



Lannasta lämpöä?

Hevosenlannan hyötykäyttömahdollisuuksia kiertotalouden keinoin: Lanta raaka-aineena energiantuotannossa tai lämpövoiteessa.

Kaisa Sjöblom



Laurea-ammattikorkeakoulu

**Lannasta lämpöä? Hevosenlannan hyötykäyttömahdollisuuksia
kiertotalouden keinoin: Lanta raaka-aineena
energiantuotannossa tai lämpövoiteessa.**

Kaisa Sjöblom
Estenomi YAMK
Opinnäytetyö
Helmikuu 2022

Kaisa Sjöblom

**Lannasta lämpöä? Hevosennannan hyötykäyttömahdollisuuksia kiertotalouden keinoin:
Lanta raaka-aineena energiantuotannossa tai lämpövoiteessa.**

Vuosi

2022

Sivumäärä

101

Kestävää kehitystä ja siihen liittyviä tekijöitä on tärkeä edistää, jotta tulevilla sukupolvilla on mahdollisuus normaaliin elämään maapallolla. Kiertotalous on yksi tärkeimpiä kestävä kehityksen mukaisia toimintatapoja. Yksi kiertotalouden uusimmista käsitteistä on upcycling. Upcyclingissa tarkoituksena on lisätä vanhan materiaalin arvoa sijoittamalla se uuteen ympäristöön, ja edottamalla täysin uusia tapoja. Tässä kehittämistyössäni tutkin hevosenlannan, ja erityisesti sen sisältämän karyofylleenin mahdollisia uusia käyttötarkoituksia.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Laurea-ammattikorkeakoulun, Aalto-yliopiston ja Lapinjärven kunnan Resurssiviisaaksi ihmislähtöisin keinoin -hanke. Kehittämistyön lähtökohtana on kahden eri tapauksen yhdessä muodostama tutkimuskohde. Ensimmäinen tapaus on Resurssiviisaaksi ihmislähtöisin keinoin -hankkeesta esiin noussut tarve löytää uudenlaisia ratkaisuja hevosenlannan hävittämiseksi. Toinen lähtökohta pohjautuu joulukuussa 2020 Helsingin Sanomissa olleeseen uutiseen, jossa käsiteltiin tutkimusta oudosti käyttäytyvistä pandakarhuista. Pandat kieriskelivät usein hevosenlannassa. Tämän erikoisen käytöksen syynä on lannan sisältämä karyofylleeni, joka tutkimuksen mukaan salpaa kylmäreseptoreja pandojen ihossa. Tästä heräsi kysymys siitä, voisiko karyofylleeniä jotenkin hyödyntää esimerkiksi lämpövoiteen valmistuksessa. Hevosenlannan hävittämisen ongelma ja karyofylleenin ominaisuudet muodostavat työni lähtökohdaksi ajatuksen siitä, että hevosenlannan sisältämän karyofylleenin eristäminen ja hyötykäyttö voisi olla yksi tapa, jolla lanta saataisiin muutettua ongelmasta resurssiksi.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää hevosenlannan hyötykäyttömahdollisuuksia, ja kartoittaa sekä kehittää ratkaisuja talliyrittäjien ongelmaan lannan hävittämiseksi. Tarkoituksena on löytää lannasta mahdollisesti resursseja sen sijaan, että se olisi vain ongelma ja hankalasti sijoitettava jätemateriaali. Opinnäytetyön tavoitteena on esittää yhteenveto hevosenlannan nykyisin käytössä olevista hyötykäyttömahdollisuuksista, kartoittaa uusia mahdollisuuksia ja selvittää käyttömahdollisuuksia säätelevä lainsäädäntö.

Lähestymistapana tässä työssä on tapaustutkimuksen ja kehittämistutkimuksen yhdistelmä, jonka avulla etsitään ratkaisua työn tavoitteista esiin nouseviin tutkimuskysymyksiin. Tutkimusmenetelminä käytetään käsitekarttaa, dokumenttianalyysiä ja sisällönanalyysiä.

Opinnäytetyön teoreettisessa tietoperustassa käsitellään kestävä kehitystä ja siihen liittyviä kiertotaloutta, upcyclingia, yhteiskuntavastuullista toimintaa, resurssiviisautta ja biotaloutta. Ne liittyvät olennaisina tekijöinä hevosenlannan erilaisiin hyötykäyttömahdollisuuksiin.

Kehittämistyön tuloksena syntyi käsitekartta hevosenlannan nykyistä hyötykäyttöä säätelevästä lainsäädännöstä. Tuloksissa esitetään myös karyofylleenin useita hyödyllisiä ominaisuuksia kosmeettisen valmisteen ja lämpövoiteen mahdollisena raaka-aineena. Lainsäädännön näkökulmasta karyofylleeniä ei voi tällä hetkellä hyödyntää kosmetiikan valmistuksessa, mikäli se on lannasta peräisin. Lääkinnällisiä laitteita, lääkkeitä ja eläinlääkkeitä säätelevä lainsäädäntö mahdollistaa myös lannasta peräisin olevan raaka-aineen käyttämisen, eli lämpövoiteen raaka-aineena lannasta peräisin olevan karyofylleenin käyttö olisi mahdollista.

Asiasanat: hevosenlanta, karyofylleeni, kestävä kehitys, kiertotalous, upcycling

Kaisa Sjöblom

Heat from Manure? Horse Manure as a Resource in the Circular Economy: Manure as an Ingredient for Energy Production or Warm Lotion

Year

2022

Pages

101

Sustainable development and all things concerning sustainable development are important to promote so that the future generations have the opportunity for normal life on this planet. Circular economy is one of the most important issues concerning sustainable development. One of the newest concepts of circular economy is upcycling. The meaning of upcycling is to increase the value of old material by placing it in a new environment or finding a completely new way of using it.

The client of my thesis is Laurea University of applied sciences, Aalto-university and the county of Lapinjärvi with Resource-smart with a human touch project. The starting point of this development work is a combination of two different research projects. The first one is an issue that has arisen with Resource smart with human-touch project: The need to find new methods to dispose horse manure. The other point of this development work is based on the article in Helsingin Sanomat in 2020 which discussed the odd behavior of panda bears. The pandas were very often rolling in horse manure. The reason for this odd behavior was the caryophyllene in horse manure which according to research blocks the cold receptors in the panda's skin. This raises the question if it is possible to somehow use caryophyllene in manufacturing warm balsam. The basis of this thesis is the idea that the problem concerning methods to dispose horse manure and isolating the features of caryophyllene in horse manure could be one way to change the horse manure from problem to resource.

The aim of this thesis is to clarify the opportunities to use horse manure as a resource and to develop solutions for disposing horse manure. The aim of this thesis is also to find resources in the horse manure instead of horse manure just being a problem and inconvenient waste for the entrepreneurs in the horse business. The goal of this thesis is to summarize the way horse manure can be used as a resource at the moment, to scan new methods and also clarify legislation concerning the use of horse manure.

The approach in this research is a combination of case study and development research. As a research method in the thesis, mind map, literature review, document analysis and content analysis were used. The theoretical framework of the thesis is sustainable development. This includes circular economy upcycling, social responsibility, resource wisdom bioeconomy. They are fundamental issues concerning new methods to dispose horse manure in a resource wise way.

As a result of the development work, a mind map of the legislation concerning the use of horse manure as a resource was developed. One of the results of the thesis is also the many benefits of caryophyllene in developing cosmetic products and possibly warm balsam. At the moment, it is forbidden by the law to use manure-based caryophyllene in producing cosmetic products. However, the law allows the use of manure-based caryophyllene for medical products, medicines and medicines intended for animal use. So, it would be possible to use manure-based caryophyllene as an ingredient for warm lotion.

Keywords: horse manure, caryophyllene, sustainable development, circular economy, upcycling

Sisällys

1	Johdanto.....	8
2	Tietoperusta	9
2.1	Kestävä kehitys	10
2.2	Organisaatioiden yhteiskuntavastuu	12
2.3	Kiertotalous	13
2.4	Upcycling	18
2.5	Resurssiviisaus	19
2.6	Biotalous.....	20
2.7	Uudenlaiset toimintatavat tulevaisuuden edellytyksenä	22
3	Kehittämisasetelma	22
3.1	Kehittämiskohde ja alustavien tavoitteiden määrittely	25
3.2	Tiedon hankkiminen ja tietoperustan muodostaminen	26
3.3	Aiheen rajaus ja tutkimuskysymysten tarkempi määrittely	28
3.4	Lähestymistapa	28
3.5	Tutkimusmenetelmät	31
3.5.1	Käsitekartta	33
3.5.2	Kirjallisuuskatsaus	36
3.5.3	Dokumenttianalyysi	38
3.5.4	Grounded theory sisällönanalyysi	43
3.5.5	Laboratoriotutkimus	47
4	Tulokset	48
4.1	Tutkimuskysymys 1: Mitä hyötykäyttömahdollisuuksia hevosenlannalla on nykyään ja mitä säädöksiä käyttömahdollisuuksiin liittyy?	49
4.1.1	Hevosenlannan käsittelyyn vaikuttava lainsäädäntö.....	50
4.1.2	Hevosenlannan käyttö lannoitteena	53
4.1.3	Hevosenlannan käyttö biokaasun tuotannossa	55
4.1.4	Lannan polttaminen	57
4.2	Tutkimuskysymys 2a: Mitkä ovat karyofyllenin kemialliset ominaisuudet ja esiintyminen/lähteet?	59
4.2.1	Karyofyllenin esiintyminen luonnossa	60
4.2.2	Karyofyllenin biosynteesi	61
4.2.3	Karyofyllenin biosynteesi bakteerien avulla.....	61
4.3	Tutkimuskysymys 2b: Mitä ominaisuuksia karyofyllenillä olisi kosmeettisen tuotteen raaka-aineena?	62
4.3.1	Tulehdusta estävä ja antimikrobinen vaikutus	62
4.3.2	Antioksidanttivaikutus	63

4.3.3	Vaikutus ihoon ihon endokannabinoidijärjestelmän kautta	63
4.3.4	Tyrosinaasientsyymin inhibiittori.....	64
4.3.5	Mahdollinen herkkyysreaktioiden aiheuttaja	64
4.3.6	Haavojen paranemisen tehostaja	64
4.3.7	Imeytyminen ihoon	64
4.4	Tutkimuskysymys 2c: Mitä ominaisuuksia karyofylleenillä olisi lämpövoiteen raaka-aineena (CE-merkitty lääkinnällinen laite tai lääke)	65
4.4.1	Karyofylleenin vaikutusmekanismi TRPM8-reseptorien toimintaan.....	67
4.5	Tutkimuskysymys 2d: Mitä säädöksiä liittyy lannasta eristettävän karyofylleenin käyttöön kosmeettisen tuotteen tai lämpövoiteen raaka-aineena?	70
4.5.1	Lannasta saatava karyofylleeni kosmeettisen valmisteen raaka-aineena ..	70
4.5.2	Lannasta saatava karyofylleeni lämpövoiteen raaka-aineena.....	72
4.5.3	Yhteenveto lannasta peräisin olevan raaka-aineen käyttöön vaikuttavasta lainsäädännöstä kosmeettisen tuotteen tai lämpövoiteen (CE-merkitty lääkinnällinen laite tai lääke) valmistuksessa	74
4.6	Tutkimuskysymys 2e: Karyofylleenin eristäminen lannasta. Mitkä ovat eristämisvaihtoehdot ja -kustannukset?.....	74
5	Tulosten ja kehittämishankeprosessin arviointi, johtopäätökset ja jatkokehittäminen ..	76
5.1	Tulosten yhteenveto ja prosessin arviointi.	76
5.2	Tulosten hyödynnettävyys ja jatkokehittämismahdollisuudet	78
5.3	Kehittämishankeprosessin arviointi.....	80
5.4	Kehittämishankkeen luotettavuuden ja eettisyyden arviointi	80
	Lähteet.....	84
	Kuviot	94
	Taulukot	94
	Liitteet	95

1 Johdanto

Opinnäytetyöni on tutkimuksellinen kehittämishanke. Kehittämistyön lähtökohtana on kahden eri tapauksen yhdessä muodostama tutkimuskohde. Ensimmäinen tapaus on Resurssiviisaaksi ihmislähtöisin keinoin -hankkeesta esiin noussut talliyrittäjän tarve löytää uudenlaisia ratkaisuja hevosenlannan hävittämiseksi hevostiloilta. Toinen lähtökohta pohjautuu joulukuussa 2020 Helsingin Sanomissa olleeseen uutiseen, jossa käsiteltiin tutkimusta oudosti käyttäytyvistä pandakarhuista. Pandat kieriskelivät usein hevosenlannassa. Tämän erikoisen käytöksen syynä ovat lannan sisältämä karyofylleeni ja karyofylleenioksidi, jotka tutkimuksen mukaan salpaavat kylmäreseptoreja pandojen ihossa. Lapinjärveläinen Resurssiviisaaksi ihmislähtöisin keinoin -hankkeessa mukana oleva yrittäjä, jolla on myös hevostalli, kiinnostui tästä. Hän alkoi pohtia sitä, voisiko karyofylleeniä jotenkin hyödyntää esimerkiksi lämpövoiteen valmistuksessa. Hevosenlannan hävittämisen ongelma ja karyofylleenin ominaisuudet muodostavat työni lähtökohdaksi ajatuksen siitä, että hevosenlannan sisältämän karyofylleenin eristäminen ja hyötykäyttö voisi olla yksi tapa, jolla lanta saataisiin muutettua ongelmasta resurssiksi.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Resurssiviisaaksi ihmislähtöisin keinoin -hanke. Hankkeessa ovat mukana Lapinjärven kunta, Aalto-yliopisto ja Laurea-ammattikorkeakoulu. Hankkeen kokonaistavoitteena on edistää ihmislähtöisen resurssiviisauden kehittymistä Lapinjärven kunnassa. Tavoitteena on yhteistyössä asukkaiden, paikallisten yhteisöjen ja yritysten kanssa kehittää malli, jota voidaan käyttää resurssiviisaiden tuotteiden ja palveluiden kehittämisessä. Pyrkimyksenä on löytää innovatiivisia ratkaisuja, joita voidaan käyttää yritysten sivuvirtojen hyödyntämiseen. Tavoitteena on myös kehittää toimintamalli ekologisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestävien asuinalueiden rakentamisen tueksi. Kehittämismenetelmänä toimivat yhteiskehittämisen menetelmät. Näiden tavoitteiden lisäksi hankkeessa jaetaan tietoa kuluttajien valintojen vaikutuksesta, kestävästä kuluttamisesta ja kestävästä asumisesta sekä näiden seikkojen vaikutuksesta yhteiskuntaan ja ympäristöön. Taloudellisesti hanketta tuetaan Uudenmaan liiton kautta Euroopan aluekehittämisrahastosta. Hanke alkoi 1.9.2019 ja se kestää 31.12.2021 saakka. (Lapinjärvi 2021; Laurea 2021.)

Opinnäytetyöni tarkoituksena on selvittää hevosenlannan hyötykäyttömahdollisuuksia, ja karottaa sekä kehittää ratkaisuja talliyrittäjien ongelmaan lannan hävittämiseksi tallilta. Ajatuksena on löytää lannasta mahdollisesti resursseja sen sijaan, että se olisi vain ongelma ja hankalasti sijoitettava jätemateriaali.

Opinnäytetyöni tavoitteena on etsiä ja koota tietoa siitä, mihin lanta nykyään päätyy. Tavoitteena on tutkia lannassa olevaa karyofylleeniä ja sen ominaisuuksia, ja selvittää olisiko mahdollista eristää karyofylleeni lannasta ja käyttää se hyödyksi esimerkiksi lämpövoiteen tai

muun vastaavan hyvinvointiin liittyvän tuotteen valmistamisessa tai kosmetiikan raaka-aineena Lannan loppusijoitusta ja hyötykäyttöä säätelevät useat eri säädökset, lait ja asetukset. Yhtenä lähtökohtana työssäni on myös hypoteesi siitä, että lannasta saatavan raaka-aineen hyödyntäminen esimerkiksi lämpövoiteen tai kosmetiikan raaka-aineena tuo mukaan vielä lisää säädöksiä. Työni tavoitteena on siis esittää yhteenveto hevosenlannan nykyisin käytössä olevista hyötykäyttömahdollisuuksista, kartoittaa uusia mahdollisuuksia ja koota yhteen näitä säätelevä lainsäädäntö.

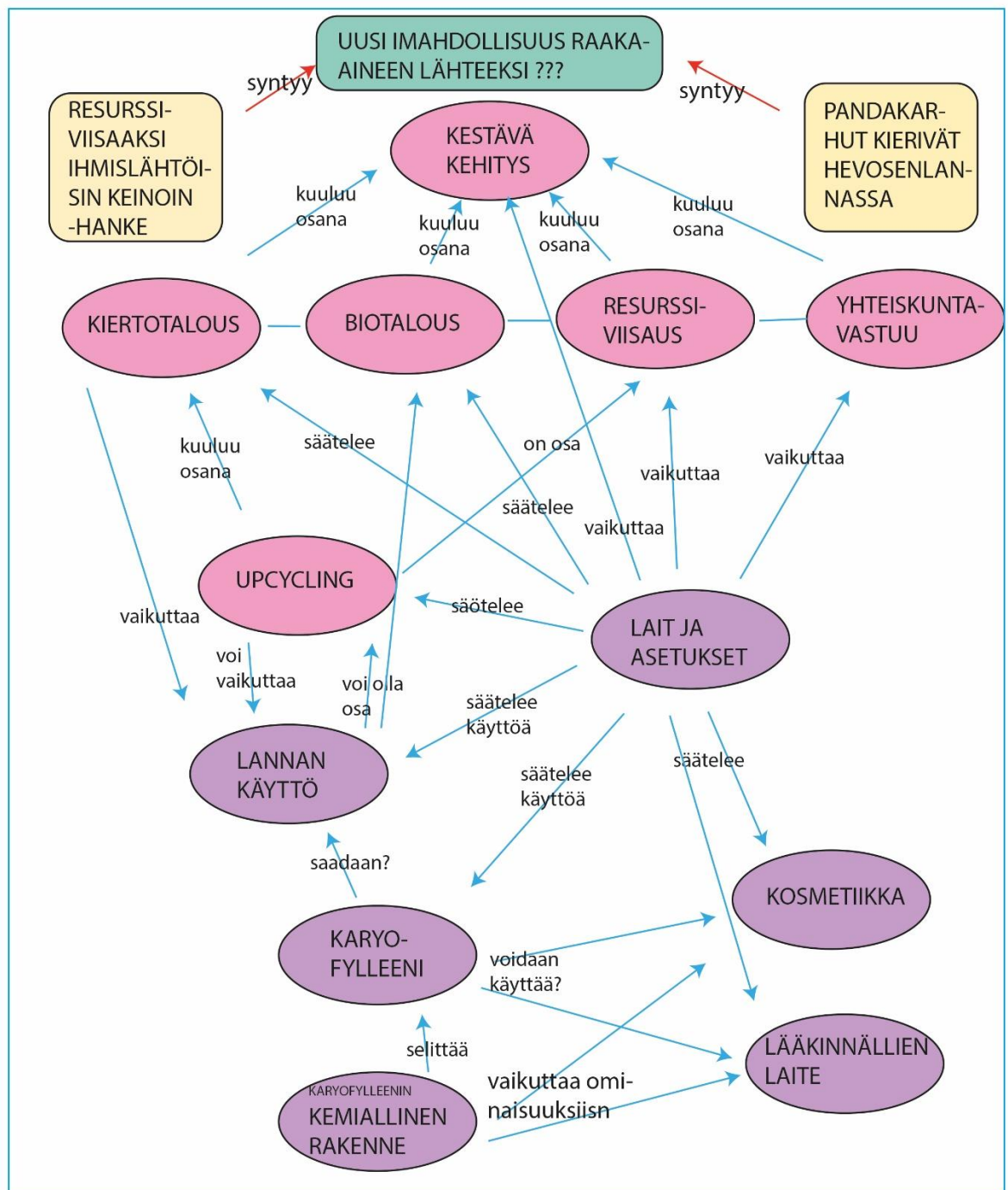
Kartoitettavana ja tutkittavana olevat lannan käyttömahdollisuudet liittyvät vahvasti kestävä kehityksen, kiertotalouden ja upcyclingin kontekstiin. Siksi perehdyn kehittämishankkeeni tietoperustassa näihin asioihin tarkemmin.

Kehittämishankkeessani tuotan kirjallisen raportin, jonka ensimmäisessä vaiheessa kuvaan aihealueeseen liittyvän tietoperustan ja siihen liittyvät keskeiset käsitteet käsitekartan ja kuvaillevan kirjallisuuskatsauksen avulla. Kehittämishankeraporttini toisessa osassa esittelen tutkimuksen lähtökohdat ja tutkimuskysymykset tarkemmin, sekä kuvaan käyttämäni lähestymistavan ja tutkimusmenetelmät. Seuraavassa vaiheessa esittelen tulokset ja niiden analyysin ja johtopäätökset. Lopuksi otan vielä kantaa tutkimuksen luotettavuuteen ja siihen liittyviin tutkimuseettisiin kysymyksiin. Hankkeen lopullisena tuotoksena syntyvät myös posterit, joiden avulla visualisoin selkeään muotoon vastaukset kuuteen kehittämishankkeeni tutkimuskysymyksiin.

2 Tietoperusta

Tutkimuksellisen kehittämishankkeen tekeminen edellyttää aina tutkittavan ilmiön pohjana olevien teorioihin, tutkimuksiin, malleihin ja käytäntöihin perehtymistä. Aiheeseen syvällisesti perehtymällä löytyy usein myös asioita, joihin ei vielä ole selitystä tai ratkaisua. Tietoperusta tai teoreettinen viitekehys pohjustaa kehittämistyön ja liittyy sen olemassa olevaan tietoon. (Kananen 2012, 55-56.)

Seuraavana on esitetty käsitekartta, joka toimii johdantona tämän kehittämishankkeen tietoperustaan ja tutkimuskysymyksiin. Se auttaa hahmottamaan kehittämishankkeen kokonaisuutena sekä selittää kehittämistyöni kannalta tärkeimpien käsitteiden välisiä suhteita. Käsitekartassa on esitetty tutkimuksen lähtökohdat yläosassa. Vaaleanpunaisella värillä on merkitty käsitteet, jotka kuuluvat tietoperustaan, ja lilalla värillä ne käsitteet, jotka ovat tutkimuksen kohteina tässä kehittämishankkeessa. Käsitteiden väliset nuolet ja selitesanat kuvaavat käsitteiden välisiä suhteita.



Kuvio 1: Kehittämishanketta kokonaisuutena kuvaava käsitekartta

2.1 Kestävä kehitys

”Maaailma ei ole meidän, se on aarre, jota vaalimme tulevia sukupolvia varten” sanotaan vanhassa afrikkalaisessa sananlaskussa. Tämä voisi mielestäni olla hyvä määritelmä kestävän kehityksen tavoitteille. Kestävään kehitykseen liittyy paljon alakäsitteitä, joiden mukaan

toimiminen on kestävä kehityksen edellytys. Näitä ovat esimerkiksi kiertotalous, yhteiskuntavastuu, resurssiviisaus, upcycling ja biotalous.

Ympäristö on muuttunut ja muuttuu koko ajan monella tavalla. Ilmastonmuutos on käynnissä. Puhutaan jo niin sanotusta kuudennesta sukupuuttoaallostasta, joka tarkoittaa sitä, että luonnon monimuotoisuus on vähentynyt. Useat eliölajit ovat kuolleet tai kuolemassa sukupuuttoon. Ympäristöön liittyy runsaasti muita haasteita, esimerkiksi juomaveden heikko saatavuus, jäteongelma, ympäristön pilaantuminen ja maaperän köyhtyminen. (Dufva 2020, 17.) Koskelan, Mattisen & Seppälän (2014, 6) mukaan tulevaisuudessa menestyvät sellaiset yhdyskunnat, jotka ovat hiilineutraaleita, joissa ei synny jätettä ja eläminen tapahtuu maapallon kantokyvyn rajoissa. Maat, joissa nyt tehdään töitä päämäärätietoisesti näiden tavoitteiden saavuttamiseksi menestyvät tulevaisuudessa.

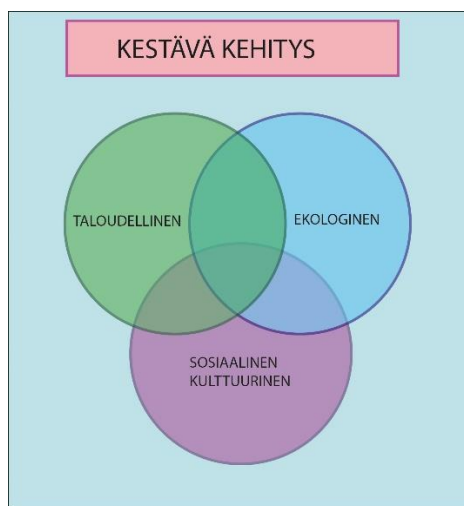
Kestävä kehityksen määritelmän perustan lähtökohdat ovat Tukholmassa 1972 pidetyssä Yhdistyneiden kansakuntien ympäristökokouksessa. Määritelmä täsmentyi YK:n ympäristön ja kehityksen maailmankomission, eli Brundtlandin komission, vuonna 1987 julkaistussa raportissa *Our common future*. Tuossa raportissa määritelmä kuuluu: ”Kestävä kehitys on kehitystä, joka tyydyttää nykyhetken tarpeet, viemättä tulevilta sukupolvilta mahdollisuutta tyydyttää omat tarpeensa.” (UN 2020.) Brundtlandin raportin mukaan kestävä kehitys ei ole ainoastaan ympäristöön liittyvä asia, vaan tärkeitä ovat kaikki osa-alueet. Näitä kestävä kehityksen osa-alueita ovat taloudellisesti, kulttuurillisesti ja sosiaalisesti kestävä kehitys. Aikojen kuluessa kestävä kehityksen käsite ja määritelmä ovat puhututtaneet paljon, ja uusia määritelmiä on runsaasti. (De Angelis 2018, 13.)

YK on määritellyt maailmanlaajuisen toimintasuunnitelman kestävälle kehitykselle. Suunnitelma on jaettu 17 tavoitteeseen. Vuonna 2015 luotu Agenda 2030 on suunnitelma seuraavalle 15 vuoden ajalle. Sen tavoitteena vähentää köyhyyttä, suojella maapalloa ja parantaa kaikkien ihmisten mahdollisuuksia elämässä. (UN 2020a.) Näihin kaikkiin tavoitteisiin pyrkiminen ei ole edennyt suunnitellusti ja YK:n mukaan tällä vuosikymmenellä on syytä entistäkin määrätietoisemmin pyrkiä tavoittelemaan yhteisiä päämääriä. Covid-19-pandemia on keskeyttänyt monien kestävä kehityksen tavoitteiden toimeenpanon. Sen aiheuttama taloudellinen kriisi koskee voimakkaimmin kaikkein köyhimpiä maita, mutta vaikutukset ovat merkittävät myös kehittyneimissä maissa. (UN 2020b.) Sachs, Schmidt-Traub, Kroll, Lafortune & Fuller (2021, 9) toteavat, että ensimmäistä kertaa YK:n toimintasuunnitelman julkaisun jälkeen kestävä kehityksen tavoiteindeksi on laskenut edellisestä vuodesta vuonna 2020. Tämä johtuu covid-19-pandemian aiheuttamasta taloustilanteen heikkenemisestä ja työttömyyden sekä köyhyysasteen noususta. Pandemia on vaikuttanut talouden lisäksi myös sosiaaliseen- ja ympäristölliseen kestävään kehitykseen. Pandemia on ensin saatava kuriin, koska sen aikana ei voi tapahtua talouden, eikä siten myöskään kestävä kehityksen elpymistä. Kehittyneet maat toipuvat todennäköisesti pandemian vaikutuksista nopeimmin. On tärkeää suunnata köyhille maille

tukitoimia, esimerkiksi erilaisten rahoituskeinojen ja velkahelpotusten muodossa, jotta kestävän kehityksen tavoitteet saadaan toteutettua mahdollisimman hyvin.

Stahel (2019, 9) esittää kestävän kehityksen mallien tavoitteena olevan sellainen yhteiskunta, joka on tasapainossa sekä talouteen liittyvien tarpeiden, että myös sosiaalisten ja ympäristöön liittyvien tarpeiden välillä. Talouden ja ympäristön tarpeet on tärkeää nähdä rinnakkain. Jätteiden syntyminen ehkäisy tarkoittaa myös luonnonvarojen menetysten ehkäisyä ja talouden kasvua.

Suomessa ympäristöministeriö määrittelee kestävän kehityksen seuraavasti: ”Kestävä kehitys on maailmanlaajuisesti, alueellisesti ja paikallisesti tapahtuvaa jatkuvaa ja ohjattua yhteiskunnallista muutosta, jonka päämääränä on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet. Tämä tarkoittaa myös, että ympäristö, ihminen ja talous otetaan tasavertaisesti huomioon päätöksenteossa ja toiminnassa.” Kestävä kehitys jaetaan ekologiseen, taloudelliseen, sosiaaliseen ja kulttuurilliseen kestävään kehitykseen. (Ympäristöministeriö 2021b.)



Kuvio 2: Kestävän kehityksen kolme osa-aluetta Ympäristöministeriön (2021b) mukaan.

2.2 Organisaatioiden yhteiskuntavastuu

Törnroosin (2012, 8) mukaan kestävä kehitys on laajempi käsite kuin yhteiskuntavastuu. Yritysten ja muiden organisaatioiden yhteiskuntavastuullinen toiminta edistää kestävän kehityksen periaatteita. Jokainen organisaation tehtävänä on määritellä itse mitä yhteiskuntavastuun omaa toiminnassa tarkoittaa. Yrityksen yhteiskuntavastuullisen toiminnan edellytyksenä on, että kaikki yrityksen toimijat ymmärtävät ja ovat sisäistäneet samat vastuullisuuden periaatteet. Tärkeää on myös se, että he sitoutuvat toimimaan niiden mukaisesti. Sekä Rendtorff

(2019, 48) että Tuominen ja Aaltonen (2012, 5-6) tuovat esiin yhteiskuntavastuullisen toiminta edellytyksenä olevan ymmärryksen siitä, että teknologisen ja taloudellisen kehityksen on yhdistyttävä ympäristönäkökulmien huomioimiseen ja sosiaalisesti kestäväan kehitykseen. Tuominen ja Aaltonen (2012, 5-6) korostavat lisäksi, että monipuolinen kaikkien resurssien käytön rajojen huomioiminen on välttämätöntä silloin, kun kehitetään organisaation toimintaa. Toimintakulttuurin tulee siis huomioida ihmisten hyvinvointi, ympäristönsuojelu ja luonnonvarojen kestävä käyttö.

Yhden määritelmän mukaisesti yhteiskuntavastuu (corporate social responsibility, CSR) on yrityksen ja julkisen vallan välinen suhde. Se voidaan määritellä siis yrityksen ja yhteiskunnan väliseksi vastuunjaoksi ihmisten ja ympäristön hyvinvoinnista. Taustakäsityksenä vaikuttaa oletus siitä, että yritysten taloudellisen vastuun lisäksi yritykset ovat vastuussa myös vaikutuspiirissään olevista ihmisistä ja ympäristöstä. Moraalinen vastuu yritystoiminnassa on laillisen vastuullisuuden yli menevää vastuullisuutta. Lainsäädännössä asetetaan minimitaso yrityksen vastuullisuudelle. Laillinen vastuu ja moraalinen vastuu ovat monelta osin päällekkäisiä osialueita. Suomessa yritykset käyttävät yleensä yhteiskuntavastuun käsitettä viestinnässään, kuin tarkoitetaan vastuullisuustoimia, jotka ovat vapaaehtoisia ylittävät lainsäädännön määräykset. (Harmaala & Jallinoja 2012, 2-6; Lähdesmäki 2005, 18.) Haapala ja Aavameri (2008, 70-71) ja Rohweder (2004, 98) toteavat suomalaisessa kulttuurissa olevan oletuksena, että yritykset toimivat avoimesti ja läpinäkyvästi. Läpinäkyvyydellä tarkoitetaan totuudessa pysymistä. Läpinäkyvyyteen kuuluu myös avoin tiedon jakaminen ja liiketoiminnan julkinen raportointi.

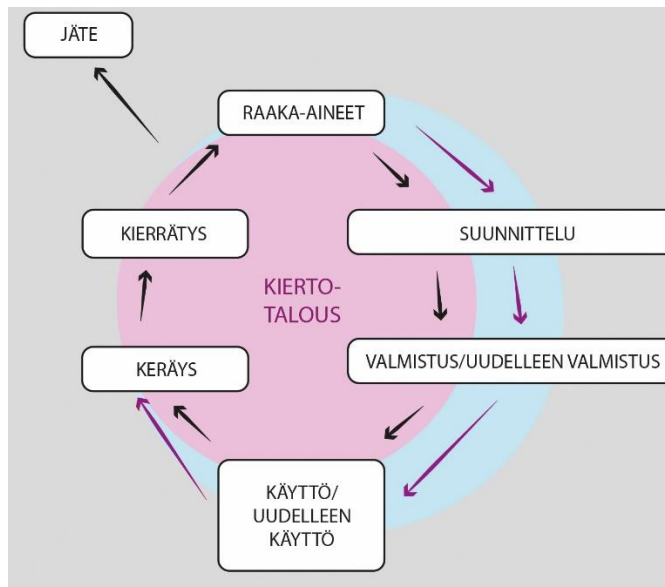
2.3 Kiertotalous

Kiertotalous on yksi tärkeimpiä kestävän kehityksen mukaisia toimintatapoja. Alarotu ym. (2020, 5) määrittelevät kiertotaloutta siten, että sillä tähdätään talouden kasvuun kestävän kehityksen keinoin. Materiaalikierrat ovat kiertotaloudessa olennaisessa merkityksessä. Materiaalikiertoihin liittyy ympäristövaikutuksia ja toisaalta ne ovat tärkeä osa liiketoimintaa eri sektoreilla.

De Angelis (2018, 19) toteaa, että perinteinen lineaarinen tuotantomalli on monien ympäristöongelmien aiheuttaja. Lineaarisessa talousmallissa tuotteiden elinkaari muodostuu siten, että resurssit otetaan talteen, käytetään tuotteiden valmistuksessa ja kuluttajat hylkäävät ne tuotteen käyttöönsä loputtua. Tällainen malli on haaste myös luonnonvarojen riittävyyden kannalta. Kasvavat sääntelytoimet jätteitä ja ilmastomuutosta vastaan, sekä raaka-aineiden hintojen nousu, rajoittavat myös tämän kaltaista toimintaa. Jakamis- ja vuokraustalouden nousu on myös nouseva trendi, eikä sovi lineaariseen tuotantomalliin.

Kiertotalous nähdään ratkaisuna ilmastomuutoksen, luonnon monimuotoisuuden vähenemisen ja luonnonvarojen ylikulutuksen aiheuttamiin ongelmiin. (Valtioneuvosto 2021, 9).

Kiertotalous on talouden toimintatapa, jonka tehtävänä on tuottaa taloudellista hyvinvointia maapallon kantokyky huomioiden. Se on myös tehokas keino vähentää luonnonvarojen käyttöä. Kiertotaloudessa hyödynnetään tehokkaasti digitalisaatiota, ja se uudistaa yhteiskunnan toimintamalleja ja rakenteita. (Sjöstedt, 2018.)

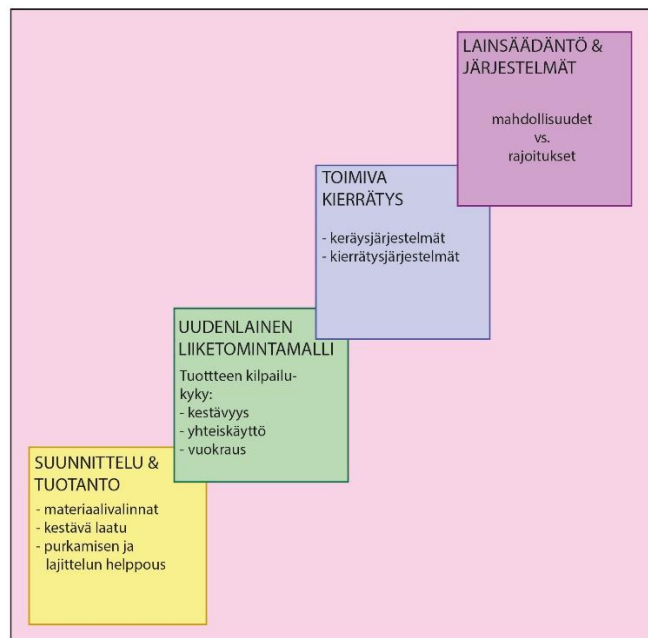


Kuvio 3: Kuvio kiertotalousmallista, mukailen YTP:n mallia (Ympäristöteollisuus ja -palvelut YTP ry. 2021). Ajatuksena on käyttää raaka-aineet uudelleen mahdollisimman monta kertaa.

Kiertotalous koskee lähes kaikkia talouden toimialoja. Toimintamallina se toisaalta vastaa väestönkasvun, luonnonvarojen ylikulutuksen ja ilmastomuutoksen aiheuttamiin haasteisiin, ja toisaalta samanaikaisesti mahdollistaa talouskasvun (Alarotu ym. 2020, 9.) Sjöstedt (2018) tuo esille, että kiertotalousmallin mukaan toimittaessa hyödynnetään jo käytössä olevien materiaalien ja tuotteiden arvoa mahdollisimman pitkään erilaisten ratkaisujen avulla sen sijaan, että valmistettaisiin lisää uusia tavaroita. Jätteen syntyminen minimoidaan ja käytetään olemassa olevia materiaaleja yhä uudelleen mahdollisimman monta kertaa. Kiertotaloudessa kulutus perustuu omistamisen sijaan erilaisten palveluiden käyttämiseen. Näin talouskasvu ei ole riippuvaista luonnonvarojen kulutuksesta. Tarkoituksena on jo palveluiden ja tuotteiden suunnitteluvaiheessa ottaa huomioon jätteen syntymisen minimointi. Muita kiertotalouden kannalta olennaisia toimia ovat korjaaminen ja kunnostaminen, jakaminen, liisaaminen ja vuokraus. Myös kierrätys ja tuotteiden uudelleenkäyttöratkaisujen suunnittelu ja toteutus ovat tärkeässä asemassa.

De Angeliksen (2018, 22) mukaan kiertotalouden edistämiseen tarvitaan neljää rakennuspalikkaa. Näistä ensimmäinen on huolellinen tuotesuunnittelu ja tuotanto. Tämä mahdollistaa biologisten ja teknisten materiaalien kierron. Edellytyksenä on materiaalien oikea valinta ja tuotteen suunnittelu jo alkuvaiheessa siten, että tuote on kestävä ja sen purkaminen ja

materiaalinen lajittelu on mahdollisimman yksinkertaista uusiokäyttöä varten tuotteen elinkaaren päätyttyä. Toinen rakennuspalikka on uudenlainen liiketoimintamalli, jossa tuotteeseen sisällytetään ominaisuuksia, jotka tekevät siitä houkuttelevan ja kilpailukykyisen halvemmalla perinteistä lineaarista tuotantotapaa käyttämällä tuotettujen vastaavien tuotteiden kanssa. Nämä ominaisuudet voivat liittyä esimerkiksi tuotteen kestävyys, tai tuotteen käytettävyyteen ilman omistamista. Kolmas kiertotalouden edistämisen rakennuspalikka on toimiva kierrätys. Tarvitaan tehokkaita keräys- ja käsittelyjärjestelmiä, jotta raaka-aineiden uusi käyttö on mahdollista. Neljäntenä rakennuspalikkana on lainsäädännön ja järjestelmien tuomat mahdollisuudet ja rajoitukset. Tämä neljäs kohta ei ole yrityksen itsensä asettama, mutta se on ratkaisevan tärkeä kiertotalouden onnistumisen kannalta. Koulutus, rahoitus ja toimiva yhteistyö eri toimijoiden kanssa kuuluvat olennaisena tähän.



Kuvio 4: Kiertotalouden neljä rakennuspalikkaa De Angeliksen (2018, 22) tekstin mukaan.

Muutosvoimina kiertotalouden suhteen ovat globaalit haasteet. Näistä tärkeimpinä nähdään ilmastonmuutos, väestön kasvu ja resurssien riittävyys. Myös kulutustottumuksiin liittyvät trendit, taloudellisen toimintaympäristön muutokset, ympäristövaikutukset, energiamurros, lainsäädännön ohjaava vaikutus sekä teknologisen osaamisen ja innovaatioiden kehitys toimivat muutosvoimina. (Alarotu ym. 2020, 11.)

Maailmanlaajuisesti kiertotalouden tavoitteita on määritelty mm. vuonna 2015 YK:n 193 jäsenmaan hyväksymässä 17:ssä kestävä kehityksen tavoitteessa köyhyyden lopettamiseksi, maapallon suojelemiseksi ja riittävän vaurauden takaamiseksi kaikille. Tavoite numero 12 on varmistaa tuotanto- ja kulutustapojen kestävyys. Kestävä kulutus ja kestävät tuotantomallit tuodaan ohjelmassa tässä tavoitteessa esiin lauseella ”tehdään enemmän ja paremmin

vähemmällä”. Kestävän arvon luomiseksi tarvitaan siis sekä arvon luomisen, että kestävän kehityksen näkökulmia. (Bonvoisin, Seliger & Stark. 2017, 22).

Vuonna 2018 EU-maat hyväksyivät jätealan säännöt, joiden tavoitteena on, että EU on jätehuollon edelläkävijä maailmassa. Tämä lainsäädäntö on osa EU:n laajemman kiertotalouspolitiikan toteuttamista. Tärkeimpänä tavoitteena on ehkäistä jätteen syntymistä. Silloin kun se on mahdotonta, tehostetaan yhdyskuntajätteen ja pakkausjätteen kierrätystä. Komission alkuperäinen ehdotus oli osa kiertotalouspakettia joulukuussa 2015. Uusi lainsäädäntö velvoittaa EU-maat toteuttamaan kiertotaloutta käytännössä. Tämä tapahtuu jätteiden syntymisen ehkäisyn suosimisella materiaalien uudelleenkäytön ja kierrätyksen keinoin. Lainsäädännön lisäksi käytetään taloudellisia ohjauskeinoja, esimerkiksi sellaisia toimia, joilla pyritään laajentamaan tuottajan vastuuta jätteenkäsittelyssä. (Euroopan Komissio 2018.)

Sitran selvityksen mukaan kiertotalous on megatrendi. Koska eriarvoisuus on kasvanut ja ekologinen kestävyys on kriisissä, talouteen kohdistuu voimakkaita muutospaineita. Vauraus ei jakaudu tasaisesti ja talouden kasvu tapahtuu ekologisen kestävyyskustannuksella. Kiertotaloudesta löytyy ratkaisu tähän talouden muutospaineeseen. (Dufva 2020, 47-48.)

Tällä hetkellä voimassa olevassa hallitusohjelmassa on asetettu tavoitteeksi vahvistaa Suomen roolia kiertotalouden edelläkävijänä (Valtioneuvosto 2021, 9). Alarodun ym. (2020, 10-11) mukaan Suomessa suurin osa kiertotalouden liikevaihdosta tulee tällä hetkellä suurten yritysten toiminnasta. Kuitenkin kiertotalouden liiketoiminta on vielä pääsääntöisesti pienten ja keski suurten yritysten toimintaa, tilastojen mukaan noin 75 % materiaali kiertoihin erikoistuneista yrityksistä on pk-yrityksiä. Kiertotalouskeskittymillä on taloutta kasvattava vaikutus omilla toiminta-alueillaan toiminnan tehostumisen luoman arvonlisän ja uusien työpaikkojen kautta. Kiertotalouden liiketoiminta on mahdollista kaksinkertaistaa vuoteen 2030 mennessä, mutta tämä tavoite vaatii nykyistä suurempaa volyymia kaikkien resurssien, kuten raaka-ainesten ja toimijoiden, sekä koko toiminnan suhteen.

Alarotu ym. (2020, 10-11) ennustavat, että pääomasijoitusten volyymi ennakoii kiertotalouden pohjautuvan liiketoiminnan kasvua. Kuitenkin kiertotalousyrityksiin tehdyt pääomasijoitukset ovat toistaiseksi vain muutamien prosenttien luokkaa kaikista tehdyistä pääomasijoituksista. Näiden sijoitusten alhainen määrä saattaa johtua kiertotalousyritysten vähäisyydestä tai vaikeasta rahoitettavuudesta esimerkiksi uudenlaisten liiketoimintaan liittyvien riskien takia.

Valtioneuvoston (2021, 13) ehdotuksessa kiertotalouden strategiseksi ohjelmaksi visiossa Suomen tilanteesta vuonna 2035 on saavutettu hiilineutraali kiertotalousyhteiskunta, joka toimii menestyvän talouden perustana. Talous perustuu kestävien tuotteiden ja palveluiden varaan, ja jakamistalous on vallitseva käytäntö. Ihmisten kulutusvalinnat ja luonnonvarojen käyttö

ovat kestävän kehityksen mukaisia. Luonnonvarojen riittävyys turvataan niiden mahdollisimman pitkään ja turvallisesti kierrossa pysymisellä.

Sitran (2016, 4.) kiertotalouden tiekartan mukaan tavoitteena on nostaa Suomi kiertotalouden globaaliksi kärkimaaksi vuoteen 2025 mennessä. Kiertotalouden luomisessa huomioidaan maailmanmaalaajuiset markkinat, mutta valtion rooli on myös tärkeä kiertotalouteen perustuvien yritysten kasvun mahdollistajana. Jotta tavoitteet toteutuisivat, nyt on korkea aika siirtyä kehittämisestä ja selvittämisestä käytännön toimintaan.

Kiertotalouden läpimurto voidaan saavuttaa erilaisten digitaalisten ratkaisujen ja innovaatioiden avulla. Tarvitaan myös järkevää sääntelyä, sekä vastuullisia sijoittajia, yrityksiä ja kuluttajia. Näillä keinoilla Suomi voi toimia edelläkävijämaana ja tarjota kestäviä ratkaisuja myös kansainvälisillä markkinoilla. Konkreettiset tavoitteet, joilla tämä visio toteutuu vuoteen 2035 mennessä ovat materiaalien kiertotalousasteen kaksinkertaistuminen, resurssien tuottavuuden kaksinkertaistuminen sekä primääriraaka-aineiden kokonaiskulutuksen pysyminen maksimissaan vuoden 2015 tasolla. (Valtioneuvosto 2021, 13.)

Sitran (2016, 30) kiertotalouden tiekartassa korostetaan, että rahoitus on yks merkittävimmistä keinoista kiertotalouden volyymin kasvattamiseen. Julkisen rahoituksen painopiste ja valtion myöntämät investointituet on suunnattu kiertotalouden periaatteita noudattaviin hankkeisiin esimerkiksi infrastruktuuriin ja rakentamiseen liittyen. Kiertotalouden tiekartan toteuttamisen yhteydessä kehitetään kiertotalousinvestointeja tukevia rahoitusjärjestelyjä. Investointeja suunnataan kiertotalousratkaisuihin ymmärtäen tulevaisuuden potentiaaliset tuotot.

Julkisten hankintojen suuntaamisella kasvatetaan myös kiertotalouden osuutta. Hankinnat suunnataan kiertotaloutta tukevien ratkaisujen ja tuotteiden hankintaan. Hankinnoissa suositetaan kestäviä palveluita ja vuokrausta ja leasingia omistustuotteiden sijaan. Tavoitteena on jätteen syntymisen minimoiminen. Sitran laatimassa kiertotalouden tiekartassa korostetaan myös koulutuksen ja tutkimuksen merkitystä. Tavoitteena on kouluttaa opettajia kiertotalouden asiantuntijoiksi ja sitä kautta vaikuttaa tulevien sukupolvien asenteisiin ja tietämykseen. Rahoitusta pyritään suuntaamaan myös kiertotaloutta edistäville poikkitieteellisille tutkimushankkeille. (Sitra 2016, 30.)

Sääntelyn esteiden purkaminen ja kannusteiden luominen, sekä verotuksen painopisteen muutos ovat myös tärkeitä toimia kiertotalousmallin edistämiseksi. (Sitra 2016, 30.) Liiketoiminnassa kiertotalouden kasvun haasteina ovat erityisesti lupakäytäntöihin, sääntelyn tuomiin rajoituksiin, tuotteistukseen ja jätemääritelmiin liittyvät seikat. Uusioraaka-aineiden saatavuus ja laatu vaihtelevat usein. Tämä vaikuttaa valmistettavien tuotteiden lopulliseen laatuun ja turvallisuuteen. Myös tuotevalmistajien valmius hyödyntää uusioraaka-aineita voi olla

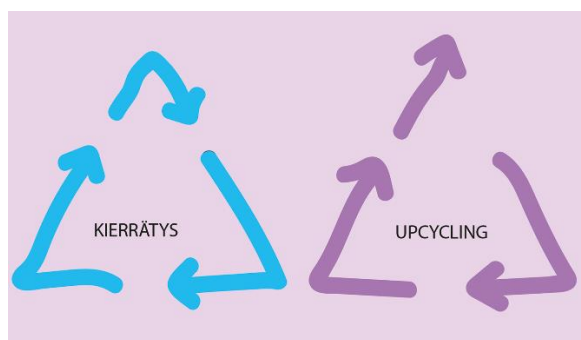
puutteellista. Lainsäädännöllinen byrokratia saattaa hidastaa tai jopa estää liiketoimintaa. (Alarotu ym. 2020, 11.)

Valtioneuvoston (2021, 9) ehdotuksessa kiertotalouden strategiseksi ohjelmaksi esitetään, että merkittävä etu kiertotaloudessa ympäristövaikutusten lisäksi on myös sen tarjoama mahdollisuus parantaa yritysten tuottavuutta. Raaka-aineet ja niiden käsittely, sekä tuotteiden toimittaminen kuluttajille muodostavat merkittävän osan yrityksen toiminnan ympäristövaikutuksista. Mutta nämä samat asiat ovat tavallisesti myös suurin tekijä yrityksen muuttuvien kustannusten syntymisessä. Kun raaka-aineiden hintaa saadaan kiertotalouden kautta painetua matalammaksi, ja mahdollisesti kuljetusketjun vaiheita lyhyemmäksi, se parantaa yrityksen taloudellista tehokkuutta.

Monien instanssien asettamat tavoitteet kiertotaloudelle muuttuvat toivottavasti käytännön toimiksi Suomessa huhtikuussa 2021 julkaistun Valtioneuvoston periaatepäätöksen myötä. Tässä periaatepäätöksessä listataan 18 keskeistä toimenpidettä, joita ministeriöt ovat sitoutuneet edistämään nykyhetkestä vuoteen 2024 mennessä. Päätöksen toimenpiteet koskevat kiertotalouteen liittyvän osaamisen lisäämistä, kiertotalousmallia tukevia kannusteita ja markkinoiden vahvistamista, digitalisaation edistämistä ja kestävän kehityksen mukaista ulkopoliittikkaa. Kokonaistavoitteena on se, että hiilineutraali kiertotalousyhteiskunta on menestyvän talouden perusta Suomessa vuonna 2035. (Ympäristöministeriö 2021a, 3-10.)

2.4 Upcycling

Yksi kiertotalouden uusimmista käsitteistä on upcycling. Termillä ei ole toistaiseksi sopivaa sanaa suomeksi. Se voidaan nähdä lisäarvon muodostumisen ja kierrätyksen yhdistelmänä.



Kuvio 5: Kaavakuva kierrätyksen ja upcyclingin erosta.

Upcyclingissa tarkoituksena on lisätä vanhan materiaalin arvoa sijoittamalla se uuteen ympäristöön ja edottamalla täysin uusia tapoja käyttää sitä. Eli termin merkitys on hyödyttömän materiaalin muuntamista uuteen muotoon siten, että materiaalilla on entistä parempi laatu tai suurempi arvo. (Lemmetty, Glăveanu & Collin. 2020, 5.) Bridgens, Powell & Farmer ym. (2018, 1-3.) määrittelevät upcyclingin luovaksi kierrätykseksi, joka on käytettyjen

materiaalien arvon nousuun johtavaa uudelleenkäyttöä. Toisaalta he toteavat, että upcycling ei ole uusi tapa, vaan se on esihistoriallisista ajoista asti ollut osa ihmiselämää. Jo muinoin ihmiset valmistivat työkaluja piikivistä ja luista, tai suojaavia majoja itselleen paikallisesta kasvillisuudesta. Edelleen rajalliset resurssit pakottavat köyhimmissä maissa ihmiset jätteiden luovaan uudelleenkäyttöön. Upcyclingia ohjaavat motiivit ovat siis hyvin erilaisia.

Upcycling-metodilla kehitettyjä tuotteita on olemassa hyvin erilaisia. Esimerkiksi useilla eri valmistajilla on vaatemallistoja, jotka on valmistettu valtameristä kerätystä muovijätteestä. Myynnissä on huonekaluja ja sisustusesineitä, joiden valmistusmateriaalina on käytetty käytöstä poistettuja pakkausmateriaaleja. Myös kuluttajien motiivit hankkia näitä tuotteita vaihtelevat. Tavoitteena voivat olla taloudelliset säästöt, ympäristöhyödyt, estetiikan hakeminen tai sisäisen nautinnon hakeminen vastuullisen kuluttamisen kautta. (Wilson 2016, 396.)

2.5 Resurssiviisaus

Mattinen, Koskela ja Seppälä (2014, 10) esittävät, että resurssiviisaudessa tärkeimpinä tekijöinä ovat luonnonvarat ja niiden käytöstä aiheutuvat ympäristövaikutukset, sekä talouskasvu. Rönkkö, Luusua, Aarrevaara, Herneoja ja Muilu (2017) määrittelevät resurssiviisauden kyvyksi käyttää erilaisia resursseja, kuten raaka-aineita, energiaa, tuotteita ja palveluita sellaisella tavalla, joka hyödyttää sekä ihmisten hyvinvointia että talouden kestävästä kasvua. Resurssiviisaus on siis laajempi käsite, kuin pelkkä resurssien tehokas käyttö tai resurssitehokkuus. Resurssiviisaudella tarkoitetaan kokonaisvaltaista lähestymistapaa ja asennetta resurssien viisaaseen hallintaan. Se eroaa resurssitehokkuudesta siis siten, että siinä otetaan huomioon kokonaisuudet osaoptimoinnin asemesta.

Resurssiviisaus on ollut historiallisesti yhteisöjen luontainen piirre. Yleensä ihmisillä ei ollut muuta vaihtoehtoa kuin olla resurssiviisas. Ruokaa, vettä ja viljelysmaata on ollut rajallisesti käytössä. Jakamisella oli menneinä vuosisatoina keskeinen rooli ihmisten selviytymisessä. Nykyisellä vaurauden aikakaudella aikaisemmin itsestään selvää ja luontaista resurssiviisautta on menetetty kaupungistumisen ja uusien elämäntapojen omaksumisen myötä. Kasvava ryhmä ihmisiä pyrkii vapaaehtoisesti kestävään elämäntapaan. Kuitenkin osan ihmisistä on pakko selviytyä niukkojen resurssien kanssa taloudellisen tilanteensa takia. On tärkeää ottaa huomioon poliittisissa päätöksissä ja resurssiviisaassa suunnittelussa nämä molemmat seikat. (Rönkkö ym. 2017.)

Rönkön ym. (2017) mukaan alueellinen kehitys Suomessa etenee siihen suuntaan, että pääkaupunkiseutu ja eteläinen metropolialue kasvavat sekä asukkaiden, että työpaikkojen suhteen. Samaan aikaan suuressa osassa Pohjois-Suomea ja Itä-Suomea kehitys kulkee päinvastaiseen suuntaan. Tämä on ongelmallinen kehityssuunta sekä resurssienhallinnan ja kilpailun, että taloudellisen menestyksen kannalta. Keskittämisen sijaan tulisi pyrkiä paikallisiin älykkäisiin ratkaisuihin. Erityisesti biotalouteen liittyvien resurssien käyttö tulisi pyrkiä jakamaan

alueellisesti tasaisemmin. Mattinen ym. (2014, 6.) korostavat, että tavoitteiden asettaminen on tärkeää pyrittäessä kohti resurssiviisasta toimintaa. Valtakunnan tasolla asetettavat tavoitteet ovat tärkeitä, mutta niiden saavuttamiseksi on syytä asettaa paikallisia tavoitteita. Kunkin alueen paikallisten erityispiirteiden huomioiminen on mahdollista vain silloin kun tavoitteet asetetaan alueellisesti.

Ilmastonmuutos ja kasvava maailmanlaajuinen luonnonvarojen kysyntä muuttaa väistämättä strategisen aluesuunnittelun painopistettä kohti uusiutuvien luonnonvarojen kestävää hallintaa ja resurssiviisasta käyttöä. Kestävän kehityksen haasteet pakottavat meidät jakamaan sekä aineelliset että aineettomat resurssit viisaasti tulevaisuudessa. (Rönkkö ym. 2017.)

2.6 Biotalous

Biotalousdesta käsitteenä on olemassa useita eri määritelmiä. Kniivilä ym. (2017, 7) määrittelevät sen tarkoittavan biomassaan perustuvia tuotteita, energiaa ja palveluita. Biotalous on myös erilaisten biologisten prosessien käyttö tuotteiden valmistamisessa ja tuotannon yhdistäminen osaksi luonnon kiertokulkua ja ekosysteemejä. Sitra (2021) määrittelee biotaloutta hie-
man laajemmin. Sen määritelmän mukaan biotalous on tuotantoa, jossa hyödynnetään luon-
nosta saatavia uusiutuvia materiaaleja. Biotalous liitty olennaisesti näihin materiaaleihin
kehitettävät teknologiat ja innovaatiot. Kaikki tämä yhdessä edistää muutosta, jossa käy-
tään uusiutuvia luonnonvaroja uusiutumattomien tilalta. Toisaalta biotalous on strategia,
jonka avulla pyritään ratkaisemaan ajankohtaisia haasteita, esimerkiksi ilmastonmuutosta,
luonnonvarojen rajallisuutta ja alueellisen kehityksen epätasaisuutta.

Kniivilän (2017, 7) mukaan biotalouteen siirtyminen merkitsee muutoksia monella tasolla. Teknologian ja talouden täytyy muuttua. Myös yhteiskunnalliset muutokset ovat tarpeen. Nämä muutokset edellyttävät pitkäjänteistä ja tutkimuksiin perustuvaa päätöksentekoa ja eri
päättäjien yhteistyötä. Sitra (2021) puolestaan ennustaa, että tulevaisuudessa biotalous on
sekä globaalia että paikallista. Esimerkiksi uusiutuvan energian tuotantoon kehitetään lisään-
tyvässä määrin lähiratkaisuja, mutta samalla voi syntyä innovaatioita, joilla voi olla merki-
tystä kansantaloudellemme uusina vientituotteina. Osa tuotannosta, erityisesti elintarvikkeet
ja energia, tullaan tuottamaan lähellä lopullista kuluttajaa. Näin ei synny kuljetuskustannuk-
sia ja kierrätys on tehokkaampaa. Erityistuotteita ja palveluja, sekä uusia biotalouden inno-
vaatioita ja malleja liikkuu kuitenkin tulevaisuudessakin kansainvälisillä markkinoilla. Onnis-
tuessaan biotalous vähentää ympäristövaikutuksia ja lisää suomalaisten tuotteiden vientiä.

Biotalous käyttää uusiutuvia biopohjaisia luonnonvaroja ja ympäristöä säästävää puhdasta tek-
nologiaa. Se ei ole uusi toimiala, vaan siinä yhdistyy useita alkutuotannon, jalostustoiminnan
ja lopputuotteiden markkinoita. Eloperäiset biomassat, jotka ovat peräisin esimerkiksi pel-
loilta, vesistöistä, metsistä tai elintarviketeollisuudesta, voivat olla ratkaisu useisiin eri

käyttötarkoituksiin uusiutumattomien luonnonvarojen tilalta. (Suomen biotalousstrategia 2014, 2-3.)

Sitran (2021) mukaan biotalous voi kattaa oikeastaan mitä tahansa teollisuuden tai talouden lajia. Esimerkiksi kemianteollisuus, metsäteollisuus, kalatalous, maatalous, elintarviketeollisuus, lääketeollisuus ja luontomatkailu ovat biotaloutta. Biotalous on jo nyt Suomen talouden kannalta merkittävässä roolissa ja tulevaisuudessa sen merkitys kasvaa entisestään.

EU:n vuoden 2018 biotalousstrategian tavoitteena on kehittää kiertotaloutta ja kestävä kehitystä. Biotalous on tärkeä osa EU:n taloutta, se tuotti lähes 5 prosenttia bruttokansantuotteesta, ja työllisti noin 9 prosenttia työvoimasta vuonna 2017. Biotalous kehitetään vahvistamalla talouden, yhteiskunnan ja ympäristön välistä yhteyttä. Biotalous on vastaus maailmanlaajuisiin haasteisiin, kuten Pariisin sopimuksen ilmastotavoitteiden saavuttamiseen ja YK:n kestävän kehityksen tavoitteisiin. Biotalous voi olla myös ratkaisu EU:n kilpailukykyyn covid-19 pandemian jälkeen. (European Commission 2021.)

Suomen biotalousstrategia (2014, 2) on laadittu työ- ja elinkeinoministeriön asettamassa hankkeessa, johon osallistui useita eri toimijoita, mm. ministeriöitä ja alan sidosryhmiä. Tässä strategiassa biotalous on määritelty tarkoittamaan taloutta, joka käyttää ravinnon, energian, palveluiden ja tuotteiden tuottamiseen uusiutuvia luonnonvaroja. Biotalous vähentää riippuvuutta uusiutumattomista luonnonvaroista ja vähentää luonnonvarojen köyhtymistä. Biotalous tehtävänä on kasvattaa taloutta ja lisätä työpaikkoja kestävän kehityksen periaatteita noudattaen. Konkreettisina tavoitteina on nostaa Suomen biotalouden tuotos vuoteen 2025 mennessä 100 miljardiin euroon ja saada luotua 100000 uutta työpaikkaa.

Kniivilä ym. (2017, 11) ovat sitä mieltä, että biotalouden kasvua rajoittavia tekijöitä ovat lait ja toimintaa rajoittavat määräykset. Myös taloudellisilla ohjauskeinoilla on merkitys biotalouteen joko rajoittavana tai kannustavana tekijänä. Biotalous voivat rajoittaa myös asenteet kotitalouksilla, yrityksillä ja julkisen vallan edustajilla. Osaamisen puute voi myös jarruttaa biotalouden etenemistä joissakin tapauksissa. Taloudelliset tekijät voivat toimia kasvun rajoitteena erityisesti toiminnan alkuvaiheessa, koska uudet tavat toimia vaativat yleensä merkittäviä investointeja. Poliittisilla päätöksillä on myös merkittäviä vaikutuksia joko kasvua rajoittavana tai lisäävänä seikkana.

Biotalous on suhteellisen suuri työllistäjä Suomessa. Koljonen, Kurttila ja Honkatukia (2021, 12-13) tuovat esiin, että vuonna 2019 biotalouden toimialat työllistivät yhteensä hieman yli 300 000 ihmistä, eli noin 11 prosenttia kaikista Suomen työllisistä. Maatalous on työllisissä mitattuna suurin biotalousala. Muita tärkeitä työllistäjiä ovat metsäteollisuus, rakennusala, lääke- ja kemianteollisuus, elintarviketeollisuus, energiateollisuus ja luontomatkailu. Biotalous investoinnit kasvoivat hitaasti, mutta tasaisesti koko 2010-luvun ajan.

Biotalousstrategiassa tavoitteena olleet 100 000 uutta työpaikkaa vuoteen 2025 mennessä näyttää tilastojen valossa mahdottomalta saavuttaa.

2.7 Uudenlaiset toimintatavat tulevaisuuden edellytyksenä

Kestävää kehitystä ja siihen liittyviä tekijöitä on tärkeä edistää, jotta tulevilla sukupolvilla on mahdollisuus normaaliin elämään maapallolla. Lähes kaikesta ihmisen toiminnasta syntyy jätettä. Vielä pitkään viime vuosisadalla jätteet käsitettiin ongelmaksi, joka pitää hoitaa pois kaatopaikalle. Nykyään jätteet, jotka syntyvät kotitalouksissa tai teollisuudessa, päätyvät ennistä useammin kierrätykseen tai vähintäänkin lajitellaan oikein ympäristöhaittojen vähentämiseksi.

Kilpailu luonnonvaroista on kasvanut saman aikaisesti, kun niiden rajallisuus on konkretisoitunut. Tämä nostaa raaka-aineiden hintoja. Pian saattaakin olla tosiasia, että kiertotalous ei ole valinta, vaan välttämättömyys.

Luonnonvarojen riittävyyden takaamiseksi sekä ilmastonmuutoksen ja ympäristön saastumisen pysäyttämiseksi on tehty paljon tutkimuksia ja suunnitelmia, käynnistetty hankkeita sekä säädetty lakeja. On laadittu monenlaisia tavoitteita, joita eri maat ovat sitoutuneet noudattamaan. Kiertotalouden merkitystä ymmärretään yhä paremmin. Vielä on kuitenkin tehtävä paljon asioita toisella tavalla, jotta luonnon rajalliset resurssit saadaan riittämään tulevaisuudsakin.

On tärkeää oppia näkemään uudenlaisia vaihtoehtoisia tapoja toimia. Vanhoista ajattelumalleista on päästävä eroon. Tässä kehittämishankkeessa selvitetään mahdollisuuksia käyttää nykyään usein jäteongelman muodostavaa hevosenlantaa hyödyksi. Jo se on hyvä asia, että lantaa käytetään esimerkiksi lannoitteena ja energiantuotannossa. Vielä parempi olisi, jos siitä saataisiin jotain arvokasta raaka-ainetta, jota voitaisiin hyödyntää erilaisten tuotteiden valmistamisessa. Lannasta peräisin olevan aineen käyttö kosmetiikan raaka-aineena tuntuu ajatuksena erikoiselta, tulevaisuudessa se toivottavasti kuitenkin on mahdollista. Yhden raaka-aineen eristäminen yllättävästä saantilähteestä ei toki ratkaise ongelmaa isossa mittakavassa, mutta tämänkaltaisia avauksia tarvitaan, jotta saadaan ratkaisuja resurssien riittävyys- ja jäteongelmiin.

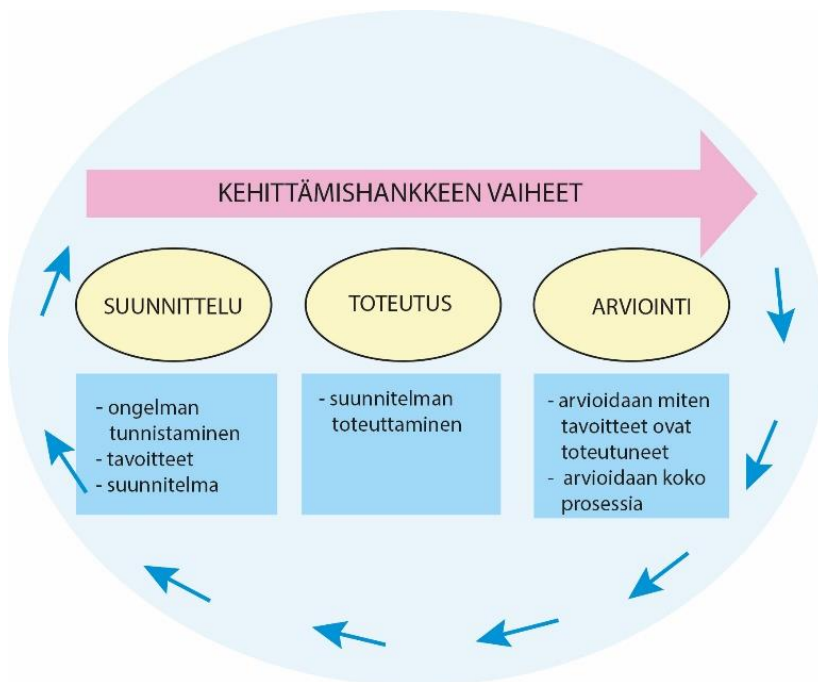
3 Kehittämisasetelma

Tutkimuksen lähtökohtana on se, että on olemassa jokin ongelma, jonka ratkaiseminen ei onnistu jokapäiväisen ajattelun avulla. Uusi tieto auttaa ymmärtämään ongelmaa ja löytämään keinoja sen ratkaisemiseksi. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 19-20.) Tieteellinen tieto on perusteltua, objektiivista ja kommunikoitavaa. Tutkimuksen tekijän tulee pystyä

perustelemaan kaikki valintansa tutkimuksen tekemisessä lähtökohdista aina tutkimusmenetelmien käyttöön ja tulosten argumentointiin asti. Objektiivisuus tarkoittaa tekijän tietoisista ja henkilökohtaisista intresseistä irrottautumista. Objektiivinen tutkimuksen tekijä pyrkii tietoon, joka on perusteltua ja toisaalta myös rajallisuutensa tunnistavaa. Kommunikoitavuus merkitsee tutkijan velvollisuutta kertoa tuloksista ja antaa mahdollisuus tulosten arviointiin julkisesti. Siihen kuuluu myös metodologisten ratkaisujen ja muiden valintojen raportointi tutkimusjulkaisussa. Tutkimusraportin lukijan pitää kyetä ymmärtämään miten tutkimus eteni ja miksi kirjoittaja teki tutkimukseen kulkuun vaikuttavat valinnat. (Bradford & Cullen 2011, 6-8; Ronkainen, Pehkonen, Lindblom-Ylänne & Paavilainen 2011, 11-12.)

YAMK:n opinnäytetyöt ovat luonteeltaan tutkimuksellisia kehittämishankkeita. Tutkimuksellisessa kehittämishankkeessa keskeisiä asioita ovat kehityksen kohteena olevat tutkimusongelmat, sekä niiden ratkaisemiseksi sovellettavat tutkimus- ja kehittämismenetelmät. (Toikko & Rantanen 2009, 19.) Tutkimuksellisen kehittämistyön erottaa tieteellisestä tutkimuksesta sen lopullinen tavoite. Kehittämistyön tavoitteena on luoda uusia ratkaisuja ja käytäntöön liittyviä parannuksia. Päämääränä kehittämisessä ei niinkään ole luoda uutta teoriaa, kun taas tieteellisessä tutkimuksessa on yleensä keskeisimpänä tavoitteena teorian luonti. Tutkimuksellisessa kehittämishankkeessa syntyy kuitenkin lopullisen käytännönläheisen tavoitteen lisäksi myös uutta tietoa. Kehittämistyön tavoitteet vaikuttavat myös prosessin lähestymistapoihin ja menetelmävalintoihin. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2015, 19.)

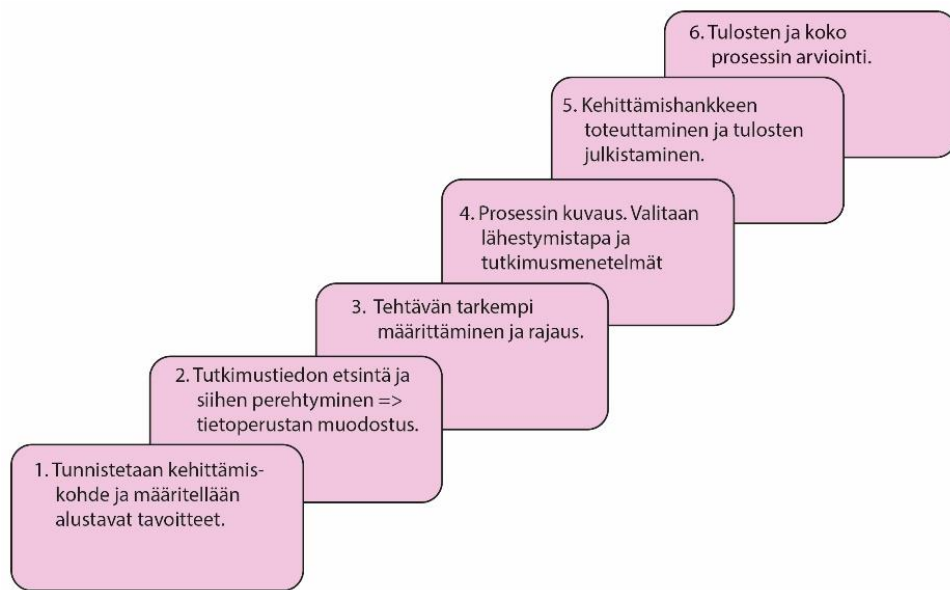
Kehittämistyöllä on tärkeä merkitys tutkimuksellisissa kehittämishankkeissa. Sen avulla luodaan toimintaa, joka tuottaa uusia tai parannettuja menetelmiä, palveluita, tuotantovälineitä tai tuotteita. Kehittämistyöhön vaikuttavat tieteellisten arvojen lisäksi muutkin seikat. Esimerkiksi kustannukset tai ympäristönäkökohdat voivat olla ratkaisevassa asemassa uuden innovaation kehittämisessä. Tutkimuksellisen kehittämishankkeen tarkoituksena ei ole siis pelkästään soveltaa olemassa olevaa tutkimustietoa, vaan käytännön kehittämisen myötä synnyttää myös uutta teoreettista näkemystä. (Toikko & Rantanen 2009, 20-22.)



Kuvio 6: Kehittämishankkeen vaiheet. Laadittu mukailen Ojasalon ym. (2015, 23) tekstistä ja kuvasta. Siniset nuolet kuvaavat sitä, että kehittämishanke ei yleensä etene suoraviivaisesti, vaan joudutaan palaamaan edellisiin vaiheisiin.

Kehittämishanke etenee vaiheittain. Ensimmäinen vaihe on toiminnan suunnittelu, eli sen kysymyksen tunnistaminen, johon lähdetään etsimään kehittämällä vastausta. Toisessa vaiheessa tehdään varsinaista toteutustyötä ja viimeiseksi arvioidaan kehittämistyön tulokset. Uusille ja luoville innovaatioprosesseille on kuitenkin ominaista se, että ne ovat ennakoimattomia. Kehittämistyö etenee harvoin niin suoraviivaisesti kuin on suunniteltu. Prosessin etenemistä joudutaan tavallisesti koko ajan tarkistamaan ja muuttamaan sen suuntaa. Arvioinnin jälkeen kehittämistyö jatkuu yleensä uudelleen. (Toikko & Rantanen 2009, 10; Ojasalo ym. 2015, 23.)

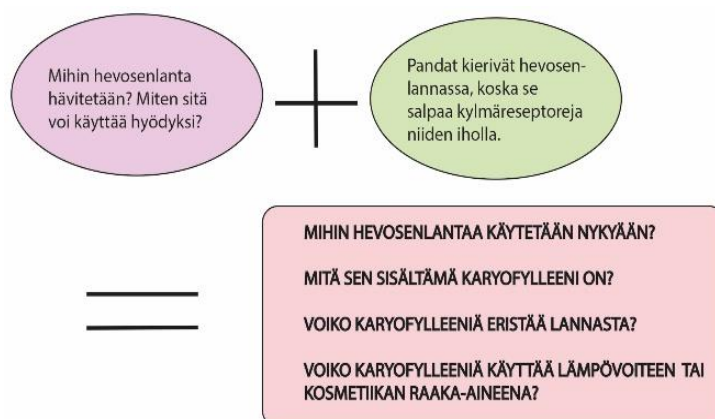
Ojasalon ym. (2015, 23-26) mukaan tutkimuksellisen kehittämishankkeen suunnittelun alkuvaiheessa lähdetään tavallisesti liikkeelle kehittämiskohteen tunnistamisesta ja pyritään löytämään kaikki siihen liittyvät tekijät. Seuraavassa vaiheessa etsitään kehittämisen kohteeseen liittyvää tutkimustietoa. Tutkimustiedon perusteella muodostetaan kehittämishankkeen tietoperusta. Tietoperustan muodostamisen jälkeen voidaan vielä rajata kehittämistehtävää tarkemmin. Seuraavassa vaiheessa kuvataan kehittämistyö prosessina ja valitaan tarkemmin lähestymistapa ja tutkimusmenetelmät. Tämän jälkeen seuraa varsinainen toteuttaminen ja julkistaminen. Viimeisenä on arviointivaihe, jossa arvioidaan hankkeen tuloksia, mutta sen lisäksi myös koko hankeprosessin kulkua.



Kuvio 7: Tutkimuksellisen kehittämishankeprosessin vaiheet. Kuvio laadittu Ojasalon ym. (2015, 23-26) tekstistä.

3.1 Kehittämiskohde ja alustavien tavoitteiden määrittely

Kehittämishankkeeni kohde on kahden eri tapauksen muodostama kokonaisuus. Ensimmäinen on Resurssiviisaaksi ihmislähtöisin keinoin -hankkeesta esiin noussut tarve löytää uudenlaisia ratkaisuja hevosenlannan hävittämiselle hevestiloilta. Toinen on artikkeli, joka käsittelee tutkimusta siitä, miksi pandakarhut hierovat hevosenlantaa itseensä. Näistä yhdessä syntyy kehittämishankkeeni tutkimusongelma, joka käsittelee siitä, voisiko lannasta eristää karyofylleeniä ja käyttää sitä esimerkiksi lämpövoiteen tai kosmeettisen tuotteen raaka-aineeksi.



Kuvio 8: Kehittämishankkeeni tutkimusongelman muodostuminen.

Hevosenlannan sisältämän karyofylleenin eristäminen ja hyötykäyttö voisi olla yksi tapa, jolla lanta saataisiin muutettua ongelmasta resurssiksi. Opinnäytetyöni tarkoituksena on selvittää

lannan hyötykäyttömahdollisuuksia. Tarkoitus on siis kehittää vaihtoehtoisia ratkaisuja talliyrittäjien ongelmaan lannan hävittämisestä hevostiloilta.

Työni tavoitteena on koota tietoa siitä, mihin lantaa nykyään käytetään. Lannan loppusijoitusta ja hyötykäyttöä säätelevät useat eri säädökset, lait ja asetukset. Yhtenä lähtökohtana työssäni on myös hypoteesi siitä, että lannasta saatavan raaka-aineen hyödyntäminen esimerkiksi CE-merkityn lääkinnällisen laitteen, jollainen lämpövoide on, tuo mukanaan lisää säädöksiä. Sama koskee oletukseni mukaan käyttöä kosmeettisen valmisteiden raaka-aineena. Kehittämistyössäni tavoitteena on selvittää myös, millaisia lainsäädännöllisiä vaatimuksia on, jotta lannasta peräisin olevaa raaka-ainetta voitaisiin käyttää näissä tarkoituksissa. Selvitettävänä asiana on myös, tarvitaanko lainsäädäntöön jotain muutoksia, ennen kuin tällaisen raaka-aineen käyttö on mahdollista. Tavoitteena on myös selvittää karyofyllien vaikutuksia ja käyttömahdollisuuksia kosmeettisen tuotteen raaka-aineena.

3.2 Tiedon hankkiminen ja tietoperustan muodostaminen

Tutkimuksellisessa kehittämishankkeessa aihetta käsittelevään kirjallisuuteen perehtyminen ohjaa valintoja prosessin myöhemmissä vaiheissa. Kirjallisuuden valinnassa pitää pyrkiä kriittisyyteen. On tärkeää, että käytettävien lähteiden kirjoittaja on aiheensa asiantuntija. Ajan kohtaisuus on myös osa lähdekritiikkiä, joten yleensä on hyvä pyrkiä käyttämään tuoreita lähteitä. Lähteen uskottavuus ja julkaisijan arvovalta, sekä lähteen puolueettomuus ja totuudellisuus ovat myös tärkeitä lähdevalinnan kriteereitä. (Hirsjärvi ym. 2009, 113-114.) Tuomi & Sarajärvi (2002, 21) korostavat, että teoreettisessa tutkimuksessa uskottavuus syntyy kriittisyydestä käytettyjen lähteiden suhteen. Lähteiden pitää olla aihevalinnan kannalta relevantteja ja lähdeviitteiden tarkkoja.

Tiedonhankintaprosessin aluksi tutustuin verkosta löytämiini dokumentteihin, lähinnä erilaisiin hankeraportteihin, joissa käsiteltiin hevosenlantaa ja lannan hävittämisen hankaluuden muodostamaa ongelmaa talliyrittäjille. Aiheeseen liittyen on toteutettu useita hankkeita, joiden raportointia on saatavissa runsaasti.

Lannan käyttömahdollisuuksista lannoitteena, energian- tai polttoaineen tuotannossa ja lannoitteiden raaka-aineena on saatavissa myös tietoa hankeraporteista ja useiden erilaisten organisaatioiden verkkosivuilta. Aiheesta on tehty myös tieteellistä tutkimusta ja julkaistu tutkimusartikkeleita. Tutustuin verkkosivuihin ja artikkeleihin ja tein muistiinpanoja aiheista.

Lantaan ja sen nykyiseen käyttöön liittyy paljon erilaista lainsäädäntöä. Kartoitin alustavasti mahdollisia aiheeseen vaikuttavia lakeja ja muita säädöksiä jo edellä mainittuihin dokumentteihin tutustumalla, sekä tutustumalla lantaa käsitteleviin lakeihin Finlex-sivustolla.

Hain myös tietoa karyofylleenistä ja sen ominaisuuksista. Kosmetiikkaa käsittelevässä kirjallisuudessa tietoa karyofylleenistä ei juurikaan ole. Tutkimusartikkeleita on eri tietokannoissa runsaasti. Suurimmaksi osaksi ne vaikuttavat käsittelevän lääketieteen sovelluksia, joskin useita tutkimuksia on myös tehty karyofylleenin soveltumisesta polttoaineeksi erityisesti lentokoneissa. Karyofylleenin kemiallisista ominaisuuksista löysin tietoa aikaisemmin tehdystä kirjallisuuskatsauksesta ja joistakin tutkimusartikkeleista. Työn alkuperäisessä inspiraation lähteessä, eli pandojen lannassa pyörimistä käsittelevässä artikkelissa mainittiin myös TMPR8-reseptorit. Jotta voisin ymmärtää karyofylleenin vaikutusmekanismin, etsin tietoa myös näistä reseptoreista.

Kun olin perehtynyt aiheeseen alustavasti, laadin käsitekartan, jonka avulla tunnistin tärkeät käsitteet, joista tietoa kannattaa lähteä etsimään tarkemmin. Tämä käsitekartta kehittämishankkeeni keskeisistä käsitteistä ja niiden suhteesta toisiinsa on esitetty tietoperustaa käsittelevässä luvussa.

Käsitekartta on visuaalinen menetelmä ja graafinen tiedon järjestämisen ja esittämisen tekniikka, jonka alkuperäinen kehittäjä on Joseph Novak. Käsitekarttatekniikka on ajatusten ja tekstin jäsentämiseen tarkoitettu työkalu. (Lapan, Quartaroli & Riemer 2011, 80.) Ronkainen ym. (2011, 62) esittävät, että käsitteet ovat sanoja, jotka ovat tarkasti ja yksiselitteisesti määriteltävissä. Käsitteiden merkityksen synnyttää niihin linkittyvä teoria. Käsitteet merkityksellistävät ja määrittelevät tutkittavan ilmiön. Hirsjärven ym. (2009, 154) mukaan tutkimuksessa tulee määritellä käsitteet valitussa teoriakontekstissa, mutta myös niiden välisten suhteiden määrittely on tärkeää. Käsitteiden välisten suhteiden määrittelyssä käsitekartta on toimiva väline.

Ojasalon ym. (2015, 35) mukaan teoria muodostuu määritelmien joukosta, jotka systematisoivat jonkun ilmiön. Se ohjaa tiedonhankintaa ja jäsentää jo tiedossa olevaa tietoa. Käsitteet voidaan nähdä mallien ja erilaisten teorioiden rakennuspalikoina. Käsitekartan laatimista varten voi ensin työstää valitusta aihekokonaisuudesta miellekartan, jossa esitetään kehittämistehtävään liittyviä olennaisia sanoja. Käsitekarttaa varten miellekarttaa täsmennetään käyttämällä esimerkiksi värejä, merkkejä, kuvaavia sanoja, nuolia tai piirroksia täsmenämään käsitteiden suhdetta toisiinsa.

Lapan ym. (2011, 80-81) esittävät, että käsitekartta on kaavio, joka yksilöi ensiarvioinnin ja kirjallisuuden perusteella tärkeimmät aiheet, joita aiotaan käsitellä. Se heijastaa myös sitä, mitä osa-alueita tutkimuksen tekijä pitää tärkeinä projektissaan. Käsitekartassa visualisoidaan ja havainnollistetaan käsitteiden välisiä vuorovaikutussuhteita ja niiden muodostamia kokonaisuuksia. Käsitekarttaa käytetään tietyn aihepiirin jäsentämiseen ja kuvailuun. Käsitekartan taso, laajuus, esitystapa ja muoto määräytyvät tarkemmin kulloisenkin tilanteen mukaan.

3.3 Aiheen rajausta ja tutkimuskysymysten tarkempi määrittely

Kehittämishankkeeni lopullisiksi tutkimuskysymyksiksi käsittekartan ja alustavan tietoperustan perusteella täsmentyivät:

1. Mitä hyötykäyttömahdollisuuksia hevosenlannalle on nykyään ja mitä säädöksiä käyttömahdollisuuksiin liittyy?
2. Karyofylleeni:
 - a. Mitkä ovat karyofylleenin kemialliset ominaisuudet ja esiintyminen/lähteet?
 - b. Mitä ominaisuuksia ja vaikutuksia karyofylleenillä olisi kosmeettisen tuotteen raaka-aineena?
 - c. Mitä ominaisuuksia ja vaikutuksia karyofylleenillä olisi lämpövoiteen raaka-aineena?
 - d. Mitä säädöksiä liittyy lannasta eristettävän karyofylleenin käyttöön kosmeettisen tuotteen tai lämpövoiteen raaka-aineena?
 - e. Karyofylleenin eristäminen lannasta. Mitkä ovat eristämisvaihtoehdot ja niiden kustannukset?

3.4 Lähestymistapa

Lähestymistapa tutkimuksellisessa kehittämishankkeessa ei ole menetelmä, vaan se liittyy olennaisesti työn tavoitteeseen. Kehittämistehtävä määrittää, mikä lähestymistapa parhaiten sopii käsillä olevaan kehittämistyöhön. Lähestymistavat ovat usein osittain päällekkäisiä, joten on mahdollista, että yhdessä kehittämishankkeessa on piirteitä useammasta lähestymistavasta. (Ojasalo ym. 2015, 36-37.) Kanasen (2012, 37.) mukaan on tärkeää, että opinnäytetyön kirjoittaja selittää hyvin auki sen, miten hän itse ymmärtää käyttämänsä lähestymistavan määritelmän.

Tapaustutkimus sopii lähestymistavaksi hyvin silloin, kun tavoitteena on säilyttää tapahtumien kokonaisvaltaiset ja merkitykselliset ominaisuudet. Se voi olla sopiva menetelmä myös silloin, kun tutkitaan ajankohtaista ilmiötä sen todellisessa kontekstissa. (De Chesnay. 2016, 1.) Tapaustutkimuksen eli case studyn perusteet ovat tieteellisen tutkimuksen traditiossa. Se sopii kuitenkin hyvin myös kehittämistehtävän lähestymistavaksi niissä tilanteissa, kun tarkoituksena on tuottaa uusia ideoita ja kehittämis ehdotuksia. Tapaus, jota tutkitaan, voi olla esimerkiksi jokin organisaatio, tuote, toiminta, palvelu tai prosessi. (Ojasalo ym. 2015, 52.)

Tässä kehittämistyössä on tarkoituksena selvittää täysin uudenlaisesta lähteestä peräisin olevan raaka-aineen käyttömahdollisuuksia kosmeettisen tuotteen tai lämpövoiteen raaka-aineena. Tutkimuksen kohteena on toisaalta kaksi erilaista tuotteeksi luokiteltavaa kohdetta, eli hevosenlanta ja karyofylleeni. Toisaalta tutkittavana kohteena on prosessi uudenlaisen raaka-aineen lähteen käyttömahdollisuuksista.

Ojasalon ym. (2015, 52) mukaan tapaustutkimuksella saavutetaan kokonaisvaltainen näkemys ja ymmärrys tutkittavasta ilmiöstä. Tarkoituksena on tuottaa syvällistä ja yksityiskohtaista tietoa tutkimuksen kohteesta. De Chesnay (2016, 1-3) esittää, että on tärkeää ymmärtää, ettei tapaustutkimukselle ole olemassa yhtä ainoaa tarkkaa kaavaa tai standardia. Pohjimmitaan kiinnostava ilmiö ja tutkimuskysymykset määräävät menetelmän ja suunnittelun. Tapaustutkimus voi olla tutkiva, kuvaileva tai selittävä, ja se voi lähteä fenomenologisista, etnografisista ja perusteltujen teorialueiden lähestymistavoista. Tutkimussuunnitelma on usein joustava, ja voi muuttua prosessin kuluessa. Selkeästi muodostettu ja kiinnostava ilmiö sekä tutkittavat keskeiset kysymykset muodostavat pohjan tapaustutkimuksen suunnittelulle. Tutkijan tulee perustella lähestymistapansa ja selkeästi tunnistaa tutkimuksen kohde. Kohde on yleensä yksi tapaus, mutta toisinaan tutkittavia kohteita voi olla muutamia.

Omassa kehittämishakkeessani on sekä tutkivia, että kuvailevia piirteitä. Tutkin lainsäädännön vaikutuksia raaka-aineen lähteen, eli lannan käyttöön. Tutkin lainsäädännön vaikutuksia myös lannasta peräisin olevan raaka-aineen käyttömahdollisuuksiin ja mahdollisiin käytön rajoituksiin. Tutkin ja kuvailen raaka-aineen, eli karyofyllen ominaisuuksia ja vaikutuksia. Kuvailen lannan nykyistä hyötykäyttöä. Tutkin myös mahdollisuuksia käyttää karyofylleniä jonkin tuotteen raaka-aineena.

Tapaustutkimuksessa on tärkeää saada selville yhdestä, tai mahdollisesti muutamasta, tutkittavasta kohteesta paljon. Tapaustutkimus ei ole otos isommasta joukosta, eikä sillä tavoitella yleistettävyyttä. Kehittämistyössä tapaustutkimuksella on tarkoitus tuottaa uutta tietoa kehittämisen tueksi. (Ojassalo ym. 2015, 53.)

Eriksson ja Koistinen (2005, 4) korostavat että tutkittavan tapauksen määrittäminen on tapaustutkimuksen kannalta kriittisin vaihe. Oleellista on, että tutkimuksen tekijä toimii itse tapauksen määrittelijänä. Tapauksen määrittäminen voi ajallisesti sijoittua joko ennen aineiston keruuta tai sen jälkeen. Silloin kun tapaus määritellään vasta, kun tutkimusaineisto on kerätty, on kyseessä aineistolähtöinen tutkimus. Tapausta määritettäessä on hyvä miettiä aiheen rajausta, eli sitä, minkälainen kokonaisuus on mahdollista tutkia yhdessä kehittämishankkeessa.

Tässä kehittämishankkeessa tutkittavat tapaukset on määritelty ennen aineiston keruuta. Määrittely perustui siihen, että tutkittavien tapausten avulla saan mahdollisimman monipuolisesti näkökulman siihen, miten lantaa voisi käyttää hyödyksi.

Laine, Bamberg ja Jokinen (2007, 33-34) toteavat, että tapaustutkimusta on olemassa useampaa tyyppiä. Tulevaisuudesta kertovassa tapaustutkimuksessa tarkoitus on selvittää tulevaa nykyhetkestä käsin. Valitaan siis sellainen tapaus, joka edustaa tulevaisuudessa tapahtuvaa.

Kehittämistyöni yksi keskeinen selvitettävä kysymys lannasta peräisin olevan raaka-aineen hyödyntämisessä esimerkiksi kosmeettisen tuotteen tai lämpövoiteen raaka-aineena edustaa vahvasti tulevaisuudessa tapahtuvaa asiaa. Tällä hetkellä eläimen lannasta ei eristetä raaka-aineita kosmetiikkateollisuuden käyttöön. Selvitän mahdollisuuksia hevosenlannasta peräisin olevan raaka-aineen käyttöön nykyhetken tilanteesta käsin, erityisesti huomioiden lainsäädännölliset seikat ja mahdolliset muutostarpeet niihin.

Kehittämistutkimus on suhteellisen uusi tutkimuksellinen lähestymistapa, joka on syntynyt tarpeesta kehittää erilaisten kohteiden tutkimusta todellisista tilanteista nousevista tarpeista lähtien tutkimuspohjaisella otteella. Kehittämistutkimusta käytetään paljon esimerkiksi opetuksen ja sen menetelmien tutkimisessa. Kehittämistutkimuskin on monitahoinen menetelmä, jolle ei voida esittää yksiselitteistä määritelmää, vaan se koostuu kokoelmasta erilaisia lähestymistapoja. Se voi olla esimerkiksi tutkimusta, jossa kehittäminen ja tutkiminen yhdistyvät teoreettisia ja kokeellisia vaiheita sisältävässä prosessissa. Kehittämistutkimukseen soveltuu monimenetelmällinen toteutustapa, jossa yhdistyvät kvantitatiiviset ja kvalitatiiviset tutkimusmenetelmät. (Pernaa 2013, 2-3.)

Kehittämistutkimuksen ensimmäinen vaihe on aina ongelma-analyysi, jossa tavoitteena on analysoida kehittämisen tarpeet, mutta myöskin haasteet ja mahdollisuudet. Kehittämistutkimuksen edellytys on, että kehittämistarve nousee aidosta ongelmasta. Täytyy kuitenkin muistaa, että tutkimustietoon pohjautuva teoreettinen viitekehys on myös erittäin tärkeä. Kyseessä on tieteellinen kehittämismenetelmä, ja päätöksiä ja tuloksia täytyy pystyä vertaamaan aikaisempaan tutkittuun tietoon. Kehittämistutkimus on menetelmänä joustava ja sitä päivitetään säännöllisesti tutkimuksen edetessä. Toteutus koostuu kehittämissykleistä, jotka toteutetaan hankkeen luonteen mukaisessa mittakaavassa. Tutkimuksen kuluessa on tärkeää arvioida prosessin kulkua. Hankkeen kuluessa ilmenevät haasteet voidaan myös määritellä uusiksi tavoitteiksi. (Pernaa 2013, 6-7.)

Työni kehittämistarve on lähtöisin aidosta ongelmasta ratkaista lannan sijoittamista kiertotalouden ja upcyclingin keinoin. Selvitystyötä tehdessäni on jo ilmennyt monenlaisia haasteita, erityisesti aineiston hankinnan suhteen, ja olenkin päivittänyt suunnitelmaani jo useaan otteeseen. Aineiston hankintaa ja siihen liittyviä seikkoja kuvaan seuraavassa luvussa, joka käsittelee tutkimusmenetelmiä.

Pernaan (2013, 3–4) mukaan kehittämistutkimuksessa yhdistyvät toiminnan ja teorian lähestymistavat. Kehittäminen syntyy muutoksen tarpeesta ja johtaa käytettävään tuotokseen. Kehittäminen tuottaa myös uutta tietoa. Keskeistä on kehittämisen pohjautuvuus teoriaan. Kehittämistutkimus on määritelmällisesti lähellä toimintatutkimusta. Kehittämistutkimuksessa tavoitteena on yleistää kehitettyjä asioita suurempaan mittakaavaan ja luoda ohessa uutta teoriaa, toimintatutkimuksessa tavoitteena on enemmän paikallisesti toimivien ratkaisuiden

kehittäminen. Kehittämistutkimuksessa myös tarkastellaan tutkittavaa ilmiötä kokonaisvaltaisesti.

Sovellan opinnäytetyössäni sekä tapaustutkimuksen että kehittämistutkimuksen lähestymistapaa. Kananen (2012, 37) esittää, että tutkimuksellisten lähestymistapojen määritelmät eivät ole aina täysin selkeitä. Tämän olen itsekin huomannut lähteisiin tutustuessani. Tapaustutkimus ja kehittämistutkimus lähestymistapoina kuvaavat kuitenkin kehittämishankeeni piirteitä suhteellisen hyvin. Kananen (2012, 37) mielestä tapaustutkimus ja kehittämistutkimus eroavat siten, että tapaustutkimuksessa tutkimuksen tekijän tavoitteena ei ole saada aikaan muutosta, eikä hän osallistu tutkitavan kohteen toimintaan, vaan hänen tehtävänä on olla ulkopuolisena havainnoijana. Omassa kehittämishankkeessani pyrin saamaan muutosta hevosennälän käyttömahdollisuuksiin. Toisaalta tutkin myös lainsäädäntöä ja karyofylleen ominaisuuksia, joissa toimin lähinnä selvittäjänä ja kuvailijana, vailla tavoitetta muutokseen. Hevosennälää ja karyofylleeniä tutkimalla lopullisena tavoitteena on kuitenkin saada perustelut sille, voiko lannasta peräisin olevaa raaka-ainetta käyttää lämpövoiteen ja kosmetiikan raaka-aineena. Tällaisen raaka-aineen käyttö olisi muutos nykyisin vallitseviin käytäntöihin nähden.

Kananen (2021, 36) sanoo, että tapaustutkimuksessa tavallisinta on tutkia vain yhtä tapausta, mutta kuitenkin on myös mahdollista tehdä monitapaustutkimusta, jolloin tutkittavia kohteita luonnollisesti on useampia. Usean tapauksen tutkimuksessa tapausten tulkinnat voivat toisiinsa olla keskenään ristiriidassa, kuitenkin tuloksia voidaan yleensä pitää uskottavampina kuin yhden tapauksen tutkimuksissa.

Kehittämistyössäni on lähtökohtana kaksi tutkittavaa tapausta. Kaiken perustana on Resurssi- ja viisaaksi ihmislähtöisin keinoin-hanke, josta selvitettäväksi tapauksiksi nousi hevosennälän nykyisten käyttötapojen selvittäminen. Toinen tapaus liittyy pandoja koskevan artikkelin kautta karyofylleenin käyttömahdollisuuksiin kosmeettisen tuotteen ja lämpövoiteen raaka-aineena, sekä karyofylleenin eristämiseen lannasta ja eristämisen kustannuksiin. Näiden tapausten selvittämiseen käyttämiäni metodeja kuvaan tarkemmin seuraavassa tutkimusmenetelmiä käsittelevässä kappaleessa.

3.5 Tutkimusmenetelmät

Ojasalon ym. (2015 104-105) toteavat, että kehittämistehtävän tarkemman määrittelyn ja lähestymistavan valinnan jälkeen on aika miettiä sopivia tutkimusmenetelmiä kehittämishankkeelle. Kehittämistyössä menetelmät ovat välineitä, jotka mahdollistavat uusien ratkaisuiden luomisen. Lapan ym. (2011, 10) tuovat esiin, että tutkimus, tiedonkeräys- ja analysointimenetelmät voivat olla joko laadullisia tai määrällisiä. Nämä eivät ole ristiriidassa toistensa kanssa. Itse asiassa molempien menetelmien käyttäminen voi toimia paremmin yhdessä. Tutkimuksellisessa kehittämistyössä laadullisten ja määrällisten menetelmien erot ja tarkka rajanveto niiden välille hämärtyy usein. (Ojasalo ym. 2018, 104-105).

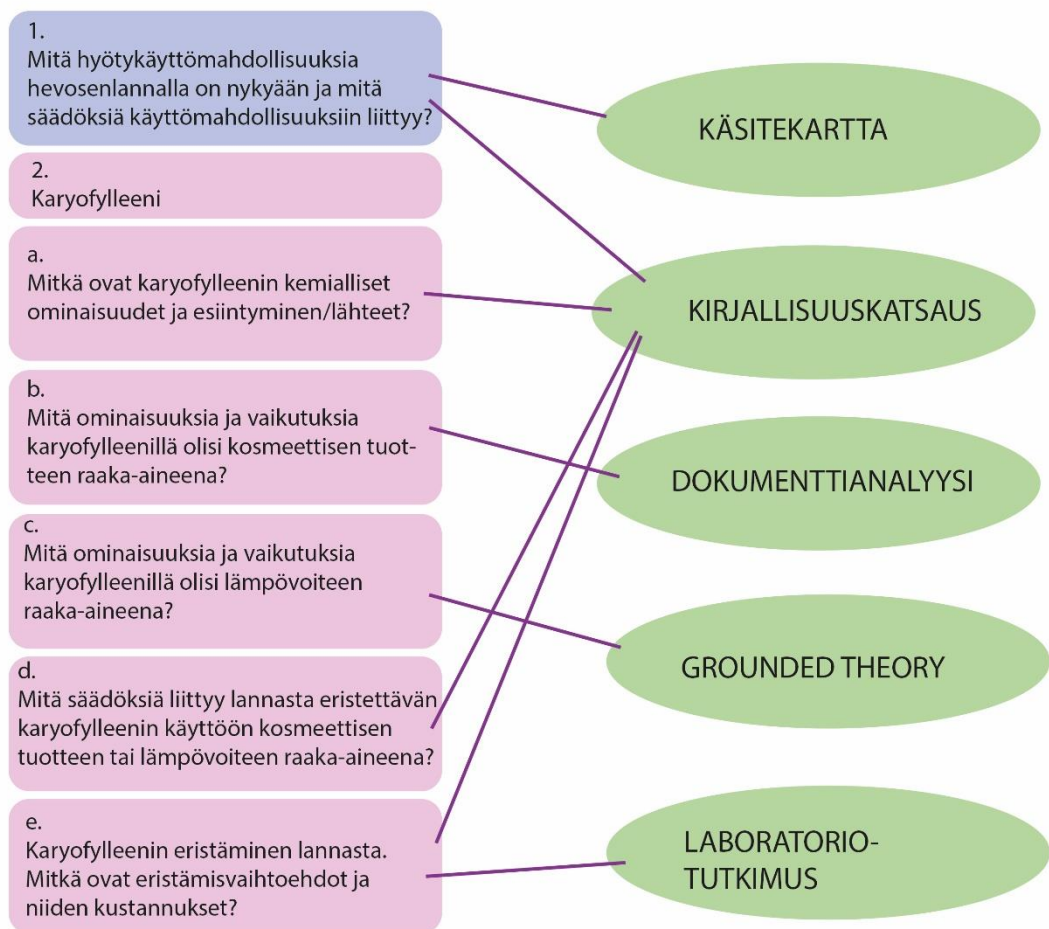
Tuomi & Sarajärvi (2002, 7.) esittävät näkemyksen, että laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus on eräänlainen sateenvarjo, jonka alle mahtuu lukemattomia erilaisia tutkimusmenetelmiä. Laadulliselle tutkimukselle on olemassa runsaasti erilaisia määritelmiä. Lapan ym. (2011, 8) kuvailevat, että laadullisessa tutkimuksessa totuus on sekä konteksti- että aikakohtainen. Syyn ja seurauksen sijaan ennustetaan tai kuvaillaan jotain ominaisuutta ja paljastetaan sen merkitys ymmärtämällä, kuinka ihmiset tulkitsevat kokemuksiaan. Laadullisessa tutkimuksessa pyritään ymmärtämään kohteen laatua, ominaisuuksia ja merkityksiä kokonaisvaltaisesti.

Ronkainen ym. (2011, 83-84) mukaan määrällisessä tutkimuksessa määriä ja niiden muutoksia tiivistetään analysoitaviksi tunnusluvuiksi. Tarkoituksena on tutkia määrien eroja, muutoksia ja jakaumia.

Omassa kehittämistyössäni näkökulma on laadullinen, mutta se täydentyy määrällisillä elementeillä. Tutkimusmenetelmät on valittu laadulliseen tutkimukseen soveltuviksi.

Triangulaatio merkitsee erilaisten menetelmien, tietolähteiden tai teorioiden yhdistämistä samassa tutkimuksessa. Triangulaatio voi toimia keinona lisätä tutkimuksen luotettavuutta. (Tuomi & Sarajärvi 2002, 141-142.) Tapaustutkimuksessa on tavallista, että aineiston hankinnassa, käsittelyssä ja analysoinnissa käytetään erilaisia tietolähteitä ja menetelmiä. (Kananen 2012, 35).

Kehittämistyössäni kokoan aineistoa monenlaisista lähteistä ja analysoin sitä erilaisilla menetelmillä. Seuraavassa kuviossa on esitetty tutkimuskysymykseni ja niiden ratkaisuun käyttämäni tutkimusmenetelmän valinta.



Kuvio 9: Tutkimuskysymykset ja käyttämäni tutkimusmenetelmät.

3.5.1 Käsitekartta

Käsitekartasta tiedonhankintamenetelmänä kerroin jo luvussa 3.2. Käsitekarttaa voidaan kuitenkin käyttää myös tutkimusmenetelmänä. Åbergin (2001, 65) mukaan käsitekarttaa voi menestyksellisesti käyttää valmiin tekstin analysoinnissa. Tekstien rakenne saadaan käsitekartan avulla selkeään muotoon. Käsitekartat ovat laadullinen tutkimusmenetelmä, joiden analyysi on aina luova tapahtuma.

Kehittämishankkeeni tutkimuskysymykseen 1: ”Mitä hyötykäyttömahdollisuuksia hevosenlannalla on nykyään ja mitä säädöksiä näihin mahdollisuuksiin liittyy?”, etsin vastausta laatimalla niistä käsitekartan ja siihen pohjautuvan kirjallisuuskatsauksen.

Saadakseni selville lannan käsittelyyn vaikuttavan lainsäädännön, tein tiedonhaun Finlex-sivustolta. Finlex on kaikille avoin ja maksuton oikeusministeriön ylläpitämä verkkopalvelu, joka sisältää mm. kaiken Suomen ajantasaisen lainsäädännön. Tiedonhaun tein hakutermillä ”lanta*” ja sain 22 hakutulosta. Kävin läpi nämä lait otsikot lukien, ja poimin käsitekarttaa ja

kirjallisuuskatsausta varten ne, jotka vaikuttavat lannan käsittelyyn, varastointiin ja käyttöön tai hävittämiseen. Kokosin lait taulukkoon. Useat EU:n direktiivit ja asetukset liittyvät myös lannan käyttöön. Ne kokosin myös samaan taulukkoon suomalaisen lainsäädännön kanssa.

SÄÄDÖS	KESKEINEN TEHTÄVÄ/SISÄLTÖ
Jätelaki 646/2011	Edistää kiertotaloutta ja luonnonvarojen käytön kestävyyttä, vähentää jätteen määrää ja haitallisuutta, ehkäistä jätteistä ja jätehuollosta aiheutuvaa vaaraa ja haittaa terveydelle ja ympäristölle, varmistaa toimiva jätehuolto sekä ehkäistä roskaantumista.
Lannoitevalmistelaki 539/2006	Tavoitteena kasvintuotannon sekä elintarvikkeiden ja ympäristön laadun turvaamiseksi edistää hyvälaatuisten, turvallisten ja kasvintuotantoon sopivien lannoitevalmisteiden tarjontaa, sellaisiksi soveltuvien sivutuotteiden hyötykäyttöä sekä riittävien tietojen antamista lannoitevalmisteista niiden ostajille ja käyttäjille.
Laki biopolttoaineiden käytön edistämisestä liikenteessä 446/2007	Tarkoituksena on edistää uusiutuvien polttoaineiden käyttöä moottoribensiinin, dieselöljyn ja maakaasun korvaamiseksi liikenteessä.
Valtioneuvoston asetus jätteistä 179/2012	Sisältää jäteluettelon ja vaarallisen jätteen luettelon. Säätelee jätehuollon järjestämistä ja jätekirjanpitoa
Ympäristönsuojelulaki 527/2014	Ympäristön pilaantumisen torjuntaa koskeva yleislaki. Ympäristönsuojelulla tarkoitetaan laissa pilaantumisen ehkäisemistä. Ympäristönsuojelulakiin on koottu keskeiset ympäristön pilaantumisen torjuntaa koskevat säännökset.

SÄÄDÖS	KESKEINEN TEHTÄVÄ/SISÄLTÖ
Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014	Ns. Nitraattiasetus. Asetuksella pannaan täytäntöön vesien suojelemisesta maataloudesta peräisin olevien nitraattien aiheuttamalta pilaantumiselta annattu nitraattidirektiivi (91/676) Tavoitteena on ehkäistä lannan ja muiden lannoitteiden käytöstä, varastoinnista ja käsittelystä sekä eläintuotannosta aiheutuvia päästöjä.
Laki eläimistä saatavista sivutuotteista 517/2015	Laissa säädetään muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden ja niistä johdettujen tuotteiden terveyssäännöistä. Säädetään EU:n sivutuoteasetuksen täyttööseen panosta.
Euroopan Komission asetus (EU) N:o 1262/2017	Säädetään uusista lievemmistä rajoitteista eläinten lannan polttamiseen energiantuotannossa.
Euroopan Parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 169/2009	Ns. sivutuoteasetus. Säädetään eläinperäisten sivutuotteiden käytöstä, hävityksestä ja luokittelusta.
Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EY) 2008/98	Ns. jätedirektiivi. Direktiivissä säädetään toimenpiteistä, joilla suojellaan ympäristöä ja ihmisten terveyttä ehkäisemällä tai vähentämällä jätteen syntymisen ja jätehuollon aiheuttamia haittavaikutuksia, sekä vähentämällä materiaalien käytöstä aiheutuvia kokonaisvaikutuksia ja parantamalla tällaisen käytön tehokkuutta.

SÄÄDÖS	KESKEINEN TEHTÄVÄ/SISÄLTÖ
Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/851	On direktiivi jätteistä annetun direktiivin 2008/98 EY muuttamisesta.

Taulukko 1: Lannan käsittelyyn, varastointiin, käyttöön ja hävittämiseen liittyvä lainsäädäntö

Tutustuin lisäksi Ruokaviraston internetsivuilla aiheeseen. Ruokaviraston tehtävänä on lannoitevalmisteiden valvonta, sekä eläinperäisten sivutuotteiden käyttöön liittyvä ohjaus ja valvonta.

Kokosin lainsäädännöstä keskeiset lannan käyttöön vaikuttavat lait käsitekartan pohjaksi, liitin karttaan lannan nykyiset käyttötavat, ja määrittelin lainsäädännön suhteet näihin tapoihin. Tällä tavalla sain laadittua kokonaisuutta kuvaavan käsitekartan, jonka avulla esitän säädösten ja valvonnan vaikutuksia lannan nykykäytön osalta luvussa 4.1. Käytin käsitekarttaa avukseni, kun kirjoitin integroivan kirjallisuuskatsauksen aiheesta.

Laadin vastaavalla tavalla käsitekartan lainsäädännön vaikutuksista lannasta peräisin olevan raaka-aineen käyttöön kosmeettisen tuotteen tai lämpövoiteen valmistuksessa. Liitin siihen myös lainsäädäntöä valvovat viranomaiset. Tämän käsitekartan esitän luvussa 4.6.

3.5.2 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus on tutkimusmenetelmä, jonka avulla tutkitaan jo aikaisemmin tehtyä tutkimusta. Sen avulla voidaan koota tietoa useista lähteistä, ja koota tutkimuksien tuloksia, jotka ovat perustana uusille tutkimustuloksille. Kirjallisuuskatsaus on metodina siinä mielessä samanlainen kuin mikä tahansa muu tutkimusmenetelmä, että sen pitää täyttää tieteen metodille asetettavat yleiset vaatimukset, joita ovat esimerkiksi julkisuus, kriittisyys ja objektiivisyys. Tavoitteen kirjallisuuskatsauksessa on kehittää olemassa olevaa teoriaa ja rakentaa uutta teoriaa. Se on myös sopiva menetelmä jo olemassa olevan teorian arviointiin. Kirjallisuuskatsauksen avulla saadaan rakennettua kattava kokonaiskuva tietystä asiakokonaisuudesta. Katsauksen avulla voidaan tunnistaa ongelmia ja kehittämiskohteita. Kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan etsiä vastausta johonkin kysymykseen ja selvittää kuinka paljon tutkimustietoa kyseisestä aiheesta on jo olemassa. Katsauksessa selvitetään myös mistä näkökulmasta aihetta on tutkittu ja mitä menetelmiä on käytetty. (Salminen 2011, 2-3.)

Omassa kehittämishankkeessani tavoitteena on selvittää asioita jo olemassa olevan tiedon pohjalta. Kirjallisuuskatsaus sopii siis hyvin tutkimusmenetelmäksi. Hankkeessani on useita eri tutkimuskohteita, joiden tutkimiseen käytän soveltuvien osin myös kirjallisuuskatsausta.

Tutkimusmenetelmänä kirjallisuuskatsaus kuuluu kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen metodien yhdistelmään (mixed method). Se voidaan tehdä kuvailevana, mutta sen avulla voidaan selvittää lisäksi määrälliseen tutkimukseen liittyviä seikkoja, kuten esimerkiksi tilastoja ja muita numeerisia tuloksia aikaisemmista tutkimuksista. (Salminen 2011, 2-3.)

Kirjallisuuskatsaukseen kuuluu olennaisena osana lähdeaineiston kriittinen tarkastelu. Kokonaisuutena kirjallisuuskatsaus on tutkimuskirjallisuuteen perustuva systemaattinen, täsmällinen ja toistettavissa oleva menetelmä. Katsauksen avulla tunnistetaan ja arvioidaan aineistoa. Tarkoituksena on myös tiivistää tutkijoiden ja muiden asiantuntijoiden julkaistu tutkimusaineisto. Katsauksen perustana on alkuperäisistä laadukkaista tutkimuksista tehdyt johtopäätökset. (Salminen 2011, 4.)

Kirjallisuuskatsauksien toteutus voidaan Salmisen (2011, 6) mukaan jakaa kolmeen erilaiseen päätyyppiin, jotka ovat kuvaileva kirjallisuuskatsaus, systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi. Tässä työssä käytän kuvailevaa kirjallisuuskatsausta, josta voidaan vielä erottaa kaksi alatyyppeä, narratiivinen ja integroiva katsaus. Integroivaa kirjallisuuskatsausta on perusteltua käyttää silloin, kun halutaan kuvata tutkittavaa ilmiötä monipuolisesti. Integroiva katsaus on jo lähellä systemaattista katsausta toteutukseltaan.

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on toimiva tapa analysoida tieteellisiä tutkimuksia. Sen avulla pyritään kolmeen tavoitteeseen. Tiedon valikoitumisesta johtuva harha minimoidaan kattavalla alkuperäistutkimusten keräämisellä. Alkuperäistutkimusten menetelmällisen laadun arvioinnin on syytä suorittaa tarkoin. Tutkimustulosten yhdistämisessä käytetyillä menetelmillä pyritään tiedon selkeään tulkintaan. (Mäkelä, Varonen & Teperi, 1999.)

Aineiston etsintä vie yleensä paljon aikaa systemaattisen kirjallisuuskatsauksen laadinnassa, sen huolellinen suunnittelu helpottaa prosessin etenemistä. Lähteitä on usein saatavilla niin runsaasti, että hakua tietystä aiheesta voisi jatkaa loputtomiin. Siksi on tärkeää määrittää käytettävissä olevien resurssien mukaiset rajat tiedonhauille. On tärkeää määritellä mistä ja millä tavoin haetaan, ja miten paljon aikaa voidaan käyttää. Hakuja voidaan tehdä erilaisista tietokannoista, viitehakuna tai käsin hakuna. (Mäkelä ym. 1999.)

Tässä kehittämishankkeessani käytän kirjallisuuskatsauksiin liittyvän tiedonhaun perusteena laatimiani käsitekarttoja. Käsitteet ja niihin liittyvät seikat etukäteen määrittelemällä ja visualisoimalla tiedonhaku helpottuu.

Salmisen (2011, 8) mukaan integroiva kirjallisuuskatsaus sijoittuu systemaattiseen kokonaisuuteen, mutta siinä on piirteitä myös narratiivisesta katsauksesta. Integroivan katsauksen ero verrattuna narratiiviseen on siinä, että kriittinen tarkastelu kuuluu siihen tärkeänä osana. Kriittisen arvioinnin avulla materiaali voidaan tiivistää katsauksen perustaksi. Integroivan

katsauksen vaiheet ovat tutkimusongelman asettelu, aineiston hankkiminen, -arviointi, -analyysi sekä tulkinta ja tulosten esittäminen.

Käytän integroivaa kirjallisuuskatsausta yhdessä käsitekartan kanssa tutkimusmenetelmänä, kun selvitän lannan nykyisten käyttötapojen ja lainsäädännön suhdetta, eli tutkimuskysymyksen 1: ”Mitä hyötykäyttömahdollisuuksia hevosenlannalla on nykyään ja mitä säädöksiä niihin liittyy?” selvittämiseksi. Koska tarkoituksena on selvittää lannan käyttöä nimenomaan Suomen oloissa, tein tiedonhakua lähinnä kotimaisista lähteistä. Lakitekstien tiedonhaun kuvailin jo käsitekarttaa koskevan kappaleen yhteydessä. Hain aineistoa siis Finlex-sivustolta. Käsitekartassa on kuvattuna lannan nykyiset hyötykäyttömahdollisuudet, ja käytän karttaa perustana kirjallisuuskatsaukselle aiheesta. Aineistoksi kirjallisuuskatsaukseen valikoitui verkosta löytyviä laajoja hankeraportteja ja luonnonvarakeskuksen, sekä Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen raportteja. Tämä tiedonhaku ei varmasti täytä kaikkia tieteellisen tutkimuksen vaatimuksia lähdekritiikistä. Mutta lannan käyttö esimerkiksi lannoitteena ja energiantuotannossa on niin paljon tutkittu ja arkinen asia, eikä tämän kehittämishankkeen puitteissa kaivannut uutta tieteellistä tutkimusta, vaan kartoituksenomainen katsaus aiheeseen lakitekstien täydentäjäksi oli mielestäni riittävää. Hyödynsin myös Ruokaviraston internetsivuja, koska Ruokavirasto on taho, jonka tehtävänä on valvoa ja ohjata eläinperäisten sivutuotteiden, joihin lantakin lukeutuu, käyttöä.

Kirjallisuuskatsausta käytän myös selvittämään lainsäädännön vaikutuksia ja mahdollisia rajoituksia lannasta peräisin olevan raaka-aineen käyttöön tutkimuskysymyksessä 2d: ”Mitä säädöksiä liittyy lannasta saatavan karyofyllleenin käyttöön kosmeettisen tuotteen tai lämpövoiteen raaka-aineena?”, se on nähtävillä luvussa 3.7.5.

3.5.3 Dokumenttianalyysi

Aina ei välttämättä tarvita uutta tutkimusta ilmiön tutkimiseen sekä oivallusten ja käytännön tietojen kehittämiseen. On mahdollista käyttää myös aikaisemmissa tutkimusprosesseissa kerättyä tietoa ja analysoida sitä. Tällöin nämä tutkimukset toimivat dokumenttianalyysissä empiirisenä datana. (Bradford & Cullen 2011, 141-142.)

Dokumenttianalyysi on menetelmä, jossa käytetään kirjallista aineistoa. Tämä aineisto voi olla mitä tahansa kirjallisessa muodossa olevaa, tai kirjalliseen muotoon muokattua aineistoa, esimerkiksi tekstimuotoisia haastatteluita, www-sivuja, päiväkirjoja, raportteja tai artikkeleita. Tavoitteena on valittujen dokumenttien järjestelmällinen analyysi. Lopputuloksena syntyy sanallinen ja selkeä kuvaus kehittämisen kohteena olevasta asiasta. (Ojasalo ym. 2015, 136.)

Dokumenttianalyysillä järjestetään suuresta määrästä aineistoa saatava tieto tiiviiseen ja selkeään muotoon luotettavien johtopäätösten tekemistä varten (Ojasalo ym. 2015, 136).

Bradfordin ja Cullenin (2011, 102-104) mukaan tekstien analysointi aloitetaan lukemalla niitä läpi, ja tunnistamalla esiin tulevia termejä, sanoja tai lauseita, joita voisi kutsua koodeiksi. Koodausta voidaan pitää alustavana osana tiedon analysointiprosessia. On välttämätöntä lukea tekstiä läpi useampaan otteeseen näiden koodien tunnistamiseksi. Alkukoodausprosessin aikana tehdään oletuksia siitä, millaisia ilmiöitä nousee esiin. Jotkut koodit voivat sopia useampaan kuin yhteen luokkaan, näin ollen laadullisessa tutkimuksessa on yleensä aina päällekkäistä dataa. Koodit järjestetään ryhmiin, joita voidaan kutsua teemoiksi. Kun aineisto on käyty kokonaan läpi ja teemat on tunnistettu, ne muodostavat pohjan kokonaisanalyysille.

Ojasalon ym. (2015, 137) mukaan dokumenttianalyysi voidaan tehdä kahdesta erilaisesta lähtökohdasta, se voi olla sisällön analyysiä tai sisällön erittelyä. Sisällön erittelyssä kuvataan määrällisesti dokumenttien sisältöä, ja laadullinen sisällön analyysi taas tarkoittaa sisällön analyysiä sanallisesti. Laadullisessa analyysissä on tavoitteena etsiä ja tunnistaa merkityksiä teksteistä.

Kehittämistyössäni käytän dokumenttianalyysia, jonka lähtökohtana on sisällön analyysi. Analyysin tavoitteena on selvittää karyofylleenin ominaisuuksia ja käyttökohteita kosmeettisessa valmisteessa. Dokumenttianalyysin tulos vastaa siis opinnäytetyöni tutkimuskysymykseen 2b: ”Mitä ominaisuuksia ja vaikutuksia karyofylleenillä olisi kosmeettisen tuotteen raaka-aineena?” Aineistona käytän karyofylleenia käsitteleviä vertaisarvioituja tieteellisiä tutkimusartikkeleita.

Sisällönanalyysi on Tuomen ja Sarajärven (2018, 88-91) mukaan menetelmä, jolla dokumentit saadaan analysoitua objektiivisesti ja systemaattisesti. Usein aineisto on hyvin laaja, se pilkotaan ensin pienempiin osiin, luokitellaan ja sitten koodaamista apuna käyttäen kootaan uudelleen selkeäksi kokonaisuudeksi, joka on helpommin ymmärrettävissä ja luettavissa kuin alkuperäinen laaja aineisto. Tavoitteena on siis järjestellä aineisto ymmärrettävään muotoon, jonka jälkeen voidaan tehdä johtopäätöksiä ja tuottaa sanallinen selkeä kuvaus tutkittavasta ilmiöstä.

Ojasalo ym. (2015, 136) pitävät dokumenttianalyysin hyvänä puolena sen herkkyyttä tutkittavalle ja kehitettävälle ilmiölle. Se kuvaa ilmiötä luonnollisessa ympäristössään. Dokumentit voivat siis hyvin olla myös sellaisia, joita ei alun perin ole lainkaan tarkoitettu tutkimuskäyttöön, jolloin tutkimus on varmasti neutraalia, eikä sen tekeminen muuta ilmiötä millään tavalla.

Dokumenttianalyysin aineiston analysointiin on useita vaihtoehtoisia tapoja. Yksinkertainen ja paljon käytetty menetelmä etenee kolmessa vaiheessa. Ensimmäinen on aineiston valmistelu, toinen aineiston analyysi ja pelkistäminen ja kolmas vaihe tulosten tulkinta ja johtopäätökset. (Ojasalo ym. 2015, 137.)

Ojasalo ym. (2015, 137) pitävät tärkeänä, että aineiston valmisteluvaiheessa varmistetaan, aineiston selkeys ja että se on sisällöltään valmis analysoitavaksi. Aineisto kannattaa jaotella mahdollisimman selkeästi ja mahdollisuuksien mukaan myös tallentaa jaottelun mukaisesti omiksi tiedostoikseen.

Aineiston pelkistäminen teorialähtöisessä sisällön analyysissä ensimmäisessä vaiheessa luodaan analyysirunko, joka voi olla joko väljä tai hyvinkin strukturoitu. Strukturoitua runkoa käytetään tavallisimmin aiemmin tutkitun teorian testaamiseen uudessa tilanteessa tai ympäristössä. Analyysirungon sisälle luodaan erilaisia luokkia, joihin aineisto jaetaan. Yksi tapa jakaa aineisto näihin luokkiin on koodaaminen. Tekstiin kirjoitetaan jokin kuvaava koodi, jonka perusteella aineisto ryhmitellään. Koodimerkinnot ja niiden tulkinnat muodostavat siis jäsenyyksen aineistolle. Koodimerkinnot ovat tekstin kuvailun apuvälineitä, mutta niiden avulla voidaan myös testata, onko etukäteen suunniteltu aineiston sisällön luokittelu toimiva. (Ojasalo ym. 2015, 137.)

Ennen koodauksen aloittamista mietitään mitä aineistosta on löydettävissä ja luodaan luokittelu sen mukaan. Sen jälkeen kootaan aineisto ja perehdytään siihen. Seuraavassa vaiheessa on syytä tarkistaa koodit, ja tarvittaessa muuttaa niitä. Koodeina kannattaa käyttää kirjaimia tai kirjainyhdistelmiä, jotka kuvaavat koodin sisältöä. Tämän jälkeen koodijärjestelmän toimivuutta on syytä kokeilla koodaamalla yksi teksti. Tässä vaiheessa voi vielä muuttaa tarvittaessa koodien sisältöä. Reliabiliteetin varmistamiseksi sama teksti tulee koodata useaan kertaan, jotta nähdään koodautuuko se toistuvasti samalla tavalla. Koodauksen jälkeen aineiston voi ryhmitellä analyysiä varten. (Ojasalo ym. 2015, 137-143.)

Ojasalo ym. (143-144) muistuttavat vielä, että analyysin jälkeen on tuloksista tärkeä tehdä vielä tulkinta. Tulkinnassa kohdeilmioista tuodaan esille vielä jotain uutta. Lähteenä tulkitsemisessa käytetään aikaisempaa teoriaa. Laadullisessa tutkimuksessa tulkinta alkaa kuitenkin jo aivan alkuvaiheessa tutkimusongelmaa ja -kysymyksiä laadittaessa, ja on mukana koko prosessin ajan sen jokaisessa vaiheessa. Joka tapauksessa tutkimuksen lopussa esitetään vielä tulkinta tehdystä tutkimuksesta ja analyysistä. Kehittämishankkeen kehittäjän tehtävänä on siis luoda synteesejä, jotka kokoavat yhteen tulokset ja vastaavat esitettyihin tutkimuskysymyksiin perustellen.

Karyofyllenin käyttömahdollisuuksien kosmeettisen tuotteen raaka-aineena selvittämiseen käytän siis jo olemassa olevaa tutkimusmateriaalia. Kirjallisuutta aiheesta en tiedonhauistani huolimatta löytänyt ollenkaan. Kirjallisuushakuja tein Laurean Finnasta. Kävin läpi myös Laurean Libguidesissa olevat kosmetiikkaa käsittelevät e-kirjat. Syötin kunkin kirjan sanahakukenttään hakusanaksi caryophyllene, mutta mitään kosmetiikkatuotteita tai ihoa käsitteleviä tuloksia en kirjoista löytänyt.

Karyofylleenistä on tehty runsaasti tieteellistä tutkimusta ja kirjoitettu tutkimusartikkeleita, näitä artikkeleita käytän selvittääkseni karyofylleenin potentiaalista käyttöä kosmeettisen tuotteen raaka-aineena. Dokumenttianalyysi soveltuu tähän menetelmänä hyvin, koska tutkimuksia analysoimalla on mahdollista saada kattava ja luotettava kuva näistä mahdollisuuksista.

Valitsin aineiston keräykseen viisi tietokantaa Laurean Libguidesista. Nämä tietokannat olivat Science Direct, Elsevier, PubMed, EBSCOhost ja ProQuest Central. Science Direct on lehtiartikkeleita sisältävä monitieteellinen tietokanta. PubMed on kirjallisuusviitetietokanta, jossa on terveysalan julkaisuja, Pro Quest on laaja monitieteellinen yhteistietokanta ja EBSCO tekee yhdsitelmähaun kaikkiin Laurean käytössä oleviin tietokantoihin. Käyttämällä useaa tietokantaa artikkeleita saa kerättyä kattavasti.

Karyofylleenistä on olemassa tuhansittain tutkimusartikkeleita. Käytin hakusanoina ”caryophyllene AND cosmetics” -hakua. Rajasin julkaisujen vuodet 2015-2021 välille, jotta saisin ajankohtaista tietoa aiheesta. Rajauksena oli myös vapaasti saatavissa oleva englanninkielinen koko teksti vertaisarvioidusta tieteellisestä tutkimusartikkelista. ProQuestissa oli mahdollista tehdä vielä tarkempia rajauksia, joka olikin tarpeen, koska tuloksia siitä tietokannasta tehdystä hausta tuli lähes tuhat. Rajasin siis hakua vielä koskemaan pelkästään Scholary Journals-julkaisuja aiheesta cosmetics. Science Direct-tietokannasta rajasin samasta syystä hakua koskemaan kemian sekä biokemian, genetiikan ja molekyylibiologian artikkeleita, kosmetiikka ei tässä kannassa ollut valintamahdollisuutena. Näistä rajauksista huolimatta artikkeleita tuli haun tuloksena runsaasti, yhteensä 179 kappaletta. Koska olin silmäillen tutustunut moniin artikkeleihin jo ennalta, tiesin, että valtaosa ei käsittele oikeasti mitenkään kosmetiikkaa. Tavallisimmin artikkelin tiivistelmässä kerrotaan karyofylleenistä yleistä tietoa, jossa mainitaan kosmetiikka, mutta itse tutkimus voi käsitellä aivan muita aiheita. Olin kuitenkin kokeillut hakea jo useilla muilla hakuyhdistelmillä, esimerkiksi ”caryophyllene AND skin” ja todennut, että parhaiten tutkimusongelmaani vastaavia tuloksia saan kuitenkin käyttämälläni hakusanoilla.

Aloitin analyysin käymällä artikkelit läpi otsikkotasolla. Mikäli otsikosta ei selvinnyt, käsittelikö artikkeli karyofylleenin vaikutuksia kosmetiikassa, luin myös artikkelin tiivistelmän. Hylkäsin artikkelit, joissa ei ollut hankkeeseeni liittyvää tietoa. Loput artikkelit jaottelin alustavasti kyllä ja ei kategorioihin. Ei-kategoriaan sijoitin sellaisia artikkeleita, jotka eivät käsitelleet kosmetiikkatuotteita tai kosmeettisia vaikutuksia, mutta joissa kuitenkin oli muuta kehittämishankkeeseeni liittyvää kiinnostavaa tietoa. Tällaisia olivat karyofylleenin eristämismahdollisuuksiin liittyvä tieto, sekä tieto karyofylleenin biosynteesistä kolibakteerin avulla. Näin sain koottua 21 tutkimusartikkelia, joissa mahdollisesti on tietoa karyofylleenin käyttömahdollisuuksista ja vaikutuksista kosmeettisessa tuotteessa ja 11 artikkelia, joissa oli muuta karyofylleeniin ja tähän kehittämishankkeeseen liittyvää kiinnostavaa tietoa.

Seuraavassa vaiheessa luin tutkimusartikkeleiden tiivistelmät ja karsin pois sellaiset artikkelit, joissa ei kuitenkaan vaikuttanut olevan kehittämishankkeeni kannalta mitään olennaista tietoa. Jäljelle jäi 11 artikkelia, joiden sisältämää tietoa voin hyödyntää kehittämishankkeeni karyofylleenin vaikutuksia kosmeettisen tuotteen raaka-aineena käsittelevässä osiossa.

Luin artikkelit läpi huolellisesti ja luonnostelin koodit, joilla artikkelit on tarkoitus koodata. Koodien valinta onnistui hyvin, eikä niitä tarvinnut muuttaa testauksen jälkeen. Tämän jälkeen koodasin jokaisen artikkelin sen sisällöstä riippuen yhdellä tai useammalla koodilla.

1	Therapeutic Potential of Cannabidiol (CBD) for Skin Health and Disorders. EK, TE,
2	Antimicrobial Activities of AC-ALL from Natural Sources against Acne TE, HP, AM
3	Tyrosinase inhibitory activity, molecular docking studies and antioxidant potential of chemotypes of <i>Lippia origanoides</i> (Verbenaceae) essential oils AO, TE
4	Inhibitory effects of <i>Azadirachta indica</i> secondary metabolites formulated cosmetics on some infectious pathogens and oxidative stress radicals AS, AO
5	Wound Healing Effect of Essential Oil Extracted from <i>Eugenia dysenterica</i> DC (Myrtaceae) Leaves HP
6	Metabolic Perturbation and Synthetic Biology Strategies for Plant Terpenoid Production—An Updated Overview AM, TE
7	Inhibition of melanogenesis by β -caryophyllene from lime mint essential oil in mouse B16 melanoma cells. II
8	Interaction of β -caryophyllene and β -caryophyllene oxide with phospholipid bilayers: Differential scanning calorimetry study. II
9	Determination of β -caryophyllene skin permeation/retention from crude copaiba oil (<i>Copaifera multi-juga</i> Hayne) and respective oil-based nanoemulsion using a novel HS-GC/MS method. II
10	β -caryophyllene, a dietary cannabinoid, complexed with β -cyclodextrin produced anti-hyperalgesic effect involving the inhibition of Fos expression in superficial dorsal horn. II
11	The fragrance chemical β -caryophyllene—air oxidation and skin sensitization. AA

Kuvio 10: Dokumenttianalyysin tutkimusartikkeleiden otsikot numeroituna ja koodattuna.

Seuraavaksi kokosin artikkelit ja koodit taulukkoon. Taulukkoon kirjasin käytetyt koodit ja artikkelien numeron, jossa ko. koodi esiintyy.

KOODI	ARTIKKELIN NUMERO
allergeeni = AA	11
antimikrobinen = AM	2, 6
antioksidantti = AO	3, 4

KOODI	ARTIKKELIN NUMERO
antiseptinen = AS	4
endokannabinoidijärjestelmään vaikuttava = EK	1
haavojen paraneminen = HP	2, 5
imeytyminen ihoon = II	8,9,10
tulehdusta estävä = TE	1, 2, 3, 6
tyrosinaasientsyymin inhibiittori = TI	7

Taulukko 2: Artikkeleiden koodauksessa käyttämäni lyhenteet ja koodatut artikkelit.

Koodauksen jälkeen oli vuorossa dokumenttianalyysin tulkinta. Sen esittelen kappaleessa 4.3. Tämä tulkinta on vastaus tutkimuskysymykseen 2b: ”Mitä ominaisuuksia ja vaikutuksia karyofylleenillä olisi kosmeettisen tuotteen raaka-aineena?”

3.5.4 Grounded theory sisällönanalyysi

Grounded theory, joka joskus suomennetaan ankkuroitu teoria, on teoriaan pohjautuva sisällönanalyysitapa. Siinä tutkimuksen tekijä ei testaa muiden teorioita vaan tavoitteena on luoda oma teoria. Grounded theory on nimensä mukaisesti menetelmä, jonka tarkoituksena on aineiston kautta tuottaa käytännöllinen (eli grounded) teoria (Airaksinen 2021). Grounded theoryyn pohjautuvassa sisällönanalyysissa laaditaan aineistoon pohjautuva käsitteellinen luokitus ja sen perusteella kehitetään aineistoa kuvaava teoria. Tutkimusote on induktiivinen, päättelyn merkitys korostuu sekä aineiston keruussa että sen analysoinnissa. Tutkittavaan aineistoon tehtävä luokittelu syntyy vähitellen vuorovaikutuksessa aineiston kanssa. (Seitamaa-Hakkarainen 2021)

Airaksisen (2021) mukaan grounded theory on kehitetty jo 1960-luvulla. Sen jälkeen menetelmän toteuttamiseen on syntynyt monia erilaisia lähestymistapoja. Nykyään ei voida puhua enää yhdestä yhtenäisestä menetelmästä, vaan kokoelmasta menetelmällisiä ratkaisuja, joiden tausta on yhteinen.

Grounded theorya voidaan tarkastella joko laajemmin koko tutkimuksen lähestymistapana, tai kapeammin systemaattisena aineiston keräämisen ja analysoinnin tapana, jota voidaan hyödyntää monenlaisessa laadullisessa tutkimuksessa. Grounded theory -tutkimus sopii sellaisiin

tutkittaviin kohteisiin, joista ei ole olemassa riittävästi tietoa tai joihin tarvitaan jokin uusi näkökulma. Grounded theory sopii myös tutun toiminnan tutkimiseen uudessa tilanteessa. (Airaksinen 2021.)

Kehittämishankkeessani yhtenä tutkittavana asiana on karyofylleenin mahdolliset vaikutukset ja soveltuvuus lämpövoiteen raaka-aineeksi. Koska kyseistä raaka-ainetta ei ilmeisesti ole aikaisemmin käytetty tässä tarkoituksessa, on kyseessä siis täysin uuden mahdollisuuden selvittäminen. Siihen grounded theory on sopiva tutkimusmenetelmä. Käytän sitä selvittääkseni vastauksen tutkimuskysymykseen 2c: ”Mitä ominaisuuksia ja vaikutuksia karyofylleenillä olisi lämpövoiteen raaka-aineena?”

Airaksisen (2021) mukaan grounded theory-menetelmää käytettäessä tutkimusaineistoa voidaan kerätä eri lähteistä. Aineistona voidaan hyödyntää haastatteluja, havainnointia, dokumentteja tai mitä tahansa, joka voi tuoda tietoa tutkittavasta ilmiöstä.

Karyofylleenin vaikutuksista todettiin tutkimuksen lähtökohtana olevassa pandoja käsittelevässä artikkelissa, että karyofylleeni salpaa kylmäreseptoreja eli TRPM8-reseptoreja ihossa. Kyseinen vaikutus voisi olla olennainen, jos karyofylleeniä käytettäisiin lämpövoiteen raaka-aineena. Selvittääkseni sitä, tein haun samoihin tietokantoihin kuin selvittäessäni vaikutuksia kosmeettisen tuotteen raaka-aineena. Eli tietokannat olivat Science Direct (Elsevier), PubMed, EBSCOhost ja ProQuest Central. Hakuteminä käytin ”caryophyllene and TRPM8”, rajasin haun tuloksia vuosiin 2015-2021 ajantasaisen tiedon varmistamiseksi. Rajasin haun koskemaan englanninkielisiä tutkimusartikkeleita, joista on koko teksti saatavilla. Tuloksena sain 48 artikkelia, joista tiivistelmät luettuani vain kaksi oli sellaisia, joita voisin käyttää tässä aineistona. Niinpä päädyin hakemaan tietoa yleisemmällä tasolla vaikutuksista, joita TRPM8-reseptorin antagonistit aiheuttavat.

Hakusanana käytin ”TRPM8 AND skin AND inhibitor OR antagonist”. Haku tuotti satoja tutkimusartikkeleita tulokseksi. Päädyin asettamaan vielä rajaukseksi nuo hakusanat esiintymään artikkelin tiivistelmässä, jotta löytäisin tutkimuksia, jotka palvelisivat mahdollisimman hyvin kehittämishakkeen tarkoitus. Pro Questissa rajasin vielä haun aiheeseen ”cold” samasta syystä. Ebscossa oli myös tarve rajata hakua lisää, lisäsin hakukenttään lisäksi ”AND warm OR cold”.

Haun tuloksena sain yhteensä 65 artikkelia, joiden otsikot luin. Otsikoiden perusteella totesin 41 sellaisiksi, joiden tiivistelmä kannattaa lukea. Rajasin pois esimerkiksi artikkeleita, jotka koskivat virtsarakkoa, eturauhasta tai hampaiden hermoja. Tiivistelmien lukemisen jälkeen totesin 15 artikkelia sellaisiksi, joissa todennäköisesti olisi kehittämishakkeen kannalta relevanttia tietoa iholla olevan TRPM8-reseptorin salpaamisen vaikutuksista. Kun olin lukenut artikkelit, karsiutui vielä yksi pois, koska siinä ei ollutkaan tietoa TRPM8-reseptorin salpaamisen vaikutuksista.

Airaksinen (2021) korostaa, että aineiston analyysi on tutkimusprosessin tärkein osa ja se voi alkaa joko aineiston keruun jälkeen tai sen lomassa. Ennen kuin päästään tekemään varsinaista sisällön analyysiä, tekstiaineisto täytyy luokitella. Luokittelu ei yleensä synny suoraviivaisesti, usein se kehitetään yhtä aikaa aineiston keruun ja jopa analysoinnin kanssa. Luokittelun toteuttaminen eli koodaaminen perustuu vertailuun. Vertailua käytetään koko analyysin ajan aineiston luokittelussa kategorioihin. Tavoitteena on löytää samankaltaisuuksia aineiston sisällöstä. Kussakin yksittäisessä tutkimuksessa erikseen määritellään käytettävä luokittelu tai koodaustapa. Luokittelu on aina sidoksissa tutkittavaan aineistoon juuri kyseessä olevassa tutkimuksessa, eikä ole olemassa yleispäteviä luokkia, joita voisi soveltaa toiseen aineistoon. (Seitamaa-Hakkarainen 2021)

Lukiessani tutkimusartikkeleiden tiivistelmiä, poimin teksteistä iholla olevan TRPM8-reseptorin toiminnan salpaamisen vaikutuksia. Niiden perusteella laadin alustavat koodit. Luin artikkelit kokonaisuudessaan ja koodasin ne yhdellä tai useammalla koodilla sen mukaan, mitä vaikutuksia niissä esitettiin. Alla olevassa kuvassa artikkelit numeroituna ja koodattuina.

1. Merkel Cells Sense Cooling with TRPM8 Channels **ME**
2. Peripheral Nervous System -Mechanoreceptors; Findings on Mechanoreceptors Reported by Investigators at National Center for Scientific Research (CNRS) (Merkel Cells Sense Cooling with TRPM8 Channels **ME**
3. Modulation of Itch by Localized Skin Warming and Cooling **KU**
4. Pharmacological Blockade of TRPM8 Ion Channels Alters Cold and Cold Pain Responses in Mice **ME, TK**
5. Operant behavioral responses to orofacial cold stimuli in rats with chronic constrictive trigeminal nerve injury: effects of menthol and capsaizepine **KA**
6. Are TREK Channels Temperature Sensors? **KA**
7. The roles of iPLA2, TRPM8 and TRPA1 in chemically induced cold hypersensitivity **KA**
8. Recent Progress in TRPM8 Modulation: An Update **KA**
9. Role of TRPM8 in dorsal root ganglion in nerve injury-induced chronic pain **TK, KA**
10. TRPV1 activity and substance P release are required for corneal cold nociception **KA**
11. L type Ca²⁺ channel blockers prevent oxaliplatin-induced cold hyperalgesia and TRPM8 overexpression in rats **KA**
12. Involvement of c-Myc-mediated transient receptor potential melastatin 8 expression in oxaliplatin-induced cold allodynia in mice **KA**
13. induced in sensory neurons contributes to cold hyperalgesia after inflammation and nerve injury. **TK, KA**
14. Development of TRPM8 Antagonists to Treat Chronic Pain and Migraine. **TK, KA**

Kuvio 11: TRPM8-reseptorin salpaamisen vaikutuksia käsittelevät artikkelit koodattuna analyysia varten.

Kokosin taulukon kuvaamaan sitä, kuinka monessa artikkelissa mikäkin koodi esiintyy. Taulukosta selviää myös kunkin koodin selitys.

koodi ja selitys<	esiintyy
ME = Merkelin solut aistivat kylmän TMPR8-resptorin kautta.	2 artikkelissa
KU = TRMP8 antagonisti esti serotoniinin aiheuttaman kutinan, mutta ei histamiinin aiheuttamaa.	1 artikkelissa

koodi ja selitys<	esiintyy
TK = Vähentää tulehduskipua ja hermovauriokipua.	4 artikkelissa
KA = Vähentää kylmäallodynasia.	10 artikkelissa

Taulukko 3: TRPM8-reptorin salpaamisen vaikutukset ja niiden esiintyminen tutkimusaineiston artikkeleissa.

Airaksisen (2021) mukaan analyysin tarkoitus on käsitteiden ja niiden välisten suhteiden etsiminen ja selvittäminen. Tutkimuksen tekijän pitää erottaa aineistosta olennaiset asiat ja muodostaa aineiston pohjalta tiivis kuvaus tutkittavasta ilmiöstä johtaen. Tätä kuvausta tai teoriaa verrataan muodostumisen aikana aineistoon, jotta voidaan olla varmoja, että uudet oletukset ovat paikkansapitäviä.

Sisällönanalyysissa yhdistyvät analyysi ja synteesi. Kerätty aineisto pilkotaan ensin käsitteelliseksi osiksi ja lopuksi synteessin avulla osat kootaan uudelleen johtopäätöksiksi. Tulosten raportoinnissa tavoitteena on säilyttää tiivis kosketus tutkittavaan aineistoon. Tutkija voi halutessaan esimerkiksi valita tekstiaineistosta poimintoja tai lainauksia kuvaamaan ja vahvistamaan aineiston raportointia. (Seitamaa-Hakkarainen 2021.)

Analyysin tulokset esitän kappaleessa 4.6., jossa vastataan tutkimuskysymykseen 2c: ”Mitä ominaisuuksia karyofyllenillä olisi lämpövoiteen raaka-aineena?”

3.5.5 Laboratoriotutkimus

Tarkoitukseni oli selvittää karyofyllenin pitoisuutta hevosenlannassa. Tätä sekä vaihtoehtoisia eristämistapoja ja eristämisen kustannuksien tutkimista varten aikomuksena oli toimittaa lantanäyte laboratorioon tutkittavaksi. Laboratoriotutkimuksen kustannuksiin olisi ollut rahoitus Laurean hankerahoista Ihmislähtöisesti resurssiviisas -hankkeen puitteissa.

Otin aluksi yhteyttä neljään eri yliopistolliseen tiedekuntaan, joissa arvelin tutkimuksen tekemisen ehkä onnistuvan. Tarkoitukseni oli siis selvittää missä tällainen tutkimus olisi mahdollista tehdä ja mitkä olisivat sen kustannukset. Yhdenkään tiedekunnan laboratorioissa se ei onnistunut, eikä niistä ollut saatavissa tietoa muista mahdollisista tutkimuspaikoista. Tämän jälkeen otin yhteyttä työni ohjaajalta saadun vinkin mukaisesti kahteen eri kaupallisesti toimivaan laboratorioon, mutta kummassakaan niistä ei tällaista tutkimusta tehty, eikä myöskään osattu neuvoa, missä tutkiminen olisi mahdollista. Selvitin vielä muitten mahdolliselta tuntuvien laboratorioiden yhteystietoja, joita löysin kolme, mutta harmikseni niissäkään ei

tällaista tutkimusta voitu tehdä, enkä myöskään kysyessäni saanut vastausta siitä, missä tutkimus olisi mahdollinen.

Kehittämishankkeessani jää siis selvittämättä tutkimuksen liittyvät kysymykset siitä, mikä on karyofylleenin pitoisuus lannassa ja mikä on eristämisen kustannus. Eli tutkimuskysymykseen 6e:” Karyofylleenin eristäminen lannasta. Mitkä ovat eristämisvaihtoehdot ja niiden kustannukset?” jäi osittain saamatta vastaus.

Eristämismahdollisuuksia pystyin kuitenkin selvittämään. Niitä selvitin tutkimusartikkeleista löytämäni tiedon perusteella. Tein haun Pro Quest Central-tietokannasta selvittääkseni karyofylleenin eristämistä. Odotuksieni mukaisesti tietoa lannasta eristämisestä ei millään hakusanayhdistelmällä löytynyt. Etsin siis ”caryophyllene AND isolation technique” hakusanoilla aineistoa. Tietoa löytyi karyofylleenin eristämiseksi kasveista kirjallisuuskatsaukseni pohjaksi. Tämän kirjallisuuskatsauksen esitän luvussa 4.5, jossa vastataan tutkimuskysymykseen 2e: ”Karyofylleenin eristäminen lannasta. Mitkä ovat eristämisvaihtoehdot ja -kustannukset?”

4 Tulokset

Tutkimuksen tekijän valinnoista tutkimusprosessin alkuvaiheessa riippuu aineistoin käsittely ja tulkinta. Parhaassa tilanteessa ongelma ja analyysi, sekä kaikki tutkimukseen liittyvät valinnat muodostavat kiinteän kokonaisuuden. (Hirsjärvi ym. 2009, 221.)

Laadullisuuteen painottuvassa tutkimuksessa runsas aineisto ja useat tutkimusmenetelmät tekevät analyysivaiheen haastavaksi. Analyysi etenee usein polveilevasti asioiden kuvaamisen, luokittelun ja yhdistämisen vaiheiden vuorotellessa. Lopullisena tavoitteena on kuitenkin saada selitys tutkimusongelmaan, vaikka prosessi ei aina etenekään suoraviivaisesti. (Hirsjärvi ym. 2009, 223-224.)

Tutkimuksen tieto ei ole pelkissä tuloksissa. Tutkimuksen tekijä on tärkeässä asemassa, koska hän tulkitsee ja analysoi tutkimusta omista lähtökohdistaan käsin, ja nostaa tarkasteltaviksi tuloksiksi ne asiat, jotka hänen mielestään ansaitsevat tulla tarkastelluiksi tuloksina. (Ronkainen ym. 2011, 123.) Ojasalon ym. (2018, 47) mukaan keskeistä kehittämistyön loppuraportoinnissa on koko kehittämisprosessin sekä tietoperustan kuvaaminen. Tärkeää on kuitenkin myös tulosten selittäminen ja arvioiti. Laadullinen tutkimusote ei välttämättä tuota tulokseksi yhtä objektiivista lopputulosta.

Käsittelen tässä tuloksia kuvaavassa kappaleessa vastauksia kaikkiin tutkimusasetelmasta esiin nousseisiin tutkimuskysymyksiin. Tutkimuskysymykset olen esitellyt sivulla 32 kuviossa yhdeksän. Tutkimuskysymyksiin etsin vastauksia edellisessä luvussa kuvattujen

tutkimusmenetelmien avulla. Tulkinnessa näkyy myös oma näkemykseni, kuten laadullisella otteella tehdyissä tutkimuksissa yleensäkin.

4.1 Tutkimuskysymys 1: Mitä hyötykäyttömahdollisuuksia hevosenlannalla on nykyään ja mitä säädöksiä käyttömahdollisuuksiin liittyy?

Hevosala työllistää Suomessa yli 15000 ihmistä. Hevosenlanta syntyy talleilla runsaasti. Hevostalleja maassamme on noin 16000 ja hevosia yhteensä yli 74000. Pienikokoinen poni tuottaa vuodessa keskimäärin kahdeksan kuutiometriä kuivikelantaa, ja iso hevonen noin 17 kuutiometriä kuivikelantaa. Kuivikelanta koostuu hevosen ulosteesta, virtsasta ja käytetystä kuivikeaineesta. Kuivikeaineena käytetään yleisimmin turvetta, muita suosittuja kuivikkeita ovat puupohjaiset sahanpuru ja pelletit, sekä olki ja olkipelletit. Kuivikelannan hyötykäyttö onnistuu tietyin edellytyksin lannoitteena kasvien viljelyssä, maanparannusaineena sekä energiantuotannossa. (Hevostietokeskus 2021.)

Hevosenlanta voi aiheuttaa haittavaikutuksia ympäristölle, mikäli sitä ei kerätä ja varastoida oikein. Lannan sisältämistä aineista merkittävimpiä ovat ravinteet, erityisesti typpi ja fosfori. Jokainen hevonen tuottaa vuodessa noin 8-16 kiloa fosforia ja noin 42-95 kiloa typpeä. Näiden aineiden pääsy ympäristöön on tärkeää välttää. Lanta tulee ympäristönsuojelulain mukaan varastoida niin suureen lantalaan, että sinne mahtuu tallilla koko vuoden aikana syntyvä lantamäärä. (Oksala, Havukainen & Rantala 2017, 7.)

Jotta kiertotalous toteutuisi Suomessa kansallisten tavoitteiden mukaisesti, olisi tärkeänä osana muiden toimenpiteiden joukossa hevosenlannan sisältämien ravinteiden ja energiantuottomahdollisuuksien, sekä sen sisältämän orgaanisen aineen käyttäminen hyödyksi. Jos lantaa prosessoitaisiin tehokkaasti, maatalouden aiheuttamat ympäristöhaitat pienenisivät ja ruuantuotanto olisi tehokkaampaa. (Luostarinen ym. 2019, 57)

Hevosenlanta on biohajoava materiaali, sen takia sitä ei ole saanut enää vuoden 2016 alusta viedä kaatopaikalle. Tämän takia lannalle on järjestettävä jokin muu sijoituspaikka, ja sen muodostuu osalle hevosalalla toimivista yrittäjistä ongelmaksi. (Föhr, Ranta, Soininen & Tanskanen. 2016, 28.) Kompostointimateriaaliksi lanta kelpaa, mikäli paikallinen jätekeskus ottaa sen vastaan (Hevostietokeskus 2021).

EU:n jätedirektiivin (EY 2008/98) mukaan jätteisiin pitää soveltaa jätehierarkiaa. Jätehierarkiassa ensimmäinen ja tavoiteltavin vaihtoehto on jätteen määrän vähentäminen. Hevosenlannan suhteen tämä ei onnistu muutoin kuin hevosten määrää vähentämällä. Seuraavina järjestyksessä tulevat asian tai esineen uudelleen käyttö, kierrätys, käyttö energiaksi ja viimeisenä loppusijoitus. Uudelleenkäyttö on tällä hetkellä lähinnä lannoitekäyttöä. Hevosenlanta sisältää kuitenkin potentiaalisia raaka-aineita esimerkiksi kosmetiikka- tai lääketieteellisyydessä

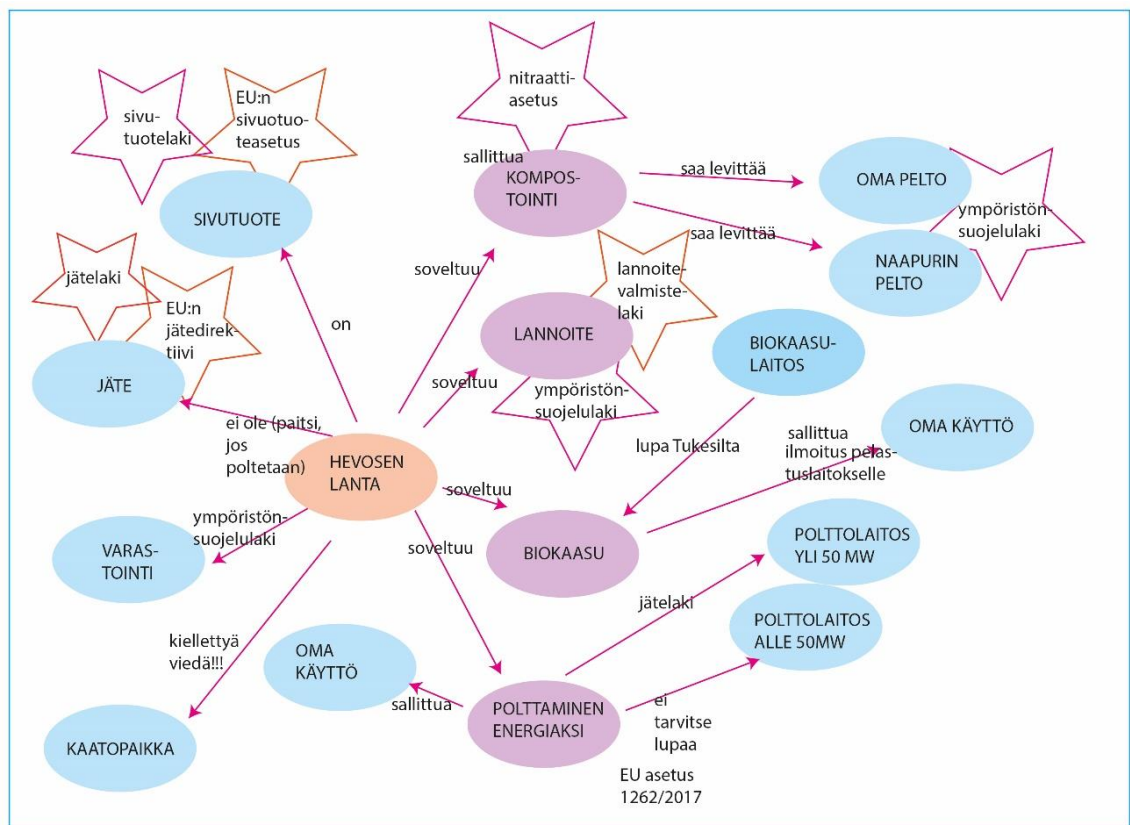
käytettäväksi. Niiden käyttömahdollisuutta selvitetään tässä opinnäytetyössä. Energiantuotannossa lanta on myös potentiaalinen materiaali ja sitä on jo jonkin verran siinä käytettykin.

Lannan hävittäminen sekä aiheuttaa kustannuksia että on hankalaa. Sen kuljetus on kallista, erityisesti jos kuljetusmatkat ovat pitkiä. Siksi lannan hyödyntämispaikan olisi tärkeää löytyä läheltä. Hevosen lannan myyminen lannoitteeksi tai sen hyödyntäminen mullanvalmistuksessa, polttolaitoksessa tai biokaasulaitoksessa on luvanvaraista toimintaa. (Hevostietokeskus 2021.)

Biotalousnäkökulmasta hevosenlannan käyttö energianlähteenä olisi järkevää, koska se on uusiutuva ja päästötön energianlähde. Sen mahdollisuuksia energianlähteenä ei ole vielä otettu käyttöön tehokkaasti. (Föhr ym. 2016, 32.)

4.1.1 Hevosenlannan käsittelyyn vaikuttava lainsäädäntö

Käsitekartan avulla tutkin ja havainnollistin lannan hyötykäyttöön vaikuttavan lainsäädännön. Kuvailen sitä testimuotoisena kirjallisuuskatsauksena vielä kuvan jälkeen. Karttaan on lilalla värillä merkitty käsitteet, jotka ovat lannan nykyisiä hyötykäyttötapoja. Sinisellä värillä on kuvattu niihin liittyvät käsitteet. Tähtien sisällä on säädöksiä ja lakeja, jotka vaikuttavat niiden vieressä oleviin käsitteisiin. Nuolet kuvaavat käsitteiden suhdetta toisiinsa, joita selitteet nuolien yhteydessä selittävät. Nuolien yhteyteen selitteeksi on laitettu myös säädöksiä, jotka vaikuttavat nuolen yhdistämien käsitteiden väliseen prosessiin.



Kuvio 12: Käsitekartta lannan hyötykäyttömahdollisuuksista ja niihin vaikuttavista säädöksistä.

Jätelain (646/2011) uudistukset astuivat voimaan elokuussa 2021. Uusituslaissa lain tarkoituksena on määritellä kierrotalouden ja luonnonvarojen käytön kestävyys edistäminen, sekä jätteen määrästä ja jätehuollosta aiheutuvien haittojen ehkäisy. Tavoitteena on ehkäistä ympäristölle ja ihmisten terveydelle aiheutuvia haittavaikutuksia, varmistaa jätehuollon toimivuus ja ehkäistä roskaantumista.

Jätelaki (646/2011) määrittelee jätteen ja sivutuotteen. Sivutuotteita eivät pääsääntöisesti koske jätelain määräykset. Jätteellä tarkoitetaan lain mukaan ainetta tai esinettä, jonka sen haltija on joko poistanut käytöstä, tai aikoo poistaa käytöstä, tai haltijalla on velvollisuus poistaa se käytöstä. Sivutuotteeksi aine tai esine muuttuu, jos se syntyy sellaisessa tuotantoprosessissa, jonka ensisijaisena tarkoituksena ei ole kyseessä olevan aineen valmistaminen. Lisävaatimuksena on, että aineen tai esineen jatkokäytöstä on varmuus ja sitä voidaan käyttää joko sellaisenaan, tai tavanomaisen teollisen käytännön mukaisesti muunneltuna. Sivutuote syntyy tuotantoprosessin olennaisena osana ja se täyttää suunniteltuun käyttöön liittyvät vaatimukset, eikä sen käyttö vaaranna ympäristöä tai terveyttä. Jätelain mukaan jäte, joka on kierrätetty tai muuten hyödynnetty lakkaa olemasta jätettä ja muuttuu sivutuotteeksi, jos sitä on tarkoitus käyttää erityisiin tarkoituksiin, sillä on kysyntää markkinoilla, se täyttää käyttötarkoituksensa mukaiset vaatimukset, eikä sen käyttö aiheuta haittaa terveydelle tai ympäristölle.

EU:n jätedirektiivin ((EY) N:o 98/2008 ja direktiivin muutoksen (EU) 2018/851) mukaan jätteisiin pitää soveltaa viisiportaista jätehierarkiaa. Jätehierarkiassa ensimmäinen ja tavoiteltavin vaihtoehto on jätteen määrän vähentäminen. Seuraavina järjestyksessä tulevat asian tai esiin uudelleen käyttö, kierrätys, käyttö energiaksi ja viimeisenä loppusijoitus. Jätelaissa (646/2011) määrätään, että toiminnanharjoittajan, jonka tuotannossa syntyy jätettä, tulee noudattaa etusijajärjestystä sillä tavoin, että saavutetaan lain tarkoituksen kannalta paras tulos.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (1069/2009) eli niin kutsutussa sivutuoteasetuksessa säädetään sellaisista eläimistä saatavista sivutuotteista, joita ei ole tarkoitettu ihmisravinnoksi. Asetuksen tarkoituksena on suojata ihmisten ja eläinten terveyttä. Asetus määrittelee hevosenlannan eläimistä saatavaksi sivutuotteeksi, johon jätelakia ei sovelleta. Sivutuoteasetuksessa annetaan ohjeet eläimistä saatavien sivutuotteiden keräämiselle, kuljetukselle, varastoinnille, esikäsittelylle, käsittelylle, käytölle ja hävittämiselle.

Eläinperäiset sivutuotteet on jaettu sivutuoteasetuksessa (EY 1069/2009) kolmeen luokkaan niihin liittyvien riskien perusteella. Luokan yksi sivutuotteilla on suurin riski ja pienin riski vastaavasti luokan kolme sivutuotteilla. Hevosenlanta kuuluu tässä luokituksessa riskiluokkaan kaksi. Asetuksessa on annettu ohjeet kunkin riskiluokan aineiden käytölle ja hävitykselle.

Jätelakia sovelletaan kuitenkin sivutuotteisiin, myös lantaan ja siitä johdettuihin tuotteisiin, silloin kun ne on tarkoitettu poltettavaksi, kaatopaikalle sijoitettavaksi tai biologisessa käsittelylaitoksessa käytettäväksi. Poikkeuksena on korkeintaan 50 MW:n kattilassa tapahtuva lannan poltto. Sitä ei enää nykyään katsota jätteen poltoksi, ja toiminnassa ei tarvitse noudattaa jätteenpolttolainsäädäntöä. Tämä perustuu vuonna 2017 voimaan tulleeseen Euroopan Komission asetukseen (EU) N:o 1262/2017, joka koskee tuotantoeläinten lannan polttoainekäyttöä. Lannan polttoa koskevassa setuksessa säädetään, että jos kattilan polttoaineteho on yli 50 MW, katsotaan toiminta kuitenkin jätteen poltoksi. (Ympäristöministeriö 2018.) Lannan poltto korkeintaan 50 MW:n kattilassa on siis nykyisin energiantuotantoa, jossa sovelletaan energiantuotannon ympäristönsuojeluvaatimuksia sekä Euroopan komission asetuksessa (EU) 1262/2017 säädettyjä lannan polttoa koskevia vaatimuksia.

Ympäristönsuojelulaki (527/2014) vaikuttaa myös hevostalleihin ja niissä syntyvän lannan jatkokäyttöön energiantuotannossa. Lain tarkoituksena on ehkäistä ympäristölle aiheutuvia haittoja ja vähentää päästöjä sekä tukea kestävä kehitystä ja torjua ilmastonmuutosta. Lailla halutaan myös edistää luonnonvarojen kestävä käyttöä ja vähentää syntyvien jätteiden määrää ja haitallisuutta. Pyrkimyksenä on tehostaa ympäristöä pilaavan toiminnan vaikutusten arviointia ja parantaa kansalaisten vaikutusmahdollisuuksia ympäristöä koskevaan päätöksentekoon. Suuren, vähintään 60 hevosen tallin perustaminen edellyttää ympäristöilmoituksen tekemistä. Ilmoitus tehdään kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Ympäristöilmoitusta

voidaan edellyttää myös silloin, jos talli rakennetaan pohjavesialueelle tai sen toiminnasta voi aiheutua kohtuutonta raskautta naapureille. Ympäristönsuojelulaki määrää myös lannan käytöstä energiantuotannossa, laki edellyttää tietyn kokoluokan energiantuotantolaitoksilta joko rekisteröintiä tai ympäristölupaa.

Yhteenvetona lainsäädännöstä voi sanoa, että lannan varastointi, käsittely ja käyttö on tarkkaan säädeltyä toimintaa. Lainsäädäntö asettaa lannan hyötykäytölle joitakin vaatimuksia. Nämä vaatimukset ovat varmasti etenkin ympäristönsuojelun näkökulmasta katsottuna varsin relevantteja. Esimerkkinä tästä nitraattiasetus, joka rajoittaa lannan levittämistä pelloille tiettyinä vuodenaikoina. Lainsäädäntö kuitenkin mahdollistaisi nykyistä paljon laajemman energiantuotannon lannan polttamisen avulla. Myöskään biokaasun tuottamiselle lantamateriaalista ei ole lainsäädännöllisiä esteitä. Jos lantaa käytettäisiin tehokkaasti hyödyksi, sen aiheuttamat ympäristöhaitat pienenisivät, ja saavutettaisiin myös muita hyötykäytön etuja, kuten ekologisesta raaka-aineesta tuotettua lämpöenergiaa. Lainsäädännöllinen seikka, joka aiheuttaa talliyrittäjille hankaluuksia lannan sijoittamisessa, on kaatopaikalle viennin kieltäminen. Kielto on kuitenkin nykyisen ympäristöpolitiikan ja kestävä kehityksen mallien mukaan linjassa, ja siten hyvin perusteltavissa. Lannan käytön ja sen haasteiden kuvailua jatkan seuraavissa luvuissa.

4.1.2 Hevosenlannan käyttö lannoitteena

Hevosenlanta on hitaasti vaikuttava lannoite ja se sopii parhaiten myöhään kypsyvien kasvien lannoitukseen. Sitä voidaan käyttää myös maanparannusaineena savipitoiselle maalle. (Hevostietokeskus 2021.) Hevosenlanta sisältää jonkin verran fosforia ja typpeä, jotka ovat kasveille arvokkaita raaka-aineita. Lannassa on myös humusta muodostavia aineita. Yhdessä nämä kaikki voivat rikastuttaa maaperää, ja siten lannasta voidaan oikealla käsittelyllä saada tehokasta lannoitetta kasvien viljelyyn. (Eriksson, Hadin, Hennessy & Jonsson 2016, 1.)

Lantaa voidaan käyttää hyödyksi sen syntypaikassa, mikäli tallinpitäjä viljelee omistamallaan maalla. Lannan saa levittää lannoitteeksi ja maanparannusaineeksi omille pelloilleen. (Lannoitevalmistelaki 539/2006.) Vuonna 2016 tuli voimaan niin kutsuttu nitraattiasetus, ja se on vaikeuttanut hevosen lannan lannoitekäyttöä entisestään. Lantaa ei saa enää levittää kalteville pelloille. (Föhr ym. 2016, 32.) Hevosenlantaa hyödynnetään nykyään sen sisältämien ravinteiden takia pääasiassa kompostoinnin jälkeen lannoitteena maanviljelyksessä. Paras hevosenlannan sisältämien ravinteiden kierrätystapa olisi käyttää lanta viljelyksessä tilalla, jolta hevosten ravintona käyttämä heinä ostetaan. Tämä poistaisi myös rikkakasvi- tai hukka-kauraongelmat. Suurimmalla osalla hevosyrittäjistä Suomessa ei kuitenkaan ole omaa viljelysmaata, jonka lannoittamiseen lantaa voisi käyttää. (Hevostietokeskus 2021.)

Lantaa on myös sallittua myydä vähäisiä määriä irtomyyntinä suoraan kuluttajille esimerkiksi heidän omien kasvimaidensa lannoitteeksi. Hevosenlannan luovutus tilalta toiselle tilalle on

sallittua, jos tauti- tai hukkakaurariskiä ei ole. Kompostoinnin avulla lanta saadaan hygienisoitua, sekä tuhottua siitä rikkakasvinsiemeniä ja mahdollisia loismatojen munia. Kompostoinnin yhteydessä kompostorista voidaan ottaa talteen myös prosessin synnyttämää lämpöä, jota voidaan hyödyntää tallin ja tilalla sijaitsevien muiden rakennusten lämmittämiseen. (Hevostietokeskus 2021.) Puhdas hevosenlanta kompostoituu noin kuukaudessa, mutta käytetyt kuivikeaineet hidastavat huomattavasti kompostoitumisprosessia. Lämpö ja kompostimateriaalinen sekoittaminen esimerkiksi rumpukompostorin avulla nopeuttavat kompostointia. (Eriksson 2016, 2.) Ongelmaksi muodostuu kuitenkin usein se, että lannan hyödyntäminen ei onnistu omalla tilalla. Mikäli lähiseudultaakaan ei löydy sopivaa viljelijää lannan vastaanottajaksi, täytyy lannan sijoittamiseen löytää joku muu ratkaisu. (Hevostietokeskus 2021.)

Kompostoidun lannan käyttömahdollisuuksia lannoitteena on tutkittu runsaasti. Airaksinen (2006, 3.) toteaa väitöskirjassaan, että hevosen lanta kompostoituna sopii erinomaisesti lannoitteeksi luomulaatuiseen kasvihuoneviljelyyn. Tutkimuksessa sillä lannoitettiin viljeltäviä kurkkuja, paprikoita ja tomaatteja. Kompostoidusta lannasta saatavat ravintoaineet vapautuivat hitaasti ja olivat näin ollen kasvien käytössä pidemmän aikaa kuin tutkimuksessa käytetyistä verrokkilannoitteista saadut vastaavat aineet. Eli kasvit kasvoivat paremmin ja sato oli suurempi. Lannan avulla lannoitettujen kasvien nitraattipitoisuudet olivat pienet ja hygieeninen laatu oli erinomainen.

Toisaalta joissain selvityksissä todetaan, että hevosenlanta ei ole kovin tehokas lannoitteena. Kaliumia kuivikelanta sisältää kohtalaisesti, mutta fosforia ja typpeä melko vähän. Lanta sopii siten hitaasti kasvavien kasvien, esimerkiksi nurmien ja perunan lannoitteeksi. Käytetty kuivike vaikuttaa myös paljon kuivikelannan lannoitekäyttöön. Turvelanta soveltuu lannoitteeksi parhaiten, sillä kuivikelanta sisältää jopa 80 prosenttia kuiviketta. Puupohjaiset kuivikelannat eivät sovellu lannoitekäyttöön niin hyvin, sillä ne sisältävät vähemmän typpeä ja kompostoituvat hitaasti. (Oksala ym. 2017, 7-8.)

Lannoitevalmistelaki (539/2006) määrää, että jos lanta tuotteistetaan ja myydään eteenpäin lannoitevalmisteena, täytyy siitä tehdä lannoitevalmistelain mukainen ilmoitus. Lannoitevalmisteen valmistamista koskee lain mukaan myös laitoshyväksyntävaatimus. Laki säätelee valmistettavan lannoitetuotteen laatuvaatimukset.

Kansallisen tyyppinimiluettelon mukaan lannasta on sallittua valmistaa esimerkiksi maanparanuskompostia, mädätysjäännöstä, lantaseosta tai kuivaraetta. Tyyppinimiluettelo määrittää myös näiden erilaisten lannoitevalmisteiden sallitut ominaisuudet ja tuoteselosteessa ilmoitettavat pakolliset tiedot. (Ruokavirasto 2015.) Jos lannoitevalmisteita on tarkoitus markkinoida Suomen ulkopuolelle, on niiden käsittelyssä noudatettava sivutuotelainsäädännön vaatimuksia (Ruokavirasto 2021c).

Fosforia ja typpeä on liikkeellä suomalaisessa ruokaketjussa useiden kymmenien miljoonien eurojen arvosta joka vuosi. Sekä ihmisten ruuaksi että eläinten rehuksi viljeltyjen kasvien korjaaminen kuluttaa näitä ravinteita maaperästä. Kulutettuja ravinteita täytyy korvata jotenkin, tällä hetkellä käytetään sekä teollisesti valmistettuja lannoitteita, että kierrätysravinteita. Viljellyissä kasveissa olevat ravinteet siirtyvät ruokaketjussa eteenpäin joko suoraan tai teollisten valmisteiden kautta ihmisten ja eläinten ruuaksi. Kun ravinteet on käytetty hyödyksi, ne päätyvät käsittelyyn jäte- tai sivuvirtoina tai jätevesinä. Osa ravinteista päätyy loppusijoitukseen esimerkiksi kaatopaikalle. Osa päätyy ketjun eri vaiheissa myös valumien mukana vesistöön rehevöittämään sitä. (Aho ym. 2015, 10.) Lannoitteiden kulutus on kasvanut maailmanlaajuisesti viisinkertaiseksi vuosien 1960 ja 2021 välillä. Teollisesti valmistetut lannoitteet ovat peräisin uusiutumattomista luonnonvaroista, ja niiden saatavuus on rajallinen. Erityisesti fosforin suhteen tilanne on kriittinen, asiantuntijoiden mukaan se on loppumassa maapallolta noin 50 vuoden sisällä. Tämä tulee nostamaan teollisesti valmistettujen lannoitteiden hintaa merkittävästi. Toisaalta fosforia on luonnossa epäsuotuisissa paikoissa esimerkiksi jätevesilietteen, teollisuuslietteen, kotiteollisuusjätteen, polttotuhkan ja lannan mukana. Tarvitaan uusia tapoja ravinnehävikin vähentämiseksi ja ravinteiden käytön parantamiseksi. (Meers 2016, 3-4.) Tähän ongelmaan kierrätyslannoitteet, esimerkiksi hevosenlannasta valmistetut, vastaavat erinomaisesti.

4.1.3 Hevosenlannan käyttö biokaasun tuotannossa

Eriksson ym. (2016, 1-2.) ovat sitä mieltä, että hevosen lanta voidaan muuttaa jätehuolto-ongelmasta resurssiksi. Lannan käyttö esimerkiksi biokaasun tuotannossa on järkevää. Kun lannan kompostointi korvataan anaerobisesti tapahtuvalla mädätysprosessilla, josta syntyy biokaasua, saavutetaan useita ympäristöhyötyjä. Lannan varastoinnista ja kompostoinnista syntyy usein päästöjä ympäristöön, toisin kuin biokaasun valmistusprosessista. Biokaasulla voidaan korvata fossiilisia polttoaineita sähkön tuottamisessa tai ajoneuvojen polttoaineena. Mädätyksestä syntyvää jäännösainetta voidaan käyttää maataloudessa korvaamaan kemiallisia lannoitteita.

Biokaasua syntyy mätänemisen, eli hapettomassa tilassa tapahtuvan biologisen hajoamisprosessin tuloksena. Se on kaasuseos, joka sisältää 60-65% metaania ja 30-35% hiilidioksidia. Biokaasun lämpöarvo on hyvä. Lannasta biokaasua voidaan tuottaa suoraan sen syntypaikalla maatiloilla valvotuissa olosuhteissa. (Tampio, Virkkunen, Heikkinen, Hietaranta & Saastamoinen 2015, 1-6.). Suomessa Ruokavirasto (2021a) on asettanut kriteerit hyväksyttävälle biokaasun käsittelyprosesseille ja tuotantolaitoksille. Lannoitevalmistelain (539/2006) mukaan tilakohtainen biokaasun tuotto ei vaadi Ruokaviraston laitoshyväksyntää. Ehtona kuitenkin on, että biokaasu tuotetaan tällöin vain omaan käyttöön.

Jätteenpolttodirektiivi tai -asetus eivät koske biokaasulaitoksia. Suomessa toimivista biokaasulaitoksista yksikään ei ole erikoistunut hevosenlannan käsittelyyn. Nämä laitokset ovat pääsin jätevedenpuhdistamoiden ja maatilojen yhteydessä. Pelkästään lannan käsittelyä varten biokaasulaitosta ei kalliiden investointikustannusten ole järkevää perustaa, vaan kannattavaa olisi hyödyntää mädätyksessä myös muita alueen orgaanisia jätevirtoja. Monissa muissa Euroopan maissa ollaan Suomea edellä biokaasuteknologian hyödyntämisessä eloperäisten jätteiden käsittelyssä. (Oksala ym. 2017, 9.)

Tampion ym. (2015, 1-6) selvityksen mukaan hevosenlannan käyttöä biokaasun tuotannossa on tutkittu toistaiseksi vain vähän, eikä siitä ole paljoa tietoa kirjallisuudessa. Tämä johtuu siitä, että hevosenlanta muodostuu suhteellisen pieniä määriä verrattuna esimerkiksi naudan- ja sianlantaan. Metaanintuottopotentiaali hevosenlannasta saatavassa biokaasun tuotannossa vaihtelee kuivikemateriaalin määrän ja laadun vaihdellessa. Lannan mahdollisesti sisältämä hukkakaura inaktivoituu biokaasun tuotantoprosessissa 29 vuorokauden aikana täysin, mikä helpottaa biokaasulaitoksesta syntyvän käsittelyjäännöksen käyttöä lannoitteena, koska erillistä rikkakasvien tuhoamista ei enää tarvita.

Ruotsissa on tutkittu jonkin verran hevosen lannan hyödyntämismahdollisuuksia energiantuotannossa. Tutkimuksissa todettiin anaerobisen mädätyksen biokaasun tuotannossa vähentävän lannan haitallisia ympäristövaikutuksia verrattuna lannan kompostointiin ja polttamiseen. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että biokaasulla korvataan fossiilisia polttoaineita. Lannan kuljetus mädätyslaitokseen aiheutti tutkimuksen mukaan suhteellisen vähäisiä ympäristövaikutuksia. Toisaalta lannan kompostointi sen syntypaikalla on tallin omistajalle taloudellisesti halvempi ratkaisu. (Eriksson ym. 2016, 6; Hadin, Hillman & Eriksson 2017, 17.)

Suomessa on ollut vireillä useita hankkeita, joissa on selvitetty biokaasun tuotantoa hevosenlannasta. Biokaasun tuotantoa lannasta on haastavaa saada taloudellisesti kannattavaksi, vaikka rakennettaisiin suuriakin biokaasulaitoksia. Suurikokoiset laitokset pienentävät yksikkökustannuksia tuotannossa, mutta kannattavuusongelma on silti olemassa. Biokaasun markkinat Suomessa ovat vasta kehittymässä. Biojätteiden ja teollisuudesta tulevien biomassasivuvirtojen käsittelystä laitoksille maksetaan niin sanottuja porttimaksuja, joita lannan vastaanotto ei kerrytä laitoksille. Hevosenlannan energiantuottopotentiaali ei myöskään yksin käytettynä ole erityisen korkea. (Luostarinen ym. 2019, 3.) Jotta lannasta olisi tuotettavissa merkittävät määrät biokaasua, prosessointi täytyisi kuitenkin toteuttaa isoissa biokaasulaitoksissa. Pienemmissä laitoksissa tarvittavat investoinnit ovat liian suuria suhteessa hyötyihin. (Luostarinen ym. 2019, 57.)

Luostarinen ym. (2019, 57-58) esittävät myös, että lantaa käyttävien biokaasuntuotantolaitosten lisämateriaalina olisi mahdollista käyttää muita biomassoja, joiden energiansisältö on suurempi. Teollisuudesta olisi löydettävissä tarkoitukseen soveltuvia sivuvirtoja. Myös

maanparannus- ja viherlannoitustarkoituksessa viljelty nurmi lannan lisänä käytettynä lisäävät laitoksen kaasuntuottoa. Kun niitä käytettäisiin lannan lisänä, biokaasulaitos saisi myös porttimaksuja, mikä parantaisi kannattavuutta. Lantabiokaasun tuotantoa pitäisi myös tukea tuotannon alkuvaiheessa. Tuen kohdistaminen juuri lannan biokaasukäyttöön tukisi maatalouden kiertotalouden kehittymistä Suomessa tehokkaasti. Samalla tuettaisiin lannan varastoinnista aiheutuvien päästöjen vähentämistä, vesistöön kohdistuvien haitallisten vaikutusten vähenemistä ja ravinteiden kierrätyksen tavoitteita.

Työ- ja elinkeinoministeriö (2020) on laatinut biokaasuohjelman toimeenpanosuunnitelman, jossa todetaan, että biokaasun tuotantoa tukeville ohjelmille on varattava riittävät määrärahat, rahoitusta on varattu yhteensä 7,5 miljardia euroa vuosien 2020 - 2022 aikana käytettäväksi. Tavoitteena on myös selvittää keinoja, joilla voidaan tukea biokaasuhankkeiden rahoitusta. Suunnitelmassa linjataan myös, että Suomi pyrkii vaikuttamaan Euroopan komission valtiontukisääntelyyn maatilahankkeita koskevien rajoitusten lieventämiseksi, jotta tiloilla tuotettavaa biokaasuenergiaa voitaisiin myydä myös tilojen ulkopuolelle. Kiertotaloutta on tarkoitus edistää luomalla kannustimia lannan ja mädätteen tehokkaammalle ja kestävämmälle hyödyntämiselle.

4.1.4 Lannan polttaminen

Hevosennannan polttamista on tutkittu melko paljon. Polttaminenkin on ympäristönäkökulmasta lannan kompostointia parempi ratkaisu. Päästöt ovat kompostointia vähäisemmät suhteessa saavutettavaan hyötyyn. Polttolaitoksilla on käytössään tehokkaat ilmansaasteiden torjuntajärjestelmät. Lannan polttamisella tuotetaan sähköä tai lämpöä, ja voidaan siten korvata uusiutumattomia energianlähteitä. Lannan polttamisen ongelmana on sen korkea kosteuspitoisuus. Poltettaessa lannasta ei myöskään saada talteen sen sisältämiä viljelykasveille hyödyllisiä ravinteita. Palamisprosessin tehokkuuden kannalta lannan kosteuspitoisuus saisi olla enintään 50 prosenttia. Esikuivaus ja hevosennannan sekoittaminen muiden poltettavien materiaalien sekaan lisäävät merkittävästi lannanpolton tehokkuutta. (Eriksson ym. 2016, 2-7.)

Hevosennanta voi siis joidenkin tutkimusten mukaan sopia hyvin poltettavaksi. Tärkein huomioitava seikka on kuivauksen optimointi, jolla tarkoitetaan energia- ja aikatehokasta kuivausta suhteessa lopullisesta lannan poltosta saatuun energiamäärään. Optimaaliseen kuivaustulokseen pääsemiseksi yhtenä vaihtoehtoja tutkijat ehdottavat sellaisen polttouunin kehittämistä, jossa hoidettaisiin sekä lannan kuivatus että sen polttaminen. (Da Lio, Castello, Gianfelice, Cavalli & Canu 2021, 249.) Kosteuden takia lantaa poltetaan usein seospolttona muiden biopolttoaineiden kanssa. Seospoltossa on mahdollista säätää polttoaineen kokonaiskosteutta optimaalisemmaksi, kuin pelkkää kuivikelantaa poltettaessa. Lannan soveltuvuuteen poltettavaksi vaikuttaa myös käytetyn kuivikkeen määrä ja laatu. Puupohjainen kuivikelanta soveltuu

parhaiten poltettavaksi. Suurin osa talleista Suomessa käyttää kuitenkin tällä hetkellä jotain muuta kuiviketta, tavallisimmin turvetta, sen edullisen hinnan ja muiden hyvien ominaisuuksien takia. Polttolaitosten on haastavaa kilpailla hinnalla lannan loppusijoituksesta kompostoinnin kanssa, koska puupohjainen kuivike tulee hinnaltaan tallinpitäjälle huomattavasti kalliimmaksi. Polttolaitosten näkökulmasta taas järjestelmien uusiminen siten että ne soveltuvat lannan polttoon, vaatii mittavia investointeja. (Ahola & Alho. 2020, 27-36.) Turve luokitellaan fossiiliseksi polttoaineeksi, ja se voi estää sen polttamisen sellaisissa laitoksissa, jotka haluavat käyttää vain uusiutuvia polttoaineita (Oksanen ym. 2017, 10). Salinin (2021) mukaan turpeen käyttö kuivikkeena vähenee, ja ehkä lakkaa kokonaan tulevaisuudessa, koska kuiviketurvetta nostetaan nykyään lähinnä energiaturpeen sivutuotteena suosta. Turpeen käytöstä energiantuotannossa pyritään pääsemään eroon lainsäädännön keinoin, ja näin ollen turpeelle etsitään vaihtoehtoja kuivikekäyttöönkin. Mikäli turpeen korvaajana käytettäisiin lisääntyvässä määrin puupohjaisia kuivikkeita, voisi hevosenlannan käyttö polttolaitoksissa olla tulevaisuudessa nykyistä houkuttelevampi vaihtoehto.

Suomessa ympäristöministeriö, maa- ja metsätalousministeriö ja Ruokavirasto ovat laatineet yhdessä lannan polttoa koskevan ohjeistuksen vuonna 2018. Ohjeistukselle tuli tarve, kun EU:n sivutuotelainsäädännön muutoksen takia hevosen- ja muiden tuotantoeläinten lannan polttoa niissä polttolaitoksissa, joiden teho on alle 50 MW, ei enää määritellä jätteen poltaksi. Siten jätteenpolttolainsäädäntö lakkasi koskemasta näitä laitoksia. Ohjeessa määritellään asioita, jotka liittyvät mm. hygieniaan, tuholaiistorjuntaan, kattilan sijaintiin, kirjanpitoon ja kuljetukseen. Ohjeistuksen noudattamista valvovat tapauksesta riippuen kunnaneläinlääkäri tai ympäristöviranomais. (Ruokavirasto 2021b.)

Oksala ym. (2017,13) esittävät, että lannan pienimuotoinen poltto sen syntypaikassa voisi olla houkutteleva vaihtoehto, siten tallilla syntyvä lanta saataisiin suoraan energiaksi omaan käyttöön. Vaihtoehtona tällaiseen polttoon olisi esimerkiksi lannasta valmistettavat pelletit. Hevosenlantapelletti on kosteuspitoisuudeltaan ja lämpöarvoltaan hyvin vastaavanlainen puupellettiin verrattuna. EU:n sivutuoteasetuksen muutoksen myötä tällainen pienpoltto omalla tilalla on nyt sallittua.

Suomessa lantaa on suuremmassa mittakaavassa käyttänyt vain yksi energiayhtiö, joka sekin luopui lannanpoltosta helmikuussa 2021. Poltto alkoi yhtiön sisäisenä startup-hankkeena 2015. Lanta toimitettiin eri kokoisilta hevostalleilta voimalaitokseen, jossa siitä tuotettiin sähkö- ja lämpöenergiaa. Palvelua tarjottiin Etelä-Suomen alueelle, ja Ruotsiin vuodesta 2017 alkaen. Tämä hanke toimi pioneerinä laajamittaisessa lannan hyödyntämisessä energiantuotannossa polttamalla. Hankkeen päättymisen syynä oli energiayhtiön voimalaitoksen myynti. Uusi omistaja koki lannan turhan haastavaksi raaka-aineeksi polttoainekäytössä.

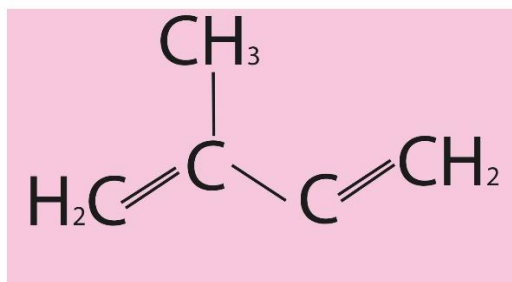
4.2 Tutkimuskysymys 2a: Mitkä ovat karyofylleenin kemialliset ominaisuudet ja esiintymisen/lähteet?

Tässä luvussa käsittelen karyofylleeniä ja sen ominaisuuksia ensin kirjallisuuskatsauksen muodossa. Kun kemialliset ominaisuudet, on käyty läpi, kuvaan seuraavassa luvussa dokumenttianalyysin tuloksena saatuja tietoja karyofylleenin käyttömahdollisuuksista raaka-aineena kosmeettisissa valmisteissa.

Karyofylleeni on kemiallisen rakenteensa ja nimensä mukaan beetakaryofylleeni, mutta karyofylleeni on tavallisempi nimi, jolla sitä yleisesti kutsutaan. Siitä on olemassa myös hapettunut muoto, beetakaryofylleenioksidi, tai lyhyemmin karyofylleenioksidi. Karyofylleeni valikoitui tähän kehittämishankkeeseen tutkittavaksi aineeksi Helsingin Sanomissa olleen panda-karhujen kieriskelyä hevosennäennässä käsitelleen artikkelin takia. Artikkelissa referoitiin lyhyesti tutkimusta, jossa selvitettiin tämän oudon käyttäytymisen syitä, ja päädyttiin tulokseen, että karyofylleeni salpaa kylmäreseptoreja pandojen iholla.

Fytokemikaalit luokitellaan kolmeen pääluokkaan niiden rakenteellisten ominaisuuksien perusteella. Nämä ovat terpenoidit, alkaloidit ja polyfenolit. Useat maku- ja aromaattiset molekyylit ovat terpenoideja, esimerkiksi mentoli, linalooli, geranioli ja karyofylleeni. Fytokemikaaleilla on useita erilaisia vaikutuksia, ne voivat toimia substraatteina, kofaktoreina tai entsyymeinä. Fytokemikaaleilla on myös antioksidanttivaikutus, jolla on tärkeä tehtävä vapaiden radikaalien poistamisessa. (Alharbi ym. 2021)

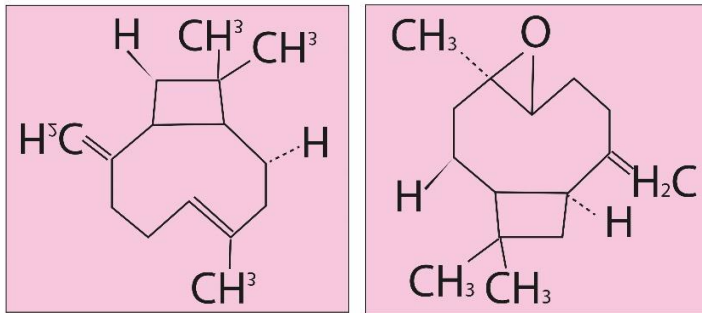
Kemiallisesti terpeenit kuuluvat hiilivetyihin. Terpeenit ovat rasvaliukoisia isopreenin polymeerisoitumistuotteita. Ne muodostuvat viiden toisiinsa liittyneen hiiliatomin muodostamasta isopreeniyksiköstä. (Hyvärinen 2001, 74.)



Kuvio 13: isopreeniyksikön kemiallinen rakenne

Terpeenit luokitellaan niiden sisältämien isopreeniyksiköiden määrän mukaan. Monoterpeeneillä on perusrungossaan yksi isopreeniyksikkö, eli se sisältää 10 hiiliatomia. Diterpeenien rungossa on kaksi isopreeniysikköä, eli 20 hiiliatomia. Seskviterpeenien rungossa on 15 hiiliatomia. (Hyvärinen 2001, 74.) karyofylleeni ja karyofylleenioksidi luokitellaan kemialliselta

rakenteeltaan bisyklisiksi seskviterpeeniyhdisteiksi (Sufriadi, Meilina, Munawar, Muhammad & Idroes 2021, 2).



Kuvio 14: karyofylleenin ja karyofylleenioksidin kemiallinen rakenne

Karyofylleenimolekyyli on erittäin jännittynyt, mikä johtuu sen rengasrakenteesta ja molekyylien välisistä sidoskulmista. Tämän takia se on melko epästabiili, ja esimerkiksi hapettuu helposti. (Wiley 2012, 322.)

4.2.1 Karyofylleenin esiintyminen luonnossa

Terpeenejä esiintyy tyypillisesti yrtti- ja maustekasvien eteerisissä öljyissä. Yksi kasvi voi sisältää kymmeniä erilaisia terpeenejä, ja niiden yhteispitoisuus on yleensä vain noin yhden prosentin luokkaa kasvin kuiva-ainepainosta. Terpeenien pitoisuuteen vaikuttaa kasvin kasvuolosuhteet. Valon suuri määrä kasvukaudella Suomessa kesäaikaan lisää todennäköisesti terpeenien pitoisuutta. (Hyvärinen 2001, 79.)

Kasvien sisältämät haihtuvat- eli eteeriset- eli aromaattiset öljyt koostuvat mono- ja seskviterpeeneistä. Terpeenien lisäksi öljyissä voi olla pieniä määriä flavonoideja. (Hyvärinen, 2001, 74.) Kasvien eteeriset öljyt sisältävät kemikaaleja, jotka suojaavat kasveja erilaisilta taudinaiheuttajilta ja tuhohyönteisiltä ja toisaalta houkuttelevat myös pölyttäjiä. Kemialliselta koostumukseltaan ne ovat pääasiassa terpenoideja. Luonnolliset tuoksut koostuvat erilaisten terpeenien ja terpenoidien seoksesta, yleensä noin 10-15 erilaisesta yhdisteestä. Kasveissa tavattuja terpenoideja tunnetaan yli 22 000 erilaista yhdistettä. (Rähse 2020, 322-323. Hyvärinen 2001, 74.) Terpeenejä esiintyy kaikissa elävissä organismeissa. Terpeenit toimivat usein tuoksujen ja makujen muodostajina, pigmentteinä ja hormoneina. Näiden ominaisuuksien takia ne ovat kiinnostavia tutkimuskohteita monella teollisuuden alalla, erityisesti elintarvike- ja kosmetiikkateollisuudessa, sekä kemian-, lääke- ja kumiteollisuudessa. (Berthelot, Estevez, Deffieux & Peruch 2012.)

Karyofylleeni on laajasti luonnossa esiintyvä yhdiste. Sitä esiintyy erilaisissa kasveissa, erityisesti niiden eteerisissä öljyissä kuten terpeenejä yleensäkin. Esimerkiksi pippuri, sitruunamelissa, ylang-ylang, kehäkukka, laventeli, oregano, salvia, basilika ja kannabis sativa sisältävät

sitä. Neilikkaöljy (*eugenia caryophyllata*) on karyofylleenin rikkain lähde, josta sitä uutetaan kaupallisesti, joskin eugenolin tuotannon sivutuotteena. (Wiley 2012, 322; Fidy, Fiedorowicz, Strzadala & Szumny 2016.)

4.2.2 Karyofylleenin biosynteesi

Sellin (2003, 7) mukaan myös jotkut eläimet ja mikro-organismit tuottavat karyofylleeniä aineenvaihduntatuotteenaan. Kaikkien metaboliittien tuottaminen, myös karyofylleenin synteesi, asettaa kuormituksen sitä tuottavan eliön aineenvaihdunnalle. Tämän takia karyofylleenin tuottamisella on aina jokin syy, esimerkiksi puolustukseen tai viestintään liittyvä.

Prosessia, joissa eliöt tuottavat tarvitsemiaan kemikaaleja, kutsutaan biosynteesiksi. Biosynteesissä reaktiot ovat samoja kuin synteettisessä orgaanisessa kemiassa, mutta erona ovat luonnossa esiintyvät katalyytit. Katalyytit, jotka ohjaavat biokemiallisia reaktioita ovat entsyymejä. Entsyymien tehtävä on tehdä reaktioista selektiivisempiä ja nopeampia (Sell 2003, 9, 20.) Koska eri organismit sisältävät erilaisia entsyymejä, niiden samasta esiasteesta tuottamat terpeenit voivat olla erilaisia (Sell 2003, 30.) Kasvit tuottavat terpeenien eli isoprenoidien lähtöainetta isopentenyylidifosfaattia (IPP) prosessissa, jonka mahdollistaa asetyylikoentsyymi A (CoA), jota tuotetaan palorypälehaposta. CoA muodostaa mevalonihappoa, joka menettää yhden hiiliatomin dekarboksylaatioissa, jolloin saadaan tulokseksi isopentenyylidifosfaattia. (Wiley, 2012, 221.) Kaikki terpenoidit syntetisoidaan IPP:sta ja dimetyyliallyyldifosfaatista (DMAPP), jotka yhdistyvät muodostaen geranyyldifosfaattia (GPP). Terpeenisyntaasit voivat muuttaa GPP:n monoterpeeneiksi tai siihen voidaan yhdistää seuraava IPP, jolloin muodostuu farnesylylpyrofosfaatti (FPP). FPP voidaan käyttää esimerkiksi seskviterpeenien, kuten beetakaryofylleenin, muodostamiseen. (Reddy ym. 2020; Berthelot, Estevez, Defieux & Peruch 2012, 1-2; Hyvärinen 2001, 80-81.)

4.2.3 Karyofylleenin biosynteesi bakteerien avulla

Suurin osa terpeeneistä on peräisin kasveista ja sienistä. Kuitenkin on tiedossa, että bakteerit tuottavat myös aromaattisia haihtuvia yhdisteitä metaboliassaan. (Reddy ym. 2020.)

Karyofylleenin tuottamisesta biosynteettisesti *Escherichia coli* -bakteerikannan avulla on tehty viime vuosina runsaasti tutkimuksia, joista on saatu lupaavia tuloksia. Yang, Li, Guo, Du & Bae (2016, 1) tutkivat karyofylleeniä potentiaalisena esiasteena korkeatiheyksisten polttoaineiden valmistuksessa. He tuottivat karyofylleeniä pulloviljemässä *e.coli*-kannassa. Tulokseksi oli ensimmäinen onnistunut yritys tuottaa karyofylleeniä käyttämällä *e.coli* -bakteeria.

On todettu, että bakteereissa on myös monia oletettuja terpeenisyntaasigeenejä. Reddy ym. (2020, 2.) valitsivat tutkimukseensa 22 potentiaalista terpeenisyntaasigeeniä ekspressoitavaksi *e.coli* bakteerissa. Geenin ekspressoituminen tarkoittaa sen sisältämän tiedon

käyttämistä tietyn proteiinin valmistuksessa. Tuloksena havaittiin terpeenisynteesiaktiivisuus näistä 15:lle terpeenisyntaasigeenille. Tulos mahdollistaa terpeenien potentiaalisen biosynteesin tuottamisen bakteerien avulla.

Esimerkiksi Reddy ym. (2020.) toteavat tutkimuksessaan, että terpeenien hyödyntämistä niiden luonnollisista lähteistä vaikeuttaa niiden vähäinen määrä, ja toisaalta riippuvuus viljelykasvien sadoista. Kemiallista synteesiä vaikeuttaa terpeenien rakenteellinen monimutkaisuus, mikä tekee synteettisestä kemiasta kustannuksiltaan kallista. Synteettinen biologia mahdollistaa uusia reittejä isoprenioidien tuotantoon terpeenisyntaaseja hyödyntämällä. Terpenoidien in vivo -tuotanto *e. coli* bakteerikannassa mahdollistaa paremman ja kustannustehokkaamman lopputuloksen.

Karyofylleenin tuottaminen kolibakteerin avulla tuo väistämättä esiin ajatuksen, että hevosen suolistossa elävillä bakteereilla on todennäköisesti merkitys siinä, että lannassa esiintyy karyofylleeniä.

4.3 Tutkimuskysymys 2b: Mitä ominaisuuksia karyofylleenillä olisi kosmeettisen tuotteen raaka-aineena?

Euroopan Komissio ylläpitää CosIng-tietokantaa, johon on koottu tietoja kosmeettisissa tuotteissa käytettävistä raaka-aineista niiden INCI-nimillä. Tietokannassa on aina myös maininta, jos aineeseen kohdistuu lainsäädännöllisiä rajoituksia. Karyofylleenin funktio kosmetiikkatuotteessa on ihoa hoitava aine tai hajuste Sen käyttöön kosmeettisessa tuotteessa ei liity rajoituksia. (European Commission 2021a.) Näin ollen mitään estettä karyofylleenin käytölle kosmetiikkatuotteen raaka-aineena ei ole.

Karyofylleenin käyttö kosmetiikassa on kuitenkin tällä hetkellä ilmeisen harvinaista, päätellen siitä, että raaka-aineita ja niiden vaikutuksia käsittelevässä kirjallisuudessa ei tietoa karyofylleenistä ollut löydettävissä. Olin yllättynyt siitä, miten vähän tutkimusartikkeleissakin oli tietoa karyofylleenin käytöstä kosmetiikkatuotteen raaka-aineena. Vaikka karyofylleeniä on tutkittu paljon, ja se on nykyään etenkin lääketieteellisuuden ja polttoainetutkimuksen suosittu tutkimuskohde, vaikutuksista kosmeettisen tuotteen raaka-aineena on raportoitu vain vähän.

Keräämäni aineiston ja siitä tehdyn dokumenttianalyysin tuloksena karyofylleenillä on useita sellaisia vaikutuksia, jotka olisivat hyödyllisiä kosmeettisen tuotteen raaka-aineessa.

4.3.1 Tulehdusta estävä ja antimikrobinen vaikutus

Neljässä analyysin kohteena ollessa artikkelissa karyofylleenin todettiin olevan tulehdusta estävä, ja kahdessa mainittiin sen antimikrobisista vaikutuksista. Lisäksi yhdessä artikkelissa oli karyofylleenin vaikutusta kuvattu antiseptiseksi.

Tulehdusta estävät ja antimikrobiset vaikutukset ovat kosmeettisessa valmisteessa hyödyllisiä, erityisesti tietysti silloin, kun iholla on joku tulehduksesta johtuva ongelma. Kosmetiikka-tuotteet eivät ole lääkkeitä, eikä niillä ole tarkoitus hoitaa sairauksia, mutta esimerkiksi akneihon hoitoon on olemassa runsaasti erilaisia kosmeettisia valmisteita, joilla on saavutettu hyviä hoitotuloksia. Antiseptiset ja antimikrobiset ominaisuudet voivat kosmeettisessa tuotteessa parantaa osaltaan myös tuotteen säilyvyyttä.

4.3.2 Antioksidanttivaikutus

Kahdessa artikkelissa kuvailtiin karyofylleenin antioksidanttivaikutuksia. Antioksidanteilla voidaan torjua tai hidastaa vapaiden radikaalien aiheuttamia ihomuutoksia. Antioksidanttiset vaikutukset ovat ihonhoidon kannalta hyödyllisiä, erityisesti kun on kysymys ikääntyneestä ihosta tai valovanhenemisen aiheuttamista muutoksista.

Antioksidantit auttavat suojaamaan ihoa oksidatiivista stressiä vastaan. Iho voi altistua vapaille radikaaleille esimerkiksi ilmansaasteista, tupakansavusta tai ruokavaliosta johtuen. UV-säteily on tavallinen vapaille radikaaleille ihoa altistava tekijä. Vapaat radikaalit vahingoittavat ihoa monella tavalla. Vauriot voivat pahimmillaan johtaa ihon kasvaimiin. Tavallisia UV-säteilyn aiheuttamia muutoksia, joita voidaan ainakin osittain hidastaa antioksidanttien avulla ovat kollageenin määrän vähenemisestä aiheutuva ihon veltostuminen ja rypistyminen, pigmenttimuutokset sekä muutokset ihon paksuudessa ja joustavuudessa.

4.3.3 Vaikutus ihoon ihon endokannabinoidijärjestelmän kautta

Yhdessä analyysin kohteena olleista artikkeleista käsiteltiin karyofylleenin vaikutuksia ihon endokannabinoidijärjestelmään.

Endokannabinoidit ovat kannabinoidiyhdisteitä, joita biosyntetisoituu ihmiskehossa. Fytokannabinoidit ovat kasveista saatavia kannabinoideja. Synteettiset kannabinoidit tuotetaan synteettisesti käyttämällä erilaisia kemiallisia prosesseja. Karyofylleeni ja karyofylleenioksidi ovat luonnossa kasveissa esiintyviä kannabinoideja, eli ne ovat fytokannabinoidieja. (Baswan ym. 2020, 928.)

Karyofylleeni vaikuttaa kannabinoidireseptorien kautta useisiin ihon toimintoihin. Koska karyofylleeni vaikuttaa jo ihon pintakerroksen, eli epidermisen keratinosyyttisoluihin olevien kannabinoidireseptorien kautta, ihoon imeytymisen haasteetkaan eivät ole ylivoimaiset raaka-aineen vaikutusten aikaansaamiseksi. (Baswan ym. 2020, 927-928.)

Ihon endokannabinoidijärjestelmä on tärkeässä roolissa ihon homeostaasin ja läpäisyestetoiminnan ylläpitäjänä. Jos nämä toiminnot eivät ole tasapainossa, seurauksena voi olla erilaisia iho-oireita, kuten kutinaa, ihottumaa, aknea ja pigmenttimuutoksia. Ihon endokannabinoidijärjestelmä vaikuttaa myös hiusten kasvuun. (Baswan ym. 2020, 927-928.)

Endokannabinoidireseptoreja on myös ihon hermosäikeissä, melanosyyttisoluissa, hikirauhasissa ja karvatupissa. Jos karyofylleenin imeytyy niihin saakka, vaikutusmahdollisuudet ihonhoidossa kasvavat. Paitsi kannabinoidireseptoreihin, karyofylleeni sitoutuu myös TRP-resettoreihin. Niitä on soluissa, jotka osallistuvat ihon läpäisyesteen ylläpitoon, solujen erilaistumiseen, tulehdusprosesseihin sekä immunologisiin toimintoihin. (Baswan ym. 2020, 927-928.)

4.3.4 Tyrosinaasientsyymin inhibiittori

Yhdessä artikkelissa oli tutkittu karyofylleenin vaikutusta tyrosinaasientsyymin inhibiittorina. Tyrosinaasientsyymin aktivoi ihossa melaniinisynteesiä, jonka seurauksena iholle ilmaantuu ei-toivottuja pigmenttimuutoksia. Karyofylleeni toimii siis ennaltaehkäisevästi näitä pigmenttimuutoksia vastaan.

4.3.5 Mahdollinen herkkyysreaktioiden aiheuttaja

Yksi tutkimusartikkeleista käsitteli karyofylleeniä mahdollisena allergian aiheuttajana. Eräs karyofylleenin funktio kosmeettisessa tuotteessa CosIngin mukaan on hajuste. Yksi tavallisimmista allergisen kosketushottuman aiheuttajista kosmetiikkatuotteissa ovat hajusteina käytettävät aineet. Karyofylleeni on tavallinen ainesosa eteerisissä öljyissä. Useat eteerisissä öljyissä esiintyvät terpeenit, kuten linalooli ja limoneeni, ovat tavallisia ihon herkkyysreaktioiden aiheuttajia. Karyofylleenin odotettiin olevan melko harvinainen herkistäjä, ja niin se tutkimuksen perusteella olikin.

4.3.6 Haavojen paranemisen tehostaja

Kahdessa tutkimusartikkelissa käsiteltiin karyofylleenin vaikutusta haavojen paranemisessa. Haavojen paranemisella ei suoraan ole tekemistä kosmetiikkatuotteiden vaikutusten kanssa. Mutta haavojen paranemista edistävät tekijät ovat samalla myös ihon uusiutumista parantavia tekijöitä, ja siten tämä vaikutus voi olla hyödyllinen kosmetiikkatuotteessa. Tutkimuksissa todettiin karyofylleenin haavojen paranemista nopeuttavan vaikutuksen johtuvan lisääntyneestä solujen proliferaatiosta ja ihon epitelisaatiosta. Tämä voisi olla hyödyllinen vaikutus myös kosmeettisessa valmisteessa, erityisesti ikääntyvän ihon hoidossa.

4.3.7 Imeytyminen ihoon

Kaksi artikkelia käsitteli karyofylleenin ominaisuuksia ihoon imeytymiseen liittyen. Karyofylleeni on helposti hapettuva ja lipofiilinen aine. Nämä ominaisuudet tuovat omat haasteensa sen käyttämiselle kosmetiikkatuotteen raaka-aineena siten, että karyofylleeni saadaan imeytymään ihoon.

Jotta kosmetiikkatuotteen aktiiviaineella voi olla ihossa toivottuja vaikutuksia, sen on imeytyttävä ihossa tarpeeksi syvälle. Imeytymiselle on kolme vaihtoehtoista reittiä. Ensimmäinen

on aineiden imeytyminen ihon apuelinten kautta, eli hikirauhasten, karvatuppien ja niiden yhteydessä olevien talirauhasten kautta. Toinen mahdollinen tapa on imeytyä tai sarveissolukeroksen läpi solujen väleistä soluväliaineen kautta. Kolmas mahdollisuus on imeytyä suoraan solujen läpi. Ihoon imeytymistä voidaan tehostaa erilaisilla keinoilla, joista imeytettävän tuotteen rakenne on yksi tärkeimmistä.

Tutkimuksissa havaittiin, että karyofylleenin imeytyvyys ihoon parani huomattavasti monikeroksisten vesikkeleiden avulla. Hydrofiilisen nanoemulsiorakenteen avulla karyofylleenin imeytyvyys parani myös.

Nämä tulokset eivät ole yllättäviä, samoja menetelmiä käytetään yleisesti kosmetiikan valmistuksessa tehostamaan vaikuttavien aineiden imeytymistä.

Dokumenttianalyysin yhteenvedona voisi sanoa, että karyofylleenillä vaikuttaa olevan useita ominaisuuksia, jotka ovat hyödyllisiä erityisesti akneihon ja ihon ikääntymismuutosten hoidossa. Vaikka se on vähän käytetty raaka-aine, sen vaikutuksia kosmetiikkatuotteiden näkökulmasta olisi syytä tutkia enemmän.

4.4 Tutkimuskysymys 2c: Mitä ominaisuuksia karyofylleenillä olisi lämpövoiteen raaka-aineena (CE-merkitty lääkinnällinen laite tai lääke)

CE-merkityt lääkinnälliset laitteet ovat määritelmältään laaja ryhmä tuotteita, joita käytetään joko yksinään tai yhdistelminä. Ne on tarkoitettu sairauden diagnosointiin, -ehkäisyyn, -tarkkailuun, -hoitoon tai lievitykseen. Käyttötarkoitus voi olla myös vamman tai vajavuuden diagnosointi, -tarkkailu, -hoito, -lievitys tai -kompensointi. Lääkinnällistä laitetta voidaan käyttää myös anatomian tai fysiologisen toiminnon tutkimiseen, korvaamiseen tai muunteluun tai hedelmöitymisen säätelyyn. Niiden pääasiallista aiottua vaikutusta ihmiskehossa ei saavuteta farmakologisin, immunologisin tai metabolisin keinoin. (Apteekkariliitto 2017, 6.)

Lääkinnälliset laitteet ovat terveydenhuollossa ihmisten hoitamiseen ja sairauksien diagnosointiin käytettäviä laitteita ja tarvikkeita. Osa näistä laitteista ja tarvikkeista on sellaisia, joita monet käyttävät myös kotona. Lääkinnällisiä laitteita voivat olla esimerkiksi laastari, hoitotuoli, sairaalasänky, silmätippa, pihkavoide, kondomi, desinfektioaine, lonkkaproteesi, nivelinjektioneste, piilolinssit, kuparikierukka, kuulokoje, lämpö- ja kylmägeeli, nenäsuihke, laksatiivi, kuntoutuslaite, glukosisensori, pyörätuoli, tasapainolauta, haavanpuhdistusliuos, verenpainemittari, kuvantamislaitteet laboratoriotestit ja erilaiset kotitestit. (Fimea 2021b.)

Euroopassa markkinoilla olevissa tuotteissa oleva CE-merkintä on valmistajan vakuutus siitä, että tuote on lainsäädännön vaatimusten mukainen. Lääkinnällisiä laitteita koskevat vaatimukset liittyvät turvalliseen käyttöön, riskien minimointiin ja ominaisuuksien säilymiseen koko elinkaaren ajan. (Fimea 2021b.)

Lääkinnällisiä laitteita säätelee laki eräistä EU-direktiiveissä säädetyistä lääkitäisistä laitteista (629/2010). Fimean tehtävänä on valvoa Suomessa, että lääkitäiset laitteet ovat vaatimusten mukaisia. Markkinoille saattaminen ei edellytä myyntilupaa, vaan valmistaja vastaa tuotteen vaatimustenmukaisuudesta. Laitteiden vaatimustenmukaisuuden valvonta koskee markkinoille saatettuja lääkitäisistä laitteita. Valvonta koskee myös niiden ammatista käyttöä ja ylläpitoa. Valvonta tapahtuu yhteistyössä muiden EU:n viranomaisten kanssa. Lisäksi Fimean tehtävänä on valvoa lääkitäisisten laitteiden markkinointia ja käsitellä vaaratilanneilmoituksia. (Fimea 2021a.)

Lääkitäisistä laitteita koskeva säätely on muuttunut direktiivipohjaisesta asetuksiin perustavaksi säätelyksi. Lääkitäisistä laitteita koskevat uudet asetukset ovat (EU) 2017/745 (MDR) ja in vitro -diagnostiikkaan tarkoitettuja lääkitäisistä laitteita koskeva asetus (EU) 2017/745 (IVDR). (Fimea 2021c.)

Lämpövoiteet luokitellaan joko CE-merkityksi lääkitäiselliseksi laitteeksi tai lääkkeeksi. Ratkaisevaa on tuotteen vaikutustapa. Lääkkeellä tarkoitetaan lääkelain mukaista valmistetta, jonka tarkoitus on parantaa, lievittää tai ehkäistä sairautta. Lääkkeen tunnusmerkkinä pidetään farmakologista, immunologista tai metabolista vaikutusta. Lääkevalvonnassa keskeisenä työkaluna on myyntilupamenettely, jossa valvontaviranomainen päättää myyntiluvan myöntämisestä. (Palva & Linnavuori 2012.) Lämpövoide voi olla myös kasvirohdosvalmiste tai perinteinen kasvirohdosvalmiste. Kasvirohdosvalmisteen vaikuttavat aineet ovat kasviperäisiä aineita tai kasvirohdostuotteita. Perinteisissä kasvirohdosvalmisteissa lisävaatimuksena on käyttö vähintään 30 vuoden ajan, joista vähintään 15 vuotta EU:n alueella. Rohdosvalmisteita koskee lääkelainsäädäntö. (Fimea 2021d.)

Lääkitäisisen laitteen pääasiallinen vaikutusmekanismi on muu kuin farmakologinen, metabolinen tai immunologinen. Jos tilanne on epäselvä ja tuote voi ominaisuuksiltaan olla molempien määritelmien mukainen, sovelletaan tuotteeseen ensisijaisesti lääkelakia. Mikäli lämpövoide luokitellaan lääkitäiselliseksi laitteeksi, kuuluu se lääkitäisisten laitteiden luokituksessa ryhmään yksi. (Palva & Linnavuori 2012.)

Yhtenä sääntönä lääkkeen ja lääkitäisisen laitteen erottamiseksi on, että laitteen vaikutus elimistöön tai kohdesoluun ei välity reseptorimolekyylin kanssa tapahtuvan reaktion kautta. Osalla valmisteista vaikutusmekanismi on sekä lääkkeellinen että laitteellinen. Näissä tilanteissa pitää pohtia kumpi vaikutuksista on tuotteen kokonaisvaikutukselle tärkeämpi, se ratkaisee luokituksen. (Palva & Linnavuori 2012.)

Lääkkeitä voidaan myydä vain apteekissa. Poikkeuksena ovat ainoastaan nikotiinivalmisteet ja perinteiset rohdosvalmisteet. Sen takia uuden lääkkeeksi luokiteltavan tuotteen markkinoille tuomisen kynnys on korkea. Kustannukset ovat korkeat ja myyntipaikat rajoitetut. (Palva & Linnavuori 2012.)

Läkelain (395/87) määritelmän mukaan lääkkeellä tarkoitetaan valmistetta tai ainetta, jonka tarkoituksena on sisäisesti tai ulkoisesti käytettynä parantaa, lievittää tai ehkäistä sairautta tai sen oireita ihmisessä tai eläimessä. Lääkkeeksi lain mukaan katsotaan myös sisäisesti tai ulkoisesti käytettävä aine tai aineiden yhdistelmä, jota voidaan käyttää ihmisen tai eläimen elintoimintojen palauttamiseksi, korjaamiseksi tai muuttamiseksi farmakologisen, immunologisen tai metabolisen vaikutuksen avulla tai terveydentilan tai sairauden syyn selvittämiseksi.

Läkelain (395/87) mukaan Fimean tehtävänä on tarvittaessa päättää, luokitellaanko aine tai valmiste lääkkeeksi. Luokituksen määrää koostumus ja käyttötarkoitus ja se tehdään aina valmistekohtaisesti. Perusteena käytetään sekä hakijan antamien tietoja että valmisteen markkinoinnissa esitettyjä ominaisuuksia. Lisäksi hyödynnetään tieteelliseen kirjallisuuteen perustuvaa tietoa valmisteen aineosien vaikutuksista. Arvioinnissa huomioidaan myös farmakologiset ominaisuudet, levityksen laajuus, kuluttajien tieto tuotteesta sekä käytöstä mahdollisesti seuraavat vaarat. Valmiste luokitellaan joko lääkkeeksi tai ei lääkkeeksi. (Fimea 2020.)

On tärkeää selvittää valmisteen luokitus, koska lääkkeitä ja CE-merkittyjä lääkinnällisiä laitteita koskee eri lainsäädäntö. Lainsäädäntö määrittelee esimerkiksi valmisteen maahantuontiin, myyntiin, markkinointiin ja sallittuihin jakelukanaviin liittyviä asioita. (Fimea 2020.)

Elinkeinonharjoittajan tulee etukäteen varmistua tuotteen luokasta, jotta hän voi menetellä oikean lainsäädännön vaatimusten mukaisesti valmistukseen, maahantuontiin ja myyntiin liittyvissä asioissa. Jos on epävarmaa, onko valmiste lääke vai CE-merkitty lääkinnällinen laite, valmistelle pitää hakea luokittelua Fimealta. Luokitteluprosessi on kestoaltaan yleensä enintään puoli vuotta ja päätös on maksullinen. (Fimea 2020.)

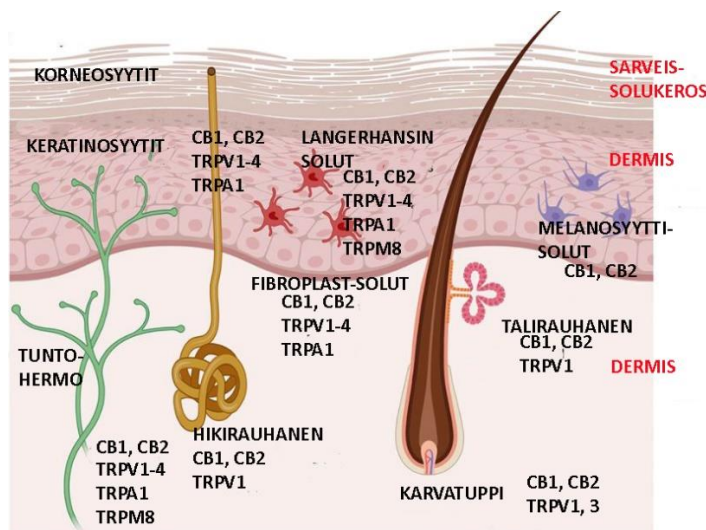
Karyofylleeniä sisältävä lämpövoide voisi määritelmän mukaan olla sekä lääke, että lääkinnällinen laite. Lääkkeeksi sen voisi määritellä vaikutusmekanisminsa puolesta, vaikutus elimistöön tai kohdesoluun välittyy reseptorimolekyylin kanssa tapahtuvan reaktion kautta. Tätä vaikutusta selvitän seuraavassa kappaleessa. Toisaalta monen perinteisen lämpövoiteen raaka-aineen, esimerkiksi kamferin, vaikutusmekanismi tapahtuu myös reseptorimolekyylin kautta tapahtuvan reaktion kautta, ja silti useat sitä sisältävät tuotteet on luokiteltu lääkinnällisiksi laitteiksi.

4.4.1 Karyofylleenin vaikutusmekanismi TRPM8-reseptorien toimintaan

Helsingin Sanomien artikkelissa, joka käsitteli pandakarhujen kieriskelyä hevosenlannassa, kerrottiin kieriskelyn syyksi käytökselle lannassa olevan karyofylleenin salpaavaa vaikutusta pandojen ihossa olevaan kylmäreseptoriin.

Alkuperäisessä tutkimusartikkelissa tutkijat kertoivat, että luonnonvaraisten nisäkkäiden houkutus ulosteisiin on erittäin harvinaista. He esittelivät artikkelissa luonnonvaraisten jättiläispandojen hevosenlannassa kieriskelyn (HMR = horse manure rolling) käyttäytymistä. Pandat eivät tyytyneet vain nuuskimaan ja pyörähtämään tuoreessa hevosenlannassa, vaan ne myös hieroivat aktiivisesti ulostetta koko kehoonsa. HMR-tapausten esiintymistiheys korreloi voimakkaasti alle 15 °C:n lämpötilan kanssa. Tuoreessa hevosenlannassa olevan karyofylleenin ja karyofylleenioksidin havaittiin ohjaavan HMR-käyttäytymistä. Karyofylleenin vaikutuksia tutkittiin hiirillä ja sen havaittiin heikentävän hiirten kylmäherkkyyttä kohdentamalla inhiboivaa reseptoripotentiaalia TRPM8:n, joka on kylmässä aktivoituva ionikanava. Siksi karyofylleeniiä tai karyofylleenioksidia sisältävä hevosenlanta todennäköisesti antaa luonnonvaraisille jättiläispandoille paremman kylmänsietokyvyn, kun ympäristön lämpötila on matala (Zhou ym. 2020.)

TRP-ionikanavareseptorien (transient receptor potential) tehtävänä on toimia elimistön sensoreina happamuuden, lämmön, kuuman ja kylmän aistimisessa. TRP-kanavia voidaan tutkimusten mukaan aktivoida myös erilaisilla fytokeemikaaleilla, joilla on spesifisiä reseptoreita, ja joiden aktivoituminen johtaa tietynlaisiin fysiologisiin vaikutuksiin. TRP-kanavat on ryhmitelty kuuteen alaryhmään aminohapposekvenssihomologiansa perusteella. Yksi näistä ryhmistä on TRP Melastatin (TRPM) -reseptorit. TRPM-reseptoreiden ryhmässä on kahdeksan reseptoria. (Premkumar 2014, 1117.) TRPM8-reseptorit, eli kylmäreseptorit, kuuluvat tähän TRPM-reseptorien ryhmään. TRPM8-reseptoreja esiintyy useissa eri elimissä, esimerkiksi sydän- ja verenkiertoelimistössä, keuhkoissa ja virtsarakossa. Iholla niitä on aistinhermosoluissa. (Iftinca & Altier 2020.)



Kuvio 15: TRPM8-reseptorit ja endokannabinoidireseptorit (CB1 ja CB2) osana ihon rakennetta. Mukaillen Iftincan & Altierien (2020) alkuperäistä kuvaa.

Kun kudoksen lämpötila laskee, kylmäreseptorit stimuloituvat ja tieto kylmästä siirtyy afferentteja hermoratoja pitkin keskushermostoon. Hypotalamus ohjaa autonomisen hermoston vasteet, eli kudoksen lämpötilan noston kehon lisääntyneellä lämmöntuotolla ja ääreisverenkierron supistumisella. Iholla sijaitsevien perifeeristen kylmäreseptorien aktivoituminen yksinään riittää näiden vasteiden käynnistymiseen, tosin ne käynnistyvät helpommin silloin kun myös kehon sisäosissa sijaitsevat kylmäreseptorit aktivoituvat. (Rintamäki, Palinkas & Leppäluoto 2005.)

Reseptorien tehtävänä ihmisen somatosensorisessa järjestelmässä on havaita viileää ja kylmää lämpötilaa. Vähentynyt kylmäreseptorien toiminta johtaa heikentyneeseen kylmän- ja kivuntuntemukseen. Jos kylmäreseptorit toimivat hyperaktiivisesti, ne aiheuttavat kiputunteja kylmälle altistuessa esimerkiksi tulehduksen tai hermovaurion jälkeen. Iholla viilentävänä aistittavan mentolin aistiminen kylmänä perustuu myös ihon kylmäreseptorien toiminnan stimuloitumiseen. (Iftinca & Altier 2020.) TRPM8:n aktivointi siis lisää viileää tunnetta, joka voi myös rauhoittaa ja lievittää kipua. (Premkumar 2014, 1122.)

Tutkin tässä kehittämistyössäni siis kylmäreseptorien salpaamisen vaikutuksia aineistoksi keräämien tutkimusartikkelien grounded theory sisällönanalyysin avulla. Havaintona oli, että todennäköisimmin kylmäreseptorien salpaaminen vähentää kylmäallodyniaa, eli sellaista kylmän aiheuttamaa kipua, joka johtuu tuntohermojen ylireagoinnista kylmän aistimiseen. Tästä oli viitteitä 10/15 tutkimusartikkelissa. Toinen mahdollinen vaikutus on 4/10 artikkelissa esiin tullut tulehdus- ja hermovauriokivun lievittyminen. Joka tapauksessa kylmäreseptorin toiminnan salpaaminen vähentää kylmän aistimista, mutta tämä ei tarkoita sitä, että se välttämättä aiheuttaisi aistittavaa lämmön tunnetta.

Karyofylleeni on yksi TRPM8-reseptorin antagonisti muiden joukossa. Reseptorin toiminnan salpaamisella on tutkimusten mukaan paljon merkittäviä fysiologisia vaikutuksia, joita tutkitaan erityisesti uusien lääkeaineiden kehittämiseksi tällä hetkellä paljon, toisaalta myöskin reseptorin agonistien vaikutukset voivat olla avuksi useiden sairauksien hoidossa. TRPM8-reseptoreiden toiminnalla on useiden tutkimusten mukaan yhteys monien kasvainten syntyyn, esimerkiksi eturauhasen, rintojen, paksusuolen, keuhkojen ja ihon kasvaimiin. Lisäksi reseptorin toiminta on yhteydessä moniin sairauksiin, esimerkiksi migreeniin, ärtyvän suolen oireyhtymään ja verenpainetautiin. Näistä syistä lääkeyhtiöt ja tutkijat ovat viime aikoina olleet kiinnostuneita TRPM8-reseptorin aktiivisuuden modulaatiosta. Reseptorin toimintaa säätelevät aineet voisivat toimia lääkkeinä useisiin sairauksiin. (Iftinca & Altier 2020.) Tänä vuonna lääketieteen Nobel-palkinto myönnettiin tutkijoille David Julius ja Ardem Patapoutian, joiden tutkimukset ja löydökset koskevat sitä, miten hermoston reseptorit havaitsevat lämpöä, kylmää ja mekaanisia ärsykeitä.

Weyer & Lehto (2017) toteavat artikkelissaan, että on mielenkiintoista, että TRPM8-reseptorien aktivointi ja salpaaminen voivat molemmat saada aikaan kivun lievittymistä. Tutkimuksessa havaittiin, että kylmäreseptorin toimintaa aktivoiva mentoli pieninä pitoisuuksina lievittää kipua, mutta suurina, yli 30 prosentin pitoisuuksina se sitä vastoin lisää kivun tuntemusta.

Lämpövoiteen raaka-aineena karyofylleenin toiminta perustuisi siis kylmäreseptoreiden toiminnan salpaamiseen. Kylmästä aktivoituvat reseptorit vaikuttavat lämmönsäätelyyn siten, että pintaverisuonet supistuvat. Weyer ja Lehto (2017) toteavat tutkimusartikkelissaan, että kliinisissä kokeissa on havaittu kylmäreseptorin salpaamisen estävän onnistuneesti kivun tunnetta, mutta aiheuttavan kuumen tuntemuksia, jotka olivat sekä odottamattomia että haitallisia.

ilman lisätutkimuksia on haasteellista sanoa kuinka hyvin karyofylleeni sopisi ominaisuuksiltaan lämpövoiteen raaka-aineeksi. Perinteisten lämpövoiteiden vaikuttavien aineiden teho perustuu kuitenkin yleensä myös ihon reseptorien toimintaan. Esimerkiksi kapsaisiini ja kamferi ovat TRPV1-reseptorin agonisteja. Reseptorin aktivoituminen lämmittää tai voi jopa saada aikaan polttavan tunteen iholle. (Neelands, Jarvis, Faltynek & Surowy, 2008.) TRPV1-reseptorin aktivaatio kuitenkin suoraan lämmittää ihoa, aivan samalla tavalla kuin esimerkiksi lämmin vesi. Eli verisuonet laajenevat ja iho ja ihon alla olevat kudokset lämpenevät. Ei voi suoraan vetää johtopäätöstä, että kylmän tunteen poistuminen TRPM8-reseptorin antagonistin vaikutuksesta lämmittäisi ihoa, jos ympäristön lämpötila ei ole kylmä. Toisaalta Weyerin ja Lehdon tutkimuksessa karyofylleeni aiheutti jopa haitallisia kuumen tuntemuksia, joten ehkä oikealla annoksella teho olisi lämmittävä. Tutkimusartikkelien analyysin tuloksena oli kuitenkin viitteitä, että kylmäallodynian, hermovaurio- ja tulehduskivun lievittäjänä karyofylleeni voisi toimia. Eli mahdollisesti se voisi olla jonkinlaisen kipuvoiteen raaka-aine. Aihetta pitäisi ehdottomasti tutkia lisää, jotta asiasta voisi varmistua.

4.5 Tutkimuskysymys 2d: Mitä säädöksiä liittyy lannasta eristettävän karyofylleenin käyttöön kosmeettisen tuotteen tai lämpövoiteen raaka-aineena?

Kosmeettisia tuotteita säätelee oma lainsäädäntönsä. Lämpövoide voidaan määritellä kuuluvaksi CE-merkittyjen lääkinnällisten laitteiden ryhmään, tai lääkkeeksi. Molempia näitä tuoteryhmiä koskee myös oma lainsäädäntönsä.

4.5.1 Lannasta saatava karyofylleeni kosmeettisen valmisteen raaka-aineena

EY:n kosmetiikka-asetuksen (1223/2009) mukaan kosmeettinen tuote määritellään näin: ”Kosmeettisella tuotteella tarkoitetaan ainetta tai seosta, joka on tarkoitettu olemaan kosketuksessa ihmiskehon ulkoisten osien tai hampaiden ja suuontelon limakalvojen kanssa. Kosmetiikkatuotteen tarkoituksena on yksinomaan tai pääasiassa näiden osien puhdistaminen, tuoksun muuttaminen, ulkonäön muuttaminen tai kunnossa pitäminen.”

Kosmeettisia valmisteita on markkinoilla lukematon määrä. Tukesin (2021) mukaan niitä ovat esimerkiksi erilaiset ihovoiteet, ihonpuhdistustuotteet, kasvonaamiot, saippuat, shampoot, hajuvedet, ihokarvojen poistovalmisteet, deodorantit, hiusvärit, hiusten kihartamiseen ja suoristamiseen tarkoitetut valmisteet, hiustenmuotoilutuotteet, hampaiden- ja suunhoitotuotteet, ulkoiseen intiimihygieniaan tarkoitetut valmisteet, aurinkosuojatuotteet ja itseruskettavat tuotteet.

Suomessa, kuten muuallakin Euroopassa, kosmeettisia valmisteita ja niiden markkinointia säädelään EU:n kosmetiikka-asetuksella (1223/2009/EY). Kosmetiikka-asetuksessa on määritelty rajoituksia kosmetiikan sisältämille aineille, asetuksessa on lueteltu kielletyt aineet ja rajoituksin sallitut aineet. Kosmetiikka-asetus myös säätelee kosmetiikan pakkausmerkintöjä ja määrittelee kosmeettisten valmisteiden sallittuja väittämiä. EU:n kosmetiikka-asetuksen lisäksi kosmeettisia valmisteita koskee muitakin säädöksiä. Kansallisella lailla kosmeettisista valmisteista (492/2013) säädetään kosmetiikan valvonnasta ja pakkausmerkintöjen ja Suomessa säilytettävien tuotetietojen kielivaatimuksista. Kosmetiikkaa koskee myös soveltuvin osin esimerkiksi aerosolilainsäädäntö. Kosmetiikan sisältämien ainesosien ympäristövaikutuksia säädelään EU:n kemikaaliasetuksella REACH:lla (1907/2006/EY). Kosmetiikkaan liittyvän lainsäädännön noudattamista valvoo Tukes.

Karyofylleeni ei ole kosmetiikka-asetuksessa kiellettyjen aineiden listalla. CosIngissa on määritelty sille funktio. Se on siis täysin mahdollinen raaka-aine sekä lainsäädännön, että vaikutuksiensa puolesta.

Karyofylleenia tuotetaan tällä hetkellä kasveista eristämällä, synteettisesti ja ainakin kokeellisesti bakteerien avulla. Kehittämishankkeeni keskeinen kysymys on, miten tilanne mahdollisesti muuttuu, jos karyofylleenin lähteenä on hevosenlanta.

Kosmetiikkalainsäädäntö ei kiellä eläinperäisiä raaka-aineita kosmeettisen tuotteen raaka-aineena. Kautta aikojen kosmetiikkatuotteiden valmistuksessa on käytetty esimerkiksi hunajaa ja mehiläisvahaa sekä lampaan villasta saatavaa lanoliinia. Ne ovat lainsäädännössä sallittuja aineita.

Sivutuotelaissa (517/2015) hevosenlanta luokitellaan eläimistä saatavaksi sivutuotteeksi. EU:n sivutuoteasetus (EY 1069/2009) säätelee eläimistä saatavia sivutuotteita, joita ei ole tarkoitettu syötäväksi, ja kaikkia näistä sivutuotteista johdettuja tuotteita. Asetuksen tavoitteena on suojata kansanterveyttä ja eläinten terveyttä. Asetusta tarvitaan, koska eläimistä saatavissa sivutuotteissa voi olla taudinaiheuttajia, jotka saattavat olla ihmisille tai eläimille vaarallisia. Asetuksessa säädetään kaikesta sivutuotteisiin liittyvästä toiminnasta, eli keräämisestä, kuljetuksesta, varastoinnista, esikäsittelystä, käsittelystä, käytöstä, hävittämisestä, markkinoille saattamisesta, tuonnista, viennistä ja kauttakuljetuksesta. Sivutuoteasetuksessa on ehtoja sivutuotteiden käytölle ja hävittämiselle niihin liittyvien riskien minimoimiseksi.

Oikein käsiteltynä sivutuotteet ovat turvallisia sekä ihmisille että eläimille. (Ruokavirasto. 2021a.)

Eläimistä peräisin olevat sivutuotteet jaotellaan kolmeen ryhmään niiden potentiaalisten riskien mukaan, Ryhmän kolme tuotteilla on matalin riskiluokitus, ja vastaavasti ryhmän yksi tuotteilla korkein. Hevosenlanta kuuluu riskiluokkaan kaksi. (Ruokavirasto. 2021a.)

Määritelmällisesti hevosenlannasta eristetty karyofylleeni olisi eläinperäisestä sivutuotteesta johdettu tuote. Tällä tarkoitetaan sellaisia tuotetta, joka on saatu eläimistä saatavista sivutuotteista ja sitä on käsitelty, muunneltu tai jalostettu. (Ruokavirasto. 2021a.)

Sivutuoteasetuksen (EY 1069/2009) mukaan yhteisön muussa lainsäädännössä säänneltyjä eläinperäisistä sivutuotteista johdettuja tuotteita ja niiden markkinoille saattamista koskee johdettujen tuotteiden oma lainsäädäntö. Tällaisia tuotteita ovat kosmeettiset valmisteet, lääkkeet, eläinlääkkeet ja lääkinnälliset laitteet.

EU:n kosmetiikka-asetuksen (1223/2009/EY) liitteeseen II on kirjattu kaikki kosmeettisen tuotteen valmistuksessa kielletyt raaka-aineet. Liitteen kiellettyjen aineiden listan kohdassa 419 todetaan: ”Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1774/2002(3) 4 artiklassa määritelty luokkaan 1 ja 5 artiklassa määritelty luokkaan 2 kuuluva aines sekä näistä saatavat ainesosat.”. Eli lannasta saatavan raaka-aineen käyttö kosmetiikan valmistamisessa on kiellettyä.

4.5.2 Lannasta saatava karyofylleeni lämpövoiteen raaka-aineena

Lainsäädäntö sallii lannasta peräisin olevan raaka-aineen käyttämisen sekä lääkkeen, että CE-merkityn lääkinnällisen laitteen raaka-aineena.

Sivutuoteasetuksen (EY 1069/2009) mukaan yhteisön muussa lainsäädännössä säänneltyjä eläinperäisistä sivutuotteista johdettuja tuotteita ja niiden markkinoille saattamista koskee johdettujen tuotteiden oma lainsäädäntö. Tällaisia tuotteita ovat kosmeettiset valmisteet, lääkkeet, eläinlääkkeet ja lääkinnälliset laitteet.

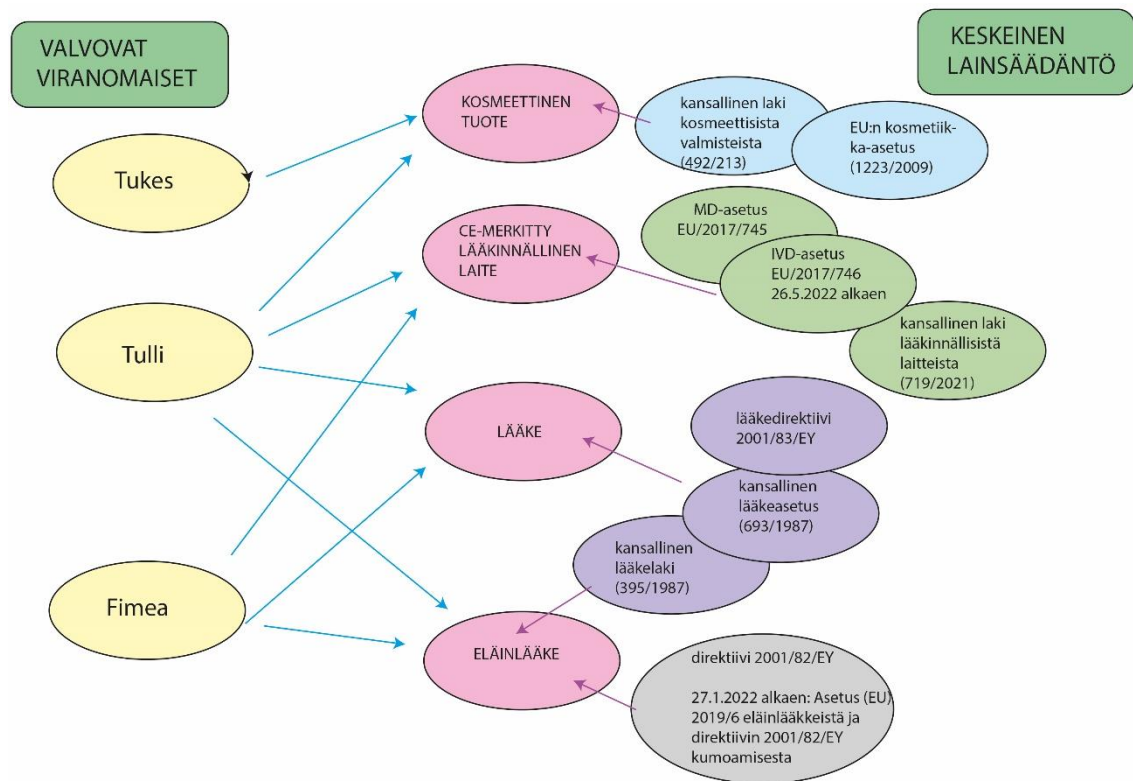
Lääkediirektiivissä (2001/83/EY) on määritelmä lääkeaineelle, lääkkeelle ja aineelle. Direktiivin mukaan lääkevalmisteella tarkoitetaan kaikkia valmiiksi valmistettuja lääkkeitä, jotka saatetaan markkinoille erityisellä nimellä erityispakkauksessa. Lääkkeen määritellään tarkoitettavan kaikkia aineita tai aineitten yhdistelmiä, jotka on tarkoitettu ihmisen sairauden hoitoon tai ehkäisyyn. Kaikki aineet tai aineiden yhdistelmät, joita voidaan antaa ihmiselle sairauden syyn selvittämiseksi taikka elintoimintojen palauttamiseksi, korjaamiseksi tai muuttamiseksi ihmisessä katsotaan direktiivin määritelmän mukaisesti myös lääkkeeksi. Aine puolestaan tarkoittaa kaikkia aineita, riippumatta alkuperästä. Alkuperä voi olla ihminen, esimerkiksi ihmisveri ja verivalmisteet. Alkuperä voi olla myös eläinkunta, esimerkiksi mikro-organismi,

kokonainen eläin, elinten osa, eläimen erite, toksiini, uute tai verituote. Alkuperänä voi toimia myös kasvikunta, esimerkiksi mikro-organismi, kasvi, kasvinosa, kasvin erite, uute ja niin edelleen. Myös kemiallinen, esimerkiksi alkuaine, luonnossa esiintyvä kemiallinen aine sekä kemiallisella muuntamisella ja synteesillä saatu kemiallinen yhdiste voi olla aineen alkuperä. Näin ollen lannasta peräisin olevaa raaka-ainetta on sallittua käyttää ihmisille tarkoitetussa lääkeaineessa.

CE-merkittyjä lääkinnällisiä laitteita säädellään EU:n asetuksella (2017/745). Sitä ei sovelleta eläimistä peräisin oleviin siirännäisiin, kudoksiin tai soluihin tai niiden johdannaisvalmisteisiin eikä näitä sisältäviin tai näistä koostuviin tuotteisiin. Asetusta sovelletaan kuitenkin laitteisiin, joiden valmistuksessa käytetään elinkyvyttömiä tai elinkyvyttömiksi tehtyjä eläinperäisiä kudoksia tai soluja tai niiden johdannaisvalmisteita. Asetuksessa säädetään, että aineen muuntaminen, säilyttäminen, testaus ja käsittely on suoritettava siten, että varmistetaan potilaiden, käyttäjien ja tarvittaessa muiden, esimerkiksi aineksia jätehuoltoketjussa käsittelevien henkilöiden, turvallisuus. Erityisesti viruksilta ja muilta tartuntatautien aiheuttajilta on suojauduttava asianmukaisin hankintamenettelyin ja käyttämällä validoituja virusten poistamis- ja inaktivointimenetelmiä valmistusprosessin aikana. Lannasta peräisin oleva karyofylleeni on siis aine, johon asetusta sovellettaisiin, mikäli karyofylleeniä käytettäisiin lääkinnälliseksi laitteeksi luokiteltavan lämpövoiteen valmistuksessa. Kymäläisen (2021) mukaan lannasta peräisin oleva karyofylleeni on lainsäädännön mukaisesti sallittu raaka-aine CE-merkityssä lääkinnällisessä laitteessa, koska CE-merkitty lääkinnällinen laite voi sisältää elinkyvyttöntä tai elinkyvyttömäksi tehtyä eläinperäistä kudosta tai soluja tai niiden johdannaisvalmistetta, jos valmistaja on määritellyt laitteen käyttötarkoituksen asetuksen mukaisesti sekä osoittanut että laite täyttää sitä koskevat yleiset turvallisuus- ja suorituskykyvaatimukset.

Eläimille tarkoitettuja lääkinnällisiä laitteita säätelevää lainsäädäntöä ei ole olemassa. Eläinlääkkeiden lainsäädäntö on muuttumassa. Vanha direktiivi korvataan asetuksella (EU) 2019/6 eläinlääkkeistä ja direktiivin 2001/82/EY kumoamisesta. Tämä asetus ei kiellä lannasta peräisin olevan raaka-aineen käyttämistä eläinlääkkeen raaka-aineena. Fimean tehtävänä on tarvittaessa päättää, onko ainetta tai valmistetta pidettävä lääkkeenä, perinteisenä kasvirohdosvalmisteena tai homeopaattisena valmisteena. Huomioitavaa on kuitenkin se, että tuotantoeläimille saa Suomessa käyttää vain sellaisia lääkevalmisteita, jotka sisältävät tuotantoeläinlääkitykseen hyväksytyjä lääkeaineita. Lannasta peräisin olevaa karyofylleeniä voisi siis lainsäädännön mukaan käyttää eläinten lämpö- tai kipuvoiteen raaka-aineena. (Pakkanen 2021.)

4.5.3 Yhteenveto lannasta peräisin olevan raaka-aineen käyttöön vaikuttavasta lainsäädännöstä kosmeettisen tuotteen tai lämpövoiteen (CE-merkitty lääkinnällinen laite tai lääke) valmistuksessa



Kuvio 16: lannasta peräisin olevan raaka-aineen käyttöön vaikuttava keskeinen lainsäädäntö ja valvovat viranomaiset.

Edellä olevasta kuviosta käy ilmi keskeisin kosmetiikan-, CE-merkityn lääkinnällisen laitteen, lääkkeen ja eläinlääkkeen raaka-aineita säätelevä lainsäädäntö ja näitä valvovat viranomaiset. Lannasta peräisin olevaa raaka-ainetta ei siis tällä hetkellä voimassa olevan lainsäädännön perusteella voi käyttää kosmeettisen tuotteen raaka-aineena, sen kieltää EU:n kosmetiikka-asetus. Sen sijaan ihmisille tai eläimille tarkoitetun lämpö- tai kipuvoiteen raaka-aineena lannasta peräisin olevan raaka-aineen käyttö on sallittu, koska mikään laki ei sitä kiellä.

4.6 Tutkimuskysymys 2e: Karyofylleenin eristäminen lannasta. Mitkä ovat eristämisvaihtoehdot ja -kustannukset?

Karyofylleenia käytetään kosmetiikkateollisuudessa, elintarviketeollisuudessa ja lääketeollisuudessa. Yhdysvaltain elintarvike- ja lääkevirasto (FDA) ja Euroopan elintarviketurvallisuusviranomainen (EFSA) ovat hyväksyneet karyofylleenin ja karyofylleenioksidin aromiaineiksi. (Fidyt, Fiedorowicz, Strzoda & Szumny 2016; Malik & Santoso 2021, 6.) Viimeaikaisten

tutkimuksien mukaan sillä on käyttöä myös biopolttoaineena. (Muthusamy ym. 2020; Malik & Santoso 2021, 5).

Tällä hetkellä karyofylleeniä eristetään kasvimateriaalista. Ongelmana on kuitenkin sen vähäinen pitoisuus ja talteenoton suhteellisen korkeat kustannukset, jotka tekevät karyofylleenin taloudellisen tuotannon usein kannattamattomaksi. (Muthusamy ym. 2020.)

Sellin (2003, 17) mukaan perinteinen tapa eristää karyofylleeniä ja muita terpeenejä kasveista on vesihöyrytisläus. Muita mahdollisia tisläusmenetelmiä ovat kuivatisläus ja hydrodiffuusio.

Karyofylleeniä voidaan eristää kasvimateriaalista myös erilaisilla uuttomenetelmillä. (Sell 2003, 17; Hyvärinen 2001, 96.) Eniten käytetty uuttotekniikka nykyään on yksinkertainen liuotinuutto. Liuottimena käytetään tavallisimmin petroolieetteriä, asetonia, heksaania tai etyyliasetaattia. Nestemäinen hiilidioksidi on kiinnostava uuttoliuotin, mutta se on kallis, koska sen nesteyttämiseen soveltuvat laitteet maksavat paljon. Hyvänä puolena on nestemäisen hiilidioksidin helppo poistettavuus, eli liuotinjäännöksistä ei tarvitse olla huolissaan. (Sell 2003, 17.)

Yksi mahdollinen karyofylleenin eristämistapa on kaasukromatografia. Sitä käytetään erityisesti näytteiden tutkimiseen ja pitoisuuksien analysointiin. (Hyvärinen, 2001, 96.)

Oletettavasti näitä samoja eristämistapoja voitaisiin käyttää karyofylleenin eristämiseen hevoseläimestä. Koska karyofylleeni on epästabiili ja helposti hapettava ominaisuuksiltaan, herää kysymys siitä, miten hyvin se säilyy lannassa. Tämä olisi voinut selvittää laboratoriotutkimuksessa, joka tämän kehittämishankkeen puitteissa jäi harmillisesti toteutumatta. Hyvärinen (2001, 92) on kuitenkin tutkinut timjamin sisältämän karyofylleenin haihtumista ja hapettumista. Sitä voisi vertailla myös lannassa esiintyvän karyofylleenin käyttäytymiseen. Timjami sisältää terpeenejä, esimerkiksi karyofylleeniä. Tutkimusten mukaan sen pakkas- tai ilma-kuivaus vähentää terpeenipitoisuuksia vain 1-3 prosenttia. Kuivauksessa tymolin ja karyofylleenin pitoisuudet kasvoivat, muiden terpeenien pienenivät. Kun kuivattua timjamia säilytettiin 10 kuukauden ajan, karyofylleenipitoisuus pieneni hiukan ja karyofylleenioksidin pitoisuus kasvoi vastaavan määrän. Tämä antaisi aiheen olettaa, että karyofylleenin lähteenä käytettävän lannassa karyofylleeni- tai karyofylleenioksidipitoisuus voi säilyä suhteellisen hyvin.

Eristämisen kustannukset jäivät selvittämättä, koska ei löytynyt laboratoriota, joka olisi voinut toteuttaa eristämisen. Samasta syystä jäi selvittämättä se, minkälaisena pitoisuutena karyofylleeniä esiintyy lannassa.

5 Tulosten ja kehittämishankeprosessin arviointi, johtopäätökset ja jatkokehittäminen

Opinnäytetyöni viimeisessä luvussa käsittelen opinnäytetyön tuloksia suhteessa sen tavoitteisiin. Esitän johtopäätökset tutkimuksen tuloksista ja arvioin työn hyödynnettävyyttä sekä jatkokehitystarpeita. Käsittelen lopuksi myös tutkimuseettisiä kysymyksiä.

5.1 Tulosten yhteenveto ja prosessin arviointi.

Opinnäytetyössäni kehittämistehtävänä oli kartoittaa hevosenlannan nykyisiä hyötykäyttömahdollisuuksia ja selvittää niihin liittyviä säädöksiä. Kehittämistehtäväni olennainen tarkasteltava kohde oli myös karyofylleeni, sen kemialliset ominaisuudet sekä käyttömahdollisuudet kosmeettisen tuotteen tai lämpövoiteen raaka-aineena. Koska lähtökohtana oli ajatus hevosenlannasta karyofylleenin saantilähteenä, selvittävänä oli siihen liittyvät lainsäädännölliset seikat sekä eristämistavat ja -kustannukset. Karyofylleenin eristämistapojen ja kustannusten selvittämiseen olisi tarvittu yhteistyölaboratoriota, jota ei yrityksistä huolimatta löytynyt, eli asia jäi niiltä osin selvittämättä. Muihin tutkimuskysymyksiin löytyi kehittämishankkeen kuluessa ratkaisut.

Lannan nykyiset hyötykäyttömahdollisuudet ovat kompostointi, lannoitekäyttö omalla viljelysmaalla, käyttö lannoitevalmisteen raaka-aineena tai käyttö energiateollisuuden raaka-aineena joko biokaasulaitoksessa tai jätteenpolttolaitoksessa. Näitä kaikkia vaihtoehtoisia tapoja koskee lainsäädäntö, joka asettaa omat rajoituksensa. Muut vaihtoehdot ovat Suomessa käytössä, mutta energiantuotannossa hevosenlantaa ei käytetä, ainakaan suuremmassa mittakaavassa. Lannan pienpolttoa voi olla käytössä, koska se ei ole luvanvaraista toimintaa, eikä siitä tarvitse tehdä ilmoitusta. Jätteenpolttolaitoksessa lantaa on poltettu, mutta laitos lopetti polttamisen joitakin vuosia sitten omistavan energiayhtiön vaihtuessa. Biokaasulaitoksessa lantaa ei Suomessa heikoksi katsotun kustannustehokkuuden takia ole käytetty, muualla Euroopassa lanta on monissa maissa kyllä käytössä biokaasun tuotantomateriaalina.

Karyofylleenillä on useita ominaisuuksia, joiden takia se näyttäisi soveltuvan kosmeettisen tuotteen raaka-aineeksi, tärkeimpinä näistä tulehdusta estävät ja antioksidanttiset vaikutukset. Karyofylleeni on lainsäädännön mukaan sallittu raaka-aine kosmetiikan valmistuksessa. Jostain syystä sitä ei kuitenkaan käytetä kovin paljon. Ainakaan sen käytöstä kosmeettisen tuotteen raaka-aineena ei ole juurikaan raportoitua tietoa. Käytön vähäisyys voi johtua esimerkiksi siitä, että se esiintyy kasveissa suhteellisen pieninä pitoisuuksina. Toisaalta muitakin pieninä pitoisuuksina esiintyviä kasviperäisiä raaka-aineita eristetään ja käytetään kosmetiikateollisuudessa. Vähäisen käytön syynä voi olla myös saman vaikutuksen saaminen jollain toisella raaka-aineella kustannustehokkaammin tai vielä pienemmällä ihon ärtymisriskillä.

Raaka-aineiden käyttöön vaikuttavat myös trendit, ja voikin olla, että karyofylleenin käyttö kosmetiikkatuotteiden raaka-aineena nousee kiinnostavammaksi ja suositummaksi kun sen käyttö lääketeollisuudessa oletettavasti lisääntyy tulevaisuudessa. Karyofylleeni on kuitenkin

ainesosana useissa eteerisissä öljyissä, joten sellaisissa kosmetiikkatuotteissa, joissa näitä öljyjä on käytetty raaka-aineena, karyofylleeniäkin on.

Karyofylleeniä voidaan tuottaa biosynteesissä kolibakteerin avulla. Se on ilmeisen tehokas tapa, jota on tutkittu nykyään erityisesti lentokoneiden polttoaineen tuotannon näkökulmasta. Näin tuotettuna karyofylleeni olisi luultavasti edullinen ja helposti käyttöön otettava raaka-aine kosmeettiseen tuotteeseen, erityisesti, jos se syntyisi samassa prosessissa lentokoneiden polttoaineen kanssa. Tällöin tulisi kuitenkin varmistua sen mikrobiologisesta laadusta.

Hevosen lantaan karyofylleeni oletettavasti päätyy juuri hevosen suolistossa elävien bakteerien tuottamana. Luonnossa karyofylleeniä esiintyy erityisesti yrttikasveissa, joten on epätodennäköistä, että se olisi hevosen rehussa valmiina, ja vain kulkeutuisi ruuansulatuselimistön läpi.

Karyofylleenin ominaisuudet lämpövoiteen raaka-aineeksi vaativat lisää tutkimusta. Tosiasia on, että se salpaa iholla olevia kylmäreseptoreita. Mutta saako tämä aikaan ihon lämpenemistä silloin, kun ympäristön lämpötila ei ole kylmä, on epäselvää. Mahdollista on, että karyofylleeni toimisi siinä ominaisuudessa, mutta on myös mahdollista, että vaikutus ei ole sellainen kuin lämpövoiteelta toivotaan. Nykyisin käytössä olevat tavallisimmat lämpövoiteiden raaka-aineet vaikuttavat ihoon myös reseptoreiden kautta, mutta kyseessä on erilainen vaikutusmekanismi ja eri reseptori kuin se johon karyofylleeni sitoutuu. Kipua lievittävässä voiteessa karyofylleeni vaikuttaisi myös olevan potentiaalinen vaikuttava raaka-aine.

Lainsäädännöllisesti lannasta peräisin olevan raaka-aineen käytössä kosmeettisen valmisteen ei ole sallittua. Lanta luokitellaan lainsäädännössä eläimistä peräisin olevaksi sivutuotteeksi, riskiluokituksessa se kuuluu riskiluokitukseen kaksi kolmeportaisessa luokittelussa. Lannan käsittelyä säätelee sivutuotelainsäädäntö. Sivutuotelainsäädäntöä ei sovelleta riskiluokkien kaksi ja kolme eläimistä peräisin oleviin sivutuotteisiin kosmeettisen tuotteen raaka-aineena. Niitä koskee kosmetiikka-asetus, joka yksiselitteisesti kieltää luokkien kaksi ja kolme eläimistä peräisin olevien sivutuotteista prosessoitujen raaka-aineiden käytön kosmeettisen tuotteen raaka-aineena.

Mielenkiintoista oli, että kysyessäni asiaa Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukesin ylitarkastajalta, sain kysymykseeni lannasta peräsin olevan raaka-aineen käytöstä ja lainsäädännöstä seuraavan vastauksen: ”Kosmetiikkalainsäädäntö ei kiellä eläinperäisten ainesosien käyttöä, tälläkin hetkellä markkinoilla on tuotteita, joissa on käytetty mm. mehiläisvahaa tai lampaanvillasta eristettyä rasvaa, joten näkisin, että mikäli raaka-aineen puhtauskriteerit ja muu turvallisuus täyttyvät, ei lainsäädäntö estä käyttämästä raaka-ainetta, joka on peräisin hevosen lannasta. EU:n kosmetiikka-asetuksen 1223/2009 liitteen II kohdan 416 mukaan Ihmissolut, -kudokset tai -tuotteet on kosmetiikassa kiellettyjä.” Tämä vastaus voi kertoa siitä, että ajatuksena lannan käyttäminen kosmetiikan raaka-aineen lähteenä on niin uusi, että

viranomainen ei ole joutunut sitä vielä pohtimaan. Ja toisaalta myös siitä, että lainsäädäntö on usein niin monimutkaista ja hankalasti selvitettävää, että asiantuntijakin voi siinä harhautua. Sen takia on syytä aina itse lakitekstiä tutkimalla varmistua sen sisällöstä.

Lainsäädännöllinen este on asia, jonka muuttuminen on hidas prosessi. Kosmetiikkaa säätelevä lainsäädäntö on EU-tasoa, eli kansallisesti sitä ei voi muuttaa. Eläinperäisistä sivutuotteista sallitaan lainsäädännössä vain riskiryhmään yksi kuuluvien tuotteiden käyttö. Näihin tuotteisiin kuuluu esimerkiksi lampaan villa.

On mielenkiintoista, että lainsäädäntö poikkeaa näin paljon kosmeettisen tuotteen ja CE-merkityn lääkinnällisen laitteen sallittujen raaka-aineiden kohdalla. Lämpövoide tai kipuvoide on kuitenkin samalla tavalla ehjälle iholle levitettävä reseptivapaa tuote kuin kosmeettinen valmistekin. Kun lääkkeessä tai lääkinnällisessä laitteessa lannasta peräisin olevan raaka-aineen mikrobiologinen laatu pystytään pitämään moitteettomana, sama onnistuisi varmasti kosmetiikassakin. Lainsäädännön yhtenä tarkoituksena on tehdä tuotteista mahdollisimman turvallisia käytössä. Tässä tapauksessa raaka-aineen käyttötapa on hyvin samanlainen, vaikka haettu vaikutus on tietysti eri. Tämä olisi hyvä perustelu lainsäädännön muuttamiseen.

5.2 Tulosten hyödynnettävyys ja jatkokehittämismahdollisuudet

Karyofylleeni on useiden tutkimusten mukaan aine, joka suojaaa kasveja bakteereilta, sieniltä ja tuholaisilta. Hevosenslantaa käytetään sellaisenaan lannoitteena, ja myös lannoitevalmisteen raaka-aineena. Lanta itsessään sisältää karyofylleeniä. Olisi kiinnostavaa selvittää, onko karyofylleenillä lannan lannoitekäytössä kasveja suojaava vaikutus. Ja toisaalta olisiko lannasta mahdollista kehittää lannoitevalmiste, jonka karyofylleeni samalla toimisi luonnonmukaisena tuholaistentorjunta-aineena. Tällaiselle valmisteelle voisi hyvin olla kysyntää sekä kotipuutarha- että ammattiviljelijöiden keskuudessa.

Lannan pienpolttoa ja omaan käyttöön tuotettavaa biokaasua hyödyntävien laitteistojen kehittäminen olisi tärkeää. Näitä menetelmiä voisi hyödyntää hevostiloilla sekä tallirakennuksen, että asuinrakennusten lämpöenergiaksi lainsäädännön sitä rajoittamatta. Laitteistot ovat nykyään niin kalliita, että niihin investoiminen ei ole järkevää. Niiden avulla tuotettu energia olisi kuitenkin kestävä kehityksen mukaista, ympäristöystävällistä ja edullista. Tarve kohtuuhintaisille laitteistoille olisi olemassa, jos joku onnistuisi kehittämään laitteistoja siten, että niiden valmistuskustannukset olisivat pienemmät.

Kehittämishankkeessani yhtenä tarkoituksena oli löytää ratkaisuja hevosenlannan hävittämiseen talleilta. Karyofylleenin eristäminen lannasta ja sen käyttö raaka-aineena tuotteiden valmistuksessa ei varmasti ratkaise tätä ongelmaa. Mutta tieto tällaisesta käyttömahdollisuudesta avaa uudenlaista ajattelua ja innovointia sen suhteen, mihin hevosten tai muiden eläinten lantaa voisi tulevaisuudessa käyttää. Tällaisen asian tutkiminen voi laajentaa käsitystä

siitä, miten monipuolisista lähteistä raaka-aineita kosmetiikan valmistamiseen on mahdollisesti löydettävissä. Lannasta peräisin olevien raaka-aineiden hyödyntäminen muissa tuotteissa, eli lääkkeissä ja lääkinnällisissä laitteissa voisi avata tietä myös lainsäädännön muuttamiselle kosmeettisia valmisteita koskien.

Lainsäädännöllinen este lannan hyödyntämiseen kosmetiikkatuotteen valmistamisessa on harmillinen, mutta ei aivan odottamaton. Mikäli jollekin muulle heräisi kysymys tästä asiasta, kehittämishankkeessani tehdyn selvitystyön perusteella ei tarvitse enää pohtia, voisiko lannasta peräisin olevaa raaka-ainetta käyttää kosmetiikan valmistuksessa tämänhetkisen lainsäädännön voimassa ollessa.

Toinen tutkimukseni aikana esiin noussut lantaperäinen raaka-aineeseen liittyvä asia on Japanissa kehitetty menetelmä, jolla lehmänlannasta valmistetaan vaniliinia hajustekäyttöön. Tämän selvityksen tulokset ovat suoraan johdettavissa siihen, että sitä ei EU:n alueella myytävissä kosmetiikassa ole sallittua käyttää hajusteena. Tästä nousee esiin myös kysymys siitä, miten tarkkaan erityisesti EU:n ulkopuolella valvotaan raaka-aineiden alkuperää. Voiko olla mahdollista, että lehmänlannasta saatua vaniliinia tai hevosenlannasta saatua karyofylleenia kuitenkin päätyy kosmeettisen tuotteen raaka-aineeksi? Valmiin tuotteen pakkauksesta ei mitenkään voi päätellä, mistä tuotteen ainesosat ovat peräisin.

Jatkossa tarvetta olisi selvittää lisää karyofylleenin käyttömahdollisuuksia kosmeettisen tuotteen raaka-aineena. Olisi kiinnostavaa tietää, miksi sen käyttö on niin vähäistä. Monista muista terpeeneistä on löydettävissä kirjallisuudesta ja tutkimusartikkeleista tietoa kosmetiikkaan ja ihonhoitoon liittyen. Kuitenkin sen tiedon mukaan, jota onnistuin löytämään, karyofylleeni voisi olla todella hyödyllinen raaka-aine. Lääkevalmistajat tutkivat karyofylleeniiä tällä hetkellä runsaasti, ja sillä vaikuttaa lääketeollisuudessa olevan runsaasti potentiaalisia käyttökohteita ominaisuuksiensa vuoksi. Samoin voisi olla kosmeettisessa tuotteessa.

Kosmetiikassa trendit säätelevät voimakkaasti raaka-aineiden suosiota. Tällä hetkellä cannabis sativa-kasvin kannabidioli (CBD) on trendikäs raaka-aine siellä, missä sitä lainsäädännön puitteissa saa käyttää. EU:n alueella CBD on kielletty raaka-aine kosmetiikassa. Karyofylleenia saadaan muiden kasvien ohella myös kannabiskasvista, ja karyofylleenin on osoitettu sitoutuvan endokannabinoidijärjestelmän reseptoreihin. Vaikutusmekanismit raaka-aineella voisivat siis olla ainakin osittain samantyyppisiä kuin kannabidiolilla. Siispä karyofylleenissä voisi olla potentiaalia nykyisin käytettävän hamppuöljyn rinnalle EU-lainsäädännön sallimana raaka-aineena suosittuun hampukosmetiikkaan. Karyofylleenin ominaisuuksia kannattaisi ehdottomasti tutkia lisää, ja kartoittaa tätä käyttömahdollisuutta.

Karyofylleenin soveltuvuutta lämpövoiteen raaka-aineeksi kannattaisi myös selvittää lisää. Myös sitä, voisiko karyofylleeni olla kipuvoiteessa tehokas raaka-aine, olisi kiinnostavaa

tutkia. Tähän hankkeeseen liittyvän tutkimuksen mukaan se voisi olla todennäköisesti tehokas kipua lievittävä raaka-aine.

Laajemmassa mittakaavassa voisi ajatella tämän kehittämishankkeen jatkoksi heräävää avarampaa ajattelua siitä, mistä raaka-aineita erilaisiin tuotteisiin voidaan saada. Erikoisen tuntuistakin lähteistä voidaan löytää tehokkaita aineita. Erityisesti kannattaa huomioida jätteen ja sivuvirtojen hyödyntäminen, jota toki jo paljon tehdäänkin. Tutkimukseen liittyvää uutisointia kannattaa seurata, sieltä voi syntyä mielenkiintoisia raaka-aine- ja tuoteinnovaatioita.

5.3 Kehittämishankeprosessin arviointi

Tämä kehittämishanke ei edennyt niin suoraviivaisesti kuin kuviossa kuusi ja seitsemän esitin. Toisaalta tiedossa olikin, että laadulliseen tutkimukseen liittyvään työhön kuuluu usein edellisiin vaiheisiin palaaminen ja tutkimuskysymysten tarkastelu ja uudelleen arviointi. Vaikka tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet pysyivät koko prosessin ajan samoina, palasin useaan kertaan muokkaamaan ja täsmentämään tutkimuskysymyksiäni. Tätä tapahtui aineiston keruun, mutta myös analysoinnin aikana. Myös aineiston hankintatapoja ja käytettäviä menetelmiä sen analysoimiseksi jouduin tarkistamaan useita kertoja työn edetessä.

Tutkimusmenetelmien valinta oli haastavaa. Aluksi oli vaikea hahmottaa millä muulla tavalla kuin kirjallisuuskatsauksen avulla aineistoa voisi analysoida. Myös sen erottaminen, mikä osa työn sisällöstä kuuluu tietoperustaan ja mikä on tutkimuksen tuloksia, aiheutti pohdintaa. Päädyin lopulta rajaamaan kaikki tutkittaviin asiakokonaisuuksiin liittyvät tiedot tulosten yhteyteen, koska ne selittävät tuloksia. Ja toisaalta jos olisin esittänyt niitä koskevat kirjallisuuskatsaukset jo tietoperustan yhteydessä, lukijan olisi hyvin vaikea hahmottaa kokonaisuutta.

Tutkimuksen tulokset hahmottuivat loppuvaiheessa itselleni selkeästi, mutta niiden selkeä esiin tuominen, niin että ne olisivat helposti ymmärrettävissä, vaati kirjoittamista ja kappaleten järjestelemistä useaan kertaan uudelleen.

Kehittämishankkeeseen ja sen raporttiin olen kuitenkin lopulta tyytyväinen. Prosessi on ollut erittäin opettavainen. Uutta osaamista on karttunut runsaasti sekä käsiteltävien aiheiden, että tutkimuksen tekemisen suhteen. Lopputuloksena sain selvitettyä aluksi asetettuun tutkimusongelmaan ratkaisun.

5.4 Kehittämishankkeen luotettavuuden ja eettisyyden arviointi

Tuomi & Sarajärvi (2002, 122-124) toteavat tutkimustyön ja etiikan suhteen olevan vuorovaikutteinen. Toisaalta eettiset näkökohdat vaikuttavat tutkimuksen tekijän ratkaisuihin tutkimusta tehdessä, toisaalta tutkimuksen tulokset vaikuttavat eettisiin ratkaisuihin. Erityisen

tärkeää hyvää tutkimusetiikkaa noudatettaessa on näistä ensimmäinen näkökulma. Siihen liittyy esimerkiksi se, millaisia keinoja tutkimuksessa on eettistä käyttää. Tutkimukselle on määritetty neljä eri perusnormia, jotka ovat universalismi, tiedon julkisuus, puolueettomuus ja järjestelmällinen kritiikki. Tutkimuksen sisäinen johdonmukaisuus on tärkeä hyvää tutkimusta määrittelevä tekijä.

Kaikessa tutkimuksessa on pyrittävä välttämään virheitä, sen takia on tärkeää arvioida tutkimuksen luotettavuus. Luotettavuutta käsitellään yleensä validiteetin ja reliabiliteetin käsitteillä. Validiteetti tarkoittaa, että tutkimuksessa on tutkittu sitä, mitä on luvattu. Validiteetti liittyy olennaisesti tutkimusmenetelmän kykyyn mitata juuri sitä, mitä on tarkoitus mitata. Reliabilitetti tarkoittaa tutkimuksen toistettavuutta. Nämä käsitteet vastaavat kuitenkin paremmin määrällisen kuin laadulliseen tutkimuksen luotettavuuteen. Laadullisessa tutkimuksessa nämä käsitteet ovat saaneet monenlaisia tulkintoja, eikä niiden käyttäminen ole välttämättä tarpeellista. (Hirsjärvi ym. 2010, 231; Tuomi & Sarajärvi 2002, 133.)

Laadullisen tutkimuksen luotettavuuden arvioinnista ei ole olemassa yksiselitteisiä ohjeita. Tutkimusta tulee arvioida kokonaisuutena, jolloin sen sisäinen johdonmukaisuus painottuu. Arvioinnin kohteita ovat tavallisesti tutkimuksen kohde ja tarkoitus, tutkijan omat sitoumukset, aineiston keruu ja analyysi ja tutkimuksen analyysi. (Tuomi & Sarajärvi 2002, 13.5-138.)

Laadullisessa tutkimuksessa yksi luotettavuuden mittari on tutkimuksen tekijän tarkka selostus tutkimuksen toteuttamisesta. On tärkeää kuvata hyvin valitut tutkimusmenetelmät, niiden valinnan perustelut ja selvittää mahdollisimman tarkasti, miten menetelmiä on juuri tässä tapauksessa käytetty ja sovellettu. Itsearviointia tulee kuljettaa mukana koko prosessin ajan. Tärkeä kysymys on se, sopiiko selitys kuvaukseen, eli onko tutkimusprosessin selitys ja kuvailu luotettavaa. (Hirsjärvi ym. 2010, 231-233.)

Kananen (2012, 194) korostaa, että tapaustutkimusta tehdessä luotettavuuden arvioinnin perusedellytyksiä on riittävä dokumentaatio. Perustellut ratkaisut pitää kuvata järjestelmällisesti ja laajasti. Hänen mielestään ratkaisuja ja niiden perusteluita on parempi avata tutkimusraportissa liikaa kuin liian vähän.

Tässä kehittämistyössä tutkimuksen luotettavuutta lisää tarkka kuvaus hankkeen etenemisestä. Olen kuvaillut tutkimusraportissani kaikki tutkimusprosessin vaiheet yksityiskohtaisesti. Tekemieni valintojen perustelut olen esittänyt lähteisiin perustuen.

Yksi tapa lisätä tutkimuksen luotettavuutta on triangulaatio tai mixed method, eli useiden menetelmien käyttö, joka laajentaa näkökulmaa tutkimuksen kohteeseen. Myös aineistotriangulaatio, eli useiden aineistojen käyttö lisää validiteettia. (Hirsjärvi ym. 2010, 233.)

Kehittämishankkeessani on sovellettu kahta eri lähestymistapaa, tapaustutkimusta ja kehittämistutkimusta, jotka sopivat hyvin lähestymistavaksi tämän tyyppiseen nykyistä käytäntöä kartoittavaan ja uutta ratkaisua tutkivaan kehittämishankkeeseen.

Luotettavuutta lisää useiden aineistojen käyttö. Kokosin aineistoni useimmissa tutkimuskysymyksissäni tieteellisiä tietokantoja apunani käyttäen. Aineistot koostuivat vertaisarvioituista tieteellisistä tutkimusartikkeleista. Aineistona käytin myös lakitekstejä, jotka ovat luotettava aineistomuoto. Toisaalta joissakin tutkimuskysymyksissäni päädyin etsimään tietoa erilaisten organisaatioiden verkkosivuilta ja hankeraporteista. Nämä eivät täytä tieteelliselle tutkimukselle asetettavia tiukkoja lähdeaineiston luotettavuusehtoja, mutta mielestäni sopivat tämän kehittämishankkeen aineistoksi joidenkin tutkimuskysymysten ratkaisemiseksi kuitenkin hyvin.

Aineistojen analysointiin sovelsin myös useita menetelmiä luotettavuuden lisäämiseksi. Perustelin menetelmät laadukkaasiin lähteisiin viitaten. Tutkimuksen aiheesta johtuen kaikki käytämäni aineisto oli valmista aineistoa, eli en käyttänyt havainnointia, haastattelua tai muita tyypillisiä laadullisen tutkimuksen menetelmiä. Tämä rajasi käytössä olevien aineiston analyysimenetelmien määrää. Valmiiden materiaalien käyttö aineistona johtui tutkimuksen aiheesta, parhaiten aiheen tutkimiseen soveltuivat tieteelliset tutkimusartikkelit ja muut kirjalliset lähdemateriaalit.

Tutkimusmenetelminä käytin käsitekarttaa, kirjallisuuskatsausta, dokumenttianalyysiä ja grounded theory sisällönanalyysiä. Nämä ovat kaikki tutkittuja ja laadulliseen tutkimukseen soveltuvia aineiston analysointimenetelmiä. Menetelmien käyttöä vaikeutti, ja luotettavuutta heikensi käyttämieni aineistojen pieni koko joidenkin tutkimuskysymysten kohdalla. Dokumenttianalyysissä olisi ollut hyvä saada koottua laajempi aineisto aiheesta. Kehittämishankkeen aihe on kuitenkin uusi, eikä laajempaa aineistoa ollut mahdollista kerätä. Käsitekarttojen ja kirjallisuuskatsausten laatimisessa luotettavuus lisääntyy käytetyn aineiston koon myötä. Arvioin kuitenkin, että tämän hankkeen laajuuteen ja sen käyttöön resursoituun aikaan verrattuna aineistoa oli riittävästi. Tutkimuskysymykseni kannalta tärkeää laboratorioanalyysiä en valitettavasti saanut toteutettua, se heikentää hankkeen lopputulosta alkuperäiseen tutkimuskysymykseen nähden.

Kananen (2021,162) esittää, että tutkimuksen tulosten ja niistä johdettujen päätelmien tulisi aina olla uskottavia ja luotettavia. Jo tutkimusta suunniteltaessa näihin seikkoihin on kiinnitettävä huomiota.

Tämän kehittämishankkeen tarkoituksena oli selvittää hevosenlannan hyötykäyttömahdollisuuksia. Selvitettävänä asiana olivat lannan nykyiset käyttömahdollisuudet ja niihin liittyvä lainsäädäntö. Tarkoitus oli selvittää myös karyofylleenin ominaisuuksia kosmeettisen tuotteen tai lämpövoiteen raaka-aineena, karyofylleenin eristämismahdollisuuksia lannasta ja lainsäädännön vaatimuksia lannasta saatavan raaka-aineen käyttöön. Tutkimuskysymykset ja

käyttämäni menetelmät toivat vastauksen näihin kysymyksiin. Raaka-aineen eristämismahdollisuuksia en saanut selvitettyä alkuperäisen suunnitelman mukaisesti, koska yhteistyötä tekevää laboratoriota ei löytynyt.

Kanasen (2012, 169-170) näkemys on, että tapaustutkimuksessa ongelmana on yleistettävyyden arviointi, sillä tapaustutkimuksen tarkoituksaan ei ole yleistämiseen. Kehittämishankkeen ei ollut aivan puhdas tapaustutkimus, vaan siinä oli piirteitä myös kehittämistutkimuksesta. Kaikkiin tutkimuskysymyksiini sain hankkeen kuluessa vastauksen. Lainsäädännön vaikutukset lannasta peräisin olevan raaka-aineen käyttöön kosmetiikassa tai lämpövoiteen raaka-aineena ovat yleistettävissä muihinkin lannasta peräisin oleviin raaka-aineisiin ja muihin käyttötarkoituksiin.

Opinnäytteenä tehtävän kehittämistyön eettisyyteen liittyvät myös olennaisesti tutkimusluvut ja sidonnaisuudet. Tässä kehittämishankkeessa tutkittiin kirjallista materiaalia, joten tutkimusaineiston hankitaan ja säilyttämiseen ei liittynyt muita eettisiä kysymyksiä, kuin tutkimuseettisistä periaatteista nouseva vaatimus aineiston ja tulokinnan luotettavuudesta. Mutta mitään yksityisyyden suojaan tai tietosuojaan liittyviä seikkoja ei ollut. Tutkimuslupaa ei myöskään samasta syystä tarvittu. Resurssiviisaaksi ihmislähtöisin keinoin -hankkeen kanssa on tehty kirjallinen opinnäytetyön oikeuksien siirtosopimus.

Lähteet

Painetut

Haapala, J. & Aavameri, L. 2008. Omatuntotalous. Helsinki: Talentum.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä: Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Laine, M., Bamberg, M. & Jokinen, P. 2007. Tapaustutkimuksen taito. Helsinki: Gaudeamus.

Rohweder, L. 2004. Yritysvastuu- kestävä kehitys organisaatiossa. Porvoo: WSOY.

Ronkainen, S., Pehkonen, L., Lindblom-Yläne, S. & Paavilainen, E. 2011. Tutkimuksen voimasanat. Helsinki: WSOYpro Oy.

Stahel, W. R. 2019. The Circular Economy. A User's Guide. UK: Routledge.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2002. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Jyväskylä: Gummerus Oy.

Tuominen, K. & Aaltonen, T. 2012. Yhteiskuntavastuu yrityksen arjessa: Itsearviointin työkirja: mikä erottaa menestyjät keskinkertaisista? Turku: Benchmarking.

Åberg, M. 2001. Käsitekartat tutkimusmenetelmänä. Teoksessa: Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. Jyväskylä: PS-kustannus.

Wiechers, J. W. 2008. Science and applications of skin delivery systems. IL: Allured.

Sähköiset

Alharbi, W. S., Almughem, F. A., Almeahady, A. M., Jarallah, S. J., Alsharif, W. K., Alzaharani, N. M. & Alshehri, A. A. 2021. Phytosomes as an Emerging Nanotechnology Platform for the Topical Delivery of Bioactive Phytochemicals. *Pharmaceutics*, 13(9), p. 1475. Viitattu 10.11.2021. <https://www.proquest.com/central/docview/2576483595/7297A914867B4D78PQ/30?accountid=12003>

Aho, M., Pursula, T., Saario, M., Miller, T., Kumpulainen, A., Päällysaho, M., Kontiokari, V., Autio, M., Hillgren, A. & Descombes, L. 2015. Ravinteiden kierron taloudellinen arvo ja

mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä 99. Helsinki. Viitattu 27.10.2021. <https://media.sitra.fi/2017/02/27174934/Selvityksia99-2.pdf>

Ahola, T & Alho, P. 2020. Hevosen kuivikelannan hyödyntäminen Varsinais-Suomessa. Turun ammattikorkeakoulun raportteja 263. Viitattu 22.10.2021. <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522167514.pdf>

Airaksinen, J. 2021. Grounded theory. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 5.12.2021. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/teoreettis-metodologiset-viite-kehukset/grounded-theory/>

Airaksinen, S. 2006. Bedding and manure management in horse stables - It's effect on stable air quality, paddock hygiene and the compostability and utilization of manure. Kuopio: Doctoral dissertation, Department of environmental sciences, University of Kuopio. Viitattu 21.10.2021. <http://www.oppi.uef.fi/uku/vaitokset/vaitokset/2006/isbn951-27-0348-3.pdf>

Alarotu, M., Antikainen, M., Honkatukia, J., Järnefelt, V., Kapanen, J., Lantto, R., Laurikkala, M., Naumanen, M., Orko, I., Ritschkoff, A., Still, K., SundqvistAndberg, H., Tenhunen, A., Wiman, H., Winberg, I. ja Åkerman, M. 2020. Kiertotalouden ekosysteemit. E-kirja. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö.

Baswan, S. M., Klosner, A. E., Glynn, K., Rajgopal, A., Malik, K., Yim, S. & Stern, N. 2020. Therapeutic Potential of Cannabidiol (CBD) for Skin Health and Disorders. Clinical, cosmetic and investigational dermatology, 13, 927-942. Viitattu 10.11.2021. <https://www.proquest.com/central/docview/2470544754/7297A914867B4D78PQ/19?accountid=12003>

Berthelot, K., Estevez, Y., Deffieux, A. & Peruch, F. 2012. Isopentenyl diphosphate isomerase: A checkpoint to isoprenoid biosynthesis. Biochimie, 94(8), 1621-1634. Viitattu 13.9.2021. <https://www.sciencedirect.com/neli.laurea.fi/science/article/pii/S0300908412001289#sec2>

Suomen biotalousstrategia. 2014. Työ- ja elinkeinoministeriön hankeselvitys. Viitattu 11.11.2021. https://biotalous.fi/wp-content/uploads/2014/07/Julkaisu_Biotalous-web_080514.pdf

Bonvoisin, J., Seliger, G. & Stark, R. 2017. Sustainable Manufacturing. E-kirja. Switzerland: Cham Springer International Publishing.

Bradford, S. C. & Cullen, F. 2011. Research and research methods for youth practitioners. E-kirja. London: Routledge.

- Bridgens, B., Powell, M., Farmer, G., Walsh, C., Reed, E., Royapoor, M. & Heidrich, O. 2018. Creative upcycling: Reconnecting people, materials and place through making. *Journal of cleaner production*, 189, 145-154. Viitattu 13.9.2021. <https://www.sciencedirect-com.nelli.laurea.fi/science/article/pii/S0959652618310047?via%3Dihub>
- De Chesnay, M. 2016. *Nursing Research Using Case Studies: Qualitative Designs and Methods in Nursing*. E-kirja. New York: Springer Publishing Company.
- Da Lio, L., Castello, P., Gianfelice, G., Cavalli, R., & Canu, P. 2021. Effective energy exploitation from horse manure combustion. *Waste Management*, 128 (2021), 243-250. Viitattu 22.10.2021. <https://www.sciencedirect-com.nelli.laurea.fi/science/article/pii/S0956053X21002336?via%3Dihub>
- De Angelis, R. 2018. *Business Models in the Circular Economy*. E-kirja. UK: Springer International Publishing.
- Dufva, M. 2020. Sitran selvityksiä - Megatrendit 2020. Erweko, Vantaa 2020. Viitattu 9.9.2021. <https://media.sitra.fi/2019/12/15143428/megatrendit-2020.pdf>
- Eriksson, O., Hadin, Å., Hennessy, J. & Jonsson, D. 2016. Life Cycle Assessment of Horse Manure Treatment. *Energies* 2016, 9(12). Viitattu 21.10.2021. <https://www.mdpi.com/1996-1073/9/12/1011>
- Eriksson, P. & Koistinen K. 2005. Monenlainen tapaustutkimus. Kuluttajatutkimuskeskus, julkaisuja 4:2005. Viitattu 28.11.2021. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152279/Monenlainen_tapaustutkimus.pdf
- European Commission. 2021a. Cosmetic ingredient database. Viitattu 24.8.2021. https://ec.europa.eu/growth/sectors/cosmetics/cosing_en
- European Commission. 2021b. The European bioeconomy in 2050: four foresight scenarios. Viitattu 11.11.2021. <https://ec.europa.eu/jrc/en/news/european-bioeconomy-2050-four-foresight-scenarios>
- Euroopan komissio. 2018. Kiertotalous: EU hyväksyi uudet kunnianhimoiset jätehuolto- ja kierrätys säännöt. Viitattu 7.9.2021. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fi/IP_18_3846
- Euroopan Komission asetus (EU) N:o 1262/2017. Viitattu 26.10.2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32017R1262>

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1069/2009. Viitattu 20.10.2021.

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:300:0001:0033:FI:PDF>

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 2009/1223. Viitattu 29.11.2021.

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:342:0059:0209:fi:PDF>

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 2017/745. Viitattu 28.12.2021.

<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/745/oj/fin>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EY) 2001/83. Viitattu 28.12.2021. [https://eur-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0083&from=RO)

[lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0083&from=RO](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0083&from=RO)

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EY) 2008/98. Viitattu 27.10.2021. [https://eur-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex%3A32008L0098)

[lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex%3A32008L0098](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex%3A32008L0098)

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/851. Viitattu 27.10.2021.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0851>

Fimea. 2020. Luokittelu. Viitattu 28.12.2021. <https://www.fimea.fi/valvonta/luokittelu>

Fimea. 2021a. Lääkinnälliset laitteet. Viitattu 29.11.2021. https://www.fimea.fi/laakinnalliset_laitteet

Fimea. 2021b. Lääkinnälliset laitteet. Viitattu 29.11.2021. https://www.fimea.fi/kansalaisen_laaketieto/tuotetietoa-terveysteknologiasta

Fimea. 2021c. Lääkinnällisiä laitteisiin liittyvä lainsäädäntö. Viitattu 4.12.2021.

https://www.fimea.fi/laakinnalliset_laitteet/laakinnallisiin-laitteisiin-liittyva-lainsaadanto

Fimea. 2021d. Myyntiluvat. Viitattu 28.12.2021. <https://www.fimea.fi/myyntiluvat>

Föhr, J., Ranta, T., Soininen, H. & Tanskanen, R. 2016. Hevoswoima-hankkeella uusiutuvaa energiaa hevosenlannasta. Julkaisussa: Dufva, K., Kontinen, K. & Soininen, H. (toim.) Metsä, ympäristö ja energia. Mikkeli: Mikkelin ammattikorkeakoulu, 27-32. viitattu 15.8.2021.

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/121713/URNISBN9789515885746.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Harmaala M. & Jallinoja N. 2012. Yritysvastuu ja menestyvä liiketoiminta. E-kirja. Helsinki: Talentum.

Hadin, A., Hillman, K. & Eriksson, O. 2017. Prospects for Increased Energy Recovery from Horse Manure-A Case Study of Management Practices, Environmental Impact and

Costs.Energies (Basel), 10(12), 1935. Viitattu 7.10.2021. <https://www-proquest-com.nelli.lau-rea.fi/docview/1988599806?accountid=12003>

Hevostietokeskus. 2020. Hevostalous lukuina 2020. Hippolis, Suomen Hippos ry, Suomen Ratsastajainliitto ry & Luke Hevostalous. https://hevostietokeskus.fi/dataflow/hevostietokeskus/files/media/hevostalouslukuina2020_1331.pdf

Hevostietokeskus. 2021. Hevosennälän hyödyntämismahdollisuuksista. Viitattu 15.8.2021. <https://hevostietokeskus.fi/i/talliymparisto/lantahuolto/hevosennälän-hyodyntamismahdollisuuksista>

Hyvärinen, H. 2001. Kasvipäiset biomolekyylit - fenoliset yhdisteet ja terpeenit - kirjallisuuskatsaus. Maa- ja elintarviketeollisuuden tutkimuskeskus. MTT:n julkaisuja. Sarja A 100. Jyväskylä. Viitattu 13.9.2021. <http://www.mtt.fi/asarja/pdf/asarja100.pdf>

Iftinca M & Altier C. 2020. The cool things to know about TRPM8! Channels (Austin). 2020 Dec;14(1):413-420. Viitattu 12.11.2021. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19336950.2020.1841419>

Jätelaki 646/2011. Viitattu 19.8. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>

Kniivilä, M., Määttä, K., Haltia, E., Hietala, J., Huovari, J. & Jutila, K. 2017. Kohti biotaloutta: Kapeikot ja ohjauskeinojen suuntaus. E-kirja. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia.

Koljonen, T., Kurttila, M. & Honkatukia, J. 2021. Suomen biotalouden kestävä kasvun skenaario: Taustaselvitys Suomen biotalousstrategian päivitykseen. E-kirja. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö.

Mattinen M., Koskela S., & Seppälä J. 2014. Resurssiviisauden johtamismallin indikaattorit. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Viitattu 28.9.2021. https://media.sitra.fi/2017/02/24042309/resurssiviisauden_indikkaattorit_syke.pdf

Laki kosmeettisista valmisteista 492/2013. Viitattu 29.11.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130492>

Lannoitevalmistelaki 539/2006. Viitattu 7.10.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajan-tasa/2006/20060539#L3P10>

Lapan, S. D., Quartaroli, M. T. & Riemer, F. J. 2011. Qualitative Research: An Introduction to Methods and Designs. E-kirja. Hoboken: Wiley.

Lapinjärven kunta. 2021. Resurssiviisaaksi ihmislähtöisin keinoin. Viitattu 14.8.2021 <https://www.lapinjarvi.fi/hankkeet/resurssiviisaaksi/>

Lemmetty, S., Glăveanu, V. & Collin, K. 2020. (Un)Sustainable Creativity? Different Manager-Employee Perspectives in the Finnish Technology Sector. Sustainability Vol. 12, Iss.9, (2020): 3605. Viitattu 9.9.2021. <https://www-proquest-com.nelli.laurea.fi/docview/2397451324/fulltextPDF/39674D8F14964CBAPQ/1?accountid=12003>

Linkola, L. 2020. Resurssiviisauden indikaattorit. Sitra. Viitattu 28.9.2021. <https://www.sitra.fi/artikkelit/resurssiviisauden-indikaattorit/>

Luostarinen, S., Tampio, E., Niskanen, O., Koikkalainen, K., Kauppila, J., Valve, H., Salo, T. & Ylivainio, K. 2019. Lantabiokaasutuen toteuttamisvaihtoehdot. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2019. Luonnonvarakeskus, Helsinki. Viitattu 26.10.2021. https://ju-kuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/544244/luke-luobio_40_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Meers, E. 2016. How to improve the agronomic use of recycled nutrients (N and P) from livestock manure and other organic sources? EIP-AGRI Focus Group. Viitattu 27.10.2021. https://www.researchgate.net/figure/Overview-of-manure-digestate-treatment-processes-allowing-upcycling-organic-residues-to_fig4_314378572

Malik, J. & Santoso, A. 2021. Hidden bioactive of caryophyllene inside Keruing wood. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1034 (2021). Viitattu 14.9.2021. <https://www-proquest-com.nelli.laurea.fi/docview/2512924098?pq-origsite=primo>

Muthusamy, S., Vetukuri, R. R., Lundgren, A., Ganji, S., Zhu, L., Brodelius, P. E. & Kanagaran, S. 2020. Transient expression and purification of beta-caryophyllene synthase in *Nicotiana benthamiana* to produce beta-caryophyllene in vitro. PeerJ (San Francisco, CA), 8, e8904. Viitattu 14.9.2021. <https://peerj.com/articles/8904/>

Mäkelä, M., Varonen, H. & Teperi, J. 1999. Systemoitu kirjallisuuskatsaus tiedon tiivistäjänä. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Viitattu 3.12.2021. <https://www.duodecim-lehti.fi/duo60413>

Neelands, T R., Jarvis, M F., Faltynek, C R. & Surowy, C S. 2008. Elevated temperatures alter -evoked TRPV1 agonist excitability of dorsal root ganglion neurons Inflammation Research; New York. 57 Iss. 9, Sep 2008, 404-9. Viitattu 5.12.2021. <https://www-proquest-com.central/docview/216239914/DD30C8358BD740D6PQ/1?accountid=12003>

Ojasalo, K., Moilanen, T & Ritalahti, J. 2015. Kehittämistyön menetelmät. E-kirja. Helsinki: SanomaPro

- Oksala, J., Havukainen, J. & Rantala, T. 2017. Hevosenlannan kestävä hyödyntäminen (HELY). Lannankäsittelyn tekniikat. Lappeenranta University of Technology, raportit ja selvitykset 72. Viitattu 25.10.2021. <https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/143708/Ok-sala%20et%20al.%202017%20Hevosenlannan%20kestävä%20hyödyntäminen%20%28hely%29%20lannankäsittelyn%20tekniikat.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Palva, E. & Linnavuori, K. 2012. Vaikutustapa erottaa lääkkeen laitteesta. Julkari, STM:n avoin julkaisuarkisto. Viitattu 29.11.2021. <https://www.julkari.fi/handle/10024/120524>
- Pernaa, J. 2013. Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä. KT-kirja. Viitattu 28.11. https://tuhat.helsinki.fi/ws/files/127650174/2013_Pernaa_KT_tutkimusmenetelmana_KT_kirja.pdf
- Premkumar, L. S. 2014. Transient Receptor Potential Channels as Targets for Phytochemicals. ACS Chem. Neurosci. 2014, 5, 1117–1130. Viitattu 12.11.2021. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/cn500094a>
- Rintamäki, H., Palinkas L. H. & Leppäluoto, J. 2005. Ihmisen kylmävasteet ja toimintakyky. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim 2005;121(4):425-30. Viitattu 18.11.2021. <https://www.duodecimlehti.fi/duo94810>
- Ruokavirasto. 2015. Kansallinen lannoitevalmisteiden tyyppinimiluettelo. Viitattu 26.10.2021. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yritykset/lannoiteala/tiedostot/tyyppinimiluettelo_konsolidoitu_22_11_2019.pdf
- Ruokavirasto. 2021a. Eläimistä saatavat sivutuotteet. Viitattu 8.10.2021. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elainala/elaimista-saatavat-sivutuotteet/>
- Ruokavirasto. 2021b. Tuotantoeläinten lannan poltto. Viitattu 24.10.2021. <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/elaintenpito/kuolleet-elaimet/lannan-poltto/>
- Ruokavirasto. 2021c. Lannan käyttö ja käsittely. Viitattu 26.10.2021. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/rehu--ja-lannoiteala/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/kierratysravinteet/lannan-kaytto-ja-kasittely/>
- Reddy, G. K., Leferink, N. G. H., Umemura, M., Ahmed, S. T., Breitling, R., Scrutton, N. S. & Takano, E. 2020. Exploring novel bacterial terpene synthases. PloS one, 15(4). Viitattu 28.10.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7192455/>
- Rönkkö, E., Luusua, A., Aarrevaara E., Herneoja A. & Muilu T. 2017. New Resource-Wise Planning Strategies for Smart Urban-Rural Development in Finland. Systems 2017, 5, 10. Viitattu 27.9.2021. <https://www.mdpi.com/2079-8954/5/1/10/htm>

Salin, M. 2021. Mitä kasvu- ja kuiviketurpeen tilalle? Luonnonvarakeskus. Viitattu 25.10.2021. <https://www.luke.fi/mita-kasvu-ja-kuiviketurpeen-tilalle/>

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hal-
lintotieteellisiin sovelluksiin. Opetusjulkaisuja 62. Julkisjohtaminen 4. Vaasan yliopisto.
Vaasa. Viitattu 24.11.2021. https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf

Seitamaa-Hakkarainen, P. 2021. Kvalitatiivinen sisällönanalyysi. Metodix - metoditietämystä
kaikilla. Viitattu 5.12.2021. <https://metodix.fi/2014/05/19/seitamaa-hakkarainen-kvalitativinen-sisallon-analyysi/>

Sell, C. 2003. A Fragrant Introduction to Terpenoid Chemistry. E-kirja. Cambridge: Royal So-
ciety of Chemistry.

Sitra. 2016. Kierrolla kärkeen - Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016-2025. Viitattu
8.9.2021. <https://media.sitra.fi/2017/02/27175308/Selvityksia117-3.pdf>

Sitra. 2021. Biotalous on kestävä ratkaisu. Viitattu 11.11.2021. <https://www.sitra.fi/aiheet/biotalous/#ajankohtaista>

Sjöstedt, T. 2018. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? Sitra. Viitattu 24.8.2021. <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarkoittavat/>

Sköld, M., Karlberg, A., Matura, M. & Börje, A. 2006. The fragrance chemical B-caryophyl-
lene—air oxidation and skin sensitization. Food and chemical toxicology, 44(4), 538-545. Vii-
tattu 14.9.2021. [https://www.sciencedirect-com.nelli.laurea.fi/science/arti-
cle/pii/S0278691505002863](https://www.sciencedirect-com.nelli.laurea.fi/science/article/pii/S0278691505002863)

Suomen Apteekkariliitto. 2017. Apteekin palveluiden ja ei-lääkkeellisten tuotteiden myynnin
ja markkinoinnin hyvät toimintatavat. Viitattu 29.11.2021. [https://www.apteekkari-
liitto.fi/media/3-apteekkari-liitto.fi/liitto/muu-toiminta/apteekin-palveluiden-ja-ei-laakkeel-
listen-tuotteiden-ohjeistus.pdf](https://www.apteekkari-liitto.fi/media/3-apteekkari-liitto.fi/liitto/muu-toiminta/apteekin-palveluiden-ja-ei-laakkeel-listen-tuotteiden-ohjeistus.pdf)

Tampio, E., Virkkunen, E., Heikkinen, P., Hietaranta, M. & Saastamoinen, M. 2015. Hevosen-
lanta tuottaa biokaasua. MTT (Maa- ja elintarviketeollisuuden tutkimuskeskus). Viitattu
8.10.2021. [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/hankkeet/horsemanure/Hor-
seManure_maataloustieteen%C3%A4iv%C3%A4t2014_Biok.pdf](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/hankkeet/horsemanure/HorseManure_maataloustieteen%C3%A4iv%C3%A4t2014_Biok.pdf).

Toikko, T. & Rantanen, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta: näkökulmia kehittämis-
prosessiin, osallistumiseen ja tiedontuotantoon E-kirja. Tampere: Tampereen Yliopistopaino.

Tukes. 2021. Mikä on kosmeettinen valmiste? Viitattu 29.11.2021. <https://tukes.fi/kosmeettiikka/mika-on-kosmeettinen-valmiste->

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2020. Biokaasuohjelman toimeenpanosuunnitelma. Viitattu 26.10.2021. <https://valtioneuvosto.fi/documents/1410877/16402203/Biokaasuohjelman+toimeenpanosuunnitelma+28012020+Ote+raportista.pdf/4ee752b4-6e96-18f9-4ef8-2e605ce06917/Biokaasuohjelman+toimeenpanosuunnitelma+28012020+Ote+raportista.pdf?t=1581415420000>

Törnroos, L. 2011. Kestävän kehityksen ja yhteiskuntavastuun standardit ja normit. Helsinki: Tekniikan Akateemisten Liitto TEK. Viitattu 24.8.2021. https://www.tek.fi/fi/cmibrowser?id=workspace%3A//SpacesStore/7b078bb5-932a-45ee-b5e1-09f278f1b267%3B1.0&filename=cmibrowser/Kesta%CC%88va%CC%88n%20kehityksen_ja_yhteiskuntavastuun_standardit_ja_normit.pdf

UN. 2020a. The Sustainable Development Agenda. Viitattu 8.9.2021. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>

UN. 2020b. The Sustainable Development Report 2020. Viitattu 9.9.2021. <https://unsats.un.org/sdgs/report/2020/finding-transformative-pathways-in-turbulent-times/>

Valtioneuvosto. 2021. Uusi suunta: Ehdotus kiertotalouden strategiseksi ohjelmaksi. Helsinki: Valtioneuvosto. Viitattu 6.9.2021. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162654/VN_2021_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Weyer, A. & Lehto, S. 2017. Development of TRPM8 Antagonists to Treat Chronic Pain and Migraine. Pharmaceuticals (Basel). 2017 Jun; 10(2): 37. Viitattu 20.11.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5490394/>

Wiley. 2012. Kirk-Othmer Chemical Technology of Cosmetics. E-kirja. New York: Wiley.

Wilson, M. 2016. When creative consumers go green: Understanding consumer upcycling. The journal of product & brand management, 25(4), pp. 394-399. Viitattu 13.9.2021. <https://www-proquest-com.nelli.lau-rea.fi/docview/1826809605/fulltextPDF/890BB64A91084427PQ/1?accountid=12003>

Yang, J., Li, Z., Guo, L., Du, J. & Bae, H. 2016. Biosynthesis of β -caryophyllene, a novel terpene-based high-density biofuel precursor, using engineered Escherichia coli. Renewable energy, 99, pp. 216-223. Viitattu 2.11.2021. <https://www-sciencedirect-com.nelli.lau-rea.fi/science/article/pii/S0960148116305924?via%3Dihub>

Ympäristöministeriö. 2021a. Valtioneuvoston päätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta. Viitattu 8.9.2021. [https://ym.fi/documents/1410903/42733297/Valtioneuvoston+periaa-
tep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s+8.4.2021+kiertotalouden+strategisesta+ohjel-
masta.pdf/aee1e0d0-802f-b272-e424-50c9cd1c5f5e/Valtioneuvoston+periaa-
tep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s+8.4.2021+kiertotalouden+strategisesta+ohjel-
masta.pdf?t=1617783970488](https://ym.fi/documents/1410903/42733297/Valtioneuvoston+periaa-
tep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s+8.4.2021+kiertotalouden+strategisesta+ohjel-
masta.pdf/aee1e0d0-802f-b272-e424-50c9cd1c5f5e/Valtioneuvoston+periaa-
tep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s+8.4.2021+kiertotalouden+strategisesta+ohjel-
masta.pdf?t=1617783970488)

Ympäristöministeriö. 2021b. Mitä on kestävä kehitys. Viitattu 9.9.2021. <https://ym.fi/mita-on-kestava-kehitys>

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. Viitattu 26.10.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>

Ympäristöministeriö, maa- ja metsätalousministeriö ja Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. 2018. Tuotantoeläinten lannan käyttö polttoaineena polttoaineteholtaan enintään 50 MW:n kattiloissa. Ohje 14.11.2018. Viitattu 28.9.2021. [https://ym.fi/documents/1410903/38678498/Ohje+Tuotantoel%C3%A4inten+lannan+polttoai-
nek%C3%A4ytt%C3%B6+enint%C3%A4%C3%A4n+50+MWn+kattiloissa.pdf/9075b801-9067-e8e5-
4d4c-a8e0fd9bf1ea/Ohje+Tuotantoel%C3%A4inten+lannan+polttoai-
nek%C3%A4ytt%C3%B6+enint%C3%A4%C3%A4n+50+MWn+kattiloissa.pdf?t=1605689847541](https://ym.fi/documents/1410903/38678498/Ohje+Tuotantoel%C3%A4inten+lannan+polttoai-
nek%C3%A4ytt%C3%B6+enint%C3%A4%C3%A4n+50+MWn+kattiloissa.pdf/9075b801-9067-e8e5-
4d4c-a8e0fd9bf1ea/Ohje+Tuotantoel%C3%A4inten+lannan+polttoai-
nek%C3%A4ytt%C3%B6+enint%C3%A4%C3%A4n+50+MWn+kattiloissa.pdf?t=1605689847541)

Ympäristöteollisuus ja -palvelut YTP ry. 2021. Kiertotalous. Viitattu 25.10.2021. [https://yt-
pliitto.fi/kiertotalous/](https://yt-
pliitto.fi/kiertotalous/)

Zhou, W., Yang, S., Li, B., Nie, Y., Luo, A., Huang, G., Liu, X., Lai, R. & Wei, F. 2020. Why wild giant pandas frequently roll in horse manure. Proceedings of the National Academy of Sciences - PNAS, 117(51), pp. 32493-32498. Viitattu 29.11.2021. [https://pubmed-ncbi-nlm-
nih-gov.nelli.laurea.fi/33288697/](https://pubmed-ncbi-nlm-
nih-gov.nelli.laurea.fi/33288697/)

Julkaisemattomat

Kymäläinen, M. 2021. Lääkinnälliset laitteet ja hevosenlanta. Sähköpostikeskustelu joulukuu 2021. Fimea. Helsinki

Pakkanen, J. 2021. Lääkinnälliset laitteet ja hevosenlanta. Sähköpostikeskustelu joulukuu 2021. Fimea. Helsinki.

Kuviot

Kuvio 1: Kehittämishanketta kokonaisuutena kuvaava käsitekartta.....	10
Kuvio 2: Kestävän kehityksen kolme osa-aluetta Ympäristöministeriön (2021b) mukaan.	12
Kuvio 3: Kuvio kiertotalousmallista, mukaillen YTP:n mallia (Ympäristöteollisuus ja -palvelut YTP ry. 2021). Ajatuksena on käyttää raaka-aineet uudelleen mahdollisimman monta kertaa.	14
Kuvio 4: Kiertotalouden neljä rakennuspalikkaa De Angeliksen (2018, 22) tekstin mukaan. ...	15
Kuvio 5: Kaavakuva kierrätyksen ja upcyclingin erosta.	18
Kuvio 6: Kehittämishankkeen vaiheet. Laadittu mukaillen Ojasalon ym. (2015, 23) tekstistä ja kuvasta. Siniset nuolet kuvaavat sitä, että kehittämishanke ei yleensä etene suoraviivaisesti, vaan joudutaan palaamaan edellisiin vaiheisiin.	24
Kuvio 7: Tutkimuksellisen kehittämishankeprosessin vaiheet. Kuvio laadittu Ojasalon ym. (2015, 23-26) tekstistä.	25
Kuvio 8: Kehittämishankkeen tutkimusongelman muodostuminen.	25
Kuvio 9: Tutkimuskysymykset ja käyttämäni tutkimusmenetelmät.	33
Kuvio 10: Dokumenttianalyysin tutkimusartikkeleiden otsikot numeroituna ja koodattuna. ...	42
Kuvio 11: TRPM8-reseptorin salpaamisen vaikutuksia käsittelevät artikkelit koodattuna analyysia varten.	46
Kuvio 12: Käsitekartta lannan hyötykäyttömahdollisuuksista ja niihin vaikuttavista säädöksistä.	51
Kuvio 13: isopreeniyksikön kemiallinen rakenne	59
Kuvio 14: karyofylleenin ja karyofylleenioksidin kemiallinen rakenne.....	60
Kuvio 15: TRPM8-reseptorit ja endokannabinoidireseptorit (CB1 ja CB2) osana ihon rakennetta. Mukaillen Iftincan & Altierien (2020) alkuperäistä kuvaa.	68
Kuvio 16: lannasta peräisin olevan raaka-aineen käyttöön vaikuttava keskeinen lainsäädäntö ja valvovat viranomaiset.	74

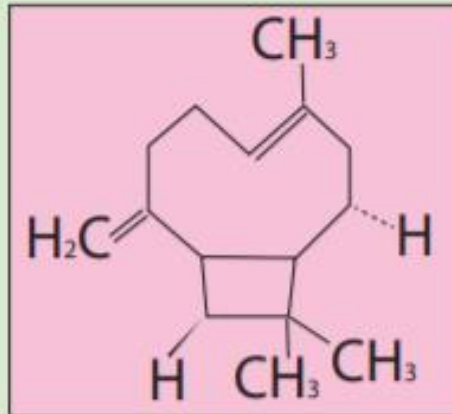
Taulukot

Taulukko 1: Lannan käsittelyyn, varastointiin, käyttöön ja hävittämiseen liittyvä lainsäädäntö	36
Taulukko 2: Artikkeleiden koodauksessa käyttämäni lyhenteet ja koodatut artikkelit.	43
Taulukko 3: TRPM8-reseptorin salpaamisen vaikutukset ja niiden esiintyminen tutkimusaineiston artikkeleissa.	47

Liitteet

Liite 1: Tuloksia kuvaavat posterit	96
---	----

2a: Mitkä ovat karyofylleenin kemialliset ominaisuudet ja esiintyminen/lähteet?



Karyofylleeni on kemialliselta rakenteeltaan seskviterpeeni. Seskviterpeenien rungossa on 15 hiiliatomia.

Karyofylleenimolekyyli on erittäin jännittynyt, mikä johtuu sen rengasrakenteesta ja molekyylien välisistä sidoskulmista. Tämän takia se on melko epästabiili ja hapettuu helposti.

Karyofylleeni on yleinen luonnossa esiintyvä yhdiste. Terpeenit toimivat usein tuoksujen ja makujen muodostajina, pigmentteinä ja hormoneina. Näiden ominaisuuksien takia ne ovat kiinnostavia tutkimuskohteita monella teollisuuden alalla, erityisesti elintarvike- ja kosmetiikkateollisuudessa, sekä kemian-, lääke- ja kumiteollisuudessa.

Karyofylleenin esiintyminen:

Kasvit, ja erityisesti niiden eteeriset öljyt: pippuri, sitruunamelissa, ylang-ylang, kehäkukka, laventeli, oregano, salvia, basilika, neilikka ja kannabis sativa.

Jotkut eläimet ja mikro-organismit tuottavat karyofylleeniä aineenvaihdunta-tuotteenaan.

Karyofylleenin tuottamisesta biosynteettisesti *Escherichia coli* -bakteerikannan avulla on tehty viime vuosina runsaasti tutkimuksia, joista on saatu lupaavia tuloksia.

2b: Mitä ominaisuuksia karyofylleenillä olisi kosmeettisen tuotteen raaka-aineena?

Tulehdusta estävä ja antimikrobinen vaikutus:

- hyvä akneihon hoidossa
- parantaa tuotteen säilyvyyttä

Antioksidanttivaikutus:

- auttaa suojaamaan ihoa oksidatiivista stressiä vastaan
- hidastaa ihon veltostumista
- vähentää pigmenttimuutosten syntymistä

Vaikutus ihoon ihon endokannabinoidijärjestelmän kautta:

- toimii ihon homeostaasin ja läpäisyesteen ylläpitäjänä
- jos epätasapainossa, seurauksena kutinaa, ihottumaa, aknea ja pigmenttimuutoksia
- endokannabinoidijärjestelmä vaikuttaa myös hiusten kasvuun

Tyrosinaasientsyymin inhibiittori:

- ennaltaehkäisee pigmenttimuutoksia

Haavojen paranemisen tehostaja:

- auttaa nopeuttamaan ihon uusiutumista

2c: Mitä ominaisuuksia karyofylleenillä olisi lämpövoiteen raaka-aineena (CE-merkitty lääkinnällinen laite tai lääke)

Salpaa TRPM8-reseptorien eli kylmäreseptorien toimintaa.

Vähentynyt kylmäreseptorien toiminta johtaa heikentyneeseen kylmän- ja kivuntuntemukseen.

Voi aiheuttaa lisääntynyttä kuumantuntemusta, mutta myös epämiellyttävää tunnetta.

Kylmäallodynian sekä hermovaurio- ja tulehduskivun lievittäjä.

Vaikutuksia pitäisi tutkia vielä lisää.

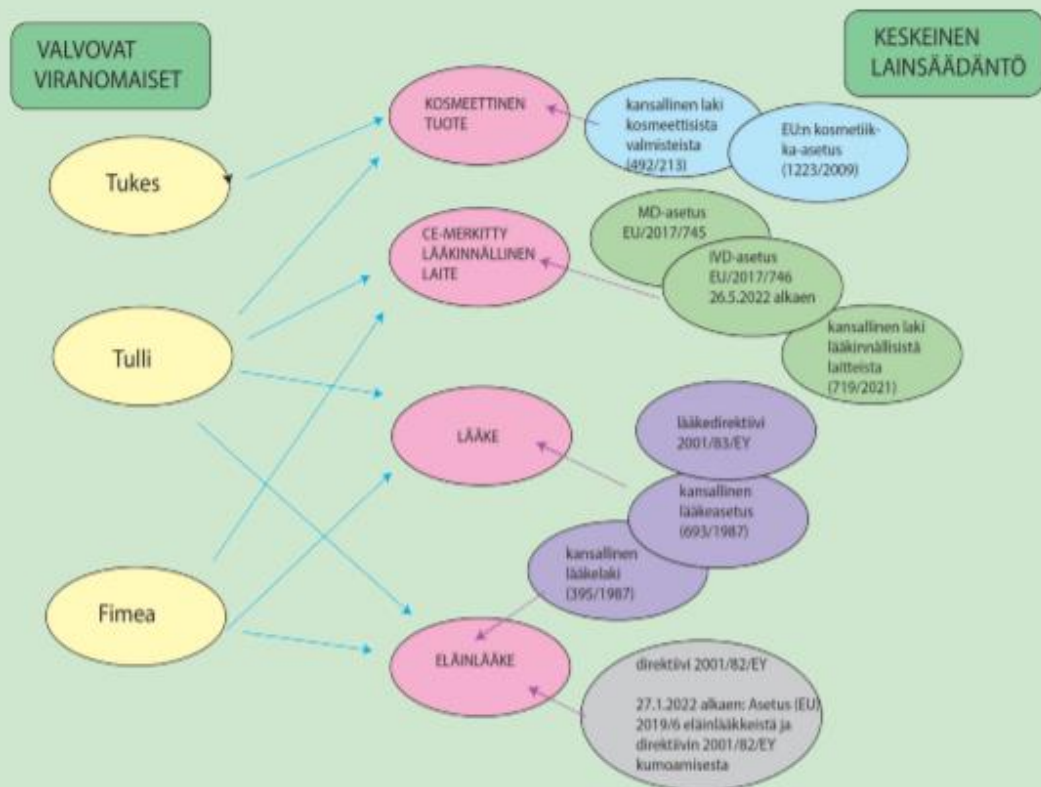
2d: Mitä säädöksiä liittyy lannasta eristettävän ka-ryofyllleenin käyttöön kosmeettisen tuotteen tai läm-pövoiteen raaka-aineena?

Sivutuoteasetuksen (EY 1069/2009) mukaan yhteisön muussa lainsäädännössä säänneltyjä eläinperäisistä sivutuot- teista johdettuja tuotteita ja niiden markkinoille saattamista koskee johdettujen tuotteiden oma lainsäädäntö. Tällai- sia tuotteita ovat kosmeettiset valmisteet, lääkkeet, eläinlääkkeet ja lääkinnälliset laitteet.

Suomessa, kuten muuallakin Euroopassa, kosmeettisia valmisteita ja niiden markkinointia säädelään EU:n kosme- tiikka-asetuksella (1223/2009/EY).

CE-merkittyjä lääkinnällisiä laitteita säädelään EU:n asetuksella (2017/745).

Lääkediirektiivissä (2001/83/EY) on määritelmä lääkeaineelle, lääkkeelle ja aineelle.



2e: Karyofylleenin eristäminen lannasta. Mitkä ovat eristämisvaihtoehdot ja -kustannukset?

Tällä hetkellä karyofylleenä eristetään kasvimateriaalista. Ongelmana on kuitenkin sen vähäinen pitoisuus ja talteenoton suhteellisen korkeat kustannukset, jotka tekevät karyofylleenin taloudellisen tuotannon usein kannattamattomaksi.

Perinteinen tapa eristää karyofylleenä ja muita terpeenejä kasveista on vesihöyrytisläus. Muita mahdollisia tisläusmenetelmiä ovat kuivatisläus ja hydrodiffuusio.

Karyofylleenä voidaan eristää kasvimateriaalista myös erilaisilla uuttomenetelmillä.

Yksi mahdollinen karyofylleenin eristämistapa on kaasukromatografia.

Oletettavasti näitä samoja eristämistapoja voitaisiin käyttää karyofylleenin eristämiseen hevosenlannasta.

Eristämisen kustannukset jäivät selvittämättä, koska ei löytynyt laboratoriota, joka olisi voinut toteuttaa eristämisen. Samasta syystä jäi selvittämättä se, minkälaisena pitoisuutena karyofylleenä esiintyy lannassa.