypuiseen puupintaan ja pinnan puhdistettavuuteen.

Parafiiniöljy (Liite 4) levitettiin käyttöohjeen mukaisesti tutkimuskappaleen pinnoille pehmeän kankaan avulla kahteen kertaan. Toinen levitys tehtiin, kun ensimmäinen käsittely oli imeytynyt puuhun ja kuivunut riittävästi.

Parafiiniöljy on myrkytön ja luontoystävällinen tuote. Öljy suojaa puupinnan kosteudelta ja helpottaa sen puhtaana pitämistä. Parafiiniöljyllä voi suojata sisä- ja ulkokäytössä olevia puupintoja kuten esimerkiksi viilupintaisia kalusteita ja pintakäsittelimättömiä pintoja kuten leikkuulautoja (12, s. 17).

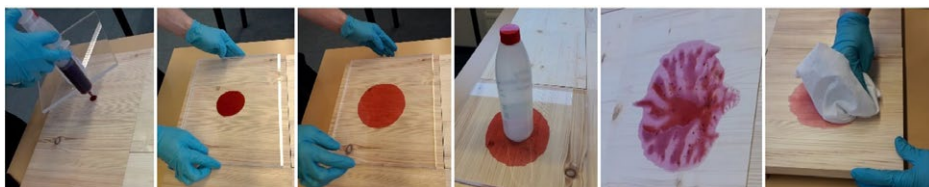
Tiheäsyisestä kuusesta valmistetun taso-tutkimuskappaleen liimalevyrimat saatiin säteittäin. Se mahdollisti kappaleen vertailukelpoisuuden mäntypuisen tutkimuskappaleen kanssa.

Testien toisen vaiheen kaide-tutkimuskappaleiden materiaaleina sovellettiin osittain ensimmäisessä vaiheessa käytettyjä puulajeja ja -laatuja samoista lähtökohdista kuin tasokappaleissa. Yleisesti käytettyjen puulajien (mänty, kuusi, koivu) lisäksi kaidetestien materiaalina käytettiin tammea ja haapaa. Tammea on käytetty laajalti kaidepuumateriaalina sen kulutuskestävyyden takia.

### 3.4 Likatyypit sekä tutkimuskappaleiden puhdistamis- ja likaamismenetelmät

Pintakäsittelmättömän puupinnan puhdistettavuustestien puhdistus- ja likaamismenetelmät perustuivat Puhdas Puu -hankkeessa käytettyihin menetelmiin. Tutkimuksen toisessa vaiheessa käytettiin pääosin samaa testiprotokollaa kuin ensimmäisessä vaiheessa.

Tavoitteena oli, että tutkimuskappaleiden puhdistukseen käytetyt menetelmät, välineet, puhdistusaineet ja prosessi (työaika) simuloivat yleisesti ylläpitoiivouksessa käytettäviä puhdistusmenetelmiä. Pintojen likaamis- ja puhdistusprosessi sekä puhdistusmenetelmät pidettiin vakioina, eikä niihin tehty muutoksia tutkimuksen aikana.



**Kuva 10.** Taso-tutkimuskappaleen likaamisen ja puhdistamisen kokeiluja ennen varsinaisen prosessin aloitusta (Kuva: Matti Kilpiäinen).

#### 3.4.1 Likatyypit

Ensimmäisessä vaiheessa testattiin likatyyppien laatua ja ominaisuuksia sekä niiden levittämistä pinnalle tasaisesti. Vesipohjaisena likana käytettiin mustikkakeittoa (Liite 4) ja rasvapohjaisena likana perusvoidetta (Liite 4), jonka rasvapitoisuus oli noin 20 prosenttia. Rasvapohjaiseen likaan sekoitettiin sävyltään sinistä (tutkimusvaihe 1) ja mustaa (tutkimusvaihe 2) elintarvikeväriä (Liite 4).



Testien ensimmäisessä vaiheessa rasvalika valmistettiin annostelemalla 100 ml perusvoidetta sekoitusastiaan, johon sekoitettiin 10 tippaa sinistä elintarvikeväriä. Testien 2. tutkimusvaiheessa käytettiin mustaa elintarvikeväriä ja seossuhdetta muutettiin niin, että 100 millilitraan perusvoidetta sekoitettiin 40 tippaa väriä. Muutosten tavoitteena oli lisätä rasvalian havaittavuutta tutkimuskappaleissa ja helpottaa puhdistustestien tulosten visuaalista arviointia.

### 3.4.2 Tutkimuskappaleiden puhdistaminen ennen mittauksia

Ensimmäisessä tutkimusvaiheessa tutkimuskappaleita ei puhdistettu ennen niiden likaaamista. Toisessa tutkimusvaiheessa puhdistusprosessiin lisättiin uusien tutkimuskappaleiden imurointi ja kosteapyyhintä ennen tutkimuksen käynnistämistä, millä varmistettiin hienon puupölyn ja irtolian poisto tutkittavalta pinnalta.

Tutkimuskappaleiden hygieeninen puhtaus mitattiin ATP- ja Hygicult-mittauksilla ennen tutkittavan lian levittämistä (Liite 4). Hygicult TPC on viranomaisen suosittelema testimenetelmä. Tutkimuksessa käytetyt puhdistusmenetelmät on kuvattu liitteessä 5.

### 3.4.3 Taso-tutkimuskappaleiden likaaminen

Molemmat likatyypit, mustikkakeitto ja rasvalika, annosteltiin ruiskulla 10 ml annoksina puhdistetun tutkimuskappaleen keskelle mahdollisimman ympyrämäiseksi alueeksi. Tämän jälkeen kappaleeseen annostellun lika-annoksen päälle asetettiin 300 x 300 mm kokoinen ja noin 1 500 g painava akryylimuovilevy, jonka päälle asetettiin lisäpainoksi yhden litran painoinen vesipullo (kuva 10).

Levyn ja pullon annettiin olla tahran päällä 60 sekuntia. Niiden avulla lika saatiin leviämään tasaiseksi kalvoksi tutkimuskappaleen pinnalle. Tämän jälkeen paino poistettiin ja akryylimuovilevy nostettiin pois mahdollisimman tasaisesti ja suoraviivaisesti. Tahran annettiin vaikuttaa pinnalla 5 minuuttia ennen puhdistusta.

### 3.4.4 Kaide-tutkimuskappaleiden likaaminen

Kaide-tutkimuskappaleissa tutkittiin ainoastaan rasvalian vaikutusta. Rasvalika levitettiin kappaleeseen käsihohteen tartuntaa simuloivalla menetelmällä. Kertakäyttölautaselle annosteltuun 2–3 mm likakerrokseen painettiin suojakäsineeseen puettu käsi kahdeksi sekunniksi, jonka jälkeen tartuttiin tutkimuskappaleeseen (Kuva 11) ja nostettiin se ylös viiden sekunnin ajaksi. Tartunnan jälkeen tahran annettiin vaikuttaa pinnalla 5 minuuttia ennen sen pois pyyhkimistä.



**Kuva 11.** Kaide-tutkimuskappaleiden likaamisessa käytettiin mustan elintarvikevärin ja käsirasvan seosta. Lika siirrettiin tutkimuskappaleen pintaan tartuntaotteen avulla. (Kuva: Manu Eloaho).

Jotta kaidetartunta olisi likimain vakio käden koko ja ote huomioiden, sen teki aina sama henkilö. Tällä pyrittiin vakioimaan likamäärän tasaisuus eri näytteenottokerroilla.

### 3.4.5 Pintojen puhdistaminen likaamisen jälkeen

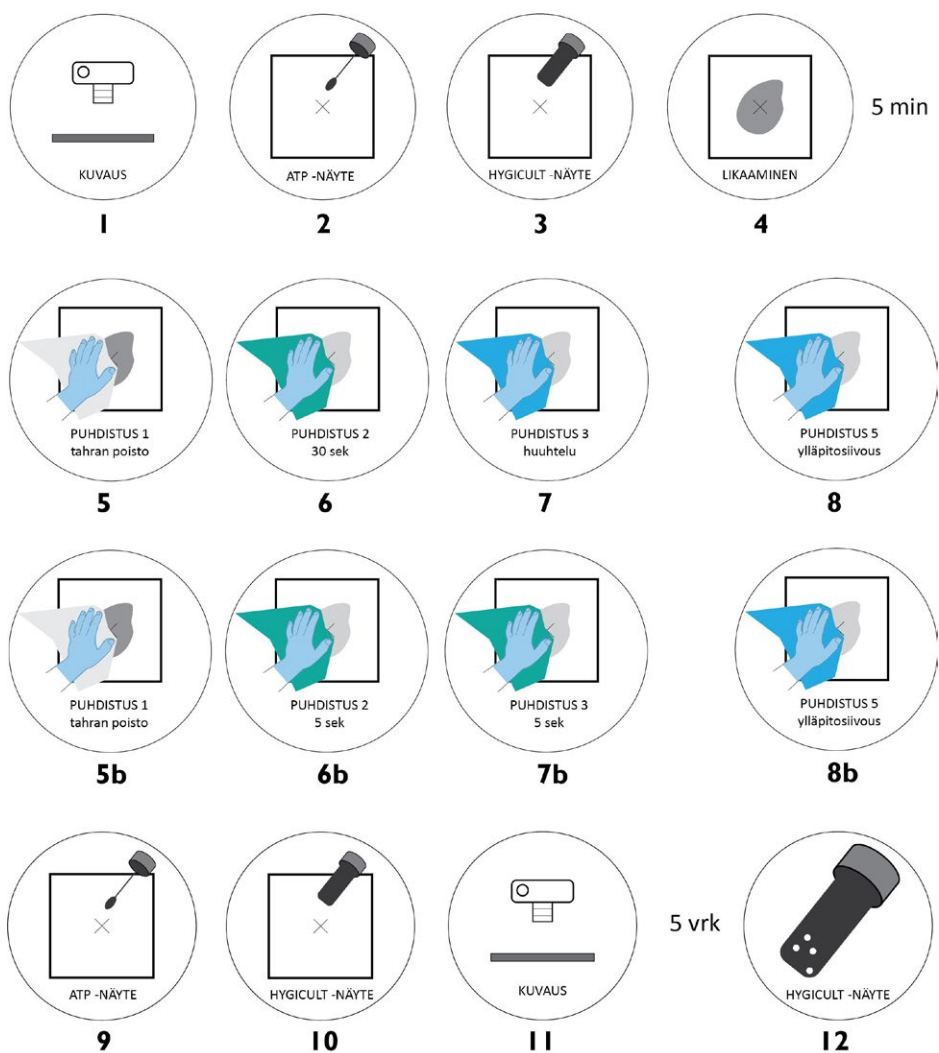
Ensimmäisessä vaiheessa kaikki tahrat ja pinnat puhdistettiin samalla menetelmällä. Tahra puhdistettiin ensin kertakäyttöpyyhkeellä (Liite 4) keräämällä irtonainen aines pinnalta pyyhkeeseen. Ensimmäinen pyyhintä pyrittiin suorittamaan ulkoa sisälle päin suunnatulla pyyhintäliikkeellä, pyyhkeeseen irtainta likaa keräten. Pyrkimyksenä oli välttää tahrnan leviämistä tutkimuskappaleen pinnalla.

Seuraavaksi kertakäyttöpyyhkeellä puhdistettu pinta puhdistettiin mikrokuitupyyhkeellä (Liite 4). Mikrokuitupyyhke kostutettiin imeyttämällä kuhunkin pyyhkeeseen muovipussissa (Liite 4) 30 millilitraa valmista puhdistusaineliuosta vähintään 30 minuutin ajan. Puhdistusaineliuoksena käytettiin yleispuhdistusainetta (Liite 4), jota annosteltiin tuotteen käyttöohjeen mukaisesti 1,0 ml lisättynä 100 millilitraan vettä.

Ensimmäisessä tutkimusvaiheessa pinnat pyyhittiin kostutetulla mikrokuitupyyhkeellä käyttäen kohtuullista voimaa noin 30 sekunnin ajan. Tämän jälkeen pinnat huuhdeltiin pyyhkimällä tahrat kaksi kertaa mikrokuitupyyhkeellä, joka on kostutettu puhdistusaineliuoksen tavoin puhtaalla vesijohtovedellä. Toisessa tutkimusvaiheessa kosteapyyhintään käytettiin 30 sekunnin sijaan 10 sekuntia ja pintojen huuhteluvaihe jätettiin pois. Muutosten syynä oli se, että tutkimuksen toisessa vaiheessa tutkimuskappaleiden puhdistamisessa haluttiin käyttää kevyempää, enemmän ylläpitosiivouksen mukaista puhdistusmenetelmää. Pyyhkimisen voimaa tai aikaa ei muutettu lian määrän tai pyyhkimisen havaitun vaikutuksen perusteella kummassakaan vaiheessa. Tutkimuksessa käytetyt puhdistusmenetelmät on kuvattu liitteessä 5.

Puhdistetulta ja kuivalta pinnalta otettiin pintahygieniamittaukset puhtaustason selvittämiseksi. Pintojen orgaanisen lian määrä mitattiin luminometrisin ATP-mittauksin ja mikrobien määrä Hygicult-mittauksin (Liite 4).

Pintojen puhdistuksessa käytettävät mikrokuitupyyhkeet pestiin jokaisen käyttökerran jälkeen 90 asteen lämpötilassa koneellisesti ja kuivattiin huoneilmassa. Pyyhkeitä säilytettiin muovipusseissa ja niitä käsiteltäessä käytettiin suojakäsineitä (Liite 4) kontaminoitumisen välttämiseksi.



**Kuva 12.** Puhdistettavuustestien vaiheet (Kuva: Matti Kilpiäinen).

Puhdistustestien molemmissa vaiheissa kaikille tutkimuskappaleille tehtiin lisäksi ylläpitopuhdistus kaksi kertaa viikossa. Niillä varmistettiin tutkimuskappaleiden puhtaus mahdollisten ulkoisten tekijöiden vaikutukselle kappaleiden likaantumiseen (ihmisten liikkuminen tilassa, ilmastoinnin mukana tulevat likahiukkaset tms.). Ylläpitosiivouksessa käytetyt menetelmät on kuvattu liitteessä 5.

## 3.5 Pintahygieniamittaukset ja puhtauden arviointi

### 3.5.1 Luminometriset mittaukset (ATP-mittaus)

Orgaaninen lika mitattiin tutkimuskappaleiden pinnoilta luminometrisellä mittaussmenetelmällä ennen pintojen likaamista sekä pintojen puhdistuksen jälkeen. Luminometrinen mittaussmenetelmä perustuu solujen energia-aineenvaihdunnan perusyhdisteenä toimivan adenotrifosfaatin (ATP) kykyyn tuottaa valoa. Mittaaminen suoritettiin luminometrillä ja näytteenotossa käytettiin UltraSnap-testipuikkoa. Luminometrisen mittaussmenetelmän tulokset ilmoitetaan RLU-yksikkönä (relative light unit).

Mittaussnäytteet otettiin tutkimuskappaleiden pinnasta valmistajan ohjeen mukaisesti noin 10 cm<sup>2</sup> alueelta näytteenottokohtaa vaihdellen. Tutkimuskappaleesta ja rinnakkaisnäytteestä otettiin jokaisen mittaukserran yhteydessä yhteensä neljä näytettä.

### 3.5.2 Mikrobien määrän mittaaminen (Hygicult -mittaukset)

Pintojen kasvukykyisten mikrobien määrää mitattiin ennen pintojen likaamista ja puhdistuksen jälkeen Hygicult TPC -viljelylevyillä. Näytteenotto tehtiin painamalla Hygicult-viljelylevyn molemmat puolet vuorollaan tutkittavaan pintaan noin 3–4 sekunnin ajaksi. Tämän jälkeen näytteiden annettiin inkuboitua noin 23 asteessa viisi vuorokautta valmistajan suosituksen mukaisesti.

Mittauksissa saatuja pesäkemääriä käytettiin näytekappaleista saatujen tulosten vertailuun. Hygicult-mittausten tulokset koottiin tutkimuskappaleittain näytteenottoputken yhteenlaskettujen, viljelypintaan kasvaneiden pesäkkeiden kappalemäärinä. Tulosten analysoinnissa käytettiin kunkin tutkimuskappaleen kaikkien mittausten keskiarvoa. Mikäli tulokset olisi ilmoitettu Hygicultin laskentaohjeen mukaisesti CFU/cm<sup>2</sup> arvoina, tulokset olisivat jääneet pääsääntöisesti pienimmän arvon (1 CFU/cm<sup>2</sup>) alle eikä vertailua olisi voitu tehdä.

### 3.5.3 Silmämääräinen puhtauden arviointi

Puhdistettavuustestien 1. vaiheessa kehitettiin silmämääräisen puhtaudenarvioinnin toteutusta ja tekniikkaa. Silmämääräistä arviointia varten kaikki tutkimuskappaleet kuvattiin ennen likaamista sekä likaamisen ja puhdistuksen jälkeen. Tasokappaleiden kuvauksissa käytettiin asetetta, jossa kamerakuvaan tallennettiin kappaleiden ulkoreunalle sijoittuva mitta-asteikko. Sen avulla voitiin määritellä tutkimuskappaleeseen jääneen lian-/tahran pinta-ala (kuva 13, s. 31).

Kuvauksissa käytettiin voimakasta keinovalaistusta ja ne suoritettiin vakio-olosuhteissa (valaistus, valokuvauksen kulma, kameran etäisyys kuvattavasta pinnasta yms.) valokuvien luettavuuden varmistamiseksi.

Ensimmäisen tutkimusvaiheen silmämääräisessä arvioinnissa verrattiin tutkimuskappaleista ennen pinnan likaamista otettua valokuvaa viimeiseen, neljännen näytteenoton jälkeen otettuun valokuvaan. Lisäksi arvioitiin tutkimuskappaleiden pinnalla havaittavia muutoksia tummuuden, pintalian määrän ja lian muodon osalta. Kaide-tutkimuskappaleiden osalta silmämääräinen arviointi tehtiin suoraan tutkimuskappaleesta johtuen sen ympyrämaisestä poikkileikkauksen muodosta.

Molemmissa tutkimusvaiheissa likaamisten aiheuttamia pinnan tummuusmuutoksia arvioitiin silmämääräisesti taulukon 3 mukaisella asteikolla ja toisessa vaiheessa tarkemmin spektrofotometrillä. Tässä tutkimuksessa yhtenä tarkoituksena oli kehittää silmämääräistä arviointia ja varmistaa arvioinnin oikeellisuutta vertaamalla saatuja tuloksia spektrofotometrillä saatuihin mittaustuloksiin.

**Taulukko 3.** Värimuutosten arvioinnissa käytetty asteikko.

Asteikko	Muutos
0	Ei muutosta
1	Erittäin vähäinen
2	Vähäinen
3	Erottuva
4	Suuri
5	Erittäin suuri

**Pintalian määrää** arvioitiin vertaamalla tutkimuskappaleen lähtötilannekuvaa viimeisen näytteenoton jälkeen otettuun valokuvaan. Arvioinnissa käytettiin INSTA:800–standardin (19, s.16) mukaista arviointimenetelmää, jossa pintalian määrää tutkittavalla alueella arvioidaan asteikolla 0 %, 25 %, 50 %, 75 % ja yli 75 %.

**Lian muotoa** arvioitiin asteikolla symmetrinen ja epäsymmetrinen. Lian symmetrisyydellä havainnointiin sitä, kuinka tutkimuskappaleen syyt vaikuttavat lian leviämiseen sen pinnalla.

### 3.5.4 Värimittaukset

Toisen tutkimusvaiheen tutkimuskappaleille suoritettiin silmämääräisen arvioinnin lisäksi mittaukset kannettavalla spektrofotometrillä (Liite 4). Laite kalibroitiin ennen jokaista mittaustajaksoa. Kalibroinneilla varmistettiin eri aikoina tehtyjen mittausten yhtenevä tarkkuus.

Mittarissa käytettiin halkaisijaltaan 8 mm mitta-aluetta. Koska värimittarin aukon koko oli halkaisijaltaan vain 8 mm, mittaaja voi vaikuttaa saatuihin arvoihin riippuen, mistä kohtaa tutkimuskappaletta mittausta on tehty. Isompi aukko olisi antanut tarkemman tuloksen. Siksi saadut arvot ovat vain suuntaa antavia. Lisäksi mittausten lukumäärä oli pieni.

Tutkimuskappaleista otettiin pinnan värimittaukset sekä puhtaalta että liatulta alueelta. Mittauksilla haluttiin varmistaa silmämääräisten arviointien yhtenevyys mitattuihin tuloksiin.

Värimittauksessa käytettiin  $L^* a^* b^*$  -metodia, joka on yksi yleisimmistä värimittausmenetelmistä. Tässä metodissa  $L^*$  osoittaa vaaleutta tai tummuutta ja  $a^*$  sekä  $b^*$  ovat värikkyysoordinaatteja. Niissä  $+a^*$  -suunta on punainen,  $-a^*$  -suunta on vihreä,  $+b^*$  -suunta on keltainen ja  $-b^*$  -suunta on sininen eli ne kertovat sävyn muutoksesta. Keskus on akromaattinen (koostuu pelkästään harmaista sävyistä, väritön). Kun  $a^*$  ja  $b^*$  -arvot kasvavat ja siirtyvät pois keskustasta, tällöin värin kirkkaus kasvaa. Työstetyn puupinnan värimaailmassa ollaan lähes aina punaisuuden ja keltaisuuden alueella. (+ alue).

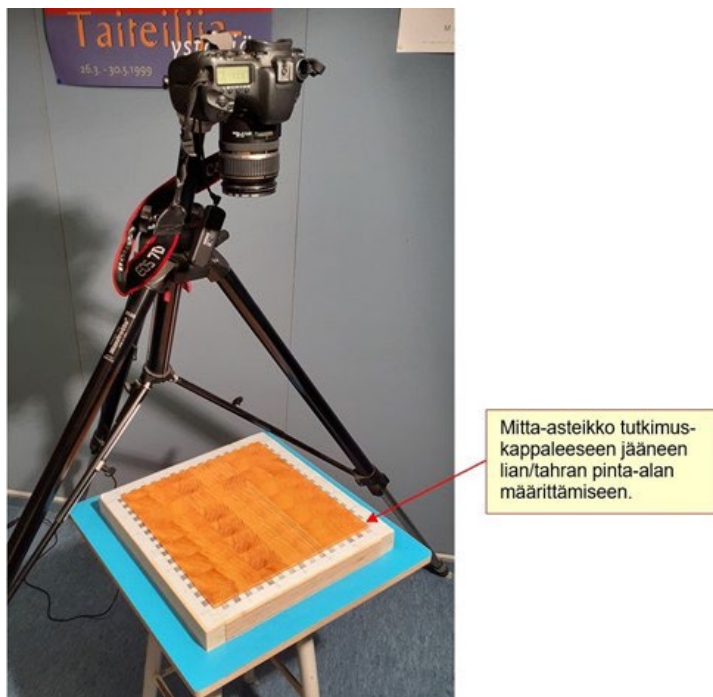
Tärkein likaantumista ja kappaleen vaaleutta tai tummuutta kuvaava indikaattori on  $L^*$ -arvo. Mitä suurempi mittauksen  $L^*$ -arvo on, sen vaaleampi pinta on, ja kääntäen, pieni arvo indikoi tummaa pintaa: 0 = musta ja 100 = valkoinen. Tässä tutkimuksessa ei siis tutkittu värisävyjen muutosta ( $\Delta E$ ) vaan harmaasävyisen rasvan aiheuttamaa muutosta vaaleasta tummaan.

### 3.5.5 Pintojen valokuvaaminen

Tutkimuskappaleiden kuvausjärjestelyt ja -syklit olivat samanlaiset sekä ensimmäisen että toisen vaiheen testeissä. Tutkimuskappaleet kuvattiin ennen sekä jälkeen likaamis-, puhdistus- ja näytteidenottovaiheita (kuva 12). Ennen likaamista otetut kuvat otettiin toisen ylläpitosiivouksen ja viikoittaisen likaamisen välissä. Likaamisen jälkeiset kuvaukset tehtiin samana päivänä, jolloin likaaminen suoritettiin. Kuvauksia oli siis kolmena päivänä viikossa.

Tutkimuskappaleiden kuvat nimettiin siten, että ennen likaamista otetut kuvat sisälsivät A-merkinnän ja likaamisen jälkeiset kuvat B-merkinnän.

Kuvat otettiin vakioituissa olosuhteissa digijärjestelmäkameralla (Liite 4). Kuvauksissa käytettiin apuna tehokasta 1 000 W valonheitintä (Liite 4), jonka toivottiin parantavan kuvien laatua. Kuvaukset suoritettiin eri tilassa, missä tutkimuskappaleet sijaitsivat. Nuoli kuvassa 13 osoittaa kuvaustelineen ulkoreunalle sijoittuvaa mitta-asteikkoa, jonka avulla määritettiin likaantuneen alueen pinta-ala suhteessa tutkimuskappaleen koko ala.



**Kuva 13.** Kuvausjärjestelyt vakioitiin. Kuvassa kuvausteline ja kamera jalustoineen (Kuva: Kai Möller).

Kameran ja kuvausjalustan paikka oli vakioitu merkinnöin, eikä kameraa siirrelty koejakson aikana, joten kamera- ja kuvaustelineen sijainnit olivat toisiinsa nähden vakiot. Koska kamera oli alaspäin, sen objektiivissa oleva herkkä zoomausrengas siirtyi helposti pois paikoiltaan pienestäkin tärinästä. Tästä johtuen liitteiden kuvissa saattaa olla zoomauksen osalta pientä heittoa.



### 3.6 Tutkimuksen vaiheistuksen toteutus ja kertaisuudet

Tutkimuskappaleiden likaaminen ja puhdistaminen suoritettiin ensimmäisen vaiheen 13.9.–5.10.2021 välisenä aikana yhteensä neljä kertaa. Tutkimuskappaleiden likaamisessa käytettiin tutkimussuunnitelman mukaisesti rasva- ja mustikkalikaa. Kullakin näytteenottokerralla jokaisesta tutkimuskappaleesta nro 1–14 otettiin neljä näytettä ja neljä rinnakkaisnäytettä.

Tutkimusjakson aikana parkettipintojen (näytteet nro 15 ja 16) näytteenotto suoritettiin muista tutkimuskappaleista poiketen rasva- ja mustikkalian mikrobien määrän osalta kaksi kertaa ja mustikkalian orgaanisen lian määrän mittaukset yhden kerran. Tällöin edellä mainittujen tutkimuskappaleiden näytteiden kokonaismäärä on yhteensä neljä rasvalian mikrobien ja orgaanisen lian määrän sekä mustikkalian orgaanisen lian osalta ja kaksi kappaletta mustikkalain orgaanisen lian osalta.

Toisen vaiheen aikana taso- ja kaide-tutkimuskappaleiden likaaminen ja puhdistaminen suoritettiin 5.11. – 31.12.2021 välisenä aikana yhteensä yhdeksän kertaa. Viikoittainen jakso sisälsi ylläpitopuhdistukset maanantaina ja keskiviikkona, valokuvaukset keskiviikkona, torstaina ja perjantaina sekä likaamiset ja puhdistamiset torstaisin ja perjantaisin.

Torstaisin likaamiset tehtiin kaiteille ja perjantaisin tasoille. Normaalisti syklistä poikettiin yhden viikon aikana, jolloin järjestystä vaihdettiin. Myös joulukuun vaikutti yhden viikon sykliin, koska jouluaatto oli perjantaina. Tällöin sekä kaiteiden että tasojen käsittelyt tehtiin jouluaattoon edeltävänä päivänä.

## 4 TUTKIMUKSEN TULOKSET

### 4.1 Tutkimusvaihe 1

#### 4.1.1 Tutkimuskappaleiden pintahygienia ennen rasvalialla likaamista

Tutkimuskappaleiden hygieeninen puhtaus mitattiin ennen niiden likaamista rasvalialla. Orgaanisen lian määrä mitattiin luminometrisin ATP-mittauksin ja mikrobien määrä Hygicult-mittauksin (Taulukko 4), kts. Liite 4. Pintahygieniamittauksilla varmistettiin, että pinnat olivat puhtaat ennen varsinaisten tutkimusmittausten käynnistämistä.

**Taulukko 4.** Tutkimuskappaleiden pintahygieniamittausten tulokset ennen pintojen likaamista rasvalialla.

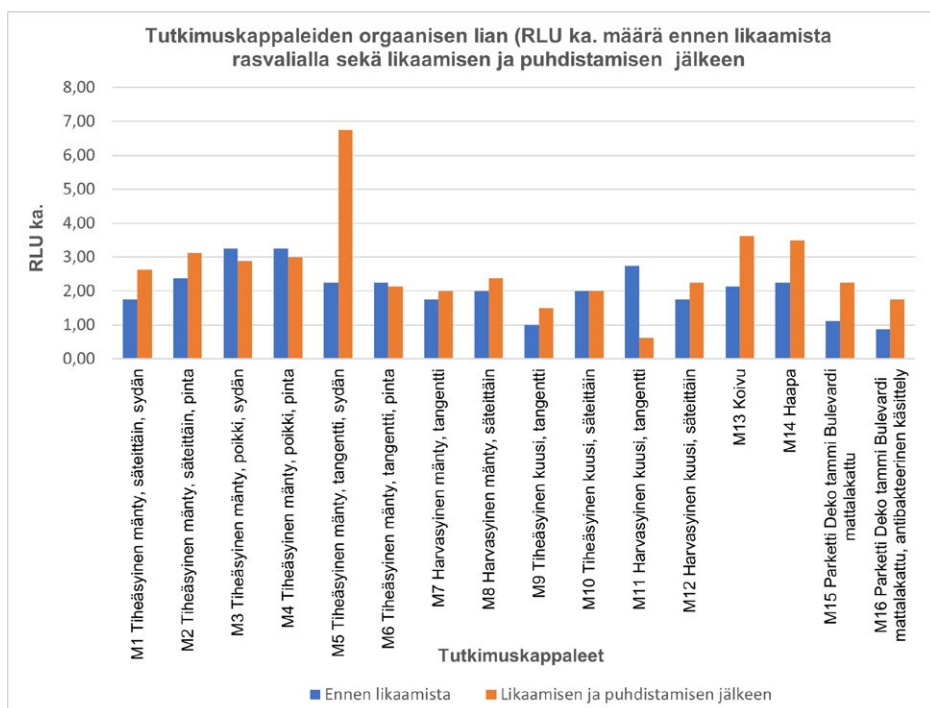
Tutkimuskappale	Tutkittava materiaali	RLU ka.	Hygicult ka.
M1	Tiheäsyinen mänty, säteittäin, sydän	1,75	0,63
M2	Tiheäsyinen mänty, säteittäin, pinta	2,38	0,50
M3	Tiheäsyinen mänty, poikki, sydän	3,25	1,25
M4	Tiheäsyinen mänty, poikki, pinta	3,25	1,13
M5	Tiheäsyinen mänty, tangentti, sydän	2,25	1,13
M6	Tiheäsyinen mänty, tangentti, pinta	2,25	0,88
M7	Harvasyinen mänty, tangentti	1,75	0,88
M8	Harvasyinen mänty, säteittäin	2,00	0,75
M9	Tiheäsyinen kuusi, tangentti	1,00	0,63
M10	Tiheäsyinen kuusi, säteittäin	2,00	1,00
M11	Harvasyinen kuusi, tangentti	2,75	0,75
M12	Harvasyinen kuusi, säteittäin	1,75	0,75
M13	Koivu	2,13	0,88
M14	Haapa	2,25	0,50
M15	Parketti Deko tammi Bulevardi mattalakattu	1,13	0,50
M16	Parketti Deko tammi Bulevardi mattalakattu, antibakteerinen käsittely	0,88	0,00

Luminometristen mittausten mukaan tutkimuskappaleiden orgaanisen lian määrässä ei ollut suuria eroja ja pinnat olivat puhtaat ennen niiden likaamista rasvalialla. Neljän mittauksen RLU:n keskiarvo oli matalin (ka. 0,88) tutkimuskappaleessa M16 (parketti Deko tammi Bulevardi, mattalakattu, antibakteerinen käsittely). Korkeimmat RLU-arvot (ka. 3,25) mitattiin tutkimuskappaleista M3 (tiheäsyinen mänty, poikkisyin, sydän) ja M4 (tiheäsyinen mänty, poikkisyin, pinta). Matalimman ja korkeimman mittaustuloksen erot muiden tutkimuskappaleiden tuloksiin verrattuna olivat kuitenkin hyvin pienet, eikä eroja voida pitää merkittävänä. Tutkimuskappaleista M15 ja M16 otettiin tutkimusjaksolla muista tutkimuskappaleista poiketen yhteensä vain kaksi mittausta.

Mittaustulosten mukaan tutkimuskappaleiden mikrobien määrässä ei ollut suuria eroja ja pinnat olivat puhtaat ennen niiden likaamista rasvalialla. Mikrobien määrän keskiarvo oli matalin (ka. 0,0 kpl) tutkimuskappaleessa nro M16 (parketti Deko tammi Bulevardi, mattalakattu, antibakteerinen käsittely). Mikrobien määrän keskiarvo oli  $\leq 1,0$  kpl yhteensä 13 tutkimuskappaleessa, eikä eroja tutkimuskappaleiden välillä voida pitää merkittävänä. Tutkimuskappaleista M15 ja M16 otettiin tutkimusjaksolla muista tutkimuskappaleista poiketen yhteensä vain kaksi mittausta.

#### 4.1.2 Tutkimuskappaleiden pintahygienia rasvalialla likaamisen jälkeen

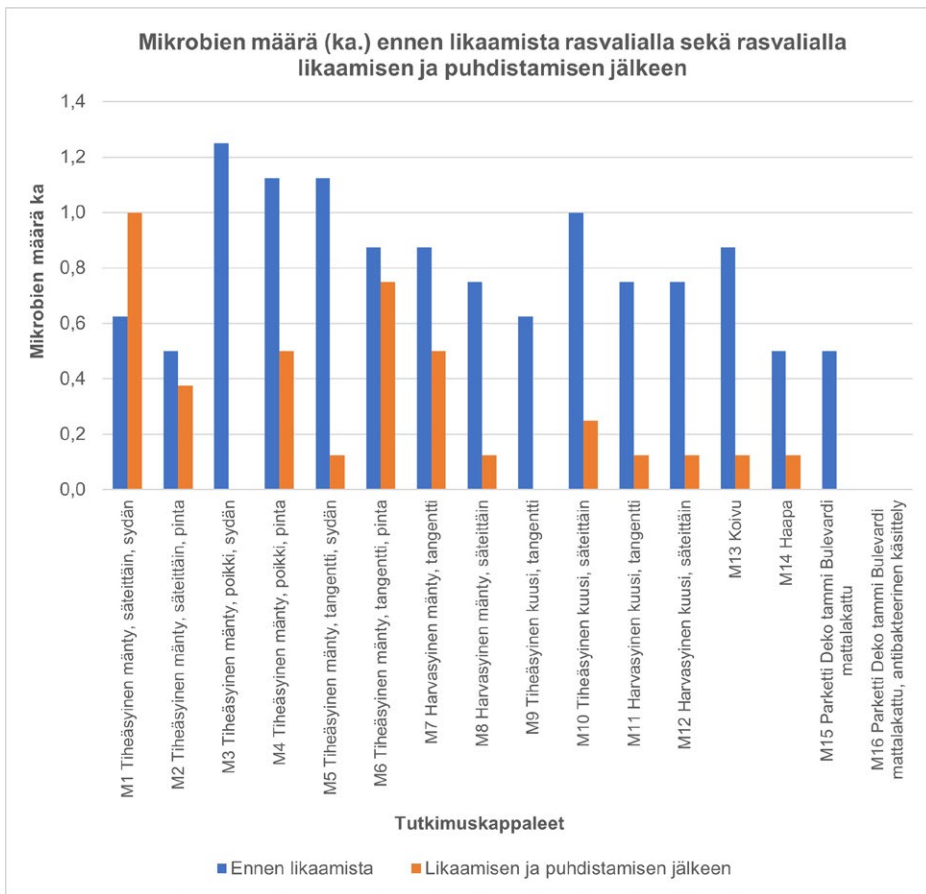
Tutkimuskappaleiden orgaanisen lian määrä luminometristen mittausten tulosten perusteella (ka RLU) koko tutkimusjaksolta ennen tutkimuskappaleiden likaamista rasvalialla sekä rasvalialla likaamisen ja puhdistamisen jälkeen on esitetty kuvassa 14.



**Kuva 14.** Orgaanisen lian määrä (ka. RLU) tutkimuskappaleissa rasvalian osalta ennen likaamista sekä likaamisen ja puhdistamisen jälkeen.

Tutkimuskappaleiden orgaanisen lian määrä pysyi luminometrysten mittausten mukaan lähes samalla tasolla ennen rasvalialla likaamista ja likaamisen jälkeen. Tutkimuskappaleen M5 (tiheäsyinen mänty, tangentti, sydän) orgaanisen lian määrä oli suurin rasvalialla likaamisen jälkeen (RLU ka. 6,75), mutta ero muiden tutkimuskappaleiden tuloksiin ei ole merkittävä.

Tutkimuskappaleiden mikrobien määrän keskiarvot koko tutkimusjaksolta ennen tutkimuskappaleiden likaamista rasvalialla sekä rasvalialla likaamisen ja puhdistamisen jälkeen on esitetty kuvassa 15.



**Kuva 15.** Mikrobien määrä (ka.) tutkimuskappaleissa rasvalialla ennen likaamista sekä likaamisen ja puhdistamisen jälkeen.

Tutkimuskappaleiden mikrobien määrät olivat pienemmät rasvalialla likaamisen jälkeen tehdyissä mittauksissa. Mikrobien määrät olivat kuitenkin matalat molemmissa vaiheissa, eivätkä mittaustulosten erot ole merkittävät.

Tutkimuskappaleiden M3 (tiheäsyinen mänty, poikkisyy, sydän), M9 (tiheäsyinen kuusi, tangentti), M15 (parketti Deko, tammi Bulevardi) ja M16 (parketti Deko, tammi Bulevardi, antibakteerinen käsittely) mikrobien määrän keskiarvo oli likaamisen jälkeen tehdyissä mittauksissa kaikkien tutkimuskappaleiden osalta 0,0 kpl. Tutkimuskappaleen M16 mikrobien määrän keskiarvo oli 0,0 kpl myös ennen likaamista tehdyssä lähtötasomittauksessa.

### 4.1.3 Tutkimuskappaleiden pintahygienia ennen likaamista mustikkalialla

Tutkimuskappaleiden hygieeninen puhtaus mitattiin ennen niiden likaamista mustikkalialla samalla tavalla kuin rasvalialla käsitellyt tutkimuskappaleet. Orgaanisen lian määrä mitattiin luminometrisin ATP-mittauksin ja mikrobien määrä Hygicult-mittauksin (Taulukko 5), kts. Liite 4. Pintahygieniamittauksilla varmistettiin, että pinnat olivat puhtaat ennen varsinaisten tutkimusmittausten käynnistämistä.

**Taulukko 5.** Tutkimuskappaleiden lähtötasomittaukset ennen pintojen likaamista mustikkalialla.

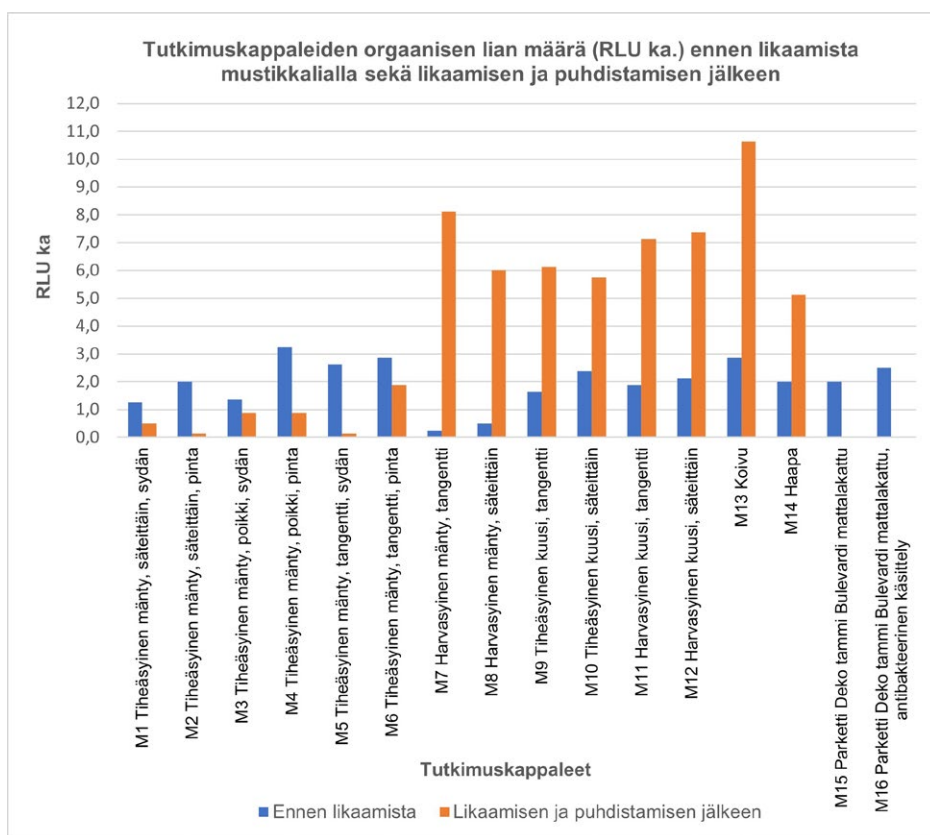
Tutkimuskappale	Tutkittava materiaali	RLU ka.	Hygicult ka.
M1	Tiheäsyinen mänty, säteittäin, sydän	1,75	0,75
M2	Tiheäsyinen mänty, säteittäin, pinta	1,75	0,00
M3	Tiheäsyinen mänty, poikki, sydän	1,25	1,50
M4	Tiheäsyinen mänty, poikki, pinta	2,75	0,25
M5	Tiheäsyinen mänty, tangentti, sydän	1,25	1,25
M6	Tiheäsyinen mänty, tangentti, pinta	1,00	0,50
M7	Harvasyinen mänty, tangentti	0,00	0,75
M8	Harvasyinen mänty, säteittäin	0,00	1,00
M9	Tiheäsyinen kuusi, tangentti	0,00	1,00
M10	Tiheäsyinen kuusi, säteittäin	0,00	0,00
M11	Harvasyinen kuusi, tangentti	0,00	0,50
M12	Harvasyinen kuusi, säteittäin	0,00	0,50
M13	Koivu	0,00	0,00
M14	Haapa	0,00	0,00
M15	Parketti Deko tammi Bulevardi mattalakattu	0,00	0,00
M16	Parketti Deko tammi Bulevardi mattalakattu, antibakteerinen käsittely	0,00	0,00

Luminometristen mittausten mukaan tutkimuskappaleiden orgaanisen lian määrässä ei ollut suuria eroja ja pinnat olivat puhtaat ennen niiden likaamista mustikkalialla. Neljän mittauksen RLU:n keskiarvo oli 0,0 kpl tutkimuskappaleissa nro M7–M16. Myös muissa tutkimuskappaleissa nro M1–M6 RLU orgaanisen lian määrät olivat matalat, eikä mitaustulosten eroja voida pitää merkittävinä. Tutkimuskappaleista M15 ja M16 otettiin tutkimusjaksolla muista tutkimuskappaleista poiketen yhteensä vain kaksi näytettä.

Mittaustulosten mukaan tutkimuskappaleiden mikrobien määrässä ei myöskään ollut suuria eroja, ja pinnat olivat puhtaat ennen niiden likaamista mustikkalialla. Tutkimuskappaleissa M2, M10 ja M13–M16 mikrobien määrän keskiarvo oli 0,0 kpl. Myös muiden tutkimuskappaleiden mikrobien määrät olivat hyvin matalat, eivätkä erot eri tutkimuskappaleiden välillä olleet merkittäviä. Tutkimuskappaleista M15 ja M16 otettiin tutkimusjaksolla muista tutkimuskappaleista poiketen yhteensä vain kaksi näytettä.

#### 4.1.4 Tutkimuskappaleiden pintahygienia mustikkalialla likaamisen jälkeen

Tutkimuskappaleiden orgaanisen lian määrä luminometristen mittausten tulosten (ka. RLU) perusteella koko tutkimusjaksolta ennen tutkimuskappaleiden likaamista mustikkalialla sekä mustikkalialla likaamisen ja puhdistamisen jälkeen on esitetty kuvassa 16.

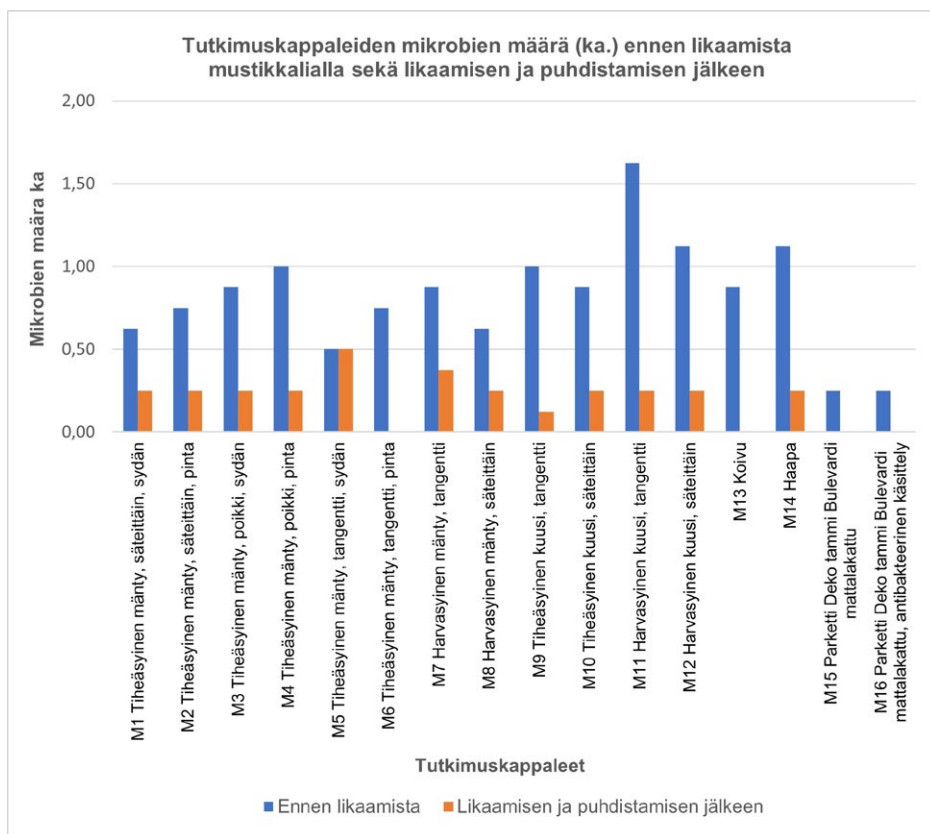


**Kuva 16.** Orgaanisen lian määrä (RLU ka.) tutkimuskappaleissa mustikkalian osalta ennen likaamista sekä likaamisen ja puhdistamisen jälkeen.

Orgaanisen lian määrä vaihteli mittausten tulosten perusteella merkittävästi ennen likaamista ja likaamisen jälkeen. Orgaanisen lian määrä oli kaikissa tutkimuskappaleissa matala ennen likaamista mustikkalialla mutta kohosi selvästi likaamisen jälkeen tutkimuskappaleissa M6–M14. Orgaanisen lian määrät likaamisen ja puhdistamisen jälkeen olivat korkeimmat tutkimuskappaleessa M7 (harvasyinen mänty, tangentti), jonka RLU:n keskiarvo oli 8,13 RLU, ja M13 (koivu), jonka RLU:n keskiarvo oli 10,63 RLU.

Orgaanisen lian määrän ero ennen likaamista ja likaamisen jälkeen oli puolestaan pieni tutkimuskappaleissa M1–M5 ja M15–M16. RLU:n keskiarvot olivat 0,0 RLU tutkimuskappaleissa M15 (parketti Deko, Bulevardi mattalakattu tammi) ja M16 (parketti Deko, Bulevardi, mattalakattu tammi, antibakteerinen käsittely). Tutkimuskappaleiden RLU:n keskiarvo oli matala (ka. 0,13 RLU) myös tutkimuskappaleissa M2 (tiheäsyinen mänty, säteittäin, pinta) ja M5 (tiheäsyinen mänty, tangentti, sydän).

Tutkimuskappaleiden mikrobien määrä koko tutkimusjaksolta ennen tutkimuskappaleiden likaamista mustikkalialla sekä mustikkalialla likaamisen ja puhdistamisen jälkeen on esitetty kuvassa 17.



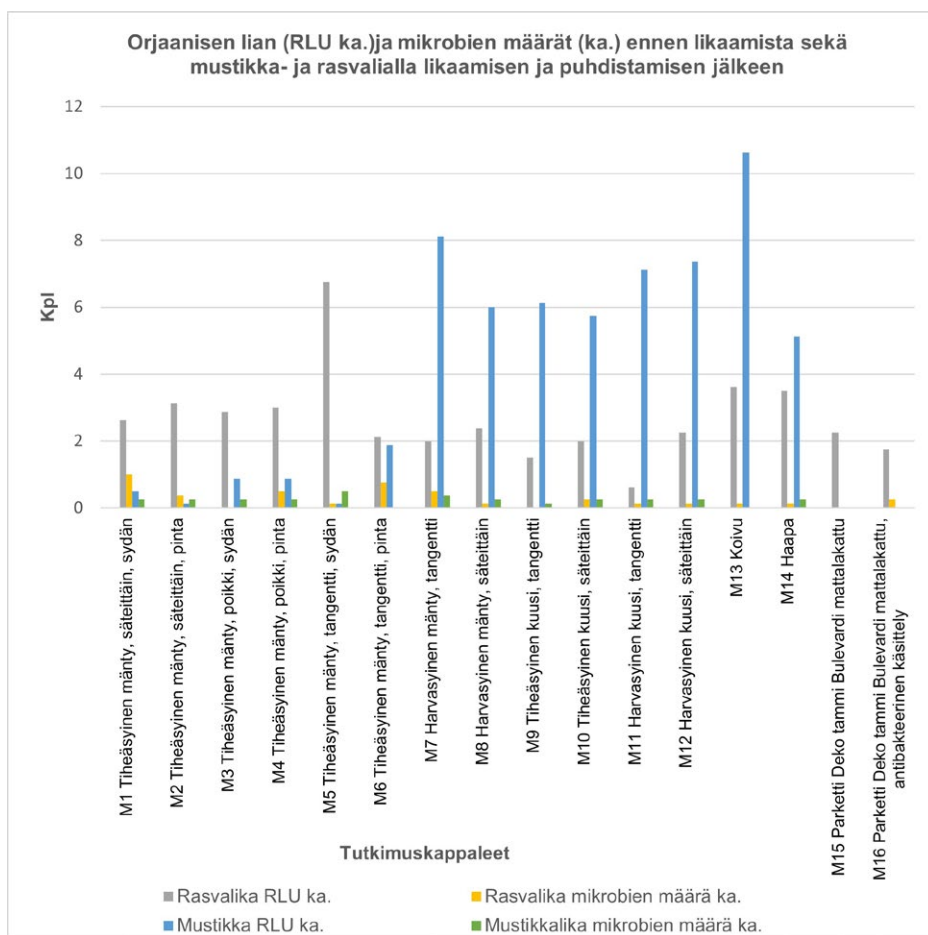
**Kuva 17.** Mikrobien määrä (ka.) tutkimuskappaleissa mustikkalian osalta ennen likaamista sekä likaamisen ja puhdistamisen jälkeen.



Mikrobien määrät ennen tutkimuskappaleiden likaamista mustikkalialla sekä niiden likaamisen ja puhdistamisen jälkeen olivat mittaustulosten mukaan matalat. Mikrobien määrien keskiarvo oli jonkin verran pienempi likaamisen ja puhdistamisen jälkeen tehdyissä mittauksissa kuin ennen likaamista tehdyissä lähtömittauksissa, mutta ero ei ole merkittävä. Myös erot eri tutkimuskappaleiden mikrobien määrien välillä olivat pienet. Likaamisen ja puhdistamisen jälkeen tehdyissä mittauksissa tutkimuskappaleiden M6, M15 ja M16 mikrobien määrien keskiarvot olivat 0,0 kpl.

#### 4.1.5 Pintahygieniamittausten tulosten yhteenveto

Tutkimusvaiheen yksi orgaanisen lian ja mikrobien määrän mittaustulokset pintojen likaamisen ja puhdistamisen jälkeen on esitetty kuvassa 18.



**Kuva 18.** Orgaanisen lian (ka. RLU) ja mikrobien määrät (ka.) ennen likaamista sekä rasva- ja mustikkalialla likaamisen ja puhdistamisen jälkeen.

## Rasvalialla liattujen ja puhdistettujen tutkimuskappaleiden pintahygienia

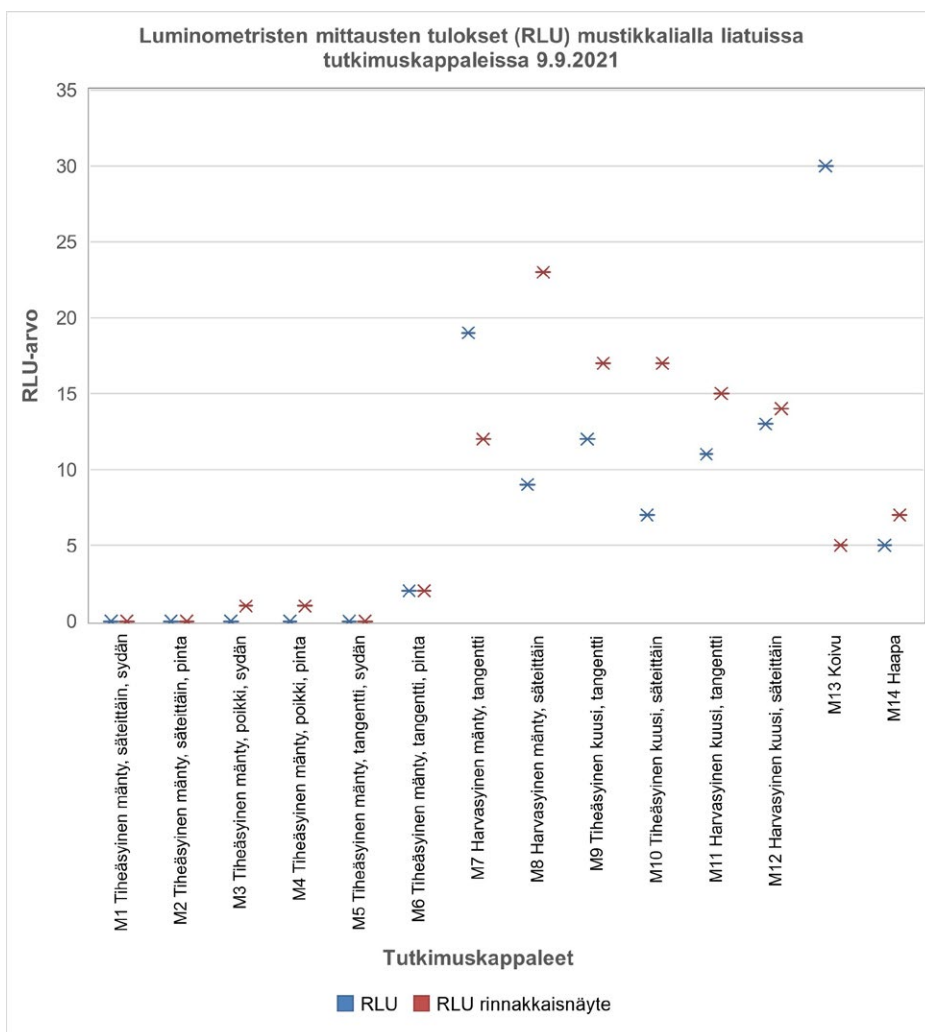
Rasvalialla liattujen ja puhdistettujen tutkimuskappaleiden mikrobien määrä oli näytteiden keskiarvolla mitattuna erittäin matala tutkimusjaksolla kaikissa tutkimuskappaleissa. Mittaustulosten mukaan kahdeksan näytteen keskiarvot vaihtelivat välillä 0,0–1,0 kpl. Korkein yksittäisessä mittauksessa saatu mikrobien määrä oli 3,0 kpl/näyte, joka saatiin tutkimuskappaleesta M1 (tiheäsyinen mänty, säteittäin, sydän) otetussa mittauksessa. Mikrobien määrän keskiarvo oli matalin (ka. 0,0 kpl) tutkimuskappaleessa M15 (parketti Deko tammi Bulevardi, mattalakattu) ja korkein (ka. 0,75 kpl) tutkimuskappaleessa nro M6 (tiheäsyinen mänty, tangenti).

Rasvalialla liattujen ja puhdistettujen tutkimuskappaleiden orgaanisen lian määrä oli näytteiden keskiarvolla mitattuna matala koko tutkimusjakson ajan kaikissa tutkimuskappaleissa. Luminometrinen mittausten tulosten mukaan kahdeksan näytteen keskiarvot vaihtelivat välillä 0,63–6,75 RLU. Korkein yksittäisessä mittauksessa saatu tulos oli 22 RLU, joka saatiin tutkimuskappaleesta M2 (tiheäsyinen mänty, säteittäin, pinta) otetussa mittauksessa. Muut orgaanisen lian mittaustulokset yksittäisissä mittauksissa vaihtelivat välillä 0,0–13,0 RLU. Orgaanisen lian määrän keskiarvo oli matalin (1,75 RLU) tutkimuskappaleessa M16 (parketti Deco tammi Bulevardi, mattalakattu, antibakteerinen käsittely) ja korkein (6,75 RLU) tutkimuskappaleessa M5 (tiheäsyinen mänty, tangenti, sydän).

## Mustikkalialla liattujen ja puhdistettujen tutkimuskappaleiden pintahygienia

Mustikkalialla liattujen ja puhdistettujen tutkimuskappaleiden mikrobien määrä oli näytteiden keskiarvolla mitattuna erittäin matala kaikkien tutkimuskappaleiden osalta. Mittaustulosten mukaan kahdeksan näytteen keskiarvot vaihtelivat välillä 0,0–0,5 kpl. Korkein yksittäinen mikrobien määrä oli 2,0 kpl/näyte, joka saatiin tutkimuskappaleesta M5 (tiheäsyinen mänty, tangenti, sydän) otetussa mittauksessa. Muut mittaustulokset vaihtelivat välillä 0,0–1,0 kpl/näyte.

Mustikkalialla liattujen ja puhdistettujen tutkimuskappaleiden orgaanisen lian määrä vaihteli luminometrinen mittausten keskiarvolla mitattuna muista tuloksista poiketen eri tutkimuskappaleiden välillä. Mittaustulosten korkeisiin keskiarvoihin vaikuttavat erityisesti 9.9.2021 tehdyissä mittauksissa saadut, poikkeuksellisen korkeat RLU-arvot tutkimuskappaleissa M7–M14. Mittaustulokset on esitetty kuvassa 19.



**Kuva 19.** Luminometrysten mittausten tulokset (RLU) mustikkalialla liatuissa tutkimuskappaleissa 9.9.2021.

Mittaustulosten mukaan tutkimuskappaleiden M7–M14 RLU-arvot poikkesivat selvästi muiden mittauskertojen kertojen tuloksista ja nostivat myös merkittävästi RLU-arvojen keskiarvoja koko tutkimusjaksolla. Kuvaan 19 on merkitty sinisellä tähdellä tutkimusnäytteiden ja punaisella tähdellä rinnakkaisnäytteiden tulokset. Korkein RLU-arvo (RLU 30) saatiin tutkimuskappaleesta M13 (koivu), jonka orgaanisen lian määrä ylitti myös laitetoimittajan määrittämän, terveydenhuollon kohteissa käytetyn raja-arvon (RLU 25) hyväksytylle puhtaustasolle (13, s. 7). Muut RLU-arvot vaihtelivat kyseisellä mittauskerralla välillä 5–23 RLU ja näin alittavat edellä mainitun raja-arvon hyväksytylle pintojen puhtaudelle. Muilla mittauskerroilla RLU-arvot olivat matalat vaihdellen välillä 0–7 RLU.

Tutkimuskappaleiden M7–M14 orgaanisen lian määrät olivat luminometrysten mittausten perusteella matalat ennen pintojen likaamista. RLU-arvojen keskiarvo oli 1,5 RLU ja mittaustulokset vaihtelivat 0–5 RLU välillä. Näin ollen tutkimuskappaleiden M7 – M14 pinnat ovat olleet puhtaat ennen niiden likaamista mustikkalialla, eivätkä likajäämät selitä pintojen likaamisen ja puhdistamisen jälkeen saatuja korkeita mittaustuloksia.

Todennäköistä on, että kappaleiden M7–M14 näytteenotossa on tapahtunut poikkeama, joka vaikuttaa saatuihin mittaustuloksiin. Poikkeama on voinut tapahtua liattujen pintojen puhdistamisessa, puhdistamisessa käytettyjen siivouspyyhkeiden käsittelyssä tai itse mittaustapahtumassa.

#### 4.1.6 Tutkimuskappaleiden puhtauden silmämääräinen arviointi

Tutkimuskappaleiden silmämääräisessä puhtauden arvioinnissa tarkasteltiin materiaalien pintojen tummuuden muutoksia, pintalian määrää sekä tahran symmetrisyyttä sivulla 29 kuvatuilla arviointiasteikoilla. Silmämääräisen arvioinnin tulokset tutkimusvaiheessa yksi mustikka- ja rasvalialla likaamisen jälkeen on kuvattu taulukossa 6.

**Taulukko 6.** Tutkimuskappaleiden silmämääräisen arvioinnin tulokset.

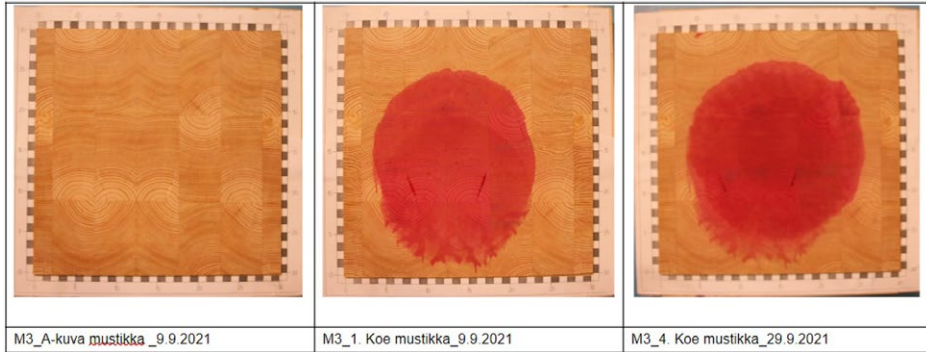
Tutkimuskappale	Tutkittava materiaali	Mustikkalika			Rasvalika		
		Värimuutos	Pintalika (%)	Tahramuoto	Värimuutos	Pintalika (%)	Tahramuoto
M1	Tiheäsyinen mänty, säteittäin, sydän	4	> 75	Symmetrinen	0	0	Ei arvioitavissa
M2	Tiheäsyinen mänty, säteittäin, pinta	4	> 75	Symmetrinen	0	0	Ei arvioitavissa
M3	Tiheäsyinen mänty, poikki, sydän	5	> 75	Epäsymmetrinen	2	25	Symmetrinen
M4	Tiheäsyinen mänty, poikki, pinta	5	50	Symmetrinen	2	25	Symmetrinen
M5	Tiheäsyinen mänty, tangentti, sydän	4	> 75	Symmetrinen	0	0	Ei arvioitavissa
M6	Tiheäsyinen mänty, tangentti, pinta	4	> 75	Symmetrinen	0	0	Ei arvioitavissa
M7	Harvasyinen mänty, tangentti	4	> 75	Epäsymmetrinen	1	10	Symmetrinen
M8	Harvasyinen mänty, säteittäin	4	50	Epäsymmetrinen	1	10	Epäsymmetrinen
M9	Tiheäsyinen kuusi, tangentti	3	> 75	Symmetrinen	0	0	Ei arvioitavissa
M10	Tiheäsyinen kuusi, säteittäin	3	> 75	Epäsymmetrinen	0	0	Ei arvioitavissa
M11	Harvasyinen kuusi, tangentti	4	> 75	Epäsymmetrinen	0	0	Ei arvioitavissa
M12	Harvasyinen kuusi, säteittäin	3	50	Epäsymmetrinen	0	0	Ei arvioitavissa
M13	Koivu	3	75	Epäsymmetrinen	1	10	Epäsymmetrinen
M14	Haapa	4	50	Epäsymmetrinen	1	10	Epäsymmetrinen
M15	Parketti Deko tammi Bulevardi, mattalakattu	0	0	Ei arvioitavissa	0	0	Ei arvioitavissa

## Mustikkalian aiheuttamat värimuutokset tutkimuskappaleissa

Silmämääräisen arvioinnin mukaan mustikkalian aiheuttamat värin tummuuden muutokset olivat selvästi havaittavia kaikissa tutkimuskappaleissa lukuun ottamatta näytettä M15 (parketti Deko tammi, Bulevardi, mattalakattu), jossa ei havaittu lainkaan värimuutosta. Värimuutos oli erittäin suuri (5) näytteissä nro M3 ja M4 sekä suuri (4) näytteissä M1, M2, M5–M8, M11 ja M14. Värimuutos oli erottuva (3) näytteissä M9, M10, M12 ja M13.

Mustikkalika oli arvioinnin mukaan levinnyt kaikissa tutkimuskappaleissa. Lika oli levinnyt symmetrisesti tutkimuskappaleissa M1, M2, M4–M6 ja M9 ja epäsymmetrisesti puun syiden mukaisesti tutkimuskappaleissa M3, M7, M8 ja M10–M14. Mustikkalika oli myös levinnyt tutkimuskappaleiden pinnalla suurelle alueelle, sillä kaikkien tutkimuskappaleiden näytepinnasta oli likaantunut vähintään 50 prosenttia lukuun ottamatta tutkimuskappale M15. Tutkimuskappaleissa M1–M3 ja M5–M7 pintalian määräksi arvioitiin yli 75 prosenttia kappaleen pinta-alasta.

Kuvassa 20 on esitetty tutkimuskappaleen M3 (tiheäsyinen mänty, poikki, sydän) tutkimuskappaleessa tapahtuneet värin tummuuden muutokset tutkimusjaksolla verrattuna lähtötilanteeseen (A-kuva mustikka 9.9.2021).



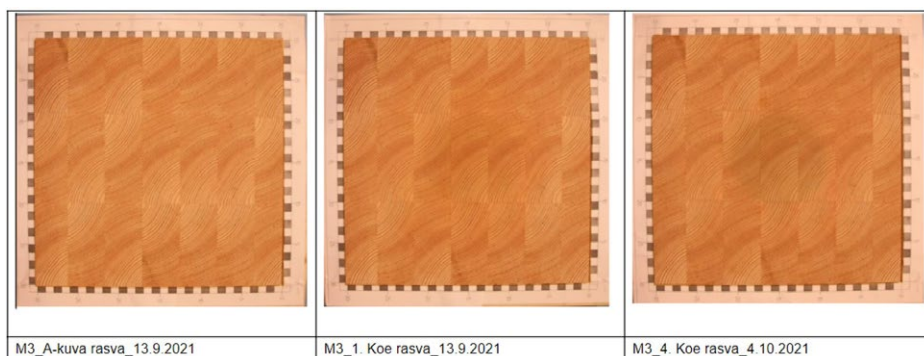
**Kuva 20.** Tutkimuskappaleen M3 (tiheäsyinen mänty, poikki, sydän) värimuutos mustikkalialla käsittelyn jälkeen.

## Rasvalian aiheuttamat värimuutokset tutkimuskappaleissa

Rasvalian värimuutokset olivat silmämääräisen arvioinnin mukaan vähäisiä. Värimuutosta ei havaittu lainkaan tutkimuskappaleissa M1, M2, M5, M6 ja M9 – M12. Värimuutos oli erittäin vähäinen tutkimuskappaleissa M7, M8, M13 ja M14 ja vähäinen tutkimuskappaleissa M3 sekä M4. Rasvalika oli arvion mukaan levinnyt tutkimuskappaleissa vähän tai ei lainkaan. Vain tutkimuskappaleissa M3 ja M4 pintalian määräksi arvioitiin 25 prosenttia.

Muissa tutkimuskappaleissa pintalian määrä oli 0–10 prosenttia. Rasvalian muoto oli symmetrinen tutkimuskappaleissa M3, M4 ja M7 ja epäsymmetrinen, puun syitä mukaileva kappaleissa M8, M13 ja M14. Muissa tutkimuskappaleissa ei havaittu muutoksia lainkaan.

Kuvassa 21 on esitetty tutkimuskappaleessa nro 3 (tiheäsyinen mänty, poikki, sydän) tapahtuneet värimuutokset rasvalialla käsittelyn jälkeen verrattuna lähtötilanteeseen (A-kuva rasva 13.9.2021).



**Kuva 21.** Tutkimuskappaleen M3 (tiheäsyinen mänty, poikki, sydän) värimuutos rasvalialla käsittelyn jälkeen.

Mustikkalian ja rasvalian värimuutosten väliltä eri tutkimuskappaleissa ei löydy selkeää riippuvuutta. Tutkimuskappaleiden M3 ja M4 värimuutokset olivat suurimmat (tutkimuskappale 5) mustikkalian ja rasvalian (tutkimuskappale 2) osalta. Myös tutkimuskappaleiden M7, M8 ja M14 värimuutokset ovat samankaltaiset. Toisaalta vastaava yhteys puuttuu esimerkiksi tutkimuskappaleiden M5, M6 ja M11 osalta kokonaan.

## 4.2 Tutkimusvaihe 2

Pintakäsittelmättömän puupinnan puhdistettavuustestien toisen vaiheen tavoitteena oli syventää testausta ensimmäisen vaiheen tulosten pohjalta sekä laajentaa testausta tasokappaleiden lisäksi käsijohderakennetta simuloivina kaidekappaleina.

Erityisesti sairaaloissa sekä hoiva- ja kuntoutustiloissa käytetään runsaasti erilaisia kaide- ja käsijohderakenteita. Tyypillisesti johteiden materiaalina käytetään pintakäsiteltyä puuta, pinnoitettua metallia tai ruostumatonta terästä (kosteat tilat).

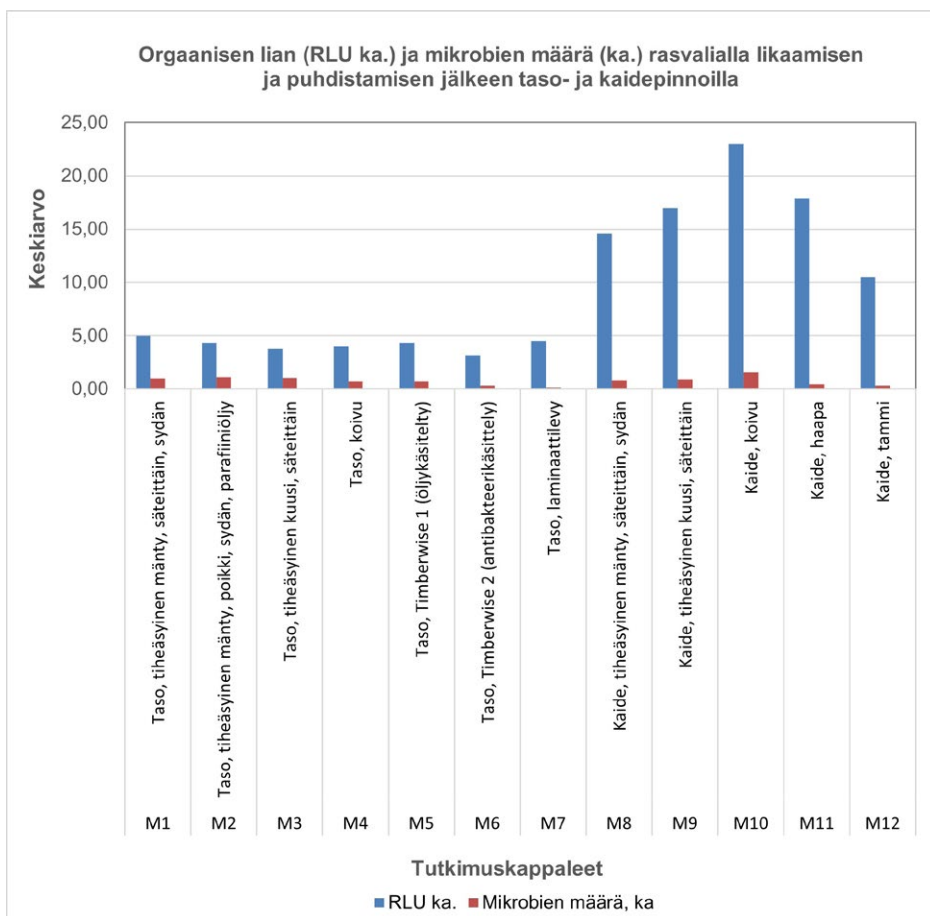
Alustavien tutkimusten perusteella on viitteitä, että virusten tartuttavuus vähenee puupinnoilla nopeammin kuin esimerkiksi muovilla, mikä houkuttelee soveltamaan pintakäsittelmättömiä puupintoja kaide- ja käsijohteiden materiaalina (14).

Käsijohde-/kaidetestien tärkeimpänä tavoitteena oli tutkia kosketuksen seurauksena muodostuvan lian kertymistä pintakäsittelmättömälle puupinnalle sekä kertyneen lian puhdistettavuutta yleisesti käytössä olevilla puhdistusmenetelmillä.

Lisäksi toisen tutkimusvaiheen tavoitteena oli kehittää testausmenetelmiä toimivammiksi, helpommiksi ja standardimaisemmiksi ensimmäisen vaiheen kokemusten perusteella.

#### 4.2.1 Pintahygieniamittausten tulokset

Toisella tutkimusjaksolla tehtyjen luminometrysten mittausten ja mikrobien määrän mittausten tulokset taso- ja kaidepintojen likaamisen ja puhdistamisen jälkeen rasvalialla on esitetty kuvassa 22.



**Kuva 22.** Orgaanisen lian (RLU ka.) ja mikrobien määrä (ka.) kaide- ja tasokappaleissa rasvalialla likaamisen ja puhdistamisen jälkeen.



Orgaanisen lian määrä oli rasvalialla liatuissa ja puhdistetuissa tasopintaisissa tutkimuskappaleissa M1–M7 ATP-näytteiden keskiarvolla mitattuna melko matala (ka  $\leq 5$  RLU). Todettakoon, että toisen tutkimusvaiheen mittaustulosten mukaan orgaanisen lian määrä tasopinnoilla on hieman korkeampi kuin ensimmäisessä tutkimusvaiheessa, jolloin luminometristen mittausten keskiarvot vaihtelivat välillä 0,63–6,75 RLU. Kaidekappaleiden M8–M12 orgaanisen lian määrä oli puolestaan huomattavasti suurempi kuin tasopinnoilla. Kaidepintojen RLU on matalin (ka. RLU 14,6) tutkimuskappaleessa M8 (kaide, tiheäsyinen mänty, säteittäin, sydän) ja korkein (ka. RLU 23,00) tutkimuskappaleessa M10 (kaide, koivu). Kaidekappaleiden kaikkien näytteiden RLU-arvot vaihtelivat välillä 0–83 RLU vaihteluvälin ollessa suuri kaikissa kaidekappaleissa.

Mikrobien määrä oli matala kaikissa rasvalialla liatuissa ja puhdistetuissa tutkimuskappaleissa. Mittaustulosten mukaan kahdeksan näytteen keskiarvot vaihtelivat välillä 0,17–1,56 kpl. Mikrobien määrän keskiarvo oli tasopinnoista matalin (ka. 0,17 kpl) tutkimuskappaleessa M7 (taso, laminaatti) ja kaidekappaleista (ka. 0,33 kpl) tutkimuskappaleessa M12 (kaide, tammi). Tasopinnoista korkein mikrobimäärä oli tutkimuskappaleessa M2 (taso, tiheäsyinen mänty, poikki, sydän, parafiiniöljy) ja kaidekappaleessa (ka. 1,56 kpl) tutkimuskappaleessa nro M10 (kaide, koivu). Korkein yksittäisessä mittauksessa saatu mikrobien määrä oli 16,0 kpl/näyte, joka saatiin tutkimuskappaleesta M10 (kaide, koivu) otetussa mittauksessa muiden mittaustulosten vaihdellessa koko tutkimusjaksolla 0,0–4,0 kpl/näyte.

#### 4.2.2 Tutkimuskappaleiden puhtauden silmämääräinen arviointi

Tutkimuskappaleiden silmämääräisessä puhtauden arvioinnissa tarkasteltiin materiaalien pintojen tummuuden muutoksia, pintalian määrää sekä tahran symmetrisyyttä sivulla 29 kuvatuilla arviointiasteikoilla. Silmämääräisen arvioinnin tulokset tutkimusvaiheessa kaksi rasvalialla likaamisen jälkeen on kuvattu taulukossa 7.

**Taulukko 7.** Rasvalialla liattujen tutkimuskappaleiden silmämääräinen arviointi tutkimusvaiheessa 2.

Tutkimus-kappale	Tutkittava materiaali	Värimuutos (0–5)	Pintalian määrä (%)	Tahran muoto
M1	Taso, tiheäsyinen mänty, säteittäin, sydän	2	50	Epäsymmetrinen
M2	Taso, tiheäsyinen mänty, poikki, sydän, parafiiniöljy	2	25	Epäsymmetrinen
M3	Taso, tiheäsyinen kuusi, säteittäin	3	50	Epäsymmetrinen
M4	Taso, koivu	3	50	Epäsymmetrinen
M5	Taso, parketti Deko tammi Bulevardi, öljykäsittely	0	0	Ei arvioitavissa
M6	Taso, parketti Deko tammi Bulevardi, antibakteerikäsittely	0	0	Ei arvioitavissa
M7	Taso, laminaattilevy	0	0	Ei arvioitavissa
M8	Kaide, tiheäsyinen mänty, säteittäin, sydän	3	50	Epäsymmetrinen
M9	Kaide, tiheäsyinen kuusi, säteittäin	2	25	Epäsymmetrinen
M10	Kaide, koivu	4	75	Epäsymmetrinen
M11	Kaide, haapa	3	75	Epäsymmetrinen
M12	Kaide, tammi	2	50	Epäsymmetrinen

Rasvalian aiheuttamat tummuuden muutokset vaihtelivat silmämääräisen arvioinnin mukaan selvästi käsittelemättömissä tutkimuskappaleissa. Muutos oli arvioinnin mukaan jonkin verran suurempi kaidekappaleissa sekä tummuuden muutoksen voimakkuuden että pintalian määrän osalta. Värin tummuuden muutoksia ei havaittu lainkaan pintakäsittelyissä tutkimuskappaleissa M5, M6 ja M7.

Käsittelemättömien tutkimuskappaleiden M1–M4 värin tummuuden muutoksen voimakkuudessa ja pintalian määrässä ei ollut suuria eroja. Käsittelemättömistä tasokappaleista värimuutos oli vähäinen (2) kappaleissa M1 (taso, tiheäsyinen mänty, säteittäin, sydän) ja M2 (taso, tiheäsyinen mänty, poikki, sydän, parafiiniöljy). Tutkimuskappaleen M1 pintalian määrä oli 75 prosenttia ja tutkimuskappaleen M2 25 prosenttia. Värin tummuuden muutos oli erottuva (3) tutkimuskappaleissa M3 (taso, tiheäsyinen kuusi, säteittäin) ja M4 (taso, koivu). Molempien tutkimuskappaleiden pintalian määräksi arvioitiin 50 prosenttia.

Kaidekappaleiden värin tummuuden muutos oli silmämääräisen arvioinnin mukaan suuri (4) tutkimuskappaleessa M10 (kaide, koivu) pintalian määrän ollessa 75 prosenttia. Värimuutos oli erottuva (3) tutkimuskappaleissa M8 (kaide, tiheäsyinen mänty, säteittäin sydän) ja M11 (kaide, haapa). Värimuutokset olivat vähäisiä (2) tutkimuskappaleissa M9 (kaide, tiheäsyinen kuusi, säteittäinen) ja M12 (kaide, tammi), jonka pintalian määrä oli kaidekappaleista pienin, 25 prosenttia.

Kuvassa 23 on esitetty tutkimuskappaleessa M10 (kaide, koivu) tapahtuneet värin tummuuden muutokset rasvalialla käsittelyn jälkeen verrattuna lähtötilanteeseen (A-kuva 29.10.2021).



**Kuva 23.** Tutkimuskappaleen M10 (kaide, koivu) muutokset rasvalialla käsittelyn jälkeen.

### 4.2.3 Mitatut värimuutokset

Silmämääräisen arvioinnin lisäksi tutkimuskappaleiden pinnan tummuuden muutoksia mitattiin spektrofotometrillä (Liite 4).

Taulukoissa esitetty  $\Delta L^*$ -arvo on likaamattoman alueen ja liatun alueen  $L^*(D65)$  -arvojen erotus eli muutos vaaleasta tummaan (l. puhtaasta likaiseen). Tutkimukset ovat osoittaneet, että jos  $L^*$ -arvon muutos  $\Delta L^*$  on noin kolme tai sitä suurempi, värimuutos voidaan erottaa silmällä (15).

Vertailun vuoksi todettakoon, että eräissä tutkimuksissa kuuselle ja männylle saadut  $L^*$ -arvot olivat 82–83. (16, Publication IV, s. 11) Tässä julkaisussa männylle saadut  $L^*$ -arvot olivat hieman pienemmät ja siis tummempaan sävyyn päin kallellaan kuin Torniaisen saamat arvot. Kuusen arvot olivat yhteneviä.

## Taso-tutkimuskappaleet

Taulukossa 8 on esitetty taso-tutkimuskappaleiden M1 – M4 L\*-arvojen lisäksi a\*- ja b\*-arvot sekä  $\Delta L^*$ .

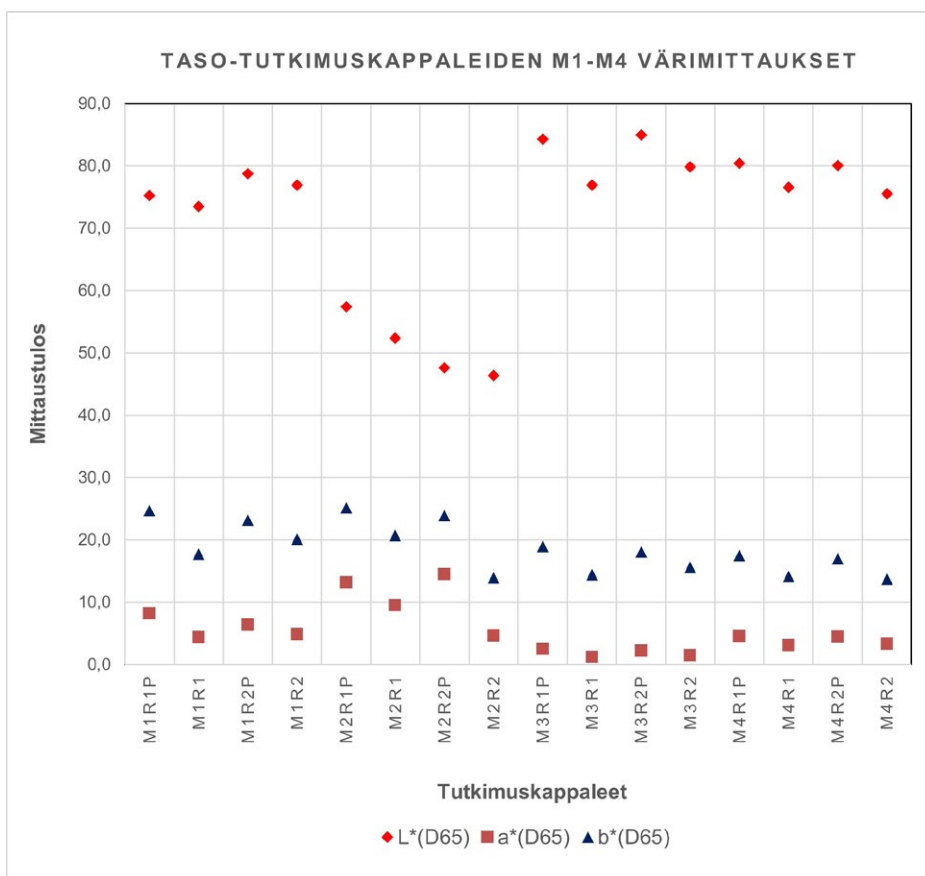
**Taulukko 8.** Taso-tutkimuskappaleiden värimittaustulokset taulukoituna. Mittauskulma 10°/D65. Puhtaasta puupinnasta otetun mittauksen tunnukseen on lisätty P-kirjain osoittamaan puhtaan pinnan mittausta.

Tutkimuskappale	Puulaji	Pinnan puhtaus	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	$\Delta L^*$
M1R1P	mänty	likaamaton alue	75,2	8,2	24,7	1,7
M1R1	mänty	liattu alue	73,5	4,4	17,8	
M1R2P	mänty	likaamaton alue	78,8	6,4	23,2	1,8
M1R2	mänty	liattu alue	76,9	4,8	20,2	
M2R1P	mänty päätypuu	likaamaton alue	57,4	13,2	25,2	5,0
M2R1	mänty päätypuu	liattu alue	52,4	9,5	20,7	
M2R2P	mänty päätypuu	likaamaton alue	47,6	14,5	23,9	1,2
M2R2	mänty päätypuu	liattu alue	46,4	4,6	13,9	
M3R1P	kuusi	likaamaton alue	84,3	2,5	18,9	7,4
M3R1	kuusi	liattu alue	77,0	1,2	14,5	
M3R2P	kuusi	likaamaton alue	85,0	2,2	18,1	5,1
M3R2	kuusi	liattu alue	79,9	1,5	15,6	
M4R1P	koivu	likaamaton alue	80,4	4,6	17,5	3,9
M4R1	koivu	liattu alue	76,6	3,1	14,2	
M4R2P	koivu	likaamaton alue	80,1	4,5	17,0	4,5
M4R2	koivu	liattu alue	75,6	3,3	13,7	

Tasoissa alhaisimmat L\*-arvot olivat päätypuupintaisilla mäntyliimalevyillä, eli niissä oli mittausten mukaan tummimmat pinnat. Männyn päätypuu näyttää jo luontaisestikin tummemmalta kuin esimerkiksi syiden suuntainen puupinta. Lisäksi kaksinkertainen parafiniöljykäsittely tummensi pintaa entisestään, joten tulos oli odotettu. Pintakäsittelyn osalta on huomioitava, että parafiniöljy ei muodosta kovettunutta kalvoa puun pinnalle, millä on vaikutusta värin heijastumiseen.

Mittausten mukaan pienin pinnan tummuuden muutos oli vertailututkimuskappaleessa M2R2 (päätypuupintainen mäntylevy,  $\Delta L^* = 1,2$ ). Varsinaisesta tutkimuskappaleesta M2R1 mitattu muutos oli kohtalainen ( $\Delta L^* = 5,0$ ) ja siis selkeästi silmällä havaittavissa. Silmämääräisessä puhtaudenarvioinnissa pinnan tummuuden muutos arvioitiin vähäiseksi (Taulukko 6, s. 37). Muissa tutkimuskappaleissa muutos  $\Delta L^*$  oli suuruusluokkaa 2–7.

Kuvassa 24 on esitetty M1 – M4 -tutkimuskappaleiden  $L^*$ -,  $a^*$ - ja  $b^*$ -arvot graafisesti.



**Kuva 24.** Taso-tutkimuskappaleiden  $L^*$ -,  $a^*$ - ja  $b^*$ -värimittaustulokset piste-esityksenä.

## Kaide-tutkimuskappaleet

Mittausten perusteella suurimmat muutokset tummempaan sävyyn tapahtuivat M10R1-koi-vu- ja molemmissa haapatutkimuskappaleissa. Koivututkimuskappaleissa  $\Delta L^*$  -muutokset olivat 8,8 ja 5,4. Vastaavat arvot haavalla olivat 8,1 ja 8,2. Muutoksen suuruuteen vaikuttaa puun luontainen väri, joka molemmilla puulajeilla on vaalea (erityisesti haapa).

Lisäksi värimuutoksen suuruuteen vaikuttava tekijä on huokoisuus, joka haavalla on huomattavan suuri muihin tämän tutkimuksen puulajeihin verrattuna. Saadut mittau tulokset indikoivat hyvin visuaalisen tarkastelun kanssa (Taulukko 7).

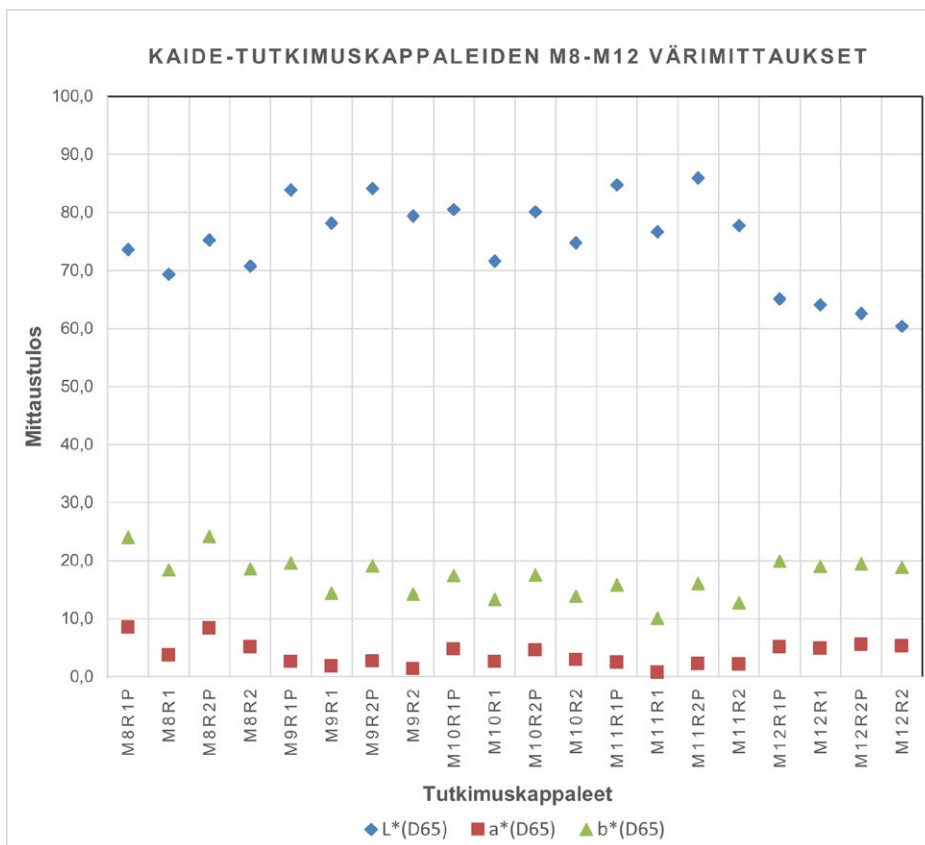
Taulukossa 9 on esitetty kaide-tutkimuskappaleiden M8 – M12 L\*-arvojen lisäksi a\*- ja b\*-arvot sekä  $\Delta L^*$ .

**Taulukko 9.** Kaide-tutkimuskappaleiden värimittau tulokset taulukoituna. Mittauskulma 10°/D65. Puhtaasta puupinnasta otetun mittauksen tunnuksen on lisätty P-kirjain osoittamaan puhtaan pinnan mittausta.

Tutkimuskappale	Puulaji	Pinnan puhtaus	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	$\Delta L^*$
M8R1P	mänty	likaamaton alue	73,6	8,5	24,0	4,3
M8R1	mänty	liattu alue	69,3	3,7	18,4	
M8R2P	mänty	likaamaton alue	75,3	8,3	24,1	4,5
M8R2	mänty	liattu alue	70,8	5,1	18,6	
M9R1P	kuusi	likaamaton alue	83,9	2,6	19,6	5,7
M9R1	kuusi	liattu alue	78,2	1,8	14,4	
M9R2P	kuusi	likaamaton alue	84,1	2,7	19,1	4,7
M9R2	kuusi	liattu alue	79,4	1,4	14,3	
M10R1P	koivu	likaamaton alue	80,5	4,7	17,4	8,8
M10R1	koivu	liattu alue	71,6	2,6	13,3	
M10R2P	koivu	likaamaton alue	80,1	4,6	17,5	5,4
M10R2	koivu	liattu alue	74,8	3,0	13,9	
M11R1P	haapa	likaamaton alue	84,7	2,4	15,8	8,1
M11R1	haapa	liattu alue	76,6	0,7	10,1	
M11R2P	haapa	likaamaton alue	85,9	2,2	16,0	8,2
M11R2	haapa	liattu alue	77,8	2,2	12,8	
M12R1P	tammi	likaamaton alue	65,1	5,1	19,9	1,0
M12R1	tammi	liattu alue	64,1	4,9	19,1	
M12R2P	tammi	likaamaton alue	62,6	5,5	19,4	2,2
M12R2	tammi	liattu alue	60,4	5,3	18,8	

Tammi on luontaisesti tumma puulaji, mikä näkyi myös mittau tuloksissa L\*-arvojen ollessa selvästi alhaisemmat kuin muilla puulajeilla. Likaamisen jälkeinen pinnan tummuuden muutos oli tammella pienin;  $\Delta L^*$ -arvot 1,0 ja 2,2 kertovat, että verrattaessa puhdasta tammipintaa liattuun tammipintaan muutos oli vähäinen. Tammen värimittau tulos indikoi hyvin silmämääräisen tarkastelun kanssa (Taulukko 7).

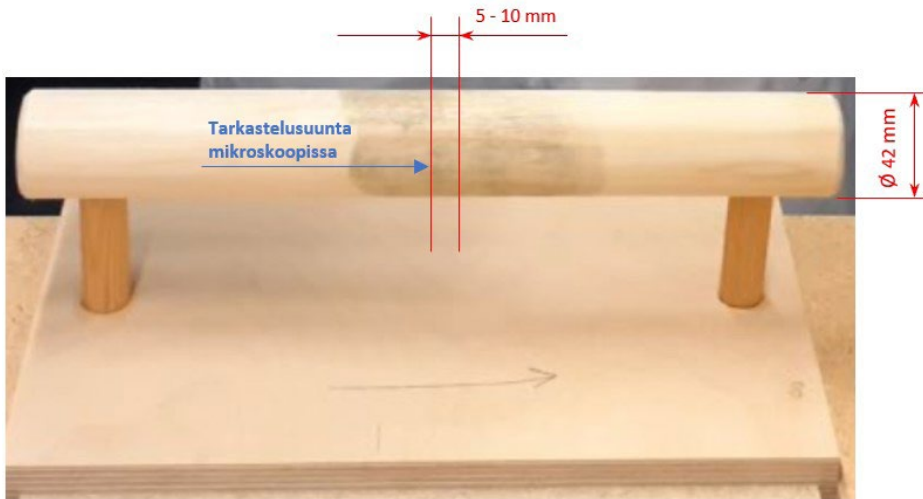
Kuvassa 25 on esitetty M8 – M12 -tutkimuskappaleiden L<sup>\*</sup>-, a<sup>\*</sup>- ja b<sup>\*</sup>-arvot graafisesti.



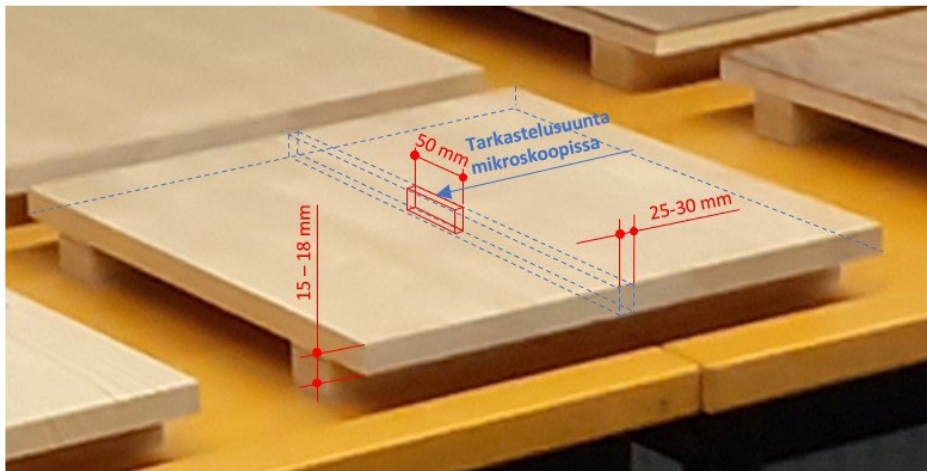
**Kuva 25.** Kaide-tutkimuskappaleiden L<sup>\*</sup>-, a<sup>\*</sup>- ja b<sup>\*</sup>-värimittaustulokset piste-esityksenä.

#### 4.2.4 Rasvalian tunkeuma

Tutkimuksessa haluttiin selvittää, kuinka syväälle tutkimuskappaleisiin rasvalika tunkeutui. Mikroskooppikuvauksia varten tutkimuskappaleista sahattiin kuvien 26 ja 27 mukaiset pienemmät, mikroskooppiin sopivat tutkimuskappaleet. Näytteet valittiin alkuperäisten tutkimuskappaleiden keskeltä, missä likaantuminen oli oletettavasti suurinta.



**Kuva 26.** Kaide -tutkimuskappaleen paloittelukaavio mikroskooppikuvauksia varten (Kuva: Kai Möller).



**Kuva 27.** Taso-tutkimuskappaleen paloittelukaavio mikroskooppikuvauksia varten. Tutkittavan tutkimuskappaleen sijainti alkuperäisessä tutkimuskappaleessa on kehystetty punaisella (Kuva: Kai Möller).

Tutkimuskappaleiden paloittelussa käytettiin tarkistuspyörösahaa ja sahauspinta hiottiin kevyesti tasopyörähiomalaitteella. Tunkeuman mittaamiseen käytettiin stereomikroskooppia (Liite 4) ja siihen liitettyä digitaalista kameraa (Liite 4). Mikroskooppikuvien laadun parantamiseksi käytettiin erillistä valolähdettä (Liite 4).

Osasta tutkimuskappaleita oli vaikea määrittää, mikä oli likaa ja mikä puuainesta. Vaikka likaamisissa käytettyyn vaaleaan rasvaan lisättiin mustaa pigmenttiä, harmaasävyiseksi



muuttunut rasvalika ei osalla puulajeista näkynyt mikroskoopissa selkeästi. Tämä ilmeni erityisesti kuusi-tutkimuskappaleissa. Mahdollisissa jatkotutkimuksissa selkeämmin näkyvän väripigmentin lisääminen rasvaan helpottaa lian havainnointia puuaineksesta.

Lisäksi osassa tutkimuskappaleista puupinnan ”karvaisuus” vaikutti tunkeuman mittaus-tuloksiin. Näissä tapauksissa arvioitiin keskimääräinen pinta, josta mitta otettiin.

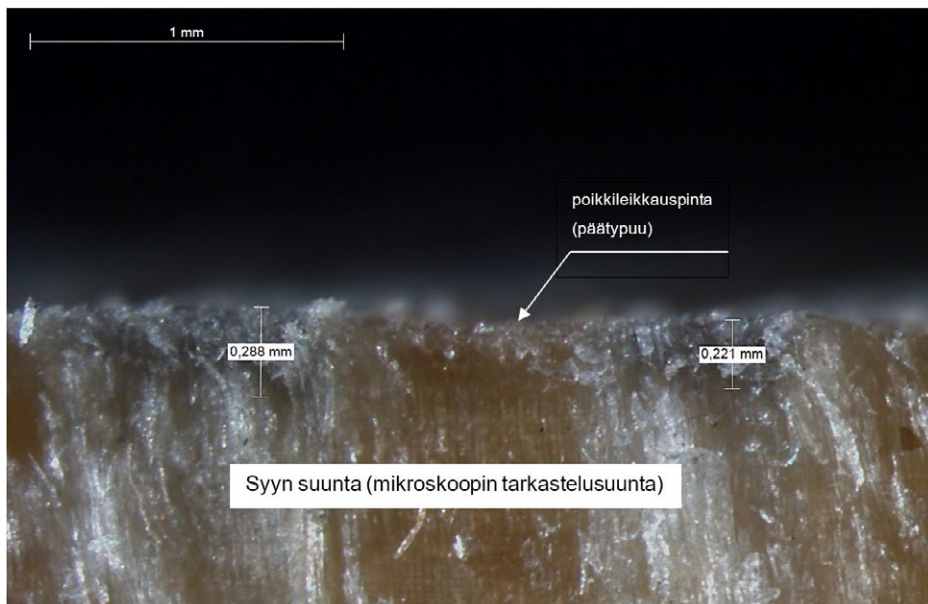
## Taso-tutkimuskappaleet

Taso-tutkimuskappaleista mikroskoopilla kuvattiin tiheäsyinen poikkisyypintainen mänty, tiheäsyinen kuusi ja koivu. Kaide-tutkimuskappaleista kuvattiin sydänpuinen tiheäsyinen mänty, koivu ja tammi. Jäljempänä esitettyjä mikroskooppikuvia ei ole otettu samalla suurennoksella, vaan pyrittiin ottamaan havainnolliset ja selkeydeltään parhaimmat suurennokset tutkimuskappaleet huomioiden.

Tasoissa poikkisyypintaisen männyn tunkeuma-arvot olivat noin 0,2–0,3 mm, mikä oli mitatuista rasvatunkeuman arvoista suurin. Poikkisyypintaiset tutkimuskappaleet käsiteltiin kahteen kertaan parafiiniöljyllä, mikä todennäköisesti vaikeutti lian tunkeumaa, mutta silti poikkisyypintaissa mänty-tutkimuskappaleessa se oli suurinta.

Koivulla lika tunkeutui noin 0,1–0,2 mm syvyyteen. Kuusen osalta tunkeuman määrittely oli vaikeaa rasvalian tunnistettavuuden takia. Syvyydeksi mitattiin noin 0,3 mm. Kaikki mittaukset huomioiden taso-tutkimuskappaleissa tunkeuma oli suuruusluokkaa 0,1–0,3 mm.

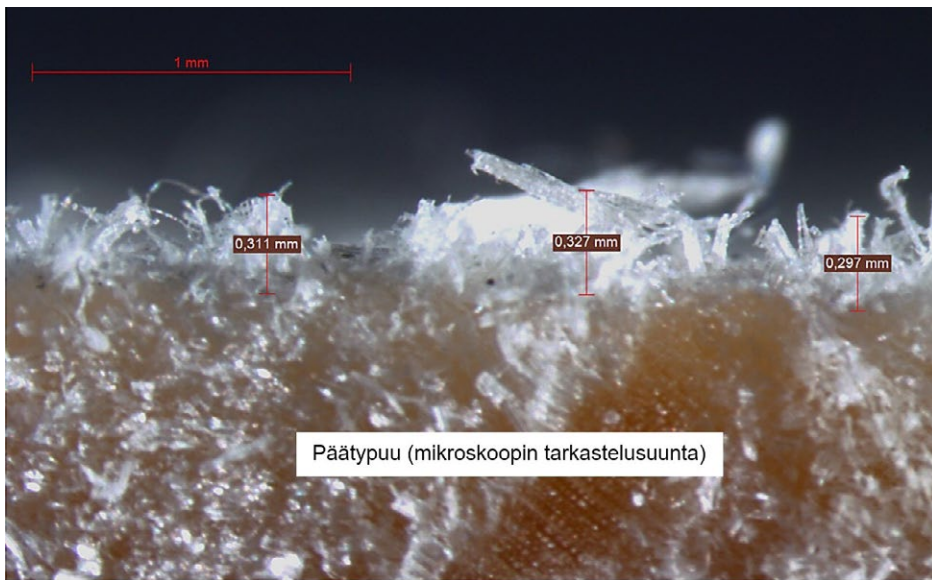
Kuvassa 28 tutkimuskappaleen M2R1 (tiheäsyinen, poikkisyypinta, parafiinikäsittely) pinta katsojaan päin on puun syyn suuntaista pintaa, joten se on huomattavasti tasaisemman näköinen kuin kuvissa 29 ja 30, joissa puupinta on kuvattu syitä vastaan kohtisuorasti (poikkisyyn suunnasta). Ruskehtava alue kuvissa on kesäpuuta. Kaikista mikroskooppikuvista ei erota selvästi rasvan tunkeumaa, joka kuitenkin mikroskoopin luupprien läpi katsottuna näkyi selvemmin.



**Kuva 28.** Rasvalian tunkeuma syynsuuntaisesti poikkisyypintaissa mänty-tasotutkimuskappaleessa M2R1 (Kuva: Kai Möller).



**Kuva 29.** Rasvalian tunkeuma poikkisyynsuuntaisesti koivu-tasotutkimuskappaleessa M4R1 (Kuva: Kai Möller).



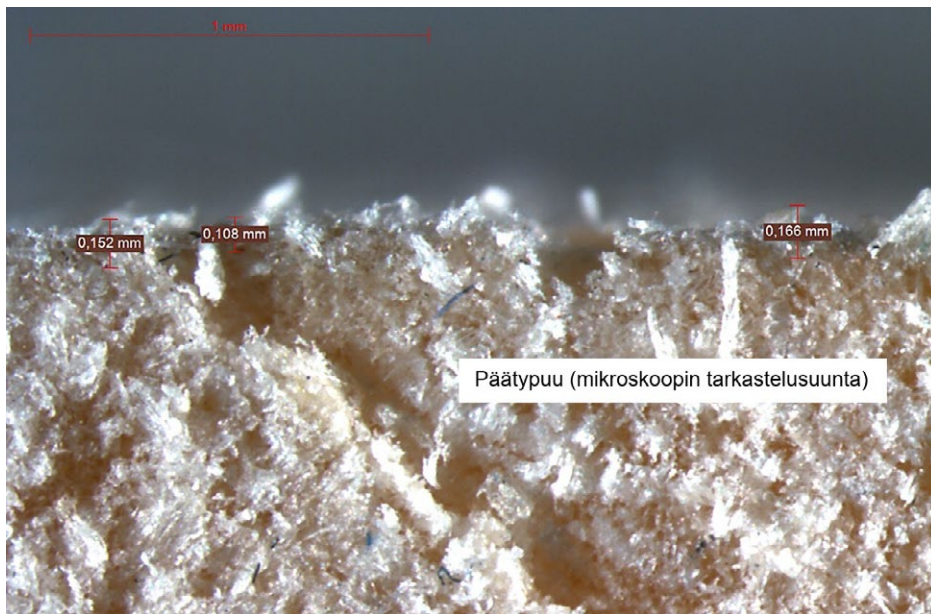
**Kuva 30.** Rasvalian tunkeuma poikkisyysnauhoituksesta kuusi-tasotutkimuskappaleessa M3R1 (tiheäsyinen kuusi, säteittäin). Rasvalikatunkeuma esiintyi vain "höttöisessä" pintakerroksessa epätasaisesti, Puuainekseen tukeutunut rasvakerros on arviolta noin puolet kuvan "karvaisuuden" pinnasta mitatusta arvosta (Kuva: Kai Möller).

## Kaide-tutkimuskappaleet

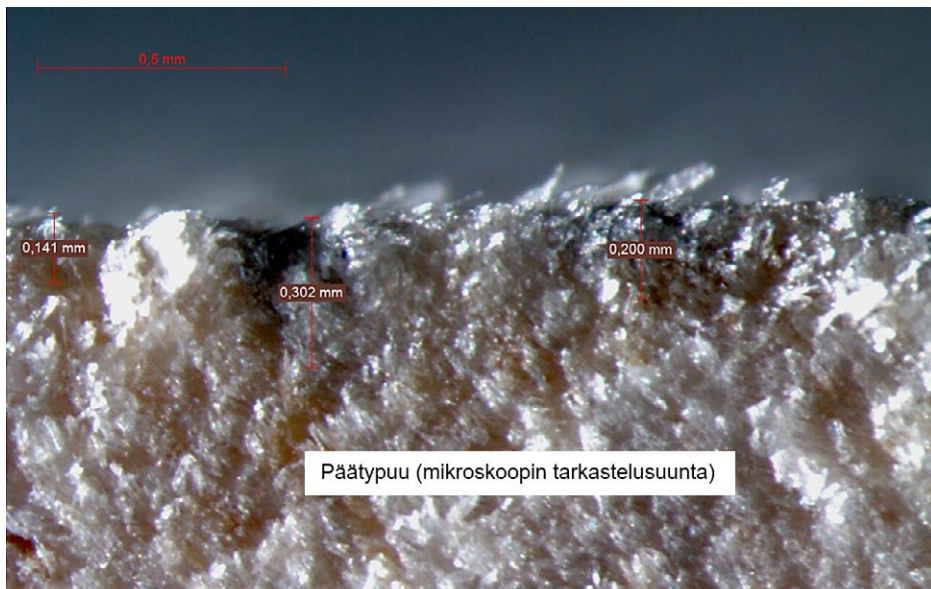
Kaide-tutkimuskappaleissa tunkeumat olivat samaa suuruusluokkaa kuin taso-tutkimuskappaleilla. Tiheäsyiselle männylle tunkeumaksi mitattiin 0,1–0,2 mm ja koivulle noin 0,1–0,3 mm. Tammella tunkeuma oli noin 0,2–0,3 mm.

Koivu on tiheäaineinen puulaji eikä siinä ole samanlaista putkilorakennetta kuin tammessa, mikä selittää hieman pienemmän likatunkeuman verrattuna mäntyyn ja tammeen. Tammi on kehäputkiloinen lehtipuu, jossa putkilot ovat suuria ja silmin havaittavissa, mikä edesauttaa lian tunkeutumista puuainekseen.

Mikroskooppikuissa 31–33 on esitetty rasvalian tunkeuma kaide-tutkimuskappaleisiin.



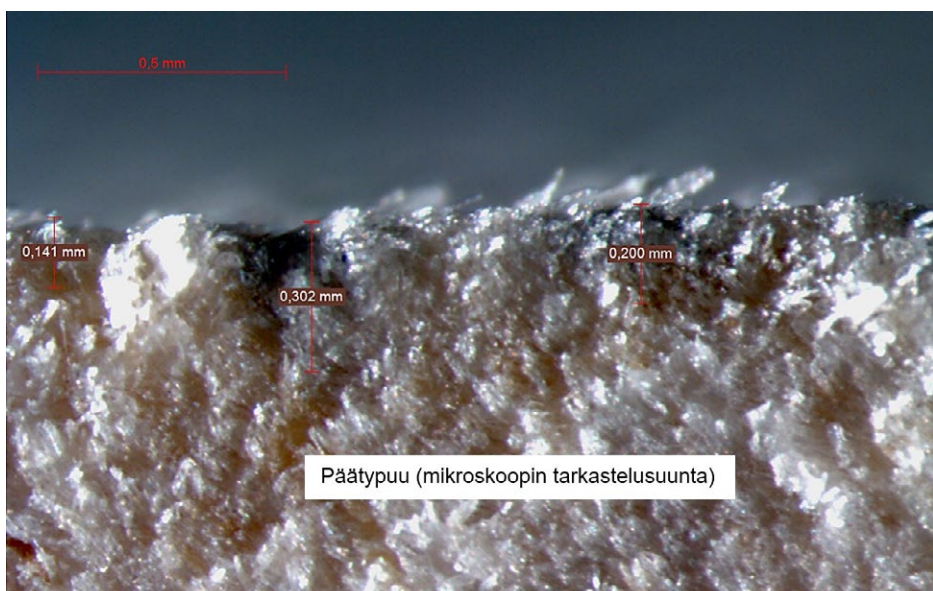
**Kuva 31.** Rasvalian tunkeuma mänty-kaidetutkimuskappaleessa M8R1 (tiheäsyinen mänty, säteittäin, sydän) poikkisyysuuntaisesti (Kuva: Kai Möller).



**Kuva 32.** Rasvalian tunkeuma koivu-kaidetutkimuskappaleessa M10R1 poikkisyysuuntaisesti (Kuva: Kai Möller).

Tammella on hyvin suuret kevätpuuputkilot, joihin puun pintakäsittelyssä syntyy silmin havaittavia kuoppia; esimerkiksi pintakäsiteltäessä tammea lakkaamalla pinta joudutaan välihiomaan ja lakkaamaan useaan kertaan kuoppien tasoittamiseksi.





**Kuva 33.** Rasvalian tunkeuma tammi-kaidetutkimuskappaleessa M12R1 poikkisyynsuuntaisesti. Tammen putkilot ovat selvästi nähtävissä (Kuva: Kai Möller).

Mittausten lukumäärästä johtuen tulokset ovat vain suuntaa antavia, mutta näyttäisi siltä, että tutkimusvaiheen yksi tunkeumat ovat pienemmät kuin tutkimusvaiheessa kaksi. Tämä selittynee sillä, että vaiheessa yksi lian levityskertoja oli huomattavasti vähemmän.

Taulukossa 10 on esitetty mikroskoopilla mitatut likatunkeumat koosteena. Rasvalika-tunkeuma puuainekseen vaihteli välillä 0,01–0,50 mm, joten puun pinnan palauttaminen siistiksi hiomalla on mahdollista etenkin, jos kyseessä ovat tasopinnat.

**Taulukko 10.** Mitatut tunkeumat taulukoituna. Likatunkeumien vaihteluväli on esitetty Mittausten raja-arvot (mm) -sarakeessa.

Tutkittava materiaali	Kappaleen muoto	Likatyyppe	Tutkimus-vaihe	Mittausten raja-arvot (mm)
Tiheäsyinen mänty	taso	mustikka	1	0,02
Poikkisyinen mänty	taso	mustikka	1	0,06–0,14
Harvasyinen kuusi	taso	mustikka	1	0,04–0,06
Poikkisyinen mänty	taso	rasva	1	0,01
Poikkisyinen mänty	taso	rasva	2	0,19–0,31
Kuusi	taso	rasva	2	n. 0,15
Koivu	taso	rasva	2	0,05–0,06
Mänty	kaide	rasva	2	0,11–0,17
Koivu	kaide	rasva	2	0,15–0,30
Tammi	kaide	rasva	2	0,23–0,50

#### 4.2.5 Likaantuneiden pintojen poistaminen likaamisten jälkeen

Tunkeuma-arvojen perusteella suurin osa mitatuista tutkimuskappaleiden pinnoista voitiin puhdistaa hiomalla niistä rasvalika pois.

Taso-tutkimuskappaleissa puupinnan puhdistamiseen järkevin valinta oli leveänauhahionta työstön säädettävyyden takia. Lisäksi pinta saatiin heti käyttöpinnaksi (hiottu pinta) ilman muita toimenpiteitä. Tutkimuskappaleiden paksuudet mitattiin digitaalisella työntömitalla ennen ja jälkeen hiontojen. Tasokappaleet hiottiin kolmenauhaisella leveänauhahiomakoneella, jossa hiomasyvyuden säätötarkkuus oli käytännössä 0,1–0,2 mm.

Kaide-tutkimuskappaleet hiottiin käsin, koska kyseessä olivat muodoltaan pyöreät kappaleet eikä pyöreään muotoon ollut hiomalaitetta. Kaikkiin kaide-tutkimuskappaleisiin merkittiin kohdat, joista mittaukset tehtiin, jolloin ne otettiin samassa kappaleessa aina samasta kohdasta. Menetelmällä saadut tulokset ovat kuitenkin likiarvoisia.

Koska taso-tutkimuskappaleista puuainesta poistettiin vähintään 0,1 mm kerrallaan, ei tarkkaan tiedetty, millä hiontasyvyydellä pinta saadaan puhtaaksi. Voidaan kuitenkin todeta, että kun pintaa poistettiin 0,1–0,2 mm, se riitti kaikille puulajeille ja molemmille muodoille (taso/pyöreä) lukuun ottamatta poikkisysin liimattuja tasoja. Syitä vastaan koh-tisuorassa pinnassa putkilot/soluontelot ovat kohtisuoraan liattavaa pintaa kohden, joten niissä odotusarvona oli puuaineksen likaantuminen syvemmälle.

Poikkisysin liimattujen pintojen puhdistaminen vaati kappaleen paksuudesta 0,5–1,5 mm hionnan. Tutkimuskappaleessa 1.3 M5APS oli poikkeuksellisen alhainen tunkeuma vähäisestä rasvamäärästä johtuen (mikroskoopilla 0,01 mm, hionta 0,2 mm), joten sitä ei tässä tarkastelussa huomioitu.

Stereomikroskoopilla poikkisysisille männyille likatunkeuman vaihteluväliksi mitattiin 0,06–0,31 mm (mustikka ja rasvalika), mutta hionnassa puuta piti poistaa huomattavasti enemmän, jotta pinta näytti puhtaalta. Suurimman puhdistushionnan poikkisysisille männyille aiheutti mustikkalikaaminen. Voidaankin esittää kysymys, onko mustikan väriaines (pigmentti) värjännyt soluseinämiä siten, että mikroskooppikuvissa se ei näy, mutta kappaleen pinnan silmämääräisessä tarkastelussa värjäytyminen näkyy.

Taulukossa 11 on esitetty otos tutkimuksen eri vaiheissa eri likatyypeillä liattujen tutkimuskappaleiden pinnan puhdistamiseen tarvittavasta työstösyvyydestä. Muutos-sarakkeessa on esitetty arvo, jolla liattu pinta saatiin puhtaaksi puuainesta poistamalla.

**Taulukko 11. Pinnan puhdistamiseen vaaditut hiontasyvytydet koostettuna.**

Tutkittava materiaali	Kappaleen muoto	Lika-tyyppi	Mitta alussa (mm)	Mitta lopussa (mm)	Muutos (mm)
Tiheäsyinen mänty, säteittäin, sydän	taso	mustikka	14,9	14,8	0,1
Tiheäsyinen mänty, poikki, sydän	taso	mustikka	20,5	19,0	1,5
Harvasyinen kuusi, säteittäin	taso	mustikka	14,9	14,7	0,2
Tiheäsyinen mänty, poikki, sydän	taso	rasva	18,8	18,6	0,2
Tiheäsyinen mänty, poikki, sydän, parafiiniöljy	taso	rasva	19,6	19,1	0,5
Tiheäsyinen kuusi, säteittäin	taso	rasva	14,9	14,7	0,2
Koivu	taso	rasva	14,9	14,8	0,1
Tiheäsyinen mänty, säteittäin, sydän	kaide	rasva	39,8	39,6	0,2
Koivu	kaide	rasva	40,1	39,9	0,2
Tammi	kaide	rasva	39,9	39,8	0,1

## 5 TUTKIMUKSEN JOHTOPÄÄTÖKSET

Pintakäsittelemättömien puupintojen hyödyntäminen sisätiloissa on monestakin syystä ajankohtaista. Näkyvillä puurakenteilla ja puupinnoilla on myönteisiä vaikutuksia sisätilojen olosuhteisiin ja käytettävyyteen. Puupintojen antibakteerisuus- ja kosteuspuskurointiominaisuuksien hyödyntäminen edellyttävät puun käyttöä ilman pintakäsittelyä. Myös käyttäjien myönteinen suhtautuminen sisätiloissa näkyviin puupintoihin on herättänyt kysymyksiä mahdollisuudesta käyttää pintakäsittelemättöminä puupintoja sisätiloissa. Lisäksi puupintojen käsittelemättä jättäminen lisää puun ekologisuutta.

### 5.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli kehittää testausmenetelmä, jolla voitiin tutkia ja arvioida erilaisten puupintojen puhdistettavuutta. Testauksen edellytyksenä oli erilaisille puulajeille ja -laaduille soveltuva, toistettava ja vakioitu menetelmä.

Pintakäsittelemättömän puupinnan tutkimuksessa käytetty pintojen likaamisen ja puhdistamisen menetelmät saatiin vakioitua niin, että tulokset ovat luotettavia eikä pintahygieniamittauksen tuloksissa ole tunnistamattomia poikkeavuuksia. Testien tulosten analysoinneissa havaittiin poikkeamia, joiden syyt voitiin jäljittää testejä toteuttaneiden eri henkilöiden erilaisiin käytäntöihin, joita ei ohjauksesta huolimatta onnistuttu täysin yhdenmukaistamaan.

Myös pinnan likaantumista arvioiva visuaalinen menetelmä antoi todenmukaisia tuloksia esimerkiksi verrattaessa tuloksia spektrofotometrillä tehtyihin mittauksiin.

Jatkon kannalta on tärkeää, että testien eri vaiheet vakioidaan tarkemmin ja samat henkilöt suorittavat eri vaiheiden toimenpiteet. Lisäksi tulee varmistaa, että kaikki henkilöt, jotka suorittavat testejä, ovat ymmärtäneet ohjeistuksen ja toiminnot samalla tavalla. Ohjeiden tulee olla niin yksiselitteisiä, että tulkinnoille ei jää varaa.

Testien puhdistusmenetelminä käytettiin tavanomaisia ylläpitosiivouksen puhdistusmenetelmiä, -välineitä ja -aineita. Käytetyt pintojen puhdistusmenetelmät olivat tehokkaita: tutkittavat pinnat olivat puhtaat, lika ei kerääntynyt tutkimusjakson aikana pinnoille eikä



pintojen pintahygieniamittausten tuloksissa ollut merkittäviä eroja ennen likaamista ja likaamisen jälkeen tehdyissä mittauksissa.

Puun pinta on huokoinen, ja se sitoo sekä imee likaa pintaa syvemmälle. Likaamisessa ja puhdistamisessa käytettyjen puhdistusaineiden ja mekaanisen puhdistuksen seurauksena puupintaan voi syntyä muutoksia, jotka edesauttavat lian kiinnittymistä ja vaikeuttavat puhdistamista.

Yleispuhdistusaine ja kosteapyyhintä mikrokuituliinalla on riittävän tehokas puhdistusmenetelmä vesiliukoisen lian ja rasvalian puhdistamisessa pintahygienian näkökulmasta. Hygicult- ja ATP -mittaustulosten perusteella voidaan todeta, että lika ei kerrostunut tutkimuskappaleiden pinnoille, kun käytetään oikeita puhdistusmenetelmiä ja puhdistustaajuus on riittävä.

Käsittlemättömän puun pintaa ei kuitenkaan pystytä puhdistamaan täysin tavanomaisilla puhdistusmenetelmillä, sillä väripigmentti ja rasvalika imeytyvät käsittlemättömän puun pintakerrokseen. Samoin tapahtuu, jos ihmisen ihokosketus tapahtuu toistuvasti käsittlemättömää puupintaa vasten. Tällöin puun pinta alkaa hiljalleen tummumaan.

## 5.2 Tutkimustulokset

Tutkimuksessa testattiin erilaisten pintakäsittelmättömien puupintojen puhdistettavuutta. Tavoitteena oli selvittää, onko eri puolajaeilla tai eri syysuuntiin työstetyillä puupinnoilla vaikutusta niiden puhdistettavuuteen. Tavoitteena oli tuottaa tietoa pintakäsittelmättömän puupinnan käytettävyydestä ja puhdistettavuudesta, kun puupintaa käytetään sisätiloissa kalusteiden taso- tai kosketuspintoina.

Silmämääräisesti arvioituna lika tarttuu pintakäsittelmättömän puun pintaan, ja lian puhdistaminen yleisesti käytössä olevilla puhdistus- ja pyyhkimismenetelmillä ei ole mahdollista. Erityisesti nestemäinen lika (mustikkakeitto) tunkeutuu pintaa syvemmälle, puun huokoiseen rakenteeseen. Lian poistaminen edellyttää puuaineksen poistamista tai muita ylläpitosiivousta voimakkaampia menetelmiä.

Mustikkalika aiheutti selvästi havaittavia muutoksia niin pinnan värissä kuin pintalian määrässä. Rasvalian aiheuttamat värimuutokset ja pintalian määrät olivat vähäiset tai niitä ei havaittu lainkaan.

Analysoitaessa pintahygieniamittauksien tuloksia tutkittavien kappaleiden pinnoilla oli kaide-tutkimuskappaleita lukuun ottamatta vain vähän tai ei lainkaan orgaanista likaa ja mikrobien määrä oli erittäin vähäinen. Kaide-tutkimuskappaleiden pinnoilla oli tasopintoja selvästi enemmän orgaanista likaa, mikä oli havaittavissa myös tutkimusvaiheessa kaksi tehdyn silmämääräisen arvioinnin perusteella.

Kaiteen puhdistettavuus on kappaleen muodon vuoksi erilainen tasokappaleisiin verrattuna, mikä vaikuttaa puhdistuksen lopputulokseen. Kaide-tutkimuskappaleiden muoto ja rakenne ovat pyyhkimisen kannalta haasteellisia. On todennäköistä, että kaidepinnan puhdistaminen vaatii enemmän mekaanista voimaa ja/tai toistoja pyyhinnässä ja siksi kappale on tästä syystä jäänyt likaisemmaksi kuin vastaava tasopinta.

Käsittlemättömien tutkimuskappaleiden pintahygieniamittausten ja silmämääräisesti havaittavan lian välillä oli lineaarista riippuvuutta. Kokonaisuudessaan tasopintojen pintahygieniamittausten tulokset olivat matalat. Silmämääräisen arvion mukaan tasopintojen värimuutos sekä pintalian määrät (%) olivat pienemmät kuin kaide-tutkimuskappaleissa, joissa pintahygieniamittausten tulokset olivat tasopintoja korkeammat.

Orgaanisen lian määrän tulokset alittavat, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta, laitevalmistajan terveydenhuollon kohteissa käytetyn raja-arvon (RLU 25) hyväksytylle puhtaustasolle (13, s. 7). Suurin osa testatuista puumateriaaleista olisivat olleet mikrobien määrän perusteella käyttökelpoisia korkeaa hygieniaa vaativissa tiloissa. Tulokset myös tukevat aiempia, pintakäsittelmättömän puupinnan antibakteerisuusominaisuus- ja puhdistettavuustutkimuksia.

## 6 POHDINTA

Mitä on lika? *”Johonkin tarttunut tai kerääntynyt epäpuhtaaksi tekevä aine”* Kielitoimiston sanakirja (17).

### 6.1 Kuinka lika määritellään?

Likaa voidaan määritellä aistinvaraisesti havainnoimalla ja/tai teknisesti mittaamalla.

Teknisesti (fysikaalisesti, kemiallisesti) pintojen likaisuutta voidaan määritellä materiaalin pinnalla olevien mikrobien avulla. Pinta, jolla ei havaita mikrobeja, on puhdas, kun taas pinta, jonka mikrobipitoisuus on suuri, on likainen. Mikrobien määrää analysoimalla voidaan määritellä pintojen hygieenisyyttä, ja erilaisille tiloille voidaan määritellä erilaisia hygieenisyytystasoja.

Pintojen likaisuudella ja puhtaudella tai pinnoilla havaittavilla mikrobeilla on selkeä yhteys sairauksia levittävien bakteerien ja virusten määrään sekä edelleen ihmisten terveyteen. Lika, joka vaarantaa tilojen käyttäjien turvallisuutta tai terveyttä, on syytä poistaa pinnoilta mahdollisimman nopeasti. Lian poistamistarvetta arvioitaessa on hyvä huomata, että pinnoilla oleva seisova lika muuttuu vanhetessaan kemiallisesti, mikä yleensä vaikeuttaa lian poistamista (18).

Suomen Siivousteknisen liiton Siivoustyön käsikirjassa likaa määritellään neljään eri tasoon lian vaikuttavuuden perusteella. Alimmalla vaikuttavuustasolla lika voi olla hyväksyttävää ja ylimmällä tasolla se voi olla vaarallista. Eri tasojen perusteella voidaan määritellä lian siivoustarpeen kiireellisyyttä (18).



**Kuva 34.** Lian eri vaikuttavuustasot ja siivoustarpeen kiireellisyys (Suomen Siivousteknisen liiton julkaisuja 1:7,2009. Siivoustyön käsikirja, s. 42).

Lika on siis suhteellista. Lian määrää tai likaisuuden kynnyksarvoja on vaikea määritellä yksiselitteisesti. Kuten tässäkin tutkimuksessa on osoitettu, likaiselta näyttävä puupinta voi olla mikrobien määrällä mitattuna hyvin puhdas. Arkisissa käyttötilanteissa näköhavaintoon perustuva likaisuuden arviointi on siinä mielessä puun kannalta epäreilu, vaikkakin ymmärrettävää.

Väritään tummemmissa puulajeissa, kuten tammi, likaisuuden aiheuttamat värimuutokset ovat silmämääräisesti tarkasteltuna huomattavasti vähäisempiä verrattuna vaaleisiin puulajeihin. Värimuutosta ei lyhyen tarkastelumatkan päästä välttämättä huomaa. Samansuuntaisia tuloksia saatiin myös puupintojen värimuutosten spektrofotometri -mittauksilla.

Likaa ja likaisuutta filosofisena ilmiönä ja käsitteenä tutkinut filosofi Olli Lagerspetz on todennut, että lika ei ole ainoastaan fyysikaalinen ilmiö, vaan se ja sen erilaiset kontekstisidonnaiset merkitykset rakentuvat paljon enemmän ihmisten välisessä sosiaalisessa vuorovaikutuksessa kuin suoralta kädeltä tulisi ajatelleeksi. Likakäsitykset ovat myös kontekstisidonnaisia: eri kulttuureissa ja eri yksilöillä on erilaisia käsityksiä liasta, ja asia voi tilanteesta riippuen olla puhdas tai epäpuhdas (19).

Antropologi Mary Douglasin mukaan lika on ainetta väärässä paikassa. Ainetta tai asiaa voidaan pitää samanaikaisesti hyvin puhtaana tai likaisena riippuen siitä, missä tai milloin ainetta tarkastelemme. Puhdas ruoka muuttuu likaiseksi, jos sitä tipahtaa puhtaalle paidalle (20).

## 6.2 Puhdistaminen

Puhdistusteknisesti likaa poistetaan pinnoilta mekaanisilla ja kemiallisilla menetelmillä, joiden valintaan vaikuttavat puhdistettavan pinnan ja lian laatu sekä puhdistukselle asetettu tavoite, esimerkiksi ympäristölle määritelty hygieniataso. Puhdistustilanteessa lian poistamisen tulosta arvioidaan näköhavainnon perusteella tai mikrobien määrää tulkitsevilla mittauksilla.

Tutkimuksessa pintakäsitlemättömän puupinnan puhdistusmenetelmien lähtökohtana olivat standardien mukaiset julkisen tilan pintojen ylläpitosiivouksessa käytettävät menetelmät (21, s. 10).

Jatkon kannalta on kiinnostavaa myös pintakäsitlemättömän puupinnan puhdistukseen soveltuvien menetelmien kehittäminen ja tutkiminen. Alustavien kokeilujen perusteella korkealla lämpötilalla on merkittävää vaikutusta esimerkiksi mustikkatahran poistamiseen pintakäsitlemättömältä puupinnalta (mänty). Pintakäsitlemätön puupinta mahdollistaa myös puuainesta poistavien menetelmien, esimerkiksi hiomisen, soveltamisen puhdistukseen, kuten tässäkin tutkimuksessa todettiin.

Kiinnostavaa on, miten erilaisilla puun modifiointimenetelmillä voitaisiin vaikuttaa puupinnan puhdistettavuuteen, ilman että heikennetään esimerkiksi puun antibakteerisuusominaisuuksia. Puun pintakovuutta voidaan lisätä esimerkiksi puristamalla puuta kokoon (22), mikä voisi ehkäistä myös lian tarttumista puupinnalle ja näin helpottaa myös pinnan puhdistettavuutta.

## 7 LÄHTEET

1. Ympäristöministeriö. 2020. Julkisen puurakentamisen kansalliset tavoitteet. Puurakentamisen toimenpideohjelma 2016–2022. PDF. 20.3.2023. Saatavissa: [Julkisen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E\\_8436\\_408A\\_8CD7\\_510C-6C1AD000-161609.pdf\(ym.fi\)](https://julkisen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E_8436_408A_8CD7_510C-6C1AD000-161609.pdf(ym.fi)) [Viitattu 27.04.2022]
2. Laakkonen, J. 2018. Puu tappaa bakteereita, mutta miksi sitä ei hyödynnetä sairaaloissa tai päiväkodeissa? – ”Jonkun pitää olla ensimmäinen, mutta kuka uskaltaa”. YLE 20.3.2023. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10353590> [Viitattu 27.04.2022]
3. Seppä, J. 2020. Bakteerien elinkykyisyys sisätilojen puupinnoilla. Pro Gradu -tutkielma. Itä-Suomen Yliopisto. Saatavissa: [urn\\_nbn\\_fi\\_uf-20201214.pdf](urn_nbn_fi_uf-20201214.pdf) [Viitattu 27.04.2022]
4. Vinha, J. & Raunima, T (toim). 2021. Vainio-Kaila et al. Männyn, kuusen ja koivun antibakteeriset ominaisuudet ja pinnoituksen vaikutus. RAKENNUSFYSIKKA 2021 *Uusimmat tutkimustulokset ja hyvät käytännön ratkaisut* 26.– 28.10.2021. Tampere. Tampereen Yliopisto. Saatavissa: [A9tcd0l1\\_4orldq\\_cyw.tmp\(tuni.fi\)](A9tcd0l1_4orldq_cyw.tmp(tuni.fi)) [Viitattu 27.04.2022]
5. Vainio-Kaila, T. et al. 2023. The Effect of Surface Treatment on the Antibacterial Properties of Wood and the Possibility to Detect the Antibacteriality with Fluorescence Method. *Forests*. Basel. MDPI. Saatavissa: <https://doi.org/10.3390/f14010023> [Viitattu 27.04.2022]
6. Bhatta, S. B. et al. 2017. Sensory and Emotional Perception of Wooden Surfaces through Fingertip Touch. *Frontiers in Psychology*. Saatavissa: <10.3389/fpsyg.2017.00367> [Viitattu 27.04.2022]
7. Vainio-Kaila T. 2013. Antibacterial properties of Scots pine and Norway Spruce. Aalto University publication series DOCTORAL DISSERTATIONS, 179/2017. Helsinki. Aalto Yliopisto.
8. Timberwise Oy. 2022. Tuotekortti, mänty. Loimaa. Timberwise Oy. Saatavissa: [Tuotekortti\\_CC\\_manty\\_valisalerakenne.pdf\(timberwise.fi\)](Tuotekortti_CC_manty_valisalerakenne.pdf(timberwise.fi)). [Viitattu 27.04.2022]
9. Kärkkäinen, M. 2003. Puutieteen perusteet. 1. painos. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti.
10. Puuinfo. 2020. Tiheäsyinen sahatavara ja radiaalisahausta, tekninen tiedote 1.7.2020. Helsinki. Puuinfo. Saatavissa: [Tiheäsyinen sahatavara ja radiaalisahausta - Puuinfo](Tiheäsyinen_sahatavara_ja_radiaalisahausta - Puuinfo) [Viitattu 27.04.2022]

11. Venäläinen, M. 2003. Decay resistance of heartwood timber as quality characteristic in Scots pine breeding. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 880. Metsäntutkimuslaitos, Punkaharjun tutkimusasema.
12. Rakennuskemia Oy. 2021. Woodcare guide -kuvasto. Hyvinkää. Rakennuskemia Oy. Saatavissa: [WOODCARE.GUIDE kuvasto by Rakennuskemia Oy - Issuu](#) [Viitattu 27.04.2022]
13. SystemSURE Plus. ATP Cleaning Verification System. System Implementation Guide. Saatavissa: <https://www.bioland.ge/item-descfile.php?docFile=HealthcareSystemImplementationGuide.pdf> [Viitattu 27.04.2022]
14. Mäntyranta, H. 2020. Myös koronavirus vieroo puupintoja – sairaalahygieniaa voisi parantaa käyttämällä puuta. Forest.fi. Suomen metsäyhdistys. Saatavissa: [Myös koronavirus vieroo puupintoja – sairaalahygieniaa voisi parantaa käyttämällä puuta - Forest.fi](#) [Viitattu 27.04.2022]
15. Torniainen, P. 2022. Toimitusjohtaja Petteri Torniainen haastattelu sähköpostitse 2.12.2022. Finotrol Oy. Mikkeli.
16. Torniainen, P. 2021. Colour – a reliable quality-control tool for industrial ThermoWood® production. Luleå University of Technology. Department of Engineering Sciences and Mathematics. Division of Wood Science and Engineering. Väitöskirja. Doctoral Thesis. Skellefteå, Sweden: Luleå University of Technology.
17. Kielitoimiston sanakirja. 2022. Kotimaisten kielten keskus. Helsinki. Saatavissa: [lika - Kielitoimiston sanakirja](#) [Viitattu 27.04.2022]
18. Siivoustyön käsikirja Suomen Siivousteknisen liiton julkaisuja 1 :7, Helsinki 10.12.2008
19. Lagerspetz, O. 2008. Lika: Kirja maailmasta, kodistamme. (Smuts: En bok om världen, vårt hem, 2006.) Suomentanut Markus Lång. Helsinki. Multikustannus.
20. Douglas, M. 2000. Puhtaus ja vaara. Ritualistisen rajanvedon analyysi. Vastapaino, Tampere. (*Purity and danger*, 1966).
21. Siivouksen tekninen laatu. Osa 1: Siivouksen teknisen laadun määrittely- ja arviointijärjestelmä (INSTA 800-1:2018)
22. Chen, B. et al. 2021. Hardened wood as a renewable alternative to steel and plastic. Matter 4. Saatavissa: [Hardened wood as a renewable alternative to steel and plastic - ScienceDirect](#) [Viitattu 27.04.2022]

**Liite 1.** Valokuvat tutkimuskappaleista tutkimusvaiheessa 1 (9.9.–30.9.2021).



M1\_A-kuva mustikka \_9.9.2021



M1\_1. Koe mustikka \_9.9.2021



M1\_4. Koe mustikka \_29.9.2021



M1\_A-kuva rasva \_13.9.2021



M1\_1. Koe rasva \_13.9.2021



M1\_4. Koe rasva \_4.10.2021



M2\_A-kuva mustikka \_9.9.2021



M2\_1. Koe mustikka \_9.9.2021



M2\_4. Koe mustikka \_29.9.2021



M2\_A-kuva rasva \_13.9.2021



M2\_1. Koe rasva \_13.9.2021



M2\_4. Koe rasva \_4.10.2021





M3\_A-kuva mustikka\_9.9.2021



M3\_1. Koe mustikka\_9.9.2021



M3\_4. Koe mustikka\_29.9.2021



M3\_A-kuva rasva\_13.9.2021



M3\_1. Koe rasva\_13.9.2021



M3\_4. Koe rasva\_4.10.2021



M4\_A-kuva mustikka\_9.9.2021



M4\_1. Koe mustikka\_9.9.2021



M4\_4. Koe mustikka\_29.9.2021



M4\_A-kuva rasva\_13.9.2021



M4\_1. Koe rasva\_13.9.2021



M4\_4. Koe rasva\_4.10.2021



M5\_A-kuva mustikka\_9.9.2021



M5\_1. Koe mustikka\_9.9.2021



M5\_4. Koe mustikka\_29.9.2021



M5\_A-kuva rasva\_13.9.2021



M5\_1. Koe rasva\_13.9.2021



M5\_4. Koe rasva\_4.10.2021



M6\_A-kuva mustikka\_9.9.2021



M6\_1. Koe mustikka\_9.9.2021



M6\_4. Koe mustikka\_29.9.2021



M6\_A-kuva rasva\_13.9.2021



M6\_1. Koe rasva\_13.9.2021



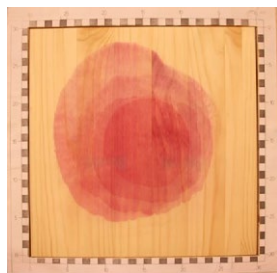
M6\_4. Koe rasva\_4.10.2021



M7\_A-kuva mustikka \_9.9.2021



M7\_1. Koe mustikka \_9.9.2021



M7\_4. Koe mustikka \_30.9.2021



M7\_A-kuva rasva \_13.9.2021



M7\_1. Koe rasva \_13.9.2021



M7\_4. Koe rasva \_5.10.2021



M8\_A-kuva mustikka \_9.9.2021



M8\_1. Koe mustikka \_9.9.2021



M8\_4. Koe mustikka \_30.9.2021



M8\_A-kuva rasva \_13.9.2021



M8\_1. Koe rasva \_13.9.2021



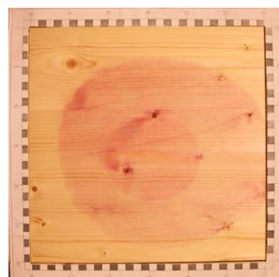
M8\_4. Koe rasva \_5.10.2021



M9\_A-kuva mustikka \_9.9.2021



M9\_1. Koe mustikka\_9.9.2021



M9\_4. Koe mustikka\_30.9.2021



M9\_A-kuva rasva\_13.9.2021



M9\_1. Koe rasva\_13.9.2021



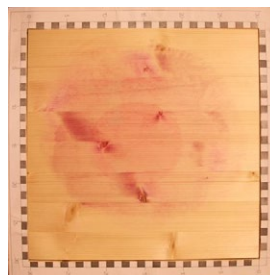
M9\_4. Koe rasva\_5.10.2021



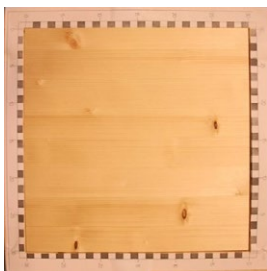
M10\_A-kuva mustikka \_9.9.2021

Kuva puuttuu.

M10\_1. Koe mustikka\_9.9.2021



M10\_4. Koe mustikka\_30.9.2021



M10\_A-kuva rasva\_13.9.2021



M10\_1. Koe rasva\_13.9.2021



M10\_4. Koe rasva\_5.10.2021

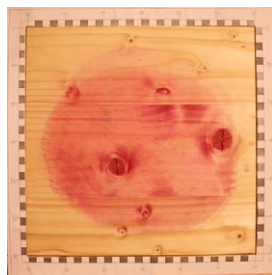




M11\_A-kuva mustikka\_9.9.2021



M11\_1. Koe mustikka\_9.9.2021



M11\_4. Koe mustikka\_30.9.2021



M11\_A-kuva rasva\_13.9.2021



M11\_1. Koe rasva\_13.9.2021



M11\_4. Koe rasva\_5.10.2021



M12\_A-kuva mustikka\_9.9.2021



M12\_1. Koe mustikka\_9.9.2021



M12\_4. Koe mustikka\_30.9.2021



M12\_A-kuva rasva\_13.9.2021



M12\_1. Koe rasva\_13.9.2021



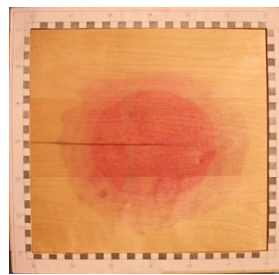
M12\_4. Koe rasva\_5.10.2021



M13\_A-kuva mustikka\_9.9.2021



M13\_1. Koe mustikka\_9.9.2021



M13\_4. Koe mustikka\_30.9.2021



M13\_A-kuva rasva\_13.9.2021



M13\_1. Koe rasva\_13.9.2021



M13\_4. Koe rasva\_5.10.2021



M14\_A-kuva mustikka\_9.9.2021



M14\_1. Koe mustikka\_9.9.2021



M14\_4. Koe mustikka\_30.9.2021



M14\_A-kuva rasva\_13.9.2021



M14\_1. Koe rasva\_13.9.2021



M14\_4. Koe rasva\_5.10.2021



M15\_A-kuva mustikka\_30.9.2021



M15\_1. Koe mustikka\_30.9.2021



M15\_A-kuva rasva\_5.10.2021



M15\_1. Koe rasva\_5.10.2021



M16\_A-kuva mustikka\_30.9.2021



M16\_1. Koe mustikka\_30.9.2021



M16\_A-kuva rasva\_5.10.2021



M16\_1. Koe rasva\_5.10.2021

**Liite 2.** Valokuvat tasojen tutkimuskappaleista tutkimusvaiheessa 2  
(5.11.–31.12.2021).



M1\_A-kuva\_29.10.2021



M1\_1. Koe\_5.11.2021



M1\_5. Koe\_3.12.2021



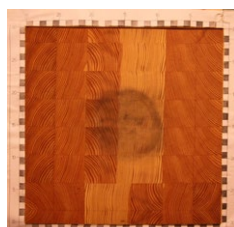
M1\_9. Koe\_31.12.2021



M2\_A-kuva\_29.10.2021



M2\_1. Koe\_5.11.2021



M2\_5. Koe\_3.12.2021



M2\_9. Koe\_31.12.2021



M3\_A-kuva\_29.10.2021



M3\_1. Koe\_5.11.2021



M3\_5. Koe\_3.12.2021



M3\_9. Koe\_31.12.2021



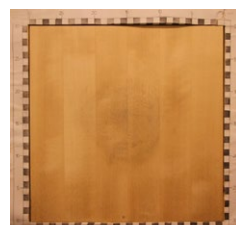
M4\_A-kuva\_29.10.2021



M4\_1. Koe\_5.11.2021



M4\_5. Koe\_3.12.2021



M4\_9. Koe\_31.12.2021





M5\_A-kuva\_29.10.2021



M5\_1. Koe\_5.11.2021



M5\_5. Koe\_3.12.2021



M5\_9. Koe\_31.12.2021



M6\_A-kuva\_29.10.2021



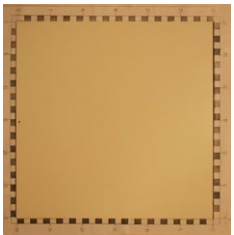
M6\_1. Koe\_5.11.2021



M6\_5. Koe\_3.12.2021



M6\_9. Koe\_31.12.2021



M7\_A-kuva\_29.10.2021



M7\_1. Koe\_5.11.2021



M7\_5. Koe\_3.12.2021

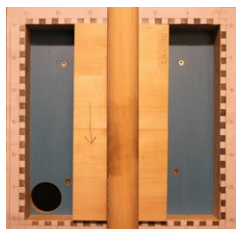


M7\_9. Koe\_31.12.2021

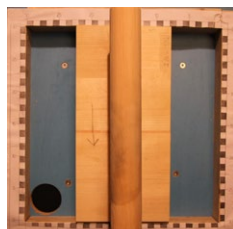
**Liite 3.** Valokuvat kaiteiden tutkimuskappaleista tutkimusvaiheessa 2 (5.11.–31.12.2021).



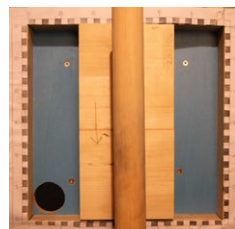
M8\_A-kuva\_29.10.2021



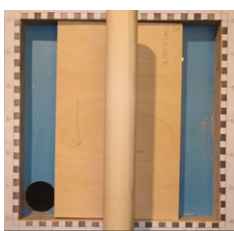
M8\_1. Koe\_4.11.2021



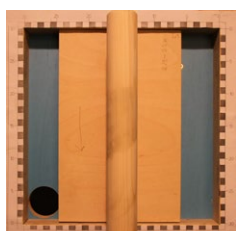
M8\_5. Koe\_2.12.2021



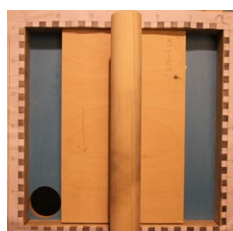
M8\_9. Koe\_30.12.2021



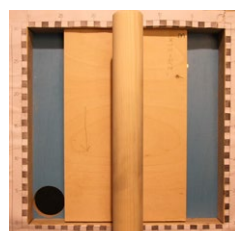
M9\_A-kuva\_29.10.2021



M9\_1. Koe\_4.11.2021



M9\_5. Koe\_2.12.2021



M9\_9. Koe\_30.12.2021



M10\_A-kuva\_29.10.2021



M10\_1. Koe\_4.11.2021



M10\_5. Koe\_2.12.2021



M10\_9. Koe\_30.12.2021



M11\_A-kuva\_29.10.2021



M11\_1. Koe\_4.11.2021



M11\_5. Koe\_2.12.2021



M11\_9. Koe\_30.12.2021



M12\_A-kuva\_29.10.2021



M12\_1. Koe\_4.11.2021



M12\_5. Koe\_2.12.2021



M12\_9. Koe\_30.12.2021

**Liite 4.** Tutkimuksessa käytetyt aineet ja laitteet. Tutkimuskappaleiden valmistukseen ja modifiointiin käytettyjä puuntyöstökoneita ei ole luetteloitu taulukkoon.

Käytetty aine/laitte	Kauppanimi	Lisätietoja ja aineen-/laitteen käyttötarkoitus
Reagenssi		Sydänpuun havaitseminen päätypuusta
PVAc-liima	Kiilto Kestokol D4	Vedenkestävä PVAc-dispersio-liima, liimalevyn valmistus
Hiomapaperi	MIRKA	Pintahionnat, karkeusaste 150–180 MESH
Koivuvaneri		Paksuus 28 mm, tukirimat tutkimuskappaleisiin
Ruuvit	SPA	Koko 4 x 30, tukirimojen kiinnitys
Aluslevy	Würth	Ruuvikannan alle, tukirimojen kiinnitys
Parafiiniöljy	Stelon Oy	2x käsittely
Mustikkakeitto	Valio	1. tutkimusvaiheen likatyyppi
Kosteuttava perusvoide	LV	1. ja 2. tutkimusvaiheen likatyyppi, rasvapitoisuus noin 20 %
Elintarvikeväri	Dr Oetker	Sävy sininen/musta, rasvalian värjäys
Monikäyttöpyyhe	Zebra	Viskoosi-polyesterisekoite, kertakäyttöinen
Mikrokuitupyöhe	Green-Tex Light	Kuitu 100 Denier/72F, 190 g/m <sup>2</sup> , koko 38 cm x 38 cm
Jätemuovipussi (musta)		Mikrokuituliinojen kostutus, puhtaiden liinojen säilytys
Yleispuhdistusaine	KW	Sekoitus puhdistuksissa käytettyyn liuokseen
Vesijohtovesi		Puhdistuksissa käytettyyn liuokseen
Mitta-astia		Pesuaineliuoksen- ja rasvalian valmistaminen
Annosruisku (iso/pieni)		Puhdistusaineliuos- ja rasvali-ka-annosteluun
Vesipullo, 1 l		Akryylimuovilevyn lisäpaino
Astianpesuaine	Fairy	Akryylimuovilevyjen peseminen

Käytetty aine/laite	Kauppanimi	Lisätietoja ja aineen-/laitteen käyttötarkoitus
Astianpesuharja		Akryylimuovilevyjen peseminen
Pyykinkuivausteline		Mikrokuitupyyhkeiden kuivataminen
Pyykinpesukone		Mikrokuituliinojen koneellinen pesu + linkous
Kertakäyttölautanen		Halkaisija 22,5 cm, rasvalian siirtäminen hanskaan
Nitriilikertakäyttökäsine	WS indigo	Kontaminoitumisen estäminen
ATP	UltraSnap	RLU-mittauksien mittaustuikko
Jääkaappi		ATP-näytepuikkojen kylmäsäilytys
Luminometri	Hygiena SystemSU-RE plus	RLU-mittauksiin
Hygicult TPC	Aidian	Kasvukykyisten mikrobien viljelypuikko
Sekuntikello		Tarvittavien aikojen mittaus: rannekello/älypuhelin
Spektrofotometri	Minolta CM-26dG	Värimittaukset
Digijärjestelmäkamera	Canon EOS 7D	Tutkimuskappaleiden kuvaaminen
Tripod-teline		Kameran 3-jalkainen teline
Valonheitin		1 kW halogeeni, valaistuksen parantaminen kuvauksiin
Stereomikroskooppi	Leica MZ 16	Rasvatunkeuman mittaaminen tutkimuskappaleista
Mikroskoopin valolähde	Leica CLS 150 XE	Mikroskooppikuvan selkeyttäminen valotehon avulla
Mikroskooppikamera	Leica DFC280	Rasvatunkeuman kuvaaminen mikroskoopista

Luettelo ei sisällä puun ja muiden materiaalien työstössä käytettyjä koneita.

## **Liite 5. Tutkimuksessa käytetyt puhdistusmenetelmät.**

### **Tutkimuskappaleiden puhdistaminen tutkimusvaiheessa 1**

*Tahran poisto tutkimuskappaleesta:*

- käytetään puhtaita kertakäyttöisiä suojakäsineitä työn aikana, ei koske siivouspyyhkeen likaisia pintoja
- kostutetaan kertakäyttöiset siivouspyyhkeet käyttäen liuosta, jossa on KV yleispuhdistusainetta (käyttöliuos pH 7,5) 2,0 ml/1 litra käyttäen kädenlämpöistä vettä ja annosteltuna 30 ml/pyyhe/muovipussi
- puhdistusaineliuoksen imeytymisaika kertakäyttöisiin siivouspyyhkeisiin on 30 minuuttia
- tahra poistetaan ensin kertakäyttöisellä siivouspyyhkeellä:
  - o siivouspyyhe taitellaan niin, että käytettävä pinta on noin samankokoinen kuin mikrokuituisessa siivouspyyhkeessä (jos kertakäyttöinen siivouspyyhe on mikrokuitupyyhettä suurempi, taiteltuna saadaan 6–8 käytettävää pintaa)
  - o pyyhitään tutkimuskappaleessa oleva tahra kertakäyttöpyyhkeen puhtaalla pinnalla yhden kerran "keräävällä" otteella painamalla pintaa kämmensyrjällä
- kostutetaan mikrokuituset siivouspyyhkeet käyttäen liuosta, jossa on KV yleispuhdistusainetta (käyttöliuos pH 7,5) 2,0 ml/1 litra käyttäen kädenlämpöistä vettä ja annosteltuna 30 ml/pyyhe/muovipussi
- puhdistusaineliuoksen imeytymisaika mikrokuituisiin siivouspyyhkeisiin on 30 minuuttia
- siivouspyyhe taitellaan neljään osaan – yhdellä siivouspyyhkeellä pyyhitään yhteensä kaksi koekappaletta:
  - o tutkimuskappale pyyhitään siivouspyyhkeen puhtaalla pinnalla kauttaaltaan noin 30 sekunnin ajan.
  - o pyyhitty tutkimuskappale huudellaan pesuainejäämien poistamiseksi kaksi kertaa mikrokuitupyyhkeellä, joka on kostutettu puhdistusaineliuoksen tavoin puhtaalla vesihohtovedellä.

*Tutkimuskappaleiden ylläpitosiivous koejakson aikana:*

- käytetään puhtaita kertakäyttöisiä suojakäsineitä työn aikana, ei koske siivouspyyhkeen likaisia pintoja
- kostutetaan mikrokuituset siivouspyyhkeet käyttäen liuosta, jossa on KV yleispuhdistusainetta (käyttöliuos pH 7,5) 0,5 ml/1 litra käyttäen kädenlämpöistä vettä ja annosteltuna 30 ml/pyyhe/muovipussi
- puhdistusaineliuoksen imeytymisaika mikrokuitupyyhkeeseen on 30 minuuttia
- siivouspyyhe taitellaan neljään osaan (siivouspyyhkeellä pyyhitään yhteensä neljä tutkimuskappaletta):
  - o tutkimuskappale pyyhitään siivouspyyhkeen puhtaalla pinnalla kauttaaltaan yhden kerran
  - o käännetään pyyhe ja pyyhitään seuraava tutkimuskappale edellä mainitulla tavalla
  - o tämän jälkeen avataan siivouspyyhe ja taitetaan likaantuneet puolet vastakkain
  - o toistetaan pyyhintä kolmannen ja neljännen koekappale kuten tutkimuskappaleissa yksi ja kaksi.

## Tutkimuskappaleiden puhdistaminen tutkimusvaiheessa 2

*Uudet tasokappaleet puhdistetaan ennen tutkimuksen aloittamista seuraavasti:*

- käytetään puhtaita kertakäyttöisiä suojakäsineitä työn aikana, ei koske ta siivouspyyhkeen likaisia pintoja puhdistustyön aikana
- tutkimuskappaleen pinnalta imuroidaan hieno irtolika pehmeällä kalustesuulakkeella
- kostutetaan mikrokuituset siivouspyyhkeet käyttäen liuosta, jossa on KV yleispuhdistusainetta (käyttöliuos pH 7,5) 2,0 ml/1 litra käyttäen kädenlämpöistä vettä ja annosteltuna vettä 30 ml/siivouspyyhe/muovipussi
- puhdistusaineliuoksen imeytymisaika siivouspyyhkeeseen on 30 minuuttia
- siivouspyyhe taitellaan neljään osaan ja siivouspyyhkeellä pyyhitään yhteensä neljä koekappaletta:
  - o tutkimuskappale pyyhitään siivouspyyhkeen puhtaalla pinnalla kauttaaltaan yhden kerran
  - o käännetään siivouspyyhe ja pyyhitään seuraava tutkimuskappale edellä mainitulla tavalla
  - o tämän jälkeen avataan siivouspyyhe ja taitetaan likaantuneet puolet vastakkain
  - o toistetaan pyyhintä kolmannen ja neljännen tutkimuskappaleen osalta kuten tutkimuskappaleissa yksi ja kaksi

*Tahran poisto tutkimuskappaleesta:*

- käytetään puhtaita kertakäyttöisiä suojakäsineitä työn aikana, ei koske ta siivouspyyhkeen likaisia pintoja
- kostutetaan kertakäyttöiset siivouspyyhkeet käyttäen liuosta, jossa on KV yleispuhdistusainetta (käyttöliuos pH 7,5) 2,0 ml/1 litra käyttäen kädenlämpöistä vettä ja annosteltuna 30 ml/pyyhe/muovipussi
- puhdistusaineliuoksen imeytymisaika kertakäyttöisiin siivouspyyhkeisiin on 30 minuuttia
- tahra poistetaan ensin kertakäyttöisellä siivouspyyhkeellä:
  - o siivouspyyhe taitellaan niin, että käytettävä pinta on noin samankokoinen kuin mikrokuituisessa siivouspyyhkeessä (jos kertakäyttöinen siivouspyyhe on mikrokuitupyyhettä suurempi, taiteltuna saadaan 6–8 käytettävää pintaa)
  - o pyyhitään tutkimuskappaleessa oleva tahra kertakäyttöpyyhkeen puhtaalla pinnalla yhden kerran "keräävällä" otteella painamalla pintaa kämmensyrjällä
- kostutetaan mikrokuituset siivouspyyhkeet käyttäen liuosta, jossa on KV yleispuhdistusainetta (käyttöliuos pH 7,5) 2,0 ml/1 litra käyttäen kädenlämpöistä vettä ja annosteltuna 30 ml/pyyhe/muovipussi
- puhdistusaineliuoksen imeytymisaika mikrokuituisiin siivouspyyhkeisiin on 30 minuuttia
- siivouspyyhe taitellaan neljään osaan – yhdellä siivouspyyhkeellä pyyhitään yhteensä kaksi koekappaletta:
  - o tutkimuskappale pyyhitään siivouspyyhkeen puhtaalla pinnalla kauttaaltaan yhden kerran (kesto noin 5 sekuntia), käännetään pyyhkeestä puhdas puoli ja pyyhitään koekappale uudestaan (kesto noin 5 sekuntia) painaen siivouspyyhettä pintaa kohden kohtuullisella voimalla

- o tämän jälkeen avataan siivouspyyhe ja taitetaan likaantuneet puolet vastakkain
- o käännetään pyyhe ja pyyhitään toinen tutkimuskappale edellä mainitulla tavalla

*Tutkimuskappaleiden ylläpitosiivous koejakson aikana:*

- käytetään puhtaita kertakäyttöisiä suojakäsineitä työn aikana, ei koske siivouspyyhkeen likaisia pintoja
- kostutetaan mikrokuituset siivouspyyhkeet käyttäen liuosta, jossa on KV yleispuhdistusainetta (käyttöliuos pH 7,5) 0,5 ml/1 litra käyttäen kädenlämpöistä vettä ja annosteltuna 30 ml/pyyhe/muovipussi
- puhdistusaineliuoksen imeytymisaika mikrokuitupyhkeeseen on 30 minuuttia
- siivouspyyhe taitellaan neljään osaan (siivouspyyhkeellä pyyhitään yhteensä neljä tutkimuskappaletta):
  - o tutkimuskappale pyyhitään siivouspyyhkeen puhtaalla pinnalla kultaaltaan yhden kerran
  - o käännetään pyyhe ja pyyhitään seuraava tutkimuskappale edellä mainitulla tavalla
  - o tämän jälkeen avataan siivouspyyhe ja taitetaan likaantuneet puolet vastakkain
  - o toistetaan pyyhintä kolmannen ja neljännen koekappale kuten tutkimuskappaleissa yksi ja kaksi.

Kaidekappaleesta puhdistetaan sen koko pinta ja puhdistus suoritetaan samoilla menetelmillä, kuin tasokappaleista. Pyyhintään käytettävä aika on pienempi, sillä kaidekappale on tasokappaletta pienempi.

## Kaakkois-Suomen AMMATTIKORKEAKOULU

- 1 *Srujal Shah – Kari Dufva*: CFD modeling of airflow in a kitchen environment. Towards improving energy efficiency in buildings. 2017.
- 2 *Elias Altarriba*: Öljyn leviämisen estimointi arviointitaulukoiden avulla osana operatiivista öljyntorjuntatyötä Saimaalla. 2017.
- 3 *Elina Havia – Jari Käyhkö (toim.)*: Fotoniikkasensori- ja korkean teknologian kuvantamisen demonstrointi metsäbiojalostamon hallintaan (FOKUDEMO). 2017.
- 4 *Justiina Halonen – Emmi Rantavuo – Elias Altarriba*: Öljyntorjuntakoulutuksen ja -osaamisen nykytila. SCAROIL-hankkeen selvitys öljyntorjunnan koulutustarpeista. 2017.
- 5 *Veli Liikanen – Arto Pesola*: Physical fun: exercise, social relations and learning in SuperPark. 2018.
- 6 *Timo Hantunen – Petri Janhunen (toim.)*: Sote-alan videoneuvottelujärjestelmien käytettävyys ja käyttöönotto. 2018.
- 7 *Pekka Turkki*: Selluloosa ja selluloosajohdannaiset elintarvikkeissa. 2018.
- 8 *Elias Altarriba – Minna Pelkonen – Jukka-Pekka Bergman*: Laadullinen tapaus-tutkimus opetusresurssien nopean ja voimakkaan vähenemisen vaikutuksista korkeakouluopetukseen. 2018.
- 9 *Sari Tuuva-Hongisto*: Nuorten syrjäytyminen ja alueellisen eriytymisen vähentäminen. Tutkimuskirjallisuuteen ja –raportteihin pohjautuva kartoitus. 2019.
- 10 *Susan Eriksson*: Digitalisaatio nuorisotyön opetuksessa. 2019.
- 11 *Susan Eriksson – Sari Tuuva-Hongisto*: Nuorisotyön digitalisaatio 2030. ”Meidän tulisi osata tarjota nuorille työkaluja maailmaan, jota me emme vielä itse tunne.” 2019.
- 12 *Susan Eriksson*: Digital applications in youth employment services. 2019.
- 13 *Hilla Sumanen – Jaakko Harkko – Jouni Lahti – Eeva-Leena Ketonen – Olli Pietiläinen – Anne Kouvonen*: Nuorten työntekijöiden työkyky ja työterveyshuollon palvelujen käyttö. 2020.
- 14 *Marja Moisala (toim.)*: Paikkariippumattomuus nuorten tulevaisuuden palveluissa maaseudulla. 2020.
- 15 *Hilla Sumanen*: Experiences and impacts of the post critical incident seminar among rescue and emergency medical service personnel. 2020.



- 16 *Marja-Liisa Neuvonen-Rauhala (ed.):* XAMK BEYOND 2020. At Your Service – Business Development, Co-operation and Sustainability. 2020.
- 17 *Mikhail Nemilentsev, Jarmo Kujanpää & Jan Kettula (eds.):* Research on current and development needs in the automotive and motorsport industry. 2021.
- 18 *Vesa Tuomala:* Maritime cybersecurity. Before the risks turn into attacks. 2021.
- 19 *Jaana Poikolainen, Vappu Myllärinen & Ilari Salomaa (eds.):* Mentoring needs in theory and practice. 2021
- 20 *Hilla Nordquist (toim.):* MENTALFIREFIT: Tutkimusta mielenterveydestä ja jälkipurkukäytännöistä pelastusalalla. 2021.
- 21 *Marja-Liisa Neuvonen-Rauhala – Cai Weaver (eds.):* XAMK BEYOND 2021. Sustainable Development and Social Responsibility. 2021.
- 22 *Marja-Liisa Neuvonen-Rauhala – Cai Weaver (eds.):* XAMK BEYOND 2022. Impacts. 2022.
- 23 *Ilkka Vanttaja, Mikko Nykänen ja Eetu Huttunen:* Materiaalia lisäävän valmistuksen laitteet ja sovellukset alueellisessa teknologiaklusterissa. 2022.
- 24 *Elias Altarriba (toim.):* Meriliikenteen päästövähennysratkaisut. MEPTEK-hankkeen loppuraportti. 2022.
- 25 *Matti Kilpiäinen, Kai Möller, Tarja Andersson & Pirjo Jokinen:* Pintakäsittelimättömän puupinnan puhdistettavuus. Puusta hyvinvointi-innovaatioita. 2023.



Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu