

Majavien elinympäristön käyttö ja sen tutkimuksessa käytettävien menetelmien vertailu

Jessika Karvinen

Pro gradu -tutkielma

Turun yliopisto
Biologian laitos
2.11.2017

Linja: ekologian linja
Erikoistumisala: luonnonsuojelubiologia

Laajuus: 40 op / 40 op

Tarkastajat:

1:

2:

Hyväksytty:

Arvolause:

*Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti
tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu
Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.*

TURUN YLIOPISTO

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Biologian laitos

KARVINEN JESSIKA:

Majavien elinympäristön käyttö ja sen tutkimuksessa käytettävien menetelmien vertailu
[*Habitat utilisation by beavers and a comparative analysis of applicable research methods*]

Pro gradu -tutkielma, 56 sivua, 1 liite

Ekologia

Marraskuu 2017

Suomen kaksi majavalajia, euroopanmajava (*Castor fiber*) ja kanadanmajava eli amerikanmajava (*Castor canadensis*), ovat ekologiaaltaan hyvin samanlaisia. Kun euroopanmajava hävisi Suomesta, kannan elvyttämiseksi Norjasta siirrettiin euroopanmajavia ja Pohjois-Amerikasta kanadanmajavia. Kumpaakin lajia istutettiin osittain samoille alueille, jolloin toinen laji lopulta hävisi. Toistaiseksi ei kuitenkaan ole selvää, miten lajit kilpailevat keskenään. Tässä tutkimuksessa selvitin kummankin lajin elinympäristön käyttöä, sillä Suomessa majavalajit ovat nyt ensimmäistä kertaa törmänneet luontaisen leviämisen kautta. Keräsin maastossa majavien jälkien koordinaatteja, joista mallinsin niiden käyttämät elinpiirit. Tuloksissani majavalajien välillä oli hyvin vähän eroja. Elinpiirin koko ja majavien käyttämät ravintopuut eivät eronneet. Euroopanmajavia esiintyi kuitenkin enemmän jokihabitaateissa ja lajien välillä oli eroa pesätyypeissä. Habitaattien tarkastelussa euroopanmajavat käyttivät kanadanmajavia enemmän pelto- ja lehtipuuvaltaisia ympäristöjä. Kanadanmajavilla havupuuvalltaisten habitaattien käyttö oli runsaampaa. Luonnonvarakeskuksen hallinnoima metsästäjiltä saatu laaja aineisto majavien pesien koordinaateista oli tärkeä osa tutkimusta, ja vertasin sitä itse maastossa keräämäni pesäkoordinaattiaineistoon. Pesien sijainneissa oli huomattavasti poikkeamia. Ilmoitetun pesän ja maastossa havaitun pesän habitaattiluokka oli kuitenkin useimmiten sama. Halusin myös selvittää, voidaanko maastokartoitukseen perustuvalla paikkatietoaineistolla saada samanlaista tietoa majavien elinympäristön käytöstä ja elinpiirin koosta kuin radiolähetinseurannalla kerätyllä aineistolla. Tein radiotelemetria-aineistosta kirjallisuuskatsauksen, ja sen perusteella majavien elinpiirien koot vastasivat omia maastokartoitukseen perustuvia tuloksiani. Aiheen tutkimus on edelleen tarpeen ja Suomen ainutlaatuinen yhteentörmäys voi viimein selvittää majavalajien mahdollista kilpailua.

ASIASANAT: euroopanmajava, kanadanmajava, Castor fiber, Castor canadensis, elinympäristö, vertailu

The two species of beaver resident to Finland, the European beaver (*Castor fiber*) and the Canadian or North American beaver (*Castor canadensis*) have very similar ecological characteristics. Following the extinction of the Finnish native European beaver stock, steps were taken to its reintroduction using European beavers from Norway and Canadian beavers of North-American origin to establish suitable founder populations. The introduction sites of each species partially overlapped, which led to local extinction of the native species. Given that the nature of the competition between the two species is not entirely clear the aim of the present study was to shed light on the habitat use of the two species. For the first time, we have recorded that the two beaver species have natural interactions between them caused by natural habitat expansion. Coordinates of signs of beavers, such as lodges, dams, cut trees etc., were collected in the wild for the reconstruction of each species' home ranges. Overall, minimal interspecies differences were observed. Differences between home range size, and the type of trees used for foraging purposes were statistically insignificant. Lodge type, as well as water body utilisation varied between the species. Typical *C. fiber* habitats included open fields and a dominance of deciduous trees, whereas *C. canadensis* appeared to exhibit a preference for conifer dominated areas. The lodge location database, as administered by the Finnish Natural Resources Institute, based on reports from hunters, proved large data of lodge coordinates, permitting comparisons to self-collected data to test the reliability of the data collected by hunters. Although significant inconsistencies were found in the database-provided reference coordinates, between the locations of lodges according to coordinates from hunters and those observed in the field lodge habitat classes were mostly the same. It was also deemed useful to conduct a comparative analysis of first-person habitat data with that acquired by radio telemetry – the two sources were found to be in agreement. Further study of the subject is needed, and the sympatry of the two beaver species observed in Finland may provide new information of the possibility of severe competition between them.

Sisällys

1. Johdanto	1
1.1. Majavatutkimuksen monet menetelmät	1
1.2. Suomen kaksi majavalajia.....	3
1.3. Majavien merkitys ihmiselle ja luonnolle	4
1.4. Majavien historia Fennoskandiassa	6
1.5. Tutkimuksen tarkoitus	7
2. Aineisto ja menetelmät	9
2.1. Pesäkartoitukset ja paikkatiedon keruu	9
2.2. Riistakamerat ja maastossa havainnointi	11
2.3. Aineiston käsittely	12
2.3.1. Koordinaattien käsittely ja elinpiirien mallintaminen.....	12
2.3.2. Elinpiirien koon ja habitaattikoostumuksen erojen testaus lajien välillä	16
3. Tulokset.....	17
3.1. Elinpiirit	17
3.2. Elinpiirin koon yhteys habitaattityyppiin, havaintopisteiden määrään ja havaittujen jälkien etäisyyteen vedestä.....	18
3.3. Lajien väliset erot elinpiirien habitaattityypeissä.....	18
3.4. Metsästäjien ilmoittamien koordinaattien ja maastokartoitusten vertailu.....	21
3.5. Maastokartoitukset ja riistakameroiden tallenteet.....	23
3.5.1. Syönnökset.....	26
4. Tulosten tarkastelu	28
4.1. Elinpiirit	28
4.2. Menetelmien vertailu	33
4.2.1. Metsästäjien ilmoittamat sijainnit ja maastohavainnot	33
4.2.2. Corine2012 ja Metlan pohjakarttojen vertailu	36
4.2.3. Saatujen tulosten vertaaminen radiolähetinseurantoihin.....	38
4.3. Lajien väliset erot.....	39
4.4. Yhteentörmäys ja mahdollinen kilpailu tulosten perusteella	41
4.5. Muut havainnot	44
4.6. Majavien merkitys muille eliöille	46
5. Yhteenveto	47
6. Kiitokset.....	48
7. Kirjallisuus.....	49
8. Liitteet	52

1. Johdanto

1.1. Majavatutkimuksen monet menetelmät

Radioseuranta on ollut tärkeä menetelmä elinympäristötutkimuksissa viime vuosikymmeninä. Se antaa tietoa lajien elinpiirien koosta ja käytöstä. Erityisesti VHF-seuranta vaatii kuitenkin paljon maastotyötä, joka nisäkkäiden kohdalla tapahtuu yleensä hämärä- ja yöaikaan. Lisäksi eläimeen kohdistuu toimenpiteitä (pyynti, nukutus, lähettimen asetus), jotka voivat aiheuttaa haittaa ja kärsimystä. (Harris ym. 1990, Balmori 2016) Majavien pyyntiin on myös hankittava kalliit lähteet ja tarvittavat luvat, kuten koe-eläinluvut ja poikkeusluvut. Radioseuranta majaville on tehty paljon esimerkiksi Kanadassa ja Pohjois-Amerikassa, mutta kahden eri majavalajin seuraaminen samalla alueella on uutta.

Nykyisin kiinnitetään yhä enemmän huomiota eläinsuojelullisiin näkökohtiin ja nisäkkäiden elinympäristötutkimuksissa ovat taas yleistymässä ns. ei-invasiiviset menetelmät, jotka eivät aiheuta haittaa eläimille. Näitä ovat mm. ulosteiden kartoitukset ja DNA- ja hormonianalyysit ulosteista, pesäpaikkojen kartoitukset, jäljitys, riistakameroilla kerättävä tieto sekä jälki- ja karva-ansat (Gompper ym. 2006). Majavien elinympäristötutkimuksessa voidaan käyttää pesien ja patojen kartoitusta, etsiä majavien syönnöksiä ja haustekasoja eli majavien reviirin merkkäamiseen käyttämiä mutapaakkuja sekä tutkia majavien kaatamia puita (John ja Kostkan 2009). Pesille voidaan lisäksi asentaa riistakameroita. Menetelmän etuna radioseurantaan on se, että eläimeen ei tarvitse missään vaiheessa tutkimusta kajota. Lisäksi menetelmällä saadaan pesien ja muiden kohteiden sijainti tarkasti kartalle käyttämällä GPS-laitetta, kun taas radioseurannassa on aina suuntimisvirhettä. Menetelmä ei myöskään vaadi kalliita radiolähtimiä tai viranomaislupia. Radiolähtimen avulla saadaan tietoa majavan liikkeistä, kun taas maastokartoitukset selvittävät vain majavien jättämiä jälkiä. Näin ollen sellaiset majavan toimet, joista ei jää näkyviä jälkiä maastoon, jäävät huomaamatta.

Luonnonvarakeskus kerää jatkuvasti metsästäjiltä ja luonnossa liikkujilta havaintoja majavista. Lisäksi se suorittaa kolmen vuoden välein yhdessä Suomen riistakeskuksen kanssa valtakunnalliset majavalaskennat, joissa pyritään arvioimaan sekä kanadanmajavan että euroopanmajavan kantojen koot ja tiheydet. Laskennat suoritetaan normaalisti hirvenmetsästyksen yhteydessä ja nykyään havainnot kirjataan sähköiseen Oma riista -palveluun. (<https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/riista/majava/majavalaskennat/>, luettu 10.7.2017) Ongelmia on kuitenkin ilmoitettujen tietojen tarkkuudessa ja ilmoitetut havainnot koskevat yksittäistä pesää. Yksittäisestä koordinaatista ei voida päätellä juurikaan eläimen elinympäristön käyttöä tai aktiivisuutta eikä se välttämättä kerro itse habitaatista mitään. Näin ollen näiden asioiden tutkimiseen tarvitaan kattavampaa tietoa laajemmalla alueella joko maastohavainnoinnilla tai paikkatieto-ohjelmalla mallintamalla useasta koordinaatista.

Toimivat ja luotettavat menetelmät ovat tärkeä perusta mille tahansa tutkimukselle. Majavatutkimuksessa metsästyseuroilla ja niiden jäsenillä on suuri rooli tiedon tuottamisessa ja siksi näiden havaintojen pohjalta tehtävää elinympäristöselvitystä on syytä tarkastella ja arvioida menetelmän kehittämiseksi. Koska tiedon kerääjiä ja ilmoittajia on useita, myös heidän tapansa havainnoida voivat poiketa toisistaan, mikä taas lisää virheiden ja vaihtelun mahdollisuutta aineistossa. Tällä tutkimuksella selvitetään aineiston luotettavuutta ja vertailukelpoisuutta. Tulosten pohjalta menetelmää voidaan selkeyttää ja näin ollen edesauttaa majavakannan arvioinnin kehittämistä.

1.2. Suomen kaksi majavalajia



Kuva 1. Aikuinen kanadanmajava. Tutkimuksen kuvat on ottanut Jessika Karvinen.

Majavat ovat reviiritietoisia ja paikkauskollisia. Suomessa elää kaksi majavalajia, alkuperäinen euroopanmajava (*Castor fiber*) ja kanadanmajava eli amerikanmajava (*Castor canadensis*). Euroopanmajava metsästettiin Suomesta sukupuuttoon 1800-luvun loppupuolella mutta istutettiin takaisin Norjasta 1930-luvulla. Samaan aikaan tuotiin kuitenkin majavia myös Pohjois-Amerikasta, koska tuolloin ei tiedetty niiden olevan eri lajeja (Kauhala 2015, Lahti ja Helminen 1974). Kanadanmajavaa pidetään haitallisena vieraslajina (Kansallinen vieraslajistrategia 2012), sillä se on luultavasti euroopanmajavaa vahvempi kilpailija. Euroopanmajava nimittäin hävisi niiltä alueilta, joille istutettiin molempia lajeja. Euroopanmajava on silmälläpidettävä direktiivilaji, jonka kannan arvioidaan uusimman arvion mukaan olevan 2500–2900 yksilöä, kun taas kanadanmajavakanta voi olla jopa yli 7000 yksilöä (Luonnonvarakeskuksen majavalaskenta 2016: <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/riista/majava/>, Kauhala 2015, Liukko ym. 2015).

Lajien välillä on havaittu eroja esimerkiksi patojen rakennusaktiivisuudessa, jossa kanadanmajavat näyttävät olevan euroopanmajavia aktiivisempia (Danilov ja Kan'shiev 1982, Danilov 1995). Kummankin lajin padoilla on kuitenkin todennäköisesti hyvin

samanlaiset vaikutukset ekosysteemiin (Nolet 1996). Ekologialtaan lajit ovat siis hyvin samankaltaiset, mutta erot löytyvätkin kromosomien määrästä ja osittain myös fysiologiasta. On todettu, että kanadanmajavat saavuttavat sukukypsyyden euroopanmajavia aiemmin ja ne saavat suurempia poikueita (Lahti ja Helminen 1974, Danilov ja Kan'shiev 1983). Näin ollen myös perheryhmät ovat kanadanmajavalla suurempia ja yksilötiheys voi kasvaa suuremmaksi verrattuna euroopanmajavan tiheyksiin (Rosell ym. 2005). Collenin ja Gibsonin (2001) mukaan myös ravintotottumukset ovat kummallakin lajilla hyvin samanlaiset, talvella majavat syövät puita muun kasviravinnon ollessa vähissä, mutta kasvukauden aikana kumpikin laji syö enemmän ruohovartista kasvillisuutta. Pohjoisilla leveyspiireillä kummallekin lajille tärkein ravintopuu on todennäköisesti yleisyytensä vuoksi koivu.

Kanadanmajavakanta on kasvanut Suomessa nopeammin ja levittäytynyt laajemmalle kuin euroopanmajavakanta. Euroopanmajavia on vain Satakunnassa, Pirkanmaan länsiosissa ja Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan eteläosissa. Lisäksi joitakin euroopanmajavia on luultavasti vaeltanut Länsi-Lappiin Ruotsista. Vuonna 2016 varmistui ensimmäinen Varsinais-Suomessa tavattu euroopanmajava (Luonnonvarakeskus julkaisematon aineisto 2016). Tällä hetkellä tilanne Suomessa on se, että Pirkanmaalla ja Etelä-Pohjanmaalla euroopanmajavien ja kanadanmajavien levinneisyysalueet lähestyvät toisiaan, ja nämä lajit elävät jo ainakin kahdessa varmistuneessa paikassa Pirkanmaalla samalla joella (Luonnonvarakeskus julkaisematon aineisto 2016).

1.3. Majavien merkitys ihmiselle ja luonnolle

Majavien elinympäristön käytöstä voidaan katsoa aiheutuvan sekä hyötyä että haittaa. Ravinto- ja rakennuspuiden kaataminen aiheuttaa metsänomistajille vuosittaisia tappioita. Majavien padot nostavat vesistöjen pintaa, jolloin vesi nousee laajoille alueille metsiin ja aiheuttaa puiden kuoleman. Talousmetsien kohdalla tämä tarkoittaa rahallisia menetyksiä. (Lahti ja Helminen 1974) Varsinkin keväisin ja sateisina syksyinä majavien padot voivat nostaa vettä teille ja pelloille ja joskus vesi voi vahingoittaa jopa rakennuksia.

Majavat vaativat elinympäristökseen tarpeeksi syvän vesisysteemin, jotta niiden pesän suuaukko jää pinnan alle. Ne muokkaavat elinympäristöään sopivammaksi rakentamalla patoja, joiden avulla veden pinta nousee ja majavien on helpompi hankkia ravintoa laajemmalta alueelta. Lisäksi pesän suuaukko pysyy veden alapuolella, mikä suojaa pesää pedoilta. Puiden kaataminen vaikuttaa alueen veden ja ravinteiden kiertoon, sekä lajikoostumukseen. Pato muuttaa veden virtausta ja patoallas taas sitoo sedimenttejä ja ravinteita. (Naiman ym. 1988, Nummi ja Kattainen 2006) Elinympäristö kuuluu majavien käytössä; noussut vesi aiheuttaa puiden kuolemia ja niiden jyrsimät puut joko katkeavat tai kelottuvat pystyyn (Collen ja Gibson 2001, Hyvönen ja Nummi 2008). Puulajien välillä on eroja siinä, kuinka hyvin ne kestävät vedenpinnan nousua ja ajoittaista tulvimista, joten lajisuhteet alueella voivat muuttua voimakkaastikin majavien vuoksi. Esimerkiksi kuusen on todettu kestävän tulvimista huonosti. (Hyvönen ja Nummi 2008)

Majavia kutsutaan ekosysteemi-insinööreiksi, koska niillä on hyvin suuri vaikutus niitä ympäröivään ekosysteemiin. Tarkemmin sanottuna ekosysteemi-insinöörejä on kahta tyyppiä: autogeenisiä ja allogeenisia. Autogeenisiä ekosysteemi-insinöörejä ovat tavallisesti kasvit, sillä niiden omat fyysiset ominaisuudet muuttavat ympäristöä. Majavat kuuluvat allogeenisiin ekosysteemi-insinööreihin muuttamalla omilla toimillaan ympäristön epäorgaanista ja orgaanista materiaalia, esimerkiksi kaatamalla puita ja rakentamalla niistä vedenpintaa nostavan padon. (Jones ym. 1994) Ekosysteemi-insinöörien voidaan tavallisesti myös sanoa olevan avainlajeja. Avainlajiksi kutsutaan nykymääritelmän mukaan lajeja, joiden vaikutus elinympäristöön on merkittävä suhteessa lajin omaan runsauteen alueella. Avainlaji voi rajoittaa tiettyjen lajien runsautta, muuttaa ympäristöä tai hyödyttää suuresti useita lajeja olemassaolollaan. (Paine 1969, Power ym.1996)

Aikojen saatossa elinympäristö muuttuu majaville elinkelvottomaksi ja alueella elävät yksilöt ja perheryhmät joutuvat siirtymään uusille alueille tai ne kuolevat pois. Näin ollen majavien asuttamassa metsäekosysteemissä on eri sukkessiovaiheissa olevien majavien reviirien mosaiikki. Nämä laikut toipuvat aikanaan majavien käytöstä, kun veden pinta vähitellen laskee ja kuolleiden puiden tilalle kasvaa taimikko. (Rosell,

Boszér ym. 2005, Collen ja Gibson 2001, Nummi ja Kattainen 2006) Vähitellen ympäristö palautuu ja mahdollistaa uusien majavien siirtymisen alueelle. Tällainen laikuittainen habitaattiverkosto pitää yllä metapopulaatioiden luontaista siirtymistä ja paikallisia sukupuuttoja (Hanski 1981, Haski ja Zhang 1993). Erilaiset laikut lisäävät myös ympäristön monimuotoisuutta ja heterogeenisyyttä. Kahden hyvin samanlaisen ja keskenään kilpailevan lajin esiintyessä samalla alueella on todennäköistä, että toinen laji on vahvempi ja tällöin heikommalla lajilla on vaihtoehtona siirtyä käyttämättömälle laikulle tai hävitä alueellisesti.

Padottujen vesistöjen ekosysteemipalvelut ovat hyvin tärkeitä. Lahopuun lisääntyminen lisää paikallista monimuotoisuutta sekä lajiston että elinympäristöjen suhteen. Majavien padot tasaavat keväisiä tulvahuippuja ja osaltaan sitovat ravinteita. Näin esimerkiksi fosforin valuminen järviin tai myöhemmin mereen hidastuu. Majavilla on vaikutusta myös vesistöjen kasviplanktoniin. Tutkimuksissa on huomattu, että majavien patojen aikaansaama virtaaman hidastuminen pienissä joissa ja puroissa lisää kasviplanktonin biomassan määrää ja voi näin johtaa rehevöitymiseen (Krylov 2011). Osaltaan kuitenkin majavien muokkaamien vesistöjen on todettu sitovan typpipäästöjä. Vesistön koosta riippuen majavavesistö voi sitoa jopa 50–450 kg typpeä vuosittain Yhdysvaltojen koillisosan olosuhteissa (Lazar, Addy ym. 2015). Majavan synnyttämät kosteikot ovat tärkeitä myös vesilinnustolle ja ne vaikuttavat alueen kalastoon. Rantaniityt vaikuttavat positiivisesti kanalintuihin (*Galliformes*) toimimalla niiden soidinpaikkoina ja hirville (*Alces alces*) sekä metsäjäniksille (*Lepus timidus*) majavien kaatamat puut toimivat lisäravintona talvella. Veden laskettua patolammilta sinne kasvaa vesaikko, joka hyödyttää monia eläimiä, kuten jäniksiä ja hirvieläimiä. (Nummi ja Kattainen 2006)

1.4. Majavien historia Fennoskandiassa

Euroopanmajava metsästettiin miltei kokonaan sukupuuttoon Suomi mukaan lukien Fennoskandiassa 1800-luvulla, vain Norjassa majavia säilyi. Samaan aikaan euroopanmajavan tilanne oli huono koko Euraasiassa ja tiedossa oli vain kahdeksan toisistaan eristäytynyttä populaatiota. (Nolet ja Rosell 1998, Hartman 1994, Lahti ja Helminen 1974) Metsästyksen jäljiltä euroopanmajavaa säilyi Fennoskandiassa ainoastaan Norjassa noin 100 yksilön vahvuisena populaationa (Halley ja Rosell 2002,

Nolet ja Rosell 1998). Vuosien 1922 ja 1939 välillä Ruotsiin siirrettiin Norjasta yhteensä noin 80 yksilöä. (Hartman 1994) 1930-luvulla aloitettiin siirtoistutukset Norjasta Suomeen, jolloin tänne saatiin ensimmäiset siirretyt euroopanmajavayksilöt. Ruotsin ja Norjan populaatiot kasvoivat menestyksekkäästi ja vuonna 1999 Ruotsin kannaksi arvioitiin jopa 100 000 yksilöä. (Halley ja Rosell 2002) Vuoden 2011 arvion mukaan Norjan pieni ”luovuttajapopulaatio” oli kasvanut 70 000 yksilöön. Euroopanmajavien levinneisyys ei kuitenkaan vielä ole vakiintunut Pohjois-Fennoskandiaan ja sinne tehdyt siirrot ovat osoittautuneet epäonnistuneiksi. (Vehkaoja ym. 2013)

Euroopanmajavat ovat saaneet lisääntyä Suomen muutamaa majava-aluetta lukuun ottamatta ilman kanadanmajavien kilpailua. Fennoskandian kanadanmajavapopulaatiot keskittyvät nykyään Itä- ja Keski-Suomeen. (Lahti ja Helminen 1974) Itä-Suomen Säämingin alueen majavat lisääntyivät vuoden 1937 siirron jälkeen nopeasti ja sieltä majavia siirrettiin uusille alueille lähemmäs Venäjän rajaa ja Pohjois-Suomeen. Siirtojen tuloksena kanadanmajava levisi pian myös Venäjän Karjalaan. 1950-luvulla siirtoja jatkettiin eri puolille Suomea ja Karjalaa. Karjalan alueella arvioitiin vuonna 2003 elävän noin 8000 kanadanmajavaa. Etelä- ja Itä-Karjalassa on kuitenkin edelleen alueita, joilla elää ainoastaan euroopanmajavia kanadanmajavaistutuksista huolimatta. (Danilov ym. 2008) Pohjois-Suomessa majavatilanne on edelleen heikko ja siellä elää ainoastaan pieni euroopanmajavapopulaatio ja joitakin kanadanmajavia. Kanadanmajavan pelätään pienestä kannasta huolimatta leviävän Pohjois-Suomesta myös Pohjois-Ruotsin ja -Norjan majavattomille alueille (Halley ja Rosell 2002).

1.5. Tutkimuksen tarkoitus

Pro gradu –tutkielman tarkoituksena on

1. tutkia ja verrata euroopan- ja kanadanmajavan elinympäristönkäyttöä eri menetelmillä sekä elinpiirien kokoa sekä siihen vaikuttavia tekijöitä (havaintopisteiden määrä, habitaattikoostumus, jälkien etäisyys vedestä) Pirkanmaalla, missä lajit elävät hyvin lähellä toisiaan tai jopa samalla alueella. Tutkimusta tehtiin myös Kanta-Hämeessä ja Satakunnassa. Lisäksi tarkoituksena on tuottaa perustietoa majavien

elinympäristönkäytöstä ja siinä ilmenevistä lajikohtaisista eroista sekä päällekkäisyyksistä, ja siten mahdollisesta kilpailusta. Maastokartoituksissa maastolomakkeeseen kirjattuja havaintoja vertailtiin lajien välillä ekologisten erojen selvittämiseksi. Ekologiset erot voivat selittää lajien elinympäristön käyttöä ja valintaa, ja toisaalta erilaiset elinympäristöt johtavat ekologisiin eroihin (esim. pesätyyppi).

2. selvittää, kuinka maastossa tapahtuva elinympäristön silmämääräinen habitaattikoostumuksen arviointi ja maastossa tapahtuva paikkatietoaineiston keruu (ei-invasiiviset menetelmät) soveltuvat majavatutkimukseen Suomen oloissa. Paikkatietoaineiston perusteella verrattiin mallinnettujen elinpiirien habitaattikoostumusta ja elinpiirien kokoja aikaisempaan radiotelemetrialla saatuun tutkimustietoon (kirjallisuuskatsaus).

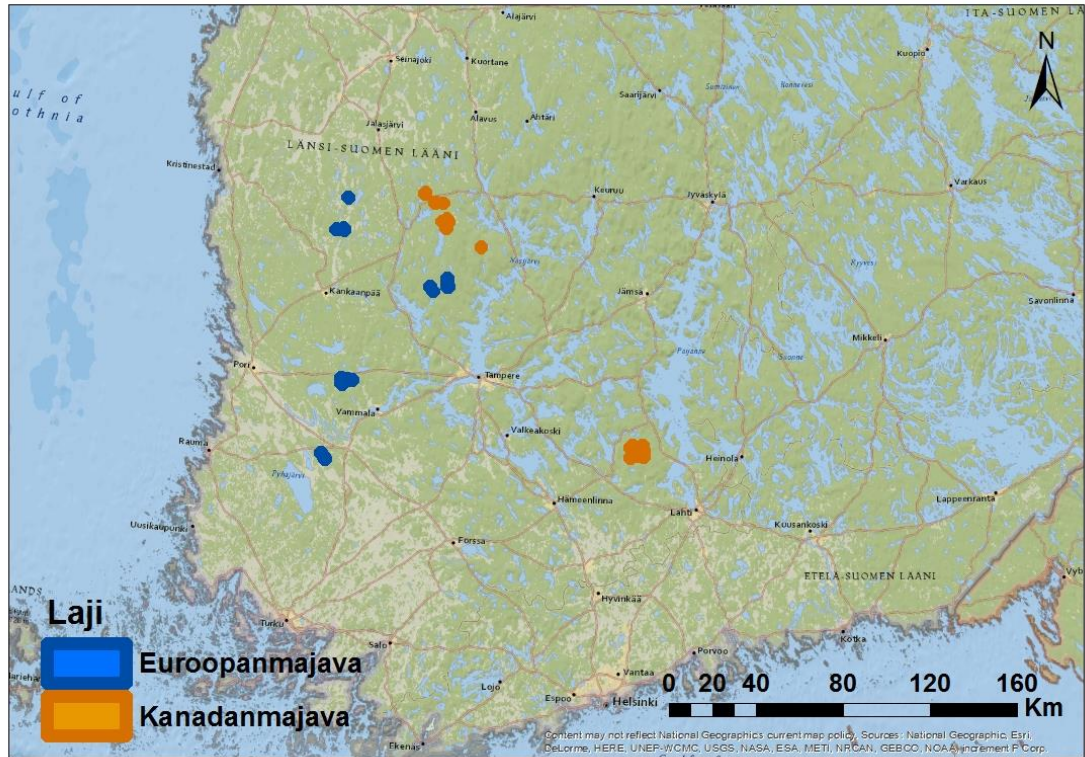
Jos ei-invasiivisilla menetelmillä voidaan tuottaa samanlaista tietoa majavien elinympäristönkäytöstä kuin radiotelemetrialla tuotettu, silloin esimerkiksi radiolähettimien käyttöä tämän kaltaisessa tutkimuksessa voidaan perustellusti vähentää ja siirtyä eläimille haitattomiin menetelmiin.

3. tutkia Luonnonvarakeskuksen metsästäjiltä saamien pesäkoordinaattien luotettavuutta majavien habitaattitutkimuksessa vertaamalla niitä maastossa havaittujen pesien paikkoihin. Lisäksi verrattiin pelkästään metsästäjien lähettämien pesäkoordinaattien perusteella ja toisaalta maastokartoituksen avulla mallinnettujen elinpiirien habitaattikoostumuksia. Tämä vertailu antaa tärkeää tietoa kansalaisilta kerätyn laajan aineiston (citizen-science census data) käyttökelpoisuudesta tutkimuksessa.

Näiden lajien elinympäristönkäytön vertaaminen on tärkeää erityisesti nyt, kun kumpaakin lajia on havaittu samoilla alueilla. Tieteellistä aineistoa on sekä euroopanmajavan kilpailuedusta että tapauksista, joissa kanadanmajava on syrjäyttänyt euroopanmajavan (Parker ym. 2012). Elinympäristönkäytön tutkiminen antaa viitteitä siitä, suosivatko molemmat lajit samanlaisia biotooppeja ja joutuuko toinen laji mahdollisesti väistymään ja siirtymään uusille alueille. Kanadanmajava on euroopanmajavaa nopeampi lisääntyjä (suuremmat poikueet), joten huoli siitä, että se voisi syrjäyttää euroopanmajavan Suomessa, on todellinen.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Pesäkartoitukset ja paikkatiedon keruu



Kuva 2. Tutkimuksessa käytettyjen majavien elinpiirien sijainnit. Siniset merkit esittävät euroopanmajavien elinpiirien sijaintia ja oranssit kanadanmajavien.

Pesäkartoitukset tein ennalta tiedetyillä pesillä. Kartoitukset tehtiin Kanta-Hämeessä, Pirkanmaalla ja Satakunnassa (kuva 2) vuonna 2016 31.5.–2.6., 6.6.–10.6., 12.6. ja 25.–27.10. Luonnonvarakeskuksella (ent. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos) on paikkatietoaineistoa metsästäjien ilmoittamista pesistä ja padoista, joka on pääosin kerätty valtakunnallisten majavalaskentojen yhteydessä. Lisäksi metsästäjät ovat toimittaneet kallonäytteitä metsästetyistä majavista lajinmäärittystä varten (Kauhala & Timonen 2016). Myös näistä on paikkatieto (koordinaatit). Pesien sijainnit tarkistettiin käyttämällä Geologian Tutkimuskeskuksen Kansalaisen karttapaikka – sovellusta. Myös Lammin biologisen aseman tutkimushenkilökunnalta saatiin tietoja Evon alueen pesistä. Yhteensä kartoitettuja pesiä tuli euroopanmajaville 19 ja kanadanmajaville 16. Pesät etsittiin maastossa jalan ja pesätyyppi (keko-, penkka- tai sekapesä) kirjattiin ylös maastolomakkeeseen (ks. Liite 1). Kekopesäksi määriteltiin enimmäkseen majavien

katkotuista oksista ja kepeistä kasaama keko veden äärellä. Penkkapesäksi taas määriteltiin vesistön rantatörmässä oleva onkalo, jonka suuaukko oli lähellä vedenrajaa. Sekapesä oli näiden kahden yhdistelmä tai välimuoto, osittain rantaan kaivettu ja osittain kepeistä kasattu.

Maastossa kartoitettiin myös elinympäristö eli kuvattiin sen alueen biotooppi, jossa majava elää. Elinympäristöt luokiteltiin vallitsevan kasvillisuustyyppin mukaan lehti-, seka- tai havumetsäksi ja suoksi. Lehtipuun osuutta arvioitiin asteikolla ”alle 25 %”, ”25–50 %”, ”50–75 %” ja ”yli 75%”. Lehtimetsäksi kirjattiin ne elinympäristöt, joissa oli silmämääräisesti enemmän lehtipuita kuin havupuita ja pohja- ja kenttäkerrokset olivat reheviä ja ruohovartisten kasvien suosimia. Havumetsissä havupuita oli eniten ja pohja- ja kenttäkerroksissa oli runsaasti kariketta, varpuja ja sammalia. Sekametsissä lehti- ja havupuiden osuudet olivat tasaiset. Soiksi määriteltiin maalajiltaan selvästi turvemaiset metsätyypit, joilla pohjakerros oli suurimmalta osaltaan rahkasammalta tai erilaisia saramättäitä. Puusto näissä metsätyypeissä oli selvästi matalakasvuisempaa ja harvempaa kuin varsinaisissa metsissä. Peltoalueet kirjattiin maastolomakkeeseen huomioina. Tietoja kerättiin myös puuston rakenteesta (puulajit ja ikä) ja alueen vesistöstä (järvi/lampi/joki/puro/kosteikko, joen tai puron leveys ja virtaus sekä rannan laatu). Tarkasteltaviksi puulajeiksi valittiin yleisimmät lehti- ja havupuut. Näitä olivat haapa (*Populus tremula*), pihlaja (*Sorbus aucuparia*), koivu (*Betula sp.*), leppä (*Alnus sp.*), mänty (*Pinus sylvestris*), kuusi (*Picea abies*), paju (*Salix sp.*) ja kataja (*Juniperus communis*). Majavien kaatamat puulajit kirjattiin samalla tavalla.

Ei-invasiivisiin menetelmiin kuuluu paikkatietokoordinaattien keruu maastossa. Majavan jättämille jäljille eli kypälän jäljille, majavan tekemälle polulle, pesälle, padolle, kanavalle, haustekasalle ja syönnöksille (kuva 3) tallennettiin koordinaatit GPS-laitteella. Koordinaatteja kerättiin käsikäyttöisellä GPS-laitteella maastossa majavien pesien ympäristössä yhteensä 455 kpl (262 euroopanmajavapistettä ja 193 kanadanmajavapistettä). Kaikkia jälkiä ei merkitty, vaan etsittiin sellaisia jälkiä, jotka olivat ns. majavien elinpiirin rajoilla, kuten kauimpana vedestä tai pesästä. Samalla majavien syönnöksiltä kerättiin lastuja, joista saatavasta DNA:sta tehdään lajinmääritys, koska lajeja ei voi luonnossa varmasti erottaa toisistaan. DNA-analyysit ovat Luken vastuulla.

Tutkimuksen alussa tarkoituksena oli pyydystää supikoira- ja kettuloukuilla kummankin lajin yksilöitä radiolähetinseurantaan ja saada siitä vielä yksi verrattava menetelmä. Menetelmä osoittautui hyvin haastavaksi ja aikaa vieväksi, sillä kiinni saatiin ainoastaan yksi kanadanmajava. Lähetin asennettiin onnistuneesti, mutta ilmeisesti laitevian vuoksi majavaa ei enää ensimmäisen testipaikannuksen jälkeen löydetty. Menetelmästä siis luovuttiin tämän tutkimuksen puitteissa ja tein radiotelemetriasta kirjallisuuskatsauksen.



Kuva 3. Majavan koivusyönnös.

2.2. Riistakamerat ja maastossa havainnointi

Riistakameroita käytettiin selvittämään vain majavien käyttäytymistä, kulkureittejä ja samalla alueella elävien yksilöiden lukumääriä. Kamerat olivat Uovision UV565 8.0 MP -mallisia liiketunnistimella varustettuja pimeäkuvaukseen soveltuvia riistakameroita, joista osa tallensi videopätkiä ja osa otti lauetessaan sarjan kuvia. Kamerat asennettiin majavien poluille, nousupaikoille, pesien lähetyville ja vesireiteille. Kamerat jätettiin kuvaamaan yöksi, ja ne tarkistettiin seuraavana aamuna.

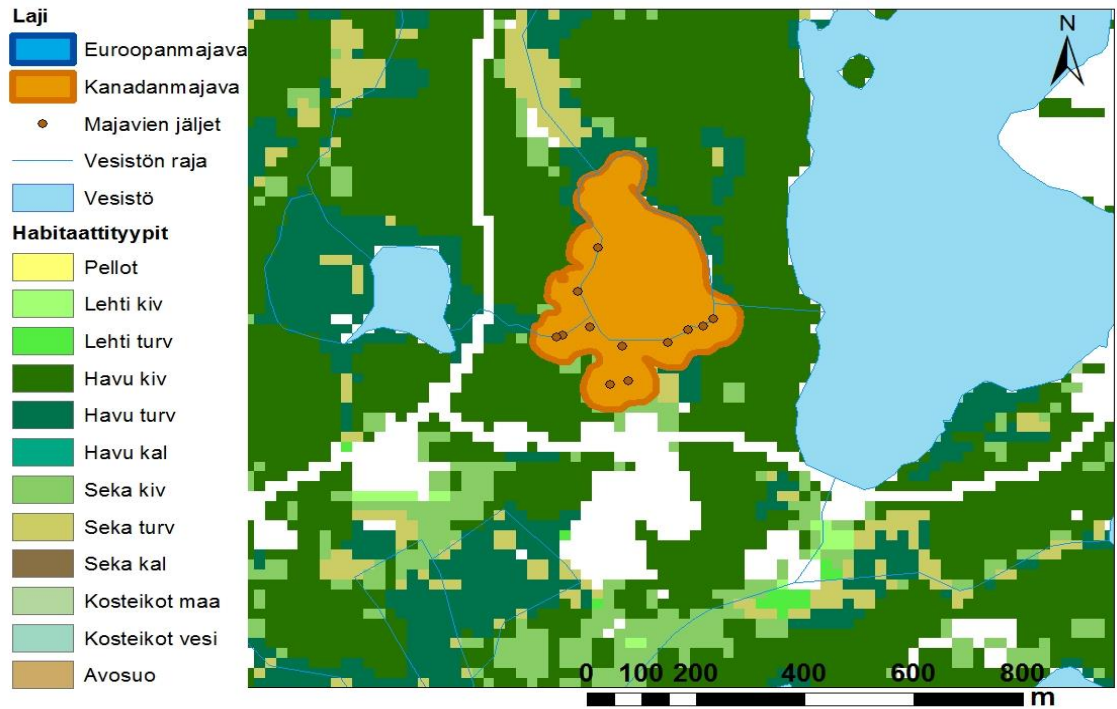
Majavia havainnoitiin myös paikan päällä maastossa. Majavien käyttämille paikoille jäätiin odottamaan illalla auringon laskettua, jolloin majavat yleensä lähtevät pesistään etsimään ruokaa ja tarkistamaan reviirejään. Maastossa havainnoimalla selvitettiin majavien käyttäytymistä ja yksilöiden lukumääriä. Riistakameroita tai majavien käyttäytymisen seuraamista ei siis käytetty elinpiirien kokojen laskemiseen.

2.3. Aineiston käsittely

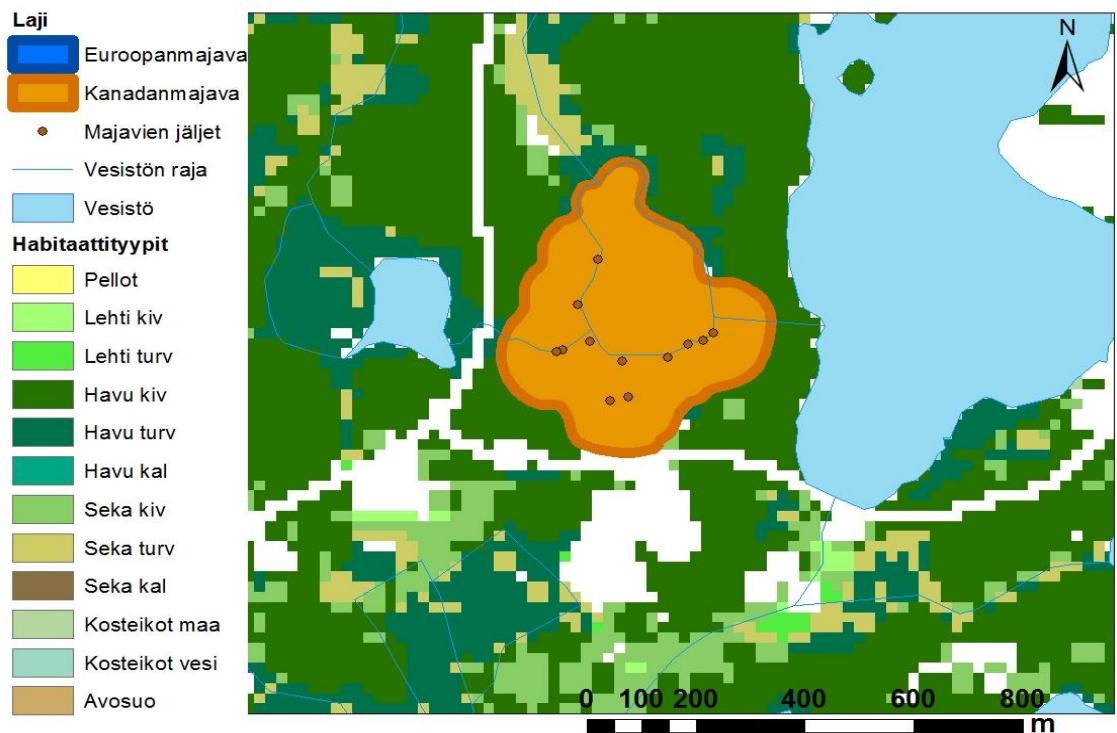
2.3.1. Koordinaattien käsittely ja elinpiirien mallintaminen

Maastokartoituksissa kerätyistä paikkatietokoordinaateista saatiin puskuroimalla GIS-ohjelmalla (ArcMap) mallinnettua reviirit ja majavien kulkemat reitit. Koordinaatit tuotiin Garmin eTrex 20x GPS-laitteesta gtx-muodossa ArcMap 10.3.1-ohjelmaan. Pohjakarttana käytettiin Maanmittauslaitoksen Corine 2012-aineistoa, josta valittiin tarkasteluun seuraavat maanpeittoluokat: havumetsät kivennäismaalla, kalliomaalla ja turvemaalla, sekametsät kivennäismaalla, kalliomaalla ja turvemaalla, lehtimetsät kivennäismaalla, kalliomaalla ja turvemaalla sekä pellot, kosteikot ja avosuot. Lisäksi käytössä oli Metsäntutkimuslaitoksen pohjakartat koivujen ja muiden lehtipuiden peittävydestä (<http://kartta.luke.fi/>).

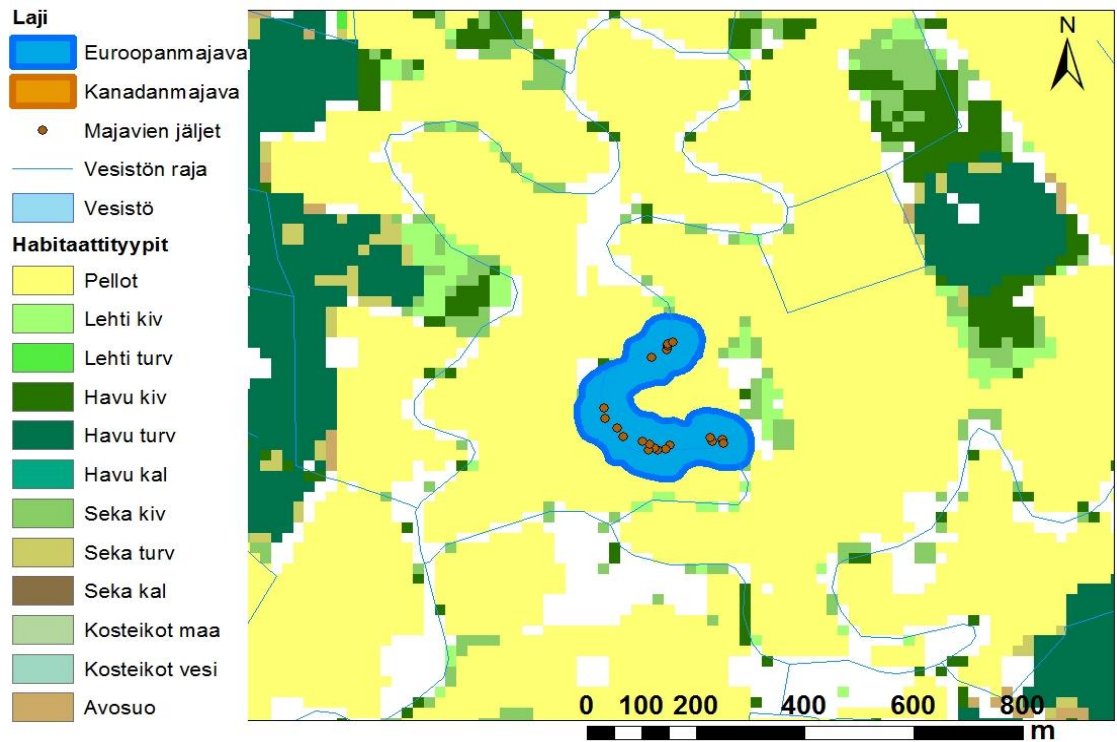
Jokaiselle maastossa kerätylle koordinaattipisteelle tehtiin viidenkymmenen ja sadan metrin ympyränmuotoiset puskurivyöhykkeet (buffer). Elinpiirien koot laskettiin yhdistämällä GPS-pisteille tehdyt puskurivyöhykkeet elinpiireiksi (Kuvat 4a, 4b ja 5a ja 5b). Elinpiireille laskettiin ns. minimi- ja maksimikoot, jolloin minimikoon muodostivat 50 metrin puskurivyöhykkeet ja maksimikoon 100 metrin. Kummankin kokoiset puskurivyöhykkeet yhdistettiin (dissolve) toisiin niitä koskettaviin tai niiden kanssa päällekkäisiin puskurivyöhykkeisiin ja näiden rajoja noudattaen digitoitiin majavien elinympäristöt. Puskurivyöhykkeiden lisäksi elinpiiriin kuuluvaksi laskettiin myös vesistöt, joiden rannoilla majavien jättämät jäljet oli merkitty



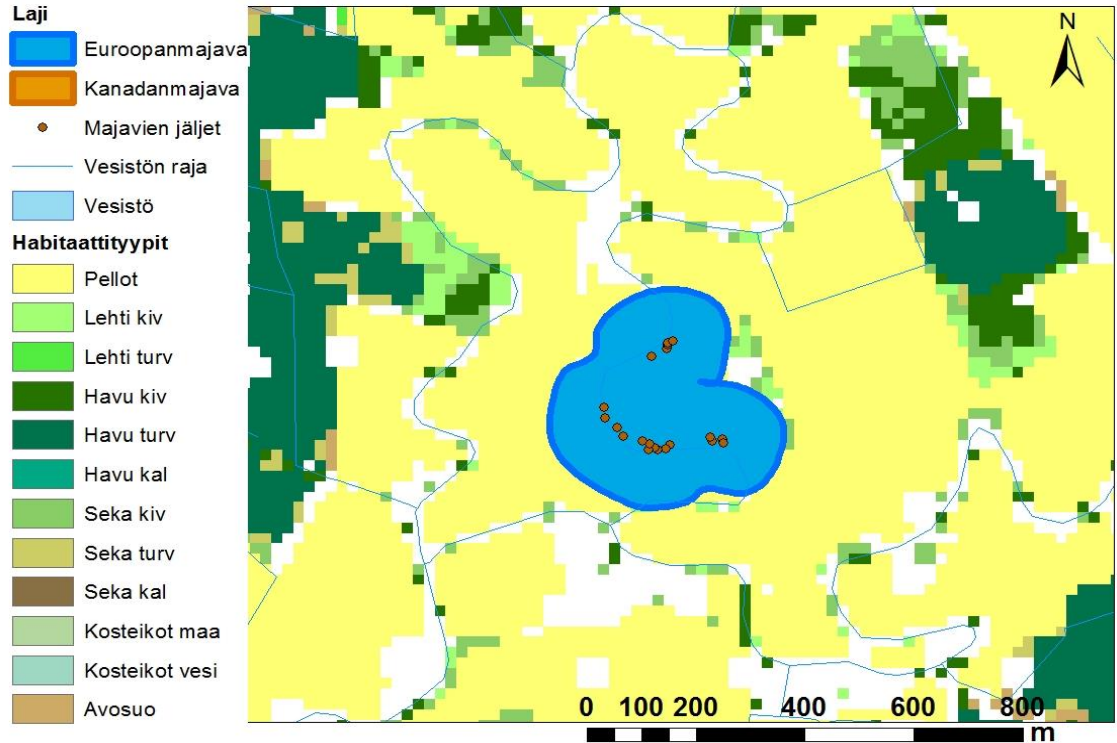
Kuva 4a. Lampielinpiiri 50 metrin puskurivyöhykkeiden perusteella.



Kuva 4b. Lampielinpiiri 100 metrin puskurivyöhykkeen perusteella.



Kuva 5a. Jokielinpiiri 50 metrin puskurivyöhykkeiden perusteella



Kuva 5b. Jokielinpiiri 100 metrin puskurivyöhykkeen perusteella

Lopputuloksena oli näin ollen kahden kokoiset elinpiirit jokaiselle tarkastellulle paikalle (ks. Kuvat 4a ja b, sekä 5a ja b). Digitoitujen polygonien (suom. monikulmio) avulla laskettiin eri maanpeittoluokkien osuus polygonin sisällä (tabulate area). Tämä tehtiin erikseen sekä Corine2012-aineistolle että Metlan muut lehtipuut- ja koivuaineistolle. Lisäksi osuudet laskettiin erikseen viidenkymmenen ja sadan metrin puskurivyöhykkeille. Calculate area –toiminnolla saatiin laskettua digitoitujen elinympäristöjen pinta-alat. Tämän lisäksi jokaiselle tarkasteltavalle koordinaattipisteelle laskettiin near-toiminnolla etäisyys lähimmästä vedenrajasta. Vesistöjen rajat olivat muotoiltuina ennakkoon Riikka Alakosken Corine2012-aineiston perusteella muokkaamassa karttatasossa.

Maastossa kerättyjä koordinaatteja ja Luken metsästäjiltä saamia koordinaatteja verrattiin. Metsästäjien merkitsemät koordinaatit käsiteltiin ArcMapissa tekemällä niille yhden metrin ja 50 metrin säteellä puskurivyöhykkeet. 50 metrin sisään jäävä habitaattityyppi merkittiin ja sitä verrattiin maastossa kerättyjen koordinaattien 50 metrin puskurivyöhykkeiden tuloksiin sekä paikkatieto-ohjelmalla tehtyihin elinpiirien habitaattiluokkalaskelmiin. Yhden metrin levyinen puskurivyöhyke ilmaisee pesän tarkkaa paikkaa ja sitä habitaattityyppiä, missä pesä ilmoitetun koordinaatin perusteella sijaitsee. 50 metrin puskurivyöhyke taas laskee pesän ympäristön habitaattikoostumuksen 50 metrin säteellä pesästä. 50 metrin puskurivyöhykkeiden tuloksista tarkasteltiin aina vallitsevaa eli prosenttiosuudeltaan suurinta habitaattityyppiä. Näin saatiin kuva siitä, kuinka tarkasti metsästäjät alun perin ovat merkinneet pesien koordinaatit ja voidaanko pelkän pesän perusteella arvioida majavan eniten käyttämä habitaattityyppi. Tuloksissa elinpiirien ja löydettyjen pesien määrä ei aina vastaa toisiaan. Aina elinpiiriltä ei nimittäin löytynyt pesää, sillä se saattoi olla purettu tai penkkapesä, jota ei voinut maastossa erottaa. Ympäristö voitiin kuitenkin kartoittaa ja alueella oli runsaasti majavan jälkiä. Menetelmien vertailussa tämä on huomioitu ja pesien tarkkaa paikkaa verratessa on tarkasteltu vain niitä elinpiirejä, joilta pesä löytyi.

Käsiteltävällä GPS:llä kerätyistä koordinaateista mallinnetun elinpiirin habitaattikoostumusta verrattiin maastokartoituksissa maastolomakkeeseen täytettyihin tietoihin pesän ympäristön metsätyypeistä. Lisäksi verrattiin metsästäjien ilmoittamien

pesien sijaintia maastossa havaittuihin todellisiin sijainteihin ja poikkeamista johtuvia eroja pesien habitaateista. Näillä ei-invasiivisilla menetelmillä saatuja tuloksia verrattiin muissa tutkimuksissa radiolähetinseurannalla saatuihin tuloksiin etsimällä tieteellisiä julkaisuja ja kirjoja aiheesta.

2.3.2. Elinpiirien koon ja habitaattikoostumuksen erojen testaus lajien välillä

Aineiston tilastollinen testaus tehtiin SAS Enterprise Guide 9.4 –ohjelmistolla. Käytetyt testit valittiin aineiston jakauman muodon (peltoaineisto sisälsi paljon 0-havaintoja) ja pienen koon perusteella. Elinympäristöjen koon lajikohtaiset erot testattiin t-testillä (two sample t-test). Habitaattikoostumusten erot testattiin maastokartoitusten perusteella mallinnetuille elinpiireille. Habitaattiosuuksien testaamisessa käytettiin kullekin elinpiirille laskettujen eri habitaattityyppien prosenttiosuuksia. Pelot testattiin käyttämällä ”on/ei”-tyyppistä luokittelua sen mukaan, oliko elinpiirillä peltoa vai ei. Peltojen ja metsien välillä on voimakas negatiivinen korrelaatio, sillä peltoalueella ei voi samanaikaisesti esiintyä metsää. Tämän, sekä pienen otoskoon ja nolla-arvojen vuoksi peltohabitaatit testattiin erikseen. Peltohabitaateille tehtiin Fisherin tarkka testi käyttämällä GraphPad Software QuickCalcs -internetpalvelua. Pienen aineiston takia yhdistetyille lehtipuuvaltaisille habitaateille ja havupuuvaltaisille habitaateille tehtiin binomiaalinen malli, jossa selitettävällä muuttujalla oli kaksi luokkaa (euroopanmajava ja kanadanmajava). Näin saatiin yksinkertaistettua analyysyä ja korjattua pienen aineiston tuottamia virheitä. Sekametsät ja lehtimetsät yhdistettiin yhdeksi lehtipuita sisältäväksi tyyppiä, sillä majavien kannalta nimenomaan lehtipuut ovat tärkeimpiä ravintopuita. Tulosten tarkastelussa on käytetty kaksisuuntaista p-arvoa.

Elinympäristöjen koon ja havaintopisteiden määrän välinen korrelaatio laskettiin. Lisäksi korrelaatio testattiin myös elinympäristöjen koon sekä havaittujen jälkien ja rantaviivan etäisyyden välille. Myös elinympäristön koon ja kunkin habitaattityypin osuuden välinen korrelaatio testattiin.

Lajien välisten ekologisten erojen selvittämiseksi tehtiin testit (two-way contingency tables) käyttämällä socscistatistics.com-internetpalvelua

(<http://www.socscistatistics.com/tests/chisquare/>) maastokartoitusten lomakkeeseen kirjatulle havainnoille kummankin lajin pesätyypeistä, vesistötyypeistä ja silmämääräisesti arvioituista pesän ympäristön habitaattityypeistä. χ^2 -testi valittiin pienen aineiston ja kahden muuttujan vertailun vuoksi.

Elinympäristöjen kartoituksista saatuja tietoja vertailtiin ja etsittiin mahdollisia eroja lajien elinympäristönkäytössä. Näin saatiin tietoa lajien ekolokeroiden päällekkäisyyksistä ja siten mahdollisesta lajien välisestä kilpailusta. Voitiin myös verrata majavien elinympäristönkäyttöä alueella, jolla on molempia lajeja, elinympäristönkäyttöön sellaisilla alueilla, joilla on vain yhtä lajia, mikä voi myös antaa viitteitä kilpailun mahdollisuudesta.

3. Tulokset

3.1. Elinpiirit

Viidenkymmenen metrin perusteella mallinnettujen elinpiirien keskimääräiset koot eivät eroa merkitsevästi lajien välillä. (DF=33, F-arvo=4.30, p=0.10) (Taulukko 1).

Taulukko 1. Kummankin lajin 50 metrin puskurivyöhykkeiden perusteella mallinnettujen elinpiirien kokojen keskiarvot, minimi, maksimit ja mediaanit sekä keskivirheet. Tarkastelussa on käytetty 95%:n luottamusväliä.

Laji	N	Keskiarvo	Keskivirhe	Minimi	Maksimi	Mediaani
Euroopanmajava	19	6.42 ha	1.135	1.06 ha	22.18 ha	5.33 ha
Kanadanmajava	16	10.87 ha	2.565	2.57 ha	46.07 ha	9.36 ha

Myöskään sadan metrin puskurivyöhykkeiden perusteella lasketut elinpiirit eivät eroa lajien välillä keskimääräisen koon puolesta (DF=32, F-arvo= 3.41 p=0.27) (Taulukko 2).

Taulukko 2. Kummankin lajin 100 metrin puskurivyöhykkeiden perusteella mallinnettujen elinpiirien kokojen keskiarvot, minimi, maksimit ja mediaanit sekä keskivirheet. Tarkastelussa on käytetty 95%:n luottamusväliä.

Laji	N	Keskiarvo	Keskivirhe	Minimi	Maksimi	Mediaani
Euroopanmajava	19	13.21 ha	1.354	3.74 ha	28.56 ha	10.59 ha
Kanadanmajava	15	16.45 ha	2.651	6.28 ha	52.17 ha	16.74 ha

3.2. Elinpiirin koon yhteys habitaattityyppiin, havaintopisteiden määrään ja havaittujen jälkien etäisyyteen vedestä

Elinpiirin koon ja havaitun habitaattityypin välillä ei havaittu olevan korrelaatiota kummallakaan lajilla elinpiirin kokoluokasta riippumatta. Elinpiirin koon ja havaintopisteiden määrän (n=456) välillä 50 metrin elinpiireillä (n=35) ei ollut korrelaatiota ($r=-0.133$, $p=0.449$). Myöskään 100 metrin elinpiireillä (n=34) ei löytynyt korrelaatiota elinpiirin koon ja havaintopisteiden määrän (n=456) välille ($r=0.012$, $p=0.949$).

Maastokartoituksen avulla mallinnetun elinpiirin koon ja havaittujen jälkien etäisyyden vedenrajasta välillä ei ollut korrelaatiota euroopanmajavahavainnoissa (n=262, $r=0.040$, p -arvo=0.518). Myöskään kanadanmajavalla elinpiirin koko ei korreloinut jälkien ja vedenrajan etäisyyden kanssa (n=191, $r=0.064$, p -arvo=0.380).

3.3. Lajien väliset erot elinpiirien habitaattityypeissä

Laskettiin kunkin habitaattityypin peittävyys prosenttiyksikköinä elinpiirin pinta-alaa kohden. Kummankin lajin elinpiireillä havaittiin olevan eniten havumetsää, kun taas euroopanmajavien elinpiireillä oli kanadanmajavaa enemmän peltoa. Kosteikkojen ja avosoiden käyttö oli vähäistä kummallakin lajilla (Taulukko 3).

Taulukko 3. Eri habitaattiluokkien keskimääräiset prosenttiosuudet kummankin lajin kaikissa elinpiireissä. Lisäksi on esitetty keskiarvon alapuolella minimi- ja maksimi-arvot. Tarkasteluun on otettu vain majavien kannalta mielenkiintoiset luokat.

Laji	Pelto	Lehtimetsä	Havumetsä	Sekametsä	Kosteikko	Avosuo
Kanadanmajava	1%	1%	42%	13%	2%	0%
Min ja max	0% 12%	0% 23%	0% 55%	0% 50%	0% 9%	0% 0%
Euroopanmajava	18%	4%	31%	21%	1%	1%
Min ja max	0% 69%	0% 12%	0% 64%	0% 49%	0% 13%	0% 16%

Fisherin tarkan testin mukaan lajien välillä oli eroa peltojen käytössä 50 metrin elinpiireillä (n=35, p=0.002) ja 100 metrin (n=34) elinpiireillä (p>0.0001).

Euroopanmajavan yhdeksästätoista elinpiiristä yhdellätoista oli peltoa, kun vastaavasti kanadanmajavan kuudelta toista elinpiiriltä vain yhdellä esiintyi peltoa.

Corine2012-aineiston pohjalta tarkastelluilla viidenkymmenen metrin elinpiireillä sekä sekametsien että yhdistettyjen lehti- ja sekametsien käyttö oli suurempaa euroopanmajavilla kuin kanadanmajavilla (n=35). Pelkissä lehti- ja havumetsissä eroa ei ollut (Taulukko 4).

Taulukko 4. Lajien väliset erot 50 metrin elinpiireillä habitaattityyppien käytössä. Estimate-arvo osoittaa habitaattityypin käytön euroopanmajavan tulosta kohti, jolloin positiiviset arvot tarkoittavat suurempaa käyttöä euroopanmajavalla kuin kanadanmajavalla.

Habitaattityyppi	DF	Estimate	Standard Error	Pr>ChiSq
Lehtimetsät	1	0.16	0.11	0.13
Havumetsät	1	-0.01	0.02	0.39
Sekametsät	1	0.06	0.03	0.046*
Lehti- ja sekametsät	1	0.05	0.03	0.041*

Sadan metrin elinpiireillä tulokset olivat samankaltaiset kuin 50 metrin elinpiireillä (n=34). Nyt kuitenkin ero löytyi ainoastaan kanadanmajavien suuremmasta havumetsien käytöstä (Taulukko 5).

Taulukko 5. Lajien väliset erot 100 metrin elinpiireillä habitaattityyppien käytössä. Estimate-arvo osoittaa habitaattityypin käytön euroopanmajavan tulosta kohti, jolloin positiiviset arvot tarkoittavat suurempaa käyttöä euroopanmajavalla kuin kanadanmajavalla.

Habitaattityyppi	DF	Estimate	Standard Error	Pr>ChiSq
Lehtimetsät	1	0.23	0.13	0.07
Havumetsät	1	-0.04	0.02	0.032*
Sekametsät	1	0.05	0.03	0.10
Lehti- ja sekametsät	1	0.05	0.03	0.07

Metlan puulajien kuutiomääräaineiston tulosten mukaan lajien välillä ei ollut eroa muussa kokoluokassa kuin sadan metrin puskurivyöhykkeiden perusteella tehdyssä muiden lehtipuiden habitaattityypissä. Tässä luokassa kanadanmajavan osuus oli euroopanmajavaa suurempi. Koivun osuudet olivat suuntaa-antavia viitaten suurempaan käyttöön euroopanmajavilla (Taulukko 6).

Taulukko 6. Lajien väliset erot puulajien kuutiomäärissä viidenkymmenen ja sadan metrin elinpiireillä tarkasteltuna euroopanmajavan tulosta kohti, jolloin positiiviset arvot tarkoittavat suurempaa käyttöä euroopanmajavalla kuin kanadanmajavalla.

Puulajit ja elinpiirinkokotyyppi

	DF	Estimate	Standard Error	Pr>ChiSq
Koivu 50 m	1	0.003	0.001	0.055*
Koivu 100 m	1	0.004	0.002	0.056*
Muut lehtipuut 50 m	1	0.003	0.008	0.72
Muut lehtipuut 100 m	1	-0.036	0.013	0.004*

Erityisesti kiinnostavalla Pirkanmaan maakunnan alueella eri habitaattien osuudet olivat hyvin samankaltaiset, kuin taulukossa 4 esitetyt kaikkien elinpiirien habitaattiluokkien osuudet (Taulukko 7). Pirkanmaan alueella pesiä tutkittiin yhteensä 18, joista 11 oli euroopanmajavan ja loput yhdeksän kanadanmajavan. Peltojen käyttö erosi lajien välillä vain 100 metrin elinpiireillä ollen euroopanmajavalla suurempaa ($n=17$, $df=1$, $P(\chi^2 >$

5.130)=0.02). 50 metrin elinpiireillä tulos oli suuntaa-antava ($n=19$, $df=1$, $P(\chi^2 > 3.519)=0.06$).

Taulukko 7. Eri habitaattiluokkien keskimääräiset osuudet Pirkanmaalla sijaitsevilla elinpiireillä.

Laji	Pelto	Lehtimetsä	Havumetsä	Sekametsä	Kosteikko	Avosuo
Kanadanmajava	2%	2%	32%	14%	0%	0%
Euroopanmajava	10%	2%	27%	24%	1%	0%

3.4. Metsästäjien ilmoittamien koordinaattien ja maastokartoitusten vertailu

Metsästäjien ilmoittamat pesäkoordinaatit poikkesivat sijainniltaan jonkin verran maastokartoituksissa havaituista pesien todellisista sijainneista. Keskenään verrattiin 32 pesäpaikan havaittuja ja ilmoitettuja koordinaatteja. Keskimääräinen etäisyys maastohavaintoon perustuvien pesäkoordinaattien ja metsästäjien ilmoittamien koordinaattien välillä oli noin 125 metriä (mediaani 86,5 metriä). Suurin etäisyys havaitun ja ilmoitetun pesäkoordinaatin välillä oli 664 metriä. 12 vertailuparia sijaitsi alle 50 metrin säteellä toisistaan. Maastossa havaittuja ja metsästäjien ilmoittamia pesiä, joiden koordinaattien välinen etäisyys oli alle 10 metriä eli jotka sijaitsivat samalla paikalla, oli kolmestakymmenestä kahdesta vain kuusi.

Kolmestakymmenestä verrattua pesän tarkasta sijainnista (yhden metrin puskurivyöhyke) vain seitsemällä oli metsästäjien pesäkoordinaattien ja maastossa kerättyjen koordinaattien mukaan sama habitaattityyppi eli pesän tarkka sijainti oli samalla habitaatilla. Neljä metsästäjien merkitsemistä pesistä sijaitsi Corine2012-aineiston mukaan kivennäismaan sekametsässä, viisi kivennäismaan havumetsässä ja yksi kivennäismaan lehtimetsässä. Turvemaiden habitaateista kolme sijaitsi sekametsässä ja kaksi havumetsässä. Pelloille merkittyjä pesiä oli kolme. Yksi pesä oli merkitty kalliomaan havumetsään. Corine2012-aineiston habitaattityyppien mukaan jopa 11 metsästäjien merkitsemistä pesäkoordinaateista ei sijainnut missään habitaattityypissä (Taulukko 8). Habitaattityyppien ulkopuoliset alueet olivat usein vettä tai rakennettua ympäristöä.

Metsästäjien ilmoittamien pesäkoordinaattien ja maastossa kerättyjen pesäkoordinaattien 50 metrin puskurivyöhykkeiden habitaattikoostumukset vastasivat toisiaan 70 %:ssa vertailupareista (n=30). Kun metsästäjien koordinaateille tehtyjä 50 metrin puskurivyöhykkeitä verrattiin elinpiirimallin perusteella tehdyille pesäkohtaisille 50 metrin habitaattilaskelmille, sama yleisin habitaattiluokka oli 63 %:lla vertailupareista (n=35). Maastokartoituksissa kerättyjen pesäkoordinaattien ja 50 metrin perusteella mallinnettujen elinpiirien habitaattien vastaavuus taas oli 72 % (n=29). Maastokartoituksissa maastolomakkeeseen (Liite 1) silmämääräisesti arvioidut habitaattityypit vastasivat elinpiirimalleja vain yhdellätoista pesäpaikalla kahdestakymmenestäkahdeksasta.

Taulukko 8. Metsästäjien ilmoittamien pesäkoordinaattien yhden metrin puskurivyöhykkeiden ja maastokartoitusten perusteella tehtyjen tarkkojen pesäpaikkojen kartoitusten vertailut pesien ympäristöjen habitaattityypeistä. Punaisella on korostettu habitaattityyppien ulkopuolelle merkityt pesät, vihreällä kummallakin menetelmällä samanlaisiksi merkitty habitaattityyppi.

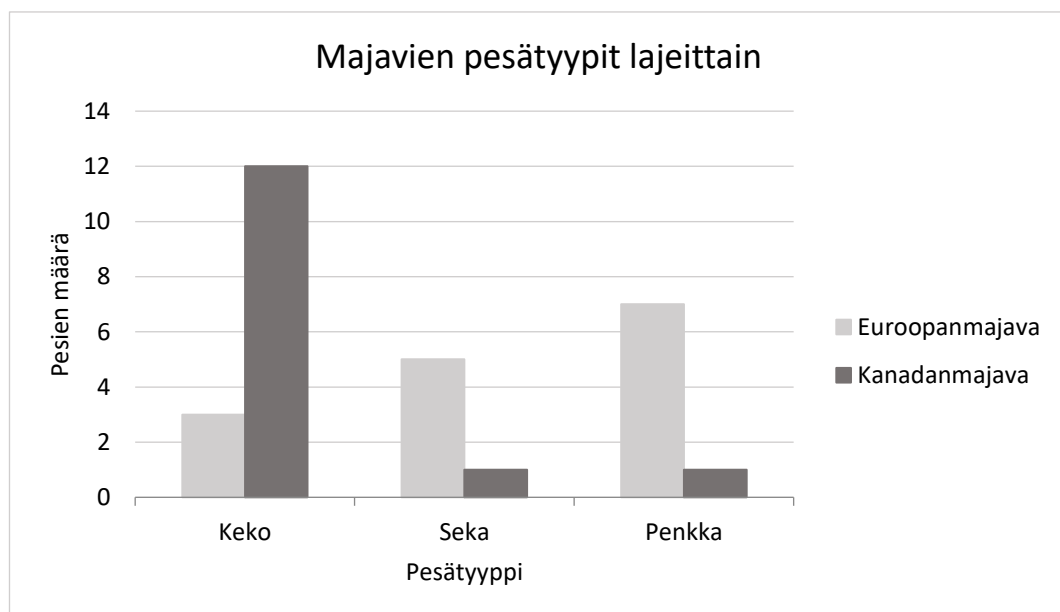
Pesän numero	Habitaatti metsästäjien koordinaattien mukaan	Habitaatti maastokartoituksen mukaan
1	Ei habitaattityyppiä	Sekametsä
2	Ei habitaattityyppiä	Havumetsä
3	Ei habitaattityyppiä	Havumetsä
4	Sekametsä	Havumetsä
5	Havumetsä	Sekametsä
6	Pelto	Pelto
7	Ei habitaattityyppiä	Havumetsä
8	Havumetsä	Pelto
9	Sekametsä	Sekametsä
10	Ei habitaattityyppiä	Havumetsä
11	Sekametsä	Sekametsä
12	Ei habitaattityyppiä	Sekametsä
13	Sekametsä	Havumetsä
14	Lehtimetsä	Havumetsä
15	Sekametsä	Havumetsä
16	Havumetsä	Havumetsä
17	Sekametsä	Sekametsä
18	Sekametsä	Havumetsä
19	Havumetsä	Havumetsä
20	Pelto	Sekametsä
21	Pelto	Pelto
22	Ei habitaattityyppiä	Sekametsä

23	Ei habitaattityyppeä	Sekametsä
24	Havumetsä	Havumetsä
25	Havumetsä	Havumetsä
26	Ei habitaattityyppeä	Havumetsä
27	Havumetsä	Havumetsä
28	Ei habitaattityyppeä	Kosteikko
29	Havumetsä	Havumetsä
30	Ei habitaattityyppeä	Havumetsä

3.5. Maastokartoitukset ja riistakameroiden tallenteet

Lajien välillä oli eroa pesätyyppien suhteen ($n=29$, $\chi^2 > 12.55$, $p=0.0019$).

Kanadanmajavalla suurin osa pesistä oli kekotyyppisiä. Maastossa löytyi kuitenkin myös kandanmajavan pesiksi oletetut seka- ja penkkapesät. Euroopanmajavalla suurin osa pesistä oli penkkapesiä. (Kuva 6.) Näistä maastokartoituksissa löydetyistä viidestätoista kanadanmajavan pesäpaikasta yhdeksän läheisyydessä oli rakennettu pato. Vastaavasti euroopanmajavan seitsemästätoista pesäpaikasta vain viideltä löytyi pato. Tilastotestissä eroa ei löytynyt ($n=32$, $\chi^2 > 0.03$, $p=0.08$).



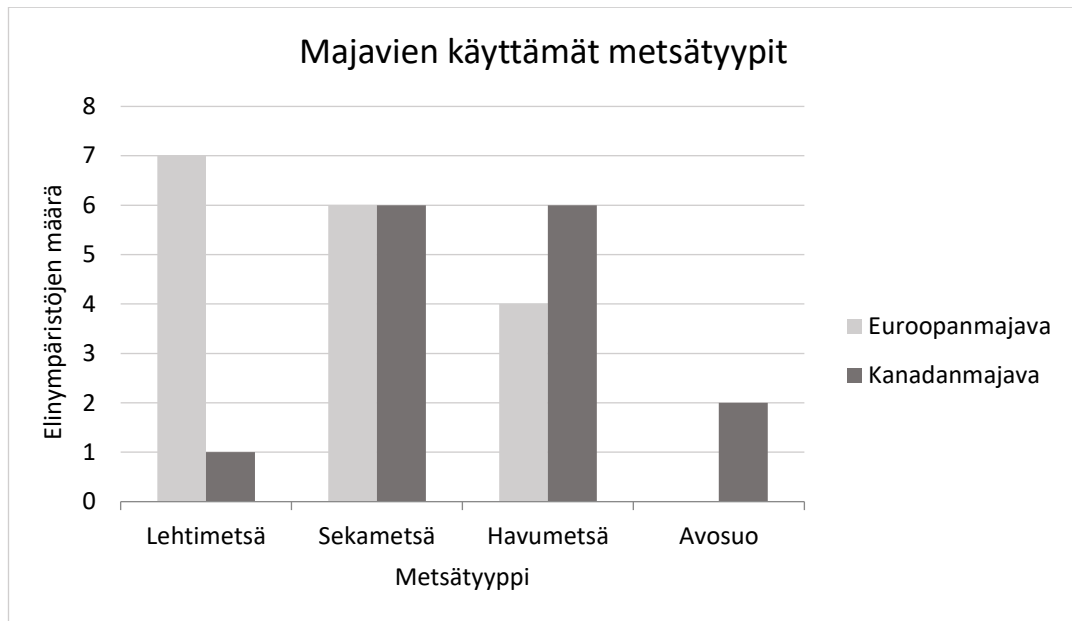
Kuva 6. Maastossa löydettyjen pesien tyypit lajeittain. Euroopanmajavan pesiä löytyi 15 ja kanadanmajavan pesiä 14.

Myös vesistötyyppien suhteen lajien välillä oli eroa ($n=32$, $\chi^2 > 15.40$, $p=0.009$). Euroopanmajavien elinpiireistä suurin osa sijaitsi jokisysteemeissä. Kanadanmajavia esiintyi melko tasaisesti kaikissa vesistötyypeissä (Kuva 7).



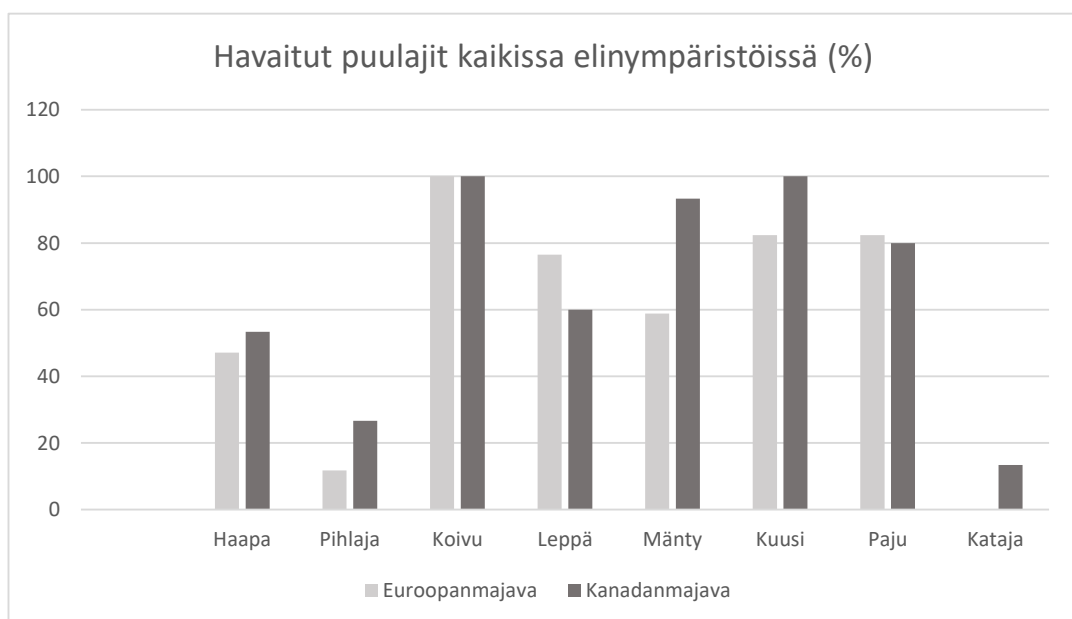
Kuva 7. Maastossa löydettyjen pesien vesistösystemit lajeittain.

Maastokartoituksissa euroopanmajavia esiintyi kanadanmajavia enemmän metsätyypeissä, joilla suurin osa puustosta oli lehtipuita. Ainoastaan kanadanmajavia esiintyi suolla. Lajien välillä oli suuntaa antavaa eroa ($n=32$, $\chi^2 > 6.80$, $p=0.079$) (Kuva 8).



Kuva 8. Silmämääräisten arvioiden perusteella luokitellut pesien ympäristöjen metsätyypit lajeittain.

Kummallakin lajilla jokaisessa elinpiirissä esiintyi koivua. Kanadanmajavan elinpiireistä 100 %:lla esiintyi myös kuusta, kun vastaava luku euroopanmajavan elinpiireillä oli 82 %. Mäntyä oli huomattavasti enemmän kanadanmajavan (93 %) kuin euroopanmajavan (59 %) elinpiireillä. Leppää esiintyi hiukan enemmän euroopanmajavan kuin kanadanmajavan elinpiireillä. Muita puulajeja esiintyi vähemmän (Kuva 9).



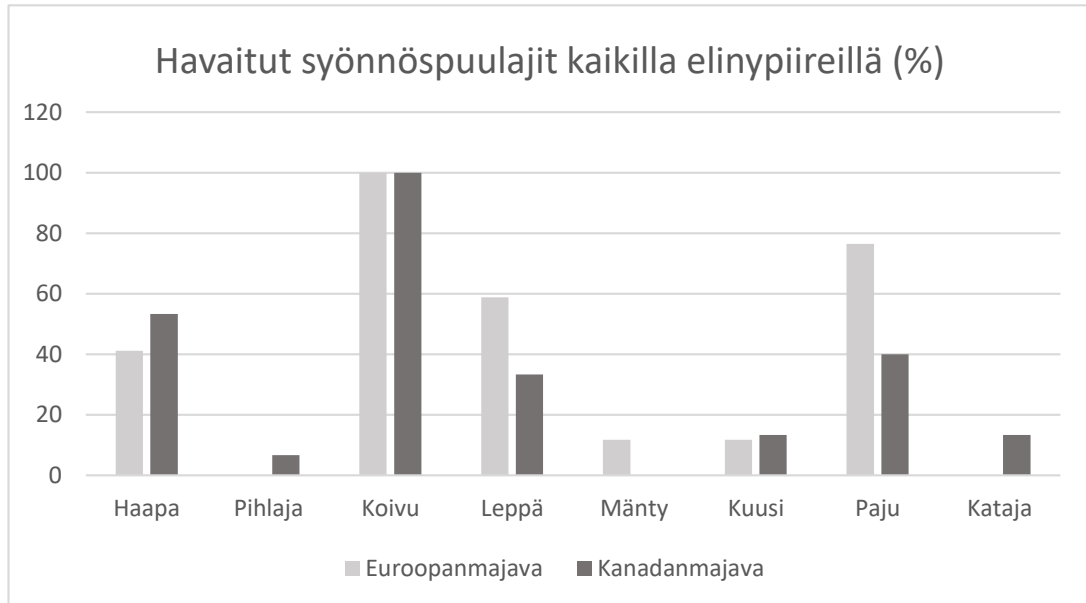
Kuva 9. Maastokartoituksissa tehtyjen puulajihavaintojen prosenttiosuudet kartoitettuja elinpiirejä kohti lajeittain.

3.5.1. Syönnökset

Euroopanmajavien jättämien jälkien keskimääräinen etäisyys rantaviivasta oli 11,6 metriä (n=262, minimi 0 m ja maksimi 61,8 metriä, keskiarvon keskivirhe 0,7) ja kanadanmajavan 12,5 metriä (n=196, minimi 0,1 metriä ja maksimi 90,9 metriä, keskiarvon keskivirhe 1,2). Lajit eivät eronneet toisistaan (n=455, $Pr > |Z|=0.3177$). Kauimpana veden rajasta olevat syönnökset olivat useimmissa tapauksissa haapoja ja parissa tapauksessa koivuja.

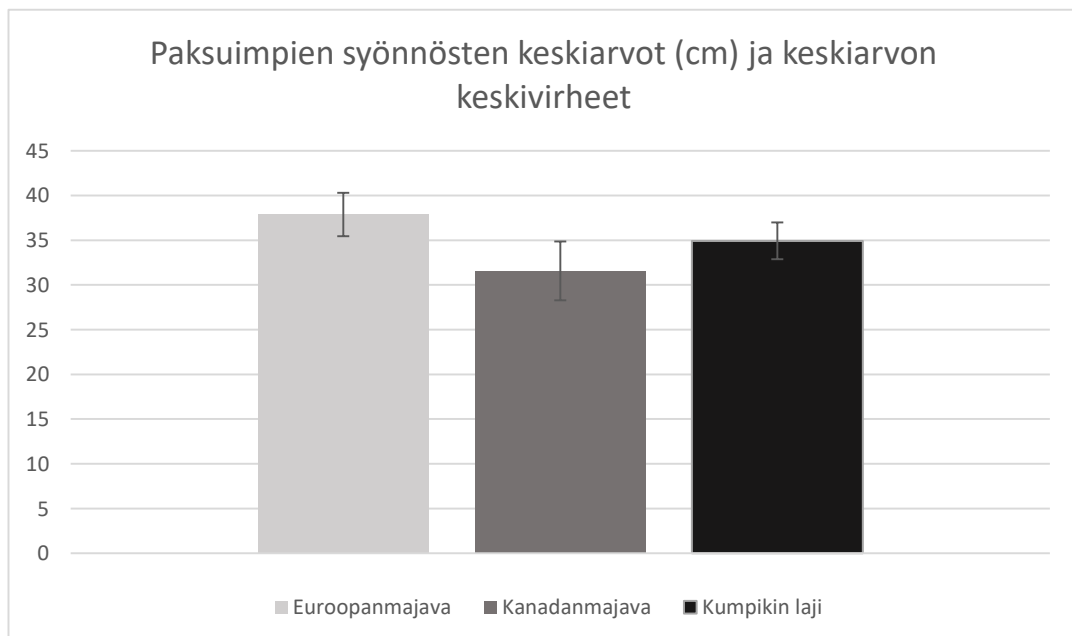
Suurin osa syönnöksistä kummankin lajin elinalueella oli koivuja. Koivusyönnöksiä löytyi kaikista elinympäristöistä kummallakin lajilla. Haapasyönnöksiä havaittiin 41 prosentissa kaikista euroopanmajavan elinpiireistä (17 kpl) ja vastaava luku kanadanmajavien elinpiireillä (15) oli 53 %. Leppäsyönnöksiä löytyi useammalta euroopanmajavan elinpiiriltä (59 % kaikista elinympäristöistä) kuin kanadanmajavalla (33 %). 40 %:lta kaikista kanadanmajavan elinpiireistä löytyi pajusyönnöksiä, kun vastaava luku euroopanmajavan elinpiireillä oli 76 % (Kuva 10).

Havupuusyönnöksiä oli hyvin vähän. Sekä euroopanmajavan että kanadanmajavan elinpiireiltä kahdessa löytyi kuusisyönnöksiä. Vain kahdella euroopanmajavan elinpiirillä oli syöty mäntyä ja katajasyönnöksiä taas oli kahdella kanadanmajavan elinpiirillä. Kaikissa tapauksissa havupuusyönnökset olivat yksittäisiä, eikä niitä löytynyt alueelta paria syönnöstä enempää (Kuva 10).



Kuva 10. Maastohavaintoihin perustuvien syönnöspuulajien prosenttiosuudet kaikilla elinympäristöillä lajeittain.

Paksuimmat syönnökset olivat euroopanmajavalla halkaisijaltaan keskimäärin 38 cm ja kanadanmajavalla keskimäärin 32 cm paksuisia (Kuva 11). Kummankin lajin paksuin löydetty syönnös oli halkaisijaltaan n. 55 cm.



Kuva 11. Maastossa mitatut paksuimmat puusyönnökset lajeittain ja kummankin lajin tulosten keskiarvot.

4. Tulosten tarkastelu

Lajien välillä ei tämän tutkimuksen tulosten perusteella ollut eroa elinpiirien koossa. Havaintopisteiden määrällä eikä löydettyjen jälkien etäisyydellä veden rajasta ollut vaikutusta elinpiirin kokoon. Elinpiirin koko ei myöskään korreloinut keskimääräisen osuudeltaan suurimman habitaattiluokan kanssa.

Habitaattien käytössä oli jonkin verran eroa lajien välillä, kuitenkin kummallakin lajilla suurin prosentuaalinen habitaattiluokka laskettuna kaikkien elinpiirien keskiarvoista oli havumetsät. Suurin lajien välinen ero oli peltohabitaateissa, joissa esiintyi huomattavasti enemmän euroopanmajavia kuin kanadanmajavia, tarkasteltuna sekä viidenkymmenen että sadan metrin puskurivyöhykkeiden perusteella. Euroopanmajavat käyttivät viidenkymmenen metrin elinpiireillään enemmän lehtipuuvaltaisia metsiä kuin kanadanmajavat. Sadan metrin elinpiireillä ero tasoittui, mutta niillä taas havupuumetsien käytön osuus nousi merkitseväksi kanadanmajavilla. Tarkasteltaessa puulajien kuutiomääräaineistoa, voidaan huomata, että sadan metrin elinpiireillä kanadanmajavilla muiden lehtipuiden käyttö kasvoi euroopanmajavaa enemmän. Muissa luokissa eroa ei ollut.

4.1. Elinpiirit

Elinpiirien koossa lajien välillä oli hyvin paljon vaihtelua. Pienimmät ydinalue-elinpiirit olivat euroopanmajavalla vain hieman yli hehtaarin ja kanadanmajavallakin alle kolme hehtaaria. Suurimmat elinpiirit taas olivat euroopanmajavalla noin 22 hehtaaria ja kanadanmajavalla 46 hehtaaria. Suuret vaihtelut eivät välttämättä pienessä aineistossa tuo esiin lajien välistä eroa. On myös mahdollista, että eroa ei todellisuudessa ole ja Suomen vaihtelevassa maastossa kummallakin lajilla esiintyy hyvin eri kokoisia elinpiirejä. Pienessä aineistossa esiintyvät poikkeavuudet esimerkiksi vesistön koossa voivat kasvattaa elinpiirin kokoa, kun elinpiiriin on laskettu kuuluvaksi myös esimerkiksi pesäjärvi. Juurikin kanadanmajavan elinpiirien keskimääräisten pinta-alojen pienempää eroa ydinalueen ja laajemman alueen välillä selittää todennäköisesti jonkin elinpiirin suurempi järvi, joka on otettu mukaan malliin. Kun järvi on jo 50 metrin

puskurivyöhykkeen mukaan mallinnetussa elinpiirissä kooltaan suuri, ei maalla olevien pisteiden puskurivyöhykkeiden kasvattaminen sataan metriin ole vaikuttanut laajemman elinpiirimallin kasvuun yhtä paljon. Kummankin lajin elinpiirien koot vastaavat aikaisempien tutkimusten tuloksia (Korbelová ym. 2016, Johnston ja Windels 2015, McClintic ym. 2014, Bloomquist ym. 2012).

Tässä tutkimuksessa elinpiirien koko perustuu maastossa löydettyihin majavien jälkiin ja niistä kerättyihin koordinaatteihin. Näin ollen vuodenaikaista vaihtelua ei tässä aineistossa pysty havaitsemaan, sillä havaitut ja merkityt jäljet voivat olla syntyneet mihin tahansa vuoden aikaan. Korbelován ym. (2016) tekemän tutkimuksen mukaan kauimpaa vedestä tai pesästä löytyneet jäljet ovat todennäköisesti keväällä tai kesällä syntyneitä jälkiä, koska tällöin majavat liikkuvat laajimmalla alueella. Tässä tutkimuksessa ei ole myöskään tietoa majavan sukupuolesta, jolla Korbelová ym. (2016) havaitsivat olevan vaikutusta reviirin kokoon. Uroksilla reviirit ovat yleensä naaraiden reviiirejä suurempia. Euroopanmajavien ja kanadanmajavien levinneisyysalueet ovat maantieteellisesti suurimmaksi osin melko kaukana toisistaan. Täten myös ympäristöt ovat erilaiset ja tässä tutkimuksessa kanadanmajavien elinpiirit sijaitsivat useammin havupuuvaltaisemmilla alueilla kuin euroopanmajavien. Tästä johtuen lehtipuiden suhde elinpiirillä jää pienemmäksi ja kanadanmajavien on etsittävä niitä laajemmalta alueelta. Näin myös jälkiä löytyy kauempaa rannasta, mikä taas näillä käytetyillä menetelmillä kasvattaa elinpiirin kokoa.

Kaikkia majavien jälkiä ei ollut mahdollista löytää maastossa. Lisäksi maastossa pyrittiin löytämään majavien käyttämän alueen rajat eli sellaiset syönnökset, jotka olivat kauimpana vedestä tai pesästä. Aina tämäkään ei ollut mahdollista, sillä esimerkiksi joen varsilla saattoi olla syönnöksiä kummallakin puolella jokea, mutta joen toiselle puolelle pääseminen ilman kanoottia tai venettä oli mahdotonta. Myös koko majavien käyttämän alueen kiertäminen ei aina ollut mahdollista esimerkiksi järven tai lammen suuren koon tai liian vaikean maaston vuoksi. Joskus kävi myös niin, että majavien käyttämä elinpiiri oli siirtynyt joella alemmas sitä mukaa, kun ympäristö kului. Näin ollen elinpiirin rajan veto oli vaikeaa, kun jäljet eivät selvästi loppuneet. Näin ollen majavien käyttämä alue on todellisuudessa suurempi kuin mihin kartoituksessa lopetettiin ja maastohavaintojen perusteella voidaan laskea. Elinpiirien rajaukset tehtiin

paikkatieto-ohjelmalla siten, että maastossa kerättyjen GPS-pisteiden avulla määritettiin elinympäristölle rajat. Tämän lisäksi elinympäristöön otettiin mukaan myös se vesistö, jossa majava elää. Koko vesistöä ei kuitenkaan aina rajattu mukaan, vaan maastossa havainnoitiin, miten laajalla alueella majavien jälkiä näkyi esimerkiksi järven toisella puolella, jos sinne ei ollut mahdollista mennä jalkaisin. Elinympäristön rajausta siinä perustuu tulkintoihin ja maastossa tehtyihin havaintoihin, joten se näin ollen poikkeaa todellisesta. Havaintopisteiden määrä vaihteli suuresti elinympäristöjen, mutta myös lajien välillä. Pienimmillä lammilla kerättyjä koordinaatteja saattoi olla vain kuusi, mutta pitkillä jokiosuuksilla kerättyjä GPS-pisteitä oli enimmillään 48.

Euroopanmajavien jättämien jälkien keskimääräinen etäisyys rantaviivasta oli 11,6 metriä (minimi 0 m ja maksimi 61,8 metriä) ja kanadanmajavan 12,5 metriä (minimi 0,1 metriä ja maksimi 90,9 metriä). Elinpiirin koon ja syönnösten ja rantaviivan etäisyyden väliltä ei kuitenkaan tässä tutkimuksessa löytynyt yhteyttä kummallakaan lajilla, mikä selittynee suurimmalta osin pienellä otoskoolalla. Tässä tutkimuksessa saadut tulokset ovat samansuuntaiset kuin Graf in ym. (2016) saamat tulokset. Tutkimus tehtiin 25:llä aikuisella euroopanmajavalla Norjassa. Maalla euroopanmajavat liikkuvat keskimäärin 16 ± 8 metrin (vaihteluväli 0-201 metriä) päähän rantaviivasta. Suuremmilla elinpiireillä majavat pysyttelivät lähempänä vettä (Graf ym. 2016). Myös Pohjois-Belgiassa Swinnenin ym. (2017) tekemässä tutkimuksessa todettiin, että mitä kauemmas rantaviivasta siirrytään, sitä enemmän habitaatin laatu laskee. Näin ollen euroopanmajavalla syönnökset jäivät maksimissaan alle 50 metrin päähän rantaviivasta (Swinnen ym. 2017). Viidenkymmenen metrin etäisyys vedestä on havaittu aikaisemminkin olevan majaville keskimääräinen etäisyys ja tästä syystä useissa tutkimuksissa sitä on käytetty rajaamaan majavien elinpiiriä esimerkiksi jokisysteemeissä (John ja Kostkan 2009). Aikaisempien tutkimusten perusteella 50 metriä valittiin myös tähän tutkimukseen ydinalueen puskurivyöhykkeen halkaisijaksi.

Kaikki merkityt jäljet, kuten syönnökset ja polut, eivät aina olleet tuoreita tai uusia. Osa syönnöksistä saattoi olla useita vuosia vanhoja, jolloin niistä kerätyt koordinaatit eivät välttämättä täysin vastaa majavien elinpiirin sen hetkistä tilaa. Jäljet ovat usein myös useampien perheryhmän yksilöiden jättämiä ja näiden liikkuma-alueiden laajuuksissa voi olla paljonkin vaihtelua. Erityisesti jokien varsilla voi olla vaikeaa erottaa jonkin

perheryhmän elinpiirin rajoja yhteen pesään nähden, sillä majavat voivat siirtyä jokea pitkin uudelle alueelle ja tehdä uuden pesän, kun edellinen alue on käytetty loppuun. Näin ollen koko joen matkalla voi olla majavien jälkiä, mutta ne ovat syntyneet useiden vuosien aikana, eivätkä majavat ole liikkuneet samasta pesästä niin laajalla alueella. Osa elinympäristöistä oli vanhoja, eikä alueilla enää elänyt majavia. Tällöin pesää tai patoa ei aina löytynyt ja myös syönnökset olivat alkaneet lahota tai metsänomistajat olivat saattaneet raivata kaatuneet puut pois. Näillä alueilla majavien jättämien jälkien löytäminen oli vaikeaa. Majavien elinympäristöt digitoitiin löydettyjen jälkien koordinaateista käsin kummallekin kokoluokalle (50 metrin puskurivyöhykkeiden perusteella ja 100 metrin vyöhykkeiden perusteella). Pieniä virheitä on voinut sattua digitoinnissa, vaikka siinä noudatettiin yhteen sulautettujen puskurivyöhykkeiden rajoja. Näin ollen elinympäristöt poikkeavat hieman toisistaan muutoinkin kuin vain mittakaavan perusteella.

Majavien elinpiirien pituus Loire-joen laaksossa oli keskimäärin 5,54 km. Vastaavanlaisia tuloksia on saatu myös Saksasta, missä pituutta euroopanmajavan elinpiirillä oli 3,1–6,5 kilometriä ja kanadanmajavan 3,9–5,2 kilometriä (Heidecke 1986). Alankomaissa tehdyn radiolähetintutkimuksen mukaan euroopanmajavalla olisi suurempi elinpiiri, pituutta tutkimuksen mukaan oli keskimäärin 7,9 kilometriä (Nolet ja Rosell 1994). Kaakkois-Norjassa tutkittiin euroopanmajavien reviirien pituuksia ja tutkimuksessa todettiin, että jokihabitaateissa sijaitsevien reviirien pituudet vaihtelivat 1,4 kilometristä 5,6 kilometriin (Mayer ym. 2017). Elinpiirin koon vaihteluun vaikuttaa habitaatin laatu eli vesistön rakenne, ravintotilanne ja mahdolliset pedot ja kilpailijat (Nolet ja Rosell 1994, John ja Kostkan 2009). Tässä tutkimuksessa vuosittaista vaihtelua ei pystytty havainnoimaan, mutta pidemmällä seurannalla voidaan saada tietoa yhden perheryhmän elinpiirin koon vaihtelusta vuosien välillä.

Tässä tutkimuksessa ei ollut mahdollista arvioida alueellista majavatiheyttä, mutta sen on aikaisemmissa tutkimuksissa todettu vaihtelevan vuosien välillä. Tämä osaltaan vaikuttaa alueiden käyttöön ja niiden kulumiseen. Yhdysvalloissa Minnesotan alueella Johnstonin ja Windelsin (2015) tutkimuksessa seurattiin kanadanmajavatiheyden muutoksia 1950-luvulta vuoteen 2006 asti. Seurannan alussa vuonna 1958 majavatiheys oli alhainen, vain 0,33 yksilöä neliökilometrillä. 1980-luvulla majavatiheys oli noussut noin yhteen yksilöön neliökilometrillä ja se pysyi lähes samana vuonna 2000.

Viimeisenä tarkasteluvuonna 2006 kanadanmajavatiheys oli laskenut 0,76 yksilöön neliökilometrillä (Johnston ja Windels 2015). Tällaiset muutokset on hyvä huomioida elinpiirien kokoa ja kuntoa tutkittaessa. Mayerin yms. (2017) tutkimuksessa havaittiin, että keskikokoisilla elinpiireillä elävät euroopanmajavat käyttivät reviirejään pidempään kuin suurilla tai pienillä elinpiireillä elävät. Tämä johtunee siitä, että suurten elinpiirien puolustaminen ja hallussapito on työlästä ja kuluttavampaa kuin keskikokoisten, kun taas pienillä elinpiireillä ravintoa ei ole saatavilla yhtä pitkään kuin keskikokoisilla tai suurilla elinpiireillä. Tulos on todennäköisesti yleistettävissä myös kanadanmajavaan hyvin samankaltaisen ekologian vuoksi.

On kuitenkin huomattava, että majavalajien erottaminen toisistaan on luonnossa hyvin vaikeaa, ellei mahdotonta. Tässä tutkielmassa käytetty lajjako perustuu Luonnonvarakeskuksen tekemiin selvityksiin, joiden taustalla on esimerkiksi tietoja siitä, mille alueille majavia on aikoinaan siirretty. Luonnonvarakeskus on myös kerännyt metsästäjiltä majavien kalloja, joista pystytään varmistamaan laji. Kalloja on saatu juuri Pirkanmaalta, Etelä-Pohjanmaalta ja Satakunnasta, missä kummankin lajin esiintyminen on mahdollista (Kauhala ja Timonen 2016). Tämän tutkimuksen tutkimusalueiden majavat voidaan lähtötietojen perusteella siis melko varmasti sanoa kuuluvan siihen lajiin, joka alueelle on tyypillinen. Lajien esiintymisalueet ovat kuitenkin havaintoihin perustuvia oletuksia, joiden varmistamiseksi tämänkin tutkimuksen puitteissa kerättiin majavan ulosteita ja sylkeä sisältäviä puulastunäytteitä, joista pystytään eristämään majavien DNA:ta. On siis mahdollista, että vertailualueilla elävä oletettu majavalaji onkin toista lajia, sillä kallot ovat vain pieni otos alueen majavakannasta ja mahdollisia toisen lajin yksilöitä voi esiintyä alueella sitä kenenkään huomaamatta. Kummatkin lajit tekevät sekä keko-, penkka- että sekapesiä, joten niistä ei voi päätellä alueen majavalajia.

Käytetty aineisto on keskittynyt ihmisvaikutuksen läheisyydessä sijaitseviin elinympäristöihin, eikä tässä anna kuvaa esimerkiksi kaukana ihmisistä esiintyvien majavien käyttäytymisestä. Ihmisten läheisyys todennäköisesti vaikuttaa majavien käyttäytymiseen. Maastokartoituksissa huomattiin esimerkiksi ojituksen, metsänhoitotöiden tai muun ihmisten aiheuttaman häiriön vaikuttaneen majaviin. Näissä tapauksissa majavat olivat todennäköisesti siirtyneet muualle. Oli myös tapauksia, joissa majavia oli ammuttu alueelta. Eräällä lammella majavat rakensivat toisen pesän toiselle rannalle, kun lammella liikuttiin loukutuksen ja kartoitusten puitteissa. Lammella

käytiin useana päivänä muutaman viikon ajan asentamassa ja tarkistamassa loukkuja ja riistakameroita, sekä kartoittamassa maastoa. Lampi oli kooltaan melko pieni ja todennäköisesti lisääntynyt häiriö pesän läheisyydessä sai majavat vaihtamaan pesänsä paikkaa. Tällä paikalla siis tutkimuksen vaikuttamattomuus tutkimuksen kohteena olevaan eläimeen ei toteutunut yhtä hyvin kuin muualla.

Koska erilaiset metsänhoitotoimet ja muu ihmistoiminta ovat voineet vaikuttaa majavien elinympäristöihin, havaitut majavien jättämät jäljet eivät välttämättä johdu majavien luontaisesta käyttäytymisestä, vaan myös esimerkiksi niiden siirtymisestä alueelta pois häiriön vuoksi. Näiden syiden takia osa majavista on voinut joutua valitsemaan elinpiirikseen erilaisen ympäristön kuin minkä se normaalisti ilman ihmisvaikutusta valitsisi. On kuitenkin myös hyvä huomata, että nykyään ihmisten vaikutus ulottuu lähes kaikkialle. Joillakin alueilla majavien patoja ja pesiä oli myös purettu, jolloin niitä ei voinut löytää maastossa ja majavat olivat siirtyneet muualle.

4.2. Menetelmien vertailu

4.2.1. Metsästäjien ilmoittamat sijainnit ja maastohavainnot

Metsästäjien ilmoittamien ja maastossa havaittujen pesien todellisten sijaintien välillä oli etäisyyttä keskimäärin 126 metriä. Kolmestakymmenestä kahdesta vertaillusta pesäpaikasta kahdentoista ilmoitetut ja havaitut koordinaatit sijaitsivat alle 50 metrin säteellä toisistaan. Kuitenkin vertailupareista suurimman osan etäisyys oli tätä suurempi ja näin ollen habitaattityypin vaihtuminen toiseksi tällä säteellä on todennäköistä ja tämä aiheuttaa ongelmia metsästäjien ilmoittamien koordinaattien perusteella tehtävään habitaattitutkimukseen. Metsästäjien ilmoittamien pesäkoordinaattien ja maastossa havaittujen pesäkoordinaattien 50 metrin puskurivyöhykkeiden habitaattiluokat vastasivat toisiaan kahdessakymmenessä yhdeksässä kolmestakymmenestä (70 %) verrattuna pesäpaikasta. Kun verrattiin metsästäjien ilmoittaman pesän 50 metrin puskurivyöhykkeen habitaattikoostumusta pesälle tehtyyn elinpiirimalliin, vallitseva habitaattiluokka oli sama kahdessakymmenessä kahdeksassa kolmestakymmenestä viidestä (63%) vertailuparista. Maastokartoitusten perusteella tehtyjen 50 metrin puskurivyöhykkeiden ja koko elinpiirin habitaattikoostumusten yhdenmukaisuus oli 72 %. Pelkkien metsästäjien ilmoittamien pesäkoordinaattien perusteella on siis

mahdollista saada tietoa majavien elinpiirien habitaattikoostumuksesta, mutta koska suurin osa ilmoitetuista pesistä sijaitsi yli viidenkymmenen metrin päässä maastossa havaitusta pesästä, habitaattityyppi eroaa merkittäväällä osalla vertailuista pesistä. Näin ollen menetelmä tällaisenaan ei ole täysin luotettava. Huolestuttavaa on se, että pesien tarkat sijainnit poikkesivat niin paljon toisistaan. Tämä tutkimus tehtiin kuitenkin ennen Oma riista –palvelun käyttöönottoa, johon voi omalla mobiililaitteellaan merkitä sijainnin paikan päällä maastossa. Palvelun toimivuuden edellytyksenä on, että havaitsija merkitsee sijainnin sillä hetkellä, kun seisoo pesän vieressä.

Metsästäjiltä saadut pesäkoordinaatit helpottavat merkittävästi aineiston kokoamista. Niiden ongelma on kuitenkin epätarkkuus sekä monien eri ihmisten ja laitteiden tuottamat virheet. Tässä tutkimuksessa tehdyssä vertailussa todettiin, että osa metsästäjien Luonnonvarakeskukselle ilmoittamista koordinaateista jäi paikkatietotarkastelussa huomion kohteena olevien habitaattityyppien ulkopuolelle, tai ne eivät vastanneet maastossa kartoitettujen pesien havaittuja habitaattityyppejä (Taulukko 8). Jo kartoitusten alussa valittiin tarkastettavaksi sellaisia pesiä, jotka varmasti sijaitsivat veden läheisyydessä. Esimerkiksi rakennettuun ympäristöön merkittyjä pesiä ei ajan säästämiseksi lähdetty tarkastamaan, vaan priorisoitiin varmempiin majavapaikkoihin. Habitaattityyppien ulkopuolelle merkityt pesät sijaitsivat usein järven tai rakennetussa ympäristössä. Tämä johtuu todennäköisesti jälkikäteen tehdyistä merkinnöistä eli pesää ei olekaan merkitty paikan päällä maastossa, vaan jälkeinpäin on arvioitu pesän sijainti ja se on merkitty karttaan muistin varassa. Kartoitettavat kohteet sijaitsivat myös usein lähellä ihmistoimintaa (esimerkiksi alle puolen kilometrin päässä tiestä tai turpeennostoalueesta), sillä tällaisista sijainneista tehdään useammin havaintoja, kuin kaukana esimerkiksi teistä sijaitsevista sijainneista. Toisaalta majavahavainnot kerätään hirvenmetsästyksen yhteydessä, mikä sijoittuu kauemmas asutuksesta, joten rakennetun ympäristön läheisyydessä tehtyjen havaintojen määrä on mielenkiintoinen seikka. Osa virheistä selittyy myös metsästäjien käytössä olleiden laitteiden erilaisista sijaintitarkkuuksista. Edelleen on myös erilaisia paperikarttoja, joita metsästäjät voivat käyttää. Karttaan merkityn pesän koordinaatit voivat poiketa tarkkuudeltaan. Myös paikkatieto-ohjelmassa käytetyn pohja-aineiston tarkkuudessa todelliseen maastoon verrattuna on poikkeamia, joten osa virheistä selittyy myös tällä, kun metsästäjiltä saatujen tai maastossa kerättyjen koordinaattien perusteella arvioidaan habitaattia. Pohjakartta ei luonnollisesti täysin pysty

jäljittelemään todellista metsätyyppirakennetta eikä täydellinen tarkkuus näin ollen ole mahdollinen. Esimerkiksi hakkuut eivät automaattisesti päivyty pohjakarttaan ja kartta ei ole ajantasainen.

Silmämääräisesti arvioidut habitaattityypit poikkesivat elinpiirimallien tuloksista suurimassa osassa verratuista pesäpaikoista (n=28). Poikkeavuuteen vaikuttavat oleellisesti arvioinnin suhteellisuus eli se, miten pesän ympäristön näkee maastossa. Metsätyyppin arvioiminen ei siis ollut samanlaista joka pesällä, sillä arviointiin vaikuttivat esimerkiksi tiheä puusto tai toisilla paikoilla avonainen maasto. Vaikuttava tekijä on myös se, että elinpiirimallin vallitseva habitaattityyppi on laskettu olevan suurimman prosentuaalisen peittävyuden omaava tyyppi. Näin ollen maastossa silmämääräisesti pesän ympäristössä arvioitu habitaattityyppi esiintyy elinpiirissä, mutta sen osuus jää jotakin toista tyyppiä pienemmäksi. Suurin prosentuaalinen habitaattityyppi ei kuitenkaan aina ole majavan kannalta se tärkein, vaan se voi olla myös rajoittava tekijä.

Maastokartoitukset kuitenkin antavat luotettavan kuvan majavien käyttämän elinympäristön todellisesta nykytilasta. Maastossa voidaan varmasti todeta alueella kasvavat puulajit ja vesistötyyppi, sekä muita alueen erityispiirteitä. Maastokartoituksissa pesät voidaan merkitä tarkasti ja varmistua pesän kunnosta tai vaihtoehtoisesti sen puuttumisesta. Samalla saadaan merkittyä majavien jäljet, syönnökset, padot ja muut havainnot. Tarkkojen koordinaattien keräämiseksi maastossa käyminen on välttämätöntä. Vain maastossa käymällä voidaan arvioida eläkö alueella sillä hetkellä aktiivisia majavia. Maastotyöt kuitenkin vievät paljon aikaa ja majavien asuttamat alueet ovat usein vaikeakulkuisia ja kaukana teistä. Kaikkia jälkiä on lähes mahdotonta löytää ja merkitä ylös ja useimmissa tapauksissa ei ole myöskään mahdollista kiertää koko vesistöaluetta majavien käytön laajuuden varmistamiseksi. Näin ollen alueen laaja-alaisempi tarkastelu on maastossa vaikeaa ja se vaatisi paljon aikaa. Elinpiirien laajuutta ei siis ilman mittavaa panostusta voi määrittää suoraan maastossa. Näiden seikkojen lisäksi eri majavakohteet usein sijaitsevat lajityypillisesti kaukana toisistaan, jolloin siirtyminen kohteiden välillä aiheuttaa lisää haasteita.

Maastokartoituksiin verrattuna pelkän pesäkoordinaatin perusteella ei voi sanoa koko majavan elinpiirin ominaisuuksista muuta kuin juuri pesän välittömässä läheisyydessä vallitsevan habitaattityypin. Majava valitsee pesälleen sopivan paikan esimerkiksi rannan perusteella, mutta elinympäristönsä se valitsee monien muiden tekijöiden, kuten vesistön ja saatavilla olevan ravinnon perusteella. Näin ollen elinpiirin sisällä voi olla paljon erilaisia habitaattityyppejä, vaihtelevia pinnanmuotoja ja monenlaisia kasvillisuuslaikkuja. Ravintoa ja pesätarpeita majava hakee laajalta alueelta, joten pelkkä pesän ympäristö ei määrittele koko elinpiirin laatua. Tässä tutkimuksessa metsästäjien ilmoittamista koordinaateista oli paljon hyötyä, sillä niiden perusteella valittiin kartoitettavat kohteet ja suunnistettiin pesille.

Näin ollen tässä tutkimuksessa käytetyt menetelmät täydensivät toisiaan. Metsästäjiltä saatuja koordinaatteja käytettiin kartoitettavien alueiden etsimiseen. Maastokartoitusten avulla tehtiin pohjaselvitys elinympäristön laadusta ja kerättiin majavien jäljistä koordinaatteina aineisto paikkatieto-ohjelmalla tehtävää tarkastelua ja mallintamista varten. Digitaalisesta paikkatietoaineistosta saatiin laajempi ja kokonaisvaltaisempi kuva kustakin majavan elinpiiristä ja pystyttiin mallintamaan niiden koko ja habitaattikoostumus. Metsästäjien keräämä aineisto kattaa kunakin laskentavuotena jopa 2000 pesää ja vastaavan määrän kerääminen ilman metsästäjien apua ei olisi mahdollista. Tutkimusta ei siis olisi voinut tehdä tässä laajuudessa vain yhtä menetelmää käyttäen.

4.2.2. Corine2012 ja Metlan pohjakarttojen vertailu

Kaukokartoituksen käyttäminen majavatutkimuksessa ei onnistu ilman luotettavaa digitaalista paikkatietoaineistoa. Tämä tarkoittaa, että pohjana täytyy olla aikaisemmin maastossa kerättyä aineistoa koordinaattien muodossa. Majavien jälkien erottaminen esimerkiksi satelliitti- tai ilmakuviosta on useimmissa tapauksissa suurimpia syönnöksiä lukuun ottamatta mahdotonta korkeasta resoluutiosta huolimatta. Kauko-ohjattavilla lennokeilla tai ns. nelikoptereilla (eng. drone), joihin on asennettu kamera, voidaan saada riittävän tarkkoja lähikuvia majavien elinpiirien tutkimukseen, muuta niiden soveltumisesta ja rajoituksista tällaisessa tutkimuksessa on vielä vähän tietoa. (Puttock ym. 2015)

Paikkatieto-ohjelmilla voidaan mallintaa koordinaattien perusteella majavien arvioitu elinpiirin koko. Maastossa vastaavan työn suorittaminen on hyvin haastavaa ja aikaa vievää varsinkin, kun majavien käytössä olevat vesi- ja maa-alueet voivat olla useiden kymmenien hehtaarien kokoisia. Käytetystä pohjakartasta riippuen mallissa saadaan huomioitua alueen vesistö ja puusto, sekä myös mahdollisesti maaperän ominaisuudet. Menetelmä soveltuu siis laajemman alueen kokonaisvaltaiseen tarkasteluun, mutta pieniä yksityiskohtia voi olla vaikea erottaa. Pinta-alan laskeminen ja eri habitaattityyppien osuuksien arviointi onnistuvat parhaiten paikkatieto-ohjelmilla. Tässä tutkimuksessa käytettyjen rasterimuotoisten Corine2012- ja Metlan kuutiomääräaineistojen vertailussa Corine2012 antoi yksityiskohtaisemman kuvan habitaatin koostumuksesta. Tilastotestien tulokset majavalajien eroissa habitaattiluokkien käytöstä näkyvät kuitenkin kummallakin pohja-aineistolla. Corine-aineiston mukaan euroopanjajava käytti enemmän lehtipuuvaltaisia metsiä, kuin kanadanmajava. Metlan aineistossa euroopanjajavan elinpiireillä havaittiin suurempaa koivun käyttöä. Kanadanmajavan 100 metrin elinpiireillä oli Corine-aineiston tuloksissa enemmän havumetsien käyttöä ja Metlan aineiston tuloksissa havaitaan ero 100 metrin elinpiirien runsaammassa muiden lehtipuiden kuin koivun käytössä. Suurempi muiden lehtipuiden osuus voikin viitata havupuuvaltaisempaan metsään, jossa koivun osuus on vähäinen. Näin ollen majavien on käytettävä ravinto- ja tarvepuuna muita lehtipuita, jotka elävät havupuiden läheisyydessä. Metlan aineisto siis ei erikseen näytä havupuita, vaan on keskittynyt lehtipuiden osuuksiin. Metlan aineisto painottaa erityisesti koivun osuutta, ja vaikka tämä tutkimus tukeekin aikaisempia tuloksia koivun tärkeydestä majavien ravinto- ja tarvepuuna, myös muiden puulajien erottelu on tärkeää.

Corine2012-aineistossa on eritelty myös maalajityypit kivennäis-, turve- ja kalliomaihin, mikä osaltaan parantaa habitaattianalyysin tarkkuutta. Koska Metlan aineisto on ns. varjomalli, eli puuston runsaus vaihtelee kuvassa valkoisesta mustaan, lehtipuita sisältämätön alue voi olla mitä tahansa muuta, esimerkiksi havupuustoa, rakennettua ympäristöä, peltoa tai vettä. Corine2012-aineistoa käytettäessä maankäyttöluokat ja metsätyypit on eroteltu tarkasti. Metlan aineiston resoluutio eli erottelukyky taas on Corine2012-aineistoa parempi, sillä sen pikselikoko on 16x16 metriä, Corine2012-aineiston ollessa 25x25 metriä.

4.2.3. Saatujen tulosten vertaaminen radiolähetinseurantoihin

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan maastokartoituksilla voidaan saada samanlaista tietoa majavien elinpiirin koosta kuin radiolähetinseurannoillakin, joita on tehty muualla. Tšekissä tehdyssä tutkimuksessa aikuisilla euroopanmajavilla on todettu olevan keskimäärin noin 5.14 ± 3.06 hehtaarin kokoisia elinpiirejä. Elinpiirit oli laskettu radiolähtetimen avulla kerätystä aineistosta majavien liikkeiden mukaan ja tutkimuksessa oli käytetty 33 eri-ikäistä uros- ja naarasmajavaa. Elinpiirin koko muuttui vuodenaikojen mukaan, ollen keväällä suurempi kuin syksyllä. Keväällä suurin todettu elinpiiri oli 13,51 hehtaaria ja talvella pienimmän koko oli vain 1,12 hehtaaria. (Korbelová ym. 2016) Yhdysvalloissa 92 kanadanmajavalla tehdyssä radiolähetintutkimuksessa todettiin aikuisten majavien elinpiirien olevan keskimäärin noin 25,5 ha ja niin kutsutun ydinalueen 3,9 ha. Tutkimuksessa todettiin päinvastoin kuin Korbelován ym. tutkimuksen tuloksissa elinpiirien olevan pienimillään kesällä ja suurimmillaan talvella. (Bloomquist ym. 2012) Yhdysvalloissa tutkittiin 734 kanadanmajavien käyttämää lampea ja elinpiirin keskimääräiseksi kooksi todettiin 4,04 ha. (Johnston ja Windels 2015) Yhdysvalloissa Alabaman osavaltiossa taas radiolähetinseurannalla saaduissa tuloksissa kahdenkymmenenkuuden kanadanmajavan elinpiirin koko oli 20.89 ± 26.54 ha ja kahdenkymmenenkolmen 11.86 ± 5.66 ha (McClintic ym. 2014). Vaihtelua elinpiirien kokoluokissa on siis havaittavissa runsaasti myös muualla maailmassa.

Myös elinpiirin habitaattikoostumusta voidaan tutkia kummallakin menetelmällä tuotetun paikkatiedon pohjalta. Radioseurannan etuna kuitenkin on, että sen avulla voidaan huomata eroja vuodenaikojen ja esimerkiksi yksilöiden sukupuolten tai iän välillä. Maastokartoituksissa ei välttämättä voida havaita tietyn yksilön jättämiä jälkiä ja esimerkiksi syönnösten tuoreuden arviointi voi olla liian haastavaa vuodenaikojen vaikutuksen havaitsemiseksi.

Tässä tutkimuksessa aiottu radiolähetinseuranta epäonnistui useammalla tavalla. Kiinni ei saatu kuin yksi kanadanmajava monista yrityksistä huolimatta. Ensimmäinen ongelma todennäköisesti oli loukkutyypin, sillä käytetyt loukut oli suunniteltu ketulle ja supikoiralle. Majavien elävänä pyydystämiseen on muualla käytetty hyvällä

menestyksellä ansalankaa (Bloomquist ja Graig 2009), haavia ja erityisesti majavalle suunniteltuja loukkuja (Korbelová, Hamsikova ym. 2016). Jokin muu pyydystysmetodi olisi siis voinut olla tehokkaampi. Vaikka lähettimen asennus onnistui, majavan paikantaminen testipaikannusten jälkeen ei enää onnistunut. Majava oli saattanut siirtyä pois oletetulta alueelta, mutta koska yksilöä etsittiin laajalta alueelta tuloksetta, lähettimeen tullut vika vaikuttaisi todennäköisimmältä vaihtoehdolta.

Radiolähetinseurannassa yhtä yksilöä kohti tehtyjä paikannusöitä tarvitaan useita, jotta saadaan kattavasti tietoa eläimen liikkeistä. Kun halutaan selvittää vain majavan elinpiirin reunat, maastossa jalkaisin tehty kartoitus voi tuottaa tämän tiedon helpommin. Tieto kuitenkin perustuu vain majavasta jääneisiin jälkiin, joten sellaiset liikkeet, joista ei jää maastoon havaittavaa jälkeä, on mahdollista tallettaa vain radiolähettimen avulla.

Elinpiirin koko voidaan siis selvittää kummalla menetelmällä tahansa. Kumpaankin liittyy etuja, mutta myös epätarkkuuksia. Aiempien tutkimusten perusteella näillä menetelmillä saatuja tuloksia voidaan kuitenkin verrata tietyin varauksin toisiinsa. Eläinsuojelullisista näkökulmista maastokartoituksiin ja jälkien koordinaattien keräämiseen perustuva tutkimus on eläimelle vaarattomampi menetelmä. Eläimelle ei koidu sen käsittelemisestä johtuvaa stressiä tai kipua, eikä sen tarvitse odottaa loukussa vapautumista. Kuitenkin myös maastokartoitukset voivat aiheuttaa stressiä, sillä kartoittajan läsnäolo on mitä ilmeisimmin majaville uhkaava. Eläimen käsittely ja lähettimen kiinnittämisessä tarvittavien lääkeaineiden haittavaikutukset kuitenkin vältetään. Tutkimuksessa kannattaakin valita se menetelmä, jolla eläimelle aiheutuva haitta on mahdollisimman pieni, mutta jolla saadaan kerättyä mahdollisimman tarkkaa ja kattavaa aineistoa. Radiolähetinseuranta mahdollistaa vuodenaikaisten vaihteluiden ja yksilöiden tai sukupuolten välisten erojen tutkimisen, kun taas jälkiin perustuva kartoitus antaa kuvan koko perheryhmän elinpiiristä.

4.3. Lajien väliset erot

Tutkimuksessa pyrittiin myös löytämään mahdollisia eroja lajien väliltä habitaatin käytön ja muun ekologian osalta. Kummankin lajin havaittiin rakentavan kaikkia pesätyyppejä, mutta kanadanmajava teki useimmin kekopesän. Merkitsevä ero löytyi

myös majavien käyttämien vesistötyyppien suhteen. Euroopanmajavien pesistä suurin osa sijaitsi jokisysteemeissä. Kumpaakin lajia esiintyi lehti-, seka- ja havumetsissä, mutta euroopanmajavilla 50 metrin elinpiireillä lehtipuuvältaisten metsien käyttö oli suurempaa. Kanadanmajavan suurempi havumetsien käyttö 100 metrin elinpiireillä erosi euroopanmajavasta. Ainoastaan kanadanmajavalla oli kaksi pesää avosuolla. Kanadanmajavan havaittiin rakentavan enemmän patoja kuin euroopanmajavan. Maastokartoituksissa löydettyistä viidestätoista kanadanmajavan pesäpaikasta yhdeksällä oli myös rakennettu pato. Vastaavasti euroopanmajavan seitsemästätoista pesäpaikasta vain viideltä löytyi pato. Kumpikin laji pystyy kaatamaan yli 50 cm paksuisia puita, joten eroa syönnösten paksuudessa ei ollut.

Kirjallisuudesta löytyvien lajivertailujen mukaan kanadanmajava tekee euroopanmajavaa useammin kekopesän. Vaikka tässä patojen tulos ei ollutkaan merkitsevä, aikaisemmissa tutkimuksissa kanadanmajavan padonrakennusaktiivisuus on ollut euroopanmajavaa suurempi. (Danilov ja Kan'shiev 1983, Ruusila 1997, Parker ym. 2012) Kuitenkin on myös tutkimuksia, joissa todetaan, ettei lajien välillä ole eroa pesätyypissä tai padonrakennuksessa, jos kumpikin laji elää samanlaisessa habitaatissa. (Nolet 1996, Danilov ym. 2011, Parker ym. 2012) Suomessa vuoden 2010 majavalaskenta/aineistoon perustuvassa tutkimuksessa todettiin samaan tapaan, että euroopanmajava tekee useimmiten penkkapesän, kun taas kanadanmajavan suosima pesätyyppi on keko (Kauhala ja Turkia 2013). Tässä tutkimuksessa löydetty erot voivat näin ollen johtua habitaattieroista. Tutkimuksessani käytetty aineisto on verrattaen pieni ja tästä syystä tuloksia voidaankin tarkastella suuntaa-antavina. Suomessa majaviin liittyy aikaisemmin mainittu erityispiirre, että kummankin lajin keskeisimmät levinneisyysalueet poikkeavat ympäristöiltään huomattavasti toisistaan. Pirkanmaan ja Satakunnan jokien halkomat peltomaisemat ovat euroopanmajavakannan levinneisyysalueen erikoisuus, kun taas Kanta-Hämeen kanadanmajavat elävät hyvin erityyppisessä ympäristössä metsien ympäröimillä pienillä lammilla ja järvillä. Näin ollen lajien välisten ekologisten erojen vertailu on haastavaa.

Majavien palautusistutuksissa ihmiset valitsivat alueet, joille majavia siirrettiin. Koska tutkimuksessa ei ollut mahdollista selvittää majava-alueilla saatavilla olevia käyttämättömiä elinympäristöjä, ei voida varmasti tietää, johtuuko lajien välillä havaitut

eroavaisuudet elinympäristöissä lajien omista erilaisista ominaisuuksista vai yksinkertaisesti ympäristöiltään erilaisista elinalueista. Esimerkiksi Suomen euroopanmajavakannan ydinalueella Satakunnassa on historiallisista syistä paljon peltoalaa, kun taas kanadanmajava-alueella Kanta-Hämeessä maasto on kumpuilevampaa metsää ja pienet järvet ovat runsaita. Paksuimmat puusyönnökset esimerkiksi taas kertovat fysiologisesta samanlaisuudesta. Myös muissa tutkimuksissa on havaittu yli 50 cm läpimittaisia syönnöksiä (Rosell & Pedersen 1999). Kuitenkin suurin osa majavien syönnöksistä on pienempiä, alle 20 cm paksuisia puita (Jones ym. 2009). On myös löydetty majavan syönnös, jonka paksuus oli 117 cm (Rosell & Pedersen 1999).

Pienen aineiston vuoksi on todennäköistä, että esimerkiksi eri sukkessiovaiheissa olevia majavien elinympäristöjä esiintyy aineistossa. Kanadanmajavien suurempaa havumetsien määrää elinympäristöinä voi selittää vanhojen elinympäristöjen esiintyminen aineistossa. Majavat käyttävät elinympäristöstään lehtipuita, jolloin elinympäristön kuluessa havupuiden määrä lisääntyy ja koko alue muuttuu havupuuvaltaisemmaksi. On tärkeää huomata myös, että tässä tutkimuksessa tarkasteltiin erityisesti elinpiirillä eniten esiintyvää habitaattityyppiä. Suurimman osuuden elinpiiristä kattava habitaattityyppi ei siis välttämättä ole majavan kannalta se tärkein. Vaikka suurin osa elinpiiristä olisikin havumetsää, siellä todennäköisesti on majavalle riittävästi lehtipuita, joita se enimmäkseen käyttää ravintonaan ja pesänrakennuksessa. Näin ollen elinpiirillä esiintyvä majavalle oleellisin habitaattityyppi ei ole elinpiirillä vallitseva.

4.4. Yhteentörmäys ja mahdollinen kilpailu tulosten perusteella

Historian aikana ennen 1980-lukua euroopan- ja kanadanmajava ovat esiintyneet hetkellisesti samaan aikaan Suomessa kolmella alueella, joista jokaisella tilanne on päättynyt euroopanmajavan häviämiseen alueelta. Kummankin lajin samanaikaiset siirrot on tehty Keuruu-Koskenpää-alueella, Pohjois-Suomessa ja Kanta-Hämeen Evon alueella. Nykyinen tiedossa oleva yhteentörmäys sijoittuu Pirkanmaalle, jossa kummankin lajin yksilöitä on havaittu samasta vesistöistä ensimmäistä kertaa luontaisen

leviämisen vaikutuksesta. (Luonnonvarakeskus 2016: Euroopanmajava ja kanadanmajava kohtaavat. <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/riista/majava/>) Suomen ulkopuolelta Venäjältä on tiedossa laajalla alueella tapahtunut lajin törmääminen, jonka tuloksena alueella esiintyy enää vain euroopanmajavaa. Syytä kanadanmajavan häviämiseen tältä alueelta ei tiedetä, joten kummankaan lajin kilpailuedusta ei voida varmasti sanoa. Nykytiedon mukaan kanadanmajava ei ole aiheuttanut alkuperäislajiston sukupuuttoja tai levittänyt tauteja tai loisia. Metsätuhoja aiheuttavat kummatkin lajit samassa mittakaavassa. (Vehkaoja ym. 2013)

Ympäristön vaihtelultaan Pirkanmaan alue on kummallekin lajille samanlaista. Kummallakin lajilla havupuuvaltaiset metsät olivat eniten edustettuna elinpiireillä, joten tässä eroa ei ollut. Kartoitettuja pesiä kuitenkin oli vähän, euroopanmajavien pesiä oli 11 ja kanadanmajavien kahdeksan. Näin pienellä otannalla ei siis elinympäristön käyttöä voida todeta varmasti. Euroopanmajavat näyttäisivät kuitenkin käyttävän peltoja kanadanmajavia enemmän myös Pirkanmaalla. Syynä tähän voi olla euroopanmajavien levittäytyminen runsaspeltoisen Satakunnan puolelta. On myös mahdollista, että euroopanmajavat ovat valinneet pesäpaikaksi peltoja. Myös muualla kuin Pirkanmaalla peltoja sisältävät elinpiirit olivat poikkeuksetta joen tai ojan läheisyydessä. Näin ollen liikkuminen ja levittäytyminen vettä pitkin on mahdollista hyvin laajoille alueille. Majavien on havaittu levittäytyvän mieluiten vesistöjä apuna käyttäen kuin maata pitkin. Loire-joella Ranskassa tehdyssä tutkimuksessa todettiin, että euroopanmajavat dispersoivat uusille alueille keskimäärin noin 8,87 kilometriä vuodessa. Majavien kulkemat lyhyet matkat olivat noin 3,2 kilometriä vuodessa, mutta pitkien matkojen muutoissa majavat kulkivat keskimäärin 37,6 kilometriä vuoden aikana. (Fustec ym. 2001) Näin ollen joet ja ojat ovat majaville otollisia elinympäristöjä, joita pitkin voi vaihtaa pesäpaikkaa elinpiirin laadun laskiessa, esimerkiksi ravinnon loppuessa. Pirkanmaan yhteentörmäyshavainto on peräisin juurikin joelta, jota pitkin kummankin lajin yksilöt ovat liikkumisessaan hyödyntäneet.

Myös Ranskaan euroopanmajava on istutettu uudelleen sen jälkeen, kun laji hävisi Ranskan luonnosta. Vuodesta 1974 lähtien majavien siirtymistä joella on tarkkailtu säännöllisesti havainnoimalla majavien jättämiä jälkiä (haustekasat, syönnökset, padot, jäljet) maastossa. Tutkimuksessa havaittiin myös, että majavien asuttamien paikkojen

määrä kasvoi voimakkaasti viisi ensimmäistä vuotta siirron jälkeen, mutta alkoi sen jälkeen laskea. (Fustec ym. 2001) Suomen runsaat vesistösystemit voivat ylläpitää pitkään majavakantojen kasvua. Majaville vapaita laikkuja on paljon tarjolla varsinkin, kun vaikuttaa siltä, että kumpikin laji kykenee yhtä hyvin elämään joissa, lammissa ja järvissä.

Tarkemman ja yksiselitteisemmän tiedon puuttuessa majavatilanteeseen on näillä näkymin noudatettava varovaisuusperiaatetta. Nisäkkäiden kilpailutilanteessa loppuratkaisun saaminen voi viedä jopa vuosisatoja ennen toisen lajin häviämistä, joten tilannetta on seurattava ja minimoitava mahdolliset vahingot. Monilla alueilla on ryhdytty kanadanmajavan poistamista edistäviin toimiin, ja euroopanmajavan säilyminen halutaan turvata. Esimerkiksi Argentiinassa kanadanmajava on aiheuttanut vahinkoa laajoille alueille nostamalla veden pintaa ja kannan pienentämiseksi tai hävittämiseksi on laadittu ns. poistosuunnitelma. Myös erilaisia suunnitelmia kanadanmajavan metsästyksen tehostamiseksi on tehty ympäri maailmaa. (Vehkaoja ym. 2013) Kanadanmajavapopulaation rajoittamista hormonaalisesti on myös testattu (Nolet ja Rosell 1998). Koska euroopanmajavan kuoleminen sukupuuttoon kanadanmajavan takia ei ole varmaa, riski on otettava huomioon majavatilannetta pohdittaessa ja siitä päätettäessä. Nykyisten tutkimustulosten perusteella ainakin paikallisten euroopanmajavapopulaatioiden häviäminen on mahdollista, vaikka tiedossa olevat tapaukset olisivatkin johtuneet pienestä populaatiokoosta ja sattumasta, ja näin ollen riski sukupuutosta on otettava vakavasti.

Majavakantojen nopeaa kasvua on selitetty ennestään majavattomilla, mutta majaville hyvin sopivilla habitaateilla, sekä esimerkiksi Fennoskandian petojen vähyydellä. Majavien tiedetään olevan esimerkiksi susille sopivaa vaihtoehtoissaalista hirvieläinten ollessa vähissä. (Hartman 1994) Majavien leviämistä taas estävät monet abioottiset ja ympäristöstä johtuvat leviämisesteet, kuten laajat vedettömät alueet tai rakennettu ympäristö. Toisaalta esimerkiksi pohjoiseen päin siirryttäessä majavapopulaatioiden onnistunutta asettumista voivat vaikeuttaa pitkä talvikausi ja mahdollisesti sopivan ravinnon vähyys. Pohjoisilla leveyspiireillä puiden biomassa jää huomattavasti eteläisempiä leveyspiirejä pienemmäksi ja toisaalta myös majavien kannalta tärkeiden lehtipuiden lajikirjo pienenee pohjoisemmas liikuttaessa.

Aineisto on pieni, joten tulokset ovat lähinnä suuntaa-antavia. Pienen otoskoon vuoksi poikkeavat havainnot vaikuttavat paljon lopullisiin tuloksiin ja on mahdotonta sanoa varmasti kummankaan lajin elinympäristön valinnasta tai käytöstä. Saadut tulokset, esimerkiksi elinpiirien laajuuksista, ovat kuitenkin linjassa muualta kirjallisuudesta löytyneiden tulosten kanssa, joten niiden valossa aineistossa ei välttämättä esiinny huomattavia poikkeavuuksia. Myös aikaisempien tutkimusten tuloksissa on paljon vaihtelua, eikä täyttä selvyyttä lajien eroista tai samanlaisuudesta ole.

4.5. Muut havainnot

Pesäkartoitusten yhteydessä tein monenlaisia havaintoja majaviin ja niiden elinympäristöön liittyen, joita ei kuitenkaan varsinaisesti tutkittu. Nämä havainnot ovat peräisin yksittäisiltä paikoilta ja yksittäisten yksilöiden käyttäytymistä, eikä tästä näin ollen voi tehdä sen enempää johtopäätöksiä. Maastotutkimuksessa nämä havainnot kuitenkin auttoivat ymmärtämään tutkimuseläinten käyttäytymistä ja näin suunnittelemaan kartoituksia. Käyttäytymishavaintojen perusteella harjaannuin etsimään jälkiä ja saatoin näin löytää etsittävän pesän tai kauimpana veden rajasta sijaitsevat syönnökset.

Majavien jälkien kartoituksissa huomasin, että majavat tuntuivat välttävän nopeasti virtaavia vesiä. Jokien pienten koskiosuoksien läheisyydestä ei kartoituksissa löytynyt majavien syönnöksiä ja joillakin paikoilla majavat olivat ohittaneet virtapaikat tekemäänsä polkua pitkin. Usein syönnökset kuitenkin lopuivat, kun virtaus kiihtyi, eikä kosken alajuoksulla näkynyt syönnöksiä. Hitaammin virtaavilla paikoilla majavien on mahdollista uida pitkiäkin matkoja vastavirtaan. Yhdestä majavasta tallentui riistakameraan kuvaa, kun se oli uimassa yläjuoksulle pienellä joella. Pienen koskipaikan se oli todennäköisesti kiertänyt maata pitkin, sillä joen törmällä oli pieni polku, jolta löytyi tuoreita majavan jälkiä. Maastokartoituksissa kävi ilmi myös, että majavat voivat kiivetä hyvinkin jyrkkiä rantatörmä ylös. Useilla jokipaikoilla, joilla rantatörmä oli jyrkkä, majavien polkuja ja jälkiä löytyi pitkin törmää. Useasti törmien päältä löytyi syönnöksiä useiden metrien korkeudelta veden pintaan nähden.

Havaitut ja riistakameroiden tallentamat majavat näkyivät kahdella paikalla ainakin kolmen majavan perheryhminä. Ensimmäisellä havaintopaikalla ensimmäisenä ulos pesästä sukelsi aikuinen majava, joka kiersi pesän lähistön uimalla. Sen palattua pesälle muut majavat tulivat pian sen paluun jälkeen ulos. Usein majavat jäivät pesän lähistölle syömään aikaisemmin katkottuja oksia. Tunkeilijan huomattessaan aikuinen majava löi veden pintaa hännällään ja sukelsi. Varoituksen kuultuaan muut majavat sukelsivat nopeasti pesään ja yksi aikuinen yksilö jäi uimaan pesän lähistölle tarkkaillen ympäristöä. Varoituslyöntejä tuli useita, jos häiriön aiheuttanut tekijä ei poistunut. Riistakameran kuvaamalle videolle tallentui myös yhden perheryhmän padon korjaus. Kolme yksilöä, joista kaksi olivat aikuisia ja yksi poikanen, korjasivat loukun asentamisen aiheuttamaa padon rikkoutumista. Majavat työnsivät etukäpäällään lammen pohjan mutaa padon päälle ja toivat siihen kauempaa oksia. Myös yksittäisten majavien liikkeitä tallentui riistakameroihin. Usein majava ohitti kameran tai söi sen läheisyydessä oksia. Majavat oleskelivat myös aiottuun radiolähetinseurantaan liittyneiden loukkujen läheisyydessä niistä välittämättä.

Majavien elinympäristöissä havaitsin runsaasti sammakkoeläimiä, lintuja ja jälkiä muista nisäkkäistä. Keväthavainnoinnin aikaan usealla majavapaikalla kuului sammakon (*Rana temporaria*), viitasammakon (*Rana arvalis*) ja rupikonnan (*Bufo bufo*) ääntelyä ja kutua havaittiin yhdellä lammella, kun veden pinta oli noussut ja vesi tulvinut metsän pohjalle. Majavien asuttamilla lammilla oli alkukesällä paljon erilaisia vesilintuja, kuten laulujoutsenia (*Cygnus cygnus*), kyhmyjoutsenia (*Cygnus olor*), sinisorsia (*Anas platyrhynchos*), haapanoita (*Anas penelope*), telkkiä (*Bucephala clangula*), monia kahlaajia (*Charadrii*), kuten töyhtöhyppiä (*Vanellus vanellus*), pääskyjä (Hirundinidae), kurkia (*Grus grus*) sekä monenlaisia pienempiä lintuja (Passeriformes). Laulujoutsen pesi kahdella majavan muokkaamalla lammella ja havaintoja tehtiin myös muista pesivistä vesilinnuista. Majavien elinympäristöissä tein havaintoja myös pienten jyrsojen (Muroidea), kettujen (*Vulpes vulpes*), hirvieläinten (Capreolinae) ja jäniseläinten (Lagomorpha) jäljistä.

4.6. Majavien merkitys muille eliöille

Tämän tutkielman aikana ei selvitetty majavien seuralaislajeja tarkemmin, vaan havaintoja tehtiin maastokäynneillä. Tutkimuksen puitteissa havainnoitiin majavien asuttamien vesiympäristöjen lajistoa varsinkin alkukesällä. Maastohavainnoinnin tehtävä oli selvittää, mikä merkitys majavilla on muille eliöille ja nykytiedon mukaan tekemäni havainnot ovat linjassa kirjallisuudesta löytyvien aikaisempien tutkimusten kanssa.

Tämän tutkimuksen aikana maastohavainnoissa huomattiin sammakkoeläinten määrien olevan runsaita majavien asuttamissa vesiympäristöissä. Keväällä sammakoita nähtiin kutemassa ja kaikkien kolmen Suomessa tavattavan lajin (sammakko, viitasammakko ja rupikonna) ääniä kuultiin usealla lammella. Majavien muokkaamien ympäristöjen on havaittu lisäävän sammakkoeläinten laji- ja yksilömääriä myös muissa tutkimuksissa, esimerkiksi Keski-Euroopassa. Majavat lisäävät vaihtelua vesiympäristöissä ja tästä johtuen sammakkoeläimille on tarjolla monipuolisempia ja parempilaatuisia habitaatteja. Tämä mahdollistaa osittain suuremman poikastuoton ja lajimäärän kasvun, mutta myös saalistuspaineen vähentymisen. (Dalbeck, Luescher ym. 2007). Majavilla voi olla suuri merkitys sammakkoeläinpopulaatioihin. Dalbeck ym. tutkimuksessa yksi uhanalainen sammakkolaji eli ainoastaan vanhoilla majavien muovaamilla lammilla. Myös Pohjois-Amerikassa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin erään laajalle levinneen, mutta nopeasti vähentyneen sammakkolajin suosivan majavien asuttamia lampia (Zero ja Murphy 2016). Vehkaojan ja Nummen (2015) tekemässä suomalaistutkimuksessa tarkasteltiin Suomen kolmen sammakkolajin ja majavien yhteyttä. Jokaista lajia tavattiin majavien asuttamissa ympäristöissä ja lajimäärät olivat alhaisemmat lammilla, joilla ei elänyt majavia. Erityisesti tavallista sammakkoa ja viitasammakkoa tavattiin enemmän majavalammilla kuin lammilla, joilla ei elänyt majavia.

Myös vesilintuja havaittiin majavien asuttamilla alueilla runsaasti. Yksilömääriä ei laskettu, mutta runsautta havainnoitiin silmämääräisesti ja tunnistetut lajit kirjattiin. Tulvivat majavakosteikot olivat keväällä, kesällä ja syksyllä linnustoltaan hyvin monimuotoisia ja niillä havaittiin runsaasti sekä sorsalintuja että kahlaajia. Keväällä ja

kesällä lammilla nähtiin pesiviä telkkiä, sinisorsia, joutsenia ja haapanoita. Kahlaajien pesinnästä ei saatu havaintoja, mutta se on hyvin todennäköistä lintujen runsaudesta päätellen. Nummen ja Holopaisen (2014) mukaan vesilintujen runsaus ja monimuotoisuus ovat suurempaa majavien asuttamilla vesistöalueilla, kuin niillä, joilla majavien aiheuttamaa häiriötä ei ole. Tutkimus oli tehty pistelaskennalla, jossa lintujen lukumäärät laskettiin rannalla kävellen tai veneestä käsin. Erityisesti tavi ja metsäviklo (*Tringa ochropus*) osoittivat tilastollisesti merkitsevää yksilömäärän kasvua majavien ylläpitämällä tulvivilla kosteikoilla. Myös haapanan, sinisorsan, telkän, rantasipin (*Actitis hypoleucos*) ja taivaanvuohen (*Gallinago gallinago*) yksilömäärät olivat korkeammat majavavesistöissä kuin kontrollivesistöissä.

5. Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa saaduissa tuloksissa elinympäristönkäytössä lajien välillä on tiettyjä eroja habitaateissa. Kuitenkin tutkimuksen pieni otoskoko ja siinä esiintyvät poikkeavuudet esimerkiksi elinpiirien kokoja tarkasteltaessa on hyvä huomioida. Aikaisemmissa tutkimuksissa kanadanmajavilla on havaittu keskimäärin suurempia elinpiirejä kuin euroopanmajavilla. Toisaalta lajien väliset ekologiset erot ovat edelleenkin epäselvät. Lajit ovat mahdollisesti ekologiaaltaan niin samanlaiset, että eroja ei juuri ole. Kumpikin laji kykenee Suomen oloissa elämään joki-, järvi- ja lampihabitaatissa metsätyypistä riippumatta. Kumpikin laji tarvitsee lehtipuita turvatakseen ravinnonsaantinsa, mutta ilmeisesti majavat ovat niiden runsauden suhteen hyvin sopeutuvaisia.

Tämän tutkimuksen perusteella ei-invasiivisilla menetelmillä (maastokartoitukset ja GPS-koordinaattien keruu maastossa) voidaan tuottaa samanlaista tietoa majavien elinpiirien koosta ja elinympäristön käytöstä kuin radiolähetinseurannallakin. Radiolähetinseurannalla voidaan saada yksilöllistä tietoa ja etsiä eroja esimerkiksi sukupuolten tai vuodenaikojen välille. Ei-invasiivisten menetelmien etu on kuitenkin siinä, ettei eläimeen tarvitse kajota. Tässä tutkimuksessa radiolähetinseurannasta luovuttiin, sillä siihen liittyi paljon aikaa vieviä ongelmia, kuten eläimen pyydystämisen vaikeus ja lopulta laitevika.

Selvästi tutkimus aiheen parissa on edelleen tarpeellista. Olemassa olevien pesien kokoaminen yhteen tietokantaan on jo aloitettu ja sen avulla voidaan selvittää majavien levinneisyys uudella tarkkuudella. Alueellisesti kerätyt majavien kallot ja mahdolliset muut tunnistusnäytteet taas selventävät lajien esiintymisalueita. Yksityisillä maanomistajilla ja metsästysseuroilla on näin ollen merkittävä rooli majavatutkimuksessa ja toivon mukaan kiinnostus vapaaehtoiseen osallistumiseen säilyy. Suomen ainutlaatuinen majavalajien yhteentörmäys voi viimein selventää lajien kilpailutilannetta ja auttaa löytämään ratkaisun siihen, millä tavalla vieraslaji vaikuttaa alkuperäisen lajin selviämiseen ja toisaalta myös sen suojeluun.

6. Kiitokset

Haluan kiittää Lammin biologisen aseman ympäristötutkimuksen Säätöä ja Riistanhoitosäätöä saamistani stipendeistä tutkimuksen tekoon. Kiitokset kuuluvat myös ohjaajilleni Kaarina Kauhalalle ja Vesa Seloselle. Erityiset kiitokset myös väitöskirjantekijä Riikka Alakoskelle, joka oli kanssani maastotöissä ja auttoi aineiston käsittelyn kanssa. Apua ja tukea olen saanut myös upeilta opiskelutovereiltani sekä ystäviltäni ja perheeltäni yliopiston ulkopuolella.

7. Kirjallisuus

Balmori A (2016) Radiotelemetry and wildlife: Highlighting a gap in the knowledge on radiofrequency radiation effects. *Science of the Total Environment* 543: 662–669.

Bloomquist C.K, Nielsen C.K ja Shew J.J (2012) Spatial Organization of Unexploited Beavers (*Castor canadensis*) in Southern Illinois. *American Midland Naturalist*, 167(1): 188-197.

Collen P ja Gibson R (2001) The general ecology of beavers (*Castor* spp.), as related to their influence on stream ecosystems and riparian habitats, and the subsequent effects on fish - a review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10(4): 439-461.

Dalbeck L, Luescher B ja Ohlhoff D (2007) Beaver ponds as habitat of amphibian communities in a central European highland. *Amphibia-Reptilia*, 28(4): 493-501.

Danilov P ja Kan'shiev V.Y (1983) The state of populations and ecological characteristics of European (*Castor fiber* L.) and Canadian (*Castor canadensis* Kuhl) beavers in the northwestern USSR. *Acta Zoologica Fennica* 174: 95-97

Danilov P, Kan'shiev V.Y ja Fyodorov F.V (2008) European (*Castor fiber*) and Canadian (*Castor canadensis*) beavers from the Russian North-West. *Zoologicheskij Zhurnal*, 87(3): 348-360.

Danilov P, Kanshiev V ja Fyodorov F (2011) History of beavers in eastern Fennoscandia from the neolithic to the 21st century. *Restoring the European Beaver: 50 years of experience: 27-38* Pensoft Publishers, Sofia, Bulgaria

Fustec J, Lode T, Le Jacques D ja Cormier J.P (2001) Colonization, riparian habitat selection and home range size in a reintroduced population of European beavers in the Loire. *Freshwater Biology*, 46(10): 1361-1371.

Gompper M, Kays R, Ray J, Lapoint S, Bogan D ja Cryan, J (2006) A comparison of noninvasive techniques to survey carnivore communities in northeastern North America. *Wildlife Society Bulletin* 34(4): 1142-1151

Graf P.M, Mayer M, Zedrosser A, Hackländer K ja Rosell, F, (2016) Territory size and age explain movement patterns in the Eurasian beaver. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde*, 81(6): 587-594.

Halley D.J ja Rosell F (2002) The beaver's reconquest of Eurasia: status, population development and management of a conservation success. *Mammal Review*, 32(3): 153-178.

Hanski I, (1981) Coexistence of Competitors in Patchy Environment with and without Predation. *Oikos*, 37(3): 306-312.

Hanski I and Zhang D (1993) Migration, Metapopulation Dynamics and Fugitive Coexistence. *Journal of theoretical biology*, 163(4): 491-504.

Harris S, Cresswell WJ, Forde PG, Trehwella W.J, Woollard T, Wray S (1990) Home-range analysis using radio-tracking data- a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mammal Review* Volume: 20 Issue: 2-3 97-123

Hartman G (1994) Long-Term Population Development of a Reintroduced Beaver (*Castor fiber*) Population in Sweden. *Conservation Biology*, 8(3): 713-717.

Havens R.P, Crawford J. C ja Nelson T. A (2013) Survival, home range, and colony reproduction of beavers in east-central Illinois, an agricultural landscape. *The American Midland Naturalist*, 169(1): 17-29.

- Hyvönen T ja Nummi P (2008) Habitat dynamics of beaver *Castor canadensis* at two spatial scales. *Wildlife Biology*, 14(3): 302-308.
- John F ja Kostkan V (2009) Compositional analysis and GPS/GIS for study of habitat selection by the European beaver, *Castor fiber* in the middle reaches of the Morava River. *Folia Zoologica*, 58(1): 76-86.
- Johnston C.A ja Windels S.K (2015) Using Beaver Works to Estimate Colony Activity in Boreal Landscapes. *Journal of Wildlife Management*, 79(7): 1072-1080.
- Jones C, Lawton J ja Shachak M. (1994) Organisms as Ecosystem Engineers. *Oikos*, 69(3): 373-386.
- Jones K, Gilvear D, Willby N ja Gaywood M (2009) Willow (*Salix* spp.) and aspen (*Populus tremula*) regrowth after felling by the Eurasian beaver (*Castor fiber*): implications for riparian woodland conservation in Scotland. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 19(1): 75–87.
- Kallela T (2015) Amerikanmajavan aiheuttamat puustovauriot Inhanjoen alajuoksulla, Tapaustutkimus, Opinnäytetyö, SeAMK Elintarvike ja maatalous
- Kauhala K (2015) Kanadanmajava leviää länteen. *Metsästäjä* 3/2015: 48-49
- Kauhala K ja Timonen P (2016) Mitä majavien kallot kertovat? *Suomen Riista* 62: 7–18
- Kauhala K ja Turkia T (2013) Majavien eliympäristönkäyttö: alkuperäislajin ja vieraslajin alustavaa vertailua. *Suomen Riista* 59: 20–33
- Korbelova J, Hamsikova L, Malon J, Valkova L ja Vorel A (2016) Seasonal variation in the home range size of the Eurasian beaver: do patterns vary across habitats? *Mammal Research*, 61(3): 243-253.
- Krylov A.V (2011) Impact of beaver activity upon zooplankton of the small rivers in the Upper Volga Basin. *Restoring the European Beaver: 50 years of experience: 254* Pensoft Publishers, Sofia, Bulgaria,
- Lahti S ja Helminen M (1974) The Beaver *Castor fiber* (L.) and *Castor canadensis* (Kuh1) in Finland. *ACTA THERIOLOGICA* VOL. 19, 13: 177-189
- Lazar J.G, Addy K, Gold A.J, Groffman P.M, McKinney R.A ja Kellogg D.Q (2015) Beaver Ponds: Resurgent Nitrogen Sinks for Rural Watersheds in the Northeastern United States. *Journal of environmental quality*, 44(5): 1684-1693.
- Liukko U-M, Henttonen H, Hanski I, Kauhala K, Kojola I, Kyheröinen E-M, Pitkänen J (2015) Erillisjulkaisu *Suomen nisäkkäiden uhanalaisuus 2015*
- Luonnonvarakeskus 2016: Euroopanmajava ja kanadanmajava kohtaavat. <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/riista/majava/> [luettu 10.7.2017]
- Luonnonvarakeskuksen julkaisematon aineisto (2016)
- Mayer M, Zedrosser A, Hacklaender K, Rosell F (2017) Couch potatoes do better: Delayed dispersal and territory size affect the duration of territory occupancy in a monogamous mammal. *Ecology and Evolution* Volume 7, Issue 12: 4073–4517
- McClintic L.F, Taylor J.D, Jones J.C, Singleton R.D ja Wang G (2014) Effects of spatiotemporal resource heterogeneity on home range size of American beaver. *Journal of Zoology* 293, p. 134–141
- Naiman R, Johnston C ja Kelley J (1988) Alteration of North-American Streams by Beaver. *Bioscience*, 38(11): 753-762.
- Nolet BA and Rosell F (1994) Territoriality and time budgets in beavers during sequential settlement. *CANADIAN JOURNAL OF ZOOLOGY-REVUE CANADIENNE DE ZOOLOGIE*. vol. 72, issue 7, p. 1227-1237

Nolet B.A (1996) Management of the Beaver (*Castor fiber*): Towards Restoration of Its Former Distribution and Ecological Function in Europe? Council of Europe, Strasbourg, 25 October 1996, 29 pp.

Nolet B.A ja Rosell F (1998) Comeback of the beaver *Castor fiber*: An overview of old and new conservation problems. *Biological Conservation*, 83(2): 165-173.

Nummi P ja Holopainen S (2014) Whole-community facilitation by beaver: ecosystem engineer increases waterbird diversity. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems*, 24(5): 623-633.

Nummi P ja Kattainen S (2006) Majavan avainlajivaikutukset eläimistöön. *Suomen Riista* 52: 31–43

Paine R.T (1969) A Note on Trophic Complexity and Community Stability, *The American Naturalist* Vol. 103, No. 929: 91-93

Parker, H; Nummi, P; Hartman, G ja Rosell, F (2012) Invasive North American beaver *Castor canadensis* in Eurasia: a review of potential consequences and a strategy for eradication. *Wildlife Biology*, 18(4): 354-365.

Power M, Tilman D, Estes J, Menge B, Bond W, Mills L, Daily G, Castilla J, Lubchenco J ja Paine R (1996) Challenges in the quest for keystones. *Bioscience*, 46(8): 609-620.

Puttock A.K, Cunliffe A.M, Anderson K ja Brazier R.E (2015) Aerial photography collected with a multirotor drone reveals impact of Eurasian beaver reintroduction on ecosystem structure. *Journal of Unmanned Vehicle Systems* 3: 123–130

Ruusila V (1997) Kanadanmajava on ahkerampi rakentaja. *Suomen luonto*. Nisäkkäät: 95. Welin and Goos, Porvoo, Finland

Rosell, F; Bozér, O; Collen, P ja Parker, H (2005) Ecological impact of beavers *Castor fiber* and *Castor canadensis* and their ability to modify ecosystems. *Mammal Review*, 35(3-4): 248-276.

Rosell, F ja Pedersen, K.V (1999) Bever. Landbruksforlaget, Oslo, Norway

Swinnen K, Strubbe D, Matthysen E, Leirs H (2017) Reintroduced Eurasian beavers (*Castor fiber*): colonization and range expansion across human-dominated landscapes. *Biodiversity and Conservation*. Volume 26, Issue 8: 1863–1876

Vehkaoja M ja Nummi P (2015) Beaver facilitation in the conservation of boreal anuran communities. *Herpetozoa*, 28(1-2): 75-87.

Vehkaoja M, Nummi P, Parker H, Hartman G ja Rosell F (2013) Amerikanmajava *Castor canadensis* Suomessa ja Euroopassa: pohdintoja vaikutuksista ja mahdollisesta hävittämisestä, *Suomen Riista* 59: 52–63

Zero V.H ja Murphy M.A (2016) An amphibian species of concern prefers breeding in active beaver ponds. *Ecosphere*, 7(5)

www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/riista/majava/majavalaskennat/ [luettu 10.7.2017]

8. Liitteet

Liite 1. Maastokartoituslomake

Majavakartoitukset 2016

Paikka: _____ **Pvm:** _____ **Kartoittaja:** _____

Pesä: koordinaatit (ETRS-M35FIN) _____

Pesätyyppi: keko _____ penkka _____ seka _____ asuttu _____
vanha _____

Metsätyyppi: kangasmetsä _____ lehtimetsä _____ sekametsä _____ suo _____

Puulajit: pihlaja _____ koivu _____ leppä _____ mänty _____ kuusi _____ paju _____
muut: _____

Puuston ikä: taimikko _____ nuori _____ vanha _____ seka _____

Lehtipuun osuus: >25% _____ 25-50% _____ 50-75% _____
<75% _____

Vesistö: joki _____ leveys _____ mestäpuro _____ pelto-oja _____ järvi _____ lampi _____

vesi: kirkas _____ samea _____

ranta: loiva _____ jyrkkä _____ pengermäinen _____
metsäinen _____ soinen _____ ruovikko _____ kivikko _____
hiekkainen _____

Virtaus: vuolas _____ hidas _____ nopeus: _____ m/s seisova _____

Pato: koordinaatit (ETRS-TM35FIN) _____

etäisyys _____
pesästä _____ m

Syönnökset: pihlaja _____ koivu _____ leppä _____ paju _____ mänty _____ kuusi _____
muut: _____

halkaisija:
pienin _____ suurin _____

etäisyys pesästä _____ m etäisyys
rannasta _____ m

lastut otettu _____

valokuvia _____

Muuta: näköhavainto _____ klo _____
