



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 33/2019

Poronhoitoalueen talvilaitumet vuosien 2016–2018 laiduninventoinnissa

Talvilaidunten tilan muutokset ja muutosten syyt

Jouko Kumpula, Jukka Siitari, Sari Siitari, Mika Kurkilahti, Juha
Heikkinen & Kari Oinonen

Poronhoitoalueen talvilaitumet vuosien 2016–2018 laiduninventoinnissa

Talvilaidunten tilan muutokset ja muutosten syyt

Jouko Kumpula, Jukka Siitari, Sari Siitari, Mika Kurkilahti, Juha
Heikkinen & Kari Oinonen



Viittausohje:

Kumpula, J., Siitari, J., Siitari, S., Kurkilahti, M., Heikkinen, J. & Oinonen, K.. 2019. Poronhoitoalueen talvilaitumet vuosien 2016–2018 laiduninventoinnissa : Talvilaidunten tilan muutokset ja muutosten syyt. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 33/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 86 s.

2., korjattu painos julkaisusta Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 29/2019.



ISBN 978-952-326-762-6 (Painettu)

ISBN 978-952-326-763-3 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-763-3>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Jouko Kumpula, Jukka Siitari, Sari Siitari, Mika Kurkilahti, Juha Heikkinen & Kari Oinonen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2019

Julkaisuvuosi: 2019

Kannen kuva: Jouko Kumpula

Painopaikka ja julkaisumyynti: PunaMusta Oy, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Jouko Kumpula¹, Jukka Siitari¹, Sari Siitari¹, Mika Kurkilahti¹, Juha Heikkinen¹ ja Kari Oinonen²

¹Luonnonvarakeskus

²Suomen Ympäristökeskus

Poronhoitoalue kattaa kolmanneksen Suomen pinta-alasta ja sen eri alueet eroavat mm. laiduntyypeiltään, poronhoitotavoiltaan ja maankäyttömuodoiltaan, jolloin myös poronhoitoympäristöjen tilaan vaikuttavat useat tekijät. Tämä asettaa haasteita laidunresurssien määrän, laadun ja käytettävyyden sekä niiden muutosten selvittämiseksi. Vuosien 2016–2018 porolaiduninventoinnissa erityyppisten talvilaitumet kartoitettiin paliskunnista satelliittikuvatulkintojen avulla. Myös eri maankäyttömuotojen ja infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueet kartoitettiin paliskunnissa hyödyntämällä paikkatietoaineistoja ja tutkimustietoa maankäytön vaikutuksista porojen laiduntamiseen. Poronhoitoalueen pohjoisosan 20 paliskunnan jäkälälaidunten kuntoa ja kunnan muutoksia selvitettiin vertailemalla vuosina 2005–2008 ja 2016–2018 inventoitujen jäkälälaidunten koealojen (618 kpl) kasvillisuusmittauksia. Laidunmetsien rakennetta ja luppolaidunten määrien muutoksia selvitettiin vuosien 1995–1996 ja 2016–2018 laidunluokituksia vertailemalla. Laidunluokitusten luotettavuutta ja jäkäläkoalien edustavuutta testattiin. Luokitukset todettiin varsin yhteneviksi VMI:n koeala-aineiston kanssa ja koealoilta saatujen paliskuntien jäkäläestimaattien luotettavuuden havaittiin olevan hyvä.

Laiduninventointi osoitti että havumetsäalueella yhtenäisimmät ja laadultaan parhaat varttuneiden ja vanhojen metsien jäkälä- ja luppolaitumet sijaitsevat nykyisin Metsä-Lapin laajoilla suojelualueilla (mm. Lemmenjoki, UKK-puisto, Pallas-Yllästunturin kansallispuisto, Puljun erämaa-alue, Hammastunturin erämaa-alue, Vätsärin erämaa-alue, Kemihaaran erämaa-alue, Tuntsan erämaa-alue, Värriön luonnonpuisto ja Maltion luonnonpuisto). Noin kahdella kolmanneksella poronhoitoalueen pinta-alasta metsätalous on kuitenkin vähentänyt ja pirstonut vanhoja laidunmetsiä sekä samalla heikentänyt vähitellen metsien rakennetta ja laatua talvilaitumina. Siten poronhoitoalueen etelä- ja keskiosassa sekä osin myös pohjoisosissa laidunmetsien rakennetta hallitsevat nykyisin hakkuualueet, taimikot ja nuoret kasvatusmetsät, joiden laatu talvilaitumina on selvästi heikompi kuin aikaisempien vanhojen laidunmetsien laatu. Tunturialueilla on inventoinnin perusteella vähän luppolaitumia, mutta sitä vastoin runsaasti kuivia ja karuja tunturikoivikoita ja tunturikankaita. Niiden jäkälämäärät ovat kuitenkin pieniä myös suojelu- ja erämaa-alueiden sisällä. Inventointi osoitti myös, että muun maankäytön vaikutus laitumiin on vielä pieni pohjoisen erämaapaliskunnissa, mutta esim. 33 poronhoitoalueen etelä- ja keskiosan paliskunnassa maankäytön ja infrastruktuurin peittoalueet sekä niitä ympäröivät, poronhoitoa vaikeuttavat häiriöalueet kattavat ja pirstovat jo yli 25 % laidunten kokonaisalasta.

Poronhoitoalueen pohjoisosan 20 paliskunnissa inventoiduilla jäkälälaidunten koealoilla jäkäläbiomassa on vähentynyt kymmenen viime vuoden aikana keskimäärin 30 %, kun taas varpujen ja samalten määrät ovat lisääntyneet. Inventoiduista paliskunnista parhaassa kunnossa olevat jäkäläkoat sijaitsevat edelleen Metsä-Lapin paliskuntien vain talvilaidunkäytössä olevilla alueilla (jäkälää yli 400 kg/ha), joilla ei ole metsätaloutta tai muuta merkittävää maankäyttöä. Myös näillä alueilla jäkäläbiomassat ovat kuitenkin vähentyneet inventointien välillä todennäköisesti porojen laidunnuksen ja paliskuntien laidunalueilla tapahtuneiden muiden epäedullisten muutosten vuoksi. Kuluneimmat jäkäläkoat (jäkälää 70–150 kg/ha) sijaitsevat sekä Tunturi-Lapin paliskunnissa että Keski-Lapin metsätalousvaltaisissa paliskunnissa, joissa ei ole selvää vuodenaikaista laidunkiertoa talvi- ja kesälaidunalueiden välillä. Tunturipaliskunnissa jäkäläkoat on runsaasti, mutta selväpiirteisen vuodenaikaisen laidunkierton puuttuminen ja siitä johtuva jäkäläkoalien lumettomana aikana tapahtuva laiduntaminen ovat kuluttaneet jäkäläkoat. Neljässä tunturipaliskunnassa jäkäläkoalien kunto on kuitenkin inventoin-

tien välillä hieman parantunut, kahdessa niistä tilastollisesti merkitsevästi. Poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa jäkäläkoivut ja hyviä loppolaitumia on vähän ja ne ovat hajallaan. Laidunmetsien rakenteelliset muutokset, maankäytön vaikutukset ja lumettomana aikana tapahtuva jäkäläkoivujen laidunnus pitävät alueen jäkäläkoivut voimakkaasti kuluneina.

Tehtyjen tilastoanalyysien perusteella koalojen jäkäläbiomassoihin vaikuttavat selvimmän laidunnuksen vuodenaikainen ajoittuminen jäkäläkoivulla ja jäkäläkoivujen porotiheydet samoin kuin metsätalouden aiheuttamat muutokset metsien rakenteessa ja vanhojen metsien määrässä paliskunnissa. Myös maankäytön laajuus paliskunnissa ja todennäköisesti myös ilmastonmuutoksen aiheuttamat ekosysteemi muutokset selittävät osaltaan jäkälälaidunten kuntoa ja kasvilajimuutoksia. Eri alueilla eri tekijöiden vaikutus kuitenkin vaihtelee. Epäedulliset muutokset porojen laidunympäristössä ovat vähitellen muuttaneet poronhoitoa ja lisänneet porojen talviaikaisen lisäruokinnan ja tarhauksen tarvetta. Laidunten vähenemisestä ja pirstoutumisesta on aiheutunut paikoin myös ristiriitoja ja ongelmia poronhoidon sekä muiden elinkeinojen ja intressiryhmien välille.

Porojen talvilaidunten nykytilan ja käytettävyyden parantamiseksi tarvittaisiin poronhoitoalueen eri osiin parhaiten soveltuvia kokonaisvaltaisia, pitkäkestoisia porolaidunten hoitosuunnitelmia. Poronhoidossa paliskuntien vuodenaikaisten laidunkiertojärjestelmien kehittämisen ja poromäärien säätelyn tarpeet ja mahdollisuudet tulisi huomioida. Suojelualueiden ulkopuolella olevien poronhoidolle tärkeiden luonnontilaisten vanhojen metsien alueiden säästäminen tai varovainen käsittely säästäisi poronhoidolle tärkeitä laidunalueita. Laidunmetsiin soveltuvien, metsän peitteisyyttä ja monipuolista ikärakennetta ylläpitävien jatkuvan kasvatuksen menetelmien kehittäminen ja laaja-alaisempi käyttöönotto todennäköisesti parantaisi vähitellen laidunmetsien laatua talvilaitumina. Maankäytön suunnittelussa rauhallisten laidunalueiden säästäminen mahdollisimman vähällä uudella maankäytöllä turvaisi myös poronhoidolle suotuisan talvilaidunympäristön ylläpitoa.

Asiasanat: poronhoito, porolaitumet, laidunympäristö, loppo, jäkälä, laidunkierto, poromäärät, metsätalous, maankäyttö, ilmastonmuutos

Sisällys

1. Edelliset laiduninventoinnit ja laidunten tilan muutokset	6
2. Laiduninventoinnin tavoitteet ja raportin sisältö	8
3. Aineisto ja menetelmät	9
3.1. Laidunten kartoitus satelliittikuvien avulla	9
3.2. Laidunmaiden ja -metsien suojelun ja omistuksen kartoitus poronhoitoalueella.....	11
3.3. Maankäyttömuotojen peitto- ja häiriöalueiden kartoitus	11
3.4. Jäkäläköiden kunnon kartoitus	12
3.5. Laidunmetsien rakenteessa tapahtuneiden muutosten selvittäminen inventointien välillä	14
3.6. Jäkäläköiden kunnon muutosten tarkastelu	15
3.7. Laidunten jäkäläbiomassoihin ja niiden muutoksiin vaikuttaneiden tekijöiden analysointi	16
3.8. Poromäärät, porotiheydet ja poroa kohti käytettävissä olevat laidunalueet.....	16
3.9. Laidunluokitusten luotettavuuden ja jäkälälaidunten koealojen edustavuuden arviointi	16
4. Tulokset ja pohdinta	18
4.1. Talvilaidunten määrä ja laatu paliskunnissa	18
4.2. Laidunmaiden ja -metsien suojelu ja omistus poronhoitoalueella	22
4.3. Maankäytön ja infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueet paliskunnissa	26
4.4. Jäkälälaidunten kunto 20 pohjoisimmassa paliskunnassa	31
4.5. Laidunmetsien rakenteessa tapahtuneet muutokset.....	39
4.6. Jäkäläköiden kunnon muutokset	49
4.7. Laidunten jäkäläbiomassoihin vaikuttaneet tekijät ja biomassamuutosten syyt	59
4.8. Paliskuntien porotiheydet ja poroa kohti käytettävissä olevat laitumet.....	66
4.9. Laidunluokitusten luotettavuus ja jäkälälaidunten koealojen edustavuus	68
5. Johtopäätökset ja suositukset	71
6. Kiitokset.....	74
7. Viitteet.....	75
8. Liitteet	79

1. Edelliset laiduninventoinnit ja laidunten tilan muutokset

Poronhoitoalue käsittää noin kolmanneksen Suomen pinta-alasta ja sen eri alueet eroavat niin ilmastoltaan, kasvillisuudeltaan, laiduntyypeiltään ja poronhoitotavoiltaan kuin myös maankäyttömuodoiltaan, asutustiheydeltään ja elinkeinoiltaan. Tästä syystä poronhoitoympäristön käytettävyyteen ja laatuun sekä porolaidunten tilaan vaikuttavat maantieteellisten tekijöiden ja poronhoidon vaikutusten ohella monet maankäytöstä, luonnonvarojen hyödyntämisestä ja muista elinkeinoista johtuvat tekijät (mm. Anttonen ym. 2011; Kumpula ym. 2007; 2008 ja 2014; Hast & Jokinen 2016; Sandström ym. 2017). Samalla tämä merkitsee myös sitä, että erilaiset laidunympäristön käyttöön liittyvät intressit törmäävät usein yhteen porolaidunympäristössä aiheuttaen ristiriitoja poronhoidon ja eri elinkeinojen ja maankäyttömuotojen välille (Jokinen 2014; Heikkinen & Sarkki 2015; Pettersson ym. 2017).

Kaikki tämä asettaa monia haasteita poronhoidon laiduntutkimukselle. Laitumiin liittyvässä tutkimuksessa tulisi selvittää poronhoitoalueen paliskuntien laidunresurssien määrää, laatua ja käytettävyyttä sekä seurata niissä tapahtuneita muutoksia. Samalla myös eri tekijöiden vaikutuksia laitumien määrään, laatuun ja käytettävyyteen sekä eri tekijöiden vaikutuksia havaittuihin laidunmuutoksiin tulisi selvittää.

Tutkimushanke *Porolaidunten tilan seuranta* käynnistettiin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) porontutkimuksessa vuonna 1995. Hankkeessa tehtiin aluksi kaksi laiduninventointia koko poronhoitoalueella, talvilaiduninventointi vuosina 1995–96 (Kumpula ym. 1997) ja kesälaiduninventointi vuosina 1997–98 (Kumpula ym. 1999). Laiduninventoinnit perustuivat maastokoealoihin ja Landsat-5 TM -kuvien avulla tehtyihin laidunluokituksiin (Colpaert ym. 2003).

Näiden porolaiduninventointien jälkeen talvilaidunten tilan seuranta jatkettiin poronhoitoalueen pohjoisosan paliskunnissa kehittämällä ja monipuolistamalla inventointimenetelmiä (Kumpula ym. 2004 ja 2006). Tämän menetelmäkehityksen jälkeen vuosina 2005–2008 RKTL:n *Porolaidunten tilan seuranta* hankkeessa inventoitiin ns. erityisesti poronhoitoa varten tarkoitettua aluetta (20 pohjoisinta paliskuntaa) talvilaitumet (Kumpula ym. 2009). Kyseisessä inventoinnissa paliskuntiin perustettiin jäkälälaitumille 625 pysyvää koalaa, joiden kasvillisuus inventoitiin maastoon merkityiltä mittauslinjoilta. Koaloilla tehtyjen kasvillisuusmittausten perusteella vertailtiin mm. jäkälälaidunten jäkäläbiomassoja sekä paliskuntien että niiden talvi- ja kesälaidunalueiden välillä.

Erityyppisen talvilaitumet kartoitettiin paliskunnissa satelliittikuvatulkintojen avulla käyttämällä ns. puolittain ohjaamatonta tulkintamenetelmää (Tanskanen 2007). Tehtyjen laidunluokitusten perusteella laskettiin erityyppisten talvilaidunten määrät paliskunnissa (jäkälälaitumet, luppolaitumet sekä varpu- ja heinävaltaiset laitumet) sekä vertailtiin niiden osuuksia paliskunnan maa-alaa kohti ja kokonaisuutena mm. eloporoa kohti laskettuna. Myös erityyppisten maankäyttömuotojen ja infrastruktuurin peittoalueet kartoitettiin paliskunnissa hyödyntämällä maanmittauslaitoksen ja muiden laitosten paikkatietoaineistoja. Kunkin maankäyttömuodon ja infrastruktuurityypin ympärille määritettiin myös poronhoitoon kohdistuvat eri laajuiset häiriövyöhykkeet. Lopuksi erityyppisten maankäyttömuotojen ja infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueiden pinta-aloja ja osuuksia maa-alasta vertailtiin paliskuntien välillä.

Muutoksia paliskuntien jäkälälaidunten jäkäläbiomassoissa selvitettiin vertailemalla vuosina 1995–1996 ja 2005–2008 tehtyjä jäkälämäärien mittauksia koaloilla. Myös laidunmetsien rakenteellisia muutoksia mm. luppolaidunten (varttuneet ja vanhat metsät) määrien muutosten osalta analysoitiin tutkimusalueella.

Vuosina 2005–2008 toteutettu laiduninventointi (Kumpula ym. 2009) osoitti, että jäkälälaitumet olivat suuressa osassa paliskuntia voimakkaasti kuluneita. Useimmissa paliskunnissa jäkälälaitumet olivat kuitenkin talvilaidunalueella selvästi paremmassa kunnossa kuin kesälaidunalueella. Hyväkuntoisia tai kohtuullisessa kunnossa olevia jäkälälaitumia oli edelleen niillä talvilaidunalueilla, joilla porot laiduntavat pääosin vain talvella, ja jotka samalla sijaitsevat metsätalouskäytön, muun maakäytön ja infrastruktuurin alueiden ulkopuolella olevilla suojelualueilla. Voimakkaimmin kuluneet jäkälälaitumet sijoituivat tunturialueille sekä Länsi- ja Keski-Lapin alueille. Jäkälämäärät olivat vähentyneet tutkituilla koealueilla useimmissa paliskunnissa 1990-luvun puolivälistä vuosiin 2005–2008.

Metsätalouden pitkäaikaiset vaikutukset laitumiin näkyivät kaikissa niissä paliskunnissa, joissa sijaitsee metsätalouskäytössä olevia metsäalueita. Näissä paliskunnissa laidunmetsät olivat pirstoutuneet hakkuualueiden, taimikoiden ja nuorten metsien mosaikkeiksi. Laajimmat ja yhtenäisimmät varttuneiden ja vanhojen metsien talvilaidunalueet sijaitsivat suojelualueilla. Myös infrastruktuuriin liittyvien rakenteiden vähittäinen lisääntyminen porolaitumilla tuli esiin talvilaidunalueiden pirstoutumisena. Suurimmassa osassa paliskuntia infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueet kattoivat huomattavan osan paliskuntien maa-alasta, mutta erämaapaliskunnissa niiden peittävyys oli pieni.

Porolaiduninventointi osoitti, että talvilaidunten määrä ja kunto vaihtelee eri alueiden välillä ja useat eri tekijät vaikuttavat laidunten määriin, kuntoon ja käytettävyyteen. Laiduninventoinnin aineistojen avulla analysoitiin myöhemmin tarkemmin myös sitä, mitkä tekijät selittävät paliskuntien jäkäläköillä mitattuja jäkälämääriä ja niiden muutoksia (Kumpula ym. 2014). Tehdyt analyysit osoittivat, että poronhoidon vaikutusten osalta jäkälämääriin vaikuttavat jäkälälaidunten porotiheyksien ohella hyvin selvästi myös paliskunnassa käytössä oleva laidunnussysteemi (laidunkierto). Mikäli porot pääsivät laiduntamaan ja tallaamaan jäkäläköitä lumettomana aikana, tämä vastaa yli kaksinkertaista laidunuspainetta porotiheyden tuplaantumiseen verrattuna. Analyysit osoittivat myös, että varttuneissa ja vanhoissa metsissä on selvästi enemmän jäkälää kuin sitä nuoremmissa metsien ikäluokissa ja että varttuneiden ja vanhojen metsien kokonaismäärän vähetessä paliskunnassa, myös jäkälälaidunten jäkälämäärät putoavat merkittävästi koko paliskunnan alueella. Samantyyppinen jäkälämäärien väheneminen jäkäläköillä havaittiin myös maankäytön ja infrastruktuurinpeitto- ja häiriöalueiden lisääntymessä ja pirstoessa yhtenäisiä laidunalueita paliskunnassa.

2. Laiduninventoinnin tavoitteet ja raportin sisältö

Porolaiduninventoinnin tavoite on selvittää paliskuntien laidunresurssien määrää, laatua ja käytettävyyttä sekä seurata niissä tapahtuneita muutoksia. Paliskuntien laidunvaroista ja niiden tilan muutoksista tarvitaan tietoa vähintään kymmenen vuoden välein, jolloin maa- ja metsätalousministeriön on tarkistettava ja asetettava kuhunkin paliskuntaan suurin sallittu eloporomäärä seuraavaksi kymmenvuotiskaudeksi (Poronhoitolaki 21§). Laiduninventoinnin tuloksia hyödynnetään myös ELY-keskuksessa, AVI:ssa, SYKE:n ympäristön tilan muutosten seurantatyössä (Syke 2008 ja 2018). Porolaitumista tarvitaan myös tietoa maankäytön suunnittelu- ja ohjaustyössä poronhoitoalueella (mm. ELY-keskus, maakuntien liitot ja kunnat).

Laiduninventoinnin aineistoja hyödynnetään monipuolisesti myös poronhoitoon liittyvässä tutkimuksessa. Tarkoitus on myös liittää laiduninventoinnin kartta-, ravintokasvi- ja pinta-alatiedot Syken Liiteri järjestelmässä poronhoidon paikkatietokantaan, mikä on osittain jo tehty. Tämän tietokannan kautta aineistoja voidaan hyödyntää laajemmin poronhoidossa sekä maankäytön ja metsätalouden suunnittelussa.

Tähän raporttiin on koottu viimeisimmän, Luken vuosina 2016–2018 toteuttaman porolaiduninventoinnin tulokset, jotka tuotettu Luken *Porolaidunseuranta* (projektinnumero 41001-00001800) ja *Poronhoitoalueen pohjoisosan jäkälälaidunten inventointi* (POJI) (41007-00079800) -projekteissa. Osa nyt julkaistavista laiduninventoinnin laidunluokituksista sekä maankäytön ja infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueiden kartoituksista on tehty tai aloitettu Syken ja Luken yhteisesti toteuttamissa POROT- ja TOKAT-hankkeissa. Laiduninventoinnin luotettavuusarviointi toteutettiin Luken projektissa *Seurantojen kehittäminen päätöksenteon tietotarpeista lähtien* (2017–2019; projektinnumero 41001-00008400).

Luken vuosina 2016–2019 toteuttamassa porolaiduninventoinnissa kartoitettiin kaikista poronhoitoalueen paliskunnista erilaisten talvilaidunten määrät ja sijainti sekä eri maankäyttömuotojen ja infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueet. Laidunmetsien rakennetta ja luppolaidunten määrissä tapahtuneita muutoksia selvitettiin vertailemalla vuosien 1995–1996 ja 2016–2018 laidunluokituksia metsien eri ikäluokkien osalta. Eloporotihyydet ja erilaisten laidunten määrät eloporoa kohti laskettiin. Poronhoitoalueen 20 pohjoisimman paliskunnan alueella inventoitiin vuosina 2016–2018 uudestaan aikaisemmin perustetut jäkälälaidunten pysyvät koealat, joiden perusteella paliskuntien ja niiden laidunalueiden jäkäläköiden nykykuntoa ja sen muutoksia viimeisen vuosikymmen aikana selvitettiin. Myös pidemmällä ajalla tapahtuneita muutoksia eri alueiden ja paliskuntien jäkäläbiomassoissa vertailtiin. Samalla analysoitiin jäkäläköiden jäkäläbiomassoihin ja niiden muutoksiin vaikuttaneita tekijöitä. Inventoinnissa testattiin myös laidunluokitusten luotettavuutta sekä jäkälälaidunten koealojen edustavuutta ja sekä niiltä saatujen jäkäläestimaattien luotettavuutta.

3. Aineisto ja menetelmät

3.1. Laidunten kartoitus satelliittikuvien avulla

Poronhoitoalueen paliskunnista (kuva 1) kartoitettiin erityyppiset talvilaitumet satelliittikuvien avulla käyttämällä puolittain ohjaamatonta tulkintamenetelmää, jossa kuva- ja tulkintatietoja käsitellään ja korjataan sekä ennen että jälkeen kuvien luokittelun (Tanskanen 2007). Myös Norjassa on käytetty laidunkartoituksissa vastaaventyypisiä tulkintamenetelmiä (mm. Johansen ja Karlson 2002, 2005, Johansen 2004). Menetelmän toimivuus perustuu pitkälti siihen, että häiritseviä tai tarpeettomia tietoja poistetaan kuvasta ennen luokitusta ja luokituksen jälkeen tehdään myös korjauksia luokitteluun. Luokitusten luotettavuutta parannetaan erilaisia tukiaineistoja hyödyntämällä. Käytännössä satelliittikuvien luokittaminen on jatkuvaa ongelmanratkaisua. Tarkemmin luokitusmenetelmää on kuvattu Tanskanen (2007) pro-gradu työssä sekä edellisen laiduninventoinnin laajemmassa loppuraportissa (Kumpula ym. 2008). Seuraavassa on menetelmä kuvattuna pääpiirteissään.

Aluksi satelliittikuvat oikaistaan ArcMap-ohjelmistossa yhtenäiskoordinaatistoon ja kuvamateriaalista poistetaan vesistöt, suot, taajamat ja rakennettu maa Maanmittauslaitoksen digitaalisten aineistojen avulla. Tämän jälkeen Erdas-ohjelmistolla kangas- ja mineraalimaiden satelliittikuvien pikseleiden annetaan luokitua vapaasti 100–130 luokkaan niiden sisältämän säteilyinformaation perusteella. Seuraavaksi lähellä toisiaan olevia luokkia yhdistetään selvittämällä luokkien välisiä eroja niiden klusteroitumista tarkastelemalla. Kun kasvillisuus- ja maastoluokkia on jäljellä noin 30–50, luokkia aletaan yhdistellä lopullisiin 19 kasvillisuus- ja laidunluokkaan hyödyntämällä erilaisia tukiaineistoja. Tässä yhdistämisessä hyödynnetään ilmakuvia, topografikarttoja, maasto-koelaitumia, Syken Lucas-tietokantaa ja muuta saatavilla olevaa tietoa alueen kasvillisuus- ja metsätyypeistä.

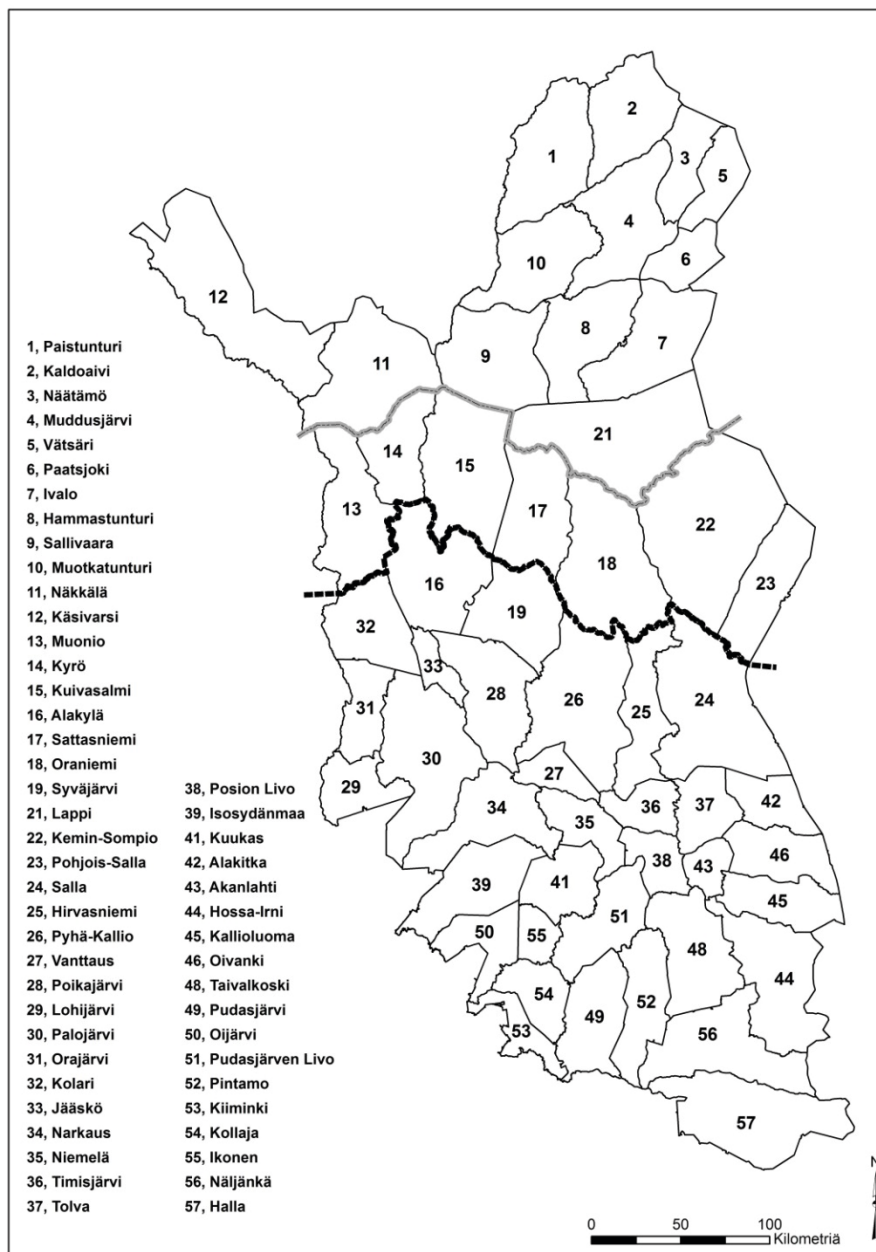
Korkeat tunturi- ja vaara-alueet (yli 330 m) joko luokitellaan uudestaan tai niiden virheellisesti luokituneet luokat korjataan tukiaineistojen avulla. Soiden jako avosoihin ja puustoihin soihin tehdään suoraan Maanmittauslaitoksen maastotietokannan suotyypiluokittelun avulla. Ojitetut suot erotellaan muista soista käyttämällä Erdas-ohjelmiston Modelmaker-työkalua. Tämän jälkeen kaikista luokitelluista satelliittikuvista ja muista erilaisia maastoluokkia sisältävistä osatiedoista kootaan lopullinen kasvillisuus- ja laidunluokitus. Näin kootun luokitusten luotettavuutta tarkastellaan edellä mainittujen tukiaineistojen avulla ja jos havaitaan selviä virheitä, luokkia korjataan tai jotkin kuva-alueet luokitellaan uudestaan.

Koko poronhoitoalueelta luokitettiin edellä kuvatulla tulkintamenetelmällä 20 Landsat 5 TM –kuvaa ja 17 Landsat-8 -kuvaa (liite 1). Luokitellut satelliittikuvat olivat vuosilta 2002–2016, mutta pääosa käytetyistä kuvista ajoittui vuosiin 2006–2015. Tulkinnaassa muodostetut 19 laidun- ja maastoluokkaa muodostettiin pääosin aiempien inventointien mukaisiksi (Kumpula ym. 1997 ja 2009). Kaikki 19 laidun- ja maastoluokka yhdistettiin porolaidunten pääluokiksi siten että kuivat ja karut kangasmaat sekä kuivat tunturikankaat ovat *jäkälälaitumia*. *Varpu-, lehti- ja ruoholaitumia* ovat tuoreet ja kuivahkot kankaat sekä varpu- ja heinävaltainen tunturikangas. *Luppolaitumia* ovat kaikki varttuneet ja vanhat metsät (ikä > 80 vuotta) kummassakin kasvupaikkatyypissä, mutta laidunten pääluokkia esittävillä laidunkartoilla luppolaitumina näkyvät vain tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden varttuneet ja vanhat metsät, koska kuivien ja karujen kankaiden varttuneet ja vanhat metsät on kuvattu kartoilla ensi sijassa jäkälälaitumina. Kuivien ja karujen kankaiden varttuneet ja vanhat metsät lasketaan kuitenkin mukaan myös luppolaidunten pinta-aloihin. Samalla tavalla tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden luppolaitumet on laskettu myös varpu-, lehti- ja ruoholaitumien pinta-aloihin porojen päällekkäisen talvi- ja kesälaidunnuksen vuoksi näillä laiduntyypeillä.

Eri osista poronhoitoaluetta eri satelliittikuvilta tehdyt luokitukset yhdistettiin koko poronhoitoalueen kattavaksi kasvillisuus- ja laidunluokituksiksi Erdas ohjelmistolla. Tästä luokituksista tehtiin

ArcMap-ohjelmistolla talvilaidunten pääluokkia kuvaava laidunluokitus yhdistelemällä eri kasvillisuus-, laidun- ja maastoluokat 9 pääluokaksi. Paliskunnat rajat siirrettiin luokitukseen ArcMap-ohjelmistossa ja laskettiin paliskunnittain eri kasvillisuus- ja laidun luokkien pinta-alat sekä kaikkien 19 luokan että yhdistettyjen 9 luokan osalta.

Paliskuntien maa-alan ja erilaisten laidunten todellisiin pinta-aloihin vaikuttaa myös paliskuntien topografia. Niissä paliskunnissa, joissa on runsaasti korkeita ja myös muodoltaan jyrkkiä tuntureita ja vaaroja, erilaisten laidunten ja maa-alan määrät ovat todellisuudessa suurempia kuin topografialtaan tasaisissa paliskunnissa. Tässä kartoituksessa ei kuitenkaan voitu vielä laskea topografian vaikutusta laidunten ja maa-alan määriin, mutta jatkossa tehtävissä laidunkartoituksissa myös se tulisi huomioida.



Kuva 1. Poronhoitoalue ja sen nykyiset 54 paliskuntaa. Tummalla vahvennetulla viivalla merkityn alueen pohjoispuolella olevat 20 paliskuntaa muodostavat valtion maiden osalta ns. erityisesti poronhoitoa varten tarkoitettua aluetta (Poronhoitolaki 2§). Harmaan vahvennetun viivan pohjoispuolella olevat 13 paliskuntaa ovat samalla saamelaisalueen paliskuntia.

3.2. Laidunmaiden ja -metsien suojelun ja omistuksen kartoitus poronhoitoalueella

Kussakin paliskunnassa kartoitettiin maa-alan jakaantuminen suojelualueisiin sekä valtion ja muiden tahojen omistamiin maapinta-aloihin ja niiden prosenttiosuudet paliskuntien kokonaismaa-alasta. Paliskunnista kartoitettiin erikseen myös valtion maiden suojelualueiden maa-alat ja niiden prosenttiosuudet paliskuntien kokonaismaa-alasta. Myös kangasmaiden metsämaaksi kartoitetun alueen jakaantuminen valtion ja muiden tahojen omistamiin metsämaan alueisiin ja niiden osuudet paliskuntien metsämaan kokonaispinta-alasta kartoitettiin. Samalla paliskunnista kartoitettiin erikseen myös valtion maiden suojelualueiden kangasmaiden metsämaan maa-alat ja niiden prosenttiosuudet paliskuntien kangasmaan metsämaan kokonaispinta-alasta.

Valtion ja muiden tahojen omistamien sekä suojelualueiden sisällä olevien alueiden kartoittamisessa hyödynnettiin Syken kautta saatuja tietoja Metsähallituksen omistamista kiinteistöistä. Kaikki erikäsiksi luokituneet mänty- tai kuusivaltaiset metsätyypit sekä tunturialueiden ulkopuolella myös lehtipuustoiset ja vesottuneet alueet muodostivat tässä laiduninventoinnissa pääluokan *kangasmaiden metsämaa*. Osa kartoitetusta kangasmaiden metsämaasta on kuitenkin kitumaata (erityisesti korkealla sijaitsevat alueet) ja siten puuntuotannon ulkopuolella.

3.3. Maankäyttömuotojen peitto- ja häiriöalueiden kartoitus

Maakäytön ja infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueet arvioitiin ArcMap-ohjelmistolla käyttämällä apuna Maanmittauslaitoksen maastotietokantaa (taulukko 2). Moottorikelkkaurien ja reittien sekä hiihtolatujen alueiden kartoittamisessa käytettiin kuitenkin apuna Metsähallituksen tietokantaa. Eri maankäyttömuotojen ja infrastruktuurin peittämän ja sen ympärillä tai sivulla olevien poronhoitoon vaikuttavien häiriöalueiden laajuus arvioitiin erikseen (voimakas ja lievä häiriövaikutus, ks. liite 2). Infrastruktuurin häiriöalueiden laajuutta arvioitaessa hyödynnettiin porojen GPS-seurannoista ja muista laidunten käytön tutkimuksista saatuja tietoja eri infrastruktuuri- ja maankäyttömuotojen vaikutuksista porojen laidunten käyttöön (mm. Kumpula ym. 2007; Vistnes 2008; Anttonen ym. 2011; Skarin & Åhman 2014, Skarin ym. 2015).

Infrastruktuurin häiriöalueilla kuvataan eri maankäyttömuotojen ja infrastruktuuryyppien ympärillä tai läheisyydessä olevia alueita, joita porot joko välttävät tai käyttävät vähemmän kuin etäämmällä sijoittuvia laidunalueita tai vaihtoehtoisesti näiden alueiden sisällä porojen laidunnus ja poronhoito vaikeutuu jollain muulla tavalla (mm. porojen aiheuttamat vahingot, konfliktit ja ongelmat lisääntyvät). Joidenkin maankäyttö- ja infrastruktuuryyppien (moottorikelkkareitit, hiihtolatut ja kullanhuhdonta-alueet) häiriövaikutukset riippuvat vuodenajasta ja siitä, kuinka kaukana ne sijaitsevat taajamista. Näille infrastruktuuryypeille arvioitiin siksi erikseen häiriöalueiden laajuus kolmena vuodenaikana (kesäaika sekä alk- ja kevättalvi). Moottorikelkkareittien ja hiihtolatujen osalta niiden käyttöön ja siten myös häiriöalueiden laajuuteen vaikutti talvella myös niiden sijainti taajamiin ja matkailukeskuksiin nähden.

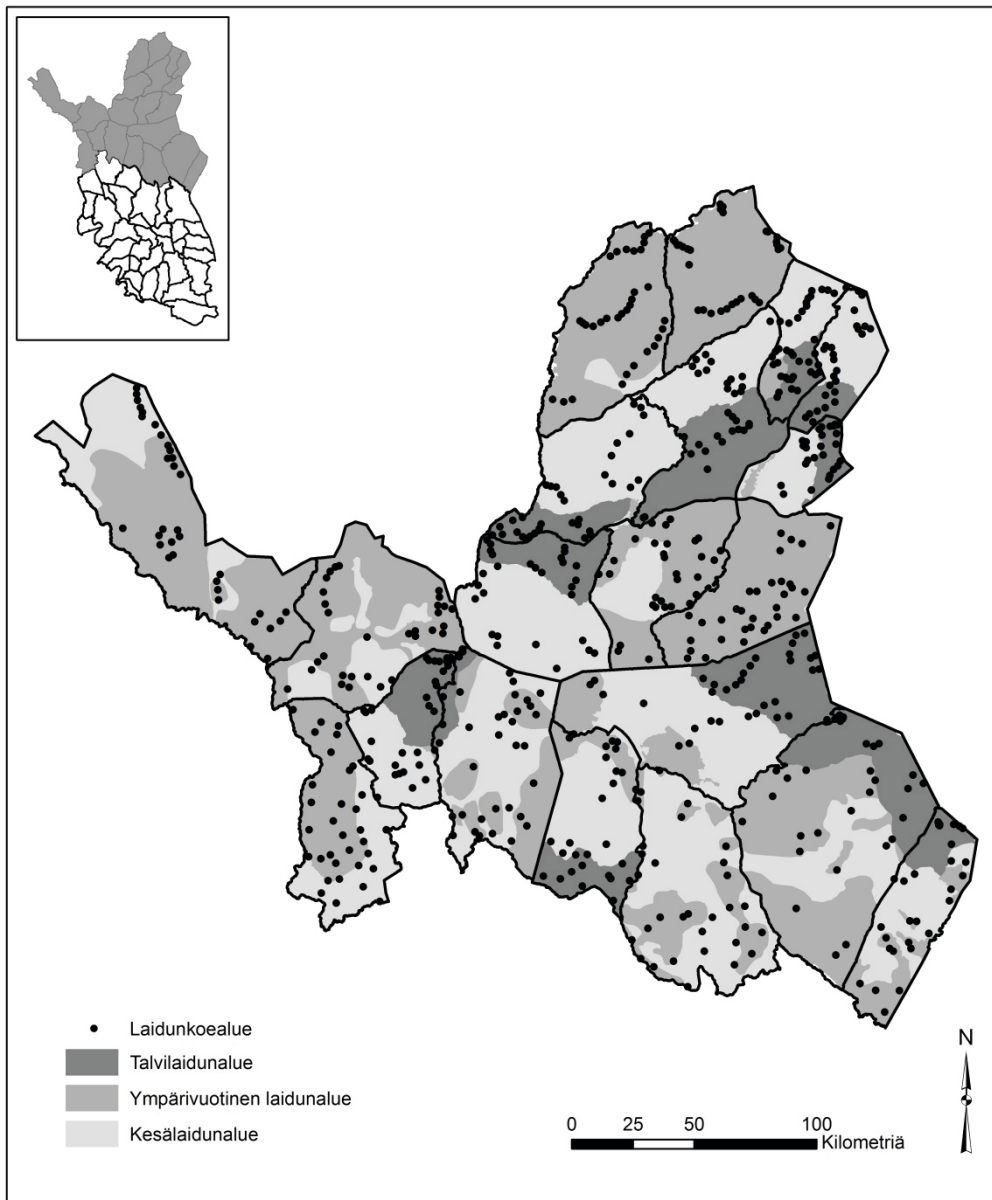
Tehdyn kartoituksen perusteella kustakin paliskunnasta laskettiin eri maankäyttö- infrastruktuuryyppien peitto- ja häiriöalueiden pinta-alat ja prosenttiosuudet paliskuntien maa-alasta. Nämä pinta-alat eivät ole yksittäisten maankäyttö- ja infrastruktuuryyppien peitto- ja häiriöalueiden summia, sillä peittoalueet menevät myös päällekkäin.

3.4. Jäkäläköiden kunnan kartoitus

Vuosina 1995–1996 ensimmäisen kerran inventoidut ja sen jälkeen vuosina 2005–2008 perustetut pysyvät ja uudestaan inventoidut jäkälälaidunten maastokoealat sijoittuvat poronhoitoalueen pohjoisosan (ns. erityisesti poronhoitoa varten tarkoitettu alue) 20 paliskunnan jäkälävaltaisille kankaille (pääosin kuivat ja karut kankaat). Jäkälälaitumet ovat luppolaidunten ohella edustaneet tärkeintä talvilaiduntyyppiä erityisesti poronhoitoalueen pohjoisosassa. Tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden runsasluppoisimmilla laiduntyypeillä (varttuneet ja vanhat metsät) tai vastaavien kasvupaikkojen metsälauhavaltaisilla laiduntyypeillä ei ole inventoitu vuosien 1995–1996 jälkeen koealoja käytettävissä olevien resurssien rajallisuuden vuoksi. Luppo- sekä varpu-, heinä- ja ruoholaidunten pinta-alat saadaan kuitenkin paliskunnittain laidunluokitusten perusteella, ja näiden laiduntyyppien sisältämistä ravintomääristä on mahdollista tehdä arvioita aikaisempien inventointien ja tutkimusten perusteella (mm. Mattila 1981, 1996, 2006a ja 2006b; Mattila & Mikkola 2008; Kumpula ym. 1997).

Jokaiseen paliskuntaan on sijoitettu edellisessä inventoinnissa mahdollisimman satunnaisesti pääosin kuiville ja karuille kasvillisuustyypeille (jäkälävaltaiset kankaat) 25–39 pysyvää koealaa (yhteensä pysyviä koealoja oli vuoden 2005–2008 inventoinnissa 625 kpl). Koealojen sijoittamisessa on käytetty hyväksi aikaisemmin tehtyjä laiduntulkintakarttoja. Samalla on pyritty siihen, että koealueet sijoittuvat paliskunnissa myös poronhoidollisesti mahdollisimman hyvin eri vuodenaikoina käytetyille laidunalueille. Koealojen inventointimenetelmästä on tarkempi kuvaus loppuraportissa (Kumpula ym. 2006 ja 2008), joten seuraavassa menetelmä on esitelty vain pääpiirteiltään.

Aikaisemmin perustetuista pysyvistä koealoista (625 kpl) inventoitiin vuosina 2016–2018 yhteensä 618 kpl (kuva 2). Osa (7 kpl) aikaisemmin perustetuista pysyvistä koealoista jouduttiin hylkäämään, koska edellisen inventoinnin jälkeen niillä oli tapahtunut sellaisia muutoksia, joiden vuoksi ne eivät olleet enää normaalissa laidunkäytössä. Pääosa näistä koealoista hylättiin paliskunnille lähetetyn tiedustelun perusteella, koska koealat sijaitsivat mm. pienten aitausten sisässä tai hyvin lähellä uutta laidunkiertoaitaa, jolloin niihin kohdistui voimakas tallausvaikutus. Kenttäyöntekijät hylkäsivät myös muutamia koealoja maastossa, koska niillä oli tapahtunut voimakasta kulutusta ja muutosta mm. puolustusvoimien harjoittelun vuoksi (mm. kaivannot ja syvät ajoneuvojen urat). Uusia koealoja perustettiin 8 kpl. Niitä ei kuitenkaan otettu vielä mukaan analyysiin, koska vertailut inventointien välillä tehtiin kummassakin inventoinnissa tutkittujen koealojen perusteella.



Kuva 2. Sekä vuosina 2005–2008 että vuosina 2016–2018 inventoidut koealat (618 kpl) poronhoitoalueen pohjoisosan 20 paliskunnassa. Paliskuntien jakaantuminen eri vuodenaikoina käytettyihin laidunalueisiin on myös esitetty kartalla paliskunnilta kerätyn poronhoidon paikkatietokannan perusteella.

Koealat inventoitiin etsimällä aluksi edellisessä inventoinnissa muoviputkilla maastoon merkityn mittauslinjan alku- ja loppupään koordinaatit GPS-laitteen avulla. Sen jälkeen koealojen kasvupaikkatyyppi, puulajit, puuston tiheys ja latvuspeittävyys sekä laidunluokka kirjattiin ylös. Kunkin koealan mittauslinja sisältää kymmenen ympyräkoealaa (säde 3,99 m) ja kymmenen kasvillisuusruutua (koko 0,5 x 0,5 m). Ympyräkoealoista laskettiin mm. puiden lukumäärä ja arvioitiin lupon määrä kahdesta systemaattisesti valitusta koepuusta alle ja yli kahden metrin korkeudella. Lupon määrän arvioissa käytettiin runsausindeksiä 0–3.

Jokaisesta kasvillisuusruudusta arviointi tehtiin ns. solmumittausmenetelmällä (Malm ym. 2002, Moen ym. 2007), jota on kehitetty edellisen laiduninventoinnin aikana (Kumpula ym. 2006). Poronjäkälien, metsälauhan, muiden heinämaisten kasvien, sammalten, yleisimpien varpujen ja mineraalimaan esiintyminen 25 solmukohdassa merkittiin ylös. Samalla poronjäkälistä (niissä mukaan luettiin palle-

ro-, mieto- ja harmaaporonjäkälä sekä kasvutapansa perusteella myös okatorvijäkälä) mitattiin elävän osan korkeus ja varvuista (mustikka, puolukka, variksenmarja ja kanerva) kohtisuora vertikaalinen korkeus maanpinnasta. Tämän lisäksi kirjattiin tinajäkälän, lapalumijäkälän, torvijäkälän, muiden jäkälien ja varpujen, heinien, ruohomaisten kasvien, sammalien, karikkeen ja mineraalimaan esiintyminen solmukohdissa. Myös poronjäkälien kosteus (kuiva, kostea ja märkä) arvioitiin jokaisesta ruudusta mittaushetkellä.

Ennen koealueaineiston tilastokäsittelyä jokaiselle ruudulle tehtiin jäkälien pituuksiin korjaus kosteuden perusteella Kumpulan ym. (2006) määrittämällä kertoimilla, jotta eri kosteusolosuhteissa mitatut jäkälät vastaisivat pituudeltaan toisiaan. Jäkälien ja varpujen biomassat laskettiin Kumpulan ym. (2006) määrittämällä biomassafunktioilla niiden keskimääräisen solmupituuden perusteella. Solmuista laskettuun keskipituuden otettiin mukaan 0-arvoina myös ne ruudut, joissa lajia ei esiinny. Kaikkien solmukohdissa esiintyvien kasvilajien ja muiden muuttujien peittävyudet sen sijaan laskettiin kussakin näyteruudussa kertomalla neljällä vain niiden solmukohtien lukumäärä, jossa kukin niistä esiintyi (koska yksi solmukohta vastaa 4 %:n peittävyyttä).

Kunkin kasvilajin tai muuttujan keskimääräinen peittävyys, pituus tai biomassa laskettiin keskihajontoineen (SD) sekä koko paliskunnassa että erikseen myös paliskuntien laidunkiertoalueille. Paliskuntien laidunaluekohtaiset muuttujakeskiarvot ja keskihajonnat laskettiin suoraan kunkin laidunalueen koealojen mittaustuloksista. Paliskuntakohtaiset keskiarvot ja -hajonnat laskettiin painotettuina paliskunnan laidunkiertoalueen koealojen lukumäärällä ja laidunkiertoalueen jäkälälaitumien pinta-alalla suhteessa paliskunnan kokonaiskoealojen lukumäärään ja jäkälälaitumien kokonaispinta-alaan. Eri muuttujien eroja laidunkiertoalueitten välillä paliskunnittain testattiin epäparametrisilla testeillä (Kruskallin-Wallis - tai Dwass, Steel, Critchlow-Fligner -testillä, SAS PROC NPAR1WAY).

Jäkäliköiden ekologinen tilan kuvausta ja sen arvioimiseksi muodostettuja luokkarajoja jäkälän biomassan osalta on tässä laiduninventoinnin raportissa päivitetty ja tarkennettu niiden jäkälän biomassaja kasvumittausten perusteella, jotka on saatu RKTL:n/Luken pitkäaikaiseurannassa olleilta jäkälälaidunten laiduntamattomilta koealoilta mitattujen jäkäläbiomassojen ja niiden kasvunopeuden perusteella (Kumpulan ym. julkaisematon; Tahvonon ym. 2014; Pekkarinen ym. 2015). Nämä jäkälikön ekologisen tilan luokat on kuvattu Kumpulan & Turusen (2018) kirjoittamassa artikkelissa Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018 -raportissa (Syke 2018). Paliskuntien eri laidunalueilla mitattujen keskimääräisten jäkäläbiomassojen luokittuminen jäkälikön ekologisen tilan luokkiin on kuvattu tulosten yhteydessä.

3.5. Laidunmetsien rakenteessa tapahtuneiden muutosten selvittäminen inventointien välillä

Laidunmetsien ikärakenteen muutoksia selvitettiin siten, että tarkasteltiin aluksi alle ja yli 80 vuotiaiksi luokitettujen havumetsien (hakkuualueet, taimikot ja nuoret metsät vs. varttuneet ja vanhat metsät) määriä ja osuutta kangasmaiden metsämaasta (ks. luku 3.2) eri paliskunnissa ja koko poronhoitoalueella uusimman laidunluokitusten perusteella. Samalla tarkasteltiin maisematasolla kuinka paljon eri paliskunnissa oli hakkuualueita ja taimikoita 1,0 x 1,0 km:n kokoisissa maisemaruuduissa. Nämä ruudut luokiteltiin viiteen luokkaan ruutujen sisällä olevien hakkuualueiden ja taimikoiden pinta-alojen mukaan. On huomioitava, että osa hakkuualueiksi ja taimikoiksi luokitettuneista alueista erityisesti tunturialueilla ja muilla korkeilla alueilla on luontaisesti syntyneitä männyntaimikoita, eikä siten hakkuiden seurauksena syntyneitä taimikoita.

Varttuneiden ja vanhojen metsien loppolaitumilla tapahtunutta muutosta vuosina 1995–1996 ja 2016–2018 tehtyjen luokitusten välillä selvitettiin tarkastelemalla, minkä verran vuosien 1995–1996 laidunluokituksessa varttuneiksi ja vanhoiksi metsiksi luokitettuneita laitumia oli muuttunut vuosien

2016–2018 luokituksessa hakkuualueiksi ja taimikoiksi suojelualueiden ulkopuolella. Lehtipuustoisia tai vesoittuneita alueita ei otettu mukaan tähän analyysiin. Vain sellaiset muutokset, joiden koko oli enemmän kuin 4 pikseliä/km², otettiin mukaan tarkasteluun (1 pikseli: 30 m x 30 m). Nämä muutokset laskettiin inventointien välillä pinta-aloina ja prosenttiosuuksina vuosien 1995–1996 luokituksen varttuneiden ja vanhojen metsien lähtötilanteesta eri paliskunnissa ja koko poronhoitoalueella. Tarkasteltaessa edelleen tätä suojelualueiden ulkopuolella tapahtunutta varttuneiden ja vanhojen metsien muutosta maisematasolla hakkuualueiksi ja taimikoiksi metsätalouden vaikutuksesta kyseisten muutosten pinta-alat laskettiin erikseen 1,0 x 1,0 km:n maisemaruuduissa ja nämä ruudut luokiteltiin neljään luokkaan. Kustakin paliskunnasta ja koko poronhoitoalueelta laskettiin lopuksi eri luokkiin sijoittuvien maisemaruutujen määrät.

Vastaavalla tavalla luokitusten välillä tarkasteltiin havumetsien ikäluokan muutosta hakkuualueiden, taimikoiden ja nuorten metsien luokasta varttuneiksi metsiksi. Nämä muutokset selittyvät pääosin nuorissa kasvatusmetsissä tapahtuneen kasvun ja sulkeutumisen seurauksena ja siten kuvatulkinnolla tapahtuneena ikäluokan siirtymisenä varttuneet kasvatusmetsät sisältävään luokkaan (luokka varttuneet ja vanhat metsät). Myös osa luonnontilaisista nuorista metsistä on siirtynyt vastaavalla tavalla varttuneiden metsien luokkaan.

On huomioitava, että kummassakin inventoinnissa saatavilla olevien ja luokituksessa käytettyjen satelliittikuvien iän vaihtelun vuoksi havaitut muutokset metsien rakenteessa kuvaavat vuosiperiodien 1984–1991 ja 2006–2016 välillä tapahtuneita muutoksia. Siten tarkasteltu muutos kattaa keskimäärin noin 20–25 vuoden jakson 1980-luvun lopusta 2010-luvun alkuun, mutta voi olla eri alueilla joko pidempi tai lyhyempi riippuen kummassakin inventoinnissa käytettyjen kuvien iästä. Tästä syystä kaikki metsien rakenteessa tapahtuneet muutokset, erityisesti viiden viimeisen vuoden aikana tapahtuneet, eivät tule esille. Myös eri aikoina tulkinnoissa tapahtuneet luokitusvirheet, jotka ovat todennäköisesti vuosien 1995–1996 tulkinnaassa suuremmat kuin vuosien 2016–2018 tulkinnaassa, selittävät jossain määrin luokkamutoksia. Tämän vuoksi esitettyihin pinta-alamuutoksiin sisältyy myös jonkin verran virhemarginaalia.

3.6. Jäkäläköiden kunnan muutosten tarkastelu

Jäkäläköiden kunnan ja kasvillisuusmuutosten vertailu tehtiin jäkälien peittävyden, pituuden ja biomassan, varpujen biomassan sekä lapalumijäkälän, sammalten, heinien/sarojen ja mineraalimaan osalta vertailemalla vuosina 2005–2008 ja vuosina 2016–2018 jäkälälaidunten koaloilla tehtyjä mittaustuloksia. Vertailu tehtiin laskemalla kaikille koaloille mittausten erotus, joka jaettiin vielä mittausvuosien välisellä ajalla (9–13 vuotta). Saatu luku on vertailukelpoinen ja kertoo muutoksesta / vuosi. Tämän tyyppinen ”erotusmuuttuja” on yleensä symmetrisesti jakautunut alkuperäisten mittausjakauksen vinoudesta huolimatta ja sopii sen vuoksi analysoitavaksi parametrisella testillä.

Jäkäläköiden kunnan ja kasvillisuusmuutosten tilastollista merkitsevyyttä inventointien välillä testattiin T-testillä (SAS PROC GLIMMIX). Paliskuntien laidunaluekohtaiset muutokset laskettiin suoraan kunkin laidunalueen koalojen mittaustuloksista. Paliskuntakohtaiset muutokset laskettiin painotettuina paliskunnan laidunkiertoalueen koalojen lukumäärällä ja laidunkiertoalueen jäkälälaitumien pinta-alalla suhteessa paliskunnan kokonaiskoalojen lukumäärään ja jäkälälaitumien kokonaispinta-alaan. Analysoitujen muuttujien residuaalijakaumat olivat symmetriset.

Jäkäläköiden biomassamuutoksia eri paliskunnissa ja niiden laidunalueilla tarkasteltiin kolmen inventoinnin osalta interpoloimalla alueelliset jäkäläbiomassat tutkittujen koalojen perusteella ja luokittelemalla eri alueilla esiintyneet jäkäläbiomassat viiteen luokkaan. Näistä jäkälien biomassojen luokista tehtiin kolmen inventoinnin osalta (1995–1996, 2005–2008 ja 2016–2018) erilliset biomassakartat.

3.7. Laidunten jäkäläbiomassoihin ja niiden muutoksiin vaikuttaneiden tekijöiden analysointi

Koeloilla vuosina 2016–2018 mitattuihin jäkäläbiomassoihin vaikuttaneita tekijöitä samoin kuin inventoitujen koealojen jäkäläbiomassojen muutoksiin vuosiperiodien 2005–2008 ja 2016–2018 välillä vaikuttaneita tekijöitä analysoitiin lineaarisilla sekamalleilla (ks. esim. Stroup 2013). Vuosien 2016–2018 inventoinnin analyysissä jäkäläbiomassalle tehtiin ln-muunnos tilastollisen mallintamisen ja kaumaoletusten täyttämiseksi (log-normaali-jakauma). Malleihin otettiin aluksi selittäviksi tekijöiksi yhtä aikaa muuttujat: jäkäläköiden laidunnustapa (laidunkierto), jäkäläköiden laidunluokka, edellisen 10 talven keskilämpötila koealalla (lähteenä Syken hila-aineisto), inventointien välisen ajan pituus (9–13 vuotta), jäkälälaidunten keskimääräinen eloporotiheys paliskunnassa (edellinen 10 vuotta), paliskunnan jäkälälaidunten prosenttiosuus paliskunnan maa-alasta, Syken hila-aineistosta laskettu talven ja kesän keskisademäärä sekä keskilämpö (edelliset 10 vuotta), maankäytön asutuksen ja rakennetun infran peitto- ja häiriöalueiden yhdistetty prosenttiosuus paliskunnan maa-alasta sekä näiden muuttujien keskinäiset ensimmäisen asteen yhdysvaikutukset. Paliskunta- ja laidunkiertoalue (paliskunta) -muuttujat olivat mukana ns. satunnaismuuttujana, jolla kuvataan tuntemattomaksi jääneitä kunkin paliskunnan sisällä vaikuttaneita tekijöitä. Näiden muuttujien mallisopivuus tarkastettiin AICc-kriteerillä sekä Waldin luottamusväleillä. Vapausasteet estimoitiin Kenward-Rogers -approksimaatiolla.

Lopullisten muuttujien valinta tehtiin poistamalla yksi kerrallaan heikoiten malliin sopiva muuttuja (suurin p-arvo, backward selection). Mallien vertailu jokaisen muuttuja -poiston välillä tehtiin AICc-kriteerillä. Tällä menetelmällä jää jäljelle yksinkertaisin malli, joka samalla selittää hyvin aineistossa löytyviä ilmiöitä. Teknisesti malliin jää muuttujia, joiden tilastollinen p-arvo on käytännössä <0.10.

Vuosien 2005–2008 ja 2016–2018 inventointien välillä tapahtunutta muutosta analysoitiin vastaavalla tavalla lineaarisella sekamallilla kuten edellä. Malliin otettiin selittäviksi tekijäksi edellä mainittujen lisäksi inventointi -muuttuja kuvaamaan kahta erillistä inventointijaksoa. Inventointi -muuttujan toisen ja kolmannen asteen yhdysvaikutuksia tutkittiin muiden selittävien muuttujien kanssa. Koska mittaukset tehtiin samoissa paikoissa, lisättiin malliin inventointi -satunnaismuuttuja, jolla mallinnettiin kahden eri aikapisteen hajontaa ja korrelaatorakennetta (toistomittaus, UN-rakenne).

3.8. Poromäärät, porotiheydet ja poroa kohti käytettävissä olevat laidunalueet

Paliskuntain yhdistyksen keräämien ja ylläpitämien tilastojen sekä inventoinnin tulosten perusteella laskettiin kullekin paliskunnalle keskimääräiset eloporomäärät (kpl) ja eloporotiheydet maa-alaa kohti (eloporoa/km²) poronhoitovuosien 2008/2009–2017/2018 eloporomäärien perusteella. Myös eloporotiheydet suurimman sallitun eloporomäärän mukaan ja eloporoa kohti käytettävissä olevien laidunten määrät (ha/eloporo) laskettiin suurimman sallitun eloporomäärän perusteella.

3.9. Laidunluokitusten luotettavuuden ja jäkälälaidunten koealojen edustavuuden arviointi

Puolittain ohjaamattomalla satelliittikuvien tulkintamenetelmällä (kappale 3.1) muodostettuja laidun- ja maastoluokkia verrattiin valtakunnan metsien 11. inventoinnin (VMI11, 2009–2013; Korhonen ym. 2017) koealojen keskipistekuvioiden maastohavaintoihin perustuviin kuviotietoihin. Tulkinnaassa käytetyistä 37 satelliittikuvasta 17 ajoittuu VMI11:n mittausvuosille, 9 aikaisemmille ja 11 myöhemmille vuosille (Liite 1). Vertailussa käytettiin VMI-koealojen maaluokkia, kasvupaikan päätyyppiä (kangas, korpi, räme tai avosuo), kasvupaikkatyyppiä (esim. Hotanen ym. 2008) sekä vallitse-

van puustojakson kehitysluokkaa ja pääpuulajia. Kasvupaikkatiedot kirjataan VMI:ssa metsä-, kitu- ja joutomaan maaluokissa, pääpuulaji metsä- ja kitumaalla ja kehitysluokka vain metsämaalla. Kunkin VMI-koealan keskipistekuvion kuviotietoja verrattiin aluksi sen satelliittikuvapikselin laidun- ja maastoluokkaan, jonka alueelle keskipiste osuu. Tämän tarkastelun perusteella muodostettiin VMI-luokista ositteet, jotka mahdollisimman hyvin vastaavat porolaiduninventoinnin laidun- ja maastoluokkia. Näiden ositteiden osuuksia poronhoitoalueen maapinta-alasta arvioitiin samalla tavalla kuin normaalissa VMI-laskennassa (Korhonen ym. 2017, kappale 2.5) ja verrattiin laidunkartoituksen vastaaviin osuuksiin.

Laiduninventoinnin maastokoealoilta laskettujen tulosten luotettavuutta ei voi arvioida perinteisillä asetelmapohjaisilla tilastotieteellisillä menetelmillä, koska koealojen sijoittelussa ei ole käytetty satunnaisotantaa. Tästä syystä luotettavuustarkasteluissa käytettiin mallipohjaista lähestymistapaa. Tarkasteluissa rajoituttiin poronjäkäjän paliskunnittaisia keskibiomassoja ja niiden muutoksia koskeviin tuloksiin.

Jäkälälaitumien keskibiomassalle laskettiin block kriging-menetelmällä (ks. esim. Cressie & Wikle 2011, s. 146) vaihtoehtoinen estimaatti, joka on koealoittaisten biomassojen keskiarvon sijasta niiden painotettu keskiarvo. Painot määrätään niin, että painotetusta keskiarvosta tulee paras mahdollinen lineaarinen ennuste jäkälälaitumien keskibiomassalle siinä mielessä, että sen mallioletuksiin perustuva arvioitu keskineliövirhe on minimoitu. Tämä minimoitu keskineliövirhe (kriging-varianssi) on hyvin perusteltu mallipohjainen arvio kriging-ennusteen luotettavuudelle ja siitä johdettiin ennusteille 95 % luottamusvälit.

Koealoittaiset painot riippuvat toisaalta siitä, miten koealat sijaitsevat toisiinsa nähden (ryvästyneille koealoille tulee tyypillisesti pienempiä painoja kuin muista erillään sijaitseville), ja toisaalta siitä, miten ne sijaitsevat suhteessa paliskunnan jäkälälaitumiin (mitä enemmän jäkälälaitumia koealan lähitöllä, sitä suurempi paino).

Koealojen painot ja ennusteen keskineliövirheen arviot perustuivat inventointiaineistoon paliskunnittain sovitettuihin spatiaalista vaihtelua kuvaaviin variogrammimalleihin. Mallit oletettiin stationaarisiksi (paikkariippumattomiksi) ja isotrooppisiksi (suuntariippumattomiksi). Mallin muotona käytettiin kriging-sovelluksissa suosittua spherical-variogrammia.

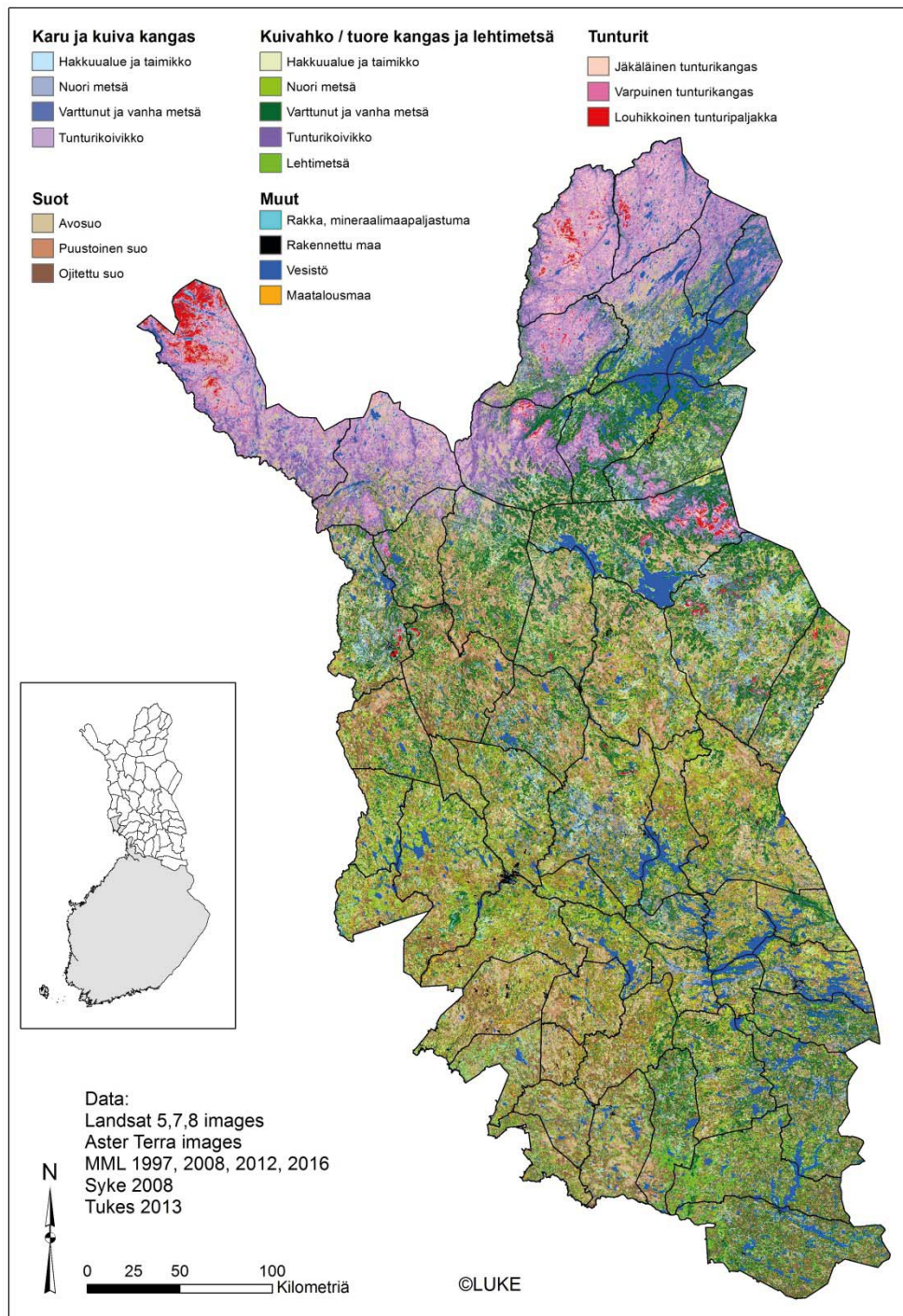
4. Tulokset ja pohdinta

4.1. Talvilaidunten määrä ja laatu paliskunnissa

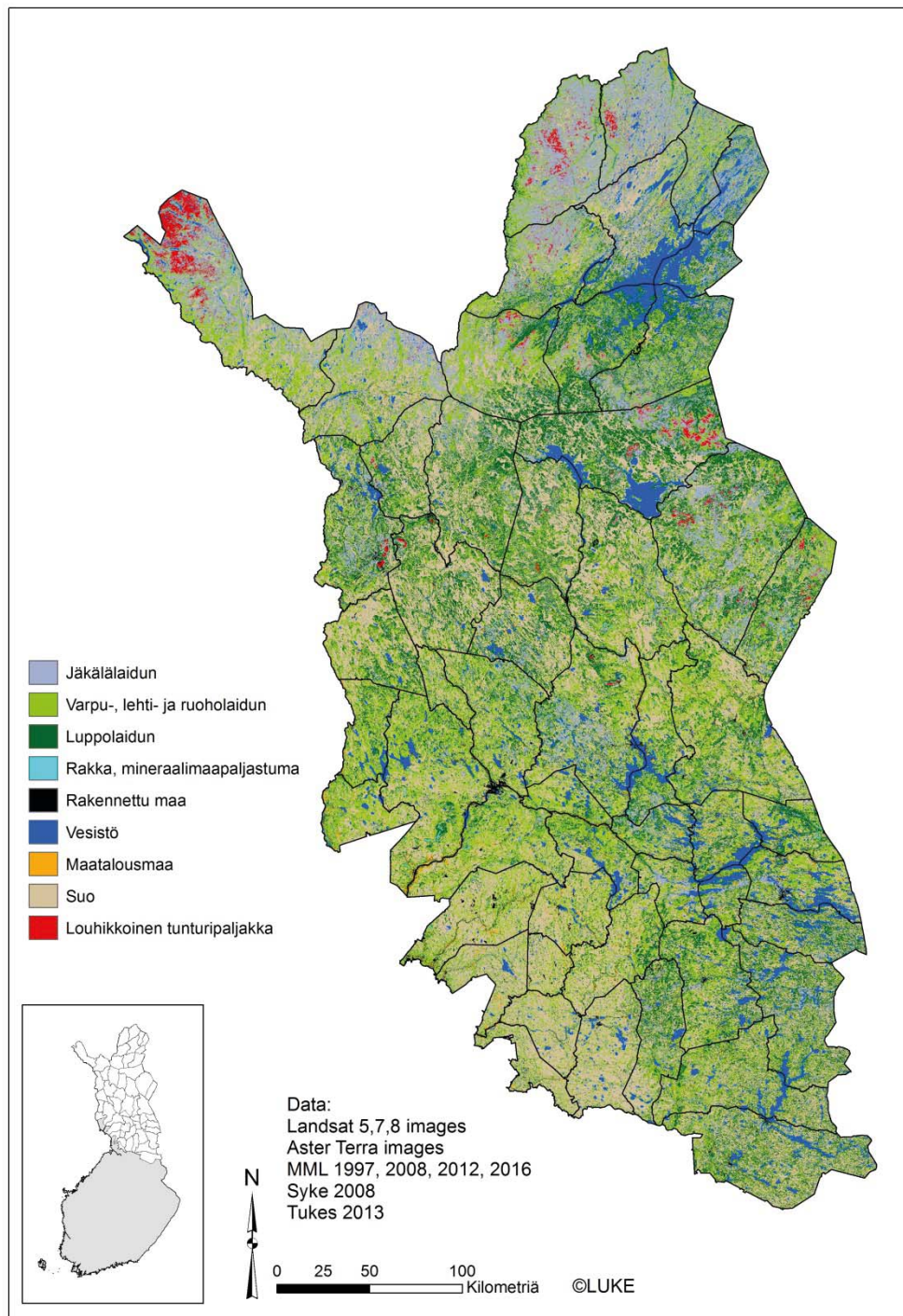
Poronhoitoalueen pohjoisimmassa osassa tunturikasvillisuus muodostaa 7 paliskunnassa (Paistunturi, Kaldoaivi, Näätämö, Sallivaara, Muotkatunturi, Näkkälä ja Käsivarsi) yli 40 % paliskunnan maa-alasta. Tunturi-Lappiin rajautuvan ja sen eteläpuolella sijaitsevan Metsä-Lapin alueen 7 paliskunnassa (Vätsäri, Paatsjoki, Ivalo, Hammastunturi, Lappi, Kemin-Sompio ja Pohjois-Salla) varttuneiden ja vanhojen metsien jäkälä- ja luppolaitumia on maa-alasta yli 35 %, mutta niissä on myös tunturialueita tai tuntureita. Muissa poronhoitoalueen 40 paliskunnassa varttuneiden ja vanhojen metsien määrä on 11 paliskunnassa 25–35 % ja 31 paliskunnassa alle 25 %. Samalla Tunturi- ja Metsä-Lapin alueen 15 paliskunnassa kuivien ja karujen kankaiden (jäkälälaitumet) osuus maa-alasta on 21–59 %, kun se poronhoitoalueen muissa paliskunnissa vaihtelee välillä 1–17 %. Näissä paliskunnissa, joissa jäkälä- ja luppolaitumien osuus on pieni paliskunnan maa-alasta, niiden sijalla on runsaasti varpu-, lehti- ja ruoholaitumia (29–58 %) tai soita (32–66 %). (kuvat 3 ja 4, taulukko 1)

Kun vertaillaan paliskuntien laidunten ja maa-alojen pinta-aloja, tulisi huomioida paliskuntien topografian vaikutus laidunten ja maa-alan todellisiin määriin. Niissä paliskunnissa, joissa on runsaasti korkeita ja myös muodoltaan jyrkkiä tuntureita ja vaaroja, erilaisten laidunten ja maa-alan todellinen määrä on suurempi kuin topografialtaan tasaisissa paliskunnissa. Tässä kartoituksessa ei kuitenkaan voitu vielä laskea topografian vaikutusta laidunten ja maa-alan määriin, mutta jatkossa tehtävissä laidunkartoituksissa myös se tulisi huomioida.

Tehty laidunkartoitus osoittaa kuitenkin selkeästi, että talvilaidunten osalta runsaimmat kuivien ja karujen kankaiden jäkälälaitumet sijoittuvat Tunturi-Lapin paliskuntiin ja niitä on kohtalaisesti tai runsaasti myös Metsä-Lapin paliskunnissa. Sen sijaan poronhoitoalueen keski- ja eteläosien paliskunnissa jäkälälaitumet muodostavat paliskuntien maa-alasta pienen tai verrattain pienen osuuden. Varttuneiden ja erityisesti vanhojen metsien jäkälä- ja luppolaitumia on runsaimmin Metsä-Lapin alueen paliskunnissa, joissa sijaitsevat myös suurimmat metsäerämaata sisältävät suojelualueet (mm. Lemmenjoki, UKK-puisto, Pallas-Yllästunturin kansallispuisto, Puljun erämaa-alue, Hammastunturin erämaa-alue, Vätsärin erämaa-alue, Kemihaaran erämaa-alue, Tuntsan erämaa-alue, Värriön luonnonpuisto ja Maltion luonnonpuisto). Näiden alueiden eteläpuolella, muutamissa poronhoitoalueen keski- ja eteläosissa paliskunnissa on vielä joitakin merkittäviä suojelualueita, joissa on yhtenäisiä vanhojen metsien luppolaidunalueita. Poronhoitoalueen keski- ja eteläosissa (osin myös Metsä-Lapin metsäpaliskunnissa) metsien rakenne on kuitenkin muuttunut vähitellen niin laajasti, että vanhojen metsien jäkälä- ja luppolaitumia on vähän ja ne ovat pirstoutuneita. Näissä paliskunnissa on toisaalta runsaasti kesä- ja syyslaitumia, koska soita sekä kuivahkojen ja tuoreiden kankaiden varpu-, lehti- ja ruoholaitumia on paljon.



Kuva 3. Poronhoitoalueen kasvillisuus- ja laidunluokitus.

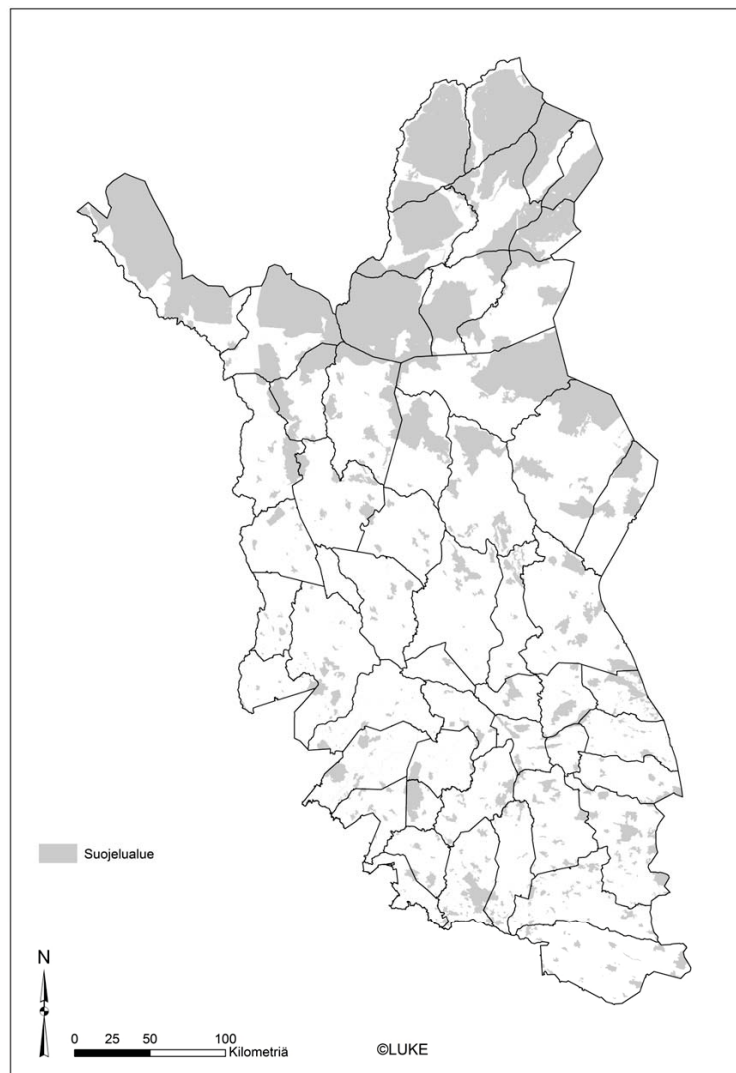


Kuva 4. Laidunten pääluokat poronhoitoalueella.

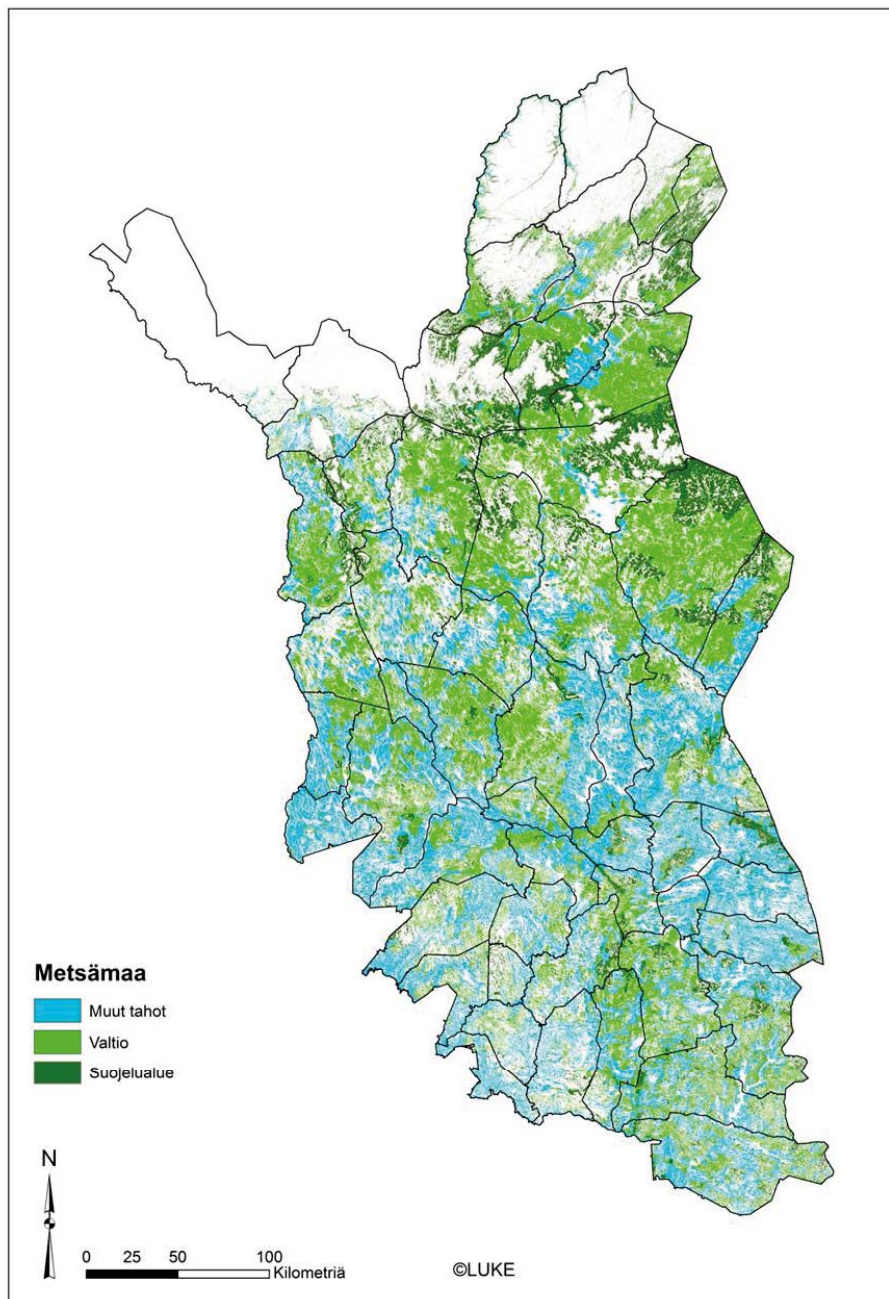
4.2. Laidunmaiden ja -metsien suojeleminen ja omistus poronhoitoalueella

Koko poronhoitoalueella valtion omistamaa maata on 63,8 % ja muiden tahojen omistamaa maata 36,2 % (taulukko 2, kuva 5). Paliskuntien välillä valtion omistaman maa-alan osuus vaihtelee välillä 3,8–99,6 % ja muiden tahojen omistaman maa-alan välillä 0,4–96,2 %. Valtion omistamille suojele-alueille sijoittuu koko poronhoitoalueen maa-alasta 27,7 % (vaihtelu paliskuntien välillä 0,1–92,8 %). Vastaavasti suojelealueiden ulkopuolella oleva valtion omistama maa-ala muodostaa 36,1 % poronhoitoalueen maa-alasta.

Vastaavasti koko poronhoitoalueen kangasmaiden metsämaan pinta-alasta valtion omistuksessa on 61,0 % ja muiden tahojen omistuksessa 31,0 % (kuva 6, taulukko 3). Paliskuntien välillä valtion omistaman kangasmaan metsämaan osuus vaihtelee välillä 3,3–99,1 % ja muiden tahojen omistaman kangasmaan metsämaan ala välillä 0,9–96,7 %. Valtion omistamille suojelealueille sijoittui koko poronhoitoalueen kangasmaan metsämaan alasta 17,3 % (vaihtelu paliskuntien välillä 0,1–83,9 %). Vastaavasti suojelealueiden ulkopuolella oleva valtion omistama kangasmaiden metsämaan maa-ala muodostaa 43,8 % poronhoitoalueen maa-alasta.



Kuva 5. Poronhoitoalueelle sijoittuvat suojelealueet.



Kuva 6. Laiduninventoinnissa kartoitetun kangasmaan metsämaan jakaantuminen poronhoitoalueella valtion (suojelualueet ja muu valtion omistama maa) ja muiden tahojen omistamaan metsämaan.

Taulukko 2. Paliskuntien maa-alat valtion ja muiden tahojen omistamilla alueilla ja niiden prosenttiosuudet paliskuntien maa-alan kokonaispinta-alasta Myös suojelualueiden maa-alat ja niiden osuudet paliskunnan kokonismaa-alasta on ilmoitettu.

Paliskunta	Maa-ala								
	Yhteensä	Valtio						Muut omistajat	
		Valtio	Suojelualueella		Muut alueet		Yhteensä		
km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	
Paistunturi	2910,9	2739,6	94,1	2333,7	80,2	405,9	13,9	171,3	5,9
Kaldoaivi	2229,9	2132,1	95,6	1806,6	81,0	325,5	14,6	97,8	4,4
Näätämä	1082,1	1063,1	98,2	756,0	69,9	307,1	28,4	19,0	1,8
Muddusjärvi	2177,0	1842,1	84,6	1122,6	51,6	719,5	33,1	334,9	15,4
Vätsäri	867,7	864,1	99,6	534,0	61,5	330,0	38,0	3,7	0,4
Paatsjoki	646,6	632,0	97,7	462,3	71,5	169,6	26,2	14,6	2,3
Ivalo	2512,2	2266,9	90,2	527,5	21,0	1739,4	69,2	245,2	9,8
Hammastunturi	2157,2	1801,5	83,5	1061,1	49,2	740,3	34,3	355,7	16,5
Sallivaara	2933,3	2881,6	98,2	2720,8	92,8	160,7	5,5	51,8	1,8
Muotkatunturi	2450,6	2249,2	91,8	1704,3	69,5	544,8	22,2	201,4	8,2
Näkkälä	3340,4	2622,1	78,5	1982,1	59,3	640,0	19,2	718,3	21,5
Käsivarsi	4524,4	4329,4	95,7	3398,4	75,1	931,0	20,6	195,0	4,3
Muonio	2505,5	1665,2	66,5	407,4	16,3	1257,8	50,2	840,3	33,5
Kyrö	1655,6	1327,2	80,2	683,9	41,3	643,3	38,9	328,4	19,8
Kuivasalmi	3453,3	2721,9	78,8	839,5	24,3	1882,5	54,5	731,4	21,2
Alakylä	2876,9	1544,8	53,7	324,0	11,3	1220,8	42,4	1332,1	46,3
Sattasniemi	2358,7	2026,8	85,9	697,6	29,6	1329,3	56,4	331,9	14,1
Oraniemi	3792,9	2632,1	69,4	773,0	20,4	1859,1	49,0	1160,9	30,6
Syväjärvi	2168,6	1113,5	51,3	92,2	4,3	1021,4	47,1	1055,1	48,7
Lappi	4065,0	3829,8	94,2	2137,8	52,6	1692,1	41,6	235,2	5,8
Kemin-Sompio	5729,5	5205,4	90,9	1603,3	28,0	3602,1	62,9	524,1	9,1
Pohjois-Salla	2131,9	1400,5	65,7	554,2	26,0	846,4	39,7	731,4	34,3
Salla	4221,0	1524,2	36,1	525,5	12,4	998,7	23,7	2696,8	63,9
Hirvasniemi	1725,1	427,0	24,8	151,1	8,8	276,0	16,0	1298,1	75,2
Pyhä-Kallio	3651,5	2009,3	55,0	215,9	5,9	1793,4	49,1	1642,2	45,0
Vanttaus	719,2	365,2	50,8	21,0	2,9	344,3	47,9	353,9	49,2
Poikajärvi	2414,5	1452,1	60,1	86,1	3,6	1366,1	56,6	962,4	39,9
Lohijärvi	1141,7	72,7	6,4	53,7	4,7	19,1	1,7	1069,0	93,6
Palojärvi	3628,6	1550,1	42,7	240,3	6,6	1309,9	36,1	2078,5	57,3
Orajärvi	1281,4	371,4	29,0	34,0	2,7	337,3	26,3	910,0	71,0
Kolari	1938,1	1170,4	60,4	119,9	6,2	1050,5	54,2	767,6	39,6
Jääskö	577,7	277,6	48,1	0,7	0,1	276,9	47,9	300,1	51,9
Narkaus	2360,3	821,4	34,8	80,8	3,4	740,5	31,4	1538,9	65,2
Niemelä	1104,4	514,8	46,6	42,8	3,9	472,0	42,7	589,6	53,4
Timisjärvi	831,8	219,4	26,4	96,3	11,6	123,1	14,8	612,4	73,6
Tolva	1072,8	235,6	22,0	161,8	15,1	73,7	6,9	837,3	78,0
Posion-Livo	870,3	511,4	58,8	139,5	16,0	371,9	42,7	358,9	41,2
Isosydänmaa	2221,5	1029,5	46,3	272,8	12,3	756,7	34,1	1191,9	53,7
Kuukas	1395,2	629,4	45,1	101,8	7,3	527,6	37,8	765,8	54,9
Alakitka	1041,1	256,6	24,6	258,8	24,9	-2,1	-0,2	784,5	75,4
Akanlahti	495,6	62,7	12,7	23,8	4,8	38,9	7,9	432,9	87,3
Hossa-Irni	2670,5	1347,9	50,5	430,7	16,1	917,2	34,3	1322,6	49,5
Kallioluoma	1357,5	272,2	20,1	126,7	9,3	145,5	10,7	1085,3	79,9
Oivanki	1281,4	48,4	3,8	31,1	2,4	17,3	1,4	1233,0	96,2
Taivalkoski	2281,4	1546,5	67,8	235,1	10,3	1311,3	57,5	735,0	32,2
Pudasjärvi	1882,9	724,0	38,5	340,2	18,1	383,8	20,4	1158,9	61,5
Oijärvi	1228,1	480,5	39,1	79,3	6,5	401,2	32,7	747,6	60,9
Pudasjärven Livo	1866,7	953,3	51,1	192,4	10,3	761,0	40,8	913,4	48,9
Pintamo	1718,0	967,5	56,3	136,1	7,9	831,4	48,4	750,5	43,7
Kiiminki	826,0	144,1	17,4	46,4	5,6	97,7	11,8	681,9	82,6
Kollaja	1102,9	438,8	39,8	87,7	8,0	351,0	31,8	664,1	60,2
Ikonen	609,1	379,9	62,4	233,7	38,4	146,2	24,0	229,2	37,6
Näljänkä	2700,2	1461,7	54,1	210,9	7,8	1250,9	46,3	1238,5	45,9
Halla	3223,3	1550,5	48,1	243,3	7,5	1307,2	40,6	1672,9	51,9
Poronhoitoalue	114010,1	72707,1	63,8	31542,3	27,7	41164,8	36,1	41303,1	36,2

Taulukko 3. Paliskuntien kangasmaiden metsämaan (havumetsäalueet) pinta-alat valtion ja muiden tahojen omistamilla alueilla ja niiden prosenttiosuudet paliskuntien kangasmaiden metsämaan kokonaispinta-alasta. Myös suojelualueiden maa-alat ja niiden osuudet paliskunnan metsämaan kokonaispinta-alasta on ilmoitettu.

Paliskunta	Kangasmaiden metsämaa								
	Yhteensä	Valtio						Muut omistajat	
		Yhteensä	Suojelualueella		Muut alueet		Yhteensä		
km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	
Paistunturi	214,3	140,2	65,4	76,7	35,8	63,5	29,6	74,1	34,6
Kaldoaivi	90,3	58,3	64,6	32,0	35,4	26,3	29,2	32,0	35,4
Näätämö	300,3	291,7	97,1	93,4	31,1	198,2	66,0	8,6	2,9
Muddusjärvi	751,9	551,3	73,3	163,0	21,7	388,3	51,6	200,6	26,7
Vätsäri	503,2	498,8	99,1	316,3	62,9	182,5	36,3	4,4	0,9
Paatsjoki	472,6	463,6	98,1	325,9	69,0	137,7	29,1	9,1	1,9
Ivalo	1906,0	1738,1	91,2	340,7	17,9	1397,4	73,3	167,9	8,8
Hammastunturi	1474,0	1183,9	80,3	556,7	37,8	627,2	42,6	290,2	19,7
Sallivaara	981,7	940,6	95,8	823,9	83,9	116,7	11,9	41,1	4,2
Muotkatunturi	856,3	723,7	84,5	399,5	46,7	324,2	37,9	132,5	15,5
Näkkälä	427,2	207,8	48,6	116,3	27,2	91,5	21,4	219,4	51,4
Käsivarsi	99,5	24,7	24,9	3,5	3,5	21,2	21,3	74,7	75,1
Muonio	1535,7	1095,3	71,3	234,0	15,2	861,3	56,1	440,4	28,7
Kyrö	748,3	591,3	79,0	279,8	37,4	311,5	41,6	157,0	21,0
Kuivasalmi	2002,4	1630,5	81,4	385,1	19,2	1245,4	62,2	372,0	18,6
Alakylä	1315,8	717,1	54,5	79,0	6,0	638,1	48,5	598,7	45,5
Sattasniemi	1346,2	1150,3	85,4	282,8	21,0	867,5	64,4	195,9	14,6
Oraniemi	2000,6	1369,4	68,4	240,0	12,0	1129,5	56,5	631,2	31,6
Syväjärvi	1187,4	655,1	55,2	35,0	2,9	620,1	52,2	532,3	44,8
Lappi	2337,4	2177,9	93,2	1100,0	47,1	1077,9	46,1	159,5	6,8
Kemin-Sompio	4060,9	3731,9	91,9	1158,6	28,5	2573,4	63,4	329,0	8,1
Pohjois-Salla	1428,4	962,9	67,4	367,1	25,7	595,7	41,7	465,6	32,6
Salla	2350,1	803,8	34,2	221,8	9,4	582,0	24,8	1546,3	65,8
Hirvasniemi	1037,2	287,6	27,7	45,4	4,4	242,2	23,4	749,6	72,3
Pyhä-Kallio	2164,3	1230,3	56,8	97,8	4,5	1132,6	52,3	933,9	43,2
Vanttaus	429,9	210,5	49,0	9,4	2,2	201,0	46,8	219,4	51,0
Poikajärvi	1521,1	986,4	64,8	55,0	3,6	931,4	61,2	534,7	35,2
Lohijärvi	630,4	26,6	4,2	16,8	2,7	9,8	1,6	603,7	95,8
Palojärvi	2067,7	953,2	46,1	111,5	5,4	841,7	40,7	1114,5	53,9
Orajärvi	686,4	274,8	40,0	21,0	3,1	253,7	37,0	411,6	60,0
Kolari	970,3	617,0	63,6	20,0	2,1	597,0	61,5	353,3	36,4
Jääskö	326,9	163,0	49,9	0,3	0,1	162,6	49,8	163,9	50,1
Narkaus	1291,5	461,7	35,7	25,1	1,9	436,6	33,8	829,8	64,3
Niemelä	679,1	327,0	48,2	25,1	3,7	302,0	44,5	352,1	51,8
Timisjärvi	525,3	154,2	29,4	63,7	12,1	90,5	17,2	371,1	70,6
Tolva	585,6	143,5	24,5	96,5	16,5	47,0	8,0	442,1	75,5
Posion-Livo	514,5	315,3	61,3	91,4	17,8	223,9	43,5	199,2	38,7
Isosydänmaa	910,7	350,4	38,5	64,5	7,1	285,9	31,4	560,3	61,5
Kuukas	556,7	236,9	42,6	18,4	3,3	218,5	39,2	319,8	57,4
Alakitka	646,2	175,2	27,1	175,5	27,2	-0,2	0,0	471,0	72,9
Akanlahti	304,8	38,8	12,7	13,9	4,5	25,0	8,2	266,0	87,3
Hossa-lmi	1500,3	759,7	50,6	229,4	15,3	530,4	35,4	740,6	49,4
Kallioluoma	741,6	154,3	20,8	71,7	9,7	82,6	11,1	587,3	79,2
Oivanki	686,4	23,0	3,3	14,9	2,2	8,0	1,2	663,4	96,7
Taivalkoski	1371,8	990,5	72,2	151,2	11,0	839,3	61,2	381,3	27,8
Pudasjärvi	623,0	192,9	31,0	64,3	10,3	128,6	20,6	430,2	69,0
Oijärvi	534,5	183,4	34,3	15,8	2,9	167,6	31,4	351,1	65,7
Pudasjärven Livo	869,1	472,3	54,3	92,1	10,6	380,2	43,7	396,9	45,7
Pintamo	1030,5	596,6	57,9	67,1	6,5	529,5	51,4	433,8	42,1
Kiiminki	316,9	34,4	10,9	6,9	2,2	27,6	8,7	282,5	89,1
Kollaja	362,2	127,6	35,2	11,4	3,1	116,2	32,1	234,6	64,8
Ikonen	190,0	101,5	53,4	52,5	27,7	49,0	25,8	88,4	46,6
Näljänkä	1461,0	809,8	55,4	113,1	7,7	696,7	47,7	651,2	44,6
Halla	1672,4	834,7	49,9	119,0	7,1	715,6	42,8	837,7	50,1
Poronhoitoalue	55598,6	33941,3	61,0	9591,7	17,3	24349,6	43,8	21657,4	39,0

4.3. Maankäytön ja infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueet paliskunnissa

Erilaisten maankäytön ja infrastruktuurin suoraan peittämien alueiden osuus paliskuntien maa-alasta vaihteli välillä 0,1–7,5 %. Kun niiden ympärillä tai läheisyydessä olevien, poronhoitoon vaikuttavien häiriöalueiden (voimakas ja lievä häiriövaikutus) laajuus laskettiin mukaan, kattoivat peitto- ja häiriöalueet paliskuntien maa-alasta kuitenkin kesäaikana 0,4–58,3 % ja talviaikana 2,7–62,6 %. Poronhoitoalueen pohjoisosien erämaapaliskunnissa nämä peitto- ja häiriöalueet olivat pienimmät ja lisääntyivät siirryttäessä etelään päin poronhoitoaluetta. Yhteensä 33 paliskunnassa maankäytön ja infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueiden osuus paliskunnan maa-alasta oli yli 25 % ja nämä paliskunnat sijaitsivat yhtä poikkeusta (Muonio) lukuun ottamatta poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa. (kuvat 7, 8 ja 9, taulukko 4)

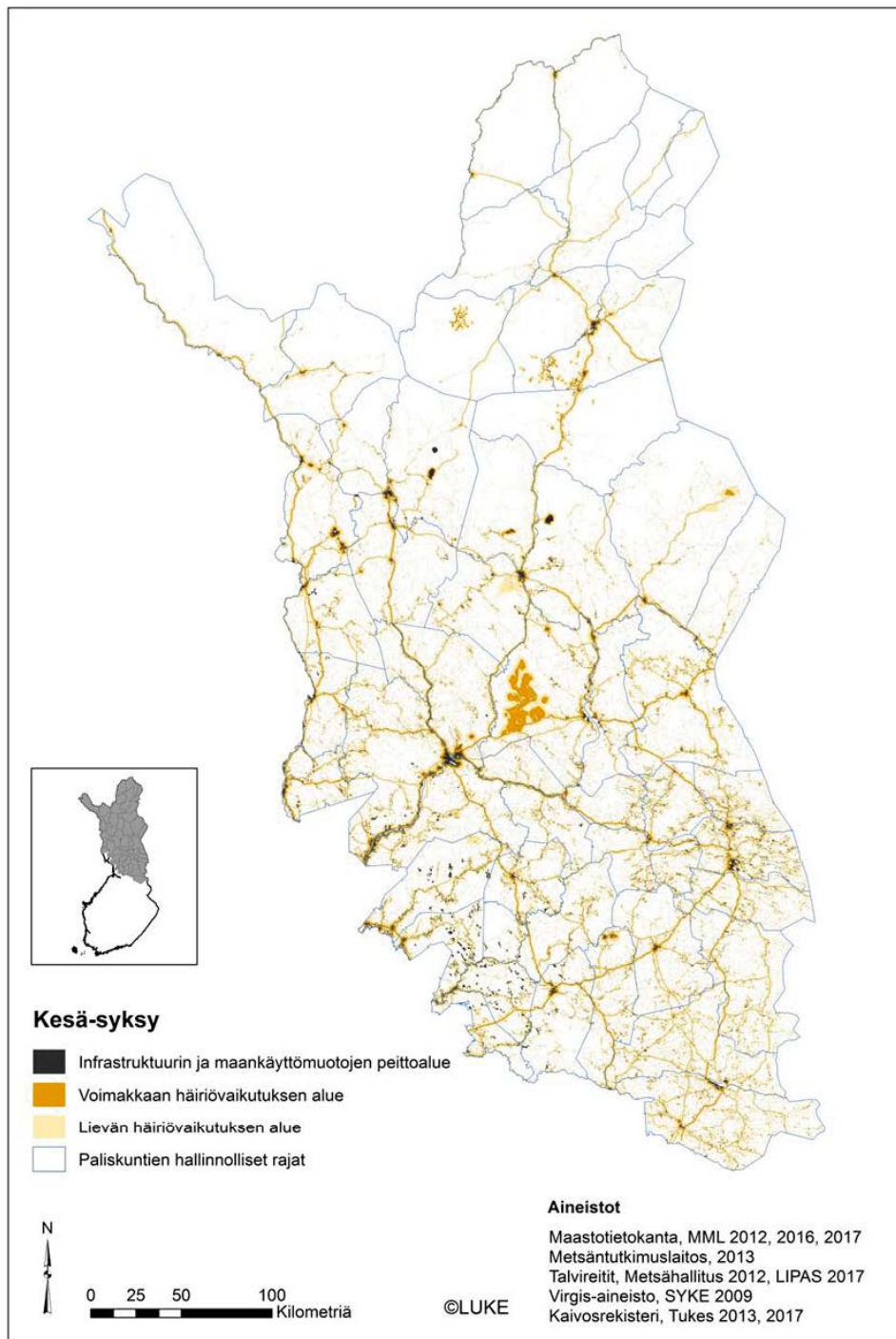
Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa on tehty hyvin paljon tutkimusta, jossa on tutkittu maankäytön, ihmistoiminnan ja infrastruktuurin vaikutuksia porojen ja villipeurojen laidunten käyttöön (mm. Kumpula ym. 2007; Vistnes 2008; Anttonen ym. 2011; Skarin & Åhman 2014, Skarin ym. 2015). Nämä tutkimukset osoittavat, että vaikka poro on puolikesy eläin, sen laidunnukseen ja laidunalueiden valintaan vaikuttavat hyvin paljon myös laitumilla olevan muun maankäytön, ihmistoiminnan ja infrastruktuuriin aiheuttamat häiriöt. Erityisesti vaatimet vasoineen ovat herkempiä häirinnälle kuin hirvas- ja härkäporot. Lähes kaikissa tutkimuksissa on havaittu vapaana luonnonlaitumilla laiduntavien porojen välttävän ihmistoiminnan aiheuttamia häiriöitä, jotka voivat johtua maasto- ja tieliikenteestä, ihmisten ja koirien liikkumisesta maastossa, melusta, pölystä, hajuista ym. vaikutuksista. Riippuen häiriötyypistä, alueesta ja poronhoitotavoista, nämä välttämisaalueet voivat olla hyvin laajoja.

Ihmistoiminnan ja maankäytön aiheuttamien häiriöiden ja esteiden vaikutuksesta porojen vuodenaikainen laidunkierto voi myös muuttua, jolloin porot ohjautuvat pois eri vuodenaikoina käyttämiltään totunnaisilta laidunalueilta. Tämän ohella maankäyttömuodot, infrastruktuuri ja muut ihmisen aiheuttamat muutokset laitumilla pirstovat yhtenäisiä laidunalueita ja vaikeuttavat perinteisten laidunalueiden käyttöä, mm. koska poroja on vaikea pitää koossa ja paimennuksessa esim. talvella sellaisilla alueilla, joilla on paljon häiriötekijöitä. Ihmistoiminnan, maankäytön ja infrastruktuurin aiheuttama laidunten pirstoutuminen ja siitä johtuvat porojen laidunten käytön muutokset kuluttavat myös laitumia aikaisempaa herkemmin ja nopeammin joko porojen laidunnuksen kautta tai myös suoraan. Tämä on tullut esille mm. siinä, että jäkäliköiden kunnan heikkenemisen yhtenä syynä muiden vaikutustekijöiden ohella on havaittu olevan paliskuntien alueille sijoittuvan infrastruktuurin ja maankäytön alueiden laajuus (Kumpula ym. 2014).

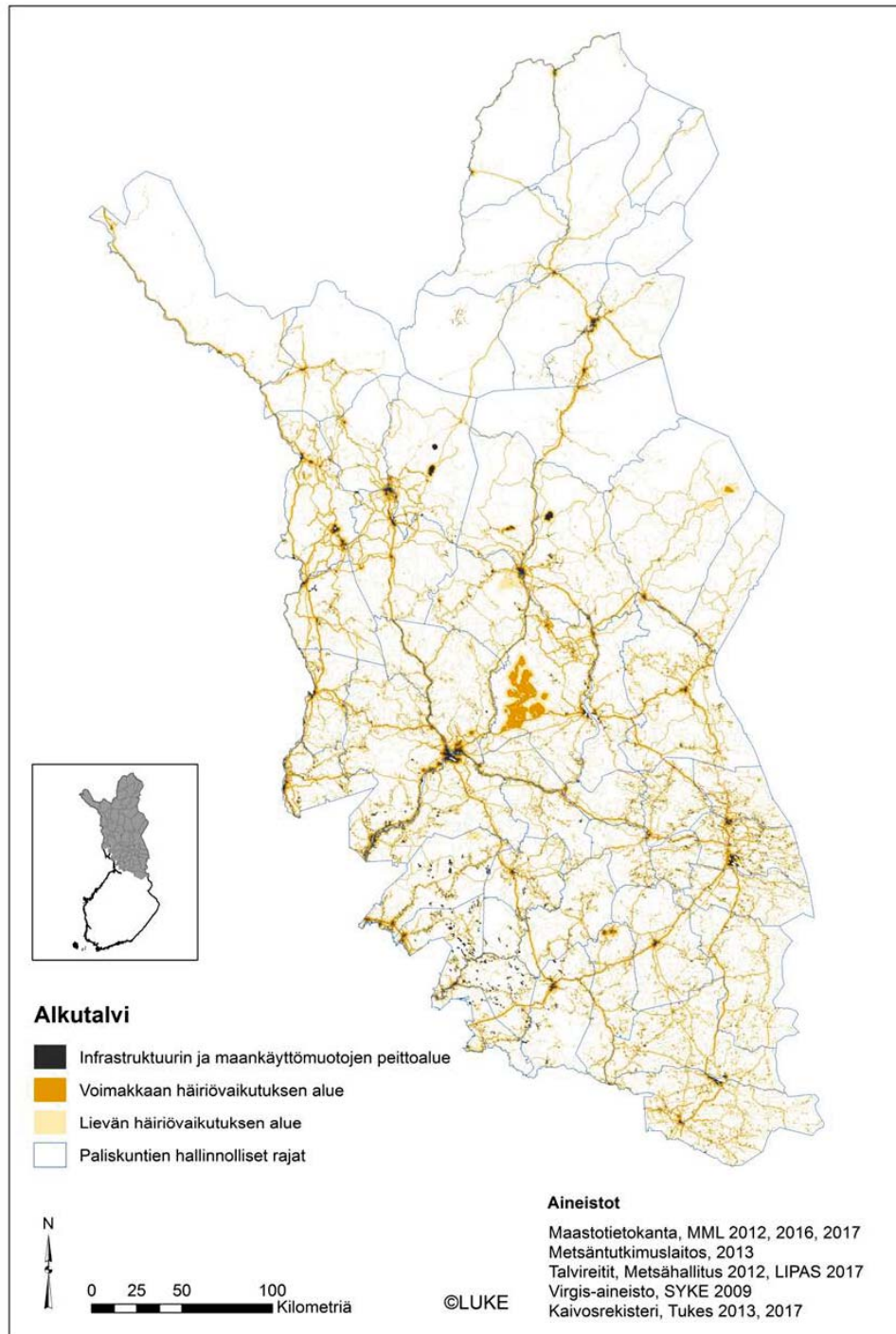
Toisaalta erityisesti poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa ihmisasutus, maanviljely, muu luonnonvarojen hyödyntäminen ja infrastruktuuri on jo niin laajalle levinnyt, ettei useimmissa paliskunnissa ole kovin paljon sen ulkopuolisia rauhallisia laidunalueita käytettäväksi. Poronhoito onkin sopeutunut laidunympäristön ja talvilaidunten tilan heikkenemiseen muuttamalla hoitomenetelmiä. Poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa poroja hoidetaan ja lisäruokintaan talvella pääosin tarhoissa. Myös porojen talviaikaista maastoruokintaa ja paimennusta käytetään edelleen hoitomuotona ja monissa paliskunnissa pyritäänkin siirtymään tarharuokinnasta entistä enemmän maastoruokintaan. Porojen hoitotapojen muutokset ja talvinen lisäruokinta ovatkin mahdollistaneet tuottavan poronhoidon harjoittamisen laidunympäristön muutoksista huolimatta (Pekkarinen ym. 2015, Kumpula ym. 2015a ja b).

Toisaalta nämä muutokset hoitotavoissa ovat myös muuttaneet ja kesyttäneet entisestään poroa, samalla kun poro on vähitellen tottunut laidunympäristössään lähes joka puolella olevaan ihmistoimintaan, asutukseen ja infrastruktuuriin. Tämän vuoksi erityisesti poronhoitoalueen eteläosissa porot eivät enää välttä muuta ihmistoimintaa, asutusta ja infrastruktuuria samoin kuin aikaisemmin. Porojen hakeutuminen, pelloille, pihoihin, taajamiin ja teille aiheuttaakin ristiriitoja ja ongelmia po-

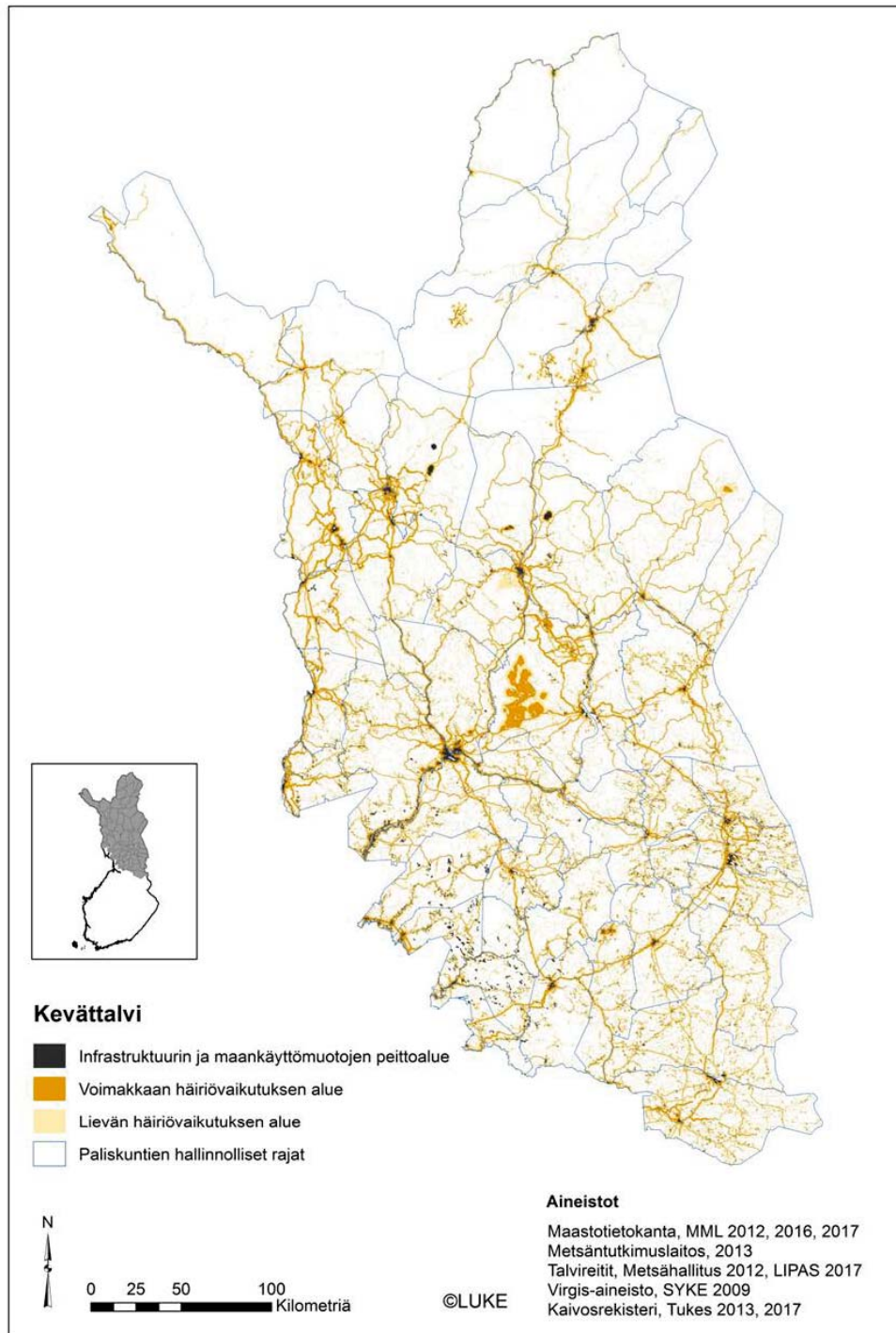
ronhoidon ja muiden paikallisten elinkeinojen, liikenteen ja asukkaiden välille (mm. Heikkinen & Sarkki 2015; Hast & Jokinen 2016; Hast 2016). Nämä ristiriidat ja ongelmat vaikuttavat monella tavalla myös poronhoitoon heikentäen mm. sen mahdollisuuksia käyttää monipuolisesi ja riittävän laajasti laitumia erityisesti niillä alueilla ja niiden alueiden läheisyydessä, joilla näitä häiriöitä, ristiriitoja ja ongelmia esiintyy.



Kuva 7. Maankäytön, asutuksen ja infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueet poronhoitoalueella kesäaikana.



Kuva 8. Maankäytön, asutuksen ja infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueet poronhoitoalueella alkupalvella.



Kuva 9. Maankäytön, asutuksen ja infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueet poronhoitoalueella kevättalvella.

Taulukko 4. Maankäytön, asutuksen ja infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueiden osuudet (%) paliskuntien maa-alasta.

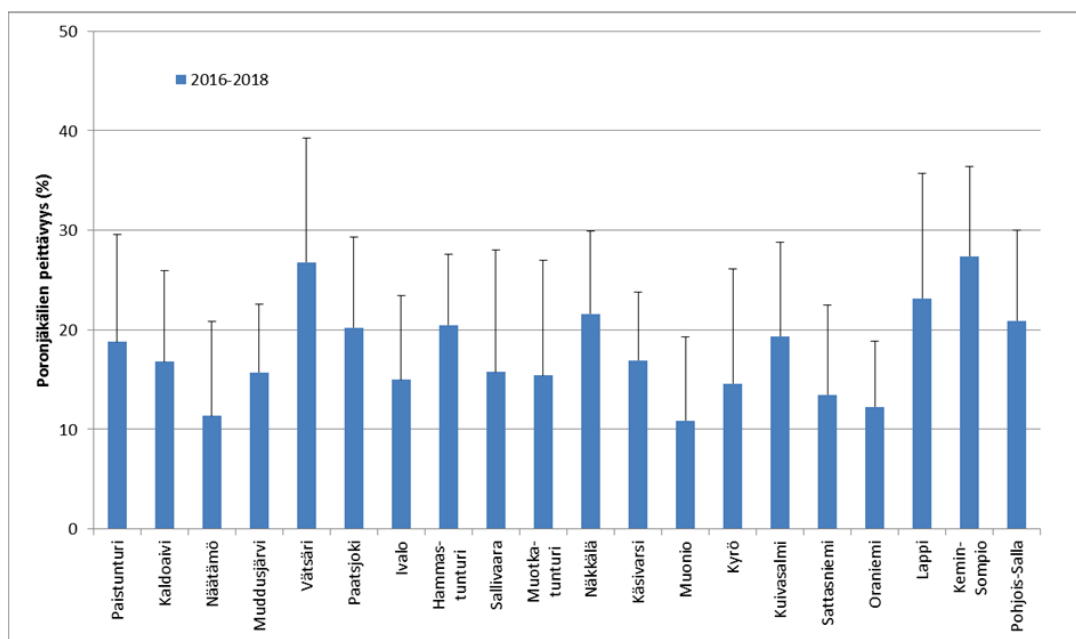
Paliskunta	Infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueet % maa-alasta									
	Peittoalue	Kesä - syksy			Alkutilvi			Kevättalvi		
		Lievä	Voimakas	Yhteensä	Lievä	Voimakas	Yhteensä	Lievä	Voimakas	Yhteensä
Paistunturi	0,4	4,2	1,4	5,9	4,2	1,4	5,9	4,2	1,4	5,9
Kaldoaivi	0,2	3,5	1,0	4,7	3,5	1,0	4,7	3,5	1,0	4,7
Näätämö	0,1	3,1	1,0	4,3	3,1	1,0	4,3	3,1	1,0	4,3
Muddusjärvi	0,4	7,2	2,2	9,7	7,3	2,4	10,1	7,5	2,7	10,6
Vätsäri	0,1	3,0	0,8	4,0	3,0	0,8	4,0	3,0	0,8	4,0
Paatsjoki	0,1	2,2	0,4	2,7	2,2	0,4	2,7	2,2	0,4	2,7
Ivalo	1,3	14,5	4,8	20,7	12,6	4,5	18,4	16,0	6,1	23,4
Hammastunturi	0,8	10,4	3,2	14,4	8,2	2,8	11,8	10,3	3,8	14,9
Sallivaara	0,2	5,0	1,2	6,5	3,1	0,8	4,1	4,9	1,8	6,9
Muotkatunturi	0,2	3,6	0,7	4,6	3,8	0,9	4,8	3,7	1,0	4,9
Näkkälä	0,4	5,1	1,6	7,1	6,6	3,2	10,2	6,5	4,8	11,7
Käsivarsi	0,2	4,2	2,1	6,5	4,6	2,6	7,4	4,9	3,1	8,2
Muonio	2,2	18,1	7,3	27,7	22,1	12,7	37,0	20,9	17,8	41,0
Kyrö	0,5	8,2	2,0	10,8	11,2	5,1	16,9	12,3	8,1	21,0
Kuivasalmi	1,3	9,2	2,2	12,7	11,0	4,5	16,8	10,6	6,7	18,6
Alakylä	1,7	15,1	4,3	21,0	18,3	8,3	28,2	17,6	11,9	31,3
Sattasniemi	1,2	9,7	2,7	13,5	11,6	4,4	17,1	11,4	6,1	18,7
Oraniemi	1,4	12,4	3,4	17,2	15,3	6,1	22,9	14,8	8,8	25,1
Syväjärvi	1,5	18,4	3,6	23,6	20,2	6,3	28,1	19,4	9,0	30,0
Lappi	0,2	4,4	1,4	6,0	4,1	1,9	6,2	5,0	2,7	8,0
Kemin-Sompio	0,5	7,0	1,8	9,2	8,6	3,0	12,1	8,6	4,3	13,4
Pohjois-Salla	0,7	7,5	1,8	9,9	9,4	3,7	13,8	9,3	5,6	15,6
Salla	1,8	20,5	4,7	27,0	21,8	6,3	29,8	21,5	7,8	31,1
Hirvasniemi	1,9	15,6	4,6	22,1	16,6	5,6	24,1	16,5	6,6	24,9
Pyhä-Kallio	2,1	22,7	16,4	41,2	25,4	19,9	47,3	25,1	23,1	50,2
Vanttaus	2,7	21,6	7,4	31,8	24,0	10,9	37,6	23,0	14,4	40,1
Poikajärvi	2,5	19,6	6,8	28,9	21,1	9,0	32,6	20,3	11,1	34,0
Lohijärvi	5,1	28,6	7,6	41,3	29,6	10,2	44,9	28,6	12,6	46,4
Palojärvi	3,9	23,1	7,2	34,2	24,2	8,5	36,6	23,8	9,8	37,5
Orajärvi	2,9	21,2	6,7	30,9	22,9	10,4	36,2	21,8	14,0	38,7
Kolari	1,9	19,3	4,7	25,8	21,0	7,6	30,5	20,0	10,3	32,2
Jääskö	1,9	21,1	4,4	27,4	21,5	5,1	28,5	21,2	5,8	28,9
Narkaus	4,0	23,8	6,3	34,1	25,2	8,5	37,7	24,4	10,6	39,0
Niemelä	2,6	22,5	4,5	29,6	24,0	6,3	32,9	23,5	8,1	34,1
Timisjärvi	2,6	25,4	7,9	35,9	26,2	8,7	37,4	26,0	9,4	38,0
Tolva	4,2	31,3	7,8	43,3	32,4	9,1	45,8	33,1	10,4	47,7
Posion Livo	2,4	23,9	4,7	31,0	24,3	5,8	32,5	23,8	7,0	33,2
Isosydänmaa	4,1	20,3	5,3	29,8	21,4	6,3	31,8	21,4	7,3	32,9
Kuukas	3,8	26,2	6,2	36,3	27,6	8,2	39,6	27,0	10,1	40,9
Alakitka	2,7	25,9	7,9	36,5	26,2	9,4	38,2	26,2	10,9	39,8
Akanlahti	4,9	36,1	8,6	49,5	36,3	9,0	50,2	36,1	9,6	50,6
Hossa-Irni	2,0	23,3	5,2	30,5	23,8	5,9	31,7	24,0	6,6	32,5
Kallioluoma	2,5	26,7	7,1	36,3	28,8	9,3	40,7	28,7	11,7	42,9
Oivanki	7,2	38,0	13,1	58,3	38,7	15,5	61,5	37,3	18,0	62,6
Taivalkoski	1,8	19,9	5,0	26,7	20,5	5,7	28,0	20,4	6,6	28,9
Pudasjärvi	2,9	19,0	5,0	26,9	19,3	5,8	28,0	19,1	6,6	28,5
Oijärvi	7,5	28,9	5,7	42,0	29,3	7,4	44,1	28,9	9,0	45,3
Pudasjärven Livo	2,1	21,1	4,1	27,3	21,5	4,7	28,3	21,4	5,2	28,7
Pintamo	2,4	24,7	6,8	33,9	25,3	7,8	35,6	24,9	9,0	36,4
Kiiminki	4,4	29,2	5,9	39,6	29,5	7,1	41,0	29,1	8,3	41,8
Kollaja	6,4	24,9	5,4	36,6	24,6	6,2	37,2	24,2	7,2	37,8
Ikonen	2,1	12,8	1,9	16,8	12,8	1,9	16,8	12,8	1,9	16,8
Näljänkä	2,4	30,1	5,9	38,4	30,2	6,4	39,0	30,0	6,9	39,3
Halla	2,8	29,5	6,4	38,8	30,3	8,1	41,3	30,4	9,7	42,9
Poronhoitoalue	1,9	15,8	4,5	22,1	16,7	6,0	24,5	16,7	7,5	26,1

4.4. Jäkälälaidunten kunto 20 pohjoisimmassa paliskunnassa

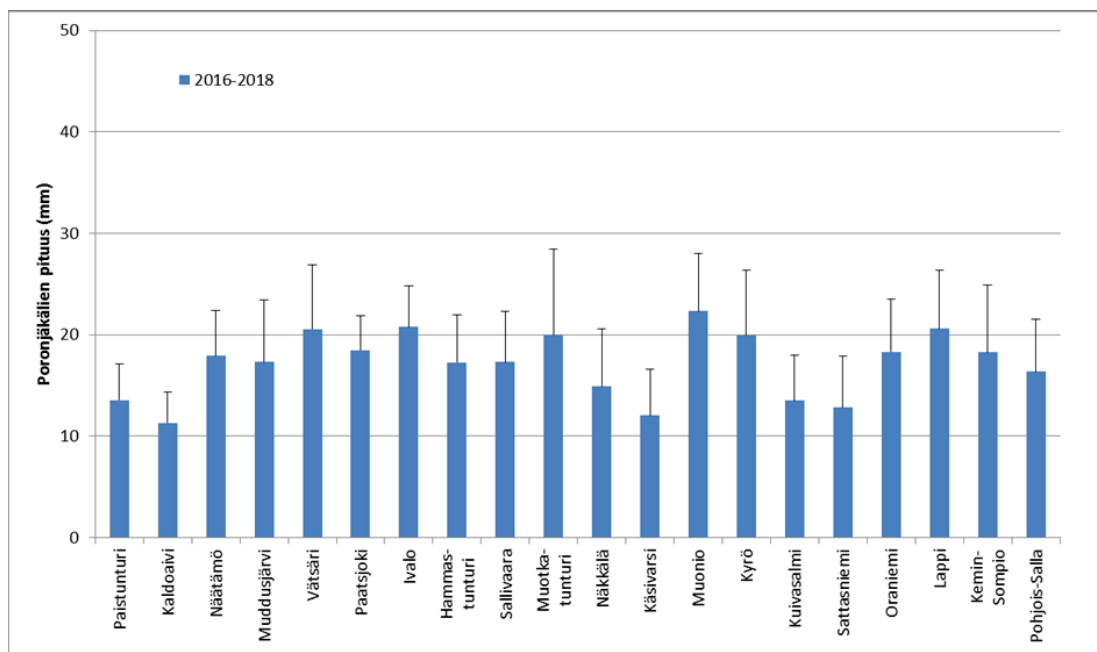
Poronhoitoalueen 20 pohjoisimmassa kaikkien koalojen paliskuntakohtaiset painotetut jäkälämäärien keskimääräisten peittävydet vaihtelivat välillä 11–27 %, pituudet välillä 11–22 mm ja biomassat välillä 70–340 kg/ha (kuvat 10–12). Eniten jäkälää koaloilla oli Vätsärin, Kemin-Sompion ja Lapin paliskunnissa, vähiten Tunturi-Lapin ja Keski-Lapin metsäpaliskunnissa. Muista jäkälästä porojen käyttämää lapalumijäkälää oli eniten Paistunturin, Kaldoaivin, Näkkälän ja Käsivarren paliskunnissa (kuva 13). Sen sijaan tinajäkälää oli eniten Käsivarren ja Näkkälän paliskunnissa ja jossain määrin myös Paistunturin ja Kaldoaivin paliskunnissa. Torvi- ja pikarijäkälää oli vaihtelevasti eri paliskunnissa, mutta niiden peittävyys oli yleisesti koaloilla pieni.

Koaloilla mitattujen varpujen (pääosin variksenmarja, kanerva, mustikka ja puolukka) biomassat vaihtelivat paliskuntien välillä ollen korkein Metsä-Lapin ja Keski-Lapin paliskuntien koaloilla ja pienin Tunturi-Lapin paliskuntien koaloilla (kuva 14). Samansuuntainen ero paliskuntien välillä oli myös koaloilla mitattujen sammalten määrissä (kuva 15). Toisaalta koaloilla mitattiin useimmissa tunturialueen paliskunnissa runsaammin heiniä ja saroja kuin muissa paliskunnissa (kuva 16). Myös mineraalimaan peittävydet koaloilla olivat tunturialueen paliskunnissa jonkin verran suuremmat kuin muissa paliskunnissa (kuva 17).

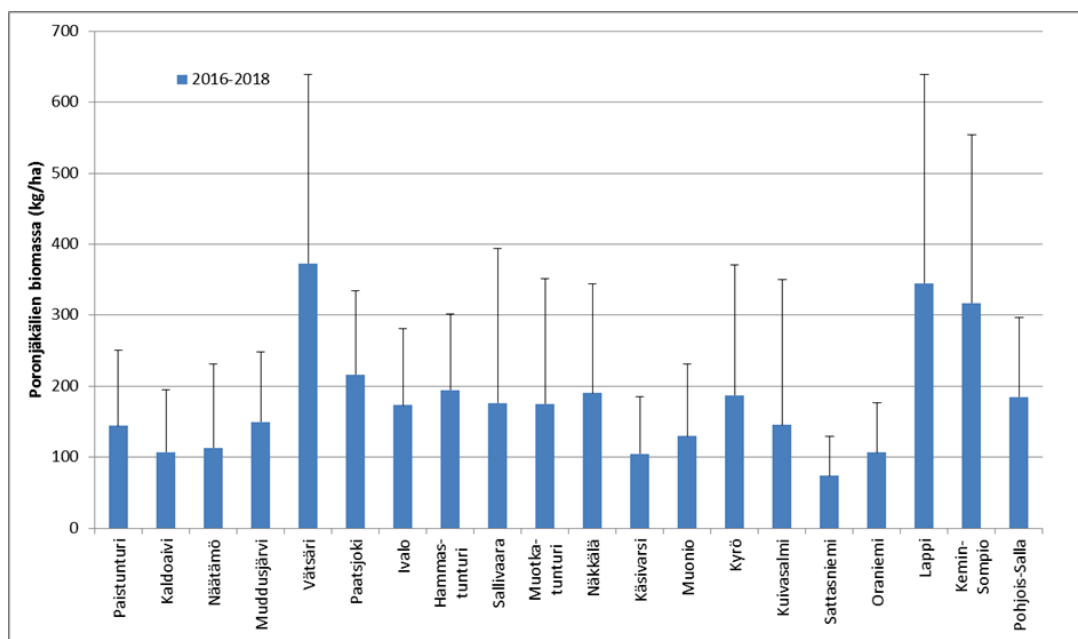
Puissa kasvavia luppojäkäläitä oli keskimäärin runsaimmin Metsä-Lapin paliskuntien koaloilla ja vähiten Tunturi-Lapin paliskuntien koaloilla, Keski-Lapin paliskuntien koalojen sijoituessa näiden välimaastoon (kuva 18). Tämä indikoi luppon viihtyvän parhaiten laaja-alaisissa varttuneissa ja vanhoissa luonnontilaisissa metsissä, joiden koaloja oli eniten Metsä-Lapin paliskunnissa. Sen sijaan käsitellyillä talousmetsissä luppoa esiintyy selvästi vähemmän, kuin luonnontilaisissa vastaavan ikäisissä metsissä (Esseen ym. 1996; Esseen 2009; Dettki & Esseen 1998) Tunturialueella luppoa esiintyy jokivarsien männiköissä ja hieman tunturikoivikoissa. Luppon esiintymisen kartoittamiseksi eri-ikäisissä metsissä ja eri kasvupaikoilla olisi kuitenkin tarvittu selvästi enemmän koaloja paliskuntiin, johon tässä inventoinnissa ei ollut mahdollisuutta. Siitä syystä luppon runsaudesta laskettiin vain paliskuntakohtaiset koalojen keskimääräiset indeksiarvot.



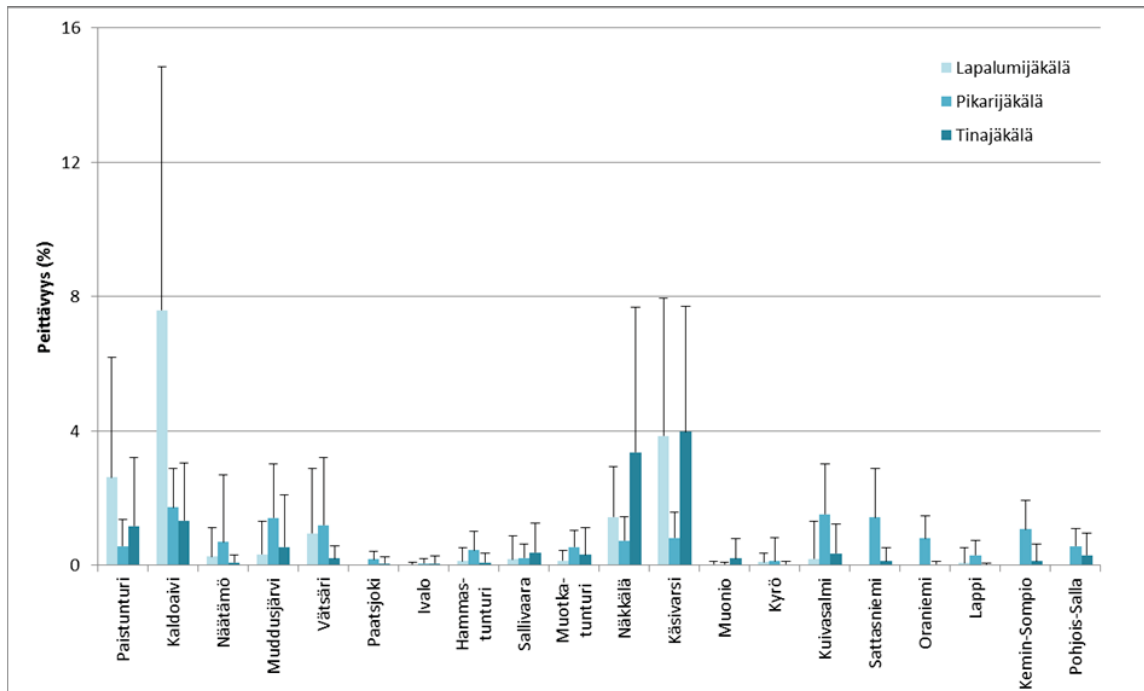
Kuva 10. Poronjäkälien keskimääräinen peittävyys (% ± SD) paliskuntien kaikilla koaloilla. Kunkin paliskunnan osalta jäkälien keskimääräinen peittävyys on laskettu painotettuna eri laidunalueiden jäkälälaidunten osuuksilla paliskunnan kaikista jäkäliköistä.



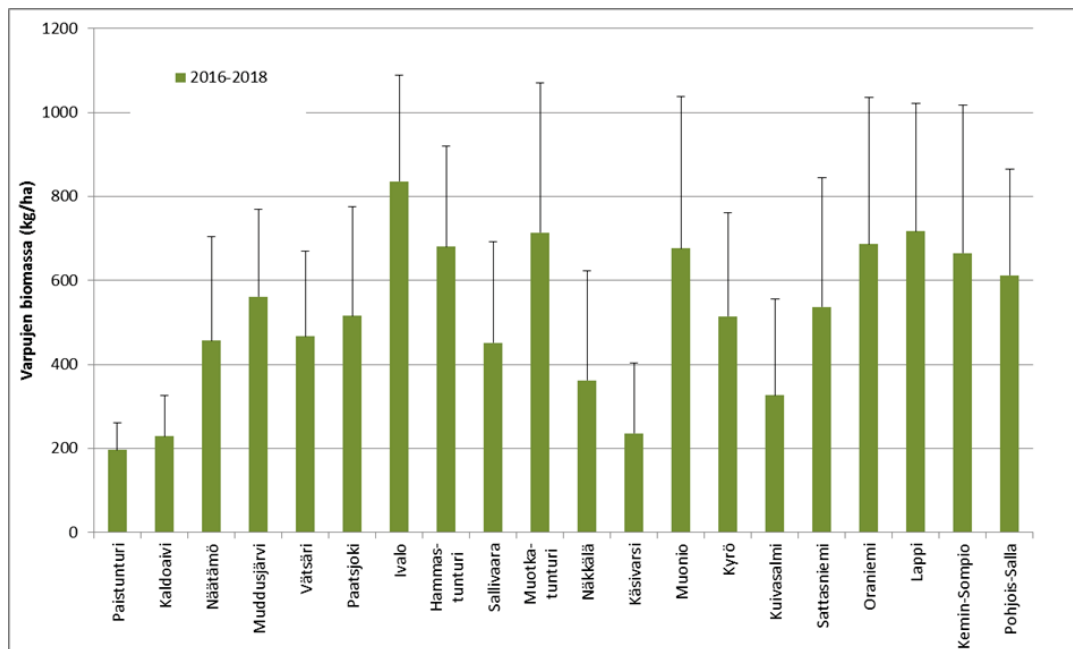
Kuva 11. Poronjäkälien keskimääräinen elävän osan pituus (mm \pm SD) paliskuntien kaikilla koelaloilla. Kunkin paliskunnan osalta jäkälien keskimääräinen pituus on laskettu painotettuna eri laidunalueiden jäkälälaidunten osuuksilla paliskunnan kaikista jäkäläköistä.



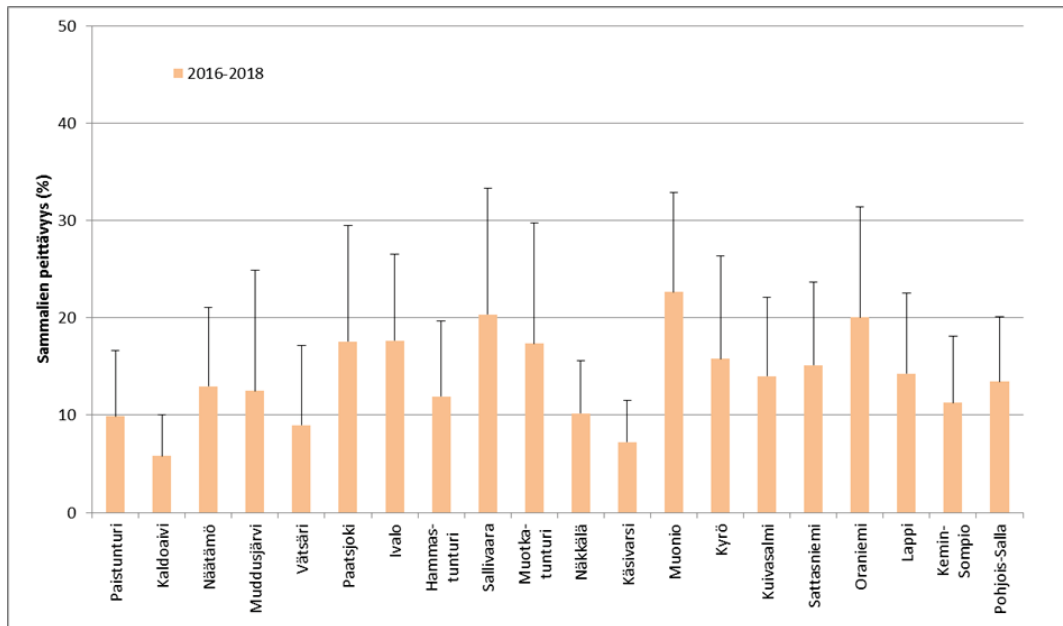
Kuva 12. Poronjäkälien keskimääräinen biomassa (kg/ha \pm SD) paliskuntien kaikilla koelaloilla. Kunkin paliskunnan osalta jäkälien keskimääräinen biomassa on laskettu painotettuna eri laidunalueiden jäkälälaidunten osuuksilla paliskunnan kaikista jäkäläköistä.



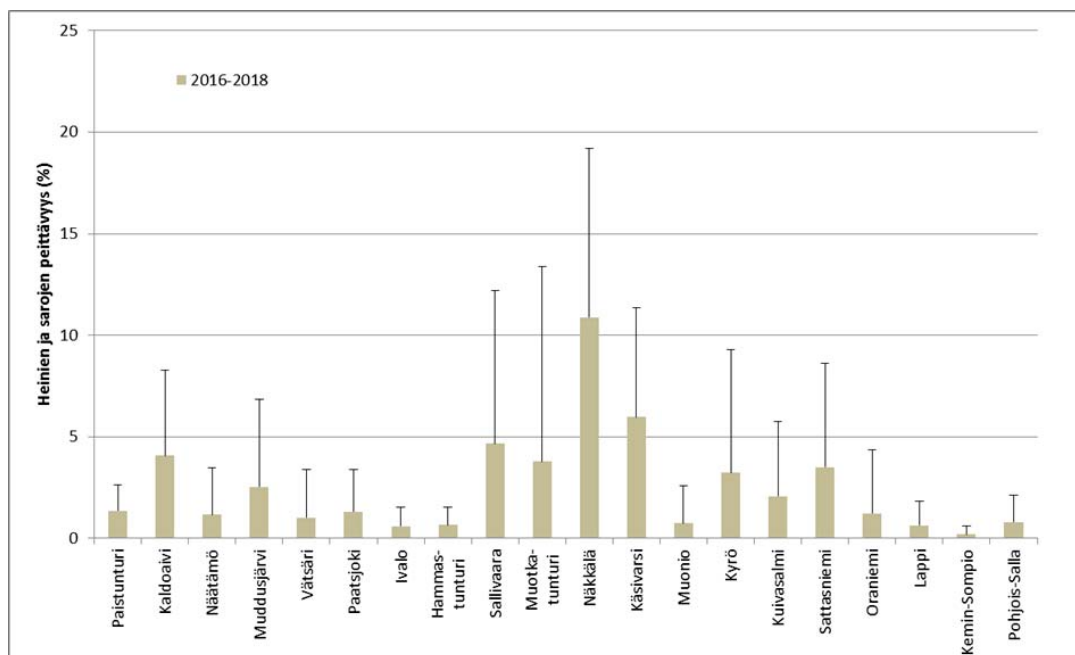
Kuva 13. Muiden jäkäliden keskimääräinen peittävyys (% ± SD) paliskuntien kaikilla koelaloilla. Kunkin paliskunnan osalta muiden jäkäliden keskimääräinen biomassa on laskettu painotettuna eri laidunalueiden jäkälälaidunten osuuksilla paliskunnan kaikista jäkäläköistä.



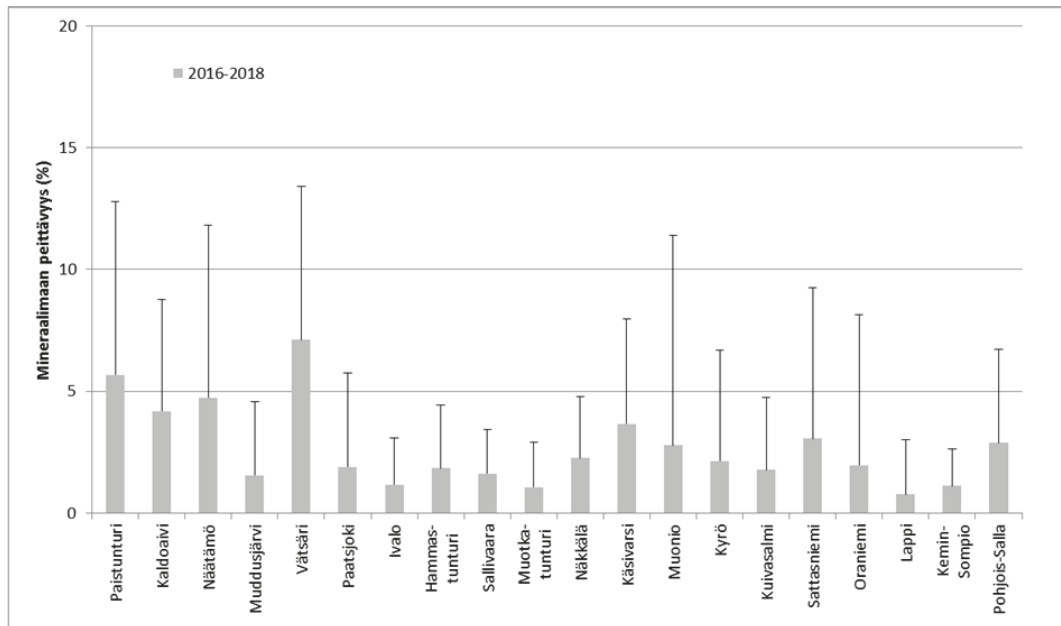
Kuva 14. Varpujen keskimääräinen biomassa (kg/ha ± SD) paliskuntien kaikilla koelaloilla. Kunkin paliskunnan osalta varpujen keskimääräinen biomassa on laskettu painotettuna eri laidunalueiden jäkälälaidunten osuuksilla paliskunnan kaikista jäkäläköistä.



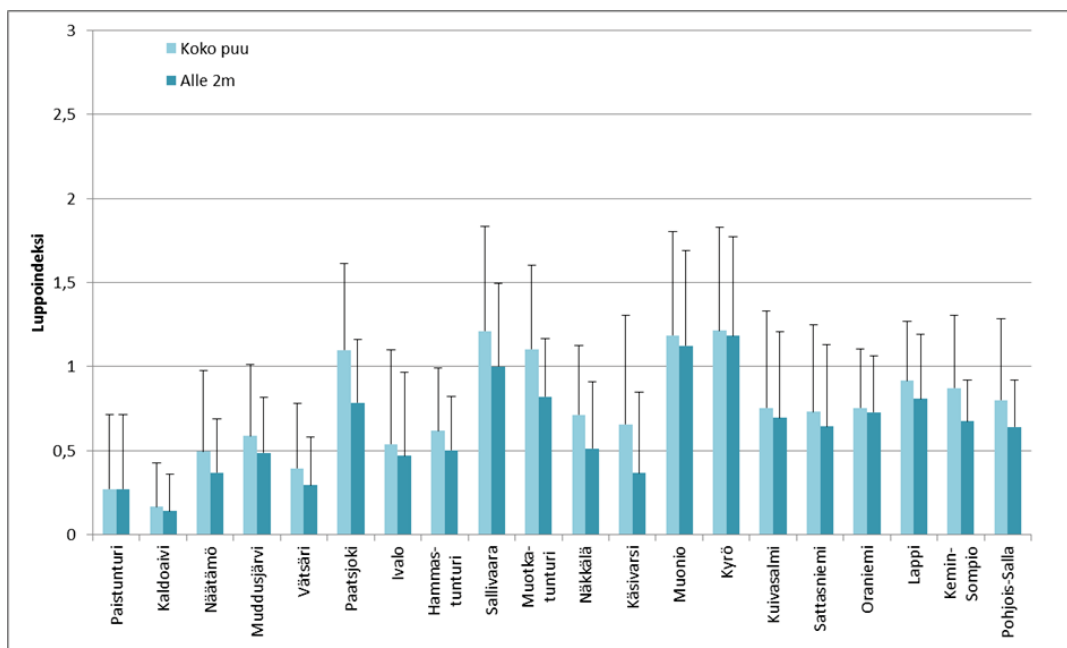
Kuva 15. Sammalten keskimääräinen peittävyys (% ± SD) paliskuntien kaikilla koelajoilla. Kunkin paliskunnan osalta sammalten keskimääräinen peittävyys on laskettu painotettuna eri laidunalueiden jäkälälaidunten osuuksilla paliskunnan kaikista jäkäläköistä.



Kuva 16. Heinien ja sarojen keskimääräinen peittävyys (% ± SD) paliskuntien kaikilla koelajoilla. Kunkin paliskunnan osalta heinien ja ruohojen keskimääräinen peittävyys on laskettu painotettuna eri laidunalueiden jäkälälaidunten osuuksilla paliskunnan kaikista jäkäläköistä.



Kuva 17. Mineraalimaan keskimääräinen peittävyys (% \pm SD) paliskuntien kaikilla koaloilla. Kunkin paliskunnan osalta mineraalimaan keskimääräinen peittävyys on laskettu painotettuna eri laidunalueiden jäkälälaidunten osuuksilla paliskunnan kaikista jäkäläköistä.



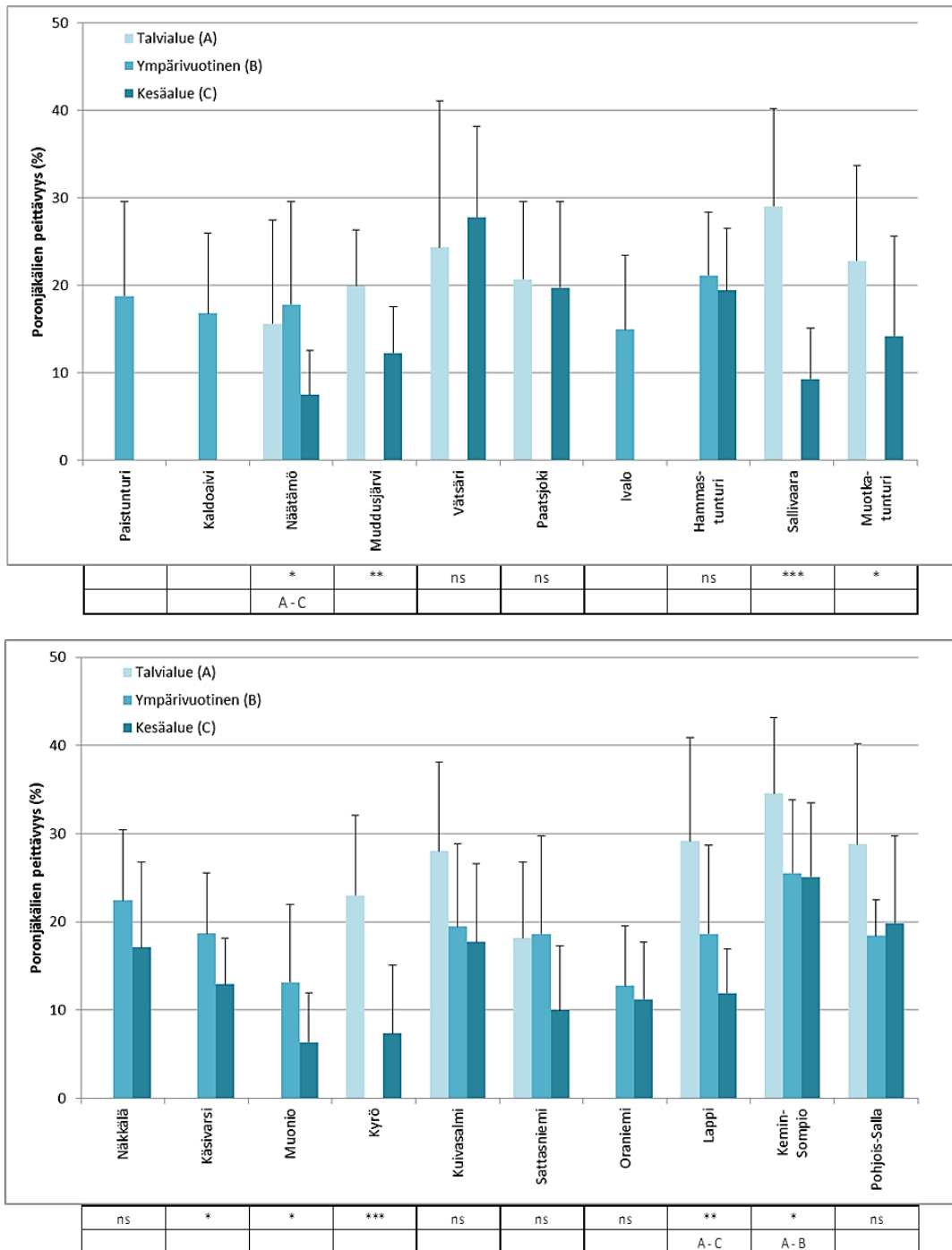
Kuva 18. Luppojäkäliden keskimääräinen runsausindeksi (asteikolla 0–3 \pm SD) paliskuntien kaikilla koaloilla. Kunkin paliskunnan osalta luppojäkäliden keskimääräinen runsausindeksi on laskettu paliskunnan kaikkien koalojen keskiarvona koaloilla arvioiduista puista (koko puu ja alle 2 m:n osa puuta).

Tarkasteltaessa paliskuntien koaloilla mitattuja keskimääräisiä jäkälämääriä laidunalueittain eli huomioimalla erilaisten laidunalueiden laidunnusaika ja -tapa (laidunkiertosysteemi) havaittiin, että poronjäkäliden peittävyys ja pituus olivat pääsääntöisesti pienempiä ympärivuotisilla ja erityisesti kesälaidunalueilla verrattuna vain talvilaidunkäytössä oleviin laidunalueisiin (kuvat 19–20). Tämä ero

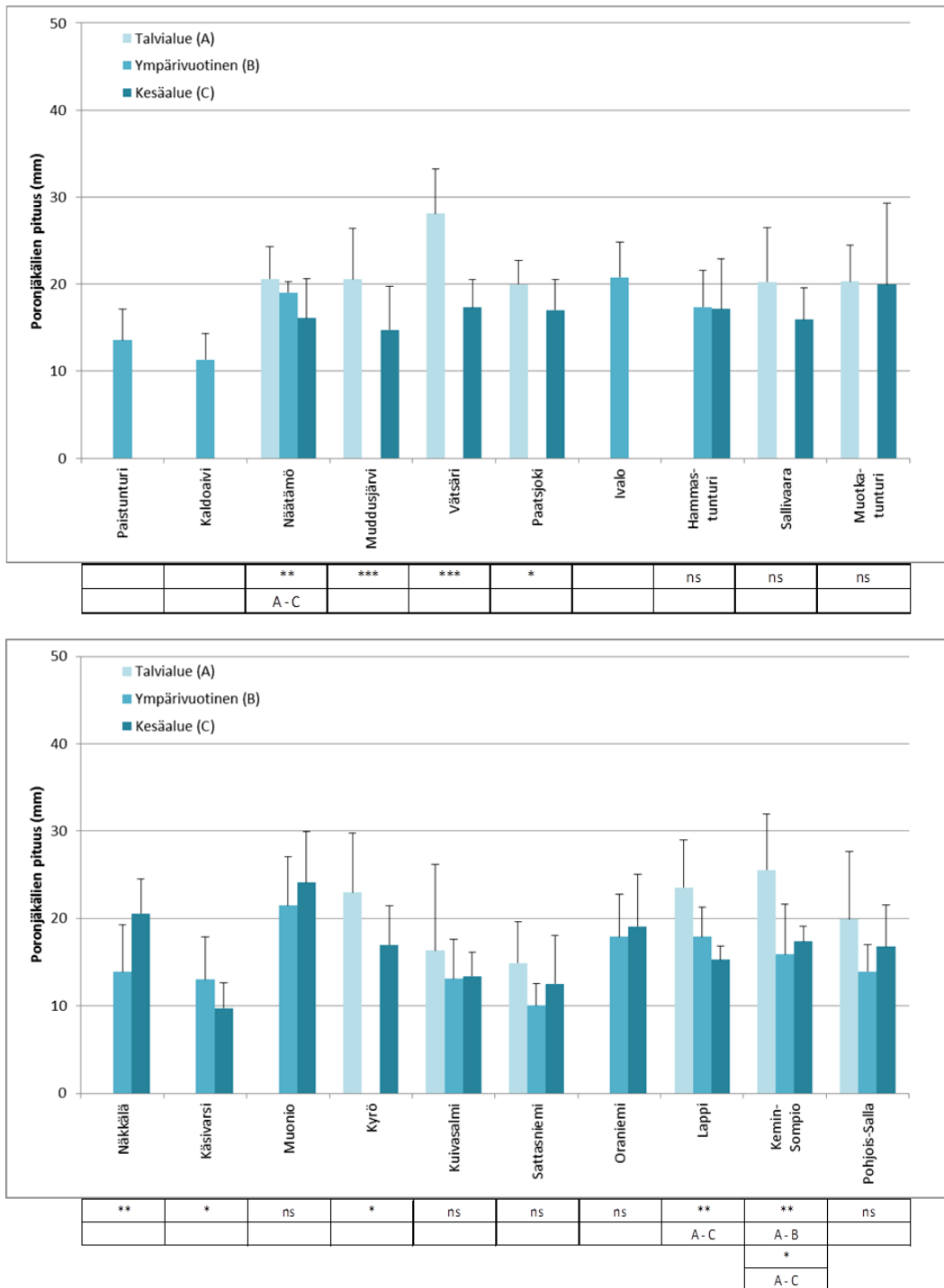
näkyi vielä selvemmin poronjäkälien biomassan eroissa, joka oli selvästi suurempi vain talvilaidunkäytössä olevilla laidunalueilla kuin muulla tavoin laidunnetuilla alueilla (kuva 21). Erityisesti niiden Metsä-Lapin paliskuntien talvilaidunalueilla, joissa on ollut jo pitkään laidunkiertoaidoilla järjestetty vuodenaikainen laidunkierto, mitattiin korkeimmat jäkälämäärät. Vätsärin, Sallivaaran, Kuivasalmen, Kemin-Sompion ja Lapin paliskuntien talvilaidunalueilla koealojen jäkäläbiomassa nousi noin 400 kg/ha tai sen yli.

Jäkäläköiden ekologisen tilan luokittelussa hyvin uudistuvia jäkäläköitä (jäkälää yli 500 kg/ha) tai lähellä sitä olevia jäkäläköitä oli vain Vätsärin, Kemin-Sompion ja Lapin talvilaidunalueilla (kuva 21). Muiden paliskuntien talvilaidunalueilla ja ympärivuotisilla laidunalueilla olevin jäkäläköiden tila luokiteltiin hitaasti uudistuvaksi (jäkälää 100–500 kg/ha). Voimakkaimmin kuluneet olivat kesälaidunalueilla sijaitsevien koealojen jäkäläköet, jotka luokiteltiin useissa paliskunnissa voimakkaasti kuluneiksi (jäkälää alle 100 kg/ha).

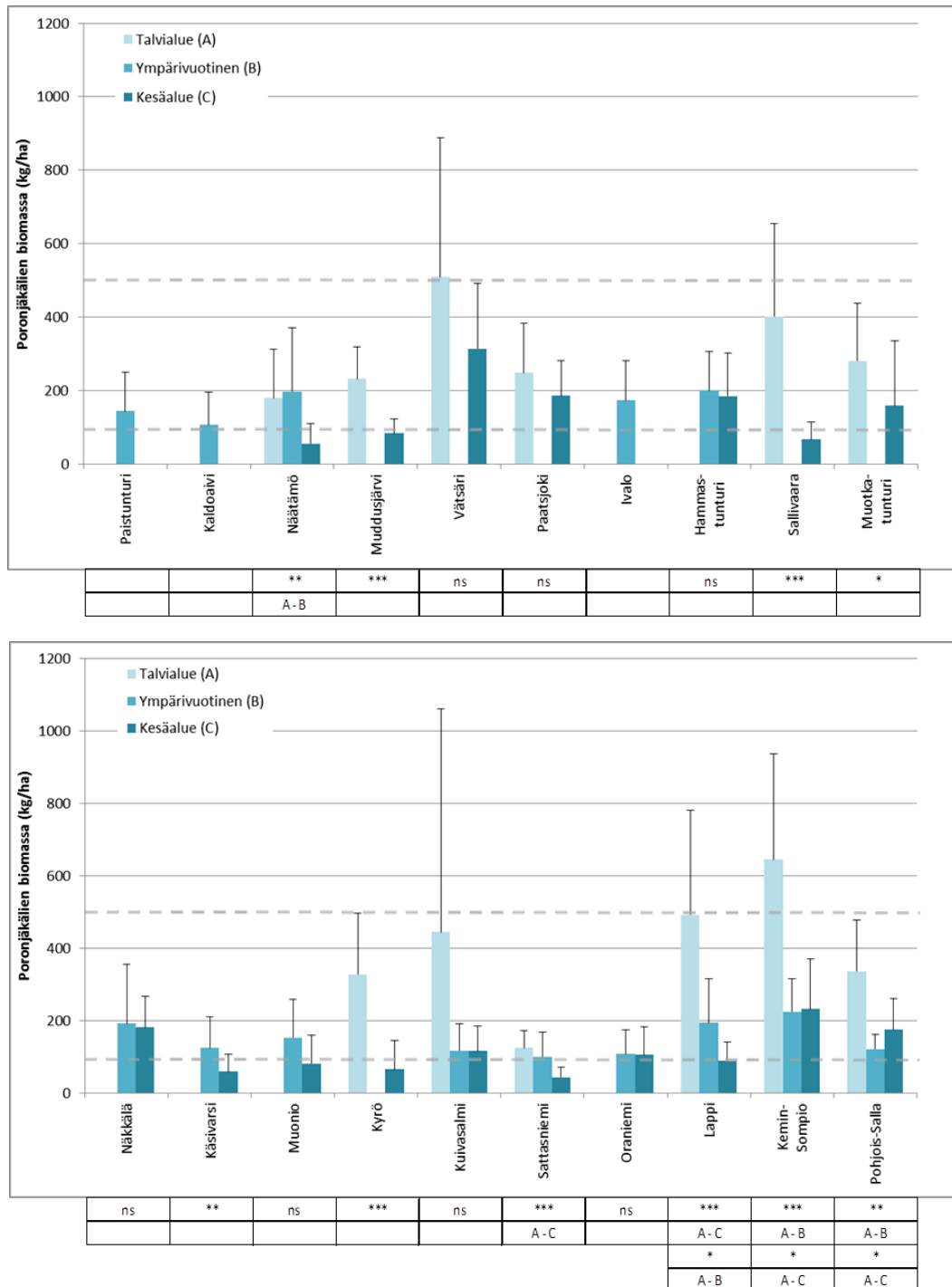
Tulokset jäkälälaidunten kunnosta paliskuntien ja eri tavoin käytettyjen laidunalueiden välillä ovat hyvin samansuuntaisia kuin aikaisemmassa inventoinnissa (Kumpula ym. 2009). Vain talvilaidunkäytössä olevilla Metsä-Lapin laidunalueilla, jotka samalla sijaitsevat suojelualueilla ja ovat siten metsätalouden ja pääosin muun maankäytön osalta suojattuja, mitattiin korkeimmat jäkälämäärät. Vastavasti kuluneimmat jäkäläköet olivat tunturipaliskunnissa ja Keski-Lapin metsätalousvaltaisissa paliskunnissa. Tämä kertoo siitä, että laidunten jäkälämääriin vaikuttavat niin poronhoidosta kuin metsätaloudesta ja muusta maankäytöstä johtuvat useat eri tekijät (ks. Kumpula ym. 2014; Sandström ym. 2016). Poronjäkälien ja luppojen määrän ja saatavuuden vähetessä luonnonlaitumilla talvella laiduntavien porojen pääravinto koostuu varvuista ja heinistä sekä maastoon annetusta lisärehusta jäkälien muodostaessa ravinnosta 24–45 % (Kumpula ym. 2015a).



Kuva 19. Poronjäkälien keskimääräinen peittävyys (% ± SD) paliskuntien laidunalueilla olevilla koaloilla. Erojen tilastolliset merkitsevyydet eri laidunalueiden välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns. = ei merkitsevä; * = p<0,05; **=p<0,01; ***=p<0,001).



Kuva 20. Poronjäkälien elävän osan keskimääräinen pituus (mm ± SD) paliskuntien laidunalueilla olevilla koealoilla. Erojen tilastolliset merkitsevyydet eri laidunalueiden välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns. = ei merkitsevää; * = p<0,05; **=p<0,01; ***=p<0,001).



Kuva 21. Poronjäkälien keskimääräinen biomassa (kg/ha ± SD) paliskuntien laidunalueilla olevilla koelaitteilla. Erojen tilastolliset merkitsevyydet eri laidunalueiden välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns. = ei merkitsevä; * = p<0,05; **=p<0,01; ***=p<0,001). Kuvassa merkitty myös päivitetty jäkäliköiden ekologista tilaa kuvaavat raja-arvot: <100 kg/ha = voimakkaasti kulunut, 100–500 kg/ha = hitaasti uudistuva, 500–1500 kg/ha = hyvin uudistuva).

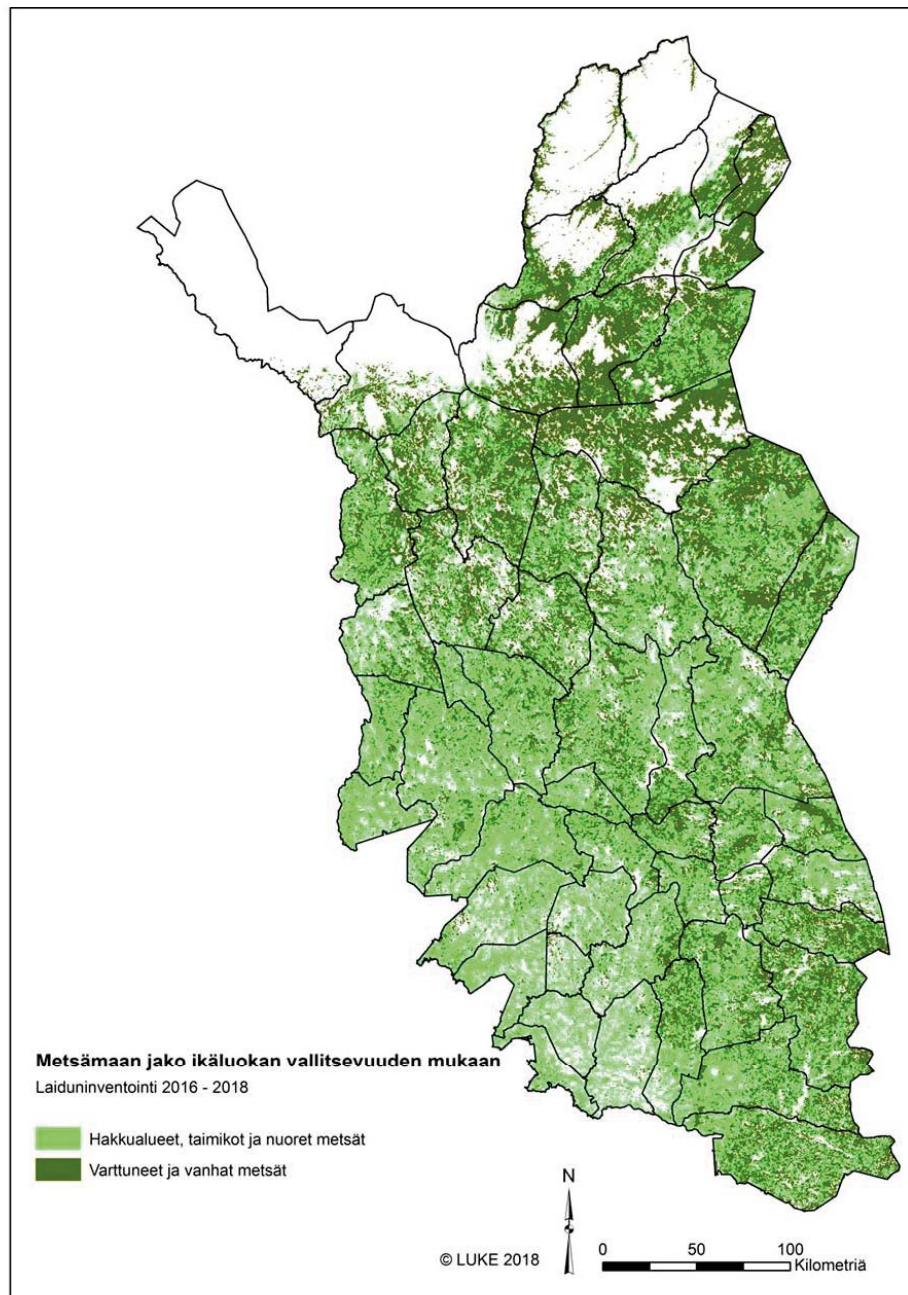
4.5. Laidunmetsien rakenteessa tapahtuneet muutokset

Poronhoitoalueen kangasmaiden metsämaasta (havumetsäalueet) on luokituksen perustella hakkuu-alueita, taimikoita ja nuoria metsiä 54 % ja varttuneita ja vanhoja metsiä 46 % (kuvat 22, taulukko 5). Nuoret kasvatusmetsät sekä hakkuualueet ja taimikot hallitsevat poronhoitoalueen etelä- ja keski-osan metsämaan rakennetta, kun taas varttuneiden ja vanhojen metsien osuus metsämaalla on Met-

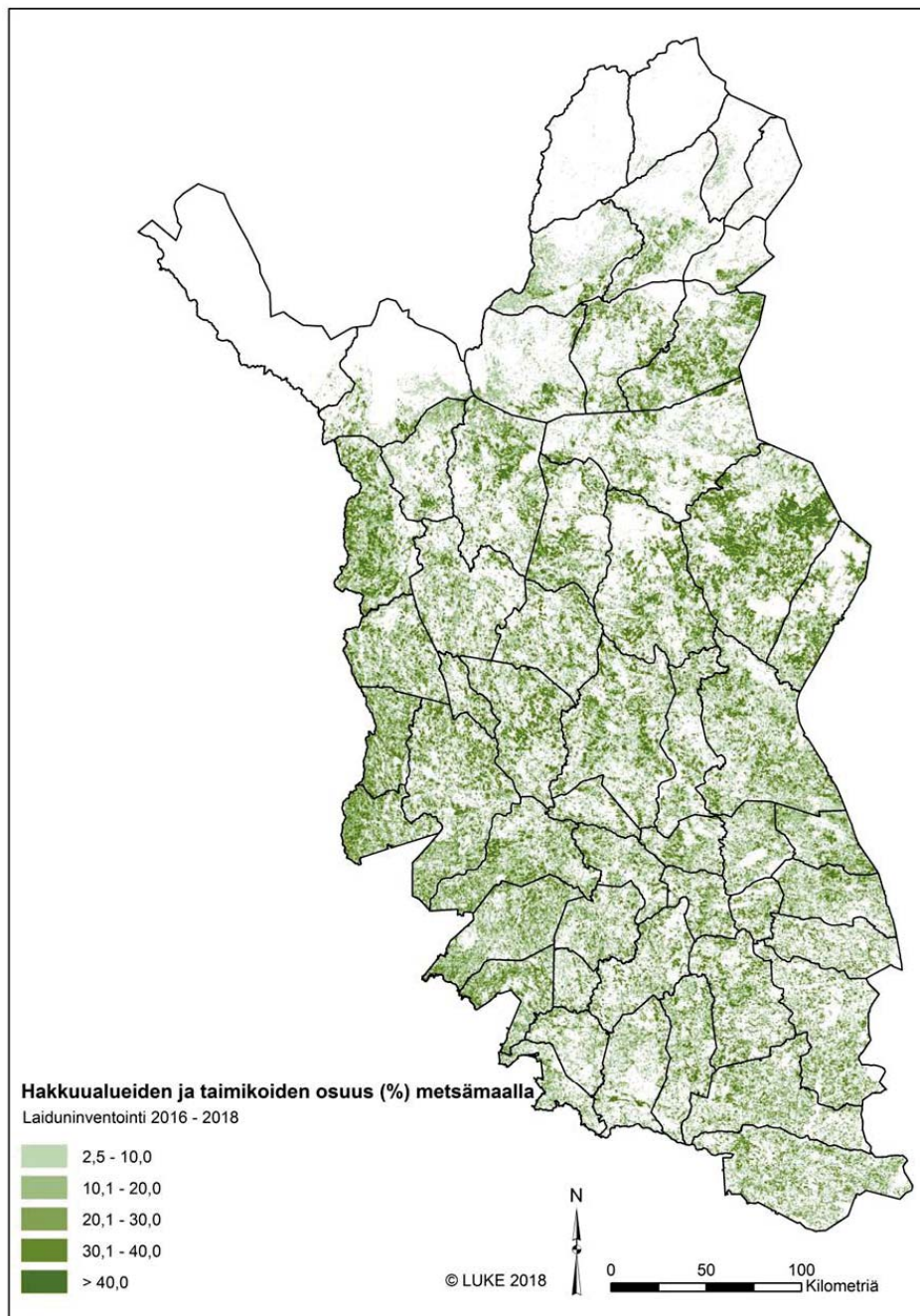
sä-Lapin ja pohjoisen Keski-Lapin paliskunnissa enemmistönä. Edellisissä vertailuissa on huomioitava, että satelliittikuvatulkinnossa erityisesti poronhoitoalueen etelä- ja keskiosassa varttuneiksi ja vanhoiksi metsiksi luokituneista alueista huomattava osa on metsätalouden jo kertaalleen käsittelemiä varttuneista kasvatusemetsiä.

Maisematasolla laajimmat yhtenäiset hakkualueet ja taimikot sijaitsevat luokituksen mukaan Keski- ja Metsä-Lapin paliskuntien metsätalousalueella (kuva 23), jossa on viime vuosikymmeninä eniten hakattu vanhoja metsiä. Luontaisesti syntyneitä taimikoita on kuitenkin syntynyt mm. Metsä-Lapin suojelualueilla myrkytuhojen jälkeen ja todennäköisesti myös ilmaston lämpenemisen seurauksena. Metsä-Lapin erämaa-alueilla hakkualue ja taimikko -luokan osuus metsämaasta on kuitenkin pieni, koska suurin osa niiden kangasmaan metsämaasta muodostuu luonnontilaisista varttuneista ja vanhoista metsistä. Tunturi-Lapin paliskunnissa kangasmaiden metsämaata on vähän, mutta alueella on jonkin verran luontaisesti syntyneitä taimikoita.

Erityisesti päätehakkuut vähentävät loppolaitumia ja heikentävät monella tavalla myös jäkälälaitumia (mm. Rytönen ym. 2013; Kumpula ym. 2014. Sandström ym. 2016). Myös hakkuiden seurauksen syntyneissä kasvatusemetsissä jäkälän ja lupon määrät ovat pienemmät ja niiden kasvuolosuhteet heikommat verrattuna luonnontilaisiin varttuneisiin ja vanhoihin metsiin. Toisaalta ilmaston lämmetessä mäntymetsä on myös vähitellen alkanut levittäytyä ja nousta matalimpien tuntureiden rinteille (Turunen ym. 2018), mikä on nähtävissä myös tässä laidunluokituksessa. Havumetsäalueella sijaitsevilla suojelualueilla on myös tapahtunut viime vuosikymmeninä myrskytuhoja myös suojelualueilla ja näille tuhoalueille on noussut taimikoita.



Kuva 22. Kangasmaiden metsämaan jakaantuminen eri ikäluokkiin vuosien 2016–2018 inventoinnissa tehdyn laidunluokituksen perusteella.

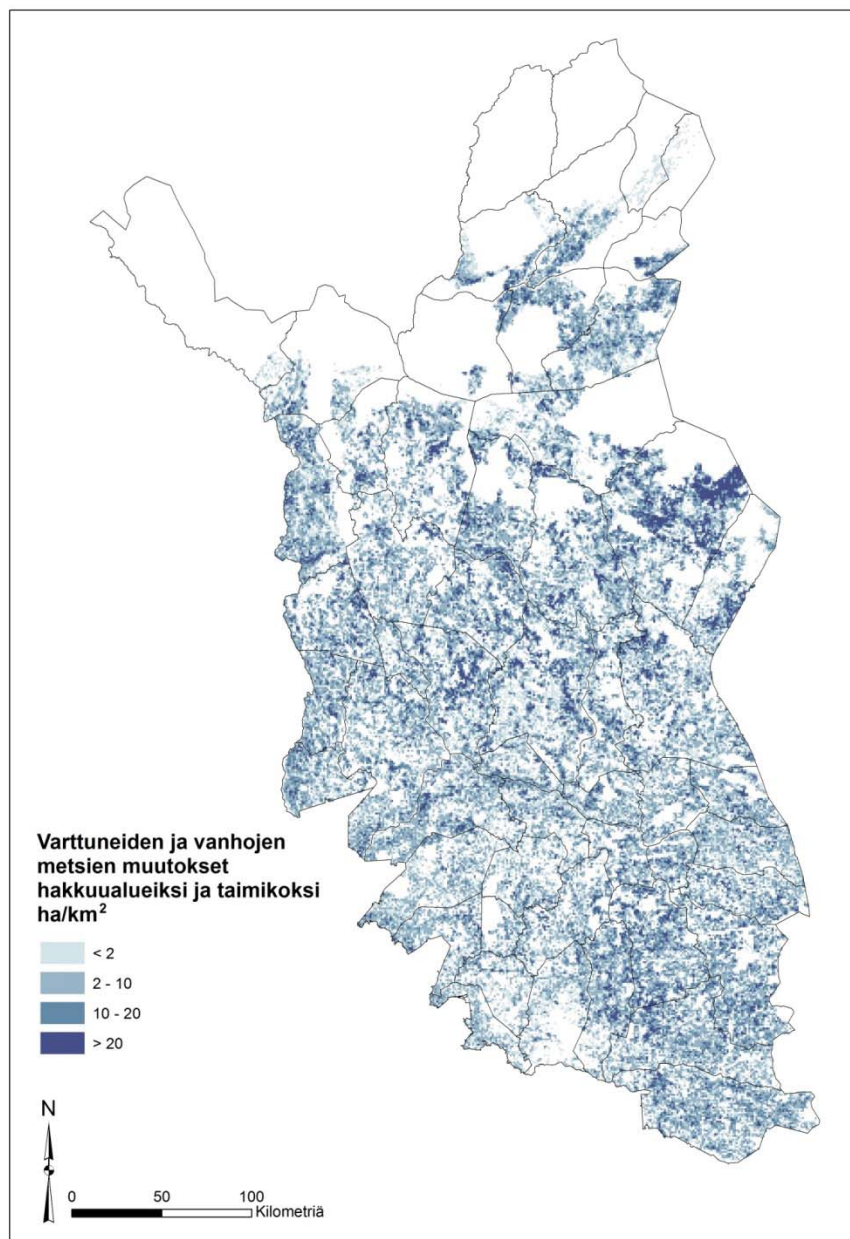


Kuva 23. Hakkuualueiden ja taimikoiden osuus 1,0 x 1,0 km:n maisemaruuduissa vuosien 2016–2018 laidunluokituksen perusteella.

Taulukko 5. Kangasmaiden metsämaan ja sen eri ikäluokkien pinta-alat (km²) ja osuudet (%) metsämaan kokonaispinta-alasta paliskunnissa.

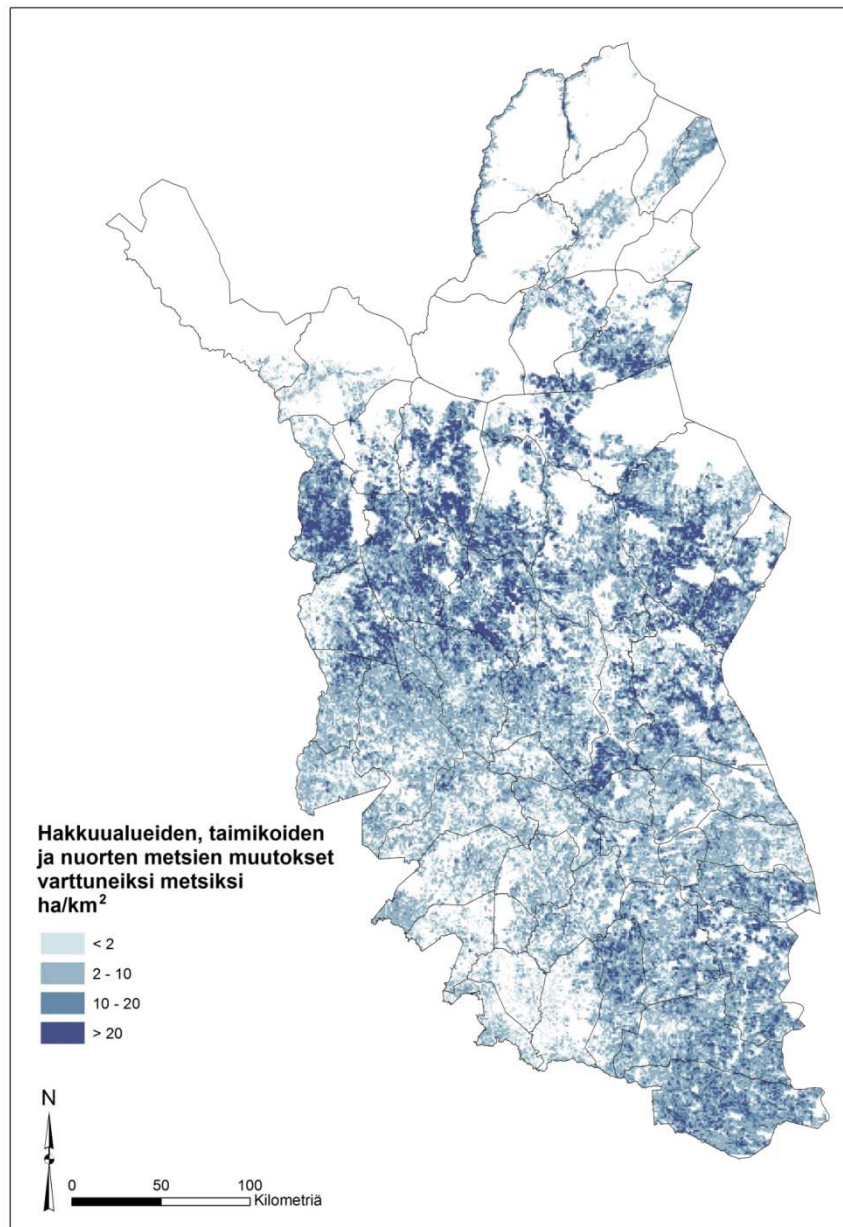
Paliskunta	Metsämaa km ²	Varttuneet ja vanhat metsät		Hakkuut, taimikot ja nuoret metsät		Hakkuut ja taimikot	
		km ²	%	km ²	%	km ²	%
Paistunturi	214,3	156,8	73,2	57,4	26,8	5,3	2,5
Kaldoiwi	90,3	60,2	66,7	30,0	33,3	4,7	5,2
Näätämo	300,3	186,2	62,0	114,0	38,0	13,5	4,5
Muddusjärvi	751,9	428,0	56,9	323,9	43,1	102,4	13,6
Vätsäri	503,2	423,1	84,1	80,1	15,9	8,1	1,6
Paatsjoki	472,6	356,3	75,4	116,3	24,6	33,9	7,2
Ivalo	1906,0	1101,5	57,8	804,6	42,2	342,4	18,0
Hammasunturi	1474,0	1090,4	74,0	383,6	26,0	182,6	12,4
Sallivaara	981,7	727,0	74,1	254,7	25,9	127,1	12,9
Muotkatunturi	856,3	532,7	62,2	323,6	37,8	113,5	13,3
Näkkälä	427,2	227,1	53,2	200,1	46,8	90,3	21,1
Käsivarsi	99,5	33,1	33,2	66,4	66,8	49,2	49,5
Muonio	1535,7	687,5	44,8	848,2	55,2	472,7	30,8
Kyrö	748,3	403,6	53,9	344,7	46,1	136,0	18,2
Kuivasalmi	2002,4	1202,8	60,1	799,6	39,9	337,6	16,9
Alakylä	1315,8	707,4	53,8	608,4	46,2	263,1	20,0
Sattasniemi	1346,2	711,6	52,9	634,6	47,1	259,0	19,2
Oraniemi	2000,6	885,9	44,3	1114,8	55,7	440,6	22,0
Syvjäri	1187,4	616,8	51,9	570,6	48,1	234,0	19,7
Lappi	2337,4	1810,9	77,5	526,5	22,5	309,1	13,2
Kemin-Sompio	4060,9	2221,8	54,7	1839,1	45,3	937,8	23,1
Pohjois-Salla	1428,4	751,4	52,6	677,0	47,4	235,8	16,5
Salla	2350,1	904,9	38,5	1445,2	61,5	494,2	21,0
Hirvasniemi	1037,2	379,3	36,6	657,9	63,4	161,0	15,5
Pyhä-Kallio	2164,3	821,7	38,0	1342,6	62,0	460,7	21,3
Vanntaus	429,9	116,1	27,0	313,7	73,0	66,5	15,5
Poikajärvi	1521,1	504,5	33,2	1016,6	66,8	323,6	21,3
Lohijärvi	630,4	100,4	15,9	530,0	84,1	212,0	33,6
Palojärvi	2067,7	513,6	24,8	1554,1	75,2	475,6	23,0
Orajärvi	686,4	229,9	33,5	456,4	66,5	159,1	23,2
Kolari	970,3	382,6	39,4	587,6	60,6	242,5	25,0
Jääskö	326,9	87,7	26,8	239,2	73,2	65,6	20,1
Narkaus	1291,5	286,8	22,2	1004,7	77,8	312,7	24,2
Niemelä	679,1	225,4	33,2	453,7	66,8	124,6	18,4
Timisjärvi	525,3	250,4	47,7	274,9	52,3	99,2	18,9
Tolva	585,6	262,8	44,9	322,7	55,1	111,6	19,1
Posion-Livo	514,5	188,4	36,6	326,1	63,4	105,4	20,5
Isosydänmaa	910,7	170,8	18,8	740,0	81,2	282,9	31,1
Kuukas	556,7	116,5	20,9	440,1	79,1	134,3	24,1
Alakitka	646,2	272,3	42,1	373,9	57,9	141,7	21,9
Akanlahti	304,8	135,6	44,5	169,2	55,5	64,7	21,2
Hossa-Imi	1500,3	799,3	53,3	701,0	46,7	252,5	16,8
Kallioluoma	741,6	423,5	57,1	318,1	42,9	116,0	15,6
Oivanki	686,4	229,9	33,5	456,4	66,5	159,1	23,2
Taivalkoski	1371,8	609,7	44,4	762,1	55,6	271,1	19,8
Pudasjärvi	623,0	93,5	15,0	529,5	85,0	139,0	22,3
Oijärvi	534,5	42,4	7,9	492,1	92,1	186,9	35,0
Pudasjärven Livo	869,1	267,9	30,8	601,2	69,2	170,4	19,6
Pintamo	1030,5	415,5	40,3	615,0	59,7	182,8	17,7
Kiiminki	316,9	47,5	15,0	269,5	85,0	68,1	21,5
Kollaja	362,2	30,6	8,4	331,6	91,6	84,6	23,4
Ilkonen	190,0	44,6	23,5	145,3	76,5	46,6	24,5
Näljänkä	1461,0	556,4	38,1	904,7	61,9	258,5	17,7
Halla	1672,4	834,9	49,9	837,4	50,1	307,1	18,4
Poronhoitoalue	55598,6	25667,6	46,2	29931,0	53,8	10979,5	19,7

Suojelualueiden ulkopuolella olevien varttuneiden ja vanhojen metsien laidunalueiden muutokset hakkuualueiksi ja taimikoiksi laidunluokitusten 1995–1996 ja 2016–2018 välillä 1x1 km:n maisemaruuduissa on esitetty kuvassa 24. Luokituksia vertailemalla voidaan arvioida, että vähintään n. 14 % (4 464 km²) suojelualueiden ulkopuolisista varttuneiden ja vanhojen metsien alueista on poronhoitoalueella päätehakattu 20–25 vuoden aikana (1980-luvun lopusta 2010-luvun alkuun) (taulukko 6). Poronhoitoalueen keski- ja eteläosan paliskunnissa varttuneista ja vanhoista metsistä oli muuttunut hakkuualueiksi ja taimikoiksi 12–32 %, eniten niissä paliskunnissa, joissa metsätalous on intensiivisintä. Kaikki ne maisemaruodut, joissa on suojelualueiden ulkopuolella luokitusten välillä hakkuualueiksi ja taimikoiksi muuttuneita varttuneiden ja vanhojen metsien alueita, kattavat n. 52 % poronhoitoalueen kokonaispinta-alasta (vaihtelu poronhoitoalueen keski- ja eteläosan paliskunnissa 48–79 %).



Kuva 24. Suojelualueiden ulkopuolella tapahtuneet varttuneiden ja vanhojen metsien muutokset hakkuualueiksi ja taimikoiksi vuosien 1995–1996 ja 2016–2018 laidunluokitusten välillä. Hakkuualueiksi ja taimikoiksi muuttuneiden alueiden pinta-alat on esitetty kartassa 1,0x1,0 km:n maisemaruuduissa.

tuneiden ja vanhojen metsien luokkaan (1980-luvun lopusta 2010-luvun alkuun) (taulukko 7). Poronhoitoalueen keski- ja eteläosan paliskunnissa nuorten metsien luokasta lähtötilanteen kartoituksessa on siirtynyt varttuneiksi metsiksi 4–46 %, eniten niissä paliskunnissa, joissa metsätaloutta on harjoitettu pisimpään. Kaikki ne maisemaruudut, joissa suojelualueiden ulkopuolella on luokitusten välillä varttuneiden metsien määrä lisääntynyt, kattavat n. 59 % poronhoitoalueen kokonaispinta-alasta (vaihtelu poronhoitoalueen keski- ja eteläosan paliskunnissa 41–94 %).



Kuva 25. Suojelualueiden ulkopuolella tapahtuneet hakkuualueiden, taimikoiden ja nuorten metsien luokan muutokset varttuneiden ja vanhojen metsien luokkaan vuosien 1995–1996 ja 2016–2018 laidunluokitusten välillä. Varttuneiksi metsiksi muuttuneiden alueiden pinta-alat on esitetty kartassa 1,0x1,0 km:n maisemaruuduissa.

leen hakatuista varttuneista talousmetsistä on luokitunut varttuneiden ja vanhojen metsien luokkaan (samoin myös vuosien 2016–2018 luokituksessa). Luokitusten välillä tapahtuneet uudistushakkuut painottuvat todennäköisesti kuitenkin erityisesti poronhoitoalueen pohjoisissa luonnontilaisiin vanhoihin metsiin, jolloin todellinen luonnontilaisten vanhojen metsien prosentuaalinen väheneminen lähtötasostaan on ollut luokitusten välillä todettua 14 %:a suurempi.

Vastaavasti nuorten metsien muutoksia varttuneiksi metsiksi oli tapahtunut karetoituksen perusteella 33 % suuremmalla alalla (pinta-alaltaan 1 482 km²:n alueella) kuin varttuneiden ja vanhojen metsien hakkuita. Myös näiden alueiden laajuus maisemarakenteessa ulottui jonkin verran laajemmalle alueelle kuin hakkuiden laajuus. Todetut muutokset kumpaankaan suuntaan eivät kuitenkaan sisällä viimeisten reilun 5 vuoden aikana tapahtuneita muutoksia, koska myös uusimmassa luokituksessa on jouduttu käyttämään eri-ikäisiä satelliittikuvia. Tämä johtuu pilvettömien, hyvälaatuisten ja samalla riittävän tuoreiden kuvien rajallisesta saatavuudesta kultakin alueelta luokituksia tehtäessä.

Varttuneiden kasvatusmetsien lisääntymisen voidaan arvioida parantaneen laidunmetsien laatua talvilaitumina jossain määrin sekä jäkälän että lupon määrien ja saatavuuden osalta (vertaa myöhemmin mm. kuva 51). Kertaalleen hakatut, laaja-alaisesti käsitellyt kasvatusmetsät eivät kuitenkaan vastaa talvilaitumina ominaisuuksiltaan aikaisempia luonnontilaisia vanhoja metsiä, sillä niissä maa- ja loppojäkälien määrät ja saatavuus ovat yleensä selvästi pienemmät kuin vastaavan ikäisissä luonnontilaisissa metsissä (mm. Esseen ym. 1996; Detti & Esseen 1998; Rytönen ym. 2013, Kumpula ym. 2014; Sandström ym. 2016). Erityisesti sotien jälkeen tehtyjen laajojen avohakkuiden vaikutukset näkyvät todennäköisesti edelleen loppojen ja jäkälän määrissä nykyisissä kasvatusmetsissä. Useimmiten myös lumiolosuhteet ovat porojen ravinnonkaivuun kannalta huonommat hakkuualueilla verrattuna vanhoihin metsiin (mm. Koivusalo & Kokkonen 2002; Vadja ym. 2006). Luonnontilaisten vanhojen metsien alueiden pirstoutuminen on myös heikentänyt jäljellä olevien sirpaloituneiden vanhojen metsien laatua talvilaitumina, mm. koska lupon kasvu heikkenee avoimien hakkuualueiden ja taimikoiden reunametsissä (Esseen 2009).

Vanhojen metsien vähenemisen seurauksena jäkäläköt myös kuluvat voimakkaammin, sillä parhaiden jäkälä- ja loppolaidunten korvautuminen talvilaitumina heikompileatuilla hakkuualueilla, taimikoilla ja kasvatusmetsillä voimistaa porojen laidunnuksesta aiheutuvaa jäkäläköiden kulumista koko palikunnan alueella (Kumpula ym. 2014; Sandström ym. 2016). Kyseinen jäkäläköiden voimistunut kulumisen johtuu käytettävissä olevien talviravintoresurssien määrän ja tuottavuuden vähenemisestä metsien rakenteellisten muutosten seurauksena. Siten metsätalouden pitkäaikaiset vaikutukset porolaitumilla ja sen maisemarakenteessa ulottuvat pidemmälle ajalle ja laajemmalle alueelle kuin esim. tässä inventoinnissa kartoitetulle hakkuualueiden, taimikoiden ja nuorten metsien alueelle.

Poronhoidon näkökulmasta on siten ymmärrettävää, että suojelualueiden ulkopuolella olevien tärkeiden vanhojen metsien laidunalueiden säästäminen tai varovainen käsittely turvaisi ja säilyttäisi ominaisuuksiltaan parempileatuista talvilaidunympäristöä kuin niiden hakkaaminen ja käsittely nykyisillä päätehakkumenetelmillä. Laidunmetsiin soveltuvien jatkuvan kasvatuksen metsänkäsittelymenetelmien kehittäminen ja laajempi käyttöönotto toisi todennäköisesti kuitenkin merkittävämpiä ja laaja-alaisempia hyötyjä poronhoidolle pidemmällä ajalla. Tätä tukee mm. se, että jatkuvapeitteistä ja monipuolista puuston ikärakennetta ylläpitävien metsänkäsittelymenetelmien tuloksena syntyvien metsien on arvioitu tai todettu monista tekijöistä johtuen mukailevan paremmin varttuneiden ja myöhemmässä suksessiovaiheessa olevien metsien ekologisia ominaisuuksia ja rakennetta kuin taikaisäisten talousmetsien (mm. Kuuluvainen 2009; Laiho ym. 2011; Kuuluvainen ym. 2012).

Erilaisten metsänkäsittelymenetelmien vaikutuksia porojen laidunmetsien laatuun ja ominaisuuksiin ei ole kuitenkaan meillä empiirisesti tutkittu, mutta esim. Kanadassa tehdyt tutkimukset osoittavat jatkuvan kasvatuksen menetelmien turvaavan paremmin metsäkaribuille sopivaa talvilaidunympäris-

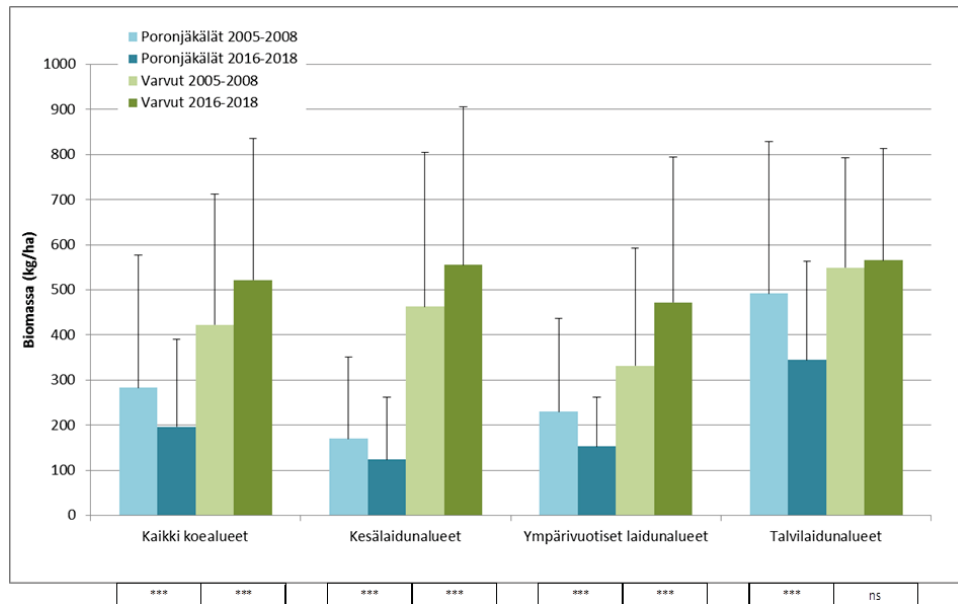
töä kuin intensiivisemmät metsänkäsittelymenetelmät (Stone ym. 2008; Nardeau Fortin ym. 2016). Ruotsissa on myös tutkittu mallintamalla erilaisten metsänkäsittelymenetelmien vaikutuksia porojen jäkälälaitumiin pitkällä aikavälillä ja todettu peitteisen metsänkäsittelymenetelmien ja niihin yhdistettyjen harvennusten säilyttävän jäkälälaitumet huomattavasti parempilaatuisina verrattuna nykyisin käytössä oleviin intensiivisimpiin metsänkäsittelymenetelmiin (Korosuo ym. 2013). Myös tehtyjen haastattelujen perusteella 93 % poromiehistä piti peitteistä metsänkasvatusta huomattavasti parempana vaihtoehtona kuin päätehakkuuseen perustuvaa metsänkäsittelyä (Järvenpää 2018).

4.6. Jäkäläköiden kunnan muutokset

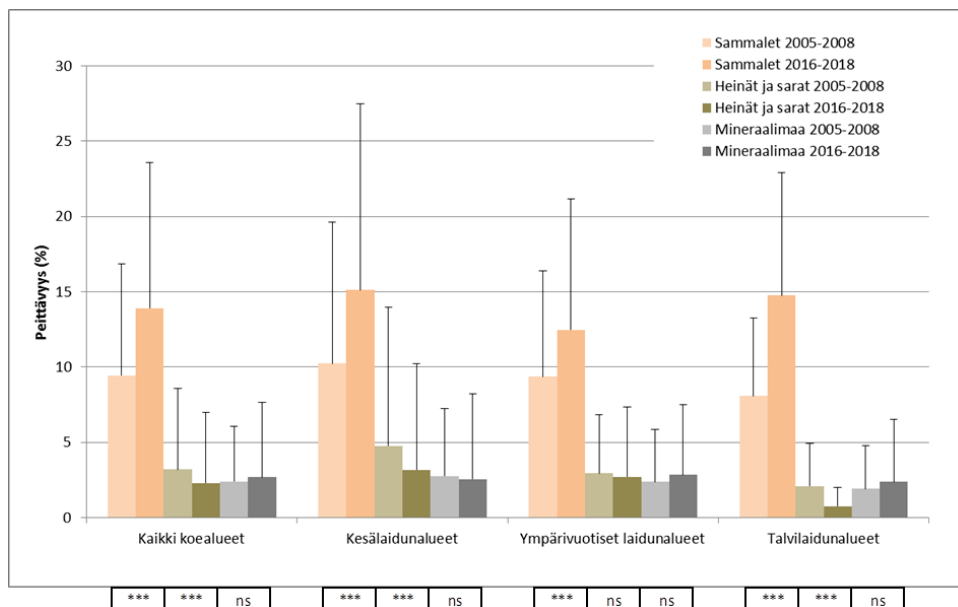
Tarkasteltaessa kaikilla koealoilla (618 kpl) tapahtuneita muutoksia vuosien 2005–2008 ja 2016–2018 inventointien välillä, havaittiin, että koealojen keskimääräinen jäkäläbiomassa oli pudonnut 30,6 % (283 kg/ha vs. 196 kg/ha) (kuva 26). Ympärivuotisilla laidunalueilla jäkäläbiomassan putoaminen oli suurin (33,3 %) ja vain talvilaidunkäytössä olevilla laidunalueilla sekä kesälaidunalueilla se oli pienempi (29,9 % ja 27,1 %). Vastaavasti varpujen keskimääräinen biomassa oli noussut kaikilla koealoilla 23,5 % (423 kg/ha vs. 522 kg/ha). Suurin varpujen biomassan kasvu havaittiin ympärivuotisilla laidunalueilla (42,3 %), seuraavaksi suurin kesälaidunalueilla (20,1 %), ja selvästi niitä pienempi varpujen biomassan kasvu oli tapahtunut vain talvilaidunkäytössä olevilla laidunalueilla (2,9 %). Koealoilla mitattu sammalten keskimääräinen peittävyys oli myös noussut inventointien välillä 47,3 % (9,4 % vs. 13,9 %) (kuva 27). Eniten sammalten peittävyys oli noussut vain talvilaidunkäytössä olevilla laidunalueilla (82,4 %), seuraavaksi eniten kesälaidunalueilla (48,0 %) ja pienin nousu oli tapahtunut ympärivuotisilla laidunalueilla (33,3 %).

Heinien ja sarojen keskimääräinen peittävyys koealoilla oli sen sijaan laskenut inventointien välillä 27,9 % (3,2 % vs. 2,3 %) (kuva 27). Eniten heinien ja sarojen peittävyys oli laskenut vain talvilaidunkäytössä olevilla laidunalueilla (63,2 %), seuraavaksi eniten kesälaidunalueilla (32,6 %) ja vähiten se oli laskenut ympärivuotisilla laidunalueilla 10,0 %. Sen sijaan mineraalimaan keskimääräinen peittävyys koealoilla oli inventointien välillä hieman noussut, muttei tilastollisesti merkitsevästi (2,4 % vs. 2,7 %). Suurin suhteellinen nousu mineraalimaan peittävyudessa oli tapahtunut vain talvilaidunkäytössä olevilla laidunalueilla (26,3 %), seuraavaksi suurin ympärivuotisilla laidunalueilla (20,8 %) ja pienin kesälaidunalueilla (3,6 %).

Edellisessä vertailussa on prosenttimuutosten lisäksi syytä kiinnittää huomiota erityisesti siihen, kuinka suuria eri kasvilajiryhmien runsaudessa tapahtuneet todelliset muutokset ovat seurannassa olleilla koealoilla. Jäkälät ja varvut ovat runsain kasvilajiryhmä kuivahkojen, kuvien ja karujen kankaiden jäkälälaitumilla ja siten ne ovat myös tärkein porojen lumen alta kaivama ja käyttämä ravinto. Niiden runsaudessa tapahtuneet muutokset vaikuttavat eniten porojen jäkäläköiltä kaivamalla hankkiman ravinnonsaantiin luonnonlaitumilla talviaikana. Kun jäkälä on runsaasti laitumella, ne muodostavat selvän pääosan porojen kaivamasta talviravinnosta, mutta niiden vähetessä porot korvaavat jäkälät entistä enemmän varvuilla, jolloin varvut muodostavat pääravinnon (Kojola ym. 1995; Kumpula ym. 2015a). On todennäköistä, että jäkälämäärien vähentyessä porot ovat siirtyneet käyttämään entistä enemmän varpuja talviravintonaan.



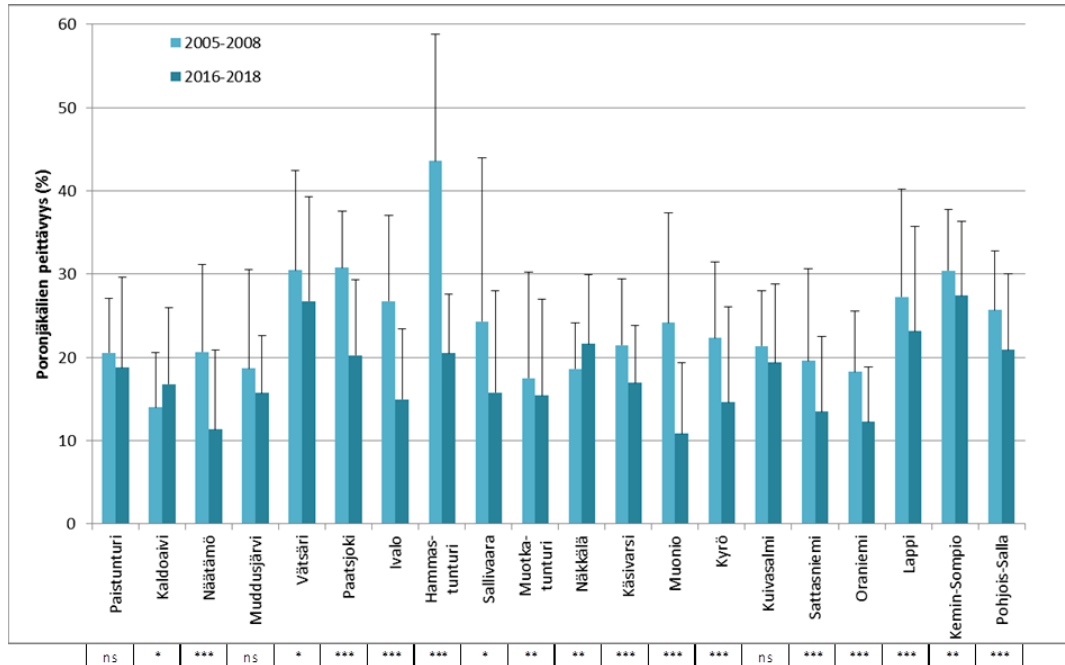
Kuva 26. Poronjäkälien ja varpujen keskimääräiset biomassat (kg/ha) vuosina 2005–2008 ja 2016–2018 tutkituilla jäkälälaidunten koaloilla (kaikki koalueet n=618; kesälaidunalueiden koalueet n=187; ympärivuotisten laidunalueiden koalueet n=261 ja talvilaidunalueiden koalueet n= 170). Biomassojen välisten erojen tilastollinen merkitsevyys inventointien välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns.= ei merkitsevä; *= p<0,05; **=p<0,01; ***=p<0,001).



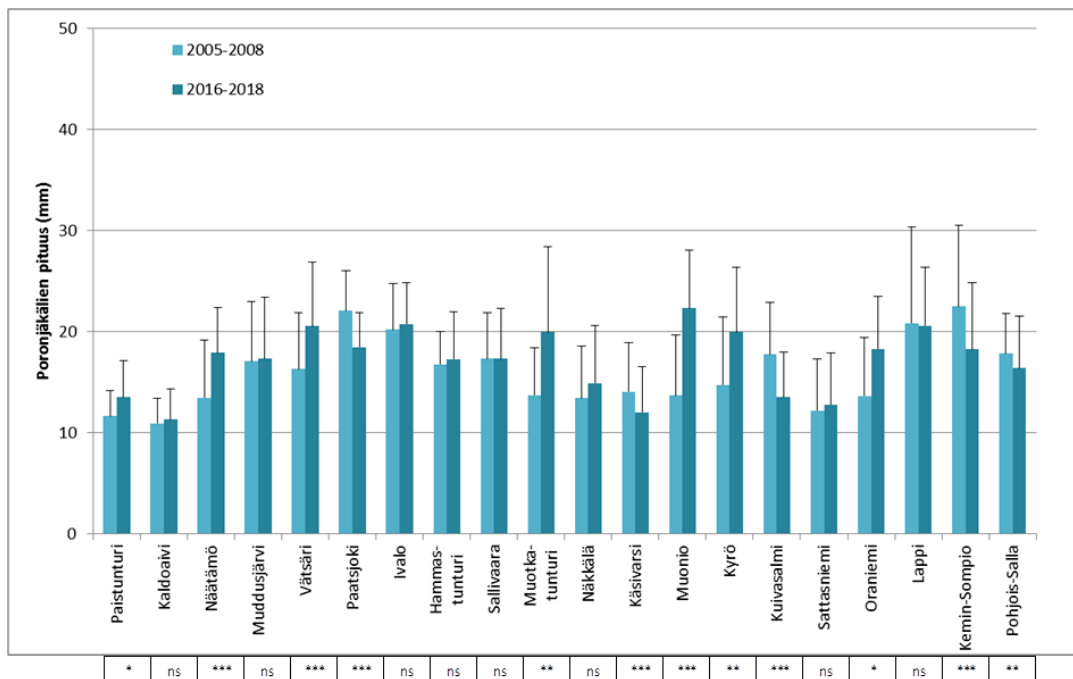
Kuva 27. Sammalten, heinien ja sarojen sekä mineraalimaan peittävydet (%) vuosina 2005–2008 ja 2016–2018 tutkituilla jäkälälaidunten koaloilla (kaikki koalueet n=618; kesälaidunalueiden koalueet n=187; ympärivuotisten laidunalueiden koalueet n=261 ja talvilaidunalueiden koalueet n= 170). Peittävyysien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys inventointien välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns.= ei merkitsevä; *= p<0,05; **=p<0,01; ***=p<0,001).

Tarkasteltaessa jäkälälaidunten koalojen keskimääräisiä painotettuja jäkälämääriä kahdessa eri inventoinnissa paliskunnittain havaittiin, että jäkälien peittävydet olivat pudonneet tilastollisesti merkitsevästi 15 paliskunnassa ja nousseet 2 paliskunnassa, kun taas 3 paliskunnassa ei ollut tapahtunut merkitsevää muutosta (kuva 28). Jäkäliden pituudet sen sijaan olivat laskeneet koaloilla tilastollisesti merkitsevästi 5 paliskunnassa ja nousseet 7 paliskunnassa, kun taas 8 paliskunnassa tilastollisesti merkitsevää muutosta ei havaittu (kuva 29). Vastaavasti poronjäkälien biomassat olivat pudonneet

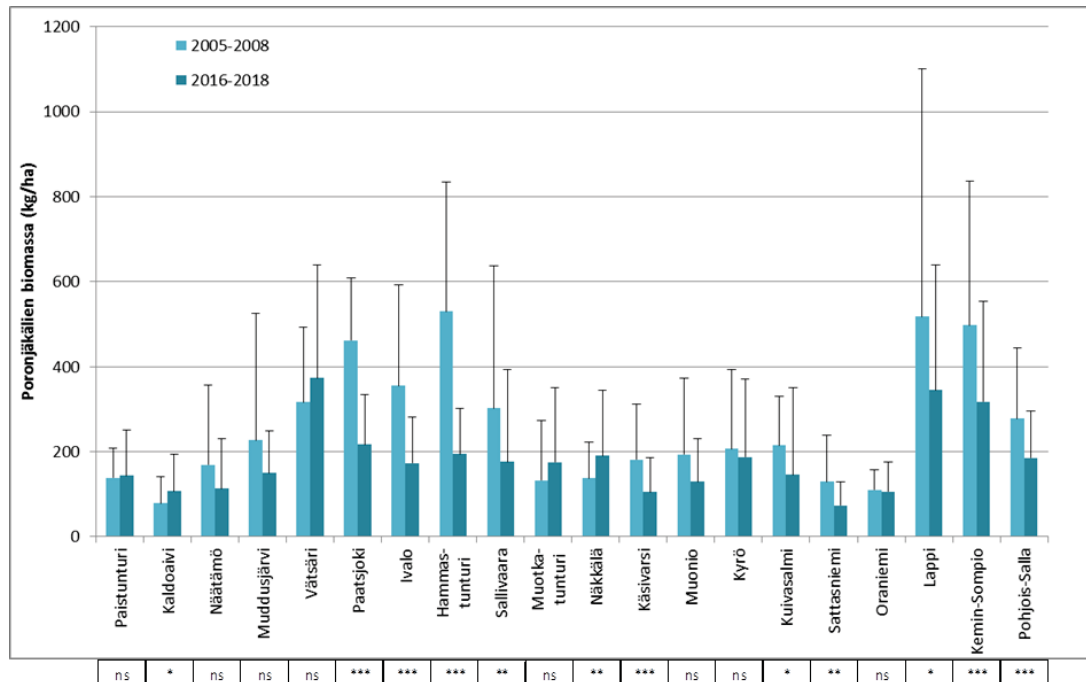
tilastollisesti merkitsevästi 10 paliskunnassa ja nousseet 2 paliskunnassa, mutta 8 paliskunnassa tilastollisesti merkitsevää muutosta ei todettu (kuva 30).



Kuva 28. Poronjäkälien keskimääräiset peittävyudet (% ± SD) paliskuntien kaikilla koaloilla kahdessa laiduninventoinnissa laskettuna laidunalueiden jäkälälaidunten osuuksilla painotettuina. Peittävyysien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys inventointien välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns.= ei merkitsevää; *= p<0,05; **=p<0,01; ***=p<0,001).

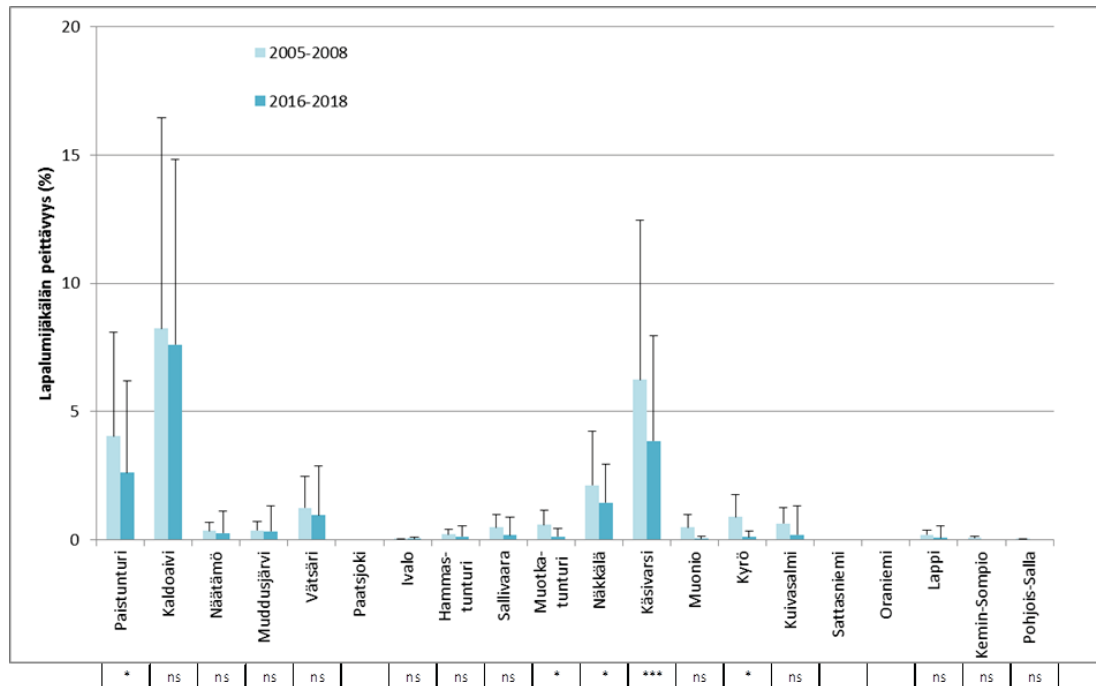


Kuva 29. Poronjäkälien keskimääräiset pituudet (mm ± SD) paliskuntien kaikilla koaloilla kahdessa laiduninventoinnissa laskettuna laidunalueiden jäkälälaidunten osuuksilla painotettuina. Pituuksien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys inventointien välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns.= ei merkitsevää; *= p<0,05; **=p<0,01; ***=p<0,001).

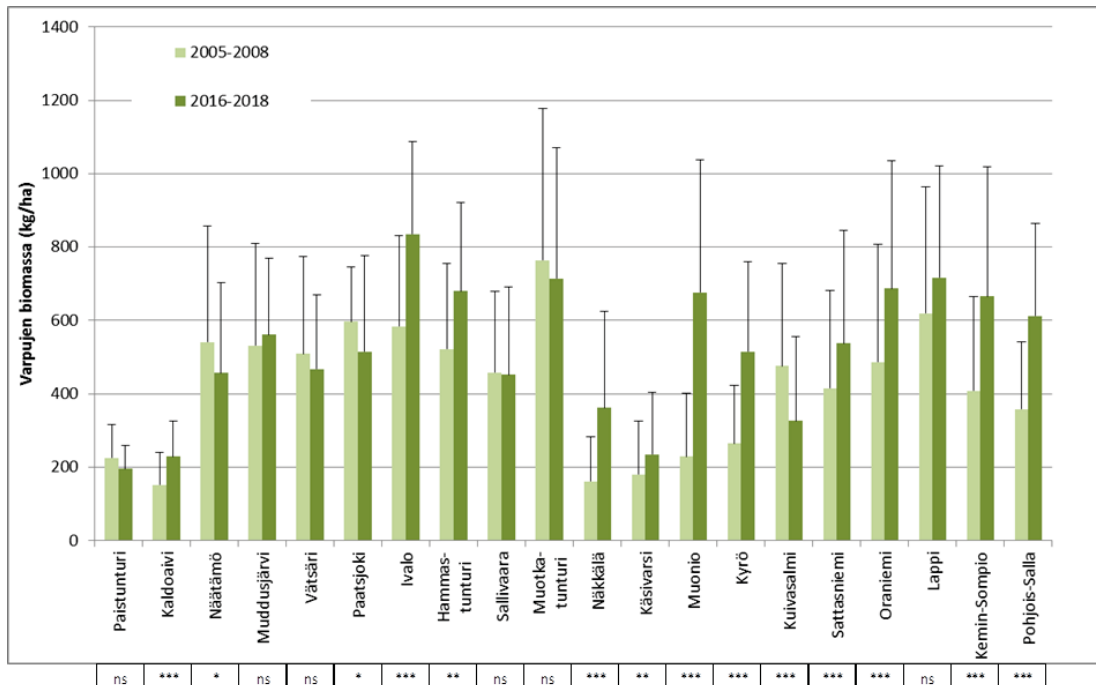


Kuva 30. Poronjäkälien keskimääräiset biomassat (kg/ha \pm SD) paliskuntien kaikilla koaloilla kahdessa laiduninventoinnissa laskettuna laidunalueiden jäkälälaidunten osuuksilla painotettuina. Biomassojen välisten erojen tilastollinen merkittävyys inventointien välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns.= ei merkitsevä; *= $p < 0,05$; **= $p < 0,01$; ***= $p < 0,001$).

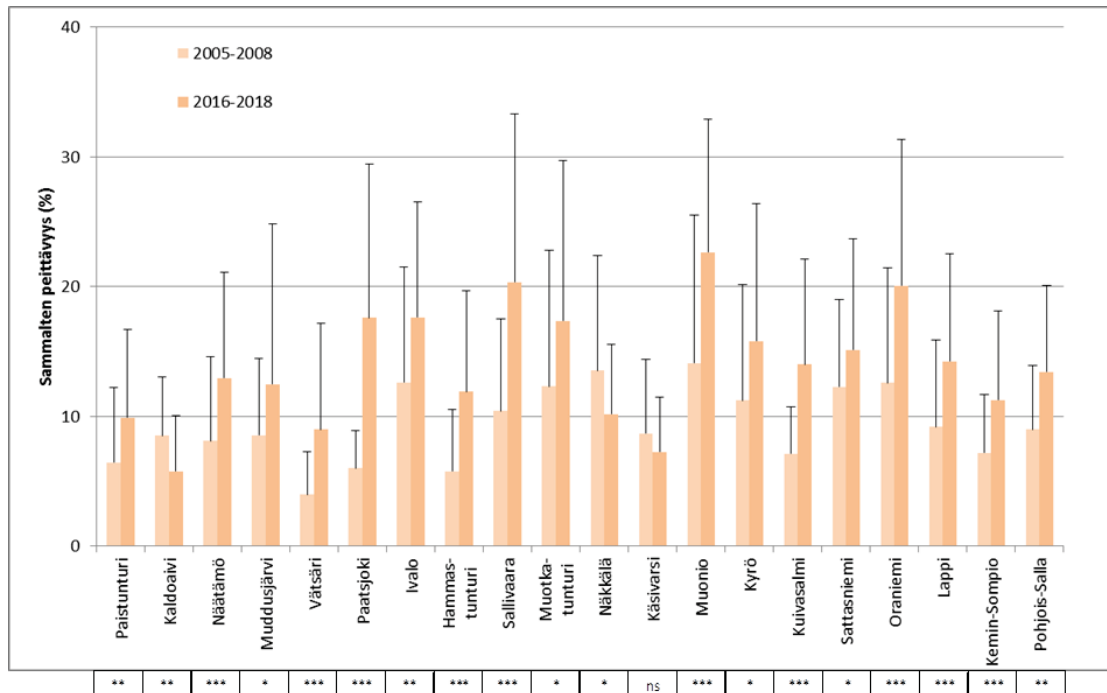
Muista jäkälistä porolle ravintona merkittävän lapalumijäkälän peittävydet koaloilla olivat vähentyneet tilastollisesti merkitsevästi 5 paliskunnassa, kun taas muissa paliskunnissa nämä muutokset eivät olleet merkitseviä tai lapalumijäkälää ei esiintynyt (kuva 31). Varpujen biomassat olivat sen sijaan nousseet tilastollisesti merkitsevästi 11 paliskunnassa ja laskeneet 3 paliskunnassa, mutta 6 paliskunnassa nämä muutokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (kuva 32). Sammalten peittävydet koaloilla olivat vastaavasti nousseet tilastollisesti merkitsevästi 17 paliskunnassa ja laskeneet 2 paliskunnassa, mutta vain yhdessä paliskunnassa ei ollut tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta (kuva 33). Heinien ja sarojen peittävydet olivat pudonneet tilastollisesti merkitsevästi 11 paliskunnassa ja nousseet vain yhdessä paliskunnassa, kun taas 8 paliskunnassa merkitsevää muutosta ei havaittu (kuva 34). Mineraalimaan peittävydet olivat nousseet tilastollisesti merkitsevästi 2 paliskunnassa ja laskeneet 3 paliskunnassa, muissa 15 paliskunnassa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta (kuva 35).



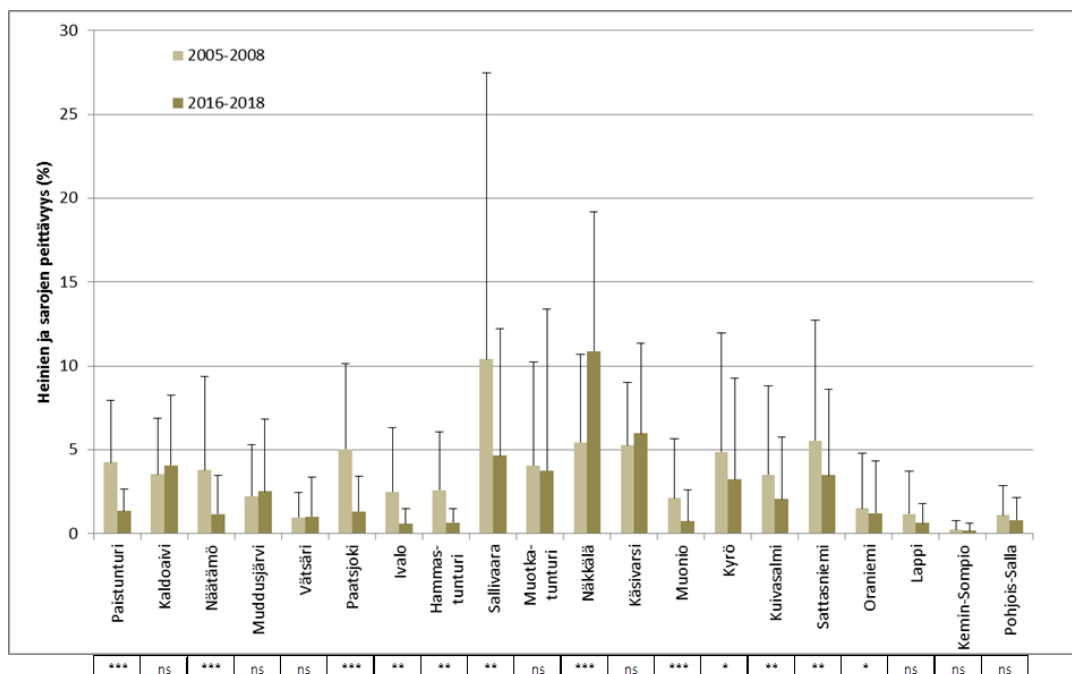
Kuva 31. Lapalumijäkälän keskimääräiset peittävydet (% ± SD) paliskuntien kaikilla koelaloilla kahdessa laiduninventoinnissa. Peittävyksien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys inventointien välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns.= ei merkitsevä; *= p<0,05; **=p<0,01; ***=p<0,001).



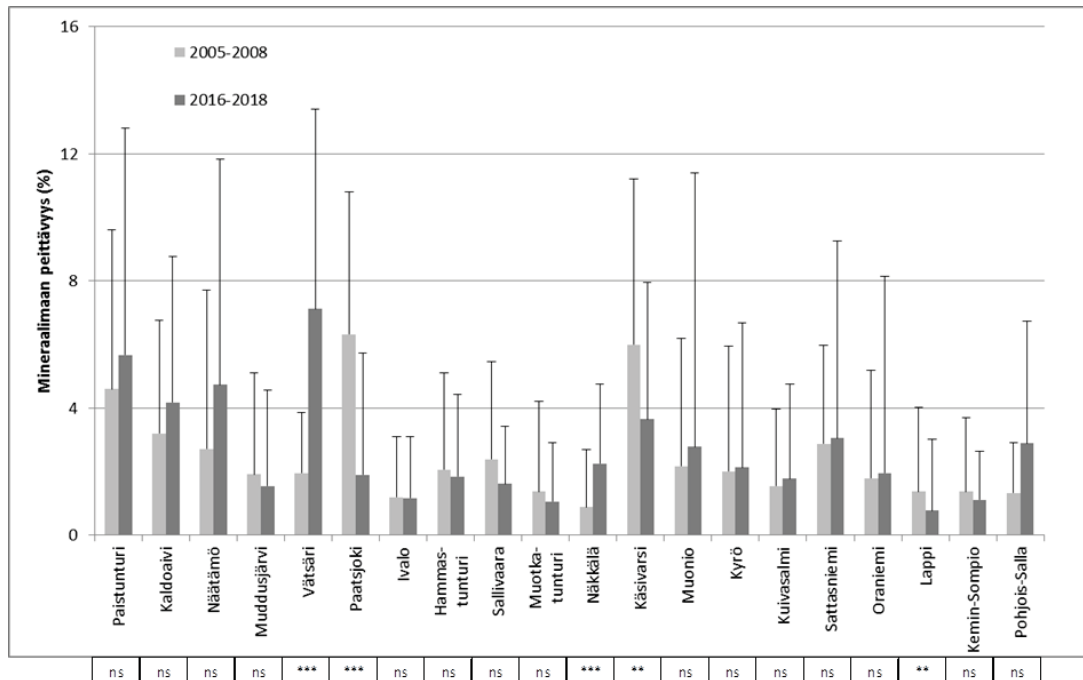
Kuva 32. Varpujen keskimääräiset biomassat (kg/ha ± SD) paliskuntien kaikilla koelaloilla kahdessa laiduninventoinnissa. Biomassojen välisten erojen tilastollinen merkitsevyys inventointien välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns.= ei merkitsevä; *= p<0,05; **=p<0,01; ***=p<0,001).



Kuva 33. Sammalten keskimääräiset peittävydet (% ± SD) paliskuntien kaikilla koaloilla kahdessa laiduninventoinnissa. Peittävyksien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys inventointien välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns.= ei merkitsevä; * = p<0,05; **=p<0,01; ***=p<0,001).



Kuva 34. Heinien ja sarojen keskimääräiset peittävydet (% ± SD) paliskuntien kaikilla koaloilla kahdessa laiduninventoinnissa. Peittävyksien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys inventointien välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns.= ei merkitsevä; * = p<0,05; **=p<0,01; ***=p<0,001).

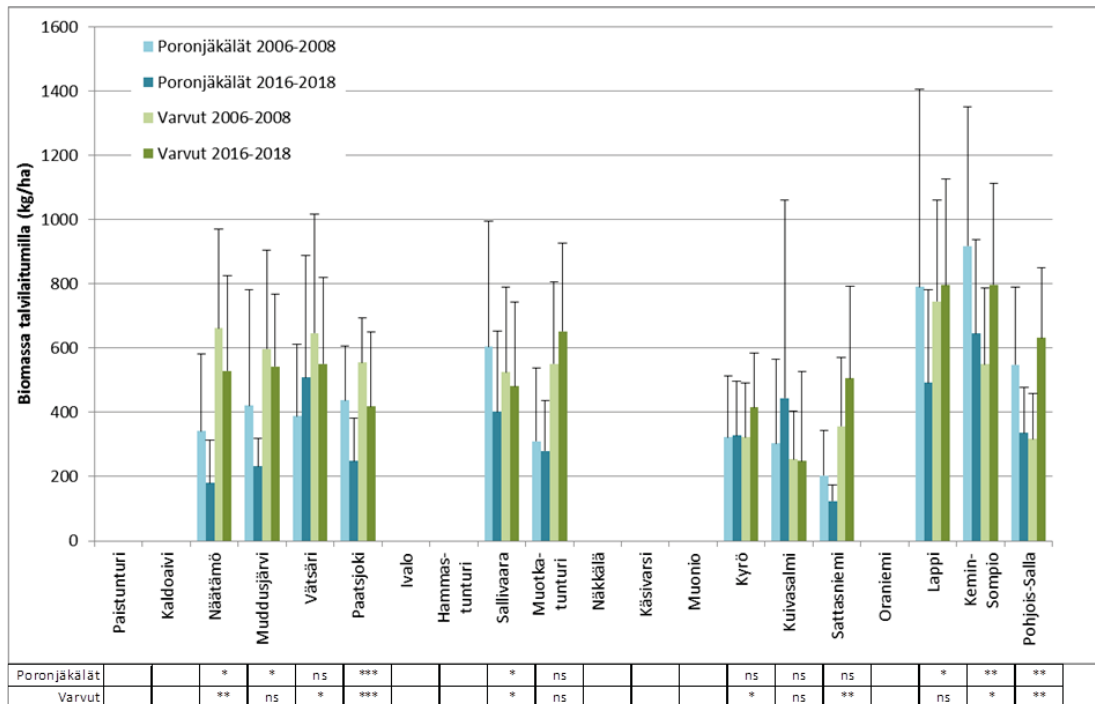


Kuva 35. Mineraalimaan keskimääräiset peittävydet (% ± SD) paliskuntien kaikilla koaloilla kahdessa laiduninventoinnissa. Peittävyysien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys inventointien välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns.= ei merkitsevää; * = p<0,05; ** = p<0,01; *** = p<0,001).

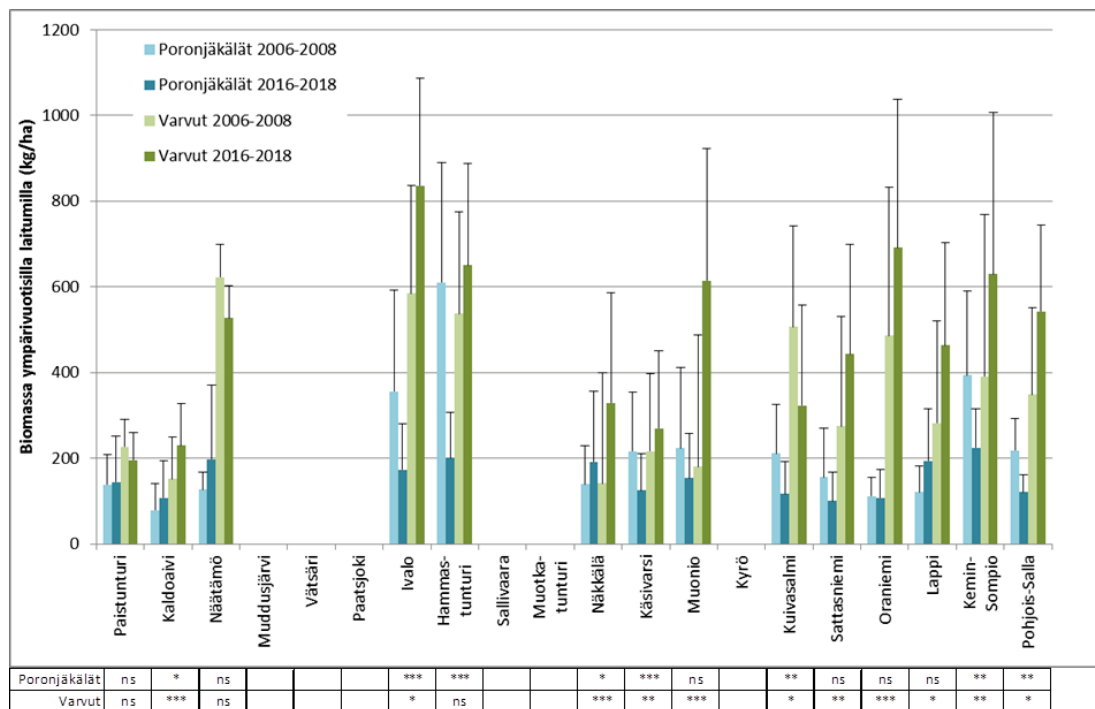
Kun tarkasteltiin poronjäkälien ja varpujen biomassojen muutoksia koaloilla laidunalueittain inventointien välillä, havaittiin, että vain talvilaidunkäytössä olevilla laidunalueilla (12 paliskuntaa) jäkälien biomassat olivat laskeneet tilastollisesti merkitsevästi 7 paliskunnassa. Muissa 5 paliskunnassa ei ollut tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta, vaikka 2 paliskunnassa keskimääräinen jäkäläbiomassa olikin talvilaidunalueilla noussut (kuva 36). Vastaavasti varpujen biomassat olivat talvilaidunkäytössä olevilla laidunalueilla laskeneet tilastollisesti merkitsevästi 4 paliskunnassa ja nousseet 4 paliskunnassa, mutta merkitsevää muutosta ei todettu 4 paliskunnassa.

Ympärivuotisilla laidunalueilla sijaitsevilla koaloilla (14 paliskuntaa) jäkälien biomassat olivat laskeneet tilastollisesti merkitsevästi 6 paliskunnassa ja nousseet 2 paliskunnassa (kuva 37). Muissa 6 paliskunnassa ei ollut tapahtunut merkitsevää muutosta jäkälien biomassoissa, vaikka näistä paliskunnista kahdessa keskimääräinen jäkäläbiomassa oli jonkin verran noussut. Vastaavasti varpujen biomassat ympärivuotisten laidunalueiden koaloilla olivat nousseet tilastollisesti merkitsevästi 10 paliskunnassa ja laskeneet yhdessä paliskunnassa, mutta muissa 3 paliskunnassa merkitsevää muutosta ei havaittu.

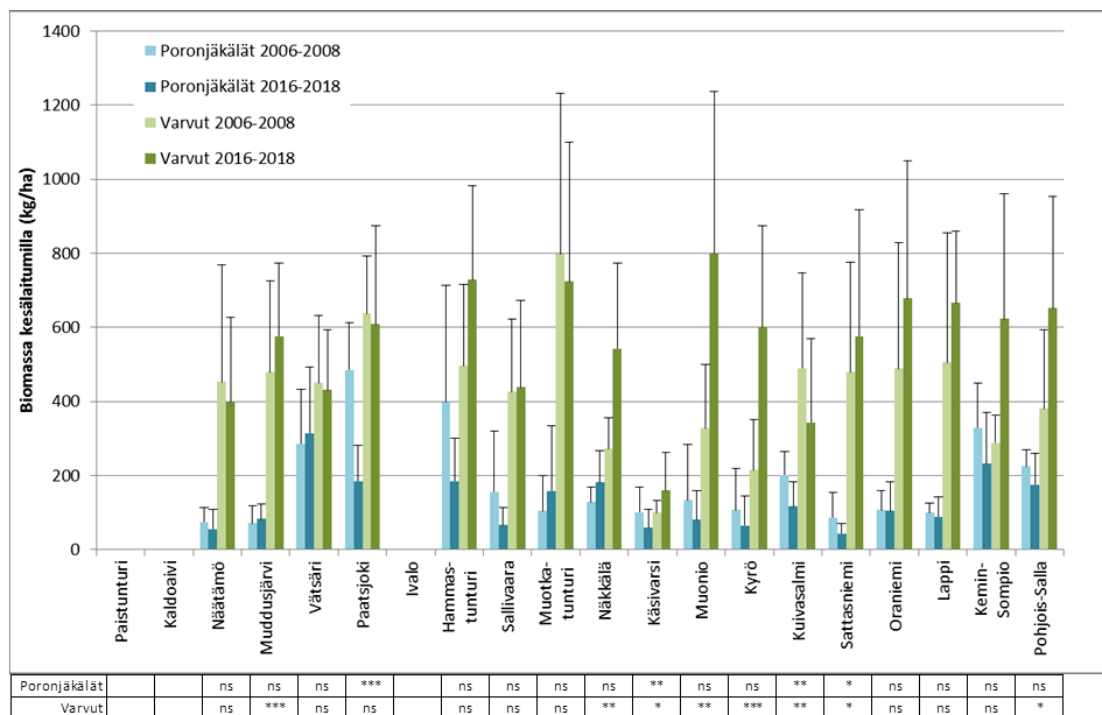
Kesälaidunalueilla sijaitsevilla koaloilla (17 paliskuntaa) jäkälien biomassat olivat laskeneet tilastollisesti merkitsevästi 4 paliskunnassa, mutta muissa 13 paliskunnassa ei havaittu merkitsevää muutosta (kuva 38). Vastaavasti varpujen biomassat kesälaidunalueilla olevilla koaloilla olivat nousseet tilastollisesti merkitsevästi 7 paliskunnassa ja laskeneet yhdessä paliskunnassa, mutta muissa 9 paliskunnassa ei havaittu merkitsevää muutosta.



Kuva 36. Poronjäkälien ja varpujen keskimääräiset biomassat (kg/ha ± SD) paliskuntien vain talvilaidunnuksessa olevien laidunalueiden koaloilla kahdessa laiduninventoinnissa. Biomassojen välisten erojen tilastollinen merkitsevyys inventointien välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns.= ei merkitsevää; *= p<0,05; **=p<0,01; ***=p<0,001).



Kuva 37. Poronjäkälien ja varpujen keskimääräiset biomassat (kg/ha ± SD) paliskuntien ympärivuotisessa laidunnuksessa olevien laidunalueiden koaloilla kahdessa laiduninventoinnissa. Biomassojen välisten erojen tilastollinen merkitsevyys inventointien välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns.= ei merkitsevää; *= p<0,05; **=p<0,01; ***=p<0,001).

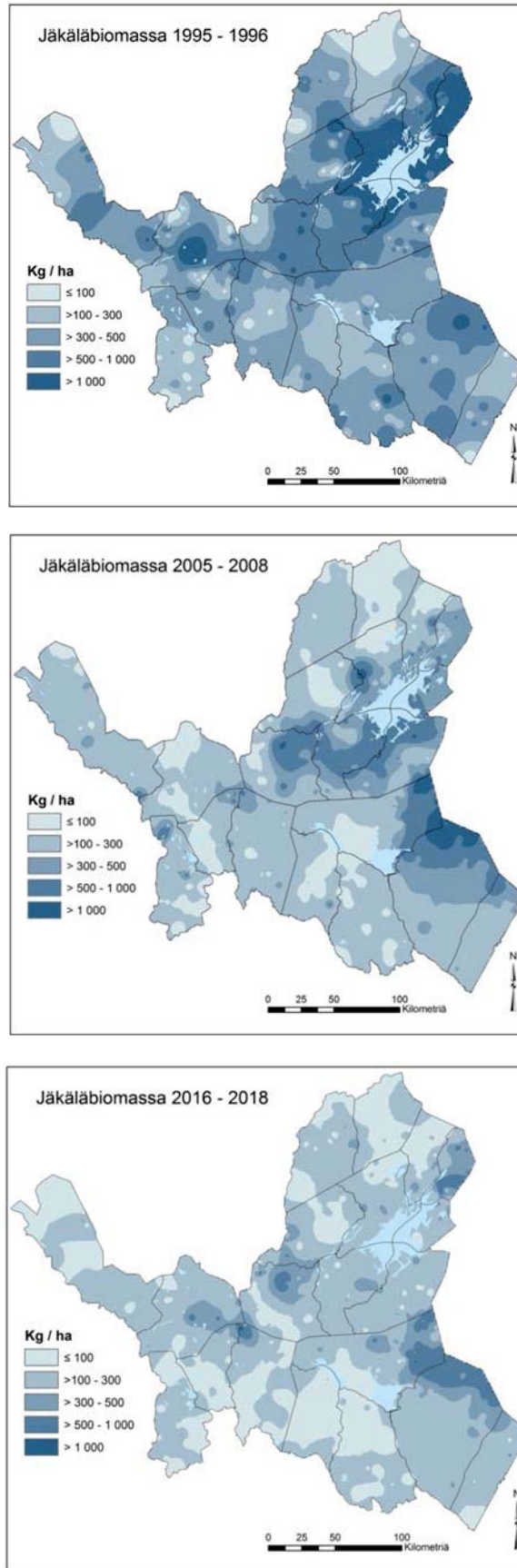


Kuva 38. Poronjäkälien ja varpujen keskimääräiset biomassat (kg/ha ± SD) paliskuntien kesäaikaisessa laidunnuksessa olevien laidunalueiden koealoilla kahdessa laiduninventoinnissa. Biomassojen välisten erojen tilastollinen merkitsevyys inventointien välillä on ilmoitettu kuvan alapuolella (ns.= ei merkitsevää; *= p<0,05; **=p<0,01; ***=p<0,001).

Poronjäkälien alueelliset muutokset eri inventointien välillä

Poronjäkälien biomassoissa tapahtuneet alueelliset muutokset, jotka on projisoitu kartoille kolme kertaa toteutetun jäkälälaidunten koealojen inventointien perusteella, on esitetty kuvassa 39. Jäkälämäärät olivat 1995–1996 toteutetun inventoinnin aikana korkeimmat Metsä-Lapin alueen ja erityisesti Inarinjärven ympärillä olevien paliskuntien alueilla. Vuosien 2005–2008 inventoinnissa näiden alueiden jäkäläköjen jäkälämäärät olivat vähentyneet, vaikka edelleen jäkälämäärät kyseisellä alueella olivat selvästi korkeammat kuin muulla osalla inventoitua aluetta. Lapin paliskunnan ja osittain myös Kemin-Sompion paliskunnan talvilaidunalueilla jäkälämäärät olivat inventointien 1995–1996 ja 2005–2008 välillä lisääntyneet.

Tunturi-Lapin ja Keski-Lapin metsätalousvaltaisissa paliskunnissa jäkälämäärät olivat jo vuosien 1995–1996 inventoinnissa selvästi pienemmät kuin Metsä-Lapin alueen paliskunnissa ja ne vähenivät edelleen vuosien 2005–2008 inventointiin. Nyt vuosina 2016–2018 toteutetussa inventoinnissa jäkälämäärät ovat joitakin paliskuntia tai joitakin laidunalueita lukuun ottamatta edelleen pääosin vähentyneet. Utsjoen paliskunnissa sekä myös Näkkälän paliskunnassa jäkälämäärät ovat jonkin verran lisääntyneet, mikä näkyy keskimääräisten jäkäläbiomassojen lisääntymisenä koealoilla. Myös Keski-Lapin metsätalousvaltaisella alueella jäkälämäärien väheneminen näyttää pysähtyneen niissä paliskunnissa, joissa jäkälämäärät olivat pienimmät vuoden 2005–2008 inventoinnissa.



Kuva 39. Paliskunnittaiset ja alueelliset jäkäläbiomassat (kg/ha) interpoloituina kolmessa eri laiduninventoinnissa tutkittujen koalojen perusteella.

Kaiken kaikkiaan jäkälälaitumilla viime vuosikymmenen aikana tapahtuneet muutokset voidaan tiivistää siten, että poronhoitoalueen pohjoisosan 20 paliskunnassa jäkälälaidunten jäkälämäärät ovat edelleen useimmissa paliskunnissa ja niiden laidunalueilla vähentyneet, kun taas varpujen ja sammalten määrä jäkäläkoilla on pääosin lisääntynyt. Erityisesti havumetsäalueen paliskunnissa varpujen ja sammalten määrä jäkäläkoilla on lisääntynyt silmiinpistävästi. Myös lähes kaikissa tunturialueen paliskunnissa varpujen ja sammalten määrät jäkäläkoilla ovat lisääntyneet.

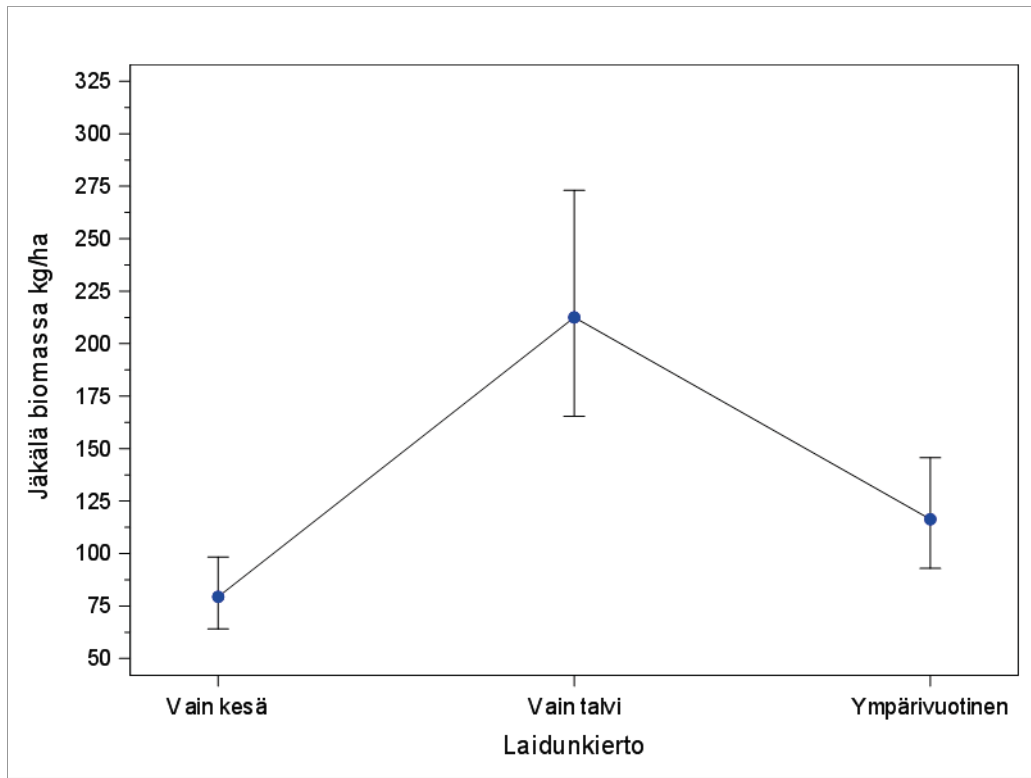
Näiden muutosten taustalla on todennäköisesti useita syitä, jotka liittyvät porojen laidunnuksen intensiteetin ja ajoittumisen, metsätalouden aiheuttaman metsien rakenteellisten muutosten ja osin myös ilmastonmuutoksen aiheuttamiin vaikutuksiin (mm. kasvukauden pidentyminen) eri kasvilajiryhmien määrissä, tuottavuudessa ja kilpailukyvyssä (Cornelissen ym. 2001; Joly ym. 2009; Pajunen ym. 2012; Kumpula ym. 2014; Sandström ym. 2016; Vuorinen ym. 2017). Poronjäkälät menestyvät näiden vaikutusmekanismien ja lajien keskinäisen kilpailun alla heikoimmin, kun taas varvut ja sammalet hyötyvät eniten. Samalla myös porojen laidunus vaikuttaa yhä enemmän väheneviin jäkälälaidunresursseihin, jotka vähenevät määrältään ja tuottavuudeltaan monesta eri syystä.

4.7. Laidunten jäkäläbiomassoihin vaikuttaneet tekijät ja biomassamuutosten syyt

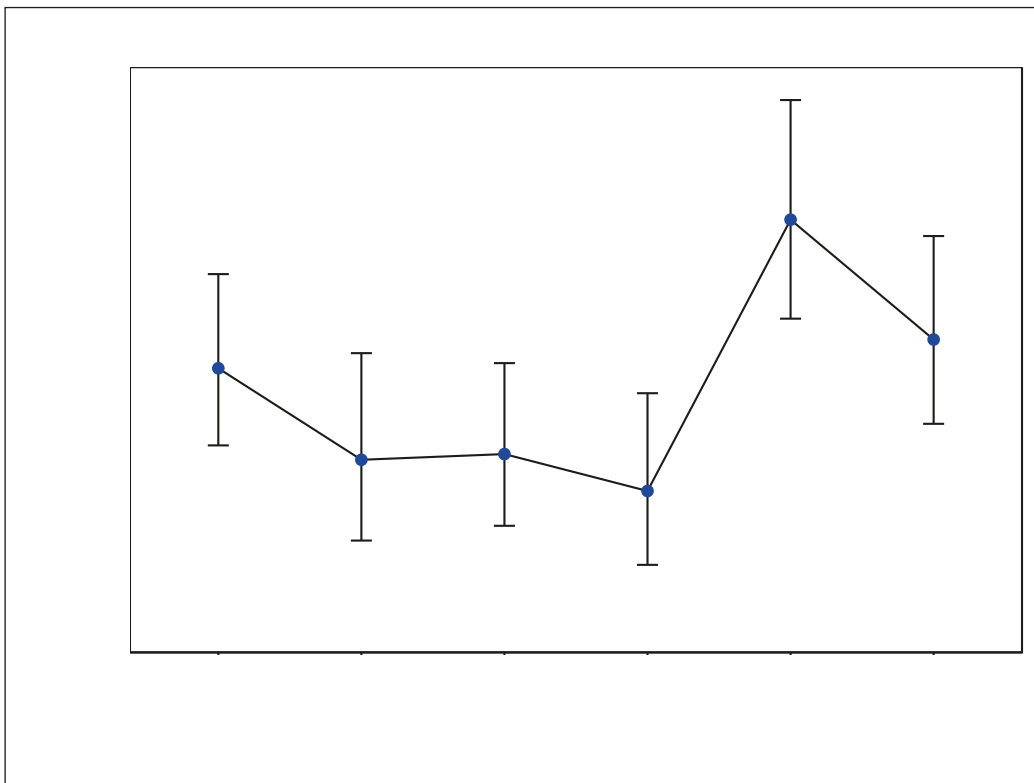
Vuosien 2016–2018 inventointi

Vuosien 2016–2018 inventoinnin jäkäläbiomassa-analyysissä malliin jäivät jäkäläbiomassoja selittäviksi tekijöiksi vain muuttujat: laidunten käyttötapa (laidunkierto), jäkäläkoiden laidunluokka, keskimääräinen 10 vuoden eloporotiheys jäkälälaitumilla sekä satunnaismuuttujat paliskunta ja laidunkierto (paliskunta) yhdysvaikutuksena. Mikään muuttujien yhdysvaikutus ei jäänyt malliin. Analyysi tehtiin ln-muunnetulle aineistolle ja tulokset esitetään takaisinmuunnettuina kg/ha -lukuina. Nämä luvut eivät ole suoraan vertailukelpoisia kappaleessa 4.4. esitettyjen lukujen kanssa, koska laskentatapa on erilainen. Koska luvut ovat muunnettuja, tilastollisten testien tunnusluvut on esitetty suhdelukuina.

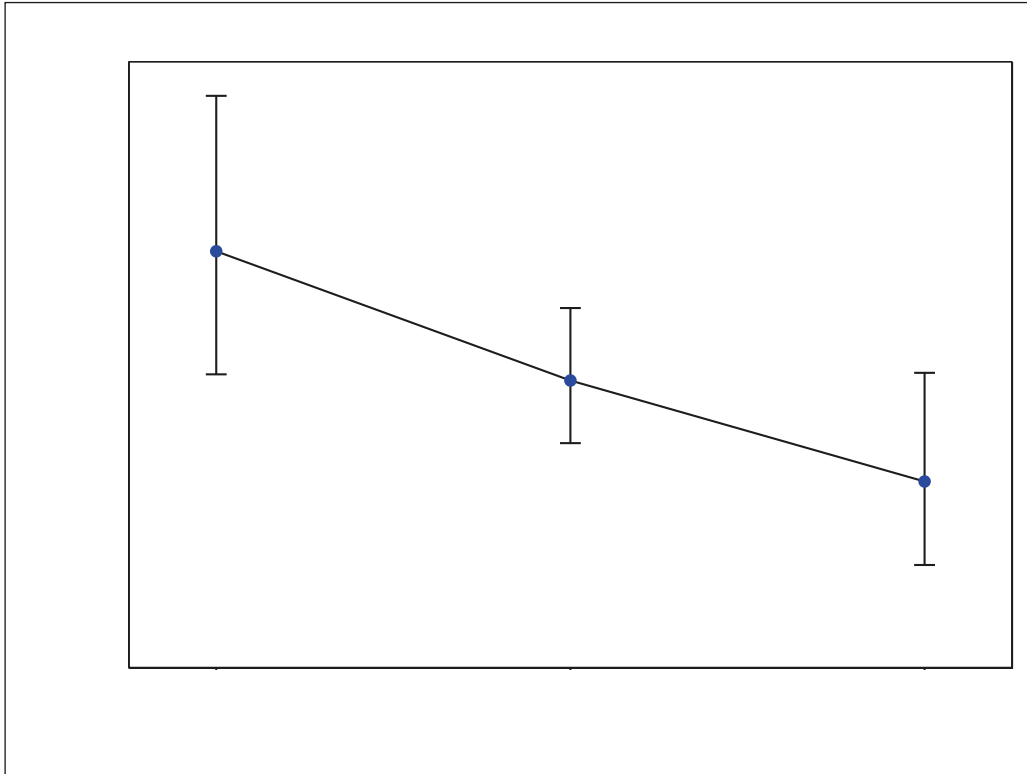
Jäkälän biomassat poikkesivat eri tavoin käytettyjen laidunalueiden välillä tilastollisesti merkitsevästi toisistaan: vain talvikäytössä olleiden alueiden keskimääräinen jäkäläbiomassa oli 2,7 -kertainen verrattuna kesälaitumiin ja 1,8 -kertainen verrattuna ympärivuotisessa käytössä olleisiin laitumiin (Kuva 40 ja Taulukko 8). Jäkäläkoiden laidunluokkien osalta vanhassa mäntymetsässä oli eniten jäkälää ja se poikkesi 1,25–1,9 -kertaisesti muista laidunluokista (Kuva 41). Jäkälälaidunten pitkäaikaisella eloporotiheydellä oli tilastollisesti merkitsevä negatiivinen vaikutus jäkäläbiomassaan. Eloporetiheyden kasvaessa viidestä viiteentoista jäkäläbiomassa laski noin 40 % (Kuva 42). Myös luppolaitumien osuus paliskunnan maa-alasta vaikutti tilastollisesti merkitsevästi positiivisesti jäkäläbiomassan määrään. Kun luppolaitumien osuus kasvoi 5 prosentista 45 prosenttiin, niin jäkäläbiomassan määrä 1,5-kaksinkertaistui (Kuva 43).



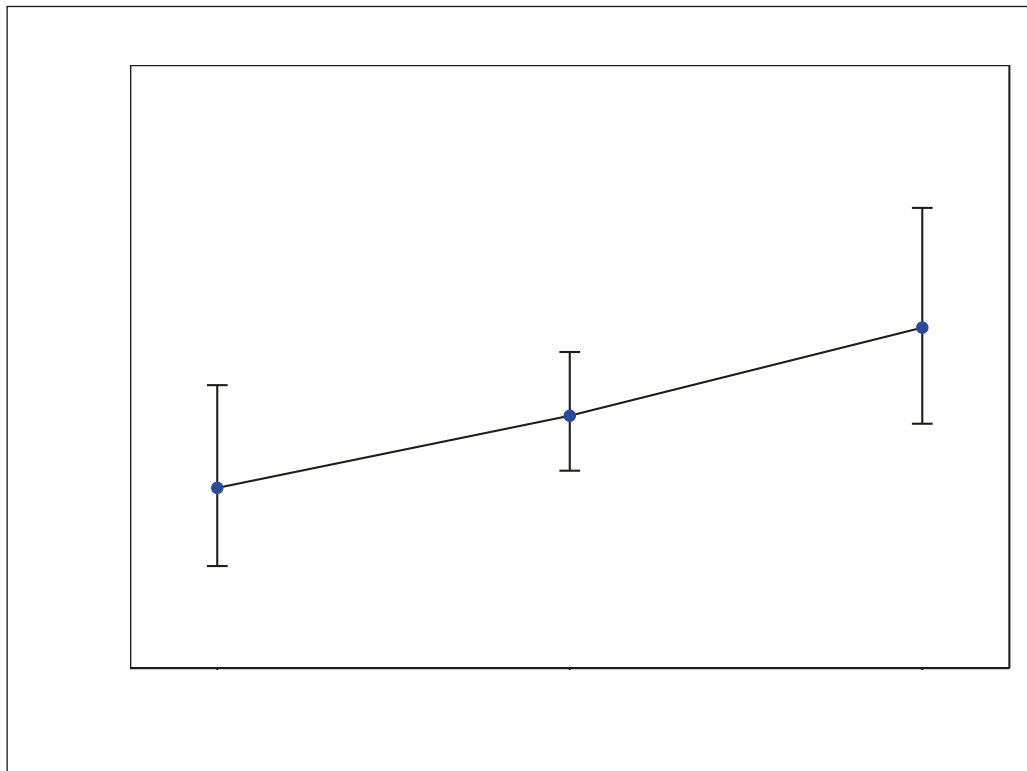
Kuva 40. Jäkäläbiomassan keskiarvoestimaatit (95 % luottamusväli) eri tavoin laidunnetuilla alueilla (laidunkierro).



Kuva 41. Jäkäläbiomassan keskiarvoestimaatit (95 % luottamusväli) eri jäkälälaidunten luokissa.



Kuva 42. Kuva 41. Jäkäläbiomassan keskiarvoestimaatit (95 % luottamusväli) eri eloporotiheyksillä.



Kuva 43. Kuva 42. Jäkäläbiomassan keskiarvoestimaatit (95 % luottamusväli) ja paliskunnan luppolaidunten %-osuus maa-alasta.

Taulukko 8. Jäkäläbiomassojen tilastolliset erot eri laidunalueiden (laidunkierto) ja laidunluokkien välillä vuosien 2016–2018 inventoinneissa. Erot on esitetty suhdelukuna, tilastollisesti merkitsevät erot on esitetty tähdellä (ns. = ei merkitsevä; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$).

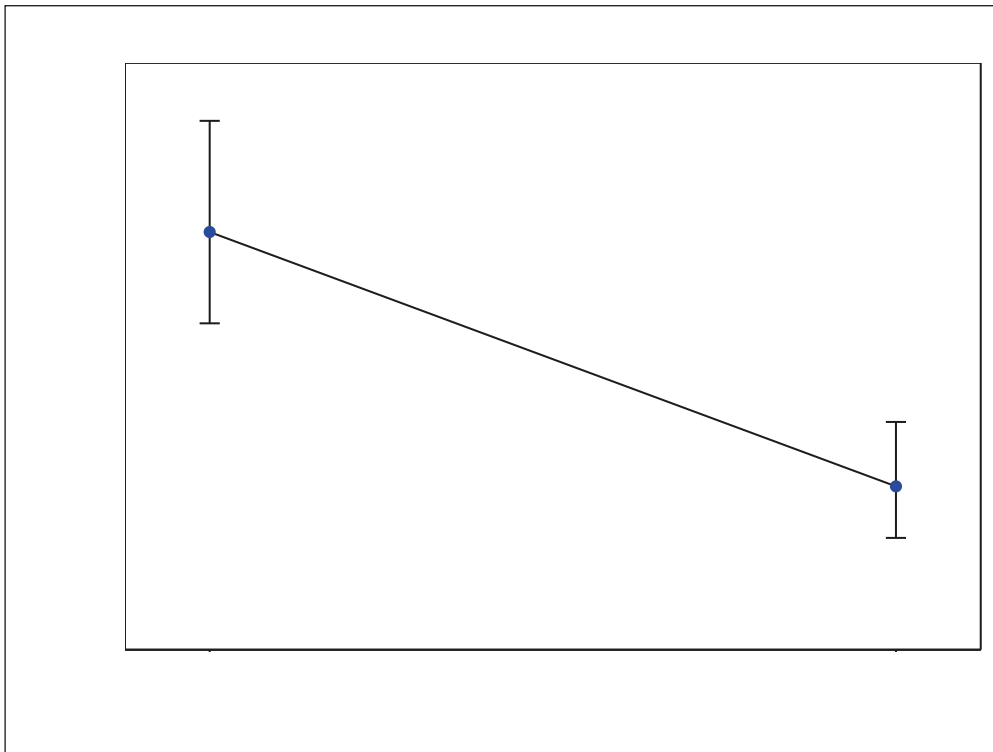
Muuttuja	Vertailu	Suhdeluku	95 % luottamusväli			1/suhdeluku	
			Alaraja	Yläaraja			
Laidunkierto							
Vain kesä	vs. Vain talvi	0.374	0.277	0.504	2.677	***	
Vain kesä	vs. Ympärivuotinen	0.683	0.510	0.914	1.465	*	
Vain talvi	vs. Ympärivuotinen	1.827	1.319	2.530	0.547	***	
Laidunluokka							
Nuori mäntymetsä	vs. Hakkuut ja taimikot	1.274	0.968	1.677	0.785	ns.	
Nuori mäntymetsä	vs. Tunturikangas	1.253	0.951	1.651	0.798	ns.	
Nuori mäntymetsä	vs. Tunturikoivikko	1.406	1.035	1.910	0.711	*	
Nuori mäntymetsä	vs. Vanha mäntymetsä	0.741	0.608	0.903	1.350	**	
Nuori mäntymetsä	vs. Varttunut mäntymetsä	0.937	0.761	1.153	1.068	ns.	
Hakkuut ja taimikot	vs. Tunturikangas	0.983	0.700	1.380	1.017	ns.	
Hakkuut ja taimikot	vs. Tunturikoivikko	1.103	0.766	1.588	0.906	ns.	
Hakkuut ja taimikot	vs. Vanha mäntymetsä	0.581	0.442	0.765	1.720	***	
Hakkuut ja taimikot	vs. Varttunut mäntymetsä	0.735	0.552	0.978	1.361	*	
Tunturikangas	vs. Tunturikoivikko	1.122	0.839	1.501	0.891	ns.	
Tunturikangas	vs. Vanha mäntymetsä	0.591	0.454	0.769	1.691	***	
Tunturikangas	vs. Varttunut mäntymetsä	0.747	0.570	0.981	1.338	*	
Tunturikoivikko	vs. Vanha mäntymetsä	0.527	0.393	0.706	1.898	***	
Tunturikoivikko	vs. Varttunut mäntymetsä	0.666	0.491	0.904	1.501	**	
Vanha mäntymetsä	vs. Varttunut mäntymetsä	1.264	1.029	1.553	0.791	*	

Vuosien 2005–2008 ja 2016–2018 välinen muutos

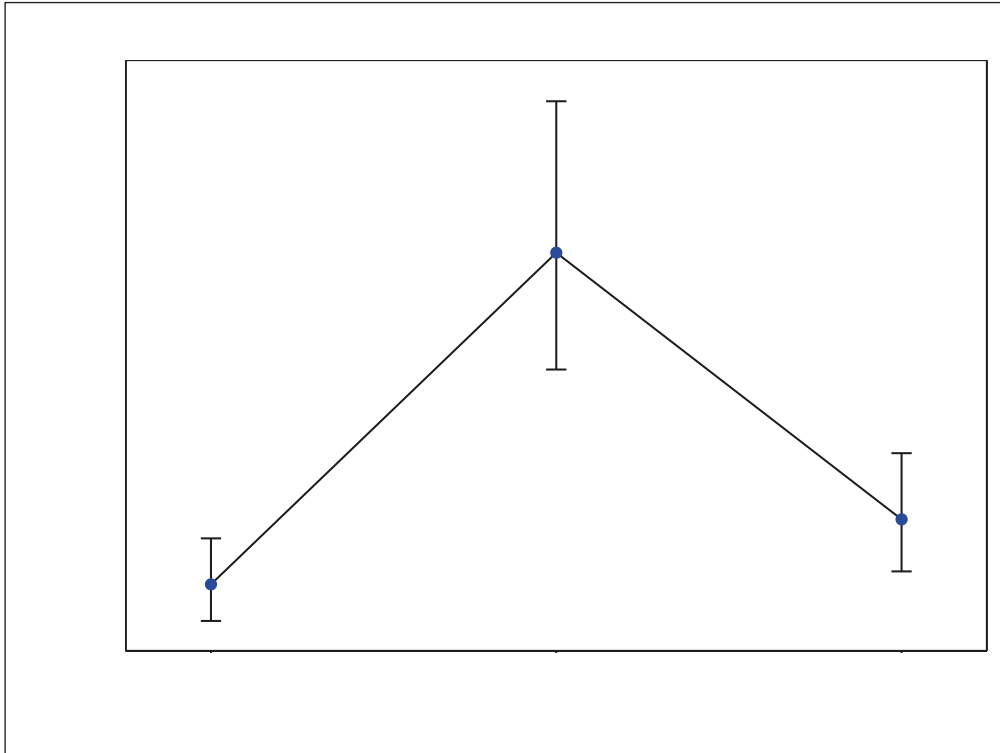
Inventointien välisen muutosanalyysissä malliin jäivät jäkäläbiomassoja selittäviksi tekijöiksi vain muuttujat: inventointikerta, jäkäläbiomassan laidunnustapa (laidunkierto), jäkäläbiomassan laidunluokka, edellisen 10 vuoden talvien keskilämpötila, inventointi x laidunluokka -yhdysvaikutus ja inventointi x talvien keskilämpö -yhdysvaikutus. Satunnaismuuttuja paliskunta, laidunkierto (paliskunta) ja inventointikerta jäivät mukaan malliin. Mikään muu muuttujien yhdysvaikutus ei jäänyt malliin. Analyysi tehtiin ln-muunnetulle aineistolle ja tulokset esitetään takaisinmuunnettuina kg/ha -lukuina samalla tapaa kuin edellä. Nämä luvut eivät ole suoraan vertailukelpoisia kappaleessa 4.4. esitettyjen lukujen kanssa, koska laskentatapa on erilainen. Koska luvut ovat muunnettuja, tilastollisten testien tunnusluvut on esitetty suhdelukuna.

Inventointien välillä mallin ennustama jäkäläbiomassan taso putosi keskimäärin puoleen (Kuva 44). Laidunkierron vaikutus jäkäläbiomassoihin ei muuttunut inventointien välillä (yhdysvaikutus ei tullut mukaan) vaan pysyi samanlaisena (Kuva 45. ja kuva 40). Jäkäläbiomassan laidunluokkien ja inventointien välisen ajan yhdysvaikutus näkyy siten, että kummassakin inventoinnissa varttunut ja vanha mäntymetsä erottuivat selvästi muista laidunluokista jäkälän korkeampien biomassojen vuoksi muista laidunluokista, vaikka jäkäläbiomassat olivat vähentyneet kaikissa laidunluokissa. Jäkälämäärät olivat pudonneet vuosien 2015–2018 inventoinnissa eniten hakkuualueilla ja taimikoissa sekä varttuneissa metsissä verrattuna vuosien 2016–2018 inventoinnin jäkäläbiomassoihin samoissa luokissa. Vuosien 2016–2018 inventoinnissa enää vain vanha mäntymetsä erottui selvästi muista laidunluokista korke-

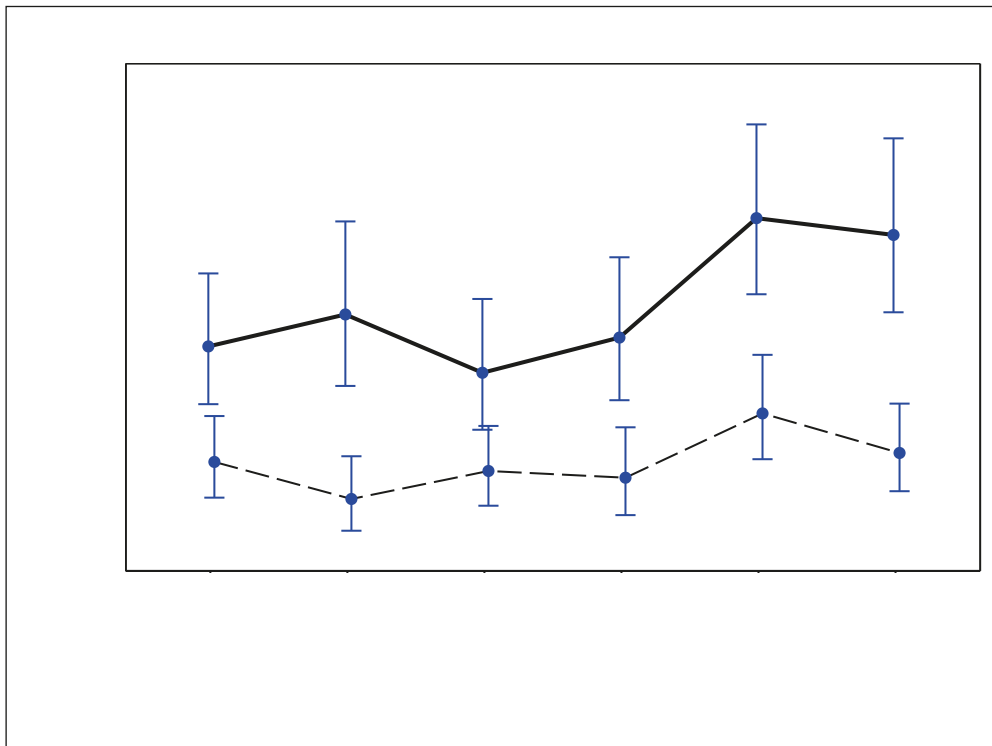
amman jäkäläbiomassan osalta, vaikka myös siinä oli tapahtunut jäkälän biomassatason putoamista. Sen sijaan tunturikoivikoissa ja nuorissa mäntymetsissä jäkäläbiomassa suhteellinen putoaminen oli pienempi kuin muissa laidunluokissa, vaikka myös niissä jäkälämäärä olivat pieniä ja putosivat inventointien välillä (Kuva 46). Vuosien 2005–2008 inventoinnissa niillä laidunalueilla, joilla oli korkeampi keskimääräinen talviaikainen sadanta (10 vuoden keskiarvo) havaittiin korkeampia jäkälä biomassoja. Vuoden 2018 inventoinnin yhteydessä tätä trendiä ei ole enää nähtävissä (Kuva 47).



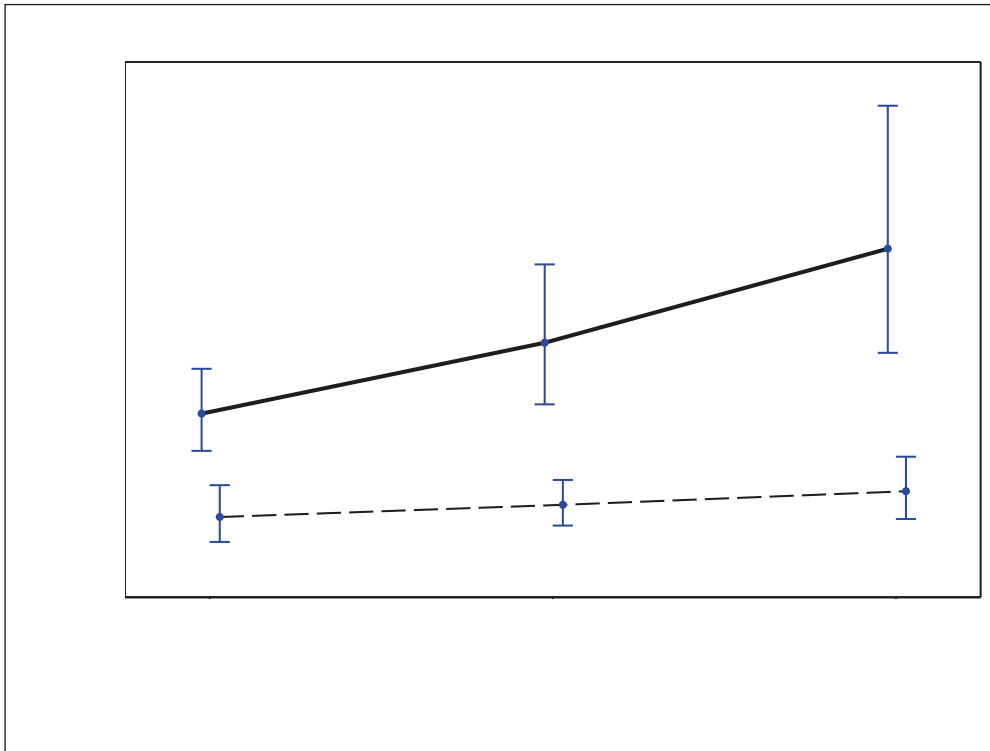
Kuva 44. Jäkäläbiomassan keskiarvoestimaatit (95 % luottamusväli) vuosien 2005–2008 (2008) ja 2016–2018 (2018) inventoinneissa.



Kuva 45. Jäkäläbiomassan keskiarvoestimaatit (95 % luottamusväli) eri tavoin laidunnetuilla alueilla (laidunkierro) (inventoinnit 2005–2008 ja 2016–2018 yhdessä).



Kuva 46. Jäkäläbiomassan keskiarvoestimaatit (95 % luottamusväli): inventointien x laidunluokkien yhdysvaikutus.



Kuva 47. Jäkäläbiomassan keskiarvoestimaatit (95 % luottamusväli): inventointi x talven keskilämpötilan yhdysvaikutus.

Edelliset analyysit osoittivat, että jäkäläbiomassat riippuvat edelleen hyvin samankaltaisesti niistä tekijöistä, jotka myös edellisessä laiduninventoinnissa selittivät jäkäläbiomassaa (Kumpula ym. 2014). Poronhoidon osalta jäkäläbiomassaan vaikuttaa jäkälälaidunten pitkäaikaisten porotiheyksien ohella hyvin selvästi myös paliskunnassa käytössä oleva jäkäläbiomassan laidunnustapa (laidunkiertosysteemi). Lumettomana aikana tapahtuvan laidunnuksen ja tallauksen vaikutus jäkäläbiomassaan on yli kaksinkertainen verrattuna siihen, että niitä laidunnetaan vain talviaikana. Analyysit osoittivat myös, että erityisesti varttuneissa ja vanhoissa mäntymetsissä on edelleen selvästi enemmän jäkälää kuin sitä nuoremmassa metsien ikäluokissa. Samoin kuin aikaisemmin analyysit osoittavat myös, että varttuneiden ja vanhojen metsien kokonaismäärän vähetessä paliskunnassa, jäkälälaidunten jäkäläbiomassat putoavat merkittävästi koko paliskunnan alueella. Nämä metsien ikäluokan ja rakenteen vaikutukset porolaidunten jäkäläbiomassaan ovat samankaltaiset, jotka myös Ruotsin poronhoitoalueella on havaittu (Sandström ym. 2016). Myös poronhoitoalueen eteläpuolella Suomessa on havaittu laaja-alainen maajäkälän väheneminen, jonka syyt liittyvät todennäköisesti huomattavalta osin metsien rakenteellisiin muutoksiin (Tonteri ym. 2016).

Vastaavasti jäkäläbiomassaan muutoksiin inventointien välillä vaikuttivat tilastollisesti merkittävästi enää vain jäkäläbiomassan laidunnustapa (laidunkierto) ja jäkäläbiomassan laidunluokka. Todennäköinen syy tähän on se, että poronhoidon, metsätalouden ja maankäytön sekä osittain myös ilmastonmuutoksen yhteisvaikutukset jäkäläbiomassaan alkavat olla vaikeasti erotettavissa toisistaan jäkäläbiomassan pienentyessä tietyn tason alapuolelle. Tämän tason alapuolella esim. porotiheyden vaikutus jäkälälaidunten kunnon muutoksiin voi olla vaikea havaita. Vastaavasti kuluneiden jäkäläbiomassan elpymiseen ei myöskään porotiheyden pienentäminen vaikuta kovin merkittävästi jäkäläbiomassan elpymiseen, ellei myös muita jäkäläbiomassan kuntoon vaikuttavia tekijöitä huomioida ja tehdä myös niiden osalta toimenpiteitä, jotka edistävät jäkäläbiomassan elpymistä (ks. Kumpula ym. 2015; Pekkarinen ym. 2015). Monipuolisista elvytystoimenpiteistä huolimatta kuluneiden jäkäläbiomassan elpymiseen vaadittaisiin kuitenkin vuosikymmenien pituinen elpymisaika (Tahvonnen ym. 2014; Pekkarinen ym. 2015).

4.8. Paliskuntien porotiheydet ja poroa kohti käytettävissä olevat laitumet

Paliskuntien suurimmat sallitut eloporomäärät vaihtelevat paliskunnan koosta ja sijainnista riippuen välillä 500–12 000 eloporoa (taulukko 9). Joissakin poronhoitoalueen pohjoisosien paliskunnissa on kuitenkin luettu viimeisen kymmenen vuoden aikana keskimäärin selvästi enemmän eloporoja kuin mitä suurin sallittu eloporomäärä edellyttäisi. Vastaavasti muutamissa poronhoitoalueen paliskunnissa keskimääräinen eloporomäärä on viimeisten kymmenen vuoden ajalta ollut selvästi alle suurimman sallitun eloporomäärän.

Suurimpien sallittujen eloporomäärien mukaan laskettuna paliskuntien eloporotiheydet vaihtelivat välillä 0,74–3,33 eloporoa/km² maa-ala (taulukko 9). Poronhoitoalueen pohjoisosien paliskunnissa eloporotiheydet maa-ala kohti ovat noin 2,0–2,5 kertaiset verrattuna poronhoitoalueen eteläosien paliskuntiin. Poronhoitoalueen pohjoisosien paliskunnissa on silti selvästi runsaammin jäkälälaitumia eloporoa kohti kuin etelä- ja keskiosien paliskunnissa, joissa puolestaan varpu-, lehti- ja ruoholaidunta ja soita on eloporoa kohti selvästi enemmän kuin poronhoitoalueen pohjoisosan paliskunnissa. Varttuneiden ja vanhojen metsien luppolaitumiksi luokiteltujen laidunten määrä eloporoa kohti sen sijaan vaihtelee paliskuntien välillä huomattavan paljon.

Erityisesti poronhoitoalueen pohjoisosissa eloporotiheyksiä pienentäisi ja poroa kohti käytettävissä olevien laidunten määrää lisäisi jonkin verran se, että maa-alan ja eri laiduntyyppien todellisen pinta-alojen laskemisessa huomioitaisiin paliskuntien topografia ja sen vaikutus. Sitä ei kuitenkaan voitu tehdä vielä tässä inventoinnissa. Vertailu eloporotiheyksien ja käytettävissä olevien laidunresurssien osalta osoittaa kuitenkin, että huolimatta korkeammista eloporotiheksistä poronhoitoalueen pohjoisosien paliskunnissa talvilaidunresurssit erityisesti jäkäläkoivien osalta ovat runsaimmat. Myös laadultaan parhaita vanhojen metsien luppolaitumia on runsaimmin niissä pohjoisosien paliskunnissa, joissa on pinta-alaltaan suuria metsäerämaita sisältäviä suojelualueita.

Poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa on vähän jäkälälaitumia ja useimmissa paliskunnissa myös luonnontilaisten vanhojen metsien luppolaidunten määrä on pieni ja ne ovat pirstoutuneita. Talousmetsäalueelle sijoittuvien luonnontilaisten vanhojen metsien niukkuutta poronhoidon näkökulmasta korostaa myös se seikka, että tehdyssä inventoinnissa kyseisellä alueella varttuneiden ja vanhojen metsien luokka sisältää paljon kertaalleen käsiteltyjä tai hakattuja varttuneita kasvatusmetsiä, joiden rakenne ja laatu luppolaitumina eivät kuitenkaan vastaa alkuperäisten luonnontilaisten vanhojen metsien vastaavia ominaisuuksia (Rytkönen ym. 2013; Kumpula ym. 2014. Sandström ym. 2016). Toisaalta poronhoitoalueen etelä- ja keskiosien paliskunnassa on runsaasti kevät-, kesä- ja syyslaitumia kuivahkojen ja tuoreiden kankaiden ja soiden yleisyyden vuoksi. Erityisesti tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden hakkuualueille kasvaa hakkuiden jälkeen runsaasti metsälauhaa sekä muita heinämäisiä ja ruohomaisia kasveja, joita porot laiduntavat keväästä alkutalveen (Kumpula ym. 2008 ja 2015).

Taulukko 9. Suurimman sallitut ja viimeisen kymmenen vuoden keskimääräiset eloporomäärät (kpl) ja eloporoitiheydet (eloporoa/km² maa-ala) sekä eri talvilaiduntyyppien määrät eloporoa kohti (ha/eloporo) paliskunnissa laskettuna suurimpien sallittujen eloporomäärien mukaan.

Paliskunta	Eloporot 2008/09- 2017/18 (ka) kpl	Suurin sallittu eloporo- määrä (ss) kpl	Maa-ala km ²	Eloporoa (ka)/maa- ala km ²	Eloporoa (ss)/maa- ala km ²	Jäkälä- laidunta/ eloporo (ss) ha	Luppo- laidunta (Kaikki)/ eloporo (ss) ha	Luppo- laidunta (tuoreet ja kuivahkot)/ eloporo (ss) ha	Varpu-, lehti- ja ruoho-laidunta/ eloporo (ss) ha	Suota/ eloporo (ss) ha
Paistunturi	7196	6300	2911	2,47	2,16	27,14	2,49	1,23	11,83	4,45
Kaldoaivi	5548	5300	2230	2,49	2,38	24,63	1,14	0,58	9,99	5,99
Näätämö	3385	3600	1082	3,13	3,33	11,33	5,17	1,46	12,66	5,70
Muddusjärvi	5496	5200	2177	2,52	2,39	11,83	8,23	4,68	13,15	16,31
Vätsäri	3017	3000	868	3,48	3,46	15,60	14,10	3,33	9,91	2,96
Paatsjoki	1227	1600	647	1,90	2,47	10,77	22,27	14,55	19,14	10,13
Ivalo	5655	6000	2512	2,25	2,39	12,28	18,36	12,72	22,59	6,08
Hammasunturi	4851	5500	2157	2,25	2,55	10,16	19,83	15,18	23,64	4,68
Sallivaara	7130	7500	2933	2,43	2,56	10,79	9,69	6,67	17,99	9,54
Muotkatunturi	6711	6800	2451	2,74	2,77	13,46	7,83	3,94	14,26	7,42
Näkkälä	10535	8300	3340	3,15	2,48	11,79	2,74	1,54	12,61	15,18
Käsivarsi	11804	10000	4524	2,61	2,21	16,00	0,33	0,17	12,66	10,69
Muonio	5756	6000	2506	2,30	2,39	7,21	11,46	10,09	19,18	13,53
Kyrö	3245	3500	1656	1,96	2,11	7,70	11,53	9,17	17,89	20,97
Kuivasalmi	5214	6000	3453	1,51	1,74	9,36	20,05	15,46	25,89	21,58
Alakylä	4994	5300	2877	1,74	1,84	3,08	13,35	12,82	21,84	27,64
Sattasniemi	5520	5300	2359	2,34	2,25	5,82	13,43	10,84	19,98	17,91
Oraniemi	5497	6000	3793	1,45	1,58	5,15	14,76	12,68	28,34	28,60
Syvjäjärvi	4995	5500	2169	2,30	2,54	4,74	11,21	9,99	16,99	16,64
Lappi	7704	8000	4065	1,90	1,97	12,23	22,64	16,94	23,16	13,50
Kemin-Sompio	11344	12000	5730	1,98	2,09	11,27	18,51	12,59	23,05	12,42
Pohjois-Salla	4719	4800	2132	2,21	2,25	9,57	15,65	11,42	23,03	10,22
Salla	4885	5300	4221	1,16	1,26	2,96	17,07	15,56	41,44	32,94
Hirvasniemi	2195	2300	1725	1,27	1,33	4,91	16,49	14,37	40,19	27,45
Pyhä-Kallio	5341	6500	3652	1,46	1,78	6,95	12,64	10,63	26,40	20,83
Vanttaus	813	1200	719	1,13	1,67	2,59	9,68	8,96	33,24	21,66
Poikajärvi	4282	4600	2414	1,77	1,91	6,03	10,97	9,33	27,03	17,47
Lohijärvi	1398	1400	1142	1,22	1,23	1,92	7,17	6,97	43,11	32,01
Palojärvi	4754	5000	3629	1,31	1,38	3,30	10,27	9,71	38,06	27,43
Orajärvi	1559	1500	1281	1,22	1,17	5,50	15,33	13,36	40,26	30,92
Kolari	2590	2600	1938	1,34	1,34	3,07	14,72	14,16	34,24	35,38
Jääskö	987	1000	578	1,71	1,73	3,99	8,77	7,95	28,70	23,22
Narkaus	1916	2000	2360	0,81	0,85	3,79	14,34	13,51	60,78	47,51
Niemelä	1502	1900	1104	1,36	1,72	2,67	11,86	10,96	33,07	20,22
Timisjärvi	1812	1900	832	2,18	2,28	5,42	13,18	10,74	22,23	14,30
Tolva	1903	1900	1073	1,77	1,77	1,81	13,83	13,20	29,19	22,45
Posion-Livo	1442	1500	870	1,66	1,72	6,49	12,56	10,59	27,81	21,83
Isosydänmaa	1785	2000	2221	0,80	0,90	2,80	8,54	8,04	42,74	59,36
Kuukas	1519	1500	1395	1,09	1,08	1,99	7,77	7,26	35,12	51,47
Alakitka	1348	1600	1041	1,29	1,54	3,27	17,02	15,75	37,14	21,86
Akanlahti	1001	1000	496	2,02	2,02	4,80	13,56	11,95	25,68	16,09
Hossa-Irni	2553	3000	2671	0,96	1,12	7,48	26,64	24,82	42,53	36,36
Kallioluoma	2022	2300	1357	1,49	1,69	4,09	18,41	17,18	28,15	24,67
Oivanki	2272	2400	1281	1,77	1,87	3,44	9,58	8,35	25,16	19,33
Taivalkoski	2318	2500	2281	1,02	1,10	4,58	24,39	22,98	50,29	33,80
Pudasjärvi	2005	2200	1883	1,06	1,17	6,79	4,25	4,20	21,53	55,19
Oijärvi	1070	1300	1228	0,87	1,06	12,67	3,26	3,26	28,45	48,72
Pudasjärven-Livo	1814	2100	1867	0,97	1,12	3,04	12,76	11,84	38,35	44,36
Pintamo	2631	2600	1718	1,53	1,51	8,11	15,98	15,14	31,52	23,98
Kiiminki	667	800	826	0,81	0,97	9,02	5,93	5,93	30,59	59,30
Kollaja	1099	1100	1103	1,00	1,00	7,88	2,78	2,78	25,04	64,06
Ikonen	466	500	609	0,77	0,82	1,57	8,92	8,62	36,43	80,62
Näljänkä	998	2000	2700	0,37	0,74	7,88	27,82	26,75	65,18	57,30
Halla	1301	2700	3223	0,40	0,84	9,40	30,92	27,97	52,54	52,77

4.9. Laidunluokitusten luotettavuus ja jäkälälaidunten koealojen edustavuus

Laidunluokitusten ja VMI-tulosten vertailussa olivat mukana kaikkien poronhoitoalueella mitattujen 14 883 VMI11:n koealan keskipistekuviot (Liitteet 5–8). Täydellisesti toisiaan vastaavien luokkienkaan osalta ei voi odottaa täysin identtisiä luokituksia mm. siitä syystä, että osa satelliittikuvapikseleistä sisältää VMI-kuvioiden välisiä rajoja. Maanmittauslaitoksen aineistoihin perustuvien vesistöjen, maatalousmaiden ja rakennetun maan porolaidunluokkien perusteella voi arvioida tämäläyppisten, laidunkartoituksen luotettavuuteen liittymättömien, erojen suuruusluokkaa. Laidunkartoituksen vesistöihin osuvista VMI-koealakeskipisteistä 79 kappaletta (8,5 %) on VMI:ssa määritetty maapisteiksi ja muihin laidunkartoituksen luokkiin osuvista 85 kappaletta on määritetty vesipisteiksi (Liite 5). Rakennetun maan osalta luokituserot ovat silmiinpistävästi suuria. Tämä johtuu osittain luokan pienipiirteisyydestä, osittain siitä, että metsä- ja maatalouteen liittyvä rakennettu maa luokitetaan VMI:ssa kyseisiin maaluokkiin.

Suurin osa kuvien ja karujen kankaiden laidunluokkiin osuvista koealoista on VMI-luokituksen mukaan kuivahkoilla tai sitä karummilla kankailla ja suurin osa tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden laidunluokista tuoreilla tai sitä ravinteisemmilla kankailla (Liite 6). Molemmissa pääluokissa on kuitenkin huomattava osa sekä tuoreiden että kuivahkojen kankaiden VMI-koealoja. Laidunkartoituksessa tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden ”Tunturikoivikko”-luokkaan sijoittuvista VMI-koealoista pääosa on VMI:n tuoreilla kankailla ja tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden ”Hakkuualue ja taimikko”-luokkaan sijoittuvista VMI:n avotuntureilla. Nämä alueet ovat todennäköisesti ainakin osittain matalien tunturikankaiden vaihtumisvyöhykkeitä, joihin on tullut viime vuosikymmeninä luontaisesti männyn taimiainesta tai männyntaimikoita.

Laidunkartoituksen pääluokkien ”Kuivat ja karut kankaat” ja ”Tuoreet ja kuivahkot kankaat” sisällä laidunluokka ”Hakkuualue ja taimikko” näyttäisi vastaavan parhaiten VMI-kehitysluokkia ”Aukea uudistusala”-”Varttunut taimikko”, laidunluokka ”Nuori metsä” VMI:n nuoria kasvatusmetsiköitä ja ”Varttunut ja vanha metsä” VMI:n uudistuskypsiä metsiköitä (Liite 7). VMI:n varttuneet kasvatusmetsiköt jakautuvat likimain tasaisesti kahteen viimeksi mainittuun laidunluokkaan. Laidunluokkien ”Lehtipuustoiset ja vesoittuneet alueet” ja tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden ”Tunturikoivikko” koealoilla ”Nuori kasvatusmetsikkö” on yleisin VMI-luokka.

Valtaosalla laidunluokan ”Lehtipuustoiset ja vesoittuneet alueet” koealoista VMI:n vallitsevan puustojakson pääpuulaji on mänty (Liite 8). Tunturikoivikot puolestaan erottuvat VMI:ssäkin pääosin lehtipuuvaltaisina.

Laidunkartoituksesta ja VMI:sta saadaan pääsääntöisesti hyvin samansuuntaiset arviot edellä kuvailun tarkastelun perusteella muodostetuille vastinluokille (Taulukko 10). Merkittävimmän poikkeuksen muodostaa laidunkartoituksesta saatu jako pääluokkiin ”Tuoreet ja kuivahkot kankaat” ja ”Kuivat ja karut kankaat”. Näistä jälkimmäiseen näyttäisi sisältyvän osa VMI:n kuivahkoista kankaista. Sen sijaan VMI:n kehitysluokkien alat vastaavat hyvin laidunluokituksen ikäluokkakajoa, kun tarkastellaan yhdessä kaikkia metsämaan kankaiden kasvupaikkatyyppijä. Kuivahkojen kankaiden luokittuminen kuiviksi kankaiksi selittyy osittain sillä, että erityisesti Metsä-Lapin alueella kuivahkoilla kankailla on kohtuullisesti myös jäkälää, jolloin ne luokitetaan inventoinnissa kuivien ja karujen kankaiden laidunluokiksi.

Taulukko 10. Porolaiduninventoinnissa muodostettujen laidun- ja maastoluokkien ja valtakunnan metsien 11. inventoinnin (VMI11) vastaavien ositteiden arvioidut osuudet koko poronhoitoalueen maa-alasta.

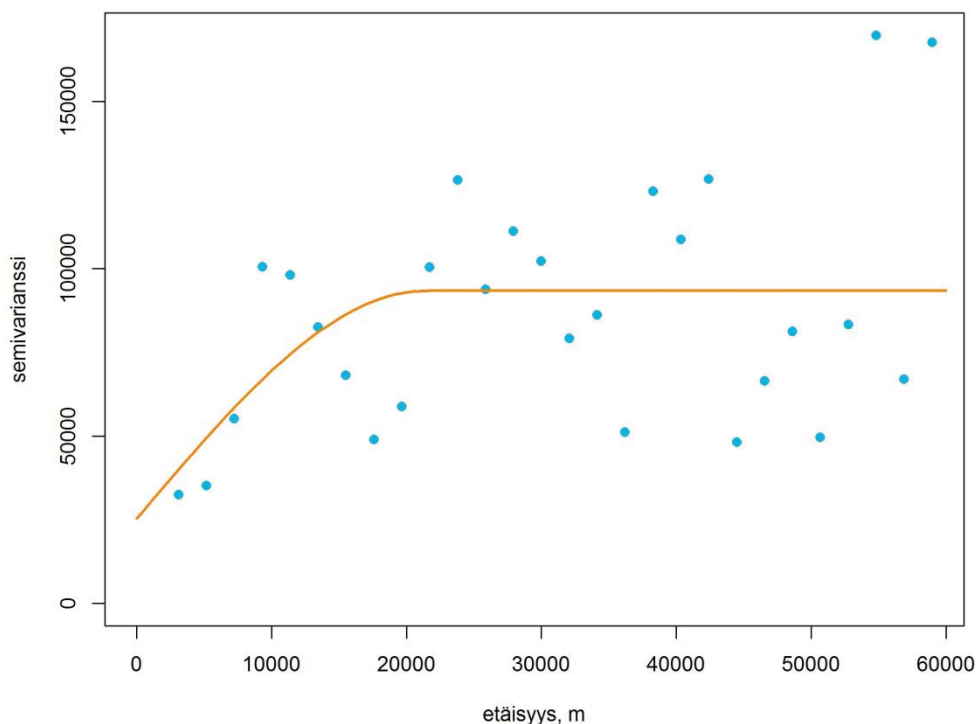
Laidunluokka	osuus, %	VMI11-osite	osuus, %
Rakennettu maa	1.4	Rakennettu maa*	2.2
Maatalousmaa	0.8	Maatalousmaa	0.9
Suot	35.6	Suot	37.2
Tuoreet ja kuivahkot kankaat		Metsämaan lehdot, lehtomaiset, tuoreet ja kuivahkot kankaat	
Hakkuualue ja taimikko	6.9	Uudistusala, taimikot**	7.7
Nuori metsä***	14.0	Nuori	15.1
Varttunut ja vanha metsä	18.1	Varttunut, uudistuskypsä	20.0
Kuivat ja karut kankaat		Metsämaan kuivat ja karukkokankaat, kalliomaat	
Hakkuualue ja taimikko	2.7	Uudistusala, taimikot**	0.5
Nuori mäntymetsä	2.7	Nuori	0.9
Varttunut ja vanha metsä	4.5	Varttunut, uudistuskypsä	0.9
Tuoreet, kuivahkot, kuivat ja karut kankaat yhteensä		Metsämaan lehdot, kankaat ja kalliomaat yhteensä	
Hakkuualue ja taimikko	9.6	Uudistusala, taimikot**	8.3
Nuori metsä***	16.7	Nuori	16.0
Varttunut ja vanha metsä	22.6	Varttunut, uudistuskypsä	20.8
Tunturikoivikot ja -kankaat	13.1	Lakimetsät, tunturikoivikot, avotunturit	13.0
Rakka ja mineraalipaljastuma	0.3	Muut****	1.5

* sis. myös maaluokat "Muu metsätalousmaa", "Liikenneväylät" ja "Voimansiirtolinjat"

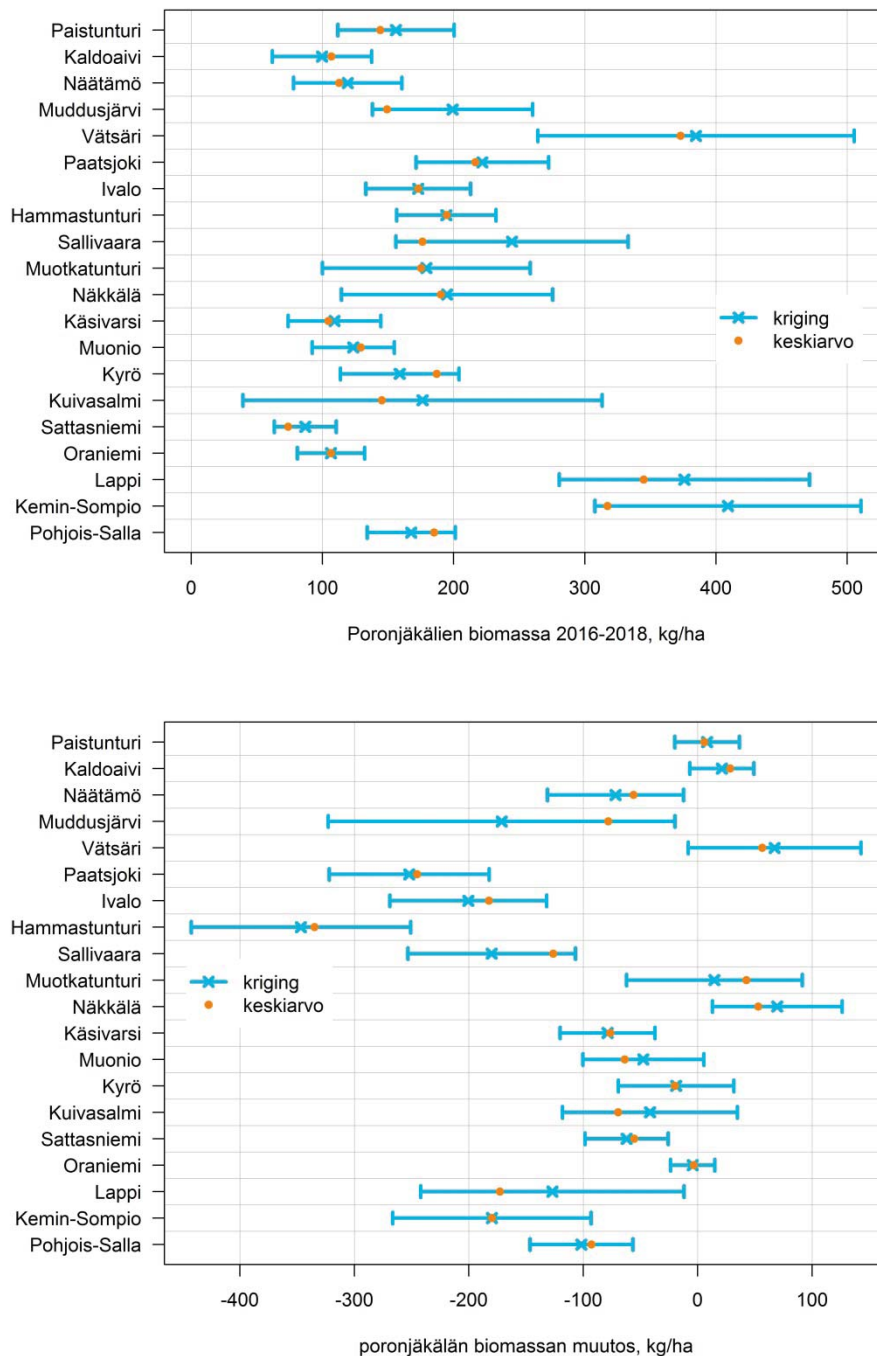
** sis. myös suojus- ja siemenpuumetsiköt

*** sis. luokan "Lehtipuustoiset ja vesoittuneet alueet"

**** muut kitu- ja joutomaiden kankaiden kasvupaikat kuin lakimetsät, tunturikoivikot, avotunturit

**Kuva 48.** Lapin paliskunnan koelajien poronjäkääläbiomassan arvioihin sovitettu variogrammimalli.

Laiduninventoinnin koalojen maastohavaintoihin sovitettujen variogrammimallien mukaan poronjäkälien biomassa-arviot olivat useimmissa paliskunnissa spatiaalisesti korreloituneita, yleensä n. 20 km etäisyyksille saakka (esim. kuva 48). Kaikki poronjäkälien paliskunnittaista keskibiomassaa ja sen paliskunnittaisia muutoksia koskevat inventointitulokset (kuvat 12 ja 30) olivat spatiaalisen korrelaation huomioon ottavien block kriging -ennusteiden 95 % luottamusvälien sisällä (kuva 49). Näin ollen voidaan päätellä, ettei koalojen ryvästetystä asettelusta ole aiheutunut inventointituloksiin tilastollisesti merkitsevää harhaa, kunhan tulokset lasketaan tässä raportissa esitetyllä tavalla kesä-, talvi- ja ympärivuotisessa käytössä olevien laitumien keskiarvojen ja pinta-alojen kautta.



Kuva 49. Paliskunnittaiset block kriging -ennusteet ja 95 % luottamusvälit poronjäkälien keskibiomassalle 2016–2018 ja sen muutokselle viimeisen kymmenen vuoden aikana (turkoosi) ja tässä raportissa esitetyt paliskunnittaiset tulokset (oranssi).

5. Johtopäätökset ja suositukset

1. Havumetsäalueella talvilaitumina ominaisuuksiltaan ja laadultaan parhaat varttuneiden ja vanhojen metsien jäkälä- ja luppolaitumet sijaitsevat Metsä-Lapin ja muun havumetsäalueen laajoilla suojelualaueilla. Näillä suojelualaueilla ei ole metsätaloutta ja muuta merkittävää maankäyttöä, mikä vähentäisi ja heikentäisi suojelualaueiden sisällä olevia yhtenäisiä talvilaidunalueita.
2. Suojelualaueiden ulkopuolella olevalla noin kahdella kolmanneksella poronhoitoalueen pinta-alasta (poronhoitoalueen etelä- ja keskiosa sekä osittain myös pohjoisosa) metsätalous on vähentänyt ja pirstonut vanhojen metsien jäkälä- ja luppolaitumia sekä muuttanut laajasti metsien rakennetta heikentäen laidunmetsien laatua talvilaitumina.
3. Metsätalouden vaikutusten rinnalla myös eri maankäyttömuodot, ihmistoiminta ja infrastruktuuri ovat pirstoneet, heikentäneet ja vähentäneet yhtenäistä laidunympäristöä laajasti erityisesti poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa. Nämä muutokset laidunympäristössä ovat vaikeuttaneet porojen hoitoa luonnonlaitumilla talvella sekä samalla muuttaneet poronhoitomenetelmiä lisäten sekä talviruokinnan määrä että porojen talviaikaisen tarhauksen tarvetta. Samalla nämä laidunympäristön ja poronhoitotapojen muutokset aiheuttavat usein myös ongelmia ja konflikteja poronhoidon ja muiden paikallisten elinkeinojen ja väestöryhmien välille, koska ihmistoimintaan ja asutukseen vähitellen tottuneet porot hakeutuvat taajassa oleville teille ja pelloille sekä asutuksen ja mökkien läheisyyteen.
4. Parhaassa kunnossa olevat jäkälিকöt sijaitsevat edelleen Metsä-Lapin alueen paliskuntien vain talvilaidunkäytössä olevilla laidunalueilla, jotka ovat samalla myös metsätalouden ja pääosin myös muun maankäytön ulkopuolella olevia alueita. Myös näillä alueilla jäkälिकöiden jäkäläbiomassat ovat kuitenkin vähentyneet selvästi edellisen inventoinnin jälkeen, mihin on todennäköisesti useita syitä. Talvilaidunalueiden voimistunut laidunnus (mm. pidentyneenä laidunnusaikana syksystä keväeseen) yhdistettynä muihin paliskuntien alueilla tapahtuneisiin epäedullisiin laidunmuutoksiin selittää todennäköisesti jäkälämäärien vähenemistä näillä alueilla. Näissä paliskunnissa tulisi mm. miettiä mahdollisuuksia laajentaa talvilaidunalueita. Paliskuntien laidunkiertoa tulisi järjestää myös siten, ettei poroja päästettäisi talvilaidunalueille vielä lumettomana aikana syksyllä ja että porot vietäisiin niiltä pois ennen lumien sulamista keväällä. Myös talvilaidunalueille sopivaa ja kestävää poromäärää tulisi paliskunnissa arvioida.
5. Poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa jäkälिकöitä on maa-alaan nähden vähän ja ne ovat hajallaan samalla kun vanhojen metsien luppolaitumet ovat voimakkaasti vähentyneet ja talvilaidunalueet pirstoutuneet. Näissä paliskunnissa vuodenaikaisen laidunkierron puuttuminen, metsien rakenteelliset muutokset ja maankäytön vaikutukset ovat heikentäneet jäkälälaidunten kuntoa voimakkaasti. Vaikka porotiheydet ovat alueella pienet maa-alaan nähden, pitää pääosin lumettomana aikana tapahtuva porojen laidunnus ja tallaus pienialaiset jäkälिकöt voimakkaasti kuluneina. Vuodenaikaisen laidunkierron järjestäminen pirstaleisilla ja monia häiriötekijöitä sisältävillä laitumilla on näissä paliskunnissa vaikeaa, mutta olemassa olevien laidun-, maankäyttö- ja muiden paikkatietoaineistojen hyödyntäminen voisi avata uusia mahdollisuuksia laidunkierron suunnitteluun. Myös paliskuntien yhdistämisillä tai niiden alueiden uudelleen järjestelyillä voitaisiin ehkä joissain tapauksissa löytää toimivampia laidunkokonaisuuksia paliskuntiin.
6. Tunturipaliskunnissa on maa-alaan nähden runsaasti jäkälälaitumia, mutta ei juurikaan luppolaitumia, eikä selvää vuodenaikaista laidunkiertoa. Laidunkierron puuttumisesta johtuen

jäkälিকöt ovat alttiina myös lumettomana aikana tapahtuvalle laidunnukselle ja tallaukselle, mikä kuluttaa jäkälikköä enemmän kuin talviaikainen laidunnus. Osassa tunturipaliskuntia todelliset eloporoluvut ovat myös olleet pitkään selvästi suurimpia sallittuja eloporomääriä korkeammat, mikä on myös voimistanut jäkälिकöiden kulumista.

Toisaalta osassa tunturipaliskuntia jäkälिकöiden kunto on kuitenkin inventointien välillä hie-
man parantunut. Vuodenaikaisen laidunkierron suunnittelu ja toteuttaminen sekä poromää-
rien pitäminen nykyisten suurimpien sallittujen eloporolukujen alapuolella parantaisivat to-
dennäköisesti edelleen tunturialueen paliskuntien jäkälिकöiden kuntoa. Tunturipaliskuntien
jakaminen laidunkiertoaidoilla kesä- ja talvilaidunalueisiin voi kuitenkin tuoda ongelmia poro-
jen kesäaikaisessa kuntoutumisessa, koska hyvät kesälaitumet ovat tunturipaliskunnissa ha-
jallaan mm. jokivarsissa ja niitä on vähemmän kuin poronhoitoalueen etelä- ja keskiosien pa-
liskunnissa.

7. Inventointien välillä seurannassa olleilla koealoilla jäkäläbiomassat ovat vähentyneet suu-
rimmassa osassa paliskuntia ja niiden laidunalueita, mutta sitä vastoin varpujen ja sammalten
määrät lisääntyneet. Nämä kasvillisuuden muutokset johtuvat todennäköisesti porojen aihe-
uttaman laidunnuspaineen, laidunmetsien rakenteellisten muutosten ja käynnissä olevan il-
mastomuutoksen erillis- ja yhteisvaikutuksista. Eri osissa poronhoitoaluetta, eri laidunalueil-
la ja eri laidun- ja metsätyypeillä näiden tekijöiden vaikutukset vaihtelevat ja samalla kytkey-
tyvät toisiinsa eri tavoin. Siksi tarvittaisiin tutkimusta, jossa poronhoitoalueen kasvillisuus-
muutosten laajuutta, laatua ja syitä selvitettäisiin tarkemmin ja laajemmin.
8. Poronhoitoalueen 20 paliskunnan jäkälälaidunten koealoilla mitatut jäkäläbiomassat riippui-
vat tilastollisesti merkitsevästi paliskunnan jäkälिकöiden pitkäaikaisista porotiheyksistä, jäkäli-
köiden laidunnustavasta, jäkälिकön laidunluokasta ja varttuneiden ja vanhojen metsien koko-
naismäärästä paliskunnassa. Jäkäläbiomassa putosi, kun porotiheys kasvoi ja oli selvästi pie-
nempi kesälaidunalueilla ja ympärivuotisilla laidunalueilla kuin vain talvilaidunkäytössä olevil-
la laidunalueilla. Varttuneissa ja vanhoissa mäntymetsissä oli myös selvästi enemmän jäkälää
kuin sitä nuoremmissa mäntymetsissä tai tunturikoivikoissa ja tunturikankailla. Samalla jäkä-
lämäärät olivat sitä pienemmät mitä pienempi oli varttuneita ja vanhoja metsien osuus palis-
kunnan maa-alasta.

Koealojen jäkäläbiomassoissa tapahtuneet muutokset inventointien välillä riippuivat tilastol-
lisesti merkitsevästi ainoastaan jäkälिकöiden laidunnustavasta ja jäkälिकöiden laidunluokasta.
Vain talvilaidunkäytössä olevilla laidunalueilla jäkälämäärät olivat kummassakin inventoinnis-
sa korkeammat kuin kesälaidunalueiden ja ympärivuotisten laidunalueiden jäkäläbiomassat.
Laiduntyypeistä hakkuualueilla ja taimikoissa tapahtunut jäkälämäärän suhteellinen putoa-
minen oli suurempi kuin muissa laiduntyypeissä. Nämä tulokset osoittavat, että jäkälälaidun-
ten jäkäläbiomassoihin ja niiden muutoksiin vaikuttavat useat eri tekijät laidunekosyste-
meissä. Vaikka poronhoidolla on oleellinen merkitys porojen laidunnuksen voimakkuuden ja
ajoittumisen kautta jäkälälaidunten kuntoon, vaikuttavat laaja-alaiset metsätalouden, maan-
käytön ja enenevässä määrin myös ilmastomuutoksen aiheuttamat ekosysteemimuutokset
jäkälälaidunten kuntoon ja tuottavuuteen joko suoraan tai toisiinsa kytkeytyen.

9. Inventointi osoitti, että kokonaisuutena talvilaidunten määrät, kunto ja käytettävyys vaihte-
levat eri osissa poronhoitoaluetta merkittävästi ja laidunten nykytilaan vaikuttavat monet
poronhoidosta, metsätaloudesta, maankäytöstä ja todennäköisesti yhä enemmän myös il-
mastomuutoksesta johtuvat tekijät. Eri osissa poronhoitoaluetta, eri paliskunnissa, erilaisilla
laidunalueilla ja eri laiduntyypeillä näiden tekijöiden merkitys ja kytkeytyminen yhteen kui-
tenkin vaihtelee. Tämän vuoksi on selvää, että porolaidunten nykytilan ja käytettävyyden pa-

rantamiseksi tarvittaisiin poronhoitoalueen eri osiin parhaiten soveltuvia kokonaisvaltaisia, pitkäkestoisia porolaidunten hoitosuunnitelmia.

Porolaidunten hoitosuunnitelmiin tulisi kytkeä poronhoidon osalta laidunkiertojärjestelmien kehittäminen ja poromäärien säätely sopivaksi erilaisille laiduntyypeille ja laidunalueille. Metsätalouden osalta suojelualueiden ulkopuolella olevien, poronhoidolle tärkeiden luonnonomistaisten vanhojen metsien jäkälä- ja luppolaidunalueiden säästäminen tai varovainen käsittely säästäisi poronhoidolle tärkeitä talvilaidunalueita. Laidunmetsiin soveltuvien, metsän peitteisyyttä, monipuolista ikärakennetta, kerroksellisuutta ja mosaiikkimaisuutta ylläpitävien jatkuvan kasvatuksen metsänkäsittelymenetelmien kehittäminen ja laajempi käyttöönotto toisi todennäköisesti kuitenkin merkittävämpiä ja laaja-alaisempia hyötyjä poronhoidolle pidemmällä ajalla. Maankäytön suunnittelussa ja toteutuksessa tulisi pyrkiä säästämään rauhalliset vielä vähällä maankäytöllä ja rakentamisella olevat rauhalliset laidunalueet mahdollisimman vähällä uudella maankäytöllä mm. keskittämällä uudet maankäyttö- ja rakennushankkeet jo rakennetuille alueille niin hyvin kuin se on mahdollista.

6. Kiitokset

Laiduninventoinnin maastotöihin Pohjois-Lapin alueella ovat kesinä 2016–2018 osallistuneet seuraavat Lukessa työskentelevät tai työskennelleet kenttätyöntekijät: Pasi Aatsinki, Tarja Alapassi, Markku Gavrilov, Juhani Korhonen, Jukka Lahti, Juha Metros, Juhani Mäkinen, Pekka Närhi, Tanja Pölönen, Ari Ryytänen, Tarja Salminen, Timo Siitonen ja Heikki Törmänen. Kenttätöiden tekeminen on vaatinut kykyä ja osaamista liikkua ja työskennellä vaihtelevissa ja vaativissa maasto-olosuhteissa Pohjois-Lapin alueella. Erityisesti pitkillä maastoreissuilla erämaapaliskuntien alueilla kenttätyö on vaatinut monipuolista kenttäkelpoisuutta ja sinnikkyyttä. Raportin kirjoittajat lausuvatkin parhaimmat kiitokset kaikille kenttätöissä mukana olleille. Koeala-aineistojen tallennuksessa ja käsittelyssä ovat Lukessa avustaneet Eija Matikainen, Kaija Puputti ja Tiina Tynkkynen, josta heille kiitokset.

Laiduninventoinnissa tehtyjen laidunluokitusten sekä maankäytön infrastruktuurin peitto- ja häiriö-alueiden kartoitusten tekoon ovat osallistuneet Lukessa työskennellyt Mari Väänänen (os. Pukkinen) ja Sykessä työskennellyt Ismo Hämäläinen, josta heille parhaat kiitokset

RKTL:n ja sittemmin Luken porontutkimuksessa pitkään työskennellyttä tutkimusteknikko Heikki Törmästä kiitämme tämän inventoinnin kenttätöiden lisäksi pitkäaikaisesta, monipuolisesta ja osavasta työpanoksesta myös aikaisempien porolaiduninventointien toteuttamisessa.

Hanke on saanut maa- ja metsätalousministeriöltä Mäkelä rahoitusta jäkälälaidunten koealueiden inventointiin vuosina 2016–2018, josta ministeriölle kiitokset. Hankkeen ohjausryhmän puheenjohtajana on toiminut neuvotteleva virkamies Tapani Sirviö mmm:stä sekä jäsenenä poroisäntä Veikko Heiskari Poikajärven paliskunnasta, poroisäntä/poromies Harri Hirvasvuopio Lapin paliskunnasta, porotalousasiantuntija Päivi Kainulainen ELY-keskuksesta, toiminnanjohtaja Anne Ollila Paliskuntain yhdistyksestä ja Saamelaiskäräjiltä ympäristösihteeri Anni-Helena Ruotsala, jonka tilalle tuli hankkeen loppuvaiheessa Saamen kielineuvoston varapuheenjohtaja Saara Magreta Sara. Esitämme ohjausryhmälle parhaat kiitokset heidän tekemästä työstään ohjausryhmässä hankkeen aikana.

7. Viitteet

- Anttonen, M., Kumpula, J., & Colpaert, A. 2011. Range selection by semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in relation to infrastructure and human activity in the boreal forest environment, northern Finland. *Arctic*, 1–14.
- Cressie, N. & Wikle, C. K. 2011. *Statistics for Spatio-Temporal Data*. Wiley, Hoboken.
- Colpaert, A., Kumpula, J. & Nieminen, M. 2003: Reindeer pasture assessment using satellite remote sensing. –*Arctic* 56(2): 147–158.
- Cornelissen J. H. C., Callaghan T. V., Alatalo J. M., Michelsen A., Graglia E., Hartley A. E., Hik D. S., Hobbie S. E., Press M. C., Robinson C. H., Henry G. H. R., Shaver G. R., Phoenix G. K., Gwynn Jone, Jonasson S., Chapin III F. S., Molau U., Neill C., Lee J. A., Melillo J. M., Sveinbjörnsson, B., Aerts R. 2001. Global change and arctic ecosystems: is lichen decline a function of increases in vascular plant biomass? *Journal of Ecology* 2001 89, 984–994.
- Dettki, H. & Esseen, P.-A. 1998: Epiphytic macrolichens in managed and natural forest landscapes: a comparison at two spatial scales. –*Ecography* 21: 613–624.
- Esseen P.-E. 2009. Edge influence on the old-growth forest indicator lichen *Alectoria sarmentosa* in natural ecotones. *Journal of Vegetation Science* 17(2): 185–194.
- Esseen, P.A., Renhorn, K.-E. & Pettersson, R.B. 1996: Epiphytic lichen biomass in managed and old-growth boreal forests: Effects of branch quality. *Ecological Applications* 6(1): 228–238.
- Hast, S. 2018. Poronhoito ja maatalous. Paliskuntain yhdistyksen julkaisema raportti 2018. 23 sivua.
- Hast, S. & Jokinen, M. 2016. Elinkeinojen yhteensovittaminen – tarkastelussa kaivostoiminta, poronhoito ja luontomatkailu, teoksessa *Kaivos suomalaisessa yhteiskunnassa (toim.)* Tuija Mononen ja Leena Suopajarvi, Lapin yliopistokustannus, Rovaniemi, ss. 86–110.
- Heikkinen, H. & Sarkki, S. 2015. Ympäristönmuutos, poronhoidon sopeutumiskapasiteetti ja suurpedot. Teoksessa: *Juha Hiedanpää ja Outi Ratamäki (toim.)*. Suden kanssa. Lapin Yliopistokustannus, Rovaniemi.
- Hotanen, J.-P., Nousiainen, H., Mäkipää, R., Reinikainen, A. & Tonteri, T. 2008. Metsätyypit–opas kasvupaikkojen luokitteluun. *Metsäkustannus*. 192 s.
- Johansen, B. 2004: Mountain vegetation mapping in Dovre area, Norway, using Landsat TM data and GIS. -In: Ehlers, M., Kaufmann, H.J & Michel, U. (eds.) *Remote Sensing for Environmental Monitoring, IS Applications, and Geology III*. Proc. SPIE Vol 5239: 333–344.
- Johansen, B. & S.R. Karlsen. 2002. Finnmarksvidda – changes in lichen cover 1987–2000. In: Haugerud, R. E. (ed.). *Rangifer Report No. 6*: 65–66. ISSN 0808-2359
- Johansen, B & S. R. Karlsen. 2005. Rik lauvsog i Finnmark – undersøkelser av nye lokaliteter og oppdatering av tidligere vurderte lokaliteter. Fylkesmannen i Finnmark, miljøvernvedlingen. Rapport nr. 1–2005. 58 sider.
- Jokinen, M. 2014. Heated and frozen forest conflicts: Cultural sustainability and forest management in arctic Finland. *IUFRO World Series* 32: 381–398.
- Joly, K., Randt R.R. & Klein, D.R. 2009. Decrease of lichens in Arctic ecosystems: the role of wildfire, caribou, reindeer, competition and climate in north-western Alaska. *Polar Research* 28(3): 433–442.
- Järvenpää, J. 2018: Poro ja poronhoito talousmetsissä – Katsaus metsätalouden ja porotalouden yhteensovittamiseen Suomessa. Hankkeen loppuraportti, Suomen Metsäkeskus, <https://www.metsakeskus.fi/julkaisut>, ISBN 978-952-283-065-4, pdf
- Pettersson, S., Hallikainen, V., Naskali, A., Rovannerä, S. & Tuulentie, S. 2017. Ympäristökonfliktit Suomessa: mistä on kiistelty ja miksi? (Environmental conflicts in Finland: what issues have been disputed over and why?). *Terra* 129(2): 87–107.
- Koivusalo, H. & Kokkonen, T. 2002. Snow processes in a forest clearing and in a coniferous forest. *Journal of Hydrology* 262: 145–164.
- Korosuo, A., Sandström, P., Öhman, K. & Eriksson, L.J. 2014. Impacts of different forest management scenarios on forestry and reindeer husbandry. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29: Supplement 1, 234–251, <http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2013.865782>

- Kojola, I., Helle, T., Niskanen, M. & Aikio, P. 1995. Effects of lichen biomass on winter diet, body mass and reproduction of semi-domesticated reindeer *Rangifer t. tarandus* in Finland. *Wildlife Biology*, 1(1) : 33–38.
- Korhonen, K.T., Ihalainen, A., Ahola, A., Heikkinen, J., Henttonen, H.M., Hotanen, J.-P., Nevalainen, S., Pitkänen, J., Strandström, M. ja Viiri, H. 2017. Suomen metsät 2009–2013 ja niiden kehitys 1921–2013. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 59/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 86 s.
- Kumpula, J., Colpaert, A. Kumpula, T. ja Nieminen, M. 1997. Suomen poronhoitoalueen talvilaidunvarat. Kala- ja Riistaraportteja nro 93, Riistan ja kalantutkimus, Kaamanen, 42 sivua, 11 liitettä ja 34 karttaa.
- Kumpula, J., Colpaert, A., Anttonen, M. & Nieminen, M. 2004. Poronhoitoalueen pohjoisimman osan (13 paliskuntaa) talvilaidunten uusintainventointi vuosina 1999–2003. Kala- ja riistaraportteja nro 303, Riistan- ja kalantutkimus, Helsinki, 39 sivua, 15 liitettä ja 14 karttaliitettä.
- Kumpula, J., Colpaert, A., Tanskanen, A., Anttonen, M., Törmänen, H. & Siitari, J. 2006. Porolaidunten inventoinnin kehittäminen – Keski-Lapin paliskuntien laiduninventointi vuosina 2005–2006. Kala- ja riistaraportteja nro 397. Riistan- ja kalantutkimus, Helsinki, 42 sivua, 14 karttaa ja 14 liitettä.
- Kumpula, J., Colpaert, A. & Anttonen, M. 2007. Does forest harvesting and linear infrastructure change the usability value of pastureland for semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*)? *Annales Zoologici Fennici* 44: 161–178.
- Kumpula, J., Colpaert, A. & Tanskanen, A. 2008. Porojen laidunten valinta muuttuneessa metsä- ja maisemarakenteessa Keski-Lapissa. *Suomen Riista* 54: 69–82.
- Kumpula, J., Tanskanen, A., Colpaert, A., Anttonen, M., Törmänen, H., Siitari, J. & Siitari, J. 2009: Poronhoitoalueen pohjoisosan talvilaitumet vuosina 2005–2008 – Laidunten tilan muutokset 1990-luvun puolivälin jälkeen. –*Riista- ja Kalatalous –Tutkimuksia* 3/2009: 1–48.
- Kumpula, J., Kurkilahti, M., Helle, T. & Colpaert, A. 2014: Both reindeer management and several other land use factors explain the reduction in ground lichens (*Cladonia* spp.) in pastures grazed by semi-domesticated reindeer in Finland. –*Regional Environmental Change* 14: 541–559.
- Kumpula, J., Siitari, J., Törmänen, H. & Siitari, S. 2015a. Porojen laitumet, ruokinta ja tuottavuus poronhoitoalueen pohjoisosassa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 48/2015, Luke, Helsinki, 44 sivua ja 42 liitettä.
- Kumpula, J., Pekkarinen, A.-J., Tahvonen, O. & Rasmus, S., 2015b. Poronhoidon tuottavuus ja ekonomia erilaisissa laidun- ja ympäristöolosuhteissa – Yhteenveto tutkimushankkeesta. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 68/2015, Luke, Helsinki, 30 sivua.
- Kumpula, J & Turunen, M. 2018. Porojen laidunnus ja laidunten kunto tunturialueella. Kirjassa: Suomen luontotyyppien uhnalaisuus 2018 – Luontotyyppien punainen kirja, Osa I – Tulokset ja arvioinnin perusteet (toim. Kontula, T. & Raunio, A.). Suomen ympäristö 5/2018, Suomen ympäristökeskus, sivut 283–287.
- Kuuluvainen, T., Tahvonen, O. & Aakala, T. 2012: Even-Aged and Uneven-Aged Forest Management in Boreal Fennoscandia: A Review: *AMBIO* 41:720–737.
- Laiho, O., Lähde, E. & Pukkala, T. 2011: Uneven- vs even-aged management in Finnish boreal forests. *Forestry*, Vol. 84, No. 5, 2011. doi:10.1093/forestry/cpr032
- Mattila, E. 1981: Survey of reindeer winter ranges as a part of the Finnish national forest inventory in 1976–1978. Seloste: Porojen talvilaitumien arviointi osana valtakunnan metsien inventointia Suomessa 1976–1978. –*Comm. Inst. For. Fenn.* 99(6): 1–74
- Mattila, E. 1988: Suomen poronhoitoalueen talvilaitumet (The winter ranges of the Finnish reindeer management area). *Folia forestalia* 713. 53 s.
- Mattila, E. 1996: Porojen talvilaitumet Suomen poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa 1990-luvun alussa. –*Folia Forestalia* (4): 337–357.
- Mattila, E. 2006a: Porojen talvilaitumien kunto Ylä-Lapin paliskunnissa vuonna 2004. –*Metlan työraportteja* 28, 54 sivua.
- Mattila, E. 2006b: Porojen talvilaitumien kunto poronhoitoalueen etelä- ja keskiosien merkkipiireissä 2002–2004 ja kehitys 1970-luvun puolivälistä alkaen. *Metlan työraportteja* 27, 76 sivua.

- Mattila, E. & Mikkola, K. 2008: Laiduntunnukset poronhoitoalueen etelä- ja keskiosien paliskunnissa – Vuosina 2002–2004 tehdyn laidunarvioinnin tulokset. –Metlan työraportteja 89, 63 sivua.
- Malm, R., Moen, J. & Danell, Ö. 2002: Non-destructive measurements of lichen biomass (Poster ja abstrakti). –NOR:n 12. pohjoismainen porotutkijakokous, Kiiruna, Ruotsi, 11.–13. maaliskuuta 2002, Rangifer Report No. 6, s. 82.
- Moen, J., Danell, Ö. & Holt, R. 2007: Non-destructive estimation of lichen biomass. –Rangifer 27(1): 41–46.
- Nadeau Fortin, M.-A., Sirois, L. & St-Laurent M.-H. 2016: Extensive forest management contributes to maintain suitable habitat characteristics for the endangered Atlantic-Gaspésie caribou. *Canadian Journal of Forest Research* 46: 933–942. [dx.doi.org/10.1139/cjfr-2016-0038](https://doi.org/10.1139/cjfr-2016-0038)
- Pajunen, A., Virtanen, R. & Roininen, H. 2012. Browsing-mediated shrub canopy changes drive composition and species richness in forest-tundra ecosystems. *Oikos* 121(10): 1544–1552.
- Pekkarinen, A.-J., Kumpula, J. & Tahvonen, O. 2015: Reindeer management and winter pastures in the presence of supplementary feeding and government subsidies. –*Ecological Modelling* 312: 256–271.
- Rytkönen, Anne-Mari; Saarikoski, Heli; Kumpula, Jouko; Hyppönen, Mikko; Hallikainen, Ville. 2013. Metsätalouden ja poronhoidon väliset suhteet Ylä-Lapissa – synteesi tutkimustiedosta. Riista- ja kalatalous. *Tutkimuksia ja selvityksiä* 6/2013:1–38.
- Sandström, P., Cory, N., Svensson, J., Hedenås, H., Jougda, L. & Borchert, J. 2016. On the decline of ground lichen forests in the Swedish boreal landscape: Implications for reindeer husbandry and sustainable forest management. *Ambio* 45: 415–429.
- Skarin, A., Nellemann, C., Rönnegård, L., Sandström, P. & Lundqvist, H. 2015: Wind farm construction impacts reindeer migration and movement corridors. *Landcape Ecology* 30(8): 1527–1540.
- Skarin, A. & Åhman, B. 2014. Do human activity and infrastructure disturb domesticated reindeer? The need for the reindeer’s perspective. *Polar Biology* 37(7): 1041–1054.
- Stone, I., Ouellet, J.-P., Luc Sirois, L., Arseneau, M.-J. & St-Laurent M.-H. 2008. Impacts of silvicultural treatments on arboreal lichen biomass in balsam fir stands on Que´bec’s Gaspé Peninsula: Implications for a relict caribou herd. *Forest Ecology and Management* 255 (2008) 2733–2742.
- Stroup, W., 2013. Generalized linear mixed models, modern concepts, method and applications. Chapman & Hall/CRC, London.
- Syke 2008. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus – Osa 2. Luontotyyppien kuvaukset (toim. Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T.). Suomen ympäristö 8/2008. Suomen ympäristökeskus, 572 s.
- Syke 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018 – Luontotyyppien punainen kirja, Osa I – Tulokset ja arvioinnin perusteet (toim. Kontula, T. & Raunio, A.). Suomen ympäristö 5/2018, Suomen ympäristökeskus, 388 s.
- Tahvonen, O., Kumpula, J. & Pekkarinen, A.-J. 2014: Optimal harvesting of an age structured, two-sex herbivore-plant system. –*Ecological Modelling* 272: 348–361.
- Tanskanen, A. 2007: Satelliittikuvatulkintamenetelmät porolaidunkartoituksessa: puoliohjaamaton luokitus. –Pro Gardu tutkielma, Joensuun yliopisto, Yhteiskunta- ja aluetieteiden tiedekunta, Maantiede. 63 sivua ja 14 liitettä.
- Tonteri, T., Salemaa, M., Rautio P., Hallikainen V., Korpela L. & Merilä, P. 2016: Forest management regulates temporal change in the cover of boreal plant species. *Forest Ecology and Management* 381 (2016) 115–124.
- Turunen, M. Mikkola, K., Neuvonen, S., Johansson, P., Anttonen, M., Norokorpi, Y., Saikkonen, A. & Mäkelä, K. 2018. Suomen tunturiluonto ja ilmastonmuutos. Kirjassa: Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018 – Luontotyyppien punainen kirja, Osa I – Tulokset ja arvioinnin perusteet (toim. Kontula, T. & Raunio, A.). Suomen ympäristö 5/2018, Suomen ympäristökeskus, sivut 287–298.
- Vistnes, I- 2008. Impacts of human development and activity on reindeer and caribou habitat use. Doctoral philosophiae thesis 2008:1. Department of Ecology and Natural Resource Management, Norwegian University of Life Sciences. Alta/Ås 2008. Synopsis + 10 research articles, (ISBN 978-82-575-0812-8).

- Vajda, A., Venäläinen, A., Hänninen, P. & Sutinen, R. 2006. Effect of vegetation on snow cover at the northern timberline: A case study in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 40(2): 195–207.
- Vuorinen, K.E.M., Oksanen, L., Oksanen, T. Pyykönen, A., Olofsson, J. & Virtanen, R. 2017. Open tundra persist, but arctic features decline—Vegetation changes in the warming Fennoscandian tundra. *Global Change Biology* 23(9): 3794–3807.

8. Liitteet

Liite 1. Vuosien 2016–2018 inventoinnin laidunluokituksessa käytetyt satelliittikuvat.

Satelliitti	Path (WRS-2) - row	Päivämäärä	Kuvakoodi
Landsat-7 ETM+	192-12	13.8.2002	LE71920122002225SGS00
Landsat-5 TM	191-14	8.7.2006	LT51910142006189KIS01
Landsat-5 TM	190-14	17.7.2006	LT51900142006198KIS02
Landsat-5 TM	190-13	2.8.2006	LT51900132006214KIS02
Landsat-5 TM	190-14	2.8.2006	LT51900142006214KIS02
Landsat-5 TM	191-13	9.8.2006	LT51910132006221KIS01
Landsat-5 TM	190-12	4.7.2007	LT51900122007185MOR00
Landsat-5 TM	190-13	4.7.2007	LT51900132007185MOR00
Landsat-5 TM	189-13	30.8.2007	LT51890132007242MOR00
Landsat-5 TM	190-13	25.7.2009	LT51900132009206KIS01
Landsat-5 TM	190-14	25.7.2009	LT51900142009206KIS01
Landsat-5 TM	189-13	3.8.2009	LT51890132009215KIS01
Landsat-5 TM	189-14	5.7.2010	LT51890142010186KIS01
Landsat-5 TM	189-13	6.8.2010	LT51890132010218KIS01
Landsat-5 TM	189-14	6.8.2010	LT51890142010218KIS01
Landsat-5 TM	193-13	18.8.2010	LT51930132010230MOR00
Landsat-5 TM	187-14	10.7.2011	LT51870142011191KIS01
Landsat-5 TM	190-12	31.7.2011	LT51900122011212KIS01
Landsat-5 TM	192-13	14.8.2011	LT51920132011226KIS01
Landsat-5 TM	192-14	14.8.2011	LT51920142011226KIS01
Landsat 8	190-14	17.5.2013	LC81900142013137LGN00
Landsat 8	192-12	31.5.2013	LC81920122013151LGN00
Landsat 8	195-12	23.7.2013	LC81950122013204LGN00
Landsat 8	191-12	27.7.2013	LC81910122013208LGN00
Landsat 8	189-14	29.7.2013	LC81890142013210LGN00
Landsat 8	189-13	30.8.2013	LC81890132013242LGN00
Landsat 8	192-13	3.6.2014	LC81920132014154LGN00
Landsat 8	193-12	12.7.2014	LC81930122014193LGN00
Landsat 8	188-14	25.7.2014	LC81880142014206LGN00
Landsat 8	188-15	25.7.2014	LC81880152014206LGN00
Landsat 8	191-12	31.8.2014	LC81910122014243LGN00
Landsat 8	191-11	18.8.2015	LC81910112015230LGN00
Landsat 8	191-12	18.8.2015	LC81910122015230LGN00
Landsat 8	196-12	21.8.2015	LC81960122015233LGN00
Landsat 8	187-15	22.8.2015	LC81870152015234LGN00
Landsat 8	196-11	23.7.2016	LC81960112016204LGN00
Landsat 8	193-11	19.8.2016	LC81930112016231LGN00

Liite 2. Eri maankäyttö- ja infrastruktuurityypeille määritettyjen peitto- ja häiriöalueiden leveydet metreinä (m). Leveydet on ilmoitettu kunkin maankäyttö- tai infrastruktuurityypin keskipisteestä (esim. rakennukset) säteittäin koko ympäristöön tai keskilinjasta (mm. tiet) sivullepäin kummallekin puolelle.

Infrastruktuuri-/ maankäyttömuuttuja	Peitto- alueen leveys (m)	Vuodenajat	Vaikutusalueen leveys (m)				Lähdeaineisto
			Voimakas		Lievä		
Taajama	200	Kaikki	1000		2500		MML
Asuinrakennus	20	Kaikki	100		500		MML
Lomarakennus	15	Kaikki	50		150		MML
Muu rakennus	15	Kaikki	80		200		MML
Valtatie	7,5	Kaikki	300		1000		MML
Kantatie	5	Kaikki	100		500		MML
Paikallistie	4,5	Kaikki	20		80		MML
Metsätie	4	Kaikki	10		50		MML
Rautatie	8	Kaikki	100		500		MML
Suurjännitelinja	–	Kaikki	–		30		MML
Jakelujännitelinja	–	Kaikki	–		10		MML
Maatalousalue	koko alue	Kaikki	–		500		MML
			<i>Rovaniemi</i>	<i>Muut</i>	<i>Rovaniemi</i>	<i>Muut</i>	
Lentokenttä	koko alue	Kaikki	500	250	1000	500	MML
Ampuma-alue	–	Kaikki	Metla:n tutkimuksessa määritetty voimakkaan häiriön alue *		Voimakas vaikutus * + 1500		Metla
Muu infrastruktuuri	koko alue	Kaikki	20		50		MML
Maa-aineksen ottoalue	koko alue	Kaikki	20		80		MML
Louhos	koko alue	Kaikki	250		500		MML
Kaivos	koko alue	Kaikki	250/500		500/1500		MML, TUKES, Lapin liitto, MML _i
			<i>Taajama</i>	<i>Etäalue</i>	<i>Taajama</i>	<i>Etäalue</i>	
Hiihtolatu	1	Alkupalvi	100	50	300	150	MH, SYKE
		Kevätalvi	200	100	800	400	
		Kesä-syky	–	–	–	–	
Moottorikelkkareitti ja -ura	0,75	Alkupalvi	200	100	500	250	MH
		Kevätalvi	400	200	700	350	
		Kesä-syky	–	–	–	–	
Kullanhuuhdonta- alue	koko alue	Alkupalvi	–		200		TUKES
		Kevätalvi	200		1000		
		Kesä-syky	200		1000		

**Liite 3. Maankäytön ja infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueiden pinta-alat (km²) paliskuntien ma-
alasta**

Paliskunta	Infrastruktuurin peitto- ja häiriöalueet km ²									
	Peittoalue	Kesä - syksy			Alkutilvi			Kevättalvi		
		Lievä	Voimakas	Yhteensä	Lievä	Voimakas	Yhteensä	Lievä	Voimakas	Yhteensä
Paistunturi	10,3	121,5	40,1	171,8	121,2	40,3	171,8	121,2	40,6	172,0
Kaldoaivi	3,6	77,5	23,0	104,1	77,5	23,0	104,1	77,5	23,0	104,1
Näätämo	1,6	33,4	11,0	46,0	33,4	11,0	46,0	33,4	11,0	46,0
Muddusjärvi	7,7	156,2	47,3	211,2	158,1	53,3	219,1	164,2	59,2	231,1
Vätsäri	1,0	26,4	6,9	34,3	26,4	6,9	34,3	26,4	6,9	34,3
Paatsjoki	0,9	14,0	2,8	17,8	14,0	2,8	17,8	14,0	2,8	17,8
Ivalo	33,9	365,2	121,3	520,4	316,5	112,6	463,0	400,7	154,3	588,8
Hammastunturi	16,6	225,4	68,6	310,5	176,0	61,0	253,6	223,1	82,5	322,2
Sallivaara	6,4	147,7	36,3	190,4	90,1	22,7	119,2	144,1	52,6	203,1
Muotkatunturi	4,8	88,4	18,3	111,5	92,5	20,9	118,2	91,6	24,5	120,9
Näkkälä	13,1	170,5	53,5	237,1	221,8	106,6	341,5	217,1	159,3	389,5
Käsivarsi	8,4	190,8	93,6	292,7	209,4	117,6	335,4	222,3	142,4	373,0
Muonio	55,9	454,6	183,0	693,5	552,6	317,8	926,4	524,6	445,9	1026,4
Kyrö	9,1	135,9	33,6	178,6	185,4	85,1	279,7	203,2	134,8	347,1
Kuivasalmi	44,1	317,1	77,0	438,1	379,5	156,3	579,9	366,6	233,0	643,7
Alakylä	48,5	433,9	122,5	604,9	525,6	237,6	811,7	507,6	343,4	899,6
Sattasniemi	27,2	228,1	63,9	319,2	272,6	104,2	404,0	268,0	144,8	440,1
Oraniemi	54,7	471,5	127,8	654,1	581,1	232,3	868,2	560,9	335,7	951,2
Syväjärvi	33,4	399,8	78,1	511,2	438,8	137,5	609,7	421,0	195,6	650,0
Lappi	9,7	178,7	56,3	244,7	165,6	76,0	251,3	203,1	110,9	323,7
Kemin-Sompio	27,5	400,1	100,3	527,9	491,6	173,7	692,8	492,4	249,0	768,9
Pohjois-Salla	15,1	159,2	37,7	212,1	201,3	78,1	294,5	197,2	120,2	332,5
Salla	75,2	864,0	199,7	1138,9	918,3	265,9	1259,3	908,1	331,1	1314,4
Hirvasniemi	32,1	269,1	79,2	380,5	287,0	96,5	415,7	283,9	113,5	429,5
Pyhä-Kallio	75,0	829,0	599,4	1503,3	925,9	725,5	1726,4	918,2	841,7	1834,9
Vanttaus	19,5	155,5	53,4	228,5	172,8	78,3	270,5	165,2	103,5	288,1
Poikajärvi	60,4	473,2	164,4	698,0	509,0	217,5	786,8	491,3	268,4	820,1
Lohijärvi	58,1	326,2	86,7	471,1	337,8	116,8	512,7	327,0	144,4	529,5
Palojärvi	142,7	839,7	259,6	1242,0	878,3	307,1	1328,1	863,1	355,2	1361,0
Orajärvi	37,3	272,0	86,2	395,5	294,0	132,9	464,3	278,8	179,4	495,6
Kolari	36,8	373,1	90,6	500,4	407,2	146,8	590,8	387,7	200,2	624,7
Jääskö	10,9	121,8	25,6	158,3	124,0	29,6	164,6	122,2	33,6	166,7
Narkaus	94,7	562,2	148,7	805,7	593,8	200,3	888,8	576,6	249,8	921,1
Niemelä	28,4	248,9	49,9	327,1	264,8	69,9	363,1	259,1	89,6	377,1
Timisjärvi	21,8	211,6	65,5	298,9	217,6	72,0	311,3	215,9	78,6	316,3
Tolva	45,2	335,5	83,4	464,1	348,0	97,7	490,9	354,8	111,9	511,9
Posion Livo	20,9	207,8	40,9	269,6	211,5	50,6	283,0	207,0	61,1	289,0
Isosydänmaa	91,8	451,1	118,0	660,9	474,4	139,9	706,2	476,3	161,9	730,1
Kuukas	53,1	365,7	87,1	505,8	385,3	114,4	552,8	376,4	141,0	570,5
Alakitka	27,7	269,6	82,2	379,6	272,3	97,9	398,0	273,2	113,5	414,5
Akanlahti	24,2	178,7	42,4	245,4	179,8	44,8	248,9	178,8	47,7	250,7
Hossa-Irni	52,7	621,9	139,8	814,4	636,8	157,6	847,2	639,9	176,3	868,9
Kallioluoma	34,0	362,9	96,5	493,4	391,5	126,6	552,2	389,4	159,3	582,7
Oivanki	92,7	487,2	167,3	747,2	495,6	199,2	787,6	478,5	230,4	801,6
Taivalkoski	40,9	453,7	114,6	609,3	468,2	130,6	639,7	466,5	151,4	658,8
Pudasjärvi	54,7	357,0	94,0	505,6	363,0	108,8	526,4	359,4	123,4	537,4
Oijärvi	91,7	354,6	69,6	515,9	359,5	90,5	541,7	354,9	110,3	556,9
Pudasjärven Livo	39,8	392,9	77,4	510,1	401,3	87,1	528,1	398,6	97,2	535,6
Pintamo	42,0	423,6	116,2	581,8	434,9	133,9	610,8	428,2	154,9	625,1
Kiiminki	36,6	241,4	49,0	327,0	243,4	58,8	338,8	240,3	68,3	345,3
Kollaja	70,6	274,2	59,0	403,8	270,9	68,9	410,3	267,1	79,2	416,9
Ikonen	12,7	77,9	11,4	102,0	78,0	11,5	102,1	78,0	11,6	102,2
Näljänkä	63,5	813,6	160,1	1037,3	816,5	172,6	1052,6	810,0	187,3	1060,9
Halla	91,6	950,7	207,7	1249,9	976,9	261,3	1329,8	978,4	313,9	1383,9
Poronhoitoalue	2112,9	17962,4	5128,2	25203,4	19069,6	6789,0	27971,4	19033,3	8561,8	29707,9

Liite 5. Poronhoitoalueella mitattujen valtakunnan metsien 11. inventoinnin (VMI11) koealojen keskipistekuvioiden maaluokkajakauma (%) sekä VMI11-koealojen määrä porolaiduninventoinnissa muodostetuissa laidun- ja maastoluokissa.

	VMI11 Maaluokka									VMI-koealoja
	Metsämaa	Kitumaa	Joutomaa	Muu metsä-talousmaa	Maatalousmaa	Rakennettu maa	Liikenneväylät	Voimansiitto-linjat	Sisävesi	
Laidunluokka										
Kuivat ja karut kankaat										
Hakkuualue ja taimikko	86.0	7.3	2.2	1.3	0.6	1.1	0.4	1.1	0.0	464
Nuori mäntymetsä	91.2	6.5	1.3	0.3	0.0	0.5	0.3	0.0	0.0	399
Varttunut ja vanha metsä	84.3	12.5	2.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	562
Tunturikoivikko	10.4	26.4	62.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	212
Jäkäläinen tunturikangas	4.4	15.6	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90
Tuoret ja kuivahkot kankaat										
Hakkuualue ja taimikko	87.2	5.9	1.2	0.9	2.4	1.4	0.3	0.8	0.0	1004
Nuori metsä	91.2	6.3	0.6	0.8	0.2	0.1	0.3	0.3	0.2	1788
Varttunut ja vanha metsä	94.1	4.1	0.3	0.3	0.1	0.5	0.2	0.1	0.4	2666
Lehtipuustoiset ja vesoittuneet alueet	89.4	4.8	0.5	1.1	2.2	1.1	0.0	0.7	0.2	546
Tunturikoivikko	28.3	46.1	22.7	0.0	0.0	1.1	1.9	0.0	0.0	269
Varpuvaltainen tunturikangas	22.7	27.3	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44
Muut										
Rakka ja mineraalipaljastuma	80.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30
Rakennettu maa	41.4	0.8	1.1	5.7	4.6	27.6	14.9	2.3	1.5	261
Maatalousmaa	16.5	1.7	0.9	0.9	73.9	3.5	1.7	0	0.9	115
Avosuo	5.4	8.6	82.6	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	2.5	1482
Puustoinen suo	34.1	41.7	22.0	0.4	0.2	0.5	0.1	0.2	0.8	2249
Ojitettu suo	65.6	23.3	8.5	0.8	0.6	0.3	0.4	0.1	0.4	1701
Louhikkoinen tunturipalj akka	6.3	6.3	85.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	63
Vesistö	4.7	1.0	2.0	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0	91.5	938
Yhteensä	60.6	14.3	15.4	0.6	1.1	1.0	0.5	0.3	6.3	14883

Liite 6. Poronhoitoalueen metsä-, kitu- ja joutomaalla mitattujen valtakunnan metsien 11. inventoinnin (VMI11) koealojen keskipistekuvioiden kasvupaikkatyyppijakauma (%) sekä koealamäärä jäkälälaidunten (laidunluokituksen kuivat ja karut kankaat) ja varpu-, lehti- ja ruoholaidunten (tuoreet ja kuivahkot kankaat) laidunluokissa.

Laidunluokka	VMI11 Kasvupaikkatyyppi										
	Lehdot	Lehtomaiset kankaat	Tuoreet kankaat	Kuivahkot kankaat	Kuivat kankaat	Karukkokankaat	Kalliomat	Lakimetsät	Tunturikoivikot	Avotunturit	VMI-koealoja metsä-, kitu- ja joutomaalla
Kuivat ja karut kankaat											
Hakkuualue ja taimikko	0.2	2.0	25.5	47.9	16.9	0.7	3.6	1.6	1.4	0.2	443
Nuori mäntymetsä	0.0	0.5	30.6	50.9	10.4	0.5	4.8	2.0	0.3	0.0	395
Varttunut ja vanha metsä	0.0	0.2	24.2	49.1	13.6	0.2	4.8	5.6	2.0	0.4	558
Tunturikoivikko	0.0	0.5	2.4	8.5	1.9	0.9	4.3	10.4	40.3	30.8	211
Jäkäläinen tunturikangas	2.4	5.6	19.4	44.4	26	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	90
Tuoreet ja kuivahkot kankaat											
Hakkuualue ja taimikko	0.0	0.0	2.2	1.1	1.1	0.0	5.6	11.1	25.6	53.3	946
Nuori metsä	0.6	3.8	55.8	33.8	3.8	0.1	1.2	0.7	0.1	0.0	1754
Varttunut ja vanha metsä	0.5	3.8	58.2	31.6	3.5	0.3	0.7	0.9	0.3	0.0	2627
Lehtipuustoiset ja vesoittuneet alueet	1.7	9.5	53.8	30.4	3.1	0.2	0.6	0.6	0.2	0.0	517
Tunturikoivikko	0.3	2.3	63.0	30.5	2.0	0.0	0.8	0.8	0.3	0.0	261
Varpuvaltainen tunturikangas	0.0	0.0	1.6	3.2	1.6	0.0	6.5	12.9	14.5	59.7	44

Liite 7. Poronhoitoalueen metsämaalla mitattujen valtakunnan metsien 11. inventoinnin (VMI11) koealojen keskipistekuvioiden kehitysluokkajakauma (%) sekä koealamäärä jäkälälaidunten (laidunluokituksen kuivat ja karut kankaat) ja varpu-, lehti- ja ruoholaidunten (tuoreet ja kuivahkot kankaat) laidunluokissa.

Laidunluokka	VMI11 Vallitsevan jakson kehitysluokka								
	Aukea uudistusala	Pieni taimikko	Varttunut taimikko	Nuori kasvatusmetsikkö	Varttunut kasvatusmetsikkö	Uudistuskypsä kasvatusmetsikkö	Suojuspuumetsikkö	Siemenpuumetsikkö	VMI-koealoja metsämaalla
Kuivat ja karut kankaat									
Hakkuualue ja taimikko	3.0	35.8	12.8	19.0	13.5	11.3	0.3	4.3	399
Nuori mäntymetsä	0.5	6.9	3.3	37.9	29.1	20.9	0.0	1.4	364
Varttunut ja vanha metsä	0.2	2.5	0.6	31.0	24.3	40.9	0.0	0.4	474
Tuoreet ja kuivahkot kankaat									
Hakkuualue ja taimikko	4.3	29.6	28.3	22.1	6.3	7.2	0.0	2.2	875
Nuori metsä	0.5	2.1	10.6	53.3	21.3	11.8	0.2	0.2	1630
Varttunut ja vanha metsä	0.3	1.1	2.3	32.0	27.0	37.0	0.0	0.2	2510
Lehtipuustoiset ja vesoittuneet alueet	0.4	4.3	19.3	51.6	16.8	7.4	0.2	0.0	488
Tunturikoivikko	1.3	2.6	2.6	46.1	15.8	30.3	0.0	1.3	76

Liite 8. Poronhoitoalueen metsä- ja kitumaalla mitattujen valtakunnan metsien 11. inventoinnin (VMI11) koealojen keskipistekuvioiden jakauma (%) vallitsevan jakson pääpuulajin mukaan sekä koealamäärä jäkälälaidunten (laidunluokituksen kuivat ja karut kankaat) ja varpu-, lehti- ja ruoholaidunten (tuoreet ja kuivahkot kankaat) laidunluokissa.

	VMI Vallitsevan jakson pääpuulaji				VMI-koealoja metsä- ja kitumaalla
	Puuton	Mänty*	Kuusi	Lehtipuu	
Laidunluokka					
Kuivat ja karut kankaat					
Hakkuualue ja taimikko	2.8	84.5	6.2	6.5	433
Nuori mäntymetsä	0.5	86.9	8.7	3.8	390
Varttunut ja vanha metsä	0.2	91.0	6.8	2.0	544
Tunturikoivikko	0.0	43.6	2.6	53.8	78
Jäkäläinen tunturikangas	0.0	50.0	11.1	38.9	18
Tuoreet ja kuivahkot kankaat					
Hakkuualue ja taimikko	4.2	73.7	16.0	6.2	934
Nuori metsä	0.5	78.2	14.3	7.0	1743
Varttunut ja vanha metsä	0.3	70.1	26.6	3.1	2620
Lehtipuustoiset ja vesoittuneet alueet	0.4	68.9	15.4	15.4	514
Tunturikoivikko	0.5	34.0	8.5	57.0	200
Varpuvaltainen tunturikangas	0.0	40.9	18.2	40.9	22

* sisältää myös muut havupuut kuusta lukuun ottamatta



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000