



KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Riikka Rahikainen

JUURIKÄÄVÄN TUNNISTAMINEN KOIRAN HAJUAISTIN AVULLA

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2015

	<p><b>OPINNÄYTETYÖ</b>  <b>Kevät 2015</b>  <b>Maaseutuelinkeinojen</b>  <b>koulutusohjelma</b>  Sirkkalantie 12 A 2  80100 Joensuu  Puh. (013) 260 6900</p>
<p>Tekijä  Riikka Rahikainen</p>	
<p>Nimeke  Juurikäävän tunnistaminen koiran hajuaistin avulla  Toimeksiantaja  Metsäntutkimuslaitos</p>	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Kuusenjuurikäpä aiheuttaa vuosittain 40 miljoonan euron tappiot metsäteollisuudelle ja metsänomistajille. Juurikäävän torjunta talousmetsissä on tärkeintä sellaisilla alueilla, jonne se ei ole vielä levinnyt. Tässä opinnäytetyössä selvitettiin voiko koiran kouluttaa tunnistamaan kuusenjuurikäävän hajuaistin avulla.</p> <p>Opinnäytetyön tekijän koira koulutettiin tunnistamaan agarmaljalla kasvatetut juurikäävän kuromaitiöt laboratorio-olosuhteissa. Koulutusmenetelmänä käytettiin operanttia ehdollistamista. Koiran koulutuksen eteneminen videoitiin.</p> <p>Kolmen kuukauden koulutusjaksolla koira oppi tunnistamaan juurikäävän kuromaitiöt häiriöhajujen joukosta hajuerotteluradalta. Häiriöhajuina käytettiin puhdasta agarmaljaa sulkemassa pois agarin hajua, näytteiden teossa käytettyjä kertakäyttöisiä kumihanskoja sekä alkukoulutuksessa käytettyä lasipurkkia.</p> <p>Jatkotutkimuksissa juurikäävän esiintymisen ja levinneisyyden kartoittamisen koiran hajuaistin avulla voisi tehdä maastokohteissa. Muita mahdollisia jatkotutkimusaiheita olisi tuhoeläinten kartoittaminen metsissä ja vieraslajien havainnointi viljelyksissä sekä lehmiä asetonitaudin havaitseminen karjassa.</p> <p>Metsämiesten säätiö myönsi opinnäytetyölle apurahan.</p>	
<p>Kieli Suomi</p>	<p>Sivuja 30</p>
<p>Asiasanat  juurikäpä, koira, hajuaisti, tunnistaminen</p>	

	<p><b>THESIS</b>  <b>April 2015</b>  <b>Degree programme in Rural Industries</b>  Sirkkalantie 12 A 2  FIN 80100 Joensuu  Tel. 358-013-260 6900</p>
<p>Author  Riikka Rahikainen</p>	
<p>Title  Recognizing Annosus Root Rot via Canine Olfactory</p> <p>Commissioned by</p>	
<p>Abstract</p> <p>Annosus root rot causes annual losses of EUR 40 million for the forest industry and forest owners. The fight against root rot in commercial forests is the most important in the areas where it has not yet spread. This thesis investigated whether a dog can be trained to recognize annosus root rot in olfactory form.</p> <p>In this thesis dog was trained to recognize root rot Conidia grown on an agar plate in laboratory conditions. In training method was operant conditioning. Dog training progress was videotaped.</p> <p>In the three-month training period, the dog learned to separate the root rot Conidia in the line of disorder odors.</p> <p>A topic for further research would be teaching a dog to find annosus root rot in a forest. Other possible topics for further research would be identification of pests in forests and alien species detection in crops and ketosis detection of the herd.</p> <p>The thesis was awarded grant by Metsämiesten Säätiö Foundation</p>	
<p>Language Finnish</p>	<p>Pages 30</p>
<p>Key words</p> <p>annosus root rot, dog, olfactory detection</p>	

Nimiö

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

1	Johdanto .....	10
1.1	Taustaa .....	10
1.2	Toimeksiantaja .....	11
2	Tietoperusta .....	12
2.1	Juurikäypä .....	12
2.2	Hajuerottelukoirien historia ja nykypäivä .....	15
2.3	Koirien hajuaisti .....	16
2.4	Operantti koulutusmenetelmä .....	17
3	Prosessin kuvaus .....	20
3.1	Näytteiden valmistus .....	20
3.2	Koulutettava koira .....	22
3.3	Koiran koulutus .....	23
3.4	Koulutuksen tulos .....	26
4	Päätäntä .....	27
4.1	Oppimisprosessi .....	28
4.2	Toimenpidesuositukset ja jatkotutkimusaiheet .....	28
	Lähteet .....	30

## Kuvat, taulukot ja videot

- Kuva 1. Kuusenjuurikäävän levinneisyys
  - Kuva 2. Näytepurkki
  - Kuva 3. Ei-toivottua hometta näytteessä
  - Kuva 4. Agarmaljalla kasvatettuja kuromaitiöitä
  - Kuva 5. Koulutustilana toiminut huone ja hajuerottelurata
- 
- Taulukko 1. Kriteerit käytökselle ”koira koskee kohdetta”
  - Taulukko 2. Koiran koulutussuunnitelman kaavio
- 
- Video 1. Viksun alkuopetus
  - Video 2. Ilmaisun alkuvaihe
  - Video 3. Kolmen hajun erottelu ja koulutuksen käytänteitä

# 1 Johdanto

## 1.1 Taustaa

Kuusenjuurikäpää (*Heterobasidion parviporum*) on yleisin havupuiden juuristotauteja aiheuttava kääpäsuku. Kuusenjuurikäpää aiheuttaa valtaosan Etelä-Suomen kuusikoiden tyvilahoista (n. 80 %). Kuusenuurikäävän tuhoamaa puuainesta ei voi käyttää teollisuuden prosesseissa. Kuusenjuurikäpää aiheuttaa vuosittain noin 40 miljoonan euron tuhot metsätaloudelle. Juurikäpäää tavataan Lappia myöten, mutta sen esiintyminen on yleistä Joensuu-Kokkola-linjan eteläpuolella. Juurikäävän torjunta talousmetsissä on tärkeintä sellaisilla alueilla, jonne se ei ole vielä levinnyt.

Koirien hajuaistia on käytetty yhteiskunnan palvelemiseen jo vuosikymmeniä. Hajuerottelukoirat etsivät huumeita, aseita, palopaikkojen alkulähteitä ja jopa väärrennettyjä passeja. Koirien käyttö perustuu niiden hajuaistin yliveraisuuteen; koirat pystyvät havainnoimaan pieniäkin hajueroja ja käymään läpi nopeasti laajoja alueita.

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön malli on kehittämistyö. Kehittämistyön tarkoituksena on selvittää, miten koiran voisi opettaa ilmaisemaan juurikäävän esiintyminen häiriöhajujen joukosta. Opinnäytetyön aikana saatu tieto ja havainnot koiran koulutuksesta, näytteiden valmistamisesta sekä niiden käytöstä antavat pohjan myöhemmin mahdollisesti toteutuvalle tieteelliselle tutkimukselle, johon osallistuvat Winnovan hajuerottelukoulutuksen läpikäyneet koirakot ja Metsäntutkimuslaitoksen tutkijat.

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Metsäntutkimuslaitos (METLA). Hajuerottelukoulutus suunnitellaan yhdessä Länsirannikon Koulutus Oy Winnovan hajukoirakouluttajien Tommi Wirenin ja Keijo Kodiksen kanssa. Koiran koulutusmenetelmänä on operantti ehdollistaminen positiivisin vahvistein. Menetelmä valittiin,

koska sitä on käytetty tieteellisissä eläintutkimuksissa ja siten mahdollistaa vertailun eri tutkimusten kesken. Operantti ehdollistaminen on myös eettisin koulutusvaihtoehto, sillä koiralla on koko ajan mahdollisuus vaikuttaa koulutustapahtumaan.

Sain idean opinnäytetyön aiheesta ensimmäisen vuoden metsänhoitokurssilla, jossa käytiin lävitse metsien tuholaiset. Mietin, voisiko koiran hajuaistista olla hyötyä metsän suojelussa. Olin samoihin aikoihin myös tutustumaan perinpohjaisesti operanttiin koulutukseen ja kävin ID-hajutunnistuskurssia Koirapalvelu Visiossa eläinten kouluttaja Sari Paavilaisen opissa. Tiesin myös, että Länsirannikon Koulutus Oy Winnovan hajuerottelukouluttajat olivat lanseeranneet taitonsa virkakoirakouluttajien lisäksi harrastajille, joten koulutuksellinen avun saanti olisi mahdollista.

Opinnäytetyö on uusi avaus juurikäävän levinneisyyden kartoittamiseen ja sen mahdollisen leviämisen estämiseen. Metsämiesten säätiö myönsi opinnäytetyölle apurahan.

## **1.2 Toimeksiantaja**

Opinnäytetyön toimeksiantajaksi sain Metsäntutkimuslaitoksen eli Metlan. Opinnäytetyö tehdään Metlan metsäpatologian asiantuntijan (FL Seppo Nevalainen) ja ympäristövaikutustutkijan (FT Jukka Alm) kanssa.

Koirankoulutusosuudessa yhteistyötahona toimi Länsirannikon Koulutus Oy Winnova. Winnovassa järjestettävän hajuerottelukoulutuksen kohderyhmänä ovat viranomaiset, jotka toimivat koirien kanssa erilaisissa tehtävissä ja muut ammattilaiset, joilla on mahdollisuus käyttää työssään apuna koira sekä kokeneet koiraharrastajat.

Winnovassa hajuerottelukouluttajina toimivat Tommy Wiren ja Keijo Kodis. Eläinten kouluttaja Tommy Wiren on operantin koulutusmenetelmän asiantuntija, joka toimii kouluttajana ja luennoitsijana kaikilla eläinalan sektoreilla. Keijo Kodiksella

on takanaan 27 palvelusvuoden kokemus koiranohjaajien ja virkakoirien kouluttamisesta puolustusvoimien sotakoirien koulutuskeskuksesta Niinisalossa kouluttajana ja osaston johtajana. Työssään hän keskittyi erikoisetsintäkoirien osalta erityisesti ase- ja räjähdysaine-etsintä sekä huumekoirien kouluttamiseen.

## **2 Tietoperusta**

### **2.1 Juurikäpä**

Juurikäävät ovat pohjoisen havumetsävyöhykkeen taloudellisesti vahingollisimpia taudinaiheuttajia. Borealisella havuvyöhykkeellä tavataan kymmenen juurikääpäälajia, joista Suomessa esiintyy kaksi, männyn- ja kuusenjuurikäpä. Metsätalouden aiheuttamat muutokset metsän ekosysteemissä on luonut juurikäävälle otollisen ympäristön; sitä esiintyy talousmetsissä runsaammin kuin luonnonmetsissä. (Muller, Piri & Hantula 2012, 312.)

Juurikäpä pystyy käyttämään ravinnokseen kaikkia puuaineen komponentteja eli ligniiniä, selluloosaa ja hemiselluloosaa. Laho puu ei kelpaa sahatavaraksi ja selluloosan hajoaminen pilaa puun sellun ja paperin raaka-aineena. Hemiselluloosan hajoaminen vähentää puun arvoa kemianteollisuudessa, joten juurikäävän lahottama puu voidaan käyttää vain polttopuuksi. (Schild 2014.)

Juurikäävän rihmasto voi tuottaa uusia itiöemiä monta vuotta, jopa vuosikymmeniä. Juurikäpäitiöt laskeutuvat pääosin sadan metrin säteelle itiöemästä, mutta pieni osa voi lentää otollisten ilmavirtauksien mukana kymmeniä, jopa satoja kilometrejä. Metlassa tehtyjen tutkimusten mukaan suomalainen kuusenjuurikäpäpopulaatio eroaa hyvin vähän keskieurooppalaisista populaatioista. Kaukokulkeutuvien geenien tarjonta lisää omalta osaltaan populaation mukautumiskykyä. (Muller, Piri & Hantula 2012, 313.)

Juurikäpä leviää metsään itiöiden avulla. Itiöt tarvitsevat kasvualustaksi tuoretta puuta eli vasta kaadettujen puiden kantoja tai puuaineksen paljastavia vaurioita. Itiötartunnan seurauksena metsään syntyy uusi juurikäpäyksilö, joka leviää

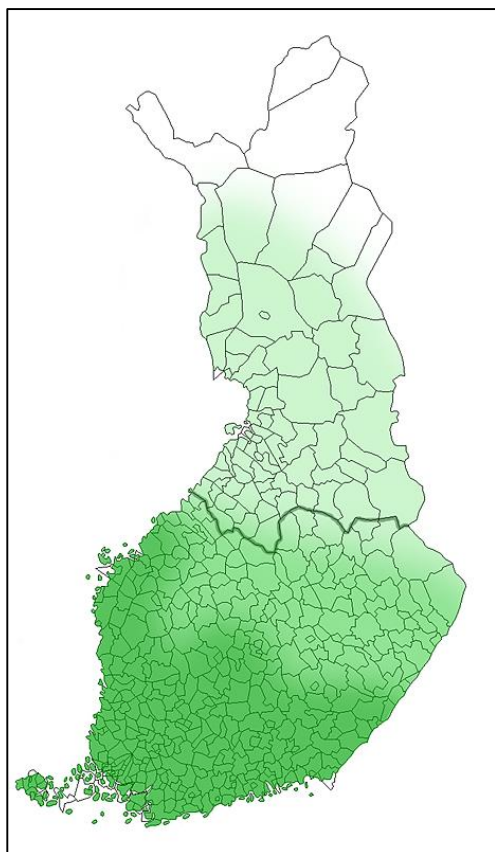


myös rihmastona juuriyhteyksien kautta lähialueiden puihin. Itiöt voivat tartuttaa huonokuntoisia ja vaurioituneita puiden juuria myös kulkeutumalla valumavesien mukana. (Piri 2014, 111.)

Tuore kantopinta ja kasvaviin puihin hakkuissa syntyvät vauriot tarjoavat hyvän leviämistien juurikäävälle. Juurikäävän itiöemä tuottaa runsaasti ilmavirtauksien kautta leviäviä itiöitä kun lämpötila kohoaa yli nollan asteen. Talvella itiöitä ei muodostu ja kevätauringon kuivattama kannonpinta ei ole otollinen kasvualusta itiöille. (Muller, Piri & Hantula 2012, 312.)

Elävää puuta lahottava juurikääpä koetaan pahimpana metsätalouden ongelmana Euroopassa, Etelä-Siperiassa sekä osissa Pohjois-Amerikkaa. Pohjoisissa havumetsissä juurikääpä on harvinainen, ja ikiroudan alueella se puuttuu kokonaan. Lämpimän vyöhykkeen metsissä ja eteläisellä pallonpuoliskolla se on harvinainen tai sitä ei ole tavattu koskaan. (Korhonen & Lipponen 2001, 454.)

Suomi on kuusenjuurikäävän levinneisyyden pohjoisrajalla ja toistaiseksi juurikäävän aiheuttamat tuhot kuusella (kuva 1) rajoittuvat maan eteläosien kivennäismaille. Kesäaikaisten hakkuiden ja ilmaston lämpenemisen seurauksena on odotettavissa että tuhoalue laajenee pohjoisemmaksi, ellei juurikäävän torjuntaa tehdä riittävässä laajuudessa. (MetINFOb, 2014.)



Kuva 1. Kuusenjuurikäävän levinneisyys pääpiirteissään. Tummanvihreällä alueella sienen aiheuttamat tuhot ovat suurimmat (Kuva: Kari Korhonen).

Kansainvälisen ilmastopaneelin ennusteen mukaan talvet lyhenevät tämän vuosisadan aikana, talviaikaiset sateet lisääntyvät sekä kasvukauden lämpötila nousee. Nämä tekijät edistävät monien taudinaiheuttajien, kuten juurikäävän, leviämisen- ja elinmahdollisuuksia. Muutoksen ennakoiminen on tärkeää, jotta torjuntatoimia voidaan ajoissa tehostaa ja kohdentaa. (Muller, Piri & Hantula 2012, 312.)

Luonnonmetsässä juurikäävän itiöt jäävät häviölle kilpailevien sienten paineessa ja tämän kaltaista luonnonmukaista torjuntaa tehdään nyt levittämällä tuoreille sahauspinnoille harmaaorvakkasienestä valmistettua itiösuspensiota (Niemelä 2005, 14). Juurikäävän torjuntaan on myös mahdollista saada Kemera-tukea. Kemera-tuki maksetaan hakkuutyön tekijälle riskialueilla, jos hakkuukuvio täyttää rahoitusehdot. Rahoitus korvaa torjunta-ainekustannukset sekä työtuen hakattujen kuutiometriä mukaan. Myös toteutusselvityksen laatimiskustannukset korvataan, arvonlisävero peritään metsänomistajalta. Itiösuspension ongelmana on, että sitä ei voi levittää korjuussa tapahtuneille ajovaurioille, joiden kautta itiöt pääsevät pesiytymään.

Juurikäpää torjutaan myös kantojen nostamisella hakkuun jälkeen. Juurikäpärhymasto tosin säilyy sitkeästi hyvinkin pienissä juurenkappaleissa ja on valmis leviämään niistä edelleen seuraavan puusukupolven taimiin. Myös kantojen varastoautoista juurikäpää voi levitä otollisissa olosuhteissa ympäröiviin metsiin. (Muller, Piri & Hantula 2012, 314 - 315).

## 2.2 Hajuerottelukoirien historia ja nykypäivä

Koiria on käytetty paikantamaan erilaisia hajunlähteitä jo vuosikymmeniä. Hajuerottelukoirat etsivät mm. räjähteitä, huumeita, palopaikkojen alkulähteitä ja jopa syöpiä. Suurin etu koirien käyttämisessä hajujen paikantamiseen on kirjallisuuden mukaan koirien pitkälle kehittynyt hajuaisti, pienienkin hajurojen erotte-lukyky, kyky käydä läpi nopeasti laajoja alueita sekä tarkkuus paikannuksen suh-teen. (Leitch, Anderson, Kirkbridge, & Lennard 2013, 92.)

Hajuerottelukoirien koulutuksen historia on yllättäen pitkälti suomalainen inno-vaatio. Geologinen tutkimuskeskus aloitti ennakkoluulottoman kokeilun malmin-etsintäkoirien koulutukseen vuonna 1962. Koiran kouluttajana toimi tunnettu pal-veluskoiramies, Helsingin palveluskoiraharrastajain puheenjohtaja Pentti Matts-son. Koirien käyttö hajuerottelussa oli silloin aivan uutta ja Pentti Mattsson joutui kehrittelemään koulutussysteeminsä alusta alkaen yksinään. (Valkama 2008, 1.) Koulutusmenetelmänä Pentti Mattsson käytti klassista ehdollistamista. Hän opetti koiran ensin etsimään palloja ja leluja käyttäen palkkiona kehumista ja silittä-mistä, lopulta siirtyen malmikiven piilottamiseen ja etsimiseen. Malmikiven etsintä perustuu kiisupitoisen malmin voimakkaaseen hajuun. Malmin haju johtuu sulfi-dimalmien rapautuessa syntyvistä kaasuista, joissa on rikkidioksidia ja rikkivetyä. Kenttäkokeissa todettiin koiran pystyvän hyvissä olosuhteissa haistamaan mal-min metrien paksuisen irtomaakerroksen läpi. Lumi ei estänyt koiraa haistamasta malmia, mutta käytännössä malmikoiria käytettiin kesäaikaan, jolloin liikkuminen luonnossa oli helppoa. (Valkama 2008, 2).

Geologinen tutkimuskeskus teki useita kenttäkokeita ja hyvien tulosten pohjalta käytti vuosina 1964 -1994 malminetsintäkoiria vakituisesti. Mattssonin tulokset ja

koulutusmenetelmät herättivät huomiota ympäri maailmaa ja 1960-luvun lopulla hänen menetelmiään käyttäen kehiteltiin huumekoirien koulutusta. (Valkama 2008, 5.)

Uusin sovellus metsätieteen alalla on kaarnakuoriaisiin lukeutuvien kirjanpainajien etsiminen hajuerottelukoirien avulla. Kirjanpainajien joukkolisääntymiset ovat myrskytuhojen jälkeen merkittävin metsätaloudellisten tappioiden aiheuttajia Keski-Euroopassa, Norjassa ja Ruotsissa (MetINFOa, 2015). Ilmastonmuutosten aiheuttamat kesien pidentymiset ja lämpenemiset mahdollistavat kirjanpainajien tuottavan kaksi sukupolvea yhdessä kesässä (Muller, Piri & Hantula 2014, 313). Ruotsalainen Annette Johansson koulutti ensimmäiset ruotsalaiset kaarnakuoriaisia etsivät koirat käyttäen lähtöhajuna teollisesti valmistettua kirjanpainajien viestinnässään käyttämää feromoniamia. Vuonna 2014 Ruotsin maataloustieteellisessä yliopistossa aloitettiin neljän vuoden tutkimusprojekti, jonka tarkoituksena on selvittää, mitkä eri hajut indikoisivat eri metsätuhoja, ja opettaa koirat etsimään tuhonaiheuttajia. Annette Johansson toimii projektissa tutkimusteknikkona. (SnifferDogs 2015.)

### **2.3 Koirien hajuaisti**

Koiralla on erilaisia hajureseptoreja noin 900, ihmisellä noin 400. Yksi reseptori ei tunnista vain yhtä hajua, vaan hajun tunnistamiseen voi osallistua usean erilaisen reseptorin yhdistelmä ja näin ollen erilaisten aistittavien hajujen määrä on huima. Hajureseptorit ovat yhteydessä hajuaistinsoluihin, joissa tapahtuva kemiallinen reaktio siirtyy impulssina hermosoluja pitkin aivoihin, joissa varsinainen hajuaistimus syntyy. Nenän limakalvoilla olevat aistinsolut pystyvät uusiutumaan. Koska uusia soluja rakentuu sen mukaan, mitä ärsykeitä on tarjolla, hajuaistia on myös mahdollista kehittää. Hajusolut uusiutuvat 30 - 60 vuorokauden välein. (Viertokangas 2013, 15.)

Hajuaistimukset vaikuttavat aivoissa kahdella tavalla: tietoiseen järjestelmään kuuluvat opitut asiat ja tiedostamattomaan kuuluvat tunteet, muistot ja esimerkiksi lisääntymiseen liittyvät aistimukset. Koska tunteet liittyvät opittuihin asioihin tiedostamattomasti, on tärkeää koiran työskentelymotivaation kannalta käyttää

sellaisia koulutusmenetelmiä, joiden avulla koiran mielentila pysyy positiivisena. Adee Schoon (Schoon 2014) mainitsee Haureka-seminaarissaan pitämässään luennossa, että positiiviseen vahvistamiseen perustuva koulutus tuottaa selvästi tehokkainta koulutustulosta hajukoirakoulutuksessa.

Adee Schoonin (Schoon 2014) käsitteli seminaarissaan myös stressin vaikutusta koiran hajuaistiin. Stressin käsitteleminen on osittain perinnöllistä, mutta siihen liittyy myös emon tiineyden aikaiset stressikokemukset. Muita stressitasoon vaikuttavia tekijöitä ovat sosiaalistaminen ja totuttaminen. Rangaistusten käyttö koulutuksessa lisää stressiä. Hajutyöskentelyssä koira ei saa tuntea liian korkeaa stressiä, koska stressi vaikuttaa jossain määrin myös hajuaistiin. Siksi hakutyöskentelyn kouluttaminen positiivisella vahvistamisella on käytännössä ainoa vaihtoehto – siinä koira pystyy omalla käytöksellään vaikuttamaan ympäristöönsä ja hallitsemaan mahdollisia stressitekijöitä.

Rasvahapotutkija Mikko Griinarin (Griinari 2011) mukaan rasvahapoilla on vaikutusta kehon puolustusmekanismeissa sekä solujen kalvorakenteissa. Solukalvojen toiminnan keskeisiä piirteitä on niiden läpäisevyys ja erilaisten kemiallisten signaalien muodostaminen. Dokosaheksaeenihappo (DHA) vaikuttaa erityisesti aivojen ja silmien kehitykseen. (Griinari 2011.) Rasvahapoilla näyttäisi olevan vaikutus eläinten hajuaistiin. Rottakokeissa DHA rasvahappoa saaneet rotat selvitivät kahden hajun erottelutehtävät vähemmillä virheillä kuin verrokkiryhmän rotat (Greiner, Moriguchi, Huton, Slotnick & Salem 1999).

## **2.4 Operantti koulutusmenetelmä**

Koiria koulutetaan hajuerotteluun kahdella eri menetelmällä: klassisella ehdollistamisella ja operantilla ehdollistamisella (Schoon, Fjellanger, Kjeldsen & Goss 2014). Klassinen ehdollistaminen perustuu siihen, että koiralle opetetaan etsittävä haju esimerkiksi piilottamalla se koiran suosikkileluun, jonka koira saa etsiä. Vähitellen mielikuva hajusta ja lelusta yhdistyy koiran mielessä siten, että kohdehaju saa aikaan toivotun reaktion. Klassista ehdollistamista on käytetty esimerkiksi huumekoirien koulutuksessa.

Operantissa ehdollistamisessa oppiminen tapahtuu toiminnan seurauksena. Halutusta toiminnasta seuraa positiivinen vahviste. Vahvisteet ovat koiran kannalta miellyttäviä ja jollain tavalla palkitsevia. Positiivinen vahviste lisää halutun käytöksen todennäköisyyttä ja kasvattaa koiran motivaatiota. ( Kaimio 2008, 366) Väärästä käytöksestä koulutustilanteessa ei seuraa mitään, sillä palkitsematta jättäminen vähentää kyseistä toimintaa. (Kaimio 2008, 359). Positiiviseen vahvistamiseen perustuva koulutus on stressittömämpää ja edistää siten koiran hyvinvointia (Deldalle & Gaunet 2014).

Yhdysvaltalainen psykologi E.L. Thorndike löysi operantin ehdollistumisen 1910-luvulla, mutta hänen jälkeensä merkittävimmäksi teorioiden käytäntöön soveltajaksi nousi behavioristisen oppimisen näkemyksen oppi-isä B.F. Skinner. Thorndike muovaili kulmakiveksi lain seurannaisvaikutuksista; sen mukaan käyttäytyminen, jonka seuraukset ovat miellyttäviä, esiintyy todennäköisemmin, voimakkaampana ja useammin kuin vaihtoehtoinen käyttäytyminen. B.F. Skinner teki teoriasta myöhemmin tunnetun ja suosituksen. Hän myös sisällytti operantin oppimisen määritelmään käyttäytymisen tai oppimisen vahvistajan eli palkkion. (Viitala 2015.)

Naksutinkoulutus on yksi tapa käyttää operanttia ehdollistamista. Koiralle luodaan ensin miellelyhtymä naksuttimen äänen (sekundäärivahviste) ja palkkion (primaarivahviste) välille. Primäärivahviste on jotain, mitä koira haluaisi ilman koulutustakin. Sekundäärivahviste opetetaan koiralle. (Kaimio 2008, 364 - 367). Käytännössä opettaminen tapahtuu naksauttamalla ja antamalla palkka. Palkkion suunta vahvistaa edeltävää käytöstä ja alussa palkka annetaan naksuttimen suunnasta. Kun koira on ehdollistunut ääneen, naksuttimen avulla pystytään poimimaan juuri oikea toiminta ja palkitsemaan koira pitkänkin etäisyyden päästä (Kaimio 2008, 360).

Koulutettava käytös pilkotaan kriteereihin. Kriteerit (taulukko 1) ovat polku, joka johtaa tavoitteena olevaan opetettavaan käytökseen. Kriteerin nostoa tarkkailaan onnistumisprosentin avulla. Kun koira tekee kriteerin mukaisia käytöksiä 80 % koulutuskerrasta, kriteeriä nostetaan. Lopullisessa käytöksessä tavoitellaan yli 90 %:n kriteeriä. Koulutusta mitataan myös vahvistetiheyden avulla. Vahvistetiheys on tietyn ajan kuluessa annettujen vahvisteiden eli palkkioiden määrää.

Hyvä vahvistetiheys on kuusi vahvistetta 30 sekunnin aikana. Korkea vahvistetiheys tehostaa oppimista. Jos vahvistetiheys laskee, kriteeriä on nostettu liian nopeasti. (Jalander 2014, 14.)

Taulukko 1. Kriteerit käytökselle ” Koira koskee kohdetta”

1. kriteeri	Koira katsoo kohdetta
2. kriteeri	Koira liikahtaa kohdetta kohti
3. kriteeri	Koira etenee kohdetta kohti
4. kriteeri	Koira koskee kohdetta

Koiran oppiessa halutun käytöksen lisätään yksi kerrallaan kesto, etäisyys ja häiriöt. Kestoa lisätään viivästyttämällä naksautusta, aluksi riittää lyhyt viive (1 sekunti). Kestoa lisätään samalla 80 %:n säännöllä vahvistamalla sekä lyhyitä että pitkiä aikoja. Keston lisäämisen aikana ei harjoitella matkan tai häiriöiden lisäämistä. Etäisyys lisätään keston jälkeen hyödyntämällä luonnollisia esteitä tai luonnollisesti kaukana tapahtuvaa toimintaa. Häiriöiden lisäämisessä edetään asteittain kohti voimakasta häiriötä, eikä koira tuoda aluksi liian lähelle häiriötä.

### 3 Prosessin kuvaus

#### 3.1 Näytteiden valmistus

Opinnäytetyö alkoi toukokuussa 2014 tarvittavien hajunäytteiden valmistamisella. Näytteiksi valittiin juurikäpäsiksi aiemmin todettuja, osittain lahonneita kuusenkiekkoja (Punkaharju, level 2 koeala 17). Juurikäpänäytteet valmistettiin Metlan puuverstaassa. Opinnäytetyön tekijä sai tarvittavan opastuksen Metlan henkilökunnalta koneiden ja laitteiden käyttämiseen. Koneiden ja laitteiden sekä tilojen käytöstä tehtiin myös asianmukaiset käyttöluvat.

Opinnäytetyön tekijä kuljetti pakastinhuoneessa säilössä olleet kuusenkiekot yksi kerrallaan lämpenemään puutyöverstaaseen, jossa niistä sahattiin 6-8 kappaletta 4 cm x 4 cm kokoista kuutiota vannesahalla. Kaarnaa eikä tiiviimpää pintakerrosta otettu mukaan. Palojen pinnoille jäi satunnaisia kuulakärki ja tussimerkin- töjä, jotka otetaan huomioon häiriöhajuna testiradalla. Palat laitettiin autoklaavissa steriloituihin, tiiviisiin purkkeihin (kuva 2), jotka merkittiin satunnaisilla numeroilla. Purkin numero ja puunäytteen numero laitettiin listaan, jotta voitiin tarvittaessa tarkistaa puunäytteen alkuperä. Kaikista näytepurkkeissa olevista näytteistä on alkuperäinen puunäyte tallessa pakastinvarastossa. Näytepurkkeja oli yhteensä 101 kappaletta, ja ne vietiin Metlan olosuhdehuoneeseen pahvilaatikoihin pakattuina.



Kuva 2. Näytepurkki (Kuva: Seppo Nevalainen).



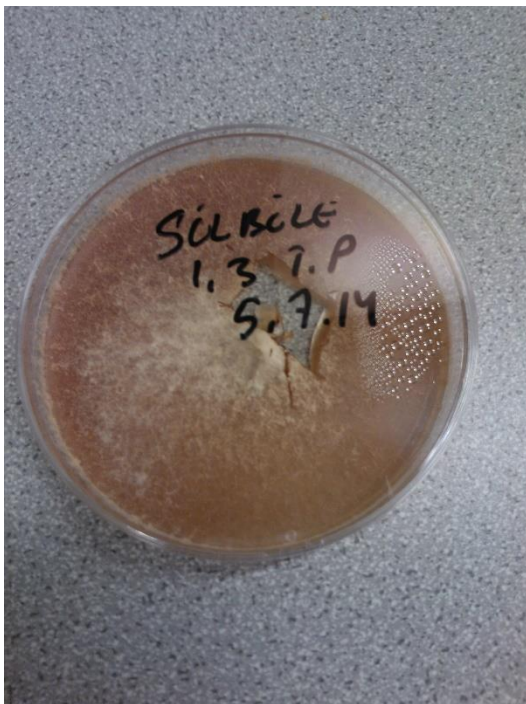
Vannesahan terä vaihdettiin uuteen ennen työn aloittamista. Sahapöytä puhdistettiin paineilmalla aina kiekkojen välillä ja kertakäyttöhanskat vaihdettiin uusiin. Sahapöydällä käytetyt apukapulat näytteiden kuljettamiseen olivat kaikilla näytteillä samat. Kaikilta näytteitä käsitelleiltä ihmisiltä otettiin käsistä sideharsoon pyyhitty hajunäyte häiriöhajuksi hajutunnisteradalle.

Kesäkuussa 2014 huomattiin, että osaan kiekkonäytteitä oli kasvanut ei-toivottuja vieraita homeitiöitä (kuva 3). Silmämääräisesti arvioiden 70 kiekkonäytettä poistettiin ja jäljellä olevat 31 näytettä jätettiin inkuboitumaan Metlan olosuhdehuoneeseen. Kiekkoja kuitenkin päätettiin olla ottamatta mukaan koulutukseen, koska varmuutta vieraista homeitiöistä ei ollut.



Kuva 3. Ei-toivottua hometta näytteessä (kuva: Riikka Rahikainen).

Hajunäytteiksi päädyttiin tekemään kuromaitiöitä, jotka kasvatetaan agarmaljalla (kuva 4). Kuromaitiönäytteet tehtiin Metlan henkilökunnan toimesta ja niiden annettiin kasvaa kolme kuukautta laboratorion steriilissä huoneessa.



Kuva 4. Agarmaljalla kasvatettuja kuromaitiöitä (kuva: Riikka Rahikainen).

### 3.2 Koulutettava koira

Koulutettava oli yksi koira, keskikokoinen villakoira Viksu (syntynyt 2011). Koira on koulutettu vain operantein menetelmin ja hajuerottelun alkeet olivat myös sille koulutettu aiemmin. Koiran valikoituminen tutkimukseen oli yksinkertaista: koira on nopea oppimaan, joten koulutus olisi mahdollista käydä läpi rajatussa ajassa. Koira on myös pieni, sosiaalinen ja helppo kuljetettava julkisissa tiloissa. Tärkein piirre jatkoa ajatellen oli riistavietttömyys, joten sen kouluttaminen kenttäolosuhteissa olisi mahdollista.

Koiran valinnan ongelmakohta oli, että koiralla oli todettu keväällä 2014 autoimmuuni peräinen moniniveltulehdus, joka vaati pitkän kortisonikuurin. Koiran kouluttaminen kortisonikuurin tai sairauden aikana oli eettisesti arveluttavaa, joten koiran kouluttaminen alkoi syksyllä 2014 koiran ollessa oireeton. Koiran sairauden uusiminen oli otettava koko ajan huomioon koulutuksen aikana. Opinnäytetyön tekijän toinen koira, lapinporokoira Morra, sai alkuopetuksen siltä varalta, jos villakoira estyisi sairauden vuoksi osallistumasta koulutukseen.

### 3.3 Koiran koulutus

Koiran koulutus aloitettiin lokakuussa 2014. Koiralle osoitettiin sopiva koulutustila Metlan laboratorio-osasta, entisestä jauhatushuoneesta. Huoneessa (kuva 5) ei ole käytetty kemikaaleja, ja se sijaitti lähellä ulko-ovia. Koiran koulutussuunnitelma alkoi työhuoneeseen tutustumalla ja opettelemalla rauhoittumispaikka. Hajuerottelu on intensiivistä ja väsyttävää, joten koiralle pitää osoittaa mukava tila, jossa se voi levätä koulutussessioiden välillä. Viksun rauhoittumispaikkana oli sen oma kotihäkki, jossa se on tottunut järsimään luitaan ja lepäämään. Häkissä oli oma peitto, jota pystyi käyttämään myös rauhoittumisalustana tarpeen mukaan. Huoneeseen tutustuminen aloitettiin syömällä makupaloja lattialta ja totuttamalla Viksu käytävältä tuleviin ääniin. Viksu kävi myös tutustumassa laboratoriohenkilökuntaan.



Kuva 5. Koulutustilana toiminut huone ja hajuerottelurata

Koira koulutettiin kolme kertaa viikossa: maanantaisin, keskiviikkoisin ja perjantaisin. Koulutussessioita (taulukko 2) oli kolme päivässä, jokaisessa sessiossa oli kolme noin 30 sekunnin opetuspätkää. Koulutussessioiden välissä pidettiin tunnin tauko. Taukojen aikana koira sai rauhoittua ja sen toivottiin jopa nukahtavan.

Harjoittelun lopuksi koira vietiin pitkälle lenkille läheiseen metsään, jossa se sai juosta vapaana.

Taulukko 2. Koiran koulutussuunnitelman kaavio

30 s x 3	tauko 15 min	Sessio
30 s x 3	tauko 15 min	
30 s x 3	tauko 15 min	

Hajuerottelukoiran opetuksessa on kolme vaihetta: ensin opetetaan haluttu haju, sitten ilmaisu ja lopuksi opittu käytös sovelletaan käytäntöön. Hajuerottelussa käytettävät näytteet olivat koulutuksen alussa lasipurkeissa. Koulutuspäivänä ensimmäiseksi valmistettiin käytettävä näyte laboratoriossa. Opinnäytetyön tekijä leikkasi steriloidulla veitsellä kuromaitiökasvustosta näytepalan ja asetti sen koulutuksessa käytettävään lasipurkkiin. Näytepalaa käytettiin vain saman päivän harjoituksiin ja päivän lopuksi näyte tuhottiin. Myöhemmässä vaiheessa koulutuksessa käytettiin kokonaisia kuromaitiömaljoja, joita käytettiin vain saman päivän harjoituksessa.

Halutun hajun opetuksessa tärkein opetettava taito oli nuuskiminen. Koira opetettiin positiivisen vahvistamisen keinoin nuuskimaan ensin tyhjää lasipurkkia. Lasipurkkia pidettiin aluksi kädessä, josta sen paikkaa muutettiin lattialle. Seuraavassa vaiheessa lasipurkkiin laitettiin kuromaitiönäyte ja koira vahvistettiin nuuskimaan näytettä. Seuraavassa vaiheessa lisättiin kohdehajua sisältävän purkin viereen ([video 1](#)) tyhjä lasipurkki. Tyhjä lasipurkki oli sulkemassa pois lasipurkin hajua. Koira sai vahvisteen ja palkkion nuuhkiessaan kohdehajua sisältävää lasipurkkia. Koiran kiinnostuessa tyhjästä lasipurkista vahvistetta ei tullut.

Video 1. Alkuopetus, erottelevana hajuna lasipurkki  
(linkki: <https://youtu.be/LTa2lvxABbA> )

Palkkion suunnalla on myös vaikutusta koiran käytöksen vahvistamiseen, alussa hajuerottelukoulutuksessa palkkio tarjotaan koulutuksessa käytetyn hajun suunnasta. Myöhemmin palkkion suuntaa voi vaihtaa heittämällä palkkio koiran taakse

tai koira voi hakea palkkion kauko-ohjattavasta palkkioautomaatista. Koiran ha-  
kiessa palkkaa on aikaa vaihtaa hajuradalla purkkien paikkaa, ja samalla koira  
pääsee nollaamaan itsensä uutta harjoitusta varten.

Seuraavana erottelevana hajuna käytettiin puhdasta agarmaljan kappaletta lasi-  
purkissa. Koiran erotellessa nämä kaksi liitettiin oikeaan hajuun ilmaisu. Ilmai-  
suksi on hyvä valita mahdollisimman koulutettu käytös. Koiraeläimelle luonnolli-  
set käytökset, kuten haukkuminen, ovat itsessään koiralle palkitsevia käytöksiä  
ja voivat alentaa virheilmaisujen kynnyistä. Ilmaisu koulutetaan valmiiksi käy-  
tökseksi erikseen ja se yhdistetään koulutuksessa kohdehajuun. Ilmaisu liitetään  
koiran haistaessa kohdehajuja sanomalla halutun käytöksen vihjesana. Vihjesana  
jätetään pois ja koira ilmaisee kohdehajun halutulla käytöksellä. Tarkoituksena  
on, että lopulta haju ”käskee” koira ilmaisemaan.

Etukäteen ilmaisuksi oli suunniteltu tiheä kuonokosketus istuen, mutta se osoit-  
tautui epäkäytännölliseksi käytettävissä olevalla hajuradalla. Hajuerotteluradan  
betonisokkelot olivat koiralle liian korkea, sillä koira ei yltänyt istuen kosketta-  
maan kohdetta. Koira opetettiin nousemaan etutassuilla ([video 2](#)) betonisokkelon  
päälle.

Video 2. Ilmaisun alkuvaihe (linkki: [https://youtu.be/hwbya\\_-2Dlo](https://youtu.be/hwbya_-2Dlo))

Opittu käytös eli hajuerottelu sovelletaan käytäntöön piilottamalla kohdehajuja si-  
sällä ja ulkona erilaisiin paikkoihin sekä lisäämällä asteittain erilaisia häiriöhajuja  
ja - tekijöitä. Häiriöhajujen lisääminen tapahtui hajuerotteluradalla. Hajuerottelu-  
rata koostui kolmesta betonisokkelipalasesta. Koira opetettiin etsimään näyte ha-  
juradalta liikkumalla betonisokkelinpalaselta toiselle.

Koira eteni opinnäytetyön aikana kolmen hajun ([video 3](#)) erotteluun. Hajuerotte-  
luradalla kohdehajuna oli juurikäpänäyte lasipurkissa. Häiriöhajuna käytettiin  
agaria sulkemassa pois kuromaitiön kasvatusalustaa sekä lasipurkkia sulke-  
massa pois juurikäpänäytteen lasipurkkia. Häiriöhajuna käytettiin myös kumi-  
hanskoja, joita on käytetty näytteiden valmistamisen yhteydessä sekä metsäluon-  
non hajuja. Kaikissa purkeissa on opinnäytetyön tekijän haju. Koiran ohjaajan

vaikutus koulutustapahtumaan otettiin huomioon koulutussuunnitelmassa vaihtelemalla ohjaajan asemaa suhteessa hajurataan. Ohjaajan katse kohdistettiin joko seinällä olevaan lappuun tai ohjaaja oli selin hajurataan ja katsoi suoritusta videon välityksellä. Koulutussessiot suunniteltiin etukäteen ja hajuradalla olevien näytteiden esiintymisestä tehtiin satunnaistaulukko, jonka mukaan näytteet aseteltiin radalle.

Video 3. Hajuerottelu kolmella hajulla. sekä koulutuksen käytänteitä (linkki: <https://youtu.be/GULx9hf5U5g>)

Hajuerottelutyöskentelyn lopuksi koira voidaan testata tuplasokkotestissä, jolloin koiranohjaaja eikä kokeessa avustava henkilö tiedä näytteiden sisältöä. Koiran reaktio merkittäisiin ylös purkkikohtaisesti. Tuplasokkotestissä käytetyt juurikäpänäytteet tarkastettaisiin stereomikroskoopilla kuroma-asteen löytämiseksi. Puunäytteistä määriteltäisiin lahoisuusaste. Myös negatiivisista puunäytteistä tehtäisiin maljaviljely laittamalla pieniä aseptisesti otettuja näytetikkuja agarmaljalalle. Maljoja inkuboitaisiin 14 -21 vrk, jonka jälkeen ne tarkastettaisiin stereomikroskoopilla kuten edellä. Tässä opinnäytetyössä ei tuplasokkotestausta järjestetty.

### **3.4 Koulutuksen tulos**

Koira oppi käytetyllä menetelmällä erottamaan juurikäävän kuromaitiön häiriöhajujen läsnä ollessa hajuradalla. Koiran koulutukseen kului kolme kuukautta, loka-kuusta joulukuuhun. Joulukuun puolivälistä tammikuun puoliväliin pidettiin koulutustaukoa, jonka aikana koiran suoritusvarmuus taantui. Koiran epävarmuuden arvellaan johtuneen joko liian nopeasti liitetystä ilmaisusta tai kuukauden kestäneestä tauosta. Koulutusta jatkettiin palaamalla taaksepäin koulutusohjelmassa ja liittämällä ilmaisu uudelleen. Maaliskuussa koira alkoi oireilla uudestaan moniniveltulehdusta ja koulutus keskeytettiin. Keskeytyksestä johtuen lopputavoitteeseen eli sokkotestaukseen ei päästy.

## 4 Päätäntä

Kehittämistyön koulutusosio videoitiin ja kaikista treenisessioista merkittiin onnistumisprosentteja ja vahvistetiheyksiä. Kirjanpidon tarkoituksena on olla läpinäkyvä ja mahdollistaa tutkimuksen vertailu aikaisempiin ja tuleviin tutkimuksiin. Näytteiden valmistaminen tehtiin laboratorionkäytänteiden mukaan ja niissä otettiin jatkuvasti huomioon mahdollinen kontaminoituminen. Hajuerottelussa kontaminoitumisen mahdollisuus pitää aina ottaa huomioon. Opinnäytetyössä kontaminaatio pyrittiin sulkemaan pois hajuerotteluradalla häiriöhajujen muodossa sekä näytteiden huolellisella käsittelyllä.

Koiralla oli ollut samana vuonna moniniveltulehdus, jota hoidettiin pitkällä kortisonilääkityksellä. Koiralla ei koulutuksen aikana ollut lääkitystä ja koulutus lopetettiin koiran alkaessa oireilla uudestaan. Kortisonilääkityksen vaikutusta koiran hajuaistiin ei tunneta, eikä sitä kuinka pitkään mahdollinen haittavaikutus voi ilmetä. Tämä tulee huomioida tutkimustulosten vertailussa.

Eläinten käyttäminen tutkimuksissa pitää aina alistaa tarkastelulle eläinten hyvinvoinnista. Eläimelle on taattava monipuolinen ravinto, mahdollisuus lepoon ja toimimiseen sekä mahdollisuuteen toteuttaa lajityypillistä käyttäytymistä. Koulutettavalla eläimellä tulee olla mahdollisuus omalla käyttäytymisellään vaikuttaa koulutuksen kulkuun. Sairaana eläimen kouluttaminen on eettisesti arveluttavaa. Koirien käyttämisessä työtehtävissä ja tutkimuksissa pitää aina huomioida, ettei ohjaajan omat kunnianhimot ja intressit mene eläimen hyvinvoinnin edelle. Opinnäytetyötä tehdessäni tuli ilmi, että sairauksien ja lääkitysten vaikutusta koirien hajuaistiin ei tiedetä. Adee Schoon (Schoon 2014) viittaa Cushingin tautiin, kenenelyskään sekä antibiootteihin, jotka aiheuttavat muutoksia hajuaistissa.

Viksu villakoira on luonteeltaan vilkas ja reagoi ärsykkeisiin nopeasti. Viksun kaltaiset koirat ovat stressioireille herkkiä, joten koiran hyvinvoinnin kannalta koulutus suoritettiin mahdollisimman alhaisilla stressitekijöillä. Joulukuun alussa koira alkoi osoittamaan stressaantumisen oireita, jolloin mukaan otettiin myös perheen

vanhempi koira: läpeensä rauhallinen lapinporokoira Morra. Morra toimi rauhoittavana tekijänä, ympäristön äänin reagointi loppui ja Viksu pystyi keskittymään paremmin.

#### **4.1 Oppimisprosessi**

Koiralle olisi ollut hyvä kouluttaa hajuerottelu ensin jollain muulla kuin kohdehajulla. Opittuaan yhden kohdehajun erottelun luotettavasti, koiralle voidaan kouluttaa uusi eroteltava haju nopealla koulutuksella, ilman että aiemmin koulutetut hajut kärsivät (Williams & Johnston 2002, 55). Kouluttaminen olisi siten onnistunut myös kotona ja joulukuussa olevan loman aikana. Suunnitelmasta luovuttiin opinnäytetyölle asetetun ajan rajallisuuden vuoksi, mutta niin olisi kannattanut tehdä. Jos tutkimuksen alussa olisi ollut enemmän tietoa sairauksien ja lääkkeiden vaikutuksesta koiran hajuaistiin, opinnäytetyön tekijän toinen koira olisi koulutettu hajuerotteluun.

Yhteistyötaho Winnovan hajukoirankouluttajat suosittelivat osallistumaan heidän järjestämilleen koulutusviikonlopuille koiran ilmaisuvarmuuden heikentyessä. Opinnäytetyön tekijän muut opinnot ja henkilökohtaiset velvollisuudet kuitenkin estivät matkat. Kouluttajien antaman henkilökohtaisen opastuksen avulla ongelmakohdista olisi mahdollisesti selvitty nopeammin.

#### **4.2 Toimenpidesuosituksukset ja jatkotutkimusaiheet**

Opinnäytetyön tekijän koira ei ehtinyt suorittaa loppuun hajuerottelua opinnäytetyön rajoissa, mutta jatkotutkimusten kannalta tällä ei ole merkitystä. Länsirannikon Koulutus Oy Winnova on valmis yhteistyöhön opinnäytetyön aikana saatujen tulosten viemiseksi käytäntöön. Heillä on yhteydet useisiin kymmeniin eri puolilla Suomea toimiviin, yleisen erottelukoulutuksen saaneeseen koirakkoihin, joille uusi tunnistettava haju voidaan opettaa lyhytkestoisella opetusjaksolla. Tämä joukko on valmis testaamaan juurikäävän erottelua Metlan koealoilla, joissa juurikäävän esiintyminen tunnetaan puukohtaisesti. Samalla tulee luoduksi verkosto juurikäävän erotteluun kykenevistä koirista kautta Suomen.



Eriyisen tärkeää olisi kehitellä ratkaisuja juurikäävän levinneisyyden estämiseksi, ei pelkästään metsäkuviolta toiselle, vaan myös juurikäävän levinneisyysalueelta pohjoiseen päin. Voisiko koiria käyttää levinneisyyden tarkkailussa juurikäävän tunnetun levinneisyyden rajoilla?

Juurikäpänäytteiden valmistamista hajukoirien koulutukseen pitäisi kehitellä edelleen, olisiko mahdollista valmistaa nestemäinen entsyymi? Tai käyttää tuoreita näytteitä? Näytteiden säilyminen kuljetusten aikana pitää varmistaa, samoin ottaa hajunäytteet kaikilta näytteiden kanssa tekemisissä olleilta. Maastosta otetuista puukiekoista pitäisi myös varmentaa juurikäävän esiintyminen laboratoriossa.

Hukkakauran havainnointi pelloilta olisi yksi mielenkiintoinen ja toteuttavissa oleva sovellus hajuerottelukoiralle. Eviran (Evara 2015a) mukaan hukkakaura aiheuttaa sadonmenetyksiä sekä välillisiä torjuntakustannuksia miljoonien eurojen arvosta vuosittain. Eviran (Evara 2015b) ohjeiden mukaan pelto, joka halutaan tarkastaa hukkakaurattomaksi, pitää kävellä ristiin rastiin ja havainnoida kiikarein hukkakauran varalta. Koira voisi tehdä saman työn hajuaistin turvin nopeasti ja tehokkaasti.

Koiria koulutetaan Suomessa jo lehmien kiimojen tarkkailuun (Lahtinen 2015) ja toinen mielenkiintoinen sovellus olisi lehmien asetonitaudin havainnointi. Asetonitauti ilmenee noin kolme viikkoa poikimisen jälkeen ja ensimmäiset oireet ovat asetonin haju hengityksessä. Asetonitauti heikentää tuotantoa ja alentaa hedelmällisyyttä. (Pyörälä & Tiihonen 2005, 2.) Koiria voisi kouluttaa havainnoimaan lehmien hengityksestä asetonin hajun, minkä jälkeen karjanhoitaja voisi mitata pikatestillä asetonin ja ryhtyä toimenpiteisiin.

## Lähteet

- Deldalle, S. & Gaunet, F. 2014. Effects of two training methods on stress-related behaviors of the dog (*Canis familiaris*) and on the dog-owner relationship. [http://www.journalvetbehavior.com/article/S1558-7878\(14\)00007-0/abstract](http://www.journalvetbehavior.com/article/S1558-7878(14)00007-0/abstract). 31.3.2015.
- Evira. 2015a. Hukkakaura. <http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuo-tanto/hukkakaura/>. 24.2.2015.
- Evira. 2015b. Ohjeita hukkakaurattomuustarkastukseen. [http://www.evira.fi/attachments/kasvintuotanto\\_ja\\_rehut/siemenet/siemenohjeet/oh-jeita\\_hukkakaurattomuus\\_tarkastukseen.pdf](http://www.evira.fi/attachments/kasvintuotanto_ja_rehut/siemenet/siemenohjeet/oh-jeita_hukkakaurattomuus_tarkastukseen.pdf) 31.3.2015.
- Greiner, R.S., Moriguchi, T., Hutton, A., Slotnick B.M. & Salem, N. Jr. 1999. Rats with low levels of brain docosahexaenoic acid show impaired performance in olfactory-based and spatial learning tasks. *Lipids*. 1999; 34, 239 – 43.
- Griinari, M. 2011. Mitä ne rasvahapot oikein ovat? Entä omegat? – rasvahapotutkija selvittää koiran rasvahappotarpeita. <http://www.nutrolin.fi/koirat/wp-content/uploads/2011/08/rasvahapot.pdf> 1.4.2015.
- Jalander, H. 2014. Vanhakin koira oppii uusia temppuja. Poliisikoiraohjaajien käsityksiä operantista ehdollistamisesta ja positiivisesta vahvistamisesta poliisikoirien erikoiskoulutuksessa. Kasvatustieteen pro gradu - tutkielma. Tampereen yliopisto.
- Kaimio, T. 2008. Koirien käyttäytyminen. Porvoo: WS Bookwell OY, 356 - 369.
- Korhonen K. & Lipponen, K. 2001. Juurikäpää – Lajit, levinneisyys ja torjunnan nykytilanne. *Metsätieteen aikakauskirja*, 453 - 457.
- Lahtinen, H. 2015. Koiran voi opettaa ilmaisemaan lehmän hiljaisen kiiman. *Koiramme* 2015: 1 - 2, 38 - 46.
- Leitch, O., Anderson, A., Kirkbridge, K.P. & Lennard, C. 2013. Biological organisms as volatile compound detectors: A Review. *Forensic Science International* 232, 92 - 103.
- MetINFOa. Kirjanpainaja (Ips typographus) [http://www.metla.fi/metinfo/metsien-terveys/lajit\\_kansi/iptypo-n.htm](http://www.metla.fi/metinfo/metsien-terveys/lajit_kansi/iptypo-n.htm). 31.3.2015.
- MetINFOb. Kuusen ja männyn lahovikaisuus ja sen torjunta <http://www.metla.fi/metinfo/metsien-terveys/lahontorjunta/kuusi-juurikaapa.htm>. 1.12.2014.
- Muller, M.M., Piri, . & Hantula J. 2012. Ilmaston lämpenemien haastaa nykyistä tehokkaampaan juurikäävän torjuntaan. *Metsätieteen aikakauskirja*, 313 - 315.
- Niemelä, T. 2005. Käävät, puiden sienet. Helsinki University Press.
- Piri, T. 2014 Juurikäpää eri-ikäisrakenteisessa kuusikossa – riskit ja torjunta. *Metsätieteen aikakauskirja*, 111 - 113.
- Pyörälä S. & Tiihonen T. 2005. Nautojen sairaudet. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/544/05\\_ketoosi.pdf?sequence=15](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/544/05_ketoosi.pdf?sequence=15). 31.3.2015.
- Schild, S. Niskalenkki juurikäävästä on askeleen lähempänä. Helsingin yliopiston arkisto <http://www.helsinki.fi/ajankohtaista/uutisarkisto/4-2012/5-14-17-03.html>. 20.8.2014.
- Schoon, A. 2014. Haureka!-seminaarin muistiinpanot.
- Schoon, A., Fjellanger, R., Kjeldsen, M. & Goss, K.-U. 2014. Using dogs to detect hidden corrosion, *Applied Animal Behaviour Science* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2014.01.001>. 31.3.2015.

- SnifferDogs. 2015. <http://www.snifferdogs.se/startsidea>. 31.3.2015.
- Valkama, J. 2008. Koirien käyttö malminetsimisessä. Arkistoraportti M16/2008/1. Geologinen tutkimuskeskus.
- Viertokangas Heli. Hajukoiran koulutus on tiedettä. *Canis* 2013: 6, 14 - 19.
- Viitala, E.K. 2015. Vaistonvarainen taipumus. <http://home.online.no/~esaky/Dogs/ArtikkeliDrift.htm> 25.3.2015
- Williams, M. & Johnston, J.M. 2002. Training and maintaining the performance of dogs ( *Canis familiaris*) on an increasing number of odor discriminations in a controlled setting. *Applied Animal Behaviour Science* 78, 55 - 65.