

PASSIIVISEN PIHKAN KERUUN KANNATTAVUUS
METSÄNOMISTAJILLE

Mikko Sairanen

Opinnäytetyö

Metsätalous
Metsätalousinsinööri (AMK)

2022

Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri (AMK)

Tekijä	Mikko Sairanen	Vuosi	2022
Ohjaaja	Jussi Soppela		
Toimeksiantaja	Lapin AMK		
Työn nimi	Passiivisen pihkan keruun kannattavuus metsän omistajille		
Sivumäärä	36		

Passiivisen pihkan kerääminen Suomessa on hyvin pienimuotoista. Kysyntää pihkalle on tarjontaa enemmän. Pienen tarjonnan takia yritykset joutuvat ostamaan pihkaa ulkomailta. Osasyitä kotimaisen tuotannon pienuudelle ovat tietämättömyys pihkan keruun tuottavuudesta sekä pihkan löytymisen epävarmuus. Pihkan kerääminen vaatii laajoja alueita ja niiden hyvää tuntemusta sekä metsänomistajan luvan. Lisäksi pihkaa kerätessä on osattava tunnistaa potentiaaliset pihkankerukohteet.

Tämän työn tarkoituksena on selvittää keräyksen kannattavuutta metsänomistajille ja lisätä työn tehokkuutta tehostamalla passiivisen pihkan muodostumista puita vaurioittamalla. Työn pohjalta saadaan käsitys pihkan keruun kannattavuudesta sekä alustavia ohjeita puiden vioittamiseen pihkantuotannon lisäämiseksi.

Tutkimus toteutettiin keräämällä pihkaa vaurioitetuista ja vaurioittamattomista kuusista. Lisäksi työtä varten vaurioitettiin puita ajankäytön selvittämiseksi. Aineisto kerättiin pihkan keruuta varten perustetulta koealalta, josta on jo aiemmin kerätty aineistoa vastaavaa tutkimusta varten. Aiemmin kerätty aineisto yhdistettiin tätä tutkimusta varten kerätyn aineiston kanssa. Tuloksia käsiteltiin tekemällä kuvaajia, joissa vertailtiin havaintojen yhteyttä toisiinsa korrelaatiokerrointa hyödyntäen.

Tulokset osoittavat pihkan keruun olevan kannattavaa toimintaa. Puiden vaurioittaminen ei tulosten perusteella ole kannattavaa taloudellisesti. Tuloksista voidaan todeta puiden vaurioittamisen hidastavan pihkan keräämistä ja tällä tavoin vähentävän keruun kannattavuutta. Tuloksien pohjalta muodostettiin kriteerit pihkan muodostumista varten tehtäville vaurioille.

Pihkan keräämisen kannattavuus riippuu monesta tekijästä. Tärkeintä on kerätä mahdollisimman paljon pihkaa annetussa ajassa kannattavuuden parantamiseksi. Puiden vaurioittaminen ei suoraan paranna pihkan keräyksen tuottavuutta, mutta helpottaa myöhemmin samalta alueelta pihkaa kerätessä pihkan löytymistä.

Avainsanat luonnontuotteet, metsien monikäyttö, metsänomistus, pihka

Forestry
Forestry Engineer

Author	Mikko Sairanen	Year	2022
Supervisor	Jussi Soppela		
Commissioned by	Lapland University of Applied Sciences		
Subject of thesis	Profitability of passive resin collecting for forest owners		
Number of pages	36		

Collecting resin passively is in small scale in Finland. The demand for passive resin is higher than supply. Because of the limited supply of resin, Finnish companies need to import resin from abroad. Factors explaining the limited scale of passive resin production in Finland includes lack of knowledge about its profitability and the uncertainty of finding good resin deposits. To collect resin, the collector needs to be able to identify potential resin collecting areas. In addition, collecting resin requires large areas and knowledge of the area.

This thesis analyses the profitability of collecting resin passively. Secondly, this thesis studies the possibilities of increasing the efficiency of resin collection by damaging trees. The thesis provides a base to understand the profitability of resin collecting, and basic instructions on damaging trees to increase resin production.

The research was carried out by collecting resin from damaged and undamaged trees. Secondly, trees were purposely damaged to measure the time needed to make damages. The research data was collected from a test area, which had been founded for a similar experiment. Previously collected data was used and combined with the data from the test area. The results were handled by making graphs from the data and inspecting them by using correlation to find out relationships between different variables.

The results of the study indicate that collecting resin is profitable. However, damaging trees is not profitable in light of the results. The results show that damaging trees slows down resin collection, which decreases profitability. The criteria for making damages were based on the results of the study.

The profitability of collecting resin depends on several separate factors, which are not always interdependent. However, it is, above all, important to collect as much resin as possible in the given time to increase the profitability. In the light of the results, damaging trees cannot be advised. However, damaging trees decreases the time needed to locate resinous trees when collecting resin from the same areas again.

Key words forest ownership, multipurpose use of forests, natural products, resin

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	KUUSEN PIHKA	7
2.1	Pihkan koostumus	7
2.2	Pihkan käyttö kansanparannuksessa	8
2.3	Pihkan käyttö ja markkinat	9
2.4	Pihkan keräyksen historiaa	10
2.5	Pihkan keräykseen soveltuvia paikkoja.....	11
2.6	Keräysmenetelmät	12
3	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	14
3.1	Vioitusta varten perustettu koeala.....	14
3.2	Vuonna 2019 kerätty aineisto	16
3.3	Pihkan keräys koealoilta	17
3.4	Puiden vioittaminen	18
3.5	Aineiston käsittely	19
4	TULOKSET.....	20
4.1	Kuusikkokummulta kerätyt tulokset.....	20
4.2	Pitkäsuvannolta kerätyt tulokset	20
4.3	Vioitusten tekeminen.....	21
4.4	Vinsanlatolta kerätyt tulokset	22
4.5	Pihkan roskaisuus.....	24
5	TULOSTEN TARKASTELU	26
5.1	Vaurion syvyyden merkitys kerätyn pihkan määrään	26
5.2	Vaurion pituuden merkitys kerätyn pihkan määrään	27
5.3	Keräykseen käytetyn ajan merkitys	28
5.4	Roskaisuus ja sen vähentäminen	28
5.5	Yhteenveto ja tuoton laskeminen.....	30
5.6	Tuoton laskemisen kaava	32
5.7	Johtopäätökset	33
6	POHDINTA	35
	LÄHTEET.....	37

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan passiivisen pihkan keräyksen kannattavuutta metsänomistajalle. Metsien monikäytölle ollaan etsimässä lisää vaihtoehtoja entisten rinnalle. Pihkan kerääminen passiivisesti on hyvä tapa lisätä metsien monikäyttöä lisäämällä puusta saatavaa hyötyä. Passiivista pihkaa keräämällä on mahdollista saada lisätuloja puista alueilla, joilla metsänhoidolliset toimenpiteet ovat rajoitettuja tai metsästä saatavat tulot ovat heikkoja.

Ihminen on hyödyntänyt puun pihkaa monin eri tavoin jo kauan aikaa sitten. Kuitenkin monet pihkan aiemmat käyttötarkoitukset on korvattu uudemmilla ja tarkoitukseen paremmin soveltuvilla aineilla. Tämän myötä pihkan keräys on vähentynyt ja keräämisen taito lähes unohtunut. Metsänomistajan on mahdollista saada puun sivutuotteista kuten pihkasta lisätuloja. Passiivisen pihkan kerääminen varovaisesti elinvoimaisista kuusista, joilla on hyvä nestevirtaus voi tuottaa puutulojen lisäksi myös pihkatuloja. Pihkan löytyminen on kuitenkin epävarmaa ja vaatii hyvää paikkatuntemusta.

Kasvanut kiinnostus luonnontuotteita kohtaan ja pihkan lääkinällinen hyväksyntä ovat lisänneet pihkan kysyntää markkinoilla. Kysynnän kasvun mukana raaka-aineen tuotanto ei ole kuitenkaan kasvanut. Tutkimalla pihkan keräyksen kannattavuutta saadaan lisää tietämystä keruun kannattavuudesta, joka voi parantaa raaka-aineen tuotantoa. Yrityksien raaka-aineen saanti on välillä heikkoa, joten tieto keräämisen kannattavuudesta voi lisätä pihkan tuotantoa lisätulojen toivossa olevien metsänomistajien keskuudessa. Pihkan keräyksestä on tehty vain vähän tutkimuksia, joten kaikki aiheeseen liittyvä lisätutkimus tulee tarpeeseen.

Opinnäytetyössä tutkitaan passiivisen pihkan keruun kannattavuutta selvittämällä, kuinka paljon pihkan keräyksestä saa tuottoa. Tutkimuksessa selvitetään, onko puiden tahallinen vaurioittaminen pihkan erittymisen lisäämiseksi kannattavaa ja minkälaisia vaurioiden tulisi olla, jotta niiden tekeminen olisi taloudellisesti kannattavaa ja järkevää. Aihe voi herättää mielenkiintoa luonnontuotteista

kiinnostuneiden parissa, koska pihkan ja siitä valmistettujen tuotteiden kysyntä on ollut nousussa. Tutkimuksen tavoitteena on vastata seuraaviin kysymyksiin:

- Onko pihkan kerääminen taloudellisesti kannattavaa?
- Voidaanko puun passiivisen pihkan tuotantoa edistää vaurioittamalla puita?
- Kuinka pihkaa on kerättävä, jotta se olisi kannattavaa?

Tutkimuksen tuloksena saadaan tietoa vaurioiden merkityksestä pihkan muodostumiseen, tapoja pihkan keräyksen tuottavuuden parantamiseen sekä käsitys keräykseen kuluvasta ajasta. Nämä asiat yhdistämällä saadaan selvitettyä pihkan keräämisen tuotto metsänomistajalle.

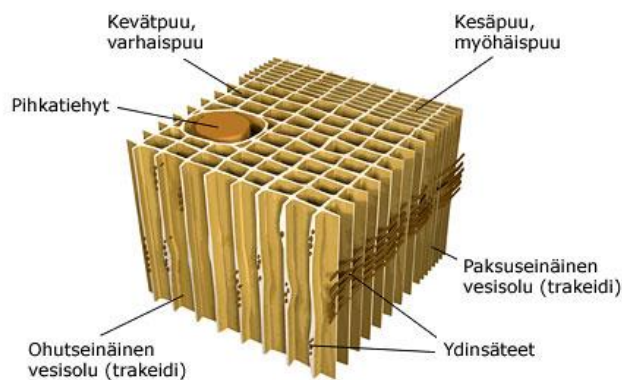
Opinnäytetyön toimeksiantajana on Lapin AMK ja opinnäytetyö on osa Agroforestry in Barents region -hanketta. Hankkeen tarkoituksena on tutkia ja kehittää metsien monikäyttöä pohjoisilla alueilla. Hankkeessa kehitetään uusia tapoja monipuolistaa metsien hyödyntämistä yhdistelemällä useampia eri metsienkäytön ratkaisuja. Tämä työ kattaa hankkeen pihkaan liittyvän osuuden.

Tärkeimpiä lähdekirjallisuuksia työssä ovat olleet Harri Metsälän vuonna 2001 julkaisema Pihka-kirja sekä Helena Pahkalan ja Janne Jokiahon opinnäytetyöt vuodelta 2010. Opinnäytetyössä on esitetty tulokset ja tulosten tarkastelu erikseen, jotta niiden tulkitseminen olisi helpompaa.

2 KUUSEN PIHKA

2.1 Pihkan koostumus

Pihka on havu- ja lehtipuissa tavattava uuteaineryhmä, joka liukenee tiettyihin orgaanisiin liuottimiin. Pihkaa muodostuu puun aineenvaihdunnan sivutuotteena, jota esiintyy puun pihkasolujen sisällä (Kuvio 1) ja pihkasolujen välisissä pihkatiehyissä. (Metsälä 2001, 3.) Pihkat koostuvat yleensä sekundaarisista aineenvaihduntatuotteista, jotka eivät osallistu kasvin pääasialliseen aineenvaihduntaan. Pihkaa muodostuu esiasteeksi ja varastoituu kasvin rakenteisiin sekä puun vaurioituneelle alueelle. Pihkan tehtävä on suojata puun vaurioaluetta kasvi-taudeilta ja tuholaisilta. (Kosonen 2018, 3–4.)



Kuvio 1. Havupuun solurakenne (Pro Puu -keskus 2022)

Kosonen (2018, 9) toteaa Sjöströmiin (1989) viitaten puussa olevan tylppy- ja parenkyymisoluja, joihin puu varastoi ylimääräisiä yhteyttämistuotteita latvasta ja oksista. Parenkyymisoluihin yhteyttämistuotteet muuttuvat vahoiksi ja rasvoiksi, joiden yhdistettä kutsutaan fysiologiseksi pihkaksi. (Kosonen 2018, 9.) Fysiologisessa pihkassa ei ole hartsihappoja ja monoterpenteenejä. Puun vaurioituessa ensimmäisen 3–4 viikon aikana puusta valuu fysiologista pihkaa, jonka jälkeen alkaa patologisen pihkan valuminen. (Metsälä 2001, 8.)

Sydänpuussa, kuoressa ja havupuiden pihkatiehyissä (Kuvio 1) kulkevaa uutetta kutsutaan patologiseksi pihkaksi. Puu alkaa vaurioituessa erittämään vauriokohdan patologista pihkaa 3–4 viikon jälkeen vaurion muodostumisesta (Metsälä

2001, 8). Patologisen pihkan tehtävä on suojata puuta ja sen ydintä mikrobien ja hyönteisten aiheuttamilta vaurioilta. Patologinen pihka koostuu fenolisista yhdisteistä ja terpenoideista, joita edustavat monoterpeenit ja diterpenoidit. (Kosonen 2018, 9.)

Puun vaurioituessa puuta suojaava kallus- eli haavasolukko alkaa muodostamaan haavan päälle suojaavaa kerrosta. Kallussolukko alkaa erittämään kalluspihkaa haavan suojaksi. Kalluspihka koostuu 4-hydroksikanelihaposta, lignaaneista ja lignaanien estereistä. Kallus- ja patologisen pihkan koostumukset eroavat toisistaan lähes täysin. (Kosonen 2018, 9–10, 24.)

2.2 Pihkan käyttö kansanparannuksessa

Pihkan lääkinnälliset vaikutukset on tunnettu jo hyvin kauan. Muinoin pihkasta valmistettiin hartsisuitsukkeita, joilla on desinfioiva vaikutus. Hartsisuitsukkeita käytettiin suojakeinona ruttoa vastaan renessanssiaikana, jolloin pihkan lääkinnällinen käyttö oli Keski-Euroopassa huipussaan. (Metsälä 2001, 62.) Suomessa pihkaa on käytetty kotilääkinnässä haavojen, pykimien sekä ajosten desinfiointiin ja hoitoon. Lapissa pihkalla hoidettiin tulehtuneita haavoja sulattamalla pihkaa poron tai lampaan laardin ja voin sekoitukseen tai sian laardiin (Cederberg 2019).

Pihkasta valmistetuilla salvoilla (Kuvio 2) parannettiin haavoja ja vedettiin tikkuja pois sormista. Hammassärlyn lieventämiseksi hampaan reikiin painettiin pihkaa (Metsälä 2001, 63). Pihkaa pureskeltiin purukumin tavoin hampaiden puhdistamiseksi jo kivikaudella (Karvonen 2021). Pihkaa on höyrystetty esimerkiksi heittämällä sitä kiukaalle, ja tätä höyryä on hengitetty yskänlääkkeenä (Metsälä 2001, 62–63).



Kuvio 2. Kuusenpihkasalva (Kummala 2019)

2.3 Pihkan käyttö ja markkinat

Nykyään pihkasta valmistetaan monipuolisia kosmeettisia valmisteita, joita voidaan käyttää erinäisten vaivojen hoidossa (Tikkanen 2019). Lääketeollisuudessa pihkasta valmistetaan erinäisiä pihkavoiteita haavojen hoitoon (kuvio 3). Käyttö lääketieteellisenä raaka-aineena on todistettu kliinisissä ja in vitro -kokeissa (Repolar 2022). Luonnontuotteena pihka soveltuu eläinten haavojen hoitoon (Havuka 2022).



Kuvio 3. Abilar-pihkasalva

Pihkan tuoksuvia yhdisteitä hyödynnetään hajusteteollisuudessa. Kovettunutta pihkaa eli hartsia hangataan jousisoittimien jousiin soinnin aikaansaamiseksi

(Palomäki 2014, 79). Maaliteollisuudelle pihkasta valmistetaan tärpättiöljyä (Niemi 2012, 99) ja kemianteollisuudelle raaka-aineita (Pitkänen 2011).

Kotimainen pihkantuotanto on liian vähäistä kysyntään nähden, joten sitä joudutaan tuomaan ulkomailta (Karvonen 2021). Suomessa pihkaa kerätään muutama tuhat kiloa pihkaa vuodessa. Tavoitteena olisi kerätä ainakin kymmenenkertainen määrä nykyiseen tuotantoon nähden. Suurimpia pihkan käyttäjiä ovat luonnon- tuote- ja kosmetiikkateollisuus. (Kettumäki 2020.)

2.4 Pihkan keräyksen historiaa

Pihkan keruumenetelmät ovat tuhansia vuosia vanhoja. Pihkomistuotteet olivat tunnettuja jo Vanhan Testamentin aikana. Vuonna 300 eKr. kreikkalainen filosofi Theofrastos kuvasi pihkan valutusta tarkemmin. Antiikin aikana roomalaiset kutsuivat Etelä-Ranskassa asuneita kelttiläisiä pihkojiksi, koska he olivat tunnettuja pihkanjalostustaidoistaan. Etelä-Ranska toimi antiikin aikana pihkan jalostamisen keskuksena, kunnes paikallinen teollisuus hävitettiin vuonna 407. (Metsälä 2001, 29.)

Pahkala (2010, 7) on todennut Väreeseen (2008) viitaten vanhoista almanakoista löytyneen kirjoituksia pihkasta ja vuoden 1757 neuvokirjoituksessa kuvattiin pihkan keruun ja hartsin valmistuksen olevan lähes elinkeino. Pahkalan (2010, 7) mukaan Väre (2008) toteaa, että siihen aikaan oli kehitetty pihkan keruuseen sopivat työtavat ja -välineet. (Pahkala 2010, 7.)

Suomessa ja Skandinavian alueella pihkan kerääminen juoksuttamalla on ollut tuntematonta, joten pihkaa on kerätty kiinteänä puun rungolta (Metsälä 2001, 58). Ensimmäisen maailmansodan aiheuttamana pula-aikana Suomessa oli poltto- ja voiteluaineista puutetta, jolloin pulaa vastaan käynnistettiin pihkankeruukampanja, jossa pihkaa kerättiin yli 800 000 kiloa vuoden aikana. Jatkosodan aikana rintamamiehet keräsivät pihkaa paperiteollisuuden tarpeisiin puhdetyönä. (Nykänen 2006, 6.)

2.5 Pihkan keräykseen soveltuvia paikkoja

Aiemmin on tiedetty aurinkoisilla mäkirinteillä kasvavien kuusien tuottavan paremmin pihkaa kuin varjoisassa kasvavat korpikuuset. Oksaiset puut tuottavat enemmän pihkaa verrattuna oksattomiin puihin. (Blomqvist 1894, 6.) Kuusella pihkan määrään vaikuttaa puun koon ja iän lisäksi puun elinvoimaisuus ja siihen liittyvät ominaisuudet (Kuvio 4). Eniten pihkaa saa yli 20 senttimetrin rinnankorkeusläpimitaltaan olevista ja Pahkalan (2010, 29) mukaan noin 100–150-vuotiaista puista (Jokiaho 2010, 28). Vaikka järeä ja elinvoimainen kuusi tuottaa parhaiten pihkaa, voivat puukohtaiset erot pihkan tuotannossa olla merkittäviä (Metsäkeskus 2022, 2).



Kuvio 4. Pihkan valuntaan vaikuttavia tekijöitä (Pirinen 2021, 60)

Pihkan juoksutus hidastuu alle 14 °C:ssa ja loppuu kokonaan alle 7 °C:ssa. Kylminä kesinä pihkantuotto voi jäädä lämpimiä kesiä pienemmäksi. Voidaan myös olettaa, että Etelä-Suomessa pihkasaannot ovat suurempia Pohjois-Suomeen verrattuna pidemmän kasvukauden sekä parempien lämpöolojen vaikutuksesta. (Jääskeläinen, Niemi & Turtiainen 2019, 35.)

Puun järeys on yhteydessä kasvupaikkaluokkaan, sillä ravinteikkaimmilla kasvupaikoilla puusto on keskimääräistä järeämpää. Parhaiten pihkaa löytää lehtomaisen ja tuoreen kankaan vanhoista metsiköistä. (Pahkala 2010, 22, 24.) Parhaita pihkasaantoja saadaan hyväkasvuisista, iän sekä läpimitan mukaan

uudistuskypsistä männiköistä ja kuusikoista. Kasvupaikan suhteen hyviä valutuskohteita Pohjois-Suomessa ovat tuoreiden tai lehtomaisten kankaiden kuusikot. (Jääskeläinen ym. 2019, 35.)

2.6 Keräysmenetelmät

Pihkasta käytetään kahta eri termiä keräystavan mukaan: aktiivinen ja passiivinen pihka. Aktiivinen pihka tarkoittaa pihkaa, jota varten puun runkoa on tarkoituksellisesti vahingoitettu pihkan muodostumisen nopeuttamiseksi (Kuvio 5). Aktiivista pihkaa kerätään yleensä männystä. (Niemi 2012, 136.)



Kuvio 5. Aktiivisen pihkan valutusta varten tehty kalanruotokuvaio (Hammar 2013)

Passiivinen pihka tarkoittaa pihkaa, joka on kerätty puun rungolle luonnollisesti syntyneistä vauriokohdista ja sitä kerätään yleensä kuusesta (Niemi 2012, 136). Passiivisen pihkan keruu on aktiivisen pihkan keruuta helpompaa, eikä erikoisia työkaluja tarvita. Passiivisen pihkan keruuta voi suorittaa ympäri vuoden. (Simonen 2013, 47.) Oikein tehtynä passiivista pihkaa kerätessä runkoa ei tarvitse vaurioittaa (Niinimaa 2020). Pihkan keruuta voidaan edistää vahingoittamalla puiden runkoja tarkoituksellisesti (Kuvio 6).



Kuvio 6. Puun runkoon tehty vaurio pihkan muodostumisen edistämiseksi

Puun runkoon tehdään 3–6 senttimetriä paksuja aisauksia 2–4 kohtaan rungon paksuudesta riippuen. Pihka kerätään aisauksista teräaseella kaapimalla aisauksien alla olevaan keruuastiaan. (Metsälä 2001, 58.) Puuta vaurioittamatta pihkaa voidaan kerätä kirvestä tai vesuria käyttäen (Niemi 2012, 98).

Hyviä paikkoja passiivisen pihkan keräykseen ovat soiden ja aukkojen reunat, joissa lumen paino aiheuttaa oksarepeämiä ja muita vaurioita. Repeytyessään oksa voi jättää pitkiä halkeamia runkoon, joihin pihkaa alkaa muodostumaan. Harvennushakkuukohteilla metsäkoneiden vaurioittamista puista voi löytyä pihkoittuneita runkoja. (Heikkinen & Veikkolainen 2018, 5.)

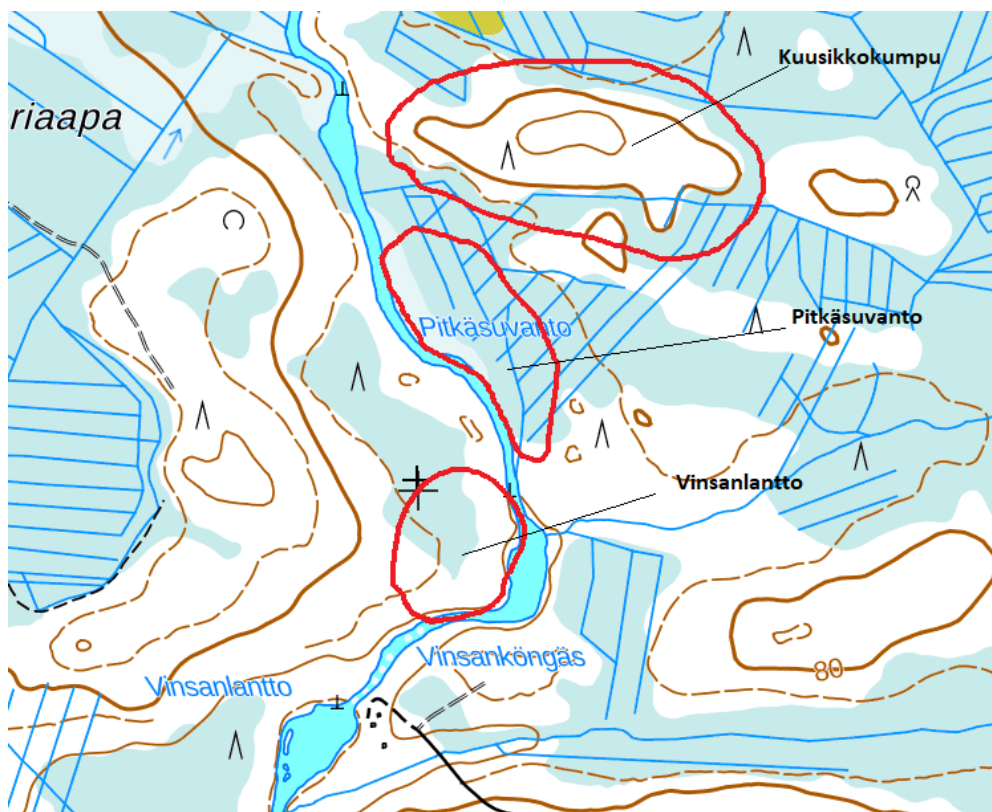
Jääskeläinen ym. (2018, 36) ovat todenneet Huuskoon ym. (2018) viitaten tällaisia kohteita olevan

”esimerkiksi aikaisemmin ojitetut, nykyään ojituskelvottomat, kitu- ja joutomaan suot, joilla ei ole metsätaloudellista merkitystä. Näillä alueilla kasvavat iäkkäät kuusikot ovat usein pihkaisia, ja ne voidaan hyödyntää pihkan tuotannossa. Tällä tavoin voidaan kasvattaa alueen taloudellista arvoa. Puita voidaan vahingoittaa esimerkiksi metsäkoneella, mikäli alueen lähitöllä on käynnissä olevia hakkuita. Tämä säästää aikaa ja vaivaa käsin tehtyihin vaurioihin nähden.” (Jääskeläinen ym., 2018, 36.)

3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

3.1 Vioitusta varten perustettu koeala

Tutkimusta varten on perustettu vuonna 2019 koealoja (Kuvio 7), joissa puihin on tehty pienimuotoisia vaurioita. Koealat on nimetty Vinsanlantoksi, Pitkäsuvanoksi ja Kuusikkokummuksi. Koealojen tarkoituksena on simuloida puihin luontaisesti muodostuvia vaurioita, ja tutkia vaurioiden merkitystä passiivisen pihkan määrään. Koepuuyksilöiksi on valittu läpimitan ja kasvukunnon perusteella kuitupuuluokkaan meneviä runkoja, joiden halkaisija on 7–20 senttimetriä. Kasvukunto on määritetty silmämääräisesti tarkastelemalla latvuksen elinvoimaisuutta. Valituista puista on mitattu ja kirjattu rinnankorkeusläpimitta ja pituus. Puista numero 5, 15 ja 25 on määritetty puun ikä kairaamalla vuosirengasnäyte.



Kuvio 7. Koealat kartalla (Maanmittauslaitos 2022)

Koealat sijaitsevat Rovaniemen Hirvaalla Ternujoen varrella. Alueiden rajat on merkitty etelä- ja pohjoisreunoista kahdella sinisellä kuitunauhalla kuusten runkojen ympäri. Koealojen kulmapisteiden GPS-koordinaatit on määritetty.

Vaurioitettut puut on merkitty sinisellä kuitunauhalla rungon ympäri. Puihin on kiinnitetty vanerinen tunnistelaatta, johon on merkitty puun tunnistamista varten tehty kirjain- ja numerokoodi sekä koealueen perustamisvuosi. Kirjainosa on muotoa PITSUPI tai VINSLAPI koealasta riippuen; sen perässä on juokseva kaksinumeroinen numerosarja alkaen luvusta 01 ja päättyen lukuun 30.

Koealan kokonaispinta-ala on noin 17 hehtaaria, jonka sisälle on rajattu 30 ympyräkoealaa, joiden säde on 7,98 metriä. Ympyräkoealojen välit on pyritty pitämään 40 metrissä. Koealat on merkitty puisella, alle metrin korkuisella keskuspaalulla, jonka yläosaan on merkitty koealan numero. Koealan koordinaatit on kohdistettu kunkin ympyräkoealan keskipisteeseen. Ympyräkoealat on pyritty sijoittamaan tasaisesti metsikkökuviolle, jotta saataisiin edustava kuva metsäalueen pihkan tuotosta. Ympyräkoealojen kehät on merkitty maastoon sinisellä kuitunauhalla ja pihkaiset puut keltaisella kuitunauhalla rungon ympäri kesällä 2019.

Ympyräkoealoilta on määritetty puuston pohjapinta-ala, yli 3 metristen kuusten määrä, alle 3 metristen kuusten määrä, muiden puulajien määrä, yli 3 metristen kuusten pituus ja läpimitta ($d^{1.3}$ cm), pihkaisten kuusten määrä, pihkattomien kuusten määrä, kuusten pituuden ja läpimitan mediaanit, pihkaisen mediaanikuusen ikä ja pihkattoman mediaanikuusen ikä. Ikä on määritetty vuosilustokairausmenetelmällä.



Kuvio 8. Puun vioittaminen koveltimella

Puihin on tehty yhdestä kuuteen yksittäistä vauriota kouruveitsellä eli koveltimella (kuvio 8). Vaurioiden pituudet vaihtelevat 17–56 cm välillä. Puiden pituuden lisäksi on määritetty vaurion syvyys ja kuoren paksuus.

3.2 Vuonna 2019 kerätty aineisto

Ympyräkoealoilta kerättiin havaittavissa oleva passiivinen pihka 6.8.–17.9.2019 välisellä ajanjaksolla kolmen päivän aikana. Pihkaa kerättiin enintään kahden metrin korkeudesta, jotta se olisi metsänomistajalle realistinen korkeus ottaa talteen passiivista pihkaa. Välineinä käytettiin pokaraa eli lastauspiikkiä, muovipullostaa valmistettua suppiloa sekä uudelleen suljettavia litran ja kahden litran kokoisia muovipusseja (Kuvio 9). Työn suoritti kaksi henkilöä.



Kuvio 9. Pihkan keräyksessä käytettyjä välineitä

Koealoilta kerättiin yhteensä 3114 grammaa pihkaa kyseisen ajanjakson aikana yhteensä 128 vaurioitettusta puusta. Kaikista vaurioitetuista puista on otettu ylös puustotunnukset. Keräykseen tai vioitukseen kulunutta aikaa ei ole otettu ylös. Tässä työssä näistä tiedoista hyödynnetään puustotunnuksia, jotka yhdistetään myöhemmin kerätyn aineiston kanssa. Yhdistämällä nämä kaksi eri aineistoa

saadaan selvitettyä puukohtaisesti pihkan määrä ja keräykseen kuluva aika puukohtaisesti.

3.3 Pihkan keräys koealoilta

Koealoilta kerättiin pihkaa uudelleen 28.–4.3.2022 välisenä ajanjaksona. Pihka kerättiin aiemmin merkityistä puista. Aiemmin merkittyjen puiden lisäksi pihkaa kerättiin kymmenestä merkitsemättömästä puusta, jotka sijaitsevat Kuusikkokunnan koealalla. Puut, joista pihkaa kerättiin, merkittiin oranssilla kuitunauhalla, johon kirjoitettiin tunnukseksi M (Mikko) ja juokseva numerointi 10:een asti (Kuvio 10). Tunnuksen lisäksi kuitunauhaan kirjoitettiin puun läpimitta.



Kuvio 10. Kuusikkokummulla sijaitsevan puun merkkaustapa

Koealoilta kerättiin pihkaa yhteensä 32:sta eri puusta. Pihka kerättiin jokaisesta puusta omiin pusseihinsa, joihin sisällytettiin puun tunnistetiedot. Pihkan keräämiseen kuluva aika otettiin ylös puukohtaisesti. Pihkan keräämiseen käytettiin puukkotaltta. Alueelta otettiin kolme relaskoopikoealaa, joissa on mukana vähintään yksi merkitty puu. Talteen kerätty pihka puhdistettiin koululla. Pihka punnittiin ennen ja jälkeen puhdistamisen roskaisuuden selvittämiseksi.

3.4 Puiden vioittaminen

Samalla ajanjaksolla koelalla voitettiin kymmentä aiemmin vioittamatonta puuta. Vioitusten tarkoituksena oli selvittää vioittamiseen kuluva aika. Vioitetut puut merkattiin oransseilla kuitunauhoilla, joihin kirjoitettiin tunnukseksi MV (Mikon vioitus) ja juokseva numerointi 10:een asti (Kuvio 11). Kuitunauhaan kirjoitettiin tunnuksen lisäksi puun läpimitta ja pituus.



Kuvio 11. Vioitettujen puiden merkintätapa

Puun vioittamiseen käytettiin työhön erikseen valmistettuja pihkarautoja (Kuvio 12). Kuvassa näkyvällä kuoren ohentamista varten käytettävällä raudalla numero 2 ohennetaan kuori ennen varsinaista vioituksen tekemistä. Viillot tehdään kuvassa näkyvällä raudalla numero 1.



Kuvio 12. Pihkaraudat numeroituna.

3.5 Aineiston käsittely

Tutkimuksessa käydään läpi maastosta kerätyn aineiston eli vaurion ominaisuuksien merkitystä kerätyn pihkan määrään. Yhteyttä kerätyn pihkan määrällä ja viiltojen laadulla tarkastellaan taulukkojen perusteella tehtyjen havainnollistavien kaavioiden muodossa sekä kahden muuttujan regressioanalyysia käyttäen.

Tulosten perusteella lasketaan teoreettinen pihkan keräysnopeus minuutti- ja tuntikohtaisesti. Pihkasta saatavat tulot on laskettu euroissa puu- ja koealakohtaisesti sekä koko alalta yhteensä. Aineiston pohjalta laskettujen arvojen paikansäilyvyyttä on testattu laskemalla niiden pohjalta vuonna 2019 tehtyjen maastotöiden ajankulkua ja tuottoa ja arvioimalla näiden tulosten uskottavuutta.

Excelissä taulukoidut tulokset käsiteltiin koealakohtaisesti yhdistämällä maastosta kerätty tieto aiemmin kerättyihin puustotunnuksiin puun tunnistenumeroa hyödyntäen. Puustotunnusten lisäksi puista on otettu ylös puuhun tehtyjen vaurioiden tiedot. Vaurioiden tietoihin kuuluvat vikojen lukumäärä, vikojen pituus, kuoren paksuus ja vian syvyys puuaineksessa.

Koealoilta kerätyistä tuloksista etsittiin yhteyksiä vaurioiden ja pihkan välillä. Tiedoista verrattiin viiltojen määrän, syvyyden ja pituuden merkitystä kerätyn pihkan määrään. Puiden vioitukseen menevää aikaa käytettiin vioitusten tekemisen kannattavuuteen liittyvään laskelmaan.

Tulokset esitetään puukohtaisesti, koealoittain, keskimäärin ja yhteensä. Tulokset on eritelty omiin osioihinsa, jotta niiden yksittäinen tarkastelu olisi helpompaa. Pihkan keräämisen kannattavuutta metsänomistajalle lasketaan kertomalla kerätyn pihkan määrä pihkan oletetulla kilohinnalla. Kilohinta jaetaan tuhannella, jotta tulos saataisiin grammakohtaisesti. Tulos muunnetaan aikamuotoiseksi (minuutti) ja jaetaan työhön kuluneella ajalla, joka kerrotaan 60:llä tuloksen saamiseksi tuntikohtaiseksi (Kaava 1). Kaava esitetään luvussa 5.6.

4 TULOKSET

4.1 Kuusikkokummulta kerätyt tulokset

Kuusikkokummun koealalta pihkaa kerättiin kymmenestä sattumanvaraisesti valitusta puusta, jotka vaikuttivat elinvoimaisilta tai runsaspihkaisilta. koealalta kerätyi pihkaa yhteensä 375 grammaa. Aikaa keräämiseen kului yhteensä 1994 sekuntia eli noin puoli tuntia (Taulukko 1). Keräysaika vaihteli 55:n ja 530 sekunnin välillä. Keskimäärin keräämiseen kului 194 sekuntia eli 3 minuuttia 19 sekuntia. Puukohtainen pihkan saanto vaihteli neljän ja 153 gramman välillä. Keskimäärin pihkaa saatiin 37,5 grammaa puuta kohden.

Taulukko 1. Kuusikkokummulta kerätyt tulokset

M	d 1.3 (cm)	h (m)	pihkan määrä (g)	keräysaika (s)	Pihkaa (g/min)	Pihkaa (g/h)
1	27	17	6	151	2	143
2	16	16	50	320	9	563
3	24	19	10	55	11	655
4	27	16	5	65	5	277
5	16	15	4	235	1	61
6	22	15	10	60	10	600
7	27	19	153	370	25	1489
8	15	15	27	96	17	1013
9	27	14	17	112	9	546
10	20	12	93	530	11	632

Pihkan saanto minuuttikohtaisesti vaihteli yhden ja 25 gramman välillä. Keskimäärin pihkaa saatiin kerättyä kymmenen grammaa minuutissa. Pihkan keräysnopeus tunnissa vaihteli 61:n ja 1489 gramman välillä. Keskimäärin pihkaa kerätyisi 598 grammaa tunnissa.

4.2 Pitkäsuvannolta kerätyt tulokset

Pitkäsuvannon koealalta pihkaa kerättiin yhteensä kymmenestä puusta, joiden lisäksi vaurioitettiin kymmentä uutta puuta koealalla. Epähuomion takia vioitettuja puusta neljä sijaitsee koealan ulkopuolella. Vioitetut puut on merkitty oranssilla kuitunauhalla, johon on kirjoitettu MV (Mikon vioitus) ja juokseva numerointi 10:een asti sekä puun läpimitta ja pituus. Pitkäsuvannolta kerättiin pihkaa

yhteensä 65 grammaa. Keräämiseen kului aikaa 1010 sekuntia eli 16 minuuttia 15 sekuntia. Keräysaika vaihteli 25:n ja 150 sekunnin välillä ollen keskimäärin 101 sekuntia eli 1 minuutti 41 sekuntia (Taulukko 2). Puukohtainen pihkansaanto vaihteli kolmen ja 13 gramman välillä ollen keskimäärin 6,5 grammaa puuta kohden.

Taulukko 2. Pitkäsuvannolta kerättyjä tuloksia

P	d 1.3 (cm)	h (m)	Pihkan määrä (g)	Keräysaika (s)	Vikojen lukumäärä	Vian pituus (cm)	Vian syvyys (mm)	
11	11	10	10	5	95	1	40	0,5
16	12	11	11	6	120	1	50	0,3
18	17	15	15	6	95	2	39	0,4
23	15	13	13	7	110	2	29	0,6
24	17	14,5	14,5	13	150	2	35	0,4
25	16	15,5	15,5	7	110	2	28	0,4
26	15	14,5	14,5	3	130	2	33	0,5
27	14	9	9	5	55	1	30	0,3
29	11	10	10	7	120	1	36	0,4
30	13	11	11	6	25	1	30	0,2

Minuuttikohtaisesti pihkan keräys vaihteli yhden ja viiden gramman välillä ollen keskimääräisesti kolme grammaa minuutissa (Taulukko 3). Tuntikohtainen keräysnopeus vaihteli 50:n ja 320 gramman välillä. Keskimääräinen keräysnopeus oli 155 grammaa tunnissa.

Taulukko 3. Pitkäsuvannolta kerättyjä tuloksia

P	d 1.3 (cm)	h (m)	Vian syvyys puuaineksessa	Vioitusaika	Vioitus ja keräys yht	Pihkan keräys (g/min)	Pihkan keräys (g/h)
11	11	10	0,3	42	137	2	131
16	12	11	0,1	42	162	2	133
18	17	15	0,1	85	180	2	120
23	15	13	0,2	85	195	2	129
24	17	14,5	0,1	85	235	3	199
25	16	15,5	0,1	85	195	2	129
26	15	14,5	0,2	85	215	1	50
27	14	9	-0,2	42	97	3	185
29	11	10	0,1	42	162	3	155
30	13	11	0,0	42	67	5	320

Koska aiemmin puustoon tehtyjen voitusten aikaa ei ole otettu ylös, käytetään tässä laskelmassa itse kerättyjen tulosten pohjalta laskettuja vioitusaikoja (Taulukko 4). Alueella on tehty I-mallisia viiltoja (Taulukko 4), joten yhden viillon tekemiseen kuluvana aikana käytetään 42 sekuntia. Vioitusaika vaihtelee 42:n ja 85 sekunnin välillä ollen keskimäärin 64 sekuntia.

4.3 Vioitusten tekeminen

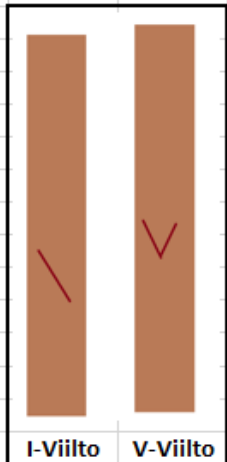
Koelalla tehtyihin vioituksiin kului yhteensä aikaa 1643 sekuntia eli 27 minuuttia 23 sekuntia. Vioitustapoja oli kaksi: yksi viilto eli I-malli ja kaksi viiltoa eli V-malli

(Taulukko 4). Jokaiseen puuhun tehtiin kolme viiltoa eri puolille puuta. Kaikki vioitukset tehtiin siten, että vaurio ylettyy varmasti puuainekseen asti. I-mallisiin vioituksiin kuluva aika vaihteli 90:n ja 167 sekunnin välillä. Keskimäärin I-mallisten viiltojen tekemiseen meni 127 sekuntia. Yhden viillon tekemiseen kuluva aika vaihteli 30:n ja 56 sekunnin välillä. Keskimäärin yhden viillon tekemiseen kului 42 sekuntia. Viiltojen tekemiseen käytettiin puun vioittamista varten tehtyjä pihkarauvoja (Kuvio 12).

V-mallisen viillon tekemiseen kuluva aika vaihteli 118:n ja 354 sekunnin välillä. Eniten aikaa kuluneen puun viiltojen tekemistä hidasti puun jäisyys, joten viiltojen tekeminen oli muita hitaampaa. Keskimäärin V-mallisten viiltojen tekemiseen kului 219 sekuntia. Yhden viillon tekemiseen kuluva aika vaihteli 39:n ja 118 sekunnin välillä. Keskimäärin yhden viillon tekemiseen kului aikaa 73 sekuntia.

Taulukko 4. Pitkäsuvannon koealalla suoritettujen vioitusten tiedot ja vioitustavat

MV	d 1.3 (cm)	h (m)	Aika (s)	Aika / 1 viilto	Viiltotapa
1	19	18	117	39	I
2	35	22	167	56	I
3	21	21	163	54	I
4	33	22	234	78	V
5	22	23	108	36	I
6	29	23	118	39	V
7	13	17	119	40	I
8	32	23	173	58	V
9	18	17	90	30	I
10	32	20	354	118	V
Ka.	21	20	127	42	I
Ka.	32	22	220	73	V
Ka.	25	21	164	55	IV



Keskimäärin viiltojen tekemiseen kului aikaa 164 sekuntia puuta kohden. Yhden viillon tekemiseen kului keskimäärin 55 sekuntia. Sattumanvaraisen puuvalinnan seurauksena V-malliset viillot on tehty paksumpiin puihin kuin I-malliset viillot.

4.4 Vinsanlatolta kerätyt tulokset

Vinsanlaton koealalta kerättiin pihkaa 12:sta jo valmiiksi vaurioitetuista puista. Pihkaa kertyi koealalta yhteensä 360 grammaa ja aikaa kului 3772 sekuntia eli 62 minuuttia 52 sekuntia (Taulukko 6). Puukohtainen pihkansaanto vaihteli kuu- den ja 79 gramman välillä. Keskimäärin pihkaa kertyi 30 grammaa puuta kohden

(Taulukko 5). Keräykseen kuluva aika puukohtaisesti vaihteli 97:n ja 666 sekunnin välillä ollessa keskimäärin 314 sekuntia puuta kohden.

Taulukko 5. Vinsanlaton koealan tuloksia

V	d 1.3 (cm)	h (m)	Pihkan määrä (g)	Aika (s)	Vikojen lukumäärä	Vian pituus (cm)	Vian syvyys (mm)
2	15	15	49	450	6	14,4	4,0
4	11	18	39	381	4	15,3	7,3
6	16	16	79	666	6	14,5	7,0
8	16	17	50	554	6	24,7	6,0
9	12	14	6	97	5	15,2	4,4
10	12	14	9	81	4	15,0	15,0
12	14	17	22	291	4	21,5	6,5
13	15	18	5	65	6	14,7	5,2
14	16	17	26	370	6	16,7	6,0
17	13	17	26	305	3	21,7	3,0
19	16	17	35	312	3	23,7	3,0
20	14	18	14	200	3	13,3	2,7

Koska koealalla tehtyjen voitusten aikaa ei ole otettu ylös, on näissä tuloksissa käytetty aiemmin kerätyn aineiston (Taulukko 4) pohjalta laskettua voitusaikaa. Puiden voitukset (Kuvio 13) ovat I-mallisia, joten oletettu voitusaika vauriota kohden on 42 sekuntia. Puukohtainen voitusaika on laskettu kertomalla edellä mainittu luku voitusten määrällä.



Kuvio 13. I-mallinen viihto

Oletettu voituksiin käytetty aika vaihtelee 85:n ja 255 sekunnin välillä. Keskimäärin voituksiin on kulunut aikaa 177 sekuntia puuta kohden. Yhteensä voitukseen

ja keräykseen kulunut aika vaihteli 150:n ja 921 sekunnin välillä. Keskimäärin vioittamiseen ja keräämiseen on kulunut aikaa 491 sekuntia puuta kohden.

Taulukko 6. Vinsanlaton koealan tuloksia

V	Kuoren paksuus (mm)	Vian syvyys puuaineksessa	Vioitusaika	Pihkan keräys (g/min)	Pihkan keräys (g/h)
2,0	7,3	-3,4	255	4	250
4,0	5,8	1,5	170	4	255
6,0	5,3	1,7	255	5	309
8,0	4,7	1,3	255	4	223
9,0	3,2	1,2	10	3	202
10,0	15,0	1,5	8	6	364
12,0	4,5	2,0	8	4	265
13,0	3,8	1,3	12	4	234
14,0	4,8	1,2	12	4	245
17,0	2,3	0,7	6	5	301
19,0	2,0	1,0	6	7	396
20,0	2,0	0,7	6	4	245

Minuuttikohtainen pihkantuotos puukohtaisesti vaihteli kolmen ja seitsemän gramman välillä. Keskimäärin pihkaa saatiin kerättyä viisi grammaa puuta kohden minuutissa. Tuntikohtainen pihkan tuotos puukohtaisesti vaihteli 202:n ja 396 gramman välillä. Pihkan tuotos tunnissa oli keskimäärin 274 grammaa puuta kohden.

4.5 Pihkan roskaisuus

Pihkan roskaisuus laskettiin punnitsemalla näytteet yksitellen ennen ja jälkeen puhdistamisen. Roskaisuus vaihteli kahden ja 92 prosentin välillä. Eniten roskaa kertyi Pitkäsuvannon koealalta, jolla roskaisuus oli keskimäärin 47 prosenttia. Vähiten roskaa kertyi Kuusikkokummun koealalta, jolla roskaisuus oli keskimäärin kymmenen prosenttia. Vinsanlaton koealan keskimääräinen roskaisuus oli 13 prosenttia (Taulukko 7).

Pitkäsuvannon koealan roskaisuutta selittää pihkan vähäinen määrä. Taulukon perusteella pihkan roskaisuus kasvaa huomattavasti kerätyn pihkan määrän laskeessa. Keräykseen käytetty aika vaikuttaa jossakin määrin pihkan roskaisuuteen, mutta ei yksinään selitä roskaisuuden määrää.

Pitkäsuvannon koealalta kerätty pihka sisältävää hyvin paljon roskaa, koska saanto oli erittäin niukkaa epäonnistuneiden voitusten vuoksi. Vinsanlaton ja Kuusikkokummun koealojen välinen ero on puolestaan vähäinen, koska

vioitukset koealalla olivat onnistuneet ja Kuusikkokummulta keräyspuut valittiin silmämääräisesti.

Taulukko 7. Pihkan roskaisuus koealoittain

P	Pihkan paino ennen puhdistusta	Pihkan paino punnituksen jälkeen	Roskaisuus %	Roskan määrä (g)	Keräysaika (s)
P11	2,4	2	17 %	0,4	95
P16	3,9	2,1	46 %	1,8	120
P18	3,2	1,8	44 %	1,4	95
P23	3,5	2,1	40 %	1,4	110
P24	9,9	4,9	51 %	5	150
P25	3,4	2	41 %	1,4	110
P26	6	0,5	92 %	5,5	130
P27	2,3	1,9	17 %	0,4	55
P29	2,6	1,9	27 %	0,7	120
P30	3,1	2,1	32 %	1	25
V2	45,7	39,4	14 %	6,3	450
V4	35,7	26,7	25 %	9	381
V6	79	69,9	12 %	9,1	666
V8	46,8	40,9	13 %	5,9	554
V9	2,8	2,3	18 %	0,5	97
V10	5,7	4,9	14 %	0,8	81
V12	18,8	17,9	5 %	0,9	291
V13	2,3	1	57 %	1,3	65
V14	22,1	20,8	6 %	1,3	370
V17	22,4	21,5	4 %	0,9	305
V19	31,9	30,5	4 %	1,4	312
V20	15,3	10	35 %	5,3	200
M1	6,50	4,9	25 %	1,60	151
M2	47	44,3	6 %	2,70	320
M3	7	6,3	10 %	0,70	55
M4	5,5	5	9 %	0,50	65
M5	24,9	19,8	20 %	5,10	235
M6	7,6	6,2	18 %	1,40	60
M7	150	147,2	2 %	2,80	370
M8	23,9	20,4	15 %	3,50	96
M9	13,9	9,8	29 %	4,10	112
M10	90,6	76	16 %	14,60	530

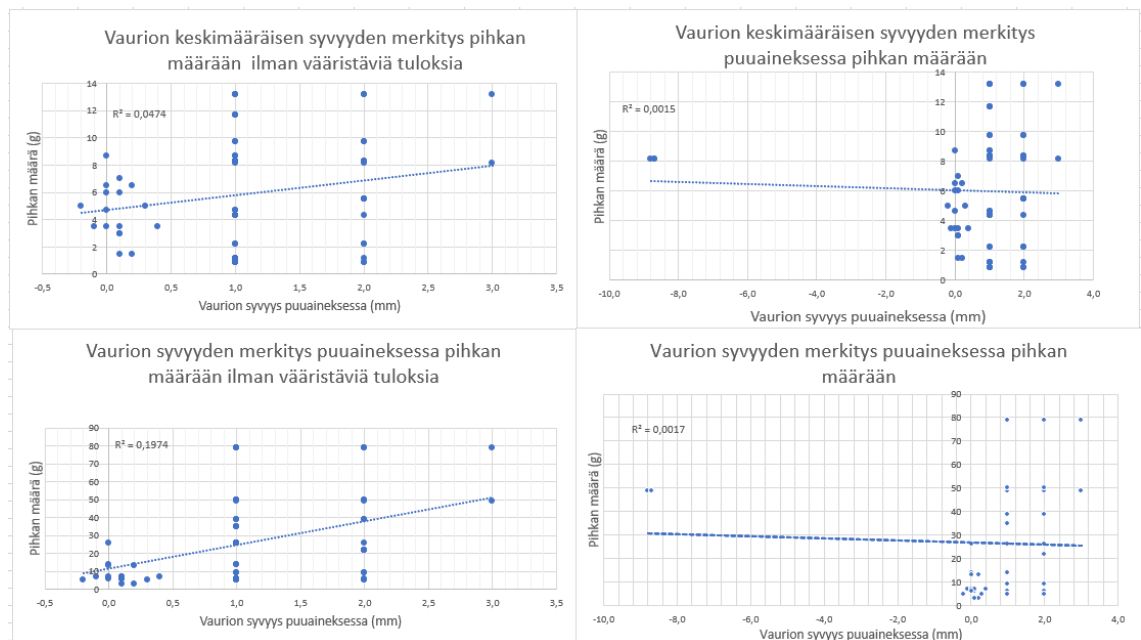
Sähköpostiviestissään Helena Pahkala Metsäkeskukselta kertoo, ettei pihkan roskaisuudelle ole erikseen määritelty rajoja, joissa roskaisuuden pitäisi pysyä. Roskaisuus on ostajakohtainen, joten asiasta tulisi keskustella ostajan kanssa etukäteen. (Pahkala 2022.) Evgen Multia Repolar Pharmaceuticals Oy:lta kertoo sähköpostiviestissään, että he ostavat pihkaa marjojen tapaa kerätyn kilon mukaan. Multian mukaan keskimäärin 30 prosenttia kerätystä pihkasta on kaarnaa ynnä muuta roskaa. (Multia 2022.)

Roskaisuuden arviointi on hankalaa, koska yleisesti ei ole määritelty roskaisuuden rajoja passiiviselle pihkalle. Edellä mainittujen lähteiden mukaan passiivisen pihkan hyväksytyt roskaisuuden määrä on noin 30 prosenttia kerätyn pihkan kokonaispainosta. Multian (2022) mukaan ostovaiheessa pihkan roskaisuus arvioidaan silmämääräisesti. Tästä huolimatta pihkan tulisi olla myyntivaiheessa mahdollisimman vähäroskaista.

5 TULOSTEN TARKASTELU

5.1 Vaurion syvyyden merkitys kerätyn pihkan määrään

Vaurion syvyydellä on jonkin verran vaikutusta puun pihkaantumiseen. Alla olevassa kuviossa 14 on esitetty vaurion syvyyden ja vaurion keskimääräisen syvyyden merkitys kerättyyn pihkan määrään. Aineistossa on muutama tulos (-8,7 ja -8,8 mm:n syvyiset vauriot), jotka aiheuttavat vääristymän kuvaajassa. Vääristyminen johtuu oletuksesta, että pihkaa olisi kerätty vaurioista, jotka eivät ylety puuainekseen. Tästä syystä kuviossa on esitetty tulokset vääristävien arvojen kanssa ja ilman vääristäviä arvoja.



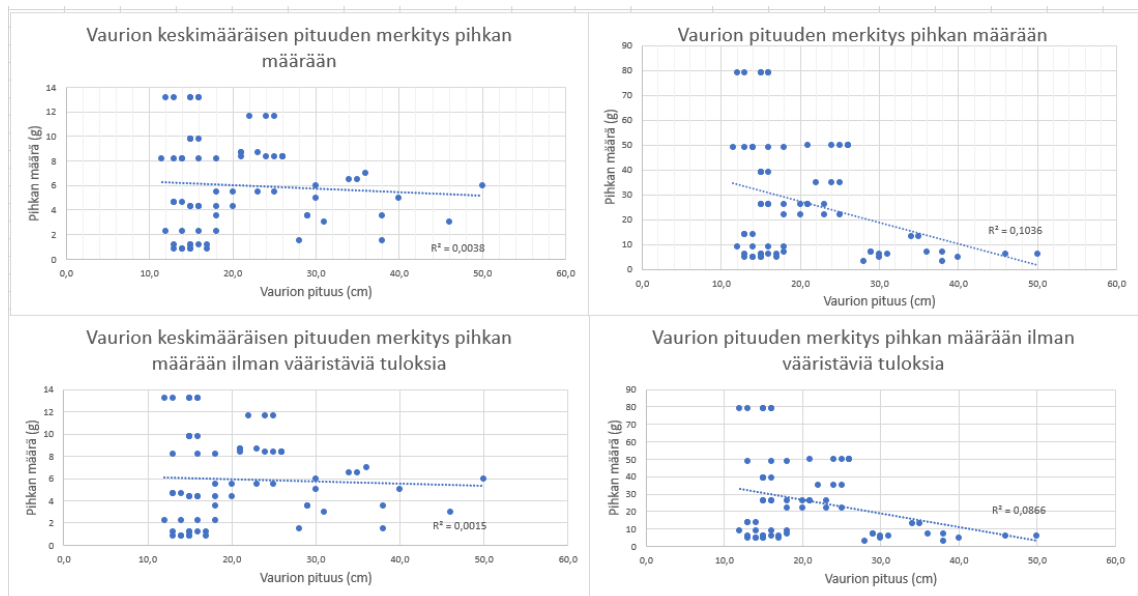
Kuvio 14. Vaurion syvyyden merkitys

Kuviosta käy ilmi, että pihkan määrä on hyvin vähäistä vaurion ollessa alle yhden millimetrin syvyinen. Tämä kuulostaa uskottavalta, koska pihkaa erittyy puun vauriokohtiin. Vaurion on yletyttävä puuainekseen, jotta pihkaa alkaisi muodostumaan. Taulukon mukaan vaurion syvyyden merkitys korreloi pihkan määrään vähäisesti ja syvyyden merkitys alkaa laskemaan yli kaksi millimetriä syvissä vaurioissa. Tästä voidaan päätellä, että pihkaa kerätessä vaurion on oltava vähintään yksi millimetriä syvä, eikä syvyyden tarvitse ylittää kahta millimetriä.

5.2 Vaurion pituuden merkitys kerätyn pihkan määrään

Vaurion pituudella on hyvin vähän merkitystä kerätyn pihkan määrään. Vaurion pituuden kasvaessa kerätyn pihkan määrä laskee. Kuviossa 15 on esitetty aieman taulukon tapaan vaurion pituuden merkitys kerätyn pihkan määrään keskimääräisten ja havaittujen tulosten mukaan. Molemmat tulokset on esitetty ilman vääristäviä arvoja sekä niiden kanssa.

Kerätyn pihkan määrä vaihtelee hyvin paljon riippumatta viillon pituudesta. Keskimääräisten tulosten mukaan pihkaa saadaan vähemmän puista, joissa vaurion pituus ylittää 26 senttimetrin pituuden. Vaurion pituus korreloi heikosti keskimääräisten tulosten mukaan kerätyn pihkan määrän kanssa. Tuloksista voidaan havaita kerätyn määrän laskevan viillon pituuden kasvaessa.

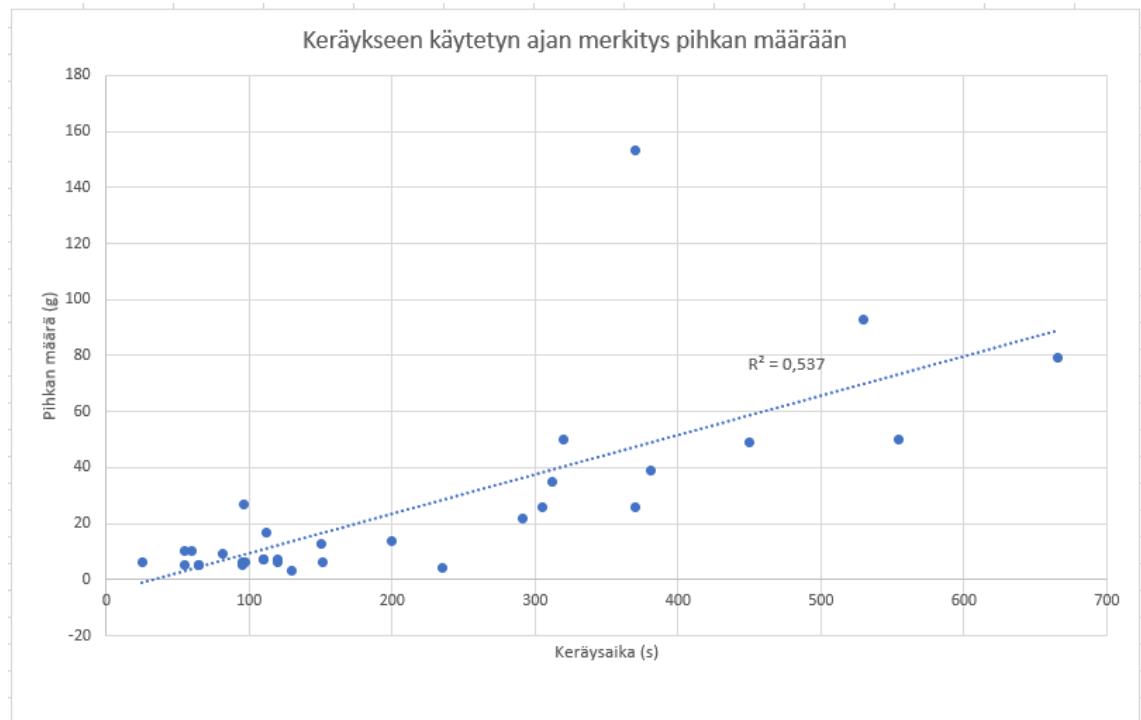


Kuvio 15. Vaurion pituuden merkitys

Havaittujen tulosten perusteella vaurion pituuden tulee olla alle 27 senttimetriä, jotta vaurioon muodostuisi mahdollisimman enemmän pihkaa. Parhaan tuloksen saamiseksi vaurion pituuden tulee olla 12–25 senttimetriä pitkä. Korrelaatio vaurion pituuden ja pihkan määrän välillä on merkityksetön keskimääräisissä sekä havaituissa tuloksissa. Tulosten mukaan pihkan saanto vähenee vaurion ylittäessä 28 senttimetrin pituuden.

5.3 Keräykseen käytetyn ajan merkitys

Keräykseen käytetyn ajan määrä vaikuttaa merkittävästi kerätyn pihkan määrään (Kuvio 16). Kerätyn pihkan määrä vaihteli 25:n ja 666 sekunnin välillä. Kerätyn pihkan määrä vaihteli kuuden ja 153 gramman välillä.



Kuvio 16. Ajan kulku kerättyyn pihkaan nähden

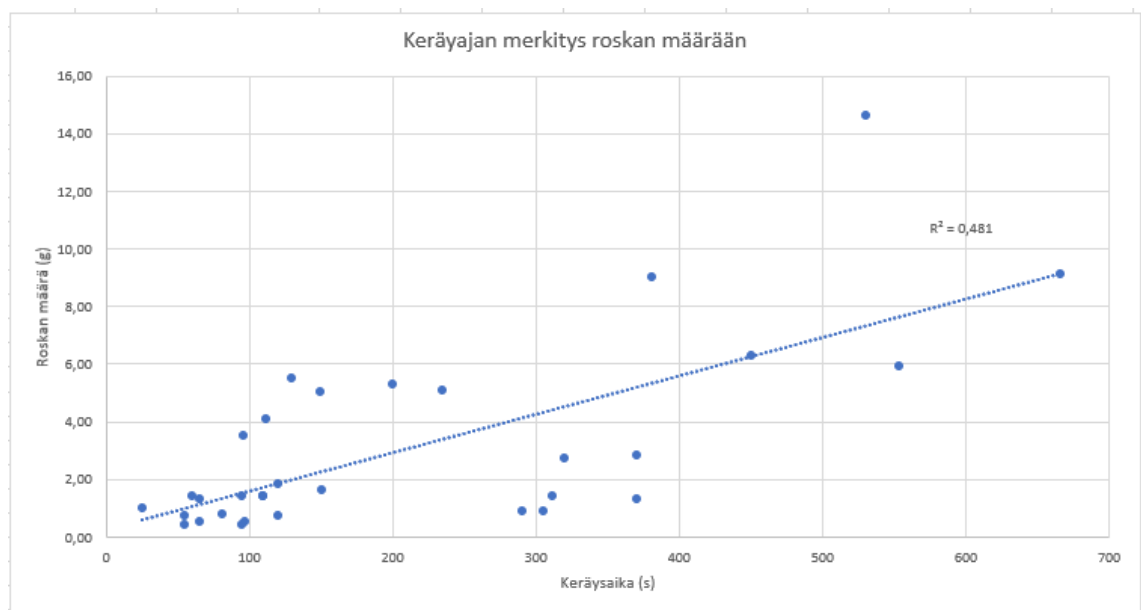
Taulukosta voidaan havaita keräyksen tehokkuuden olevan parhaillaan 300:n ja 400 sekunnin välillä. Käytettyyn aikaan nähden pihkaa saadaan vähemmän, kun keräämiseen kuluu enemmän aikaa. Käytetty aika korreloi huomattavasti kerätyn pihkan määrän kanssa. Tästä voidaan päätellä, että pihkaa voidaan kerätä sitä enemmän, mitä enemmän aikaa keräämiseen käytetään. Keräämisen tehokkuus kuitenkin laskee ajan myötä, joten keräämiseen ei kannata käyttää liikaa aikaa puuta kohden.

5.4 Roskaisuus ja sen vähentäminen

Pihkan roskaisuus vaikuttaa sen myyntiarvoon. Roskaisuuden kasvaessa pihkan myyntiarvo laskee ja voi joissain tapauksissa tehdä pihkasta myyntikelvotonta. Tämän takia kerätyn pihkan tulisi olla mahdollisimman vähäroskaista.

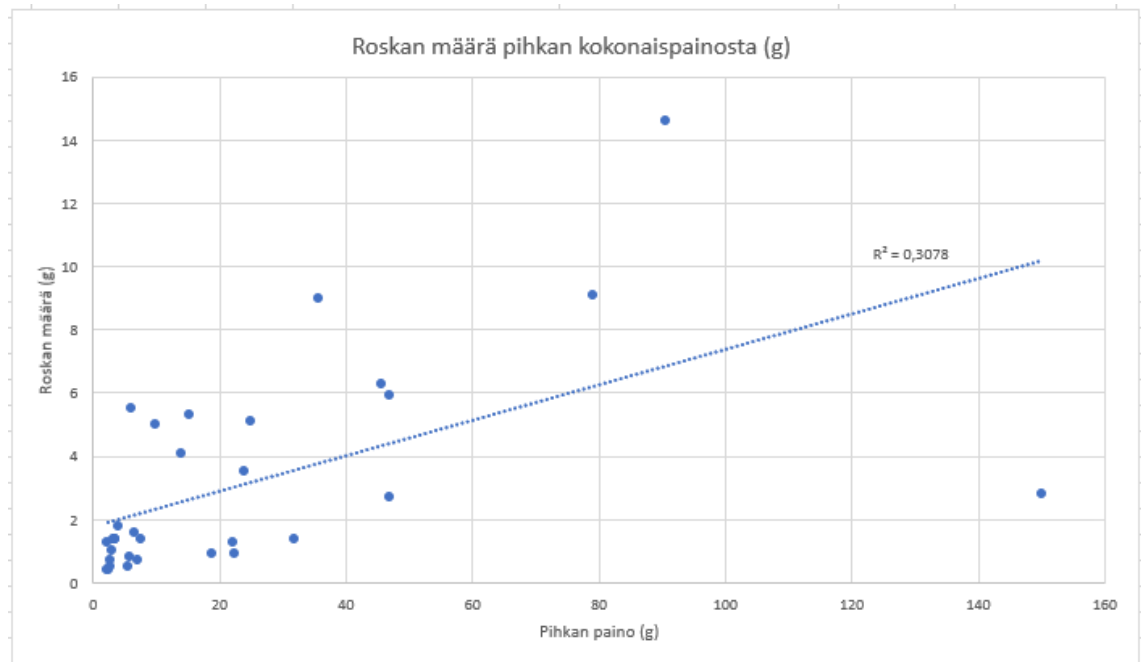
Keräysaika vaikuttaa jonkin verran pihkan roskaisuuteen (Kuvio 17). Keräysajan kasvaessa pihkan mukana puusta irtoaa enemmän roskaa. Kaavion mukaan roskien määrä pysyy vähäisenä keräysajan ollessa alle 400 sekuntia.

Pihkan määrällä on jossain määrin merkitystä pihkan roskaisuuteen. Pienempiä määriä kerätessä roskien suhteellinen osuus pihkan kokonaispainosta kasvaa (Kuvio 18). Tästä voidaan päätellä, että pihkaa ei kannata kerätä liian pieniä määriä, koska silloin kerätyn pihkan roskaisuus kasvaa ja vähentää pihkan myyntiarvoa.



Kuvio 17. Keräysajan merkitys roskaisuuteen

Roskaisuuden vähentämiseksi pihkaa ei kannata kerätä alle kymmenen gramman eristä, koska tätä pienemmissä erissä roskien osuus pihkan kokonaispainosta on erittäin suuri. Roskien osuus pihkan kokonaispainosta vähenee, kun pihkaa kertyy yli 20 grammaa puusta.



Kuvio 18. Roskien osuus pihkan kokonaispainosta

Edellä esitettyjen kaavioiden mukaan roskaisuuden vähentämiseksi pihkan keräämiseen voi käyttää enimmillään 400 sekuntia puuta kohden. Tässä ajassa on kerättävä vähintään 20 grammaa pihkaa, jotta roskaisuus pysyisi matalana. Pienempiäkin eriä voi kerätä, jos havaittu pihka on helposti kerättävissä puun pinnalta siten, että irrotetun pihkan mukana ei tule roskaa.

5.5 Yhteenveto ja tuoton laskeminen

Yhteensä koealoilta kerättiin 800 grammaa pihkaa. Puukohtaisesti pihkaa saatiin keskimäärin 25 grammaa (Taulukko 8). Keräykseen kului aikaa yhteensä 1 tunti 52 minuuttia 56 sekuntia. Keskimääräinen keräysaika puuta kohden oli 3 minuuttia 25 sekuntia. Tuoton laskemisessa on käytetty pihkalle 40 euron kilohintaa.

Vioituksiin kuluva aika on laskettu omia tuloksia käyttäen (Taulukko 4). Arviolta vioituksiin on kulunut yhteensä 27 minuuttia 18 sekuntia. Keskimäärin puukohtaisesti vioituksiin on kulunut 1 minuutti 14 sekuntia. Vioituksiin ja keräykseen yhteensä kului aikaa 2 tuntia 20 minuuttia 14 sekuntia. Keskimäärin vioitukseen ja keräykseen puukohtaisesti aikaa kului 4 minuuttia 41 sekuntia.

Taulukko 8. Yhteenveto tuloksista

Koeala	Kuusikkokumpu	Vinsanlantto	Pitkäsuvanto	Yht.
Pihkaa yht. (g)	375	360	65	800
Pihkaa keskimäärin (g / puu)	37,5	30	6,5	25
keräysaika yht (h)	0.33.14	1.02.52	0.16.50	1:52:56
Keräysaika keskimäärin / puu (min)	03.19	05.14	01.41	03:25
Vioitusaika yht (h)	0.00.00	0.16.42	0.10.37	0:27:18
Vioitusaika keskimäärin / puu (min)	0.00.00	0.01.23	0.01.04	01:14
Vioitus ja keräys yht (h)	0.33.14	1.19.34	0.27.27	2:20:14
Vioitus ja keräys keskimäärin / puu (min)	0.03.19	0.06.38	0.02.45	04:41
Tuotto (€ / koeala)	15,00 €	14,40 €	2,60 €	32,00 €
Tuotto (€ / puu)	1,50 €	1,20 €	0,26 €	0,99 €
Tuotto (€ / puu / min)	0,45 €	0,18 €	0,09 €	0,24 €
Tuotto (€ / h)	27,08 €	10,86 €	5,68 €	14,54 €

Pihkan keräyksen tuotto on laskettu jakamalla kerätty pihkan määrä keräykseen ja vioitukseen kuluneella ajalla. Pihkan keräyksestä saatava tuotto puukohtaisesti vaihtelee 1,5:n ja 0,26 euron välillä. Keskimäärin puukohtainen tuotto on 0,99 euroa. Minuuttikohtaisesti yhdestä puusta saatu tuotto vaihtelee 0,45:n ja 0,09 euron välillä ollen keskimäärin 0,24 euroa puuta kohden. Tuntikohtainen tuotto vaihtelee 5,68:n ja 27,08 euron välillä ollen keskimäärin 14,54 euroa. Pihkaa kerättiin yhteensä 32 puusta.

Vuonna 2019 alueelta on kerätty pihkaa yhteensä 3114,90 grammaa 128 puusta (Taulukko 9). Olen laskenut keräämiäni tietoja käyttämällä vuonna 2019 tehdyn keräyksen tuntituotoksi 12,58 euroa.

Taulukko 9. Vuonna 2019 kerätyn pihkan arvioitu tuotto

Aiemmin kerätty pihka (g)	3114,90
Pihkapuiden määrä	128,00
Pihkaa keskimäärin (g / puu)	24
Keräysaika keskimäärin / puu (min)	03.25
Vioitusaika keskimäärin / puu (min)	01.14
Vioitus ja keräys keskimäärin / puu (min)	04.38
Vioitus ja keräys yht (h)	9.54.06
Tuotto (€ / puu)	0,97 €
Tuotto (€ / puu / min)	0,21 €
Tuotto (€ / h)	12,58 €

Arvion mukaan pihkaa on keskimäärin 24 grammaa puuta kohden ja keräämiseen puukohtaisesti on kulunut 3 minuuttia 15 sekuntia. Vioitusaika on ollut 1 minuutti 14 sekuntia ja yhteenlaskettuna keräys sekä vioitus on kestänyt 4 minuuttia 38 sekuntia puuta kohden. Yhteensä vioitukseen sekä keräykseen on

kulunut 9 tuntia 54 minuuttia 6 sekuntia. Puukohtainen tuotto on ollut 0,97 euroa ja 0,21 euroa minuutissa.

5.6 Tuoton laskemisen kaava

Työn tehostamiseksi voidaan määritellä työstä saatava tuotto tiettyyn aikaan nähden. Kun tiedetään paljonko työtä on tehtävä tai paljonko siihen voidaan käyttää aikaa tiettyyn tuottovaatimukseen nähden, voidaan työntekoa varten luoda eri näisiä tavoitteita. Työn tuottavuus voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$x = f \cdot \frac{y}{1000} / \left(\frac{z}{86400}\right) / 24 \quad (1)$$

missä

x	on	pihkan tuotto (€ / h)
f	on	pihkan määrä (g)
y	on	pihkan hinta (€)
z	on	keräykseen käytetty aika sekunteina.

Koska ajan määrittely sekunneissa voi olla hankalaa, tuotto voidaan laskea myös käyttämällä minuuttikohtaista ajankäyttöä. Minuuttikohtaisen laskennan hyötynä on ajan määrän helpompi hahmottaminen. Laskiessa tehokkuutta minuuttikohtaisesti laskennan tarkkuus heikkenee. Laskentatapojen välinen ero tarkkuudessa ei ole kuitenkaan merkittävä. Minuuttikohtainen työn tuottavuus voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$x = f \cdot \frac{y}{1000} \cdot z \cdot 60 \quad (2)$$

missä

x	on	pihkan tuotto (€ / h)
f	on	pihkan määrä (g)
y	on	pihkan hinta (€)
z	on	keräykseen käytetty aika minuutteina.

5.7 Johtopäätökset

Paras rahallinen tuntikohtainen tuotto saavutettiin Kuusikkokummun koealalta. Kerätyn pihkan määrä on Kuusikkokummun ja Vinsanlaton koealoilta melkein sama, mutta Vinsanlaton koealalla on kulunut enemmän aikaa keräämiseen. Vinsanlaton koealalla aikaa on kulunut keräyksen lisäksi myös voituksiin.

Tulosten perusteella pihkan kerääminen on tuotoltaan samoissa luokissa kuin marjanpoiminta. Kokemattomalta kerääjältä työn tekemiseen meni yhteensä noin kaksi tuntia aikaa. Työn tekemiseen kuluneessa ajassa ei ole huomioitu mitään muuta kuin varsinainen keräys- ja voitusaika. Todellisuudessa työhön kului arviolta neljä tuntia päivää kohden.

Kerätyn pihkan määrä kasvoi eri päivien välillä luultavasti osaamisen karttuessa. Vaikka työn tehokkuus on vuoden 2019 tulosten kanssa samanlainen, uskon työn tuottavuuden parantuvan kokemuksen ja parempien keräysolosuhteiden myötä. Työtä ei kannata tehdä pitkät sukset jalassa, koska puun ympärillä liikkuminen voi osoittautua hyvin hankalaksi ja riski kaatumiselle kasvaa suksien luistaessa. Talvella kerättäessä on suositeltavampaa käyttää työtä tehtäessä lumikenkiä.

Puiden vioittaminen ei ole kannattavaa verrattuna keräämiseen ilman vioittamista. Jotta puiden vioittaminen tulisi kannattavaksi, täytyy voituksia tehdä alueelle runsaasti, jolloin pihkapuiden etsimiseen kuluva aika vähenisi. Vioittamisen voisi yhdistää pihkan keruuseen siten, että samalla kerättäisiin pihkaa ja voitettaisiin uusia pihkapuita. Tällä tavalla voidaan samalla etsiä pihkapuita ja vioittaa uusia puita, joista voidaan käydä keräämässä pihkaa myöhemmin. Vioittamisajankohta kannattaa sijoittaa kylmälle ajanjaksolle laho- ja hyönteisriskien vähentämiseksi.

Voitusten on oltava vähintään yhden millimetrin syvyisiä ja 12 senttimetrin pituisia, jotta vioittaminen olisi pihkantuotannollisesti järkevää. Voituksen ei tarvitse olla kolmea millimetriä syvämpi ja 28 senttimetriä pidempi. Tulosten perusteella yli 28 senttimetriä pitkät viillot vähentävät pihkan määrää. Pihkaa kerätessäni havaitsin pidempien viillojen syvyyden olevan matalampi verrattuna lyhyempiin viiltoihin. Puita vioittaessani huomasin viillojen olevan syvämpiä keskemältä kuin reunoilta. Pidempää vauriota tehdessä viiltämiseen käytetty voima jakaantuu

isommalle alalle, jolloin viillon syvyys pienenee. Tämä voisi selittää kerätyn pihkan määrän vähenemisen viillon pituuden kasvaessa.

Aikaa pihkan keräämiseen puukohtaisesti ei kannata käyttää 500 sekuntia enempää, koska silloin keräämisestä saatava hyöty alkaa laskemaan. Liian tarkka kerääminen hidastaa työskentelyä ja samalla lisää pihkan roskaisuuden määrää. Puukohtaista keräysaikaa ei kannata käyttää 400 sekuntia enempää, jos haluaa vähentää pihkan roskaisuutta. On helpompaa kerätä nopeasti puhtaampaa pihkaa isommasta pihkaerästä verrattuna tarkkaan työskentelyyn, jossa pyritään saamaan kaikki pihka irti puusta.

Pihkan irrottaminen puusta lämpötilan ollessa pakkasen puolella helpottaa keräämistä siten, että pihka on kiinteämmässä muodossa, jolloin pihka on helpompi irrottaa kokonaisina paakkuina. Lämmitessään pihka muuttuu juoksevammaksi ja tahmeammaksi, jolloin kerääminen vaikeutuu. Tahmea pihka jää helpommin kiinni työvälineisiin tehden työskentelystä hankalampaa. Hyvä ajankohta keräämiselle on lumen sulamisen aikaan, jolloin metsässä pääsee kulkemaan jalan helposti, eikä lämpötila ole liian korkea.

Pihkan kerääminen ei vaadi suurta ammattitaitoa, ja työn oppii helposti muutamana päivänä aikana. Tärkeää keräämisen kannattavuuden kannalta on tietää, minkälaisilta paikoilta pihkaa löytyy. Vaativuudeltaan työ on marjanpoimintaa vaativampaa, koska puita vioittaessa täytyy arvioida voitettavan puun soveltuvuus keräykseen ja pihkan kerääminen sekä puiden vioittaminen vaatii maanomistajan luvan.

Työ soveltuu hyvin metsänomistajalle, joka haluaa lisätuloja metsästään tai tykkää kerätä luonnon antimia metsästä. Keräämisen ei mene päällekkäin marjanpoiminta-ajan kanssa, joten ne eivät sulje toisiaan pois. Työtä voi ehdottaa luonnosta kiinnostuneille nuorille kesä- tai viikonlopputyöksi. Metsässä tehtävät työt lisäävät nuorten tietämystä luonnossa liikkumista kohtaan ja se soveltuu hyvin harrastuksenomaiseksi toiminnaksi kaikenikäisille. Pihkan keräämisessä on kuitenkin huomioitava tekijän pituus.

6 POHDINTA

Pihkan keräys on hyvä lisätulojen lähde metsänomistajalle. Kynnys pihkan keräämiselle ei ole suuri, ja isoin ongelma keräyksen aloittamiselle on luultavasti heikko tietämys aiheesta. Tämän työn tulosten avulla metsänomistaja tai joku muu pihkan keräyksestä kiinnostunut pystyy hahmottamaan keräykseen ja siihen liittyviin toimenpiteisiin kuluvaan aikaan.

Puiden vaurioittaminen passiivisen pihkan edistämiseksi on mielestäni kannattavaa, vaikka tulosten perusteella asiasta saa eri käsityksen. Vioittamiseen kuluva aika on vähäistä ja se helpottaa tulevaisuudessa pihkapuiden paikantamista. Tämä nopeuttaa työtä vähentämällä puiden etsimiseen kuluvaan aikaan ja helpottaa pihkan paikantamista puun rungolta. Lisäksi vioitetusta kohdasta irtoaa vähemmän roskaa, koska vauriokohdassa ei ole kuorta.

Työn tavoitteet täyttyivät mielestäni hyvin ja tutkimuksesta saatuja tuloksia pystytään hyödyntämään pihkan keräystä suunniteltaessa. Halusin saada selville pihkan keräämiseen kuluvan ajan ja paljonko pihkaa saa puukohtaisesti. Tulosten käsittelyn myötä minulle selvisi pihkan muodostumiseen vaikuttavien tekijöiden merkitys pihkan keräykselle. Maastotöitä suorittaessani huomasin asioita, jotka vaikuttavat pihkan keräyksen tehokkuuteen.

Työn tekeminen on ollut minulle hyvin mielenkiintoista ja aihepiiriä tutkiessani olen saanut selville myös muita asioita, jotka eivät tähän työhön suoraan liity. Työ on ollut haastavaa, koska minulla ei ole aiempaa kokemusta vastaavan työn tekemisestä. Oppimisen kannalta tehtävä on ollut hyvin antoisa, ja saavutin työlle asettamani tavoitteet.

Tutkimusta varten kerätty aineisto on niukka, joten tulokset eivät ole tarkkoja. Tässä tutkimuksessa on kerätty pihkaa yhteensä 32 puusta ja vioitettu kymmentä puuta. Viiltojen yhteenlaskettu määrä on 14. Tämä on varsin vähäinen lukema täsmällisten tulosten esittämiseksi. Olisin halunnut tehdä isompia otoskokoja tulosten tarkkuuden parantamiseksi, mutta valitettavasti aika ja resurssit eivät sitä sallineet. Tutkimusta varten puita, joista pihkaa kerätään, olisi pitänyt olla noin sata ja vioitusten määrä ainakin 30, jotta tuloksissa esiintyvä vaihtelu vähenisi.

Tätä tutkimusta varten kerätyssä aineistossa ei esiinny merkittävästi vaihtelua, joten ne antavat hyvän arvion aiheesta.

Työn toteuttamisen tukemiseksi taustojen kartoitusosuudessa on käsitelty pihkan koostumusta, käyttöä, keräämistä ja keräämismenetelmiä. Nämä asiat tukevat työn toteuttamista parantamalla tietoisuutta pihkan käytöstä ja mistä sitä kannattaa kerätä. On tärkeää ymmärtää aktiivisen ja passiivisen pihkan ero sekä min-kälaiset paikat ovat varteenotettavia keräyspaikkoja.

Puiden vioittamisen pitkäaikaisia vaikutuksia ei ole ajateltu tätä työtä tehdessä. Vioittamisen yhteydessä puu altistuu lahottajille ja muille tuholaisille. Pihkaa kerätessä tulee ottaa huomioon puiden lahoamisriskin kasvaminen, joten työtä kannattaa tehdä varauksella kasvatettaviin puihin. Jatkotutkimuksena voisi selvittää vioitusten vaikutusta kasvatettaviin puihin ja kuinka suuria viiltoja puihin voidaan tehdä ilman, että riski puun lahoamiselle kasvaa liian suureksi.

LÄHTEET

- Blomqvist, A. 1894. Pihkan kerääminen. Viitattu 11.5.2022 https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/228436/18XX_Pihkan.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Cederberg, M. 2019. Pihkapisarat hoitavat puuta, mutta myös ihmistä. Kuusenpihkaa myydäänkin jo Lääkelaitoksen hyväksymänä hoitotuotteena apteekeissa. Aarrelehti. Viitattu 14.2.2022 <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/15a22c3a-fd50-5db9-ad97-bf5bd7e1728f>.
- Hammar, L. 2013. Kuusi, metsäkuusi (*Picea abies*). Menin kerran metsään. Viitattu 22.2.2022 <http://keruutuotteet.blogspot.com/2013/10/testi.html>.
- Havuka Oy. 2022. Pihkasalva on erinomainen apu haavojen ja ihon hoidossa. Viitattu 22.2.2022 <https://kuusenpihkavoide.fi/pihkasalva/>.
- Heikkinen, J. & Veikkolainen, S. 2018. Pihka. Teoksessa A. Ranta (toim.) Tuloja ja terveyttä erikoisluonnontuotteista. Koonti opiskelijoiden oppimistehtävistä. Täsmätietoa Lapin luonnontuotteista maakunnalle, 5–6. Viitattu 31.1.2022 <https://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=ae922665-d808-4897-a091-229cb03bef12>.
- Jokiaho, J. 2010. Kuusen pihkan keruun menetelmät ja kannattavuus Ruhajoki Oy:lle. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Metsätalous. Opinnäytetyö. Viitattu 11.2.2022 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/15256/Jokiaho_Janne.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Jääskeläinen, J., Niemi, S. & Turtiainen, M. 2019. Luonnontuotteista lisäarvoa metsätalalle. Luonnontuotteet ja metsä. Lapin ammattikorkeakoulu. Sarja B. Tutkimusraportit ja kokoomateokset 8/2019. Viitattu 16.2.2022 <https://www.theseus.fi/handle/10024/167474>.
- Karvonen, R. 2021. Pihka vanhin voitehista – pihkatuotteissa kuusen pihka on yleisintä, mutta myös muilla puulajeilla on potentiaalia. Maaseudun Tulevaisuus 3.7.2021. Viitattu 14.2.2022 <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/artikkeli-1.1462947>.
- Kettumäki, A. 2020. Eteläpohjalaisten kokeilu onnistui: kuusenpihkaa valutettiin koealalla 300 grammaa/puu – metsänomistajille kesän testit lupaavat lisätienestejä. Viitattu 27.3.2022 <https://yle.fi/uutiset/3-11568945>.
- Kosonen, P. 2018. Kuusen pihkan etanoliuuton optimointi. Jyväskylän yliopisto. Kemian laitos. Pro gradu -tutkielma. Viitattu 31.1.2022 <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/56893/URN:NBN:fi:ju-201801241328.pdf?sequence=1>.
- Kummala, E. 2019. Tee-se-itse: Retkeilijän pihlasalva. Lounais-Suomen Partio-piiri ry. Viitattu 22.2.2022 <https://lounaissuomi.partio.fi/verkko-repolainen/vin-kit/tee-se-itse-retkeilijan-pihkasalva/>.

Maanmittauslaitos 2022. Karttapaikka. Viitattu 28.3.2022 <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>.

Metsäkeskus 2022. Kuusen pihka (aktiivinen pihka). Tuotekortti. Viitattu 15.2.2022 <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/tuotekortti-kuusenpihka.pdf>.

Metsälä, H. 2001. Pihka. Jyväskylä: Sarmala Oy/Rakennusalan Kustantaja RAK.

Multia, E. 2022. Pihkan roskaisuus. Sähköposti Misairan@edu.lapinamk.fi. 4.4.2022. Tulostettu 5.4.2022.

Niemi, S. 2012. Lapin Luonnon Antimista. Opas luonnonkasvien ja erikoisluonnontuotteiden kestävään talteenottoon. Rovaniemen ammattikorkeakoulu. Julkaisusarja D nro 5. Viitattu 31.1.2022 <http://www.ramk.fi/loader.aspx?id=c3458eef-3971-4d22-bdef-72f0b6f2e6bf>.

Niinimaa, T. 2020. Kuusen haavasta parantavaksi voiteeksi. Siikajokilaakso. Viitattu 16.2.2022 <https://www.siikajokilaakso.fi/kuusen-haavasta-parantavaksi-voiteeksi/2859118>.

Nykänen, P. 2006. Suomalaisen tervateollisuuden historia. Helsinki: Tekniikan Historian Seura ry. Viitattu 11.5 <https://docplayer.fi/1074225-Suomalaisen-tervateollisuuden-historia.html>.

Pahkala, H. 2010. Kasvupaikan ja puun ominaisuuksien vaikutus männyn ja kuusen pihkakertymiin keski-lapissa sekä pihkankeruun kannattavuus. Rovaniemen ammattikorkeakoulu. Metsätalous. Opinnäytetyö. Viitattu 26.4.2022 <https://docplayer.fi/16233648-Kasvupaikan-ja-puun-ominaisuuksien-vaikutus-mannyn-ja-kuusen-pihka-kertymiin-keski-lapissa-seka-pihkan-keruun-kannattavuus.html>.

Pahkala, H. 2022. Pihkan roskaisuus. Sähköposti Misairan@edu.lapinamk.fi 24.3.2022. Tulostettu 1.4.2022.

Palomäki, A. 2014. Lääkeaineisiin ja rohdoksiin liittyvien tutkimuksellisten kokeellisten töiden kehittäminen lukion kemianopetukseen. Helsingin yliopisto. Kemian laitos. Pro gradu -tutkielma. Viitattu 14.2.2022 https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/136540/Annan_gradu.pdf?sequence=2.

Pirinen, H. 2021. Havupuiden pihkan käyttö on nousemassa. Luonnosta sinulle 1/2021, 60–63. Viitattu 28.4.2022 <https://www.arktisetaromit.fi/binary/file/-/fid/4800>.

Pitkänen, T. 2011. Pihkan viettelys. Detria. Viitattu 14.2.2022 <https://www.detria.fi/kansanparannus/pihkan-viettelys/#>.

Pro Puu -keskus 2022. Solukko. Viitattu 11.2.2022 <https://puuproffa.fi/puu-tieto/puun-kerrokset/solukko/>.

Repolar Pharmaceuticals. Tutkimus ja tuotekehitys. Viitattu 27.4.2022 <https://www.repolar.com/fi/tutkimus-ja-tuotekehitys/>.

Simonen, O. 2013. Yksityisen metsätilan luonnontuotteiden tuottomahdollisuudet. Metsätalous. Rovaniemen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 16.2.2022 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/68446/Simonen_Oskari.pdf?sequence=1.

Tikkanen, T. 2019. Kuusenpihkalla on pitkät perinteet haavojen hoidossa. Viitattu 18.2.2022 <https://www.kansanterveys.fi/infektiotaudit/kuusenpihkalla-on-pitkat-perinteet-haavojen-hoidossa/>.