



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 18/2017

Sopeutumisen tila 2017

Ilmastokestävyyden tarkastelut
maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalalla

Pirjo Peltonen-Sainio, Jaana Sorvali, Michael Müller, Otso Huitu,
Seppo Neuvonen, Tuomas Nummelin, Arto Rummukainen, Jari Hynynen,
Risto Sievänen, Pekka Helle, Martti Rask, Teppo Vehanen ja Jouko Kumpula

Sopeutumisen tila 2017

Ilmastokestävyyden tarkastelut maa- ja metsätalousministeriön
hallinnonalalla

Pirjo Peltonen-Sainio, Jaana Sorvali, Michael Müller, Otso Huitu,
Seppo Neuvonen, Tuomas Nummelin, Arto Rummukainen, Jari Hynynen,
Risto Sievänen, Pekka Helle, Martti Rask, Teppo Vehanen ja Jouko Kumpula



ISBN: 978-952-326-380-2 (Painettu)

ISBN: 978-952-326-381-9 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-381-9>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Pirjo Peltonen-Sainio, Jaana Sorvali, Michael Müller, Otso Huitu, Seppo Neuvonen, Tuomas Nummelin, Arto Rummukainen, Jari Hynynen, Risto Sievänen, Pekka Helle, Martti Rask, Teppo Vehanen, Jouko Kumpula

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2017

Julkaisuvuosi: 2017

Kannen kuva: Jaana Sorvali (Luke)

Painopaikka ja julkaisumyynti: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Pirjo Peltonen-Sainio, Jaana Sorvali, Michael Müller, Otso Huitu, Seppo Neuvonen, Tuomas Nummelin, Arto Rummukainen, Jari Hynynen, Risto Sievänen, Pekka Helle, Martti Rask, Teppo Vehanen, Jouko Kumpula.
Luonnonvarakeskus.

Suomalaisten luonnonvaraelinkeinojen tulee sopeutua väistämättömään ilmastonmuutokseen riippumatta siitä kuinka nopealla aikataululla ja tehokkain toimenpitein kasvihuonekaasupäästöjä tullaan vähentämään osana Pariisin sopimuksen toimeenpanoa. Tämä raportti on ensimmäinen maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalan politiikkasektoreita kokonaisvaltaisesti tarkasteleva katsaus (luukuunottamatta vesitaloutta), joka kokoaa alan monipuoliset tutkimukset ja tekee niiden tuottamaan ymmärryksen nojaten päätelmät maa-, metsä-, riista-, kala- ja porotalouden kohtaamista haasteista ilmaston muuttuessa sekä haitallisten vaikutusten ajoittumisesta, pysyvyydestä ja alueellisesta jakautumisesta huomioiden näytön vahvuuden. Toimialoitain tärkeimpien sopeuttamistarpeiden tunnistamisessa on huomioitu niin luonnon kuin yhteiskunnan sopeutumispotentiaalia. Kaikki nämä tarkastelut huomioivan, Luken asiantuntijoiden tekemän haavoittuvuusanalyysin myötä on tunnistettu sopeutumisen kannalta kriittisimmät ilmastonmuutoksen mukanaan tuomat riskit luonnonvaraelinkeinoille. Lisäksi haastattelimme toimialoilta noin viittäkymmentä sidosryhmäasiantuntijaa saadaksemme käsityksen siitä, miten eri luonnonvara-alojen toimijat ovat tunnistaneet sekä mahdollisesti varautuneet ilmastonmuutoksen tuomiin riskeihin mutta myös mahdollisuuksiin. Tavoitteena oli myös tiedostaa kuinka hyvin tutkimuksen tuottama tieto on jalkautunut käytäntöön.

Tutkimusryhmä päätyi seuraaviin toimialakohtaisiin toimintasuosituksiin, jotka avataan raportissa yksityiskohtaisesti. Maatalouden ilmastokestävyyttä tulee parantaa lisäämällä varautumista säävaihteluun ja ääri-ilmiöihin niin vakuutustarjontaa kehittämällä kuin viljelyn monimuotoistamisen edellytyksiä parantamalla. Maatalouden tulee ennakoitua varautua erityisesti sadannassa tapahtuviin vuoden ja kasvukauden aikaisiin muutoksiin vesitalouden hallintajärjestelmiä kehittämällä sekä syyskylvöisten viljelykasvien viljelyn laajentamisedellytyksiä parantamalla. Lisäksi kasvintuhoojien mittava kasvu tulee rajoittaa kaikin käytössä olevin keinoin. Mittavien metsätuhojen välttämiseksi kansainvälinen taimikauppa tulee välittömästi lopettaa ja yhdenpuulajin kasvattamisen sijaan suosia sekametsä rakenteita. Lisäksi käytössä olevia metsänhoito-ohjeita tulee noudattaa ja panostaa tutkimukseen sekä seurantaan metsänhoidollisten korjaustoimien ajantasaistamiseksi. Puunkorjuun sujuvuuden edellyttämän alemman tieverkon hyvän kunnon ylläpidosta ei pidä tinkiä. Riistakantojen ja vieraslajien seuraaminen on avainasemassa, jotta kannoissa tapahtuviin muutoksiin osataan reagoida riittävän aikaisin. Samoin tutkimuksen ja käytännön yhteistyö ja metsästyksen säätely on säilytettävä ajantasaisena. Tutkimus, tiedon välittäminen ja tuotekehittely nousivat kalatalouden keskeisiksi toimenpiteiksi. Lisäksi istutuksista tulisi luopua, uusia kalaresursseja hyödyntää kestävästi sekä kalan kasvatuksen normistoa uudistaa joustavammaksi. Poronhoitoa tulisi kehittää paikallisista lähtökohdista käsin ja liittää se tiiviimmin metsätalouden ja muun maankäytön suunnitteluun tutkimukseen tukeutuen ja kulttuuriset perinteet huomioiden.

Olemme saaneet Metsätalous-osioon materiaalia ja neuvoja useilta henkilöiltä, siitä suuret kiitokset. Erityisesti haluamme mainita seuraavat: Matti Sirén (Luke), Harri Mäkinen (Luke), Sakari Sarkkola (Luke), Ari Venäläinen (IL), Matti Haapanen (Luke) ja Anneli Viherä-Aarnio (Luke). Lisäksi lämpimät kiitokset kaikille tekstiä kommentoineille sekä haastatteluihin osallistuneille.

Asiasanat: maatalous, metsätalous, riistatalous, kalatalous, porotalous, ilmastonmuutos, ilmastoriskit, ääri-ilmiöt, varautuminen, haavoittuvuus.

Sisällys

1. Johdanto	6
2. Maatalous	7
2.1. Maatalous ja ilmastonmuutos	7
2.2. Maatalouden ilmastonmuutostutkimus	7
2.3. Maatalous ja ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset	8
2.4. Maatalouden haavoittuvuus.....	11
3. Metsätalous	14
3.1. Metsätalous ja ilmastonmuutos	14
3.2. Metsätalouden ilmastonmuutostutkimus	15
3.3. Metsätalous ja ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset	15
3.3.1. Bioottiset vaikutukset	15
3.3.2. Abioottiset vaikutukset	20
3.4. Metsätalouden haavoittuvuus.....	22
4. Riistatalous	24
4.1. Riistatalous ja ilmastonmuutos.....	24
4.2. Riistatalouden ilmastonmuutostutkimus.....	24
4.3. Riistatalous ja ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset.....	24
4.4. Riistatalouden haavoittuvuus	27
5. Kalatalous	29
5.1. Kalatalous ja ilmastonmuutos.....	29
5.2. Kalatalouden ilmastonmuutostutkimus.....	29
5.3. Kalatalous ja ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset.....	29
5.4. Kalatalouden haavoittuvuus	32
6. Porotalous.....	34
6.1. Porotalous ja ilmastonmuutos.....	34
6.2. Ilmastonmuutostutkimus.....	34
6.3. Porotalous ja ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset.....	34
6.4. Porotalouden haavoittuvuus	36
7. Sidosryhmäasiantuntijoiden näkemykset	38
7.1. Aluksi.....	38
7.2. Maatalous	38
7.2.1. Maatalouden tuotantoepävarmuus ja uudet viljelyvaihtoehdot.....	38
7.2.2. Panostuksia peltomaan kuntoon ja tutkimukseen.....	40
7.2.3. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelmat ja esteet	43

7.3. Metsätalous	45
7.3.1. Metsätuhojen ja puuston kasvun lisääntyminen	45
7.3.2. Ohjeistusta, tutkimusta sekä tukea toimenpiteisiin.....	46
7.3.3. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelmat ja esteet	48
7.4. Riistatalous.....	48
7.4.1. Ilmastonmuutos muuttaa Suomen riistakantaa.....	48
7.4.2. Monipuolinen riistakanta ilmastokestävyyden perustana.....	49
7.4.3. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelmat ja esteet	52
7.5. Kalatalous.....	52
7.5.1. Lohikalat taantuvat ja särkikalat menestyvät	52
7.5.2. Normien muutos ja tutkimukseen panostaminen	55
7.5.3. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelmat ja esteet	57
7.6. Porotalous.....	58
7.6.1. Muutoksia porojen ravinnonsaannissa	58
7.6.2. Laidunalueiden yhtenäisyys ja tutkimus tarpeellista	59
7.6.3. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelmat ja esteet	61
8. Suositukset.....	62
8.1. Maatalous	62
8.2. Metsätalous	62
8.3. Riistatalous.....	63
8.4. Kalatalous.....	64
8.5. Porotalous.....	65
Liite 1. Haastattelukysymykset	66
Viitteet	67

1. Johdanto

Ilmastonmuutos vaikuttaa jo nyt, mutta tulevaisuudessa yhä enemmän ja monipuolisemmin luonnonvarasektorin toimintaedellytyksiin. Jotta suomalainen luonnonvaratalous onnistuu mini-moimaan ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset ja maksimoimaan hyödyt, tulee meidän katta-vasti ennakoita ilmastonmuutoksen aiheuttamia muutoksia tuotantoekosysteemeille. Käsillä oleva maa- ja metsätalousministeriön rahoittama Sopeutumisen tila -hanke ja sen tuottama raportti ovat osa valtioneuvoston periaatepäätöksenä vuonna 2014 hyväksyttyä kansallisen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelman toimeenpanoa. Sopeutumissuunnitelman keskeiseksi tavoitteeksi asetettiin valtakunnallisten ilmastokestävyystarkastelujen toteuttaminen (1) ja tässä raportissa esitetään tutkimuksen ja sidosryhmäasiantuntijoiden näkemys ilmastonmuutokseen sopeutumisen haasteista maa-, metsä-, riista-, kala- ja porotalouden toimialoilla. Maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalan politiikkasektoreista tässä selvityksessä ei tarkastella vesitaloutta, koska se ei ole Luonnonvarakeskuksen keskeisintä toimialaa.

Raportti rakentuu kahdesta osasta. Ensimmäiseen osaan on koottu toimialakohtaiset katsaukset ilmastonmuutosta koskevasta tutkimuksesta, ilmastonmuutoksen haitallisista vaikutuksista ja analyysi toimialan haavoittuvuudesta. Analyysin pohjana on käytetty alun perin Kansallisen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelman 2022 tausta-aineistoksi tehdyn raportin laadullista kehikkoa, jossa kunkin toimialan keskeisiä haitallisia vaikutuksia tarkastellaan niiden mittaluokan, ajoittumisen, vaikutusten pysyvyyden, näytön vahvuuden ja vaikutusten jakautumisen näkökulmasta (2). Tarkastelukehikkoa muokattiin selkeämmin erittelemään luonnon ja yhteiskunnan sopeutumismahdollisuuksia. Tarkastelusta syntyi toimialakohtaiset taulukot, joihin on pyritty tiivistämään toimialan haavoittuvuuteen vaikuttavat tekijät. On tärkeää huomata ettei toimialoja voi vertailla toisiinsa taulukoiden perusteella, koska taulukoissa esitetyt asiantuntija-arviot eivät ole toimialojen välillä määrällisessä mielessä yhteismitallisia.

Raportin toinen osa koostuu toimialoittain kootuista sidosryhmäasiantuntijoiden näkemyksistä. Etujärjestöjen, hallinnon, tutkimuksen, tuotannon ja teollisuuden edustajilta pyydettiin arvioita ilmastonmuutoksen mukanaan tuomista haitallisista vaikutuksista ja mahdollisuuksista, ilmastokestävyyttä parantavista toimenpiteistä, toimenpiteiden nykyisen toteuttamisen tasosta ja toimijoista, toimialojen ilmastonmuutossuunnitelmista, sopeutumistoimien toimeenpanon esteistä sekä viranomaisilta toivotuista toimista sopeutumisen edistämiseksi. Kaikkiaan arvionsa antoi 51 sidosryhmäasiantuntijaa. Raportin loppuun on koottu toimenpidesuosituksia.

2. Maatalous

2.1. Maatalous ja ilmastonmuutos

Ilmastonmuutoksen on arvioitu merkittävistä haasteista huolimatta voivan hyödyttää Suomen maa- ja puutarhataloutta, mikä on poikkeuksellista verrattuna muualla ennakoituihin, varsin yksipuolisesti haitallisiin vaikutuksiin. Erityisesti kasvukauden pidentyminen ja talvien leudontuminen mahdollistavat uusien, nykyistä myöhäisempien ja satoisampien lajien ja lajikkeiden viljelyn (3-6). Toisaalta vaihtelevat talviolot ja niihin liittyvät moninaiset riskit saattavat merkittävästi viivästyttää syyskylvöisten ja monivuotisten viljelykasvien viljelyn laajentumista tulevaisuudessa (3,5,7). Pellonkäytön voi kuitenkin ennakoita muuttuvan ratkaisevasti varsin lyhyelläkin aikajänteellä. Muutoksesta ja viljelijöiden muutoshalukkuudesta näkyy jo merkkejä, kuten kevätvehnän ja rapsin viljelyalojen kasvu sekä tuotannon laajentuminen uusille alueille samoin kuin viljelijöiden kiinnostus syysrapsin viljelyyn. Perinteisten viljelykasvilajien, kuten vehnän, öljykasvien ja palkoviljojen viljely voi laajentua nykyistä pohjoisemmille alueille samalla, kun uudet lajit saattavat jalkautua viljelyyn Suomessa (3-5,8). Toisaalta niin lämpeneminen, pellon käyttömuutokset kuin uusien lajien ja lajikkeiden viljelyyn otto tuovat mukanaan suuren joukon haasteita, mutta myös suoranaisia haitallisia vaikutuksia, joiden myötä ennakoitujen hyötyjen saavuttaminen voi estyä (3,9,10), jollei sopeutumistoimiin ryhdytä riittävän ennakoivasti, kattavasti ja kokonaisvaltaisesti myös viljelyjärjestelmätason muutostarpeet huomioiden. Myös ilmastonmuutokseen sopeutumisen voi nähdä jo ottaneet ensimmäisiä askeleitaan maataloudessa (11-13). Sopeutumistarpeiden kirjo on kuitenkin laaja, joten toimenpiteiden ennakointi ja täytäntöön pano edellyttävät priorisointia ja oikeaa ajoittamista sekä Suomen maatalouden tilanteen tarkastelua Euroopan ja globaalimuutosten kontekstissa. ILMASOPU-hankkeessa maatalouden lukuisat sopeuttamistarpeet listattiin, priorisoitiin ja aikataulutettiin (10,14,15).

2.2. Maatalouden ilmastonmuutostutkimus

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia maa- ja elintarviketalouteen on tutkittu Suomessa varsin kattavasti laajojen tutkimusohjelmien myötä. SILMU-ohjelmassa (1990–1995) maatalous oli eräs keskeinen tutkimusala (16). AGROGAS-hanke kului FIGARE-tutkimusohjelmaan (1999–2002) ja siinä tarkasteltiin maatalouden nieluja ja päästöjä (17). FINADAPT-hankkeessa (2004–2005) oli oma maatalouteen keskittyvä osio, joka tuotti perustietoa toimialan sopeutumisesta ja tunnisti lisätutkimustarpeita (18). Kansallisen ilmastonmuutokseen sopeutumisstrategian toimeenpanon tueksi käynnistettiin ilmastonmuutokseen sopeutumisen (ISTO) tutkimusohjelma (2006–2010), jossa toteutettiin useita maa- ja elintarviketalouden hankkeita kuten ILMASOPU (10), ELICLIMATE (19), ADACAPA ja TUPOLEV-hankkeet. Suomen Akatemian FICCA-tutkimusohjelma rahoitti kahta maatalouskytköksen omaavaa hanketta, A-LA-CARTE ja MARISPLAN. MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen PELTOSOPU-tutkimusohjelmassa (2009–2011) jatkettiin ja laajennettiin ISTOssa aloitettua työtä peltoviljelykasvien osalta. Myös ISTO:n jälkeen kansallista rahoitusta on kohdennettu ilmastoriskien hallintatutkimuksiin. Lisäksi osa muihin maatalouden haasteisiin keskittyneistä hankkeista on monipuolistanut merkittävästi ilmastonmuutoksen vaikutusten ja siihen varautumisen tarkastelukulmaa. Tällaisia hankkeita ovat mm. ADIOSO, VEHMAS (20), OMAVARA (21), ILMAPUSKURI, NORFASYS, PeltoOptimi sekä maataloutta sivuavat, Suomalaisen ilmastonpaneelin toimeenpanemat selvitykset kuten MAA-ILMAPOLI (22) ja ISOvastuu (23) sekä edelleen Valtioneuvoston kanslian rahoittama ELASTINEN-hanke. Toisaalta hankkeet, kuten ILMASE, ovat keskittyneet tulosten käytäntöön vientiin.

Kansallisten tutkimuspanostusten voi katsoa merkittävästi tukeneen Suomen roolin vahvistumista kansainvälisissä yhteistutkimuksissa myös uusien, laaja-alaisten yhteistyöelinten toimintojen käynnistymisen myötä. Joint Programming Initiative on Agriculture, Food Security and Climate Chan-

ge (JPI-FACCE 2010–) on yhteiseurooppalainen, kansainvälinen kytköksiin vahvistettu rahoitusinstrumentti ja yhteistyöverkosto, joka käynnisti laajamittaisen, maatalouteen ja ilmastonmuutokseen liittyvien yhteishankkeiden rahoittamisen. Näistä Suomi on osallistunut mm. seuraaviin: FACCE-MACSUR, MACSUR-2, CAOS, ClimBar and SUSTAg. Esimerkiksi MACSUR-hankkeissa on (osittain yhteistyössä kansainvälisen AgMIP-verkoston kanssa) verrattu, edelleen kehitetty ja integroitu kasvi-, kotieläin- ja talousmalleja sekä tuotettu niiden avulla uutta tietoa (24–29) sekä arvioita ilmastonmuutoksen aiheuttamista globaaleista haasteista maataloudelle, maatalouden haavoittuvuudesta sekä sopeutumistoimien tarpeesta ja alueellisuudesta. Lisäksi esimerkiksi COST Action 734 (Impact of climate change and variability on European agriculture CLIVAGRI) tuotti yhteisjulkaisuja (30–34), joissa Suomen ilmastonmuutokseen sopeutumistarvetta ja toimenpiteitä arvioitiin suhteessa muihin Euroopan maihin. Toisaalta EU:n Life+ -rahoittama VACCIA-hanke pureutui ilmastonmuutoksen laajalaan ekosysteemipalveluvaikutuksiin (35,36). EUn ERA-Net -ohjelman EmTox-hanke tuotti puolestaan runsaasti tietoa nykyisten ja uusien viljelykasvien laajentumismahdollisuuksista, mahdollisista pellonkäyttömuutoksista sekä niihin liittyvistä ruokaturvallisuusriskeistä (8,37,38) muiden kansainvälisten toksiinien riksikartoitusten rinnalla (39). Yhteispohjoismainen SUPRI sekä EU CORE-Organic II -ohjelmasta rahoitettu COBRA tuottivat yhteistyössä kasvinjalostajien kanssa monipuolista tietoa kohonneiden lämpötilojen haitallisista vaikutuksista sadon muodostukseen, laatuun sekä tautipaineeseen huomioiden geenivarojen käytettävyyden jalostettaessa yhä ilmastokestävämpiä lajikkeita (40,41). Useat tutkimukset ovat tuottaneet myös uutta ymmärrystä viljelyn monipuolistamisen myönteisistä vaikutuksista ilmastokestävyyteen (41–49).

2.3. Maatalous ja ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset

Sään vaihtelu ja ääri-ilmiöt sekä niiden moninaiset vaikutukset maataloustuotantoon ovat olleet perinteinen, mutta viime vuosien aikana yhä vahvistuva tutkimuskohde. Tähän on osaltaan kannustanut IPCCn ääri-ilmiöitä ja säävaihtelua käsittelevä erityisraportti (50). Suomessa tutkimukset ovat painottuneet lämpötilan nousun, talvehtimisolojen, kuivuuden ja liikasadannan aiheuttamiin haittoihin ja niihin varautumiseen nojaten niin historia-aineistoihin kuin ilmastonmuutosennusteisiin (5-7,9,11,12,30,32,34,40,42,43,49-59). Ilmastonmuutoksen vaikutuksia arvioivien mallien edelleen kehittäminen on ollut tärkeä tunnistettu ja vahvistunut tutkimusala, erityisesti sään ääri-ilmiöiden vaikutusten paremmaksi ennakoimiseksi.

Kasvitaudit ja tuholaiset. Kasvintauti- ja tuholaisriskejä on usein kartoitettu tapaustutkimuksina (38,48,49,60,61), mutta myös yleiskatsauksia kasvintauti-, tuholaisilanteesta, vieraslajien tulosta ja niihin varautumisesta on tehty (48,62-66). Ilmastonmuutoksen on jo pitkään tiedetty merkittävästi lisäävän riskejä kasvitautien ja tuholaisien runsaammille esiintymille tulevaisuudessa. On myös tunnistettu, että tietyt kasvintuhoojariskit ovat jo vahvistuneet oletettavasti niin ilmaston lämpenemisen kuin viljelymenetelmissä (esimerkiksi kevennetty muokkaus, suorakylvö) ja -järjestelmissä (viljelykierrojen yksipuolistuminen) sekä torjuntamahdollisuuksissa (neonikotinoidit) tapahtuneiden muutosten myötä. Tutkimuksen haasteellisuutta ilmastonmuutoskontekstissa lisää niin kasvitautien ja tuholaisien runsas kirjo kuin erot niiden ja niiden luontaisten vihollisten menestymisessä - riippuen sääoloista, kasvien kasvudynamiikassa, viljelymenetelmissä ja -järjestelmissä tapahtuvista muutoksista ja niiden kaikkien keskinäisistä vuorovaikutuksista. Ilmastonmuutoksen myötä viljelyyn otettavat kasvilajit tuovat mukanaan meille ennen tuntemattomia tuholaisia ja kasvitauteja.

Rikkakasvit. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia rikkakasvien menestymiseen on kartoitettu tapaustutkimuksina (67), mutta myös yleiskatsauksia rikkakasvitalanteesta, vieraslajien tulosta ja niihin varautumisesta on tehty (66,68,69). Erityisesti tulokaslajeihin liittyvät riskit ovat saaneet paljon näkyvyyttä. Nykyisten Suomen peltomaisessa esiintyvien rikkakasvien kilpailukyky suhteessa viljelykasveihin saattaa myös muuttua ratkaisevasti kasvukauden sekä syys- ja talvikauden aikaisten säässä

tapahtuvien muutosten myötä. Myös sään ääri-ilmiöt voivat osaltaan voimistaa rikkakasvien aiheuttamaa painetta: esimerkiksi maan rikkasiemenpankki saattaa kasvaa sykäyksittäin, mikäli viljelykasvien satovahingot ovat merkittävät ja ongelmat toistuvat yhä useammin. Kasvitautilien ja tuholaisien tapaan rikkakasvien menestyminen on tulevaisuudessa riippuvainen sääolojen muutoksista, säässä ilmenevästä vaihtelusta sekä viljelymenetelmissä (erityisesti ennakoiva, mutta myös suora torjunta) ja -järjestelmissä tapahtuvista muutoksista.

Satovaihtelu ja satokuilut. Satovaihtelu on Suomen maataloudelle tyypillinen ilmiö, johon viljelijät ovat joutuneet sopeutumaan kautta aikojen (70). Satokuilun, joka kuvaa eroa kasvinjalostuksen tuottaman, viljelymenetelmin saavutettavissa olevan potentiaalisen sadon ja toteutuneen sadon välillä, on todettu kääntyneen kasvuun viime vuosikymmenten aikana kaikilla Suomessa viljeltävillä tuotantokasveilla (71,72). Satokuilujen kehitystä tulevaisuudessa on vaikea ennakoida, koska niiden syyt ovat hyvin monitahoiset ja politiikka- sekä markkinariippuvaiset. Satokuilujen kasvun pysäyttäminen tulevaisuudessa edellyttää kuitenkin onnistumista sopeutumistoimien käyttöönotossa sekä ilmastonmuutoksen vaikutusten tunnistamisen politiikkaratkaisuisissa.

Talvehtiminen tulee olemaan yhä haasteellisempaa lähivuosikymmenten aikana johtuen ilmastonmuutoksen voimistamasta talviaikaisesta säävaihtelusta, erityisesti leutojen ja kylmien jaksojen vuorottelusta, lumipeitteen vähäisyydestä tai lyhyestä kestosta sekä lumen sulamisvesien seisomisesta pellolla ja/tai uudelleen jääytymisestä (jääpolte). Syysmuotoisten kasvien menestymisestä tulevaisuuden ilmastossa on kuitenkin vain rajallisesti (lähinnä epäsuoria) tutkimustuloksia (5,7). Ennusteiden valossa vasta vuosisadan puolivälissä, kun ilmastonmuutoksen edettyä kylmätalvinen ilmasto korvautuu ”pysyvästi” leutotalvisella, syysmuotoisten viljelykasvien voidaan olettaa menestyvän nykyistä paremmin. Tosin silloinkin vaaditaan merkittävää, kasvinjalostuksella saavutettavaa talvenkestävyyttä edelleen yleisten säävaihteluiden vuoksi. Talvimuotoisten lajien viljelyn laajentamisella voidaan saavuttaa merkittäviä hyötyjä muuttuvassa ilmastossa. Satoisuuden parantumisen lisäksi syysmuotoisilla viljelykasveilla saatava talviaikainen kasvipeitteisyys vähentää eroosion ja ravinteiden huuhtoutumisen riskiä sekä tasaa maatalan työhuippuja (10). Kasvipeitteestä on hyötyä myös luonnon monimuotoisuudelle. Ennakoitu lisääntyvä syysadanta voi kuitenkin heikentää syyskylvöjen onnistumista ja edellyttääkin viljelyjärjestelmätason muutoksia talvimuotoisten lajien viljelyynoton varmistamiseksi, mikäli ilmastonmuutos etenee ennustetulla tavalla. Myös puutarhakasvit voivat kokea haasteista talviaikaisen säävaihtelun myötä. Erityisesti lämpimät jaksot saattavat purkaa talveen virittymistä ja altistaa pakkasen aiheuttamille kasvustovaurioille.

Hallan on ennakoitu pysyvän peltokasvien tuotannon kannalta varsin muuttumattomana riskinä ilmastonmuutoksesta huolimatta. Ilmaston lämmitessä kevään viimeinen hallapäivä aikaistuu ja syksyn ensimmäinen siirtyy vastaavasti myöhäisemmäksi. Mikäli muutos on synkroniassa viljelyn ajoittumisessa tapahtuvien muutosten kanssa (kuten on ennakoitu), ei hallariski kasva tai vähene varsinkaan keväällä kylvöjen aikaistuessa. Halla on kuitenkin merkittävä tuotantoepävarmuuden aiheuttaja maataloudessa (49,59). Syksyllä hallariski voi jopa helpottua, millä on myönteistä merkitystä erityisesti öljykasvisadon laadulle, mutta myös esimerkiksi uusista viljelykasveista hallanalttiille rehumaisille. Päinvastoin kuin peltoviljelykasveilla, puutarhatuotannossa hallan merkitys voi kasvaa tulevaisuudessa, kun sään vaihtelun kasvaessa lämpimät kevätjaksot yleistyvät, mikä johtaa ennenaikaiseen kukinnan ja silmujen puhkeamiseen (5,7,59). Tämä voi rajoittaa heldelmä- ja marjakasvien viljelyä nykyistä laajemmalla alueella. Toisaalta puutarhatuotannossa käytetään katteita ja sadetusta kastelun lisäksi myös hallavahinkojen ehkäisyyn.

Kastelutarve. Kuivuus on eräs toistuvien peltoviljelykasviemme satotappioiden aiheuttaja. Yksistään laajimmin viljellyllä kasvillamme, ohralla se aiheuttaa kolmenkymmen vuoden keskiarvon perusteella jopa lähes 20 prosentin satotappiot poudanalteimmilla rannikkoseuduilla (42). Peltoviljelykas-

veja ei sadeteta (perunaa lukuunottamatta), mutta puutarhatuotannossa kastelu on tärkeä toimenpide kuivuuden aiheuttamien satotappioiden vähentämiseksi. Ilmastonmuutosennusteiden valossa kuivuuden voi ennakoida lisääntyvän vaikka sademäärissä ei sinällään tapahtuisi merkittäviä muutoksia (52), koska sateiden kuuroluoteisuuden kasvu vastaa yhä vähemmän kasvien tasaisen vedensaannin tarpeeseen ja toisaalta kohoavat lämpötilat voimistavat haihduntaa. Kuivuuden mutta myös liika-sadannan osalta tutkimukset ovat VEHMAS-hankkeessa korostaneet ympärivuotisten pellon vesitalouden hallintajärjestelmien (ml. säätösalaajitus) kehittämistarvetta ilmastonmuutokseen sopeutumisiksi (20,59,73,74).

Sadon laatu. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia sadon laatuun ei ole tutkittu kattavasti. Toisaalta laadun ja säätekijöiden väliset vuorovaikutukset samoin kuin lajikkeiden erot tunnetaan varsin hyvin. Eräs ilmastonmuutokseen liittyvä, Suomelle keskeinen tärkeä tutkimuspainotus liittyy viljojen punahomeisiin sekä niiden tuottamien toksiinien eli homemyrkköjen esiintymiseen (38). Kyseinen laaturiski ja sen yhteys ilmenneisiin sääolosuhteisiin sekä käytettyihin viljelymenetelmiin on jo nykytilanteessa haasteellinen tutkimuskohde, puhumattakaan, kun punahomeen esiintymisen ja toksiinien tuotannon riskiä arvioidaan ilmastonmuutoskontekstissa. Itse ilmastonmuutos aiheuttanee jo merkittäviä muutoksia punahomeiden ja niiden erittämien toksiinien esiintymisen todennäköisyyksiin. Ilmiön haasteellisuutta lisää edelleen muun muassa viljojen kehitystapahtumien ja viljelytoimien ajoittumisen muutokset, lajien ja mahdollisesti myös lajikkeiden herkkyyserot, uusien lajien mukaan tulo viljelykiertoihin (erityisesti maissi) sekä viljelyjärjestelmien muutokset kokonaisuudessaan.

Viljelymaan rakenne ja ominaisuudet. Suomessa on tehty laajasti tutkimusta maan rakentamiseen liittyvistä ongelmista ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Maanrakenneongelmien syntyyn ja vahvistumiseen vaikuttavat tekijät ovat yleisellä tasolla hyvin ymmärrettyjä ja maan rakenneongelmien on arvioitu olevan eräs keskeinen satokuilujen kasvun syy. Viljelymaan kasvukunnon heikkenemisestä sekä peltolohkojen tuotantokyvyn laskusta, liittyen maan tiivistymisongelmiin, samoin kuin maan hiilivarantojen vähenemisestä on julkaistua tutkimusta (75–80), mutta ei niinkään arvioiden ilmastonmuutoksen ennakoitavissa olevia vaikutuksia.

Erosio sekä ravinteiden ja torjunta-aineiden huuhtoutuminen ovat olleet jo pitkään tärkeitä maatalouden ympäristövaikutuksiin liittyviä tutkimuskohteita. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia maatalouden ympäristöriskeihin on tutkittu muun muassa ILMASOPU- ja VACCIA-hankkeissa (10,81). Tutkimuksissa on tehty paljon mallinnustyötä politiikkatoimien tueksi (82–84) mutta myös ilmastonmuutoksen vaikutusten arvioimiseksi (36,85). Tässä katsauksessa maatalouden ympäristövaikutusten ei nähty varsinaisesti kuuluvan tarkasteltuun ydinpainopisteeseen, joka on elinkeinon haavoittuvuus, mutta kyseinen teema otettiin tärkeitynsä vuoksi mukaan haavoittuvuusanalyysiin.

2.4. Maatalouden haavoittuvuus

Maatalous on muiden luonnonvarasektoreiden tapaan hyvin altis ilmastonmuutokselle, mikä tekee siitä haavoittuvaisen. Maataloudessa haavoittuvuus koskee erityisesti pelto- ja puutarhakasvien tuotantoa, minkä vuoksi tässä tutkimuksessa myös tietoisesti keskityttiin näihin. Ilmastonmuutoksella on toki useita vaikutuksia kotieläintuotantoon, mutta nämä ovat paljolti epäsuoria, liittyen esimerkiksi rehuntuotannossa tapahtuviin muutoksiin.

Tehty haavoittuvuusanalyysi (taulukko 1) perustuu maatalouden osalta niin tutkimustuloksiin kuin asiantuntija-arvioihin. Maataloustutkimuksessa ilmastonmuutos on ollut yhä vahvistuva tutkimuskohde viimeisen kymmenen vuoden aikana, mukaan lukien niin kansalliset kuin kansainväliset tutkimuspanostukset. Silti haavoittuvuusanalyysi osoittaa, että näytön vahvuus on rajallista monien hyvin tärkeiden ilmastonmuutoksen haitallisten vaikutusten osalta. Näitä tutkimusalueita ovat erityisesti sään ääri-ilmiöt ja niiden ennakoituun kasvuun liittyvät riskit, talvimuotoisten kasvien talvehtimisen onnistuminen, sadannan muutokset ja ajoittuminen erityisesti kasvukaudella sekä viljelymaan rakenteen heikkeneminen.

Haavoittuvuusarvio nosti esiin viisi ilmastonmuutokseen liittyvää haitallista ilmiötä, jotka tekevät maataloustuotannosta erittäin haavoittuvan. Säävaihteluiden ja ääri-ilmiöiden yleistyminen on vakava uhka myös Suomen maataloudelle, vaikka viljelijät ovat kautta aikojen joutuneet sopeutumaan pohjoisille tuotanto-oloille tyypilliseen, arvaamattomasti vaihtelevaan säähän. Ääri-ilmiöihin viljelijä ei voi kuitenkaan varautua kuin ainoastaan satovahinkovakuutuksin. Vaikka maataloudessa onkin kohdattu merkittäviä katoja noin kerran vuosikymmenessä, esimerkiksi Venäjällä vuonna 2010 tapahtuneen kaltaista mittavaa kasvustojen täystuhoa ei Suomessa ole toistaiseksi koettu.

Kasvitauti- ja tuholaisongelmien yleistyminen on hyvin tunnistettu tulevaisuuden haaste. Maataloutemme on ollut tältä osin aiemmin vähemmän haavoittuva kuin muut tuotantoalueet, mutta haavoittuvuus tulee kasvamaan merkittävästi ilmastonmuutoksen myötä. Muutos pahempaan onkin se suurin haaste, sillä muualla maailmassa jo ennestään mittavat kasvinsuojeluriskit kasvavat myös edelleen. Toisaalta pellon vesitalouden hallinnan haasteet ovat olleet pitkään heikosti tunnistettuja Suomessa, mutta sittemmin tietämys on kasvanut. Suomalainen maatalous tulee olemaan tulevaisuudessa yhä alttiimpi varsinkin alkukasvukauden aikaiselle kuivuudelle, jonka ajoittuminen on vielä hyvin kriittinen sadonmuodostuksen kannalta. Toisaalta haavoittuvuutta on omiaan vähentämään runsaiden vesivarantojemme mahdollistama sadettaminen varsinkin, kun kolmannes suomalaisista peltolohkoista sijaitsee vesistön (järvi, joki, valtaoja tai muu vastaava) välittömässä läheisyydessä. Sadetuksen käyttöönotto myös peltoviljelyssä (puutarhatuotannon tapaan) edellyttää kuitenkin nykyistä parempia ennusteita tulevaisuuden sadannasta, niin alueellisista sadantamääristä kuin jakaumista kasvukauden aikana ja vaihteluista kasvukaudesta toiseen, sillä investoinnit kastelujärjestelmiin ovat mittavat. Samanaikaisesti tulee kehittää, ei vain kastelua palvelevia järjestelmiä, vaan kokonaisvaltaisia vesitalouden hallintajärjestelmiä (esim. säätösalaajitusjärjestelmiä), joilla vähennetään samanaikaisesti syys- ja talviaikaan lisääntyvän sadannan haittoja. Tähän liittyvätkin kaksi muuta, viimeisenä mainittavaa maatalouden haavoittuvuutta lisäävää ilmiötä: viljelymaan rakenteeseen liittyvät, ilmastonmuutoksen vahvistamat ongelmat sekä eroosioon ja ravinteiden ja torjunta-aineiden huuhtoumariskin kasvuun liittyvät haasteet.

Vaikka haavoittuvuustarkastelu nosti esiin yllä mainitut viisi merkittävää, ilmastonmuutoksen vahvistamaa tai mukanaan tuomaa, maataloutemme haavoittuvuutta voimistavaa avainilmiötä, on syytä huomioida, että myös muut tarkastelukohteet arvioitiin jokseenkin merkittäviksi maatalouden haavoittuvuuden kannalta. Näitä olivat rikkakasvipaineen voimistuminen, satovaihtelun ja satokuilujen kasvu sekä talvehtimisen vaikeutuminen ja talvimuotoisten lajien viljelynoton viivästyminen

lähivuosikymmeninä. Hallariskin ei sen sijaan arvioitu muuttuvan merkittävästi peltokasvien tuotannossa, mutta puutarhatuotanto on tätä selvästi haavoittuvaisempi. Sadon laadun heikkenemistä ei pidetty kovin merkittävänä uhkana muun muassa käytettävissä olevien sopeutumiskeinojen vuoksi (lajikevalinta, korjuiden aikaistaminen), vaikka tutkimustietoa ilmastonmuutoksen vaikutuksista onkin rajallisesti. Poikkeuksen tähän tuovat punahomeet ja niiden tuottamat hometoksiinit, jotka voivat lisätä merkittävästi maataloutemme, erityisesti viljantuotannon haavoittuvuutta ilmaston muuttuessa.

Taulukko 1. Maatalouden haavoittuvuus.

Haitallinen vaikutus	Vaikutusten mittaluokka	Vaikutusten ajoittuminen	Vaikutusten pysyvyys	Näyrön vahvuus	Vaikutusten jakautuminen	Sopeutumispotentiaali	Haavoittuvuusarvio	Viite
		Luonto		Yhteiskunta				
Sään vaihtelujen ja ääri-ilmiöiden lisääntyminen	Merkittävä haaste Suomen maataloudelle, riski kasvaa ilmastonmuutoksen edetessä	Olemassa oleva, tulevaisuudessa entisestään vahvistuva ilmiö	Pysyvä ilmiö	Haastellista tutkia aineistojen rajallisuuden vuoksi	Esiintyy kaikkialla, mutta toistuvuus ja ankaruus vaihtelee alueittain (esimerkiksi tulvariski)	Ei luonnollista sopeutumista	Maatalous voi sopeutua eri säätekoiksi tapahtuviin muutoksiin, mutta säävaihtelun kasvu lisää huomattavasti haavoittuvuutta	(25,30,32,40-45,47,49,52,54-58)
Kasvitautilien ja -tuholaisten aiheuttama paine kasvaa	Ilmaston lämmetessä tauti- ja tuholaisten paine kasvaa ja lisäksi uusia lajeja rantautuu Suomeen	Tauti- ja tuholaisten kasvuista jo nähtävää, riski kasvaa merkittävästi ilmastonmuutoksen edetessä	Erilaisia torjuntavaihtoehtoja tarjolla, mutta yksipuolista riippuvuutta kemiallisesta torjunnasta tulisi välttää, huomioitava resistenssien kantojen kehittyminen	Epidemia- ja invaasiotilanteiden ero esim. etelä-pohjoisuunnassa	Riskillä selvä maantieteellinen ero	Luontaiset torjuntaliitot	Eräs voimakkaimmin muuttuva, hyvin tunnistettu haavoittuvuus lisäävä riski	(5,38,49,57,60-66,86)
Rikkakasvien aiheuttama paine kasvaa	Ilmaston lämmetessä tulokaslaisten riski kasvaa	Olemassa oleva haaste, tulevaisuudessa myös viljelyjärjestelmien, kasvilajien ym. muuttuminen vaikuttavat riskiin	Pysyvä, rikkakasvien siemenpankit pitkäikäisiä	Leviämistavat ja riskit tunnetaan, mutta esim. yksittäisten tulokaslaisten osalta tieto puutteellista olosuhteista	Riskillä alueellisia eroja myös tuotantotavoista ja pelonkäytöstä riippuen	Kasvilajien välinen kilpailu	Mahdolliset tulokaslaisten riskien muuttua merkittävästi riskialueita	(67-69)
Satovaihtelu ja satokulit kasvavat	Satokulit kasvaneet ja kasvu todennäköistä ilmastonmuutoksen edetessä, jos sopeutumisen riittämättömyyden, koska kasvinjalostuksen satoisuusjalostuksen edellytykset paranevat kasvukauden pidentessä	Olemassa oleva, tulevaisuudessa mahdollisesti entisestään vahvistuva ilmiö	Säävaihtelu lisää satovaihtelua, satomenetykset voivat olla suurempia korkeilla satotasolla	Laajasti tutkittu ilmiö	Esiintyy kaikkialla, satokulujen suuruus vaihtelee alueittain ja kasvilajeittain	Ei luonnollista sopeutumista	Haitan toteutumisen ja haavoittuvuus riippuvat hyvin monista vuorovaihteluista tekijöistä ja sopeutumistoimien käyttöön otosta	(9,30,32,40-45,47,49,52,54-58)
Talvehtiminen vaikeutuu	Lajien kestävyserot ja tuhoriskit suuria	Olemassa oleva ilmiö, rajoittaa syysmuutosten lajien viljelyä ja alueellista sijoittumista	Talvihuhtot voivat ensivaiheessa kasvaa talviolosuhteiden vaihtelun lisääntymisestä, kunnes leutoalvaisen ilmaston myötä tuhoriskit voivat pienentyä	Talvihuhtot syyt moninaiset, mikä lisää epävarmuutta kriittisten talvehtimisolojen muutoksista	Nykyisin pääasiassa Etelä-Suomi ja rannikkoseutu	Ei luonnollista sopeutumista	Ensi vaiheessa talvehtimiseen liittyvät riskit kasvavat, mutta väistynevät leutoalvaisen ilmastomyötä	(5,7,49)
Hallariski muuttuu (erit. puutarhatalous)	Ilmaston lämmetessä kylvöt aikaistuvat, viimeinen hallapäivä siirtyy aiemmaksi ja syksyllä myöhemmäksi, puutarhatalouksessa vaikutukset mittavia	Etenee lämpötilamuutosten myötä	Pysyvä muutos	Ilmiö ja sen vaikutukset tunnetaan hyvin	Erityisesti hedelmän ja marjan tuotantoalueet (kukinta, hallan torjuntasadetus), pohjoisessa suuremmat riskit mutta peltokasvilajit eroavat merkittävästi herkkyydeltä	Ei luonnollista sopeutumista	Haavoittuvuus voi kasvaa, mikäli viljelykasvilajisto monipuolistuu hallalle altilla lajeilla	(7,49,59)
Kastelutarve lisääntyy	Alkukasvukauden kuivuus merkittävä satotappioiden aiheuttaja	Vaiikka sadantamäärissä ei tapahtuisi muutoksia, kuivuus ankaroituu lämpötilan nousun myötä ja edellyttää investointeja, vettä säästäviä menetelmiä sekä kasvinjalostusta	Suhteellisen pysyvä	Sadaman muutoksissa kasvukauden aikana epävarmuutta, kuuro- ja rankkasateiden kasvu lisääisi kuivuusriskiä (epätasainen sadannan jakauma)	Rannikkoseutu alitein kuivuudelle ml. puutarhatalous, missä kastelu jo nykyisin käytössä, maatalajien väliset erot	Ei luonnollista sopeutumista	Haavoittuvuus kasvaa merkittävästi	(6,74,87)
Sadon laatu heikkenee	Ei varmaa tietoa	Ei varmaa tietoa	Ei varmaa tietoa	Sään ja laadun välinen vuorovaikutus tunnetaan hyvin, perustuu usein laajoihin olemassa oleviin aineistoihin menneeltä ajalta	Kasvilajit ja alueet eroavat sääolosuhteiltaan ja riskiltään	Ei luonnollista sopeutumista	Epävarmuutta ja näytön puutetta, mutta riski arvioitu vain kohtuulliseksi	(42)
Viljelymaan rakenne ja ominaisuudet heikkenevät	Hyvä maan rakenne on korkean tuotantokyvyn lähtökohhta	Maan rakenteen ja kasvukunnon heikkeneminen oleva prosessi, myös maan hiliuvarannot köyhtyneet	Ei pysyvä (tosin heikkeneminen nopeaa, palautuminen hidasta)	Ymmärrystä maaperäprosessista paljon, mutta käsitys peltojen nykytilasta epätäydellistä	Koko Suomi, mutta riippuen maalaajista, pelton käyttöä, viljelykäytännöistä yms.	Luonnollinen sopeutuminen mahdollista, jos viljelymenetelmät antavat mahdollisuuden	Haavoittuvuus kasvaa merkittävästi nykyisestä, jo haasteellisesta tilanteesta	(75-80)
Eroosio sekä ravinteiden ja torjunta-aineiden huuttoutuminen lisääntyy	Monet tekijät voimistavat riskiä	Meneillään oleva prosessi, riski kasvaa tulevaisuudessa syys-, talvi- sekä rankkasateiden yleistymisestä	Pysyvä	Kattavia aineistoja ja mallinnusta	Erityisesti vesistöjen läheisyydessä	Luonnollinen sopeutuminen mahdollista	Haavoittuvuus kasvaa nykyisestä ja on yhteydessä useisiin muutostekijöihin	(35,36,82-84)

hyvä	hyvä	ei kovinkaan haavoittuva
keskinkertainen	keskinkertainen	jokseenkin haavoittuva
huono	huono	hyvin haavoittuva

3. Metsätalous

3.1. Metsätalous ja ilmastonmuutos

Suomen metsäpinta-alasta talousmetsiä on 82 %. Metsien inventointitulokset osoittavat metsänkasvun selvästi lisääntyneen 1970-luvun puolenvälin jälkeen. Metsänparannustoimien ansiosta suurentunut hyväkasvuisten nuorten metsien osuus kaikista metsistä (88) on osaltaan lisääntymisen syynä mutta osa tästä kasvusta selittyy myös nousseella ilman hiilidioksidipitoisuudella ja viimeaikaisella lämpötilan nousulla (89). Kasvuikäinen lämpötila onkin Suomessa monin paikoin metsänkasvua rajoittava tekijä. Maastomittauksin on todettu sen vaikuttavan männyn kasvuun niin Etelä- kuin Pohjois-Suomessa (90–92). Ilmaston lämpenemisen ja hiilidioksidipitoisuuden nousun on mallinnuslaskelmien perusteella arvioitu edelleen kiihdyttävän metsien kasvua merkittävästi tulevana vuosikymmeninä kasvupaikoilla, joilla kosteus ja muut ravinteet riittävät (93,94). Myös metsien ikäluokkarakenne on sellainen, että puuston kasvu lisääntyy senkin ansiosta vielä lähivuosikymmeninä (95).

Ilmastonmuutos tuo mukanaan myös monia haitallisia vaikutuksia. Se voi merkittävästi heikentää metsien terveydentilaa, alentuneen vastustuskyvyn sekä lisääntyneen hyönteis- ja tautituhoriskin vuoksi (96). Uudet tuholaislajit voivat levitä etelästä pohjoiseen, erityisesti kaukokulkeutuvien vierastuholaisten paine on voimakkaasti kasvanut viime vuosikymmeninä syynä lisääntyvä istutettavaksi tarkoitettujen kasvien kauppa (97–99). Suuri riski metsillemme aiheutuu lisääntyvän kansainvälisen kasvikaupan aiheuttaman vierastautien ja -tuholaisten leviämisen (99,100) ja ilmastonmuutoksen yhteisvaikutuksesta. Myös etelästä maahamme leviävät tulokaslajit (luonnollisesti leviävät) lisäävät tuhoriskiä metsille (101). Tuulituhoriskien ennustetaan suurenevan Suomessa, koska lisääntyvä maan roudattomuus heikentää puiden ankkuroitumista myöhäissyksystä varhaiskevääseen eli tuulisimpaan vuodenaikaan (102–104). Kuivuus voi rajoittaa kasvua: Jos veden saanti heikkenee kasvuikäna, kärsivät ensimmäisenä Etelä-Suomen kuusikot (93,105,106), mutta kosteuden puutteen on havaittu rajoittavan myös männyn kasvua kuivilla kasvupaikoilla Etelä-Suomessa (92). Metsien metsäpaloriskit kasvavat nykyisestä (107,108). Liuenneen orgaanisen aineen määrä tulee lisääntymään erityisesti turvemaiden valumavesissä. Lyhenevät ja entistä vesisateisemmat talvikaudet pakottavat puunkorjuuseen sulan maan aikana ja näin vaikeuttavat sitä. Puunkorjuuta joudutaan jo nykyäänkin kausittain vähentämään teiden kulkukelvottomuuden johdosta. Kuljetukset heikoilla teillä pudottavat ajonopeuksia, hidastavat näin kuljetuksia ja lisäävät polttoaineen kulutusta.

Ilmastonmuutoksen tuomiin metsätalouden uhkiin voidaan sopeutua ja mahdollisuuksiin varautua monin tavoin. Esimerkiksi metsänkasvatuksen keinoin voidaan auttaa puustoa sopeutumaan muuttuvaan kasvuympäristöön. Metsänuudistamisessa puulajin ja viljeltävän siemenen alkuperän onnistuneella valinnalla voidaan saada aikaan taimikko, joka on perimältään sopeutuvampi muuttuneeseen ympäristöön. Suomessa on v. 2016 otettu käyttöön jalostetun männynsiemenen uudet käyttöalueet, joiden määrittämisessä on otettu huomioon ilmastonmuutoksesta johtuva kasvuolosuhteiden paraneminen (304). Uusien käyttöalueiden rajat ovatkin siirtyneet aiempaa jonkin verran pohjoisemmaksi. Metsänuudistamisen toteutustapa, kasvavan puuston tiheyden ja puulajisuhteiden säätely sekä hakkuiden ajoitus ja toteutustapa ovat toimenpiteitä, joita muuntelemalla voidaan ylläpitää puuston elinvoimaisuutta ja vähentää, ainakin jossain määrin, abiottisten ja biottisten tuhojen riskiä. Puuston harvennusten avulla säädellään puiden välistä kilpailua metsikössä. Harvennusten yhteydessä poistetaan aina sairaat ja elinvoimaltaan heikentyneet puut. Kasvatettavan puiden valinnan avulla voidaan kasvu keskittää metsikön elinvoimaisimmille puille, jotka ovat usein myös taloudellisesti arvokkaimpia. Hakkuiden toteutuksella voidaan vähentää puuston alttiutta esimerkiksi myrsky- ja juurikääpätuhoille. Tuulituhojen riskiä voidaan vähentää rajaamalla hakkuualueet maastomuotojen mukaan niin, että maastoon ei muodostu jyrkkiä kuviorajoja tuulille alttiilla alueilla. Var-

sinkin kuusikoissa tuulituhoriski kasvaa puuston vanhetessa, etenkin jos metsässä esiintyy juurikäpää. Varttuneissa kuusikoissa voidaan myöhäisen harvennuksen sijaan suosia päätehakkuuta ja näin vähentää myrskytuhoriskiä. Juurikäävän torjumiseksi on tärkeää käsitellä harvennushakkuissa kannot juurikäävän torjunta-aineilla lain edellyttämällä tavalla, etenkin kun ilmaston lämmetessä joudutaan toimimaan sulan maan aikana entistä useammin.

3.2. Metsätalouden ilmastonmuutostutkimus

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia metsiin on tutkittu Suomessa laajasti alkaen SILMU-ohjelmasta 1990–1995 (16). Näissä tutkimuksissa on selvitetty, että ilmastonmuutoksella tulee olemaan merkittäviä vaikutuksia metsiin muun muassa puiden lisääntyvän kasvunopeuden kautta (93) sekä kasvavi- en bioottisten ja abioottisten (15,96) riskien kautta. Katsauksia ja tutkimusohjelmien yhteenvetoja ilmastonmuutoksen vaikutuksista metsäekosysteemien toimintaan ja metsäresurssien käyttömahdollisuuksiin on tehty viime aikoina lukuisia. Sellaisia ovat muun muassa Metsäntutkimuslaitoksen MIL-tutkimusohjelman loppuraportti (109), maa- ja metsätalousministeriön koordinoiman ISTO-ohjelman raportti (15) sekä metsänhoidon vaihtoehtoja ilmastonmuutoksen oloissa tutkineen COST Action FP 0707 ECHOES - hankkeen Suomea koskeva raportti (110). Myös EU LIFE+ hankkeessa Climforisk on koottu tuloksia metsiä koskevista ilmastonmuutoksen tutkimustuloksista, ja niitä on julkaistu mm. kokoomajulkaisussa (111) ja Ilmasto-opas sivustolla (Ilmasto-opas.fi). Käynnissä olevassa FORBIO - hankkeessa (<http://www.uef.fi/web/forbio>) tutkitaan kestävään metsätalouteen liittyviä kysymyksiä. Ruotsin metsiä koskevat tutkimustulokset ovat suurelta osin sovellettavissa myös Suomessa, sielläkin on ilmastonmuutoksen ennustettu aiheuttavan merkittäviä muutoksia metsätaloudelle (112). Raportissa (112) painotetaan pääasiassa samoja ilmastomuutoksen vaikutuksia kuin tässäkin (lisääntynyt kasvu sekä bioottisten ja abioottisten tuhojen riskit), lisäksi siinä tuodaan esille intensiivisen metsä- hoidon ja jalostetun taimimateriaalin mahdollisuudet sopeutumisessa.

3.3. Metsätalous ja ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset

Seuraavassa käymme läpi ilmastonmuutoksen suoria vaikutuksia lähinnä haitallisuuden ja haavoittu- vuuden näkökulmista bioottinen-abioottinen jaottelulla. Kummassakin kategoriassa vaikutukset esi- tetään niiden haitallisuusjärjestyksessä taulukon 2 mukaan.

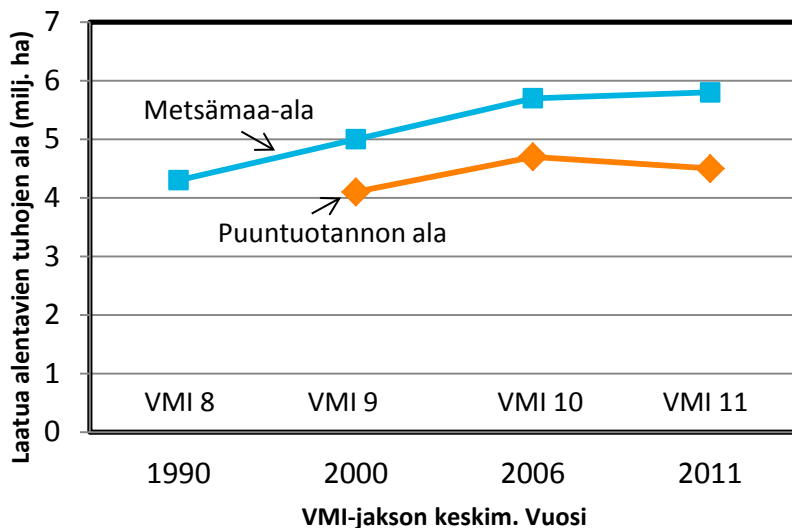
3.3.1. Bioottiset vaikutukset

Metsätaudit. Vaikka ilmakehän hiilidioksidipitoisuus ja kohoava kasvukauden aikainen lämpötila kiihdyttävät puiden kasvua useimmilla kasvupaikoilla, tulee ilmastonmuutos todennäköisesti alenta- maan puiden vastustuskykyä tauteja ja tuholaisia vastaan johtuen talvikauden lauhtumisesta ja satei- suuden lisääntymisestä, kesäaikaisista aiempaa pitkäkestoisemmista poutajaksoista sekä mahdolli- sesti myös maaperän ravinne-epätasapainosta (96). Samalla useimmat sienitaudit hyötyvät lauhtu- misesta ja lisääntyvästä kosteudesta puiden lepokauden aikana sekä kohonneista lämpötiloista kas- vukauden aikana (96,113,114).

Männyn- ja kuusenjuurikääpien aiheuttamat havupuiden juuri- ja tyvilaho ovat pitkään olleet merkittävimmät metsätaudit Suomessa. Lämpötilan nousu tulee lisäämään niiden aktiveettia Etelä- ja Keski-Suomessa enemmän kuin puiden kasvua ja näin voidaan odottaa niiden aiheuttamien tuho- jen lisääntyvän ilmastonmuutoksen myötä (113). Kuusenjuurikääpopulaatiot ovat lämpötilavas- teeltaan monimuotoisia ja niiden voidaan ennustaa sopeutuvan hyvin muuttuviin lämpötiloihin (114). Jos kesäaikaiset hellejaksot lisääntyvät, juuristotautien vaikutus kasvaa johtuen puiden vastus- tuskyvyn laskusta hellejaksojen aikana (115). Talviaikaisten hakkuiden osuuden väheneminen tulee edesauttamaan molempien juurikääpien leviämistä ja runsastumista myös Pohjois-Suomessa, jossa

ne toistaiseksi ovat harvinaisia. Myös jatkuvan kasvatuksen mahdollinen lisääntyminen juurikäävän infektoimilla alueilla tulee lisäämään juurikäpätuhoja näillä alueilla entisestään (116).

Valtakunnan metsien inventointitulosten (VMI) mukaan metsien terveys on Suomessa viime vuosikymmeninä korkeintaan hieman heikentynyt (Kuva 1). Laatua alentavien tuhojen lisääntyminen selittyy ainakin osittain viime vuosien lisääntyneillä myrsky- ja lumituhoilla. Sienitaudit ja hyönteistuhot eivät ole vielä kasvaneet siinä määrin, että näkyisivät metsien inventoinnin tuloksissa. Juuri- ja tyvilahotaudit kehittyvät kuitenkin hitaasti, ja muutokset voivat ilmetä vasta useiden vuosien, tai jopa vuosikymmenien viiveellä. Kuva 1 arvioitaessa on otettava huomioon, että koko metsämaa-ala on suojeluala mukana, ja niissä metsien kunto on heikentynyt myös ikääntymisestä johtuen. Puuntuotannossa olevan metsäalan laatua alentavien tuhojen määrät on julkaistu vasta VMI 9:stä lähtien. Vertailun vuoksi mainittakoon, että Pohjois-Amerikassa huonokuntoisten metsien määrä on lisääntynyt vuosina 1985–2012 Landsat-satelliitilla saatujen kuvien perusteella 1,5–4,5 prosentilla (117). Myös Siperian havumetsien kunto on heikentynyt merkittävästi viimeisen 20 vuoden aikana (118).



Kuva 1. Metsikön laatua alentavia tuhoja Suomessa neljän viimeisimmän Valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) mukaan (metsämaan pinta-ala = n. 20,1 milj. ha ja puuntuotannon pinta-ala = n. 18,5 milj. ha). Lähteet: VMI 8 (119), VMI 9 ja 10 (120,121), VMI 10 (122), ja vuoden 2011 (VMI 11) osalta tuloksia ei ole muualla vielä julkaistu.

Suurin riski metsillemme muodostuu lisääntyvän kansainvälisen kasvikaupan aiheuttaman vierastautien ja -tuholaisten leviämisen (99,100) ja ilmastomuutoksen yhteisvaikutuksesta. Tähän riskiin pitäisi pikimmiten puuttua kauppaa rajoittavilla toimenpiteillä. Puulajistomme on yksipuolinen kuusen ja männyn vallitessa n. 90 % suomen metsäalasta ja näiden kahden lajin osuus kasvaa edelleen. Tämä puulajiston yksipuolisuus lisää vierastautien ja -tuholaisten aiheuttamaa suurтуhoriskiä.

Euroopan ja Pohjois-Amerikan lähihistoriasta tunnetaan useita tauti- ja tuholaisepidemioita, joissa yksittäinen puulaji on kuollut laajoilla aloilla (123–126), joten tähän riskiin tulisi puuttua pikaisesti. Vuosien 1980–2008 aikana saapui Eurooppaan yksi uusi kaukokulkeutunut metsäpatogeeni joka kymmenes kuukausi ja nopeus kasvaa eksponentiaalisesti (100). Saapuneista taudeista joka neljäs on vakava ja voi tappaa isäntäpuunsa. Vakavan taudin ilmestyminen jollekin pääpuulajeistamme on hyvin mahdollista jo lähitulevaisuudessa, ellei kaukokulkeutumisen reitteihin puututa.

Vuonna 2013 hakattiin Suomen metsistä 56 miljoonaa kuutiometriä teollisuuspuuta, jonka bruttokantoraha-arvo oli 1,8 miljardia euroa. Tämän puunkäytön taloudelliset kerrannaisvaikutukset ovat maallemme kantoraha-arvoon verrattuna moninkertaiset. Pääpuulajeistamme yhdenkin ränsistymisen uuden taudin vuoksi voi siis aiheuttaa mittavat tappiot maamme luonnolle ja taloudelle.

Keinoja metsätautien aiheuttamien riskien vähentämiseksi Suomessa on esitetty aiemmin (96). Lisäksi todettakoon, että julkisuudessa usein esitetty käsitys, jonka mukaan kannattaisi ilmaston lämmetessä siirtyä käyttämään aiempaa eteläisempiä siemenalkuperiä metsiä uudistettaessa, ei ole tutkimustulosten perusteella suositeltavaa (127,128), vaan tässä suhteessa kannattaa pitäytyä Tapi- on suosituksissa (<http://www.metsanhoitosuosituks.fi/>). Siemenviljelyssiemenelle sovelletaan Evi- ran vahvistamia käyttöalueita, jotka optimoivat jalostetun viljelyaineiston kestävyys- ja tuotoksen suhteessa ennustettuun ilmaston lämpenemiseen (304).

Hyönteistuhot. Useat viimeaikoina maassamme lisääntyneet hyönteistuhot johtuvat todennä- köisesti ilmaston lämpenemisestä. Kirjassa 'Climate Change and Insect Pests' (129) käsitellään moni- puolisesti muuttuvan ilmaston vaikutuksia sekä maatalouden että metsien tuhohyönteisiin. Ilmas- tonmuutoksen vaikutukset eivät ole yksioikoisesti kaikkia tuhoriskejä lisääviä, vaan riippuvat sekä hyönteislajista että tarkasteltavasta alueesta.

Ilmaston lämpeneminen edistää joidenkin hyönteistuhojen lisääntymistä (130,131) sekä uusien lajien leviämistä etelästä pohjoiseen. Esimerkiksi kirjanpainajan, tähtikudospistiäisen ja havununnan aiheuttamat tuhot havupuillamme ovat lisääntyneet (96,132). Myös 1930-luvun lämpimän jakson aikana esiintynyt mutta sen jälkeen kadonnut pulskamailapistiäinen on jälleen havaittu Suomessa (133). Jokainen uusi tuholainen lisää mitä todennäköisimmin myös hyönteisten aiheuttamaa koko- naistuhoa.

Hyönteiset ovat yleensä hyvin sopeutuneet vuosien väliseen keskilämpötilojen vaihteluun, joten hitaalla ilmastonmuutoksella (yleensä selvästi alle 1 °C/vuosikymmen) ei välttämättä ole suurta mer- kitystä tuhohyönteisten runsauden kannalta. Toisaalta ääriämpötilat voivat aiheuttaa suurtakin kuol- leisuutta, ja lauhtuvat talvet voivat lisätä munina talvehtivien hyönteislajien aiheuttamia tuhoriskejä. Viime vuosikymmeninä selvästi lämmenneet talvet ovat mahdollistaneet ruskomäntypistiäistuhojen esiintymisen alueilla, joissa kovat pakkaset (vähintään -36 °C) ovat aiemmin rajoittaneet tuhoja (134). Yleensä männyt eivät kuole ruskomäntypistiäisen aiheuttamaan neulassyöntiin, mutta nämä yleensä 2–3 vuotta kestävät tuhot aiheuttavat kasvutappioita (135). Ruskomäntypistiäistuhot esiintyvät to- dennäköisimmin karuilla kasvupaikoilla (136), joilla mäntyjen kasvu on muutenkin heikkoa.

Suomen kuusimetsissä hyönteistuhot ovat aiemmin olleet varsin harvinaisia, mutta ilmaston lämmetessä kirjanpainajan ja muiden kaarnakuoriaisten aiheuttamien tuhojen riski on kasvanut (137,138). Pidemmällä aikavälillä myös havununnan aiheuttamien tuhojen riski muodostunee Etelä- Suomessa varteenotettavaksi (139).

Useissa tutkimuksissa on pohjoisilla leveysasteilla kasvavien kasvien vastustuskyky todettu hei- kommaksi kuin saman kasvilajin eteläisten esiintymien vastustuskyvyn (140–142). Ulkomailla tehdyt havainnot ovat saaneet vahvistusta kotimaisesta tutkimuksesta, jossa pohjoiset rauduskoivualkupe- rät todettiin alttiimmiksi eteläisille hyönteistuhoilta kuin eteläisten hyönteisten esiintymisalueen koivualkuperät (143,144). Ilmastonmuutoksen nettovaikutusta on kuitenkin vaikea arvioida, koska kesälämpötilojen nousu hyödyttää myös tuhohyönteisten loisia ja saalistajia. Nämä voivat lisääntyä ajan mittaan, ja hillitä tuhojen lisääntymistä (145).

Mahdollisesti lisääntyviin hyönteistuhoriskeihin voi parhaiten varautua ennalta ehkäisevillä toimenpiteillä. Kirjanpainajan ja muiden kaarnakuoriaisten osalta tehokkainta on vaurioituneen havupuuston ja -puutavaran poisvieminen metsästä metsätuholain (1087/2013) säätämiin määräaikoihin mennessä. Lämpiminä kesinä kirjanpainajat voivat kuitenkin aikuistua ennen näitä määräaikoja (146,147), joten tilanteen jatkuva seuranta on tarpeen toimenpiteiden oikean ajoituksen ja turhan työn välttämisen kannalta. Hyönteisten aiheuttamia tuhoriskejä voidaan usein pienentää suosimalla lehtipuusekoitusta havumetsissä (148,149) sekä pitämällä huolta puuston hyvästä kunnosta oikea-aikaisilla harvennuksilla. Kuten aiemmin metsätautien osalta todettiin, on julkisuudessa usein esitetty, että ilmastonmuutokseen tulisi varautua käyttämällä aiempaa eteläisempiä siemenalkuperiä metsiä uudistettaessa. Alkuperien siirroissa tulee kuitenkin pitäytyä Tapion suosituksissa (<http://www.metsanhoitosuositukset.fi>), sillä tutkimustulokset eivät puolla pitkiä siirtoja (127,128). Suomen tulisi pyrkiä vaikuttamaan Euroopan Unionin lainsäädäntöön siten, että perusteettomat rajoitukset tehokkaiden ja turvallisten biologisten torjuntamenetelmien (esim. baculovirukset) osalta poistuisivat (150,151).

Kaukokulkeutuvien vierastuholaisten määrä on voimakkaasti kasvanut viime vuosikymmeninä eri puolilla maailmaa ja ilmiön tärkeimmäksi syyksi on todettu lisääntyvä istutettavaksi tarkoitettujen kasvien kauppa (97–99). Myös puisen pakkausmateriaalin mukana leviää tuholaisia maanosasta ja maasta toiseen. Aasianrunkojäärän (*Anoplophora glabripennis*) löytyminen Suomesta 2015 (Evira) on yksi esimerkki kansainvälisen kaupan myötä (mahdollisesti kiviaineksen pakkausmateriaalin mukana) kaukokulkeutuneesta tuhohyönteisestä. Pahimmillaan vierastuholaiset voivat tuhota yhden puulajin laajoilta aloilta lähes kokonaan. Esimerkiksi saarnenjalosoukon (*Agrilus planipennis*) pelätään tappavan koko saarnipuuston Pohjois-Amerikasta (123). Tehokkaita ja nopeasti käytettäviä torjuntakeinoja ei tällaisia tuholaisia vastaan ole. Ilmastonmuutos voi pahentaa tilannetta, jos se heikentää puiden vastustuskykyä.

Hirvieläinten ja jyräjoiden aiheuttamat tuhot. Valtio korvasi vuonna 2013 hirvivahinkoja 0,8 miljoonan edestä, mutta saadun lihan laskennallinen arvo oli 35 miljoonaa euroa (120). Samana vuonna koko riistasaaliin lihan arvo oli 65 miljoonaa euroa. Hirvieläinten määrät ja levinneisyydet muuttuvat ilmaston lämmitessä. Hirvi leviää vähitellen pohjoisemmaksi, ja metsä- sekä valkohäntäkauris runsastuvat maan etelä- ja keskiosissa. Koska metsäkauriille kelpaavat myös kuusentaimet, joita hirvi ja valkohäntäkauris ovat karttaneet, on kuusen osalta vaarana, että taimikkotuhot lisääntyvät tulevaisuudessa. Hirvieläinkanta pystyy jossain määrin sopeutumaan lajistollisten muutosten kautta (hirven levinneisyyden siirtyessä pohjoiseen valkohäntäkauris ja metsäkauris lisääntyvät etelässä). Hirvieläinten kantoja voidaan tehokkaasti säätää metsästyksellä. Hirvieläinten kannansäätelyn tehostaminen metsävahinkojen näkökulmasta tulee entistä tärkeämmäksi valkohäntä- ja metsäkauriin osalta, mikäli ne levittäytyvät nykyistä karummille ja metsävaltaisemmille alueille, jolloin niiden metsäekosysteemiä kuluttava vaikutus voimistuu (96). Hirvieläinkantojen ennustamiseen liittyy kohtalainen epävarmuus johtuen siitä, että leudommat talvet varmasti edesauttavat talvehtimistä, mutta toisaalta korkeilla kesälämpötiloilla voi olla huomattava negatiivinen vaikutus (152).

Muut selkärangaiset kuin hirvieläimet aiheuttavat merkittäviä taimituhoja silloin kuin niiden kannat ovat suuret. Pahimmillaan niiden aikaansaamat taimituhot voivat vuosittain olla kymmenien miljoonien eurojen suuruisia (153). Myyrien kannanvaihtelujen säännöllisyys ja voimakkuus ovat vaihdelleet Suomessa kautta aikojen. Myyrien kannanvaihtelut ovat tällä hetkellä Eteläisessä Suomessa kohtalaisen säännöllisiä, ja säännöllisyys vaikuttaa palanneen myös Pohjois-Suomeen pitkän poissaolon jälkeen. Ilmaston lämpenemisen ennustetaan kuitenkin heikentävän myyräkantojen syklistyyttä koko maassa (154). Pohjoisessa kannanvaihtelujen ennustetaan muuttuvan monivuotisista pääasiassa vuodenaikaisiksi. Eteläisessä Suomessa kannanvaihtelujen odotetaan muuttuvan hyvin epäsäännöllisiksi, pitäen sisällään vaikeasti ennustettavia, erittäin korkean tiheyden ajanjaksoja, joiden yhteydes-

sä taimituhoriski on hyvin suuri. Jyrsijöiden sopeutumiskyky ilmaston lämpenemiseen arvioidaan kohtalaiseksi johtuen niiden lyhyestä sukupolvenvälistä ja koska niiden ravinnokseen käyttämän biomassan kasvu kiihtyy. Ilmasto-olosuhteiden muuttuminen voi muuttaa lajien määräsuhteita tai peto-saalissuhteita. Luken tekemät myyrätuhoennusteet auttavat metsänomistajia välttämään suuren riskin ajankohdan istutustöissään. Muutoksia on odotettavissa jo ennen 2030 koska lämpötilan nousulla on todennäköisesti suoria vaikutuksia jyrsijöiden menestymiseen. Ennusteeseen sisältyy kohtalainen epävarmuus, koska jyrsijäkantojen syklisyyden syitä ei täysin ymmärretä.

Kuivuuden vaikutus puiden kasvuun. Kuusen kasvun oletetaan taantuvan Etelä-Suomessa vuoteen 2100 mennessä vettä hyvin läpäisevillä kasvupaikkatyypeillä, joissa esiintyy kuivuutta (93,105,106,155). Sateen sekä määrä että vuodenaikainen jakautuminen vaikuttavat ilmaston lämpenemisen tuottaman metsien kasvun lisääkseen. Jos veden saanti heikkenee kasvuaikana, kärsivät ensimmäisenä Etelä-Suomen kuusikot, mutta kosteuden puutteen on havaittu rajoittavan jo nykyään männynkin kasvua kuivilla kasvupaikoilla Etelä-Suomessa (92). Edelleen on havaittu, että myös lämpimät talvet voivat haitata kuusten kasvua (156). Ilmastonmuutos voi vaikuttaa myös metsien uudistumiseen. Vaikka talvisateet lisääntyvät, alhaisia pakkaslämpötiloja esiintyy todennäköisesti talvikuukausina myös tulevaisuudessa, ja tuskin routa häviää kokonaan. Maan sulamis- ja jäätymsyklit voivat toistua useammin. Tällaiset olosuhteet voivat aiheuttaa juuristovaurioita erityisesti puiden taimilla (157).

Puun laatu. On tutkimusnäyttöä siitä, että muuttuvat olosuhteet vaikuttavat puuaineen ominaisuuksiin (158,159). Hiilidioksidipitoisuuden nousu yksinään ei vaikuta merkittävästi puun laatuun (160). Vaikutuksen yleistä suuntaa on vaikea päätellä. Kasvunopeuden lisääntyminen heikentää puuaineen laatua (161) ja näin ilmastonmuutoksen aiheuttama kasvunopeuden lisääntyminen voisi periaatteessa vaikuttaa haitallisesti puuaineen laatuun. Suurin vaikutus ilmastonmuutoksella puun laatuun lienee kuitenkin välillisesti erilaisten tuhojen kautta (162).

Marja- ja sienisadot. Sienten itiöemien määrä ja niiden kasvun ajoittuminen muuttuvat ilmastonmuutoksen myötä. Englannissa on havaittu sienten itiöemien satokauden yli kaksinkertaistuneen aikavälillä 1950–2005, ja tämän syyksi uskotaan ilmaston lämpenemistä (163). Ruokasienemme ovat joko mykorritsasieniä tai saprofyyttejä. Ensin mainitut käyttävät suoraan isäntäpuidensa ravinteita ja saprofyytit käyttävät kasvien kariketta. Mykorritsasienten kasvu riippuu puiden elinvoimasta ja biomassan tuotosta. Jos puiden kasvu kiihtyy edelleen ilmaston lämmitessä ja ilman hiilidioksidipitoisuuden kasvaessa, voidaan ruokasienten satojen odottaa kasvavan ja em. englantilaisen tutkimustuloksen perusteella myös satokauden pitenevän merkittävästi nykyisestä. Vuonna 2003 saatiin ennätysuuri ruokasienisato, 13 miljoonaa kiloa, ja tämän sadon kokonaisarvo laskettiin olleen suuren herkkutattimäärän ansiosta 30 miljoonaa euroa (120). Mikäli ilmastonmuutos johtaa metsämaan kuivumiseen nykyisestä, voivat sienisadot vähentyä.

Mustikan kasvu ja marjatuotto vaihtelevat suuresti vuosittain riippuen ennen kaikkea sääoloista (164). Niinpä odotettavissa olevat muutokset suursäätilassamme todennäköisesti vaikuttavat mustikkasatoon. Kasvuaikainen lämpeneminen kiihdyttää mustikkavarvikon kasvua (165), mutta toisaalta talvien leudontuminen voi heikentää varvikkoja (166) ja mahdollisesti myös puolukan kasvua. Ilmastonmuutos muuttaa kasvillisuuden ja kasvinsyöjien vuosirytmisiä (mm. keväiden aikaistuminen), minkä uskotaan heikentävän marjasatoja (167). Ilmastonmuutoksen marjasatoja heikentävää vaikutusta lisää samaan aikaan puun käytön todennäköinen tehostuminen (168). Mustikkavarvikot kärsivät metsänhakuista enemmän kuin puolukkavarvikot, jotka palautuvat mustikkaa nopeammin. Marjasato vaihtelee huomattavasti vuosittain. Luonnonmarjojen kokonaissadosta poimitaan noin kymmenesosa ja esimerkiksi vuonna 2005 kerätyn sadon arvo oli 77 miljoonaa euroa (120). Jos luonnonmar-

jasadot tulevaisuudessa oleellisesti vähenevät, voidaan menetystä jossain määrin korvata lisäämällä viljeltävien marjojen tuotantoa.

Metsien monimuotoisuus. On odotettavissa, että monen kasvilajin levinneisyysalue siirtyy ilmastomme lämmetessä pohjoisemmaksi. Metsänkäyttötavat kuitenkin vaikuttavat talousmetsissä niin merkittävästi sekä puulajistoon että muuhunkin kasvillisuuteen, että ilmastonmuutoksen merkitys jäänee tarkasteltavana ajanjaksona vähäisemmäksi. Hakkuut, mahdollinen kantojen nosto, ja maanmuokkaus sekä puulajivalinta vaikuttavat siinä määrin aluskasvillisuuden elinmahdollisuuksiin, että niiden merkitys tulee myös muuttuvassa ilmastossa olemaan vaikutuksiltaan huomattavin kasvillisuutta ohjaava tekijä (167).

Maaperän eloperäinen aines on vuorovaikutussuhteessa kasvillisuuden kanssa, mikä hidastaa muutoksia kasvillisuudessa, sillä maaperän ominaisuudet muuttuvat hitaasti orgaanisen aineen pitkän kiertoajan vuoksi. Ilmaston vaikutuksista maaperäeliöstöön sekä metsämaan rakenteeseen ja toimintaan sekä uuden metsämaan muodostumiseen tiedetään kuitenkin edelleen aivan liian vähän.

Lahopuun väheneminen on ollut viime vuosikymmeninä merkittävin yksittäinen metsien monimuotoisuutta vähentävä tekijä. Jos ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi lisätään ns. kokopuukorjuuta ja lisäksi poistetaan tehokkaasti kannot hakkuiden jälkeen, on vaarana, että lahopuussa elävän lajiston monimuotoisuus laskee nykyisestä (169). Ilmastonmuutoksen ansiosta lahopuuta syntyy aiempaa enemmän, mutta toisaalta se myös hajoaa nopeammin (170), ja siksi ilmastonmuutoksen vaikutusta lahopuuhun assosioituneen eliöstön monimuotoisuuteen on vaikea ennustaa.

Nisäkkäiden levinneisyysalueet voivat jonkin verran muuttua (villisika leviää Etelä-Suomeen), mutta metsästys säilyy tärkeimpänä suurten nisäkkäiden kantoja säätelevänä tekijänä. Piennisäkkäiden kuten myyrien kannanvaihteluissa voi tapahtua muutoksia (katso yllä). Ilmastonmuutoksella on selitetty useita Euroopan linnustossa jo nyt havaittuja muutoksia; monien lajien kannat ovat taantuneet (171). Viime vuosikymmenien aikana useiden lintulajien levinneisyysalue on siirtynyt pohjoisemmaksi. Useampi lintulaji on taantunut kuin runsastunut, ja osasyys epäillä ilmaston muutosta (172,173). Jos tämä trendi jatkuu, linnusto vähenee ja yksipuolistuu. Myös perhosten levinneisyysalueet ovat siirtyneet pohjoiseen päin (174), ja niiden määrä kasvaneen kesäaikaisen lämpösumman kasvaessa.

Metsäluonnon monimuotoisuus muuttuu ilmastonmuutoksen edetessä edelleen, mutta muutoksien merkityksen arviointi on vaikeaa. Osa muutoksista saattaa korjaantua esimerkiksi fenologisten yhteensopivuuksien palautuessa luonnon valinnan kautta (esim. tietyn lintulajin pesinnän ja ravintohyönteisen esiintymisen ajoittuminen tai ravintohyönteislajien vaihtuminen).

3.3.2. Abioottiset vaikutukset

Puunkorjuu. Puunkorjuussa, metsänviljelyssä ja -hoidossa liikutaan lähes kaikkialla talousmetsäalueilla. Käytettävien koneiden ja autojen kokoa määrittävät käsiteltävien puiden koko sekä työn tuottavuuden ja energiatehokkuuden parantaminen ja ympäristöpäästöjen vähentäminen. Suomen maaperän kantavuus vaihtelee maalajista ja säistä riippuen. Vain kantavimmilla maalajeilla voidaan työkennellä kaikilla keleillä, mutta muualla merkittävä osa työstä tehdään roudan lisäämän paremman kantavuuden aikana. Roudan arvioidaan nyt keskimäärin heikkenevän ja routakauden lyhenevän, mikä vaikeuttaa sekä puunkorjuuta turve- ja hienojakeisilla kivennäismailla että autokuljetuksia heikkorakenteisilla metsäautoteillä ja jopa osalla julkista paikallistieverkkoa. Ilmastonmuutos vaikeuttaa myös jäteiden ylläpitoa ja lyhentää niiden käyttöikää talven aikana jopa siinä määrin, että niiden

ylläpidosta saatetaan jatkossa luopua. Tämän korvaaminen edellyttää saarten puunkorjuussa lauttojen ja pitemmän matkan kuljetuksissa kuljetusalusten käyttöönottoa.

Puunkorjuuta joudutaan jo nykyään kevätkautena ja osin syksylläkin vähentämään myös teiden kulkukelvottomuuden johdosta. Kuljetukset heikoilla teillä pudottavat kuormien kokoa ja ajonopeuksia pienentäen työn tuottavuutta ja nostaa kustannuksia. Mahdollisista kiinni juuttumisista seuraa vielä lisäkustannuksia. Tämä johtaa myös polttoaineen kulutuksen ja siten päästöjen kasvuun kuljetusyksikköä kohti. Teollisuuden tarpeiden turvaamiseksi joudutaan käyttämään erilaisia kustannuksia nostavia välivarastojärjestelmiä. Alemman tieverkon kelirikkorjauksiin on syytä varautua raakapuukuljetusten sujuvuuden varmistamiseksi (175,176).

Talvien lämpenemisen myötä talvikorjuukauden pituus lyhenee mallilaskelmien mukaan Etelä-Suomessa seuraavien 30 vuoden jaksolla hienojakoisella kivennäismaalla noin 30 % (177). On mahdollista, että Etelä-Suomessa kulkukelpoisuus-kriteerien mukaiset talvikorjuuolot käyvät tulevaisuudessa harvinaisiksi. Pohjois-Suomessa talvikorjuukauden lyheneminen ei ollut mallilaskelmissa yhtä voimakasta. Ilman routaa turpeella ja hienojakoisilla kivennäismailla on alttius urautua pyörien alla, joka saattaa johtaa juurivaurioihin ja koneiden kallistuessa jopa runkovaurioihin.

Nykyisin touko, kesä ja heinäkuiden hakkuumäärät ovat alle puolet talvikuukausien hakkuista. Tämä johtaa korjuukaluston ja henkilöstön ylikäyttöön talvella ja alikäyttöön kesällä, josta seuraa kustannuksia eivätkä työntekijät välttämättä ole halukkaita vuorotellen ylitöihin ja lomautuksiin. Hakkuita siirretään lisääntyvässä määrin kesäkaudelle, mikä edellyttää osittain pienemmän pintapaineen aiheuttavan erikoiskaluston käyttöä, joka nostaa kustannuksia. Hakkuuvauriot saadaan pysymään pieninä huolellisella korjuuajankohdan valinnalla, jossa voidaan jatkossa hyödyntää uusia sää- ja kantavuuden ennustemalleja ja metsikön ominaisuuksien huomioimisella (178). Kesähakkuilla on mm. juurikäävän torjunta tehtävä ohjeistuksen mukaisesti (179) mikä lisää kustannuksia.

Tuuli- ja lumituhot. Voimakkaiden tuulten ei oleteta merkittävästi lisääntyvän Suomessa (180) mutta tuulituhoriskien oletetaan suurenevan, koska maan roudattomuuden oletetaan lisääntyvän ilmaston lämmitessä, mikä heikentää puiden ankkuroitumista myöhäissyksystä varhaiskevääseen eli tuulisimpaan vuodenaikaan (102–104). Tuulituhoriskit ovat suurimmat vastahakattujen uudistamisalojen varttuneissa reunametsissä ja voimakkaasti harvennetuissa metsissä. Pääosan kovista tuulista oletetaan esiintyvän Etelä- ja Keski-Suomessa tämän vuosisadan lopussa roudattomana aikana (180). Ilmastonmuutos edistää juurikäpien aktiveettia ja leviämistä, jolloin tuulituhovaara havumetsissä lisääntyy, koska juuristaan ja tyvestään lahot puut kestävät huonosti voimakkaita tuulia (96). Sopeutumistoimia varten yksityiskohtaisten maaston ominaisuuksia kuvaavien paikkatietojen ja tuuli-ilmastotietojen avulla voidaan kartoittaa tuulituholle alttiimmat alueet.

Lumituhoriskin oletetaan vähenevän Suomessa koska suuren osan talvisateista ennustetaan tulevan vetenä tämän vuosisadan lopussa (181). Toisaalta on mahdollista, että tästä huolimatta raskaiden lumikuormien episodit lisääntyvät (103). Sekä nuoska- että huurretykyn kertymiselle otollisten säätilanteiden esiintyminen näyttäisi lisääntyvän Itä- ja Pohjois-Suomessa (Pohjois-Karjala, Kainuu, Koillismaa ja Lappi) kasvavien sademäärien ja lisääntyvän ilman kosteuden takia (182). Lumituhojen määrään voi vaikuttaa metsähoidollisilla toimenpiteillä kuten puulajivalinnalla: mänty on alttiimpi lumituholle kuin kuusi, myös harvennushakkuiden ajoituksella sekä taimikoiden istutustiheydellä voidaan vaikuttaa.

Ravinteiden huuhtoutuminen ja eroosio. Liuenneiden orgaanisten aineiden määrä vesitöissä on lisääntynyt viime vuosikymmeninä laajasti Pohjois-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa ja aiheuttanut veden tummumista. Tämä ilmiö on erityisen selvä turvemaiden valumavesissä. Nykykäsityksen mu-

kaan ilmiö on seurausta sekä ilmaston muutoksen vaikutuksesta että happaman laskeuman vähenemisestä (183,184). Vesien tummumista on lisännyt myös raudan huuhtoutuminen, jota ilmastomuutos nopeuttaa entistä kosteampien olosuhteiden vuoksi (185).

Suometsien hakkuu lisää orgaanisen aineen huuhtoutumista. Suometsien puustot ovat tulossa uudistuskypsään ikään ja hakkuut siellä tulevat siis lisäämään huuhtoutumista. Eroosio ei ole ongelma kangasmaiden metsissä Suomessa, eikä ole näköpiirissä, että ilmastomuutos tulisi sitä merkittävästi lisäämään (186).

Metsäpalot. Mallilaskelmien mukaan metsäpalovaarapäivien lukumäärä todennäköisesti kasvaa tulevaisuudessa (107,108,187) ollen vuosisadan loppuun mennessä 5-10 päivää nykyistä suurempi. Lisäys on suurempi Etelä-Suomessa, jossa haihdunta kasvaa enemmän kuin pohjoisessa. Noin kerran 10 vuodessa pitkäaikaisen ja laaja-alaisen korkeapaineen seurauksena suurimmassa osassa maamme metsät ovat erittäin syttymisherkkiä ja samanaikaisesti voimakas tuuli, korkea ilman lämpötila ja alhainen kosteus lisäävät mahdollisen palon leviämisen vaaraa. Ilmaston lämmetessä tällaisten erittäin palovaarallisten tilanteiden arvioidaan yleistyvän tulevina vuosikymmeninä merkittävästi (188,189). Aiempien selvitysten sekä Ruotsin 2014 palon kustannusten arvioiden mukaan tappiot ovat 5 000 – 10 000 € / palanut hehtaari. Kokoluokkaa 10 000 ha olevan suurpalon taloudelliset seuraamukset olisivat siis useita kymmeniä miljoonia euroja. Johtuen palotorjunnasta metsäpalojen merkitys on Suomessa ollut tähän asti vähäinen, vuotuinen pinta-ala on ollut keskimäärin selvästi alle 1000 ha. Tehokkaalla torjunnalla paloriskien kasvua voidaan vähentää.

3.4. Metsätalouden haavoittuvuus

Ilmastonmuutos vaikuttaa monin tavoin suoraan metsäluontoon sekä muuttaa metsien käytön reunaehtoja (taulukko 2). Puiden kasvun on ennustettu kiihtyvän ja esimerkiksi lumituhojen vähenevän. Tämä lisää hakkuupotentiaalia. Toisaalta ilmastomuutos voi merkittävästi heikentää metsien terveydentilaa, alentuneen vastustuskyvyn sekä lisääntyneen hyönteis- ja tautituho-riskin vuoksi. Lyhenevät ja entistä vesisateisemmat talvikaudet vaikeuttavat puunkorjuuta.

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia metsiin on tutkittu Suomessa melko laajasti, joten tietoperusta sopeutumistoimille on kohtuullinen. Tämän raportin kyselytutkimusosuuden perusteella tutkimustieto mahdollisuuksista sopeutua ilmastomuutokseen on varsin hyvin tavoittanut metsäalan toimijat Suomessa.

Suurin riski metsillemme muodostuu lisääntyvän kansainvälisen kasvikaupan aiheuttaman vierastautien ja tuholaisten leviämisen ja ilmastonmuutoksen yhteisvaikutuksesta. Puulajistomme on yksipuolinen kuusen ja männyn vallitessa n. 90 % suomen metsäalasta ja näiden kahden lajin osuus kasvaa edelleen. Tämä lisää vierastautien ja -tuholaisten aiheuttamaa suurtuho-riskiä. Tähän riskiin pitäisi pikimmiten puuttua kauppaa rajoittavilla toimenpiteillä. Puunkorjuun turvaamiseksi alemman tieverkon kelirikkorjauksiin ja tuulituhojen yleistymiseen on syytä varautua.

Taulukko 2. Metsätalouden haavoittuvuus.

Haitallinen vaikutus	Vaikutusten mittaluokka	Vaikutusten ajoittuminen	Vaikutusten pysyvyys	Näytön vahvuus	Vaikutusten jakautuminen
Metsätaudit (ilmastonmuutoksen ja kansainvälisen kasvikaupan yhteisvaikutus)	Koskee koko metsäpinta-alaa	Vierastautaja ¹ kaukokulkeutuu Eurooppaan kiiltävää tahtia	Useimpia metsätauteja on vaikea torjua metsänhoidon keinoin	Esim. saarnensurma on jo Suomessa	Koko maa
Hyönteistuhot (ilmastonmuutoksen ja kansainvälisen kasvikaupan yhteisvaikutus)	Koskee koko metsäpinta-alaa	Vierastajaja kaukokulkeutuu Eurooppaan kiiltävään tahtiin	Hyönteistuhot on vaikea torjua	Esim. aasianrunkojäärä on jo Suomessa	Erityisesti Etelä-Suomi
Metsätaudit (pelkän ilmastonmuutoksen seuraukset)	Koskee koko metsäpinta-alaa	Kotoperäisten tautien osalta lähivuosikymmenet. Tulokastautaja ² saapuu jo nyt.	Useimpia metsätauteja on vaikea torjua metsänhoidon keinoin	Useimpien metsätautien osalta hyvin todennäköistä	Koko maa
Hyönteistuhot (pelkän ilmastonmuutoksen seuraukset)	Koskee koko metsäpinta-alaa	Muutoksia on jo havaittavissa	Hyönteistuhot on vaikea torjua metsänhoidon keinoin	Esim. kirjainajatuhot ovat jo lisääntyneet ja havunna on levinnyt Etelä-Suomeen	Koko maa
Puunkorjuu	Maaperän ja teiden kanta- vuus vähenee	Muutoksia on jo havaittavissa	On pysyvä	Hyvin todennäköinen	Erityisesti Etelä-Suomi
Tuultuhot	Pitenevä roudaton kausi lisää erityisesti Etelä-Suomessa	Vaikutuksia odotettavissa lähivuosikymmeninä	On pysyvä	Hyvin todennäköinen mikäli roudattomuus lisääntyy	Erityisesti Etelä-Suomi
Hirvieläinten ja jyrsijöiden aiheuttamat tuhot	Koskee koko metsäpinta-alaa	Muutoksia on jo havaittavissa	Jokseenkin pysyvä	Metsästyspaineen enustaminen vaikeaa. Jyrsijäennusteet pitkillä jaksoilla epävarmoja	Vaikutuksia taimikoissa ja nuorissa metsissä koko maassa
Ravinteiden huuhtoutuminen ja eroosio (ilman turpeen noston vaikutuksia)	Koko Suomi	Suometsien lähivuosikymmeninä kasvavat hakuut lisäävät	On pysyvä	Hyvin todennäköinen	Koko maa
Metsänkasvu heikkenee paikallisesti	Kuivat kasvupaikat Etelä- ja Keski-Suomessa.	Paikka paikoin kuivilla kankailla veden puute rajoittaa jo nyt kuusen ja myös männyn kasvua	Kuusi voidaan jossain määrin korvata männynillä kuivilla kasvupaikoilla	Todennäköinen	Etelä- ja Keski-Suomi
Metsäpalot	Riski kasvaa erityisesti Etelä-Suomessa	Vuosisadan loppupuoli	On pysyvä	Todennäköinen	Etelä-Suomi
Lumituhot	Lumikuorma lisääntyy pohjoisessa, vähenee etelässä	Vuosisadan loppupuoli	On pysyvä	Lumikuormaennusteissa epävarmuutta	Koko maa
Puun laatu	Koskee koko metsäpinta-alaa	Vähittäin ilmastonmuutoksen myötä	On pysyvä	Vaikutuksen yleistä suuntaa on vaikea päätellä	Koko maa
Marja- ja sienisadot laskevat	Koskee koko metsäpinta-alaa	Vaikea ennustaa	Metsänhoidollisin keinoin voidaan ehkä vaikuttaa	Muulla Euroopassa on jo havaittu muutoksia	Koko maa
Metsien monimuotoisuus vähenee	Koskee koko metsäpinta-alaa	Esimeriksi linnustossa on jo havaittu lajiston supistumista	Metsänhoidollisin keinoin voidaan vaikuttaa	Esimeriksi linnustossa on jo havaittu lajiston supistumista	Koko maa

Pieni	2080	ei pysyvä	ei juurikaan näyttää	keskittyy
keskinkertainen	2040	jokseenkin pysyvä	osittainen näyttö	jokseenkin tasaisesti
Suuri	2020	pysyvä	vahva näyttö	tasaisesti

¹ vierastaudiksi kutsutaan tautia, joka on saapunut ihmisen toiminna (kauppa, matkailu) myötä. ² tulokastaudiksi kutsutaan tautia, joka on saapunut luonnollisella tavalla (ilmavirtaus, omat siivet yms.)

Sopeutumispotentiaali	
Luonto	Yhteiskunta
Sopeutuminen tapahtuu vuosittuhansien koevoluution kautta	Vaikean uuden metsätaudin torjunta metsissä yleensä mahdotonta
Sopeutuminen tapahtuu vuosittuhansien koevoluution kautta	Pahan uuden tuhohyönteisen torjunta metsissä yleensä mahdotonta
Puuston sopeutuminen on hidasta.	Tautien torjunta laajoilla metsäalueilla on vaikeaa
Luonnolliset saalistajat ja taudit voivat auttaa	Kirjainajatuhojen torjunta voidaan tehostaa. Metsätuhoalaissa määrättyjen aikarajojen tarkistus
Huono	Investoinneilla kalustoon ja teihin voidaan torjua
Huono	Metsänhoitolla voidaan hieman vaikuttaa
Luontaisten saalistajien suostaminen voi auttaa	Hirvieläimiä voidaan metsästää tehokkaammin
Huono	Vesistönsuojelulla voidaan jossakin määrin torjua
Huono	Metsätalouden piirissä olevilla alueilla voidaan uudistuksessa käyttää muita puulajeja
Huono	Metsäpalotorjunta on Suomessa tehokasta, nykyinen pinta-ala < 1000 ha/v
Ilmastomuutos vähentää lumituhot	Metsänhoitolla voidaan hieman vaikuttaa
Ei voi korjata	Hyvä, puuteollisuus voi muuttaa prosessejaan
Niukasti mekanismeja tiedossa	Luonnonmarjojen väheneminen voidaan jossain määrin korvata viljeltävillä marjajaljeilla
vaikea arvioida	vaikea arvioida

hyvä	hyvä
keskinkertainen	keskinkertainen
huono	huono

Haavoittuvuusarvio	Viite
Laajamittainen tuho jonkin pääpuulajimme osalta on mahdollinen	(99,100)
Laajamittainen tuho jonkin pääpuulajimme osalta on mahdollinen	(97-99)
Laajamittainen tuho jonkin pääpuulajimme osalta on mahdollinen	(96,101,113-115)
Laajamittainen tuho jonkin pääpuulajimme osalta on mahdollinen	(96,130-132,143,147,151,190)
Tarvitaan resursseja kuljetuskapasiteetin ylläpitoon, vuosikustannus ≤ 200 M€	(175-179)
Lisääntyvät, tuultuhojen korvausten nykytaso 12 M€/v	(96,102-104,180,182)
Ongelma etenkin metsänuudistuksessa	(96,152-154)
Voidaan sopeuttaa tummiin vesiin, vuosikustannus ≤ 10 M€	(183-186)
Vähentää puun tarjontaa paikallisesti	(92,93,105,106,155)
Pieni metsäpaloriskin nousu pystytään hallitsemaan	(107,108,187-189)
Vähemmän tuhoja jos sadantaennusteet toteutuvat	(103,181,182)
Vaikutuksen yleinen suunta epävarma, suurin vaikutus ehkä tuhojen kautta	(158-162)
Sieni- ja marjasadot ovat paikoin merkittävä tulonlähde	(165-168)
vaikea arvioida	(167,169,171-174)

ei kovinkaan haavoittuva
jokseenkin haavoittuva
hyvin haavoittuva

4. Riistatalous

4.1. Riistatalous ja ilmastonmuutos

Monista toimialoista poiketen riistatalouteen liittyy vain vähän liiketoimintaa ja varsinaisia riistaelinkeinoja on niukasti. Metsästysmahdollisuuksien järjestämistä ja harrastusta tukevia palveluja kuitenkin on ja metsästys voi olla huomattava aluetaloudellinen tekijä (191). Metsästyskoiraharrastus on Suomessa vireää ja siihen liittyy merkittävästi taloudellista toimintaa. Metsästys on Suomessa suosittu harrastus ja Suomessa metsästäjiä on noin 300 000, joten se on läsnä monessa taloudessa, suoraan ja välillisesti. Tärkeimmän riistaeläimemme, hirven, vuotuinen saalismäärä on noin kuusi miljoonaa kiloa, joka kulutetaan valtaosaksi metsästävien ja heidän sukulaisten ja tuttaviensa talouksissa (192). Metsästyseurat ovat tärkeitä maaseudun elinvoimaisuuden kannalta ja varsinkin hirvenmetsästyksen ympärille rakentuu monen maaseutukylän tärkein tekeminen. Yksittäiset metsästäjät ja metsästäjät tekevät paljon vapaaehtoistyötä monissa riista- ja luonnontalouden hankkeissa.

4.2. Riistatalouden ilmastonmuutostutkimus

Riistatalouden ilmastonmuutuskysymyksiä on tutkittu jossain määrin, joskin monen löydöt ovat syntyneet tutkimustyön yhteydessä, joka alun perin ei ole ollut kysymyksen asettelultaan ilmastonmuutoslähtöistä. Tutkimustuloksia on julkaistu paljon ammatti- ja harrastusalan julkaisuissa tieteellisten julkaisujen sijaan. Hallinnon varautumissuunnitelmissa riistatalous ei itsenäisenä toimintana ole ollut juuri esillä, maakunnallisissa strategioissa kylläkin (193).

Vesilintuihin liittyvä ilmastonmuutostutkimus on ollut vilkkaampaa. Näiden lajien kantojen kehitykseen vaikuttaneet tekijät ovat kiinnostaneet myös sen takia, että muuttoreittien varrella niitä metsästetään monissa eri maissa, vailla valtioiden yhteisiä sopimuksia. Monen lajin vähenemiskehityksen taustalla vaikuttaa olevan sekä pesimä- että talvehtimisalueiden ympäristönmuutokset että ilmastonmuutos (194–196).

4.3. Riistatalous ja ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset

Saalistuspaine. Riistaeläinlajien yhteisöjen tutkimuksessa ilmaston muutoksen mahdolliset vaikutukset ovat olleet esillä. Pohjoismaissa on etelä-pohjois-suuntainen muutos pienjyrsijöiden runsauden vaihteluissa ja sillä on huomattava välillinen merkitys myös pienriistalle (197). Etelä-Skandinaviassa, missä on niukasti tai ei lainkaan lunta, myyräkannat ovat suhteellisen vakaat, kun taas pohjois-Skandinaviassa niiden kannat vaihtelevat vuodesta toiseen voimallisesti ja usein syklistä (198). Ilmiön todennäköisin selitys liittyy ilmasto-olosuhteisiin, ennen kaikkea lumipeitejakson sekä kasvukauden pituuteen (199). Nämä puolestaan vaikuttavat yhtäältä siihen, miten tehokkaasti pedot pystyvät saalistamaan myyriä ja toisaalta siihen, miten tehokasta myyrien populaatiokoon kasvu on (200). Tällä on yhteys myös metsäkanalintujen ja muun pienriistan runsauden vaihteluihin. Viime aikoina myyrien ja metsäkanalintujen kannanvaihteluiden voimakkuudessa on tapahtunut muutoksia – eteläisen Suomen myyrien kannanvaihtelut ovat vaimentuneet, mutta samaan aikaan Lapin kannanvaihtelut ovat jälleen voimistuneet (201,202). Tämä on mahdollisesti ilmastonmuutoksen aiheuttama, mutta sitä ei ole voitu osoittaa. Tutkimukset ovat osoittaneet, että ennusteiden mukainen ilmaston muutos voi johtaa hyvin epäsäännöllisiin myyrien kannanvaihteluihin, jotka pitävät sisällään vaikeasti ennustettavia, erittäin korkean tiheyden ajanjaksoja (154). Näillä muutoksilla voi olla merkittävät vaikutukset niin petojen kuin niiden saalistamien riistalajien runsauteen ja populaatiodynamiikkaan.

Metsäkanalintujen talvehtiminen. Metsäkanalintujen erityinen sopeutuminen kylmään ja lumiin talveen on yöpyminen hangen sisällä lumiekipissä. Kovina pakkasjaksoina linnut pysyttelevät näissä lämpöoloiltaan edullisissa onkaloissa melkein koko vuorokauden ympäri (203). Helpointa kieppiytyminen on oloissa, jolloin lumipeite on paksu eikä pitkien pakkasjaksojen aikana lumipeitteeseen synny siihen kaivautumista hankaloittavia tai estäviä kovia kerroksia. Lämpötilan vaihtelu nollan kahta puolen, ja siihen usein liittyvät räntä- ja vesisateet tekevät vahvankin lumipeitteen mahdottomaksi metsäkanalintujen kaivautua lumeen eivätkä ne saa lumen tarjoamaa lämpösuojaa ja ovat myös petojen helpommin yllätettävissä.

Talviväri. Jonkin verran tutkimuksessa on käsitelty sitä muutamaan riistaeläimeen liittyvää ominaisuutta, että niillä on talveksi vaihtuva valkoinen karva- tai höyhenpeite, suojaväri. Talvien lumipeitteisen ajan lyheneminen tulee olemaan niille erityisen ongelmallista. Lumitalvien aikaan tämä suojaväri on ollut tehokas suoja petoja vastaan erityisesti riekolla ja metsäjäniksellä, mutta myös kärpällä ja lumikolla (204). Jo koettuina ja varsinkin tulevina vähän lumen talvina tämä piirre voi olla kohtalokas. Värienvaihtoa ohjaa päivän pituuden muutos, eikä se vahvasti perinnöllisenä ominaisuutena voi muuttua nopeasti. Riekot ja metsäjänikset valkoisessa talvipuvussaan lumettomassa syysmaisemassa helpottavat petojen saalistusta. Riekon taantumiseen viime vuosikymmeninä on varmasti useita syitä, mutta hyvin todennäköisesti ilmastonmuutoksellakin on osuutensa asiaan. Metsäjäniksen huomattava väheneminen Lounais-Suomessa 20 viime vuoden aikana liittyy myös lumettomiin ja vähälumisiin talviin (205,206).

Tunturilajien elintila. Euroopan lintulajiston tulevia levinneisyysalueiden muutoksia sadan vuoden aikajänteellä on ennustettu siltä pohjalta, että lajit pysyvät sidoksissa niihin ilmasto- ja kasvillisuusvyöhykkeisiin, joilla ne nykyään esiintyvät (207,208). Lajien evolutiivinen sopeutumiskyky ympäristönmuutoksiin on hidas, ja tämä oletus - tietyn varauksin - näin lyhyellä tarkasteluvälillä on perusteltu. Skenaarioiden mukaan pohjoisimman Suomen riistaeläinlajien elinmahdollisuudet kaventuvat eniten (208). Kiiruna tulee muiden tunturipaljakan lajien tapaan olemaan suurimmissa vaikeuksissa: sen elinalue tulee kaventumaan suhteellisen pian kokonaan, mikäli metsäkasvillisuus vähitellen valtaa puuttomat tunturialueet. Sama tulee koskemaan myös naalia (205). Myös muiden riistalintulajien, kuten riekon ja metson levinneisyysalue tulee tuntuvasti supistumaan. Monien viime vuosikymmeninä taantuneiden pohjoisten vesilintujen, kuten jouhisorsan, kohtalo on samanlainen. Kun pohjoisen nykyiset asukkaat vetäytyvät pohjoisemmaksi, eteläiset lajit valtaavat uusia alueita. Tällaisia lajeja ovat metsäkauris, valkohäntäpeura, rusakko ja riistalinnuista esimerkiksi pyy. Samoin supikoira levittäytynee yhä pohjoisemmaksi, ja vasta viime aikoina meille levinneet lajit, kuten villisika, tulevat runsastumaan (204).

Taudit ja loiset. Eteläisten lajien saapuminen maahamme tuonee välttämättä uusia loisia ja tauteja (209,210). Esimerkiksi supikoira tulee valtaamaan uusia asuinalueita pohjoisessa, ja se voi olla merkittävä raivotaudin ja myyräekinokokin levittäjä. Se voi myös levittää trikiinejä ja kettukapia. Ilmaston lämpeneminen muuttaa olosuhteita suuntaan, jossa monet hyönteisvälitteiset taudit, kuten jänisrutto ja pogostantauti sekä loiset viihtyvät paremmin. Etelämpänä Euroopassa on useita eläinperäisiä tauteja, jotka voivat olla varteenotettavia tekijöitä eläinlajien tai pelkästään lämpimämpien ja kosteiden olosuhteiden edetessä pohjoiseen. Tuorein näistä liittyy maahamme leviävään villisikaan ja sen levittämään afrikkalaisen sikaruttoon.

Linnunpoikasten selviytyminen. Ilmasto ei muutu jokaisena vuodenaikana yhtä paljon, ja tähän liittyvää tutkimusta on tehty. Keväät ovat lämmenneet, mutta alkukesät eivät. Monien muuttolintulajien kevätmuuton aikaistuminen on hyvin dokumentoitu (211). Riistalinnuista teeren soitimen on osoitettu Keski-Suomessa selvästi varhaistuneen viimeisten vuosikymmenien aikana (198). Teerien parittelu ja pesiminen ovat aikaistuneet tuntuvasti, mutta ilmastonmuutoksen epäsymmetrian vuoksi

alkukesän olosuhteet eivät ole varhaistuneet. Tästä seuraa se, että teerenpoikaset syntyvät liian varhain olosuhteissa, jotka eivät ole parhaat mahdolliset niiden ensimmäisinä elinviikkoina, kun selkärangattomien toukat eivät ole kehittyneet syömäkelpoisiksi. Muita tutkimuksia tähän liittyen riistaeläimistä ja tästä 'vuodenaikaisloukusta' ei ole.

Ilveksen ja karhun leviäminen. Ilves ja karhu olivat pääosan 1900-lukua maassamme hyvin harvinaisia. Muutamien viime vuosikymmenten aikana niiden kannat ovat voimakkaasti kasvaneet ja kumpaakin lajia myös metsästetään. Samoin on käynyt suden. Tehokas suojele, tottuminen tiettyssä määrin ihmiseen ja myös ravintovarojen runsastuminen on tehnyt tämän mahdolliseksi. Runsastumisen myötä lajien esiintymisalueet ovat laajentuneet huomattavasti idästä ja kaakosta käsin. Lajeilla on edelleen edellytyksiä runsastua, mutta metsästyksen keinoin niiden kantoja voidaan tehokkaasti säädellä, lajien kannanhoitosuunnitelmien mukaisesti. Suurpetolajeihin liittyy konflikteja, mm. kotieläin- ja koiravahinkojen aiheuttamina. Samaten ne koetaan metsästäjien kilpailijoina, erityisesti hirvieläinten suhteen. Luonnonsuojellulisestikin kehittyä ongelmallisia tilanteita, kun esimerkiksi uhanalainen metsäpeura, jonka kantaa halutaan ehdottomasti elvyttää, saattaa olla vaikeuksissa petojen vaikutusten takia. Oletettavasti ilmastonmuutos tulee edelleen luomaan parempia ravinnonsaantimahdollisuuksia karhulle ja ilvekselle, samoin kuin muillekin suurpedoille, ja tilanteen hallinta vaatii sopeutumista kaikilta toimijoilta.

Kantojen seuranta. Useiden pienten ja keskisuurten nisäkkäiden runsauden seuranta maassamme perustuu valtakunnan laajuisiin talvisiin lumijälkilaskentoihin. Nämä järjestetään Luonnonvarakeskuksen ja Suomen riistakeskuksen yhteistyönä vapaaehtoisten metsästäjien tehdessä maastotyön. Vakiolinjoja kierretään joka talvi lähes 10 000 km matka, ja vuosittainen seuranta on alkanut vuonna 1989. Nisäkkäiden ylitysjälkien lukumäärä kuvaa edustavasti lajien suhteellista runsautta. Laskentatyön onnistuminen edellyttää sitä, että lunta ensiksikin on, ja sitä että lumi on pinnaltaan tarpeeksi pehmeää niin, että lumikonkin kokoisen pienen eläimen jäljet painuvat siihen havaittaviksi. Lisäedellytys on, että lumisade ei ole jatkuvaa ja laskenta on vakioitu siten, että laskentaan mukaan saadaan yhden vuorokauden aikana syntyneet linjan ylitykset. Laskentojen toteuttamisessa erityisesti 2000-luvulla on ollut suuria vaikeuksia erityisesti eteläisessä ja läntisessä Suomessa. Laskenta-aikaan helmikuussa joko ei ole ollut lunta lainkaan tai sen rakenne (erityisesti lumen kovuus) on estänyt laskennan suorituksen. Mikäli tällaiset olosuhteet leviävät tulevaisuudessa pohjoisemmaksi, lumijälkilaskenta runsauden seurantamenetelmänä on vaikeuksissa. Yksinkertaista ei ole näiden nisäkäslajien, joita on noin 20, seurannan järjestäminen jollain muulla menetelmällä.

Lajien välinen kilpailu. Lajien keskinäisten runsauksien muutoksilla lajiyhteisöissä voi olla huomattavia vaikutuksia lajien välisiin suhteisiin. Olipa kyse siiten samoja ravintovaroja hyödyntävien lajien rinnakkaiselosta tai kilpailusta tai petojen ja saaliiden välisistä suhteista. Uuden lajin asettuminen vaatii aikaa ja se voi vaikutuksiltaan olla hyvinkin merkittävä, esimerkiksi toisen samantoimisen lajin syrjäytyminen. Ajan myötä luonnossa löytyy uusia tasapainotiloja, uusin lajien välisin suhtein. Tulokas- tai vieraslajeista, joilla todennäköisesti on ollut kilpailullisia ja muita vaikutuksia alkuperäislajistoon, on luonnossamme esimerkiksi rusakko, minkki ja supikoira. Ravintoverkon ja ekologisten vuorovaikutussuhteiden vuoksi nopean lajistomuutoksen vaikutusten ennustaminen on hyvin vaikeaa. Jotain vihjeitä tulevasta voi saada perehtymällä niihin muutoksiin, joita on todettu tietyn runsastuneen lajin aiheuttamiin muutoksiin muualla sen levinneisyysalueella. Elinympäristöt ja lajitkin ovat kuitenkin usein toiset. Lisähankaluutta ennustettavuuteen luo se, että tulokas- tai vieraslaji tuo mukanaan tauteja ja loisia, joihin se itse on sopeutunut, mutta jotka alueen alkuperäisille lajeille voivat olla kohtalokkaita.

4.4. Riistatalouden haavoittuvuus

Ilmastonmuutos luo epävakautta metsästykseseen ja siihen liittyvään elinkeinotoimintaan. Riistatalous on haavoittuva sikäli, että tulevaisuuteen liittyy paljon ennustamatonta (uudet lajit, uhanalaiskehitykset, taudit ja loiset, uudet lajein väliset suhteet) (taulukko 3).

Metsästys ja riistanhoito tulevat kuitenkin sopeutumaan uusiin olosuhteisiin, mitä tahansa ne ovatkin. Riistanhoidon ja metsästyksen näkökulmasta varautuminen tuleviin muutoksiin voi perustua eläinkantojen huolelliseen seurantaan ja täsmälliseen saalistilastointiin. Tältä pohjalta metsästys voidaan mitoittaa kestäväksi. Suomessa riistakantojen seuranta on laadukasta. Valtakunnallisin riistakolmiolaskennoin – joita toteutetaan Luonnonvarakeskuksen ja metsästäjien yhteistyönä – saadaan tietoa metsäkanalintujen ja noin 25 nisäkäslajin kannan suuruudesta (201,212). Erilliset seurantaohjelmat ovat lisäksi vesilinnuille, hirvieläimille, suurpedoille, merihylkeille ja muutamille muille lajeille. Mikäli nämä seurantaohjelmat jatkuvat, varautuminen tulevaisuuden muutoksiin on helpompaa. Mikäli seurantatuloksissa nähdään huomattavaa vähentymistä (esimerkiksi pohjoiset lajit) tai eteläisesti levinneet lajit kestäisivät voimakkaamman metsästyksen, ratkaisut riistahallinnossa pystytään tekemään joustavasti. Suojelualueet voivat auttaa erityisesti pohjoista lajistoa 'sietämään' paremmin ilmaston muutosta (213).

Haavoittuvuustaulukon pohjalta hahmottuu se, että riistatalouteen liittyvän tutkimuksen määrä on Suomessa jokseenkin vähäinen. Monen arvioitavan tekijän osalta haavoittuvuusarviot ovat lisäksi hankalia mitata ja kuvata riistatalouden arvojen ja merkityksen kautta. Monessa niissä on sisään rakennettuina se, että toimintoihin liittyy taloudellista ja elinkeinollista merkitystä, mikä riistataloudessa ei ole mittavaa moneen muuhun toimialaan verrattuna. Arvioinnit on jouduttu useassa kohdin perustamaan asiantuntijoiden näkemyksiin.

Taulukko 3. Riistatalouden haavoittuvuus.

Haitallinen vaikutus	Vaikutusten mittaluokka	Vaikutusten ajoittuminen	Vaikutusten pysyvyys	Näytön vahvuus	Vaikutusten jakautuminen	Viite
Saalustuspaine lisääntyy	Mikäli pitenevä lumeton aika ja siihen liittyvä pienijyrsijöiden kannanvaihtelu vaimenee, se todennäköisesti lisää pienpetojen pienriistaa kohdistuvaa saalistusta	Todennäköinen kehitys-suunta, mutta vaikutukset eivät välttämättä näkyvässä pian	Vaikutus todennäköisesti pysyvä, millä aikataululla ja voimakkuudella se toteutuu-kin	Todennäköisyyttä mahdollisuuksien arvoista	Toteutuessaan voi olla laaja-alainen ja tuntuva	(197,204)
Metsäkanaalintujen talvehetimitsemisestä huonontuu	Lumipeitteen vähentyminen ja nollakelien myötä hangen kovehtuminen vaikeuttavat kanalintujen kleippiöpyymistä	Voi olla tärkeä, riippuu miten lumimäärä ja lumipeitteen laatu kehittyvät	Vaikutus tulee olemaan pysyvä	Todennäköinen, riippuu kuitenkin talvien lumisuiden kehittymisestä	Vaikutus kielteisine piirteineen alkaa etelästä	(197,204,205)
Talviväristä tulee haitta	Pienriistalajeista talveksi valkoi-siksi muuttuvien metsäjäniksen ja riekon kuolleisuus lisääntyy	Merkkejä jo todennäköisesti nähtävissä	Vaikutus on pysyvä	Hyvin todennäköinen	Koskettaa ensi alkun Etelä- ja Keski-Suomea	(203)
Tunturilajien elintila kaventuu	Riistalajeista kiirunan elintila tulee kaventumaan. Metsästyksen kannalta kannalta muutos ei ole suuri	Kehitys-suunta on hyvin pitkän aikavälin asia	Vaikutus, toteutuessaan on pysyvä	Kehitys-suunta on todennäköinen	Koskettaa Ylä-Lappia, riistatalouden kannalta vähäinen	(206,208)
Pienpetojen taudit ja loiset leviävät - osa loisista vaarallisia ihmisille ja kotieläimille	Uhka on ilmeinen, mutta vaikeasti ennustettava. Kehitys vauhdittuu isäntälajien leviytymisen vuoksi, mikä sekkin on vaikeasti ennakoitavissa	Vaikea tai mahdollon arvioida	Kerran tapahtuttuaan tulee olemaan osa (luontaista) dynamiikkaa	Vaikutus on varma jollain aikavälillä	Vaikutukset tulevat näkyviin todennäköisesti etelästä alkaen	(205,214)
Linnunpoikasten selviytymisen vaikeutuu	Kytketty siihen, että kevään-alkuun ilmastonmuutos on epäsymmetrinen, lisääntymis-rytmi häiriintyy	Merkkejä tästä on jo nähtävissä	Lajit eivät ehtine sopeutua kovinkaan lyhyellä aikavälillä	Muutos tulee olemaan hyvin ilmeinen	Heijastuu laajasti riistatalouden, mm. metsäkana-lintujen metsästykseseen	(198)
Hirvieläinten aiheuttamat metsätuhot lisääntyvät	Hirvieläinten todennäköinen runsastuminen heijastuu niiden aiheuttamiin tuhoihin	Muutos tulee olemaan vähittäinen, aikataulun arviointi mahdollisuuksien arvoista	Olenaisesti riippuu siitä, miten metsä- ja riistatalous sopeutuvat	Näin käy varmasti, voimakkuus riippuu kuinka met-sästys onnistuu sääteilyssä	Voi koskettaa laajasti, mm. kaikkia metsänomistajia	Arvio
Ilves ja karhu leviävät pohjoisemmaksi	Kumpikin laji hyötynee talvien leudontumisesta	Suunta on ilmeinen, 'aikataulusta' ei voi tietää	Vaikutus on pysyvä, jos runsausdynamiikka saa olla luonnonmukainen	Todennäköisesti tapahtuva	Poronhoitoalueella tilanne voi muuttua vaikeaksi	Arvio
Kantojen seuranta vaikeutuu	Lumijälkilaskentoihin perustuva nisäkkäiden seuranta on mahdollisuuksien arvoista olosuhteissa	Lumisen ajan jälkilaskentojen tilanne on jo muutamina vuosina ollut Etelä-Suomessa ollut hankala	Vaikutus on pysyvä	Skenaarioiden välillä on eroja, mutta todennäköisyys tälle on suuri	Riistakantatilanteisiin epävarmuutta eteläiseen Suomeen	(212)
Kilpailu muiden lajien kanssa lisääntyy	Todennäköinen kehitys-suunta, kun perustuotanto kasvaa ja riista- ja muun eläinyhteisön lajimäärä ja runsaus kasvaa sekä dynamiikka muuttuu	Suunta on ilmeinen, 'aikataulusta' ei voi tietää	Vaikutus on pysyvä, jos runsausdynamiikka saa olla luonnonmukainen	Vaikutus on varma jollain aikavälillä	Vaikutukset tulevat näkyviin todennäköisesti etelästä alkaen	(197), arvio

Luonto	Yhteiskunta
Luonto löytää ajan myötä omat, uudet tasapainonsa lajien runsaussuhteiden välille	Riistatalous voi sopeutua muutokseen ei-toivotuihin vaikutuksiin metsästyksen keinoin
Lajit jossain määrin sopeutunevat muuttuneisiin oloihin	Metsästyksen säätelyllä mahdollista vaikuttaa
Luonnon keinot ovat äärimmäisen hitaita, eivät ekologisena aikana toteutuvia	Riistatalous voi mikoittaa metsästyksen tämän huomi-oon ottavasti
Muutos on peruuttamaton, luonto ei tätä voi korjata	Ihminen toimineen ei tähän voi vaikuttaa
Luonnolle tämä ole ongelma, joka pitää 'korjata' vaan osa luontaista dynamiikkaa	Riistatalouden keinot mahdollisia: metsästyksen säätely, ongelmajajien tehostettu poistaminen
Luonnon omat mahdollisuudet hyvin hitaita	Riistatalous voi mikoittaa metsästyksen tämän huomi-oon ottavasti
Luonnon omat keinot ovat vähät	Metsätalous viljelykäytän-töineen ja riistatalous kantojen säätelyllä voivat vaikuttaa
Jos ravintoa on ja ilmasto sallii, luonto 'antaa' näin tapahtua	Metsästyksellä voidaan muutoksen ei-toivotuja piireitä vähentää
Tätä ei voi luonto itse korjata	Riistatalouden pitää yrittää kehittää korvaavia kannan runsauden menetelmiä
Luonnolle tämä ei ole ongelma, joka pitää 'korjata' vaan osa luontaista dynamiikkaa	Riistatalouden keinot mahdollisia: metsästyksen säätely, ongelmajajien tehostettu poistaminen

hyvä	hyvä	ei kovinkaan haavoittuva
keskinkertainen	keskinkertainen	jokseenkin haavoittuva
huono	huono	hyvin haavoittuva
ei pysyvä	ei juurikaan näyttöä	keskittyy
jokseenkin pysyvä	osittainen näyttö	jokseenkin tasaisesti
pysyvä	vahva näyttö	tasaisesti
2080		
2040		
2020		
pleni		
keskinkertainen		
suuri		

5. Kalatalous

5.1. Kalatalous ja ilmastonmuutos

Kalatalous toimialana on jatkuvassa muutoksessa muun yhteiskunnan mukana. Luonnonolot muuttuvat niin ikään ja ilmastonmuutos on siinä keskeinen ja pitkäaikainen ilmiö. Euroopan merillä ylikalastus on ollut suuri ongelma yli vuosikymmenten (215) mutta muuttuvissa ympäristöoloissa on entistä vaikeampaa erottaa kalakantojen vaihtelun syitä toisistaan: millaisella kalastuksen säätelyllä varmistettaisiin kestävä kalastus muuttuvissa merissä ja ilmastossa ja miten hallittaisiin eri tekijöiden yhteisvaikutukset. Merien lämpötilan ennakoitu nousu ja sään ääri-ilmiöiden (esim. myrskyt) voimistuminen asettavat omat haasteensa myös kalankasvatukselle (215).

5.2. Kalatalouden ilmastonmuutostutkimus

Suomessa ilmastonmuutoksen vaikutuksia kalatalouteen on tutkittu 1990-luvun alusta lähtien (216,217), mutta kalatalous ei kuitenkaan ole ollut osana ilmastonmuutosta koskevia laajoja kansallisia tutkimusohjelmia, ISTOa lukuunottamatta. EU:n LIFE+ -ohjelman rahoittamassa VACCIA-hankkeessa (216) kalataloutta pohdittiin lyhyesti osana ekosysteemipalveluiden kokonaisuutta.

Tuoretta tietoa eri kalalajien kantojen ja kalansaaliiden muutoksista on peilattu ilmastonmuutoksen havaittuihin ja ennakoituihin vaikutuksiin sekä Suomessa (216,218–220) että muualta Euroopassa (221,222). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL) määritteli aikanaan neljä aihealuetta, joihin kalatalouden tutkimusta tulisi ilmastonäkökulman huomioimiseksi ja sopeutumistoimien määrittelyksi suunnata. Nämä ovat: 1) ympäristö- ja kalakantatiedon aikasarjojen yhteiskäytön tehostaminen, 2) kalakantaseurannan kehittäminen ja monipuolistaminen, 3) ilmastonmuutoksen vaikutukset kalayhteisöön ja ekosysteemiin, sekä 4) merikalakantojen ja eliöyhteisötason muutosten seuranta (218). Yhteistyön lisääntyminen eri tutkimustahojen kesken (mm. Luke, SYKE, IL, yliopistot) on osaltaan vienyt tutkimusta näiden linjausten suuntaan. Maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalalla esimerkiksi EU:n kalatalouden tiedonkeruuohjelma sekä vesien- ja merenhoidon seurannat tuottavat, asianmukaisesti toteutettuina, käyttökelpoista tietoa myös ilmastonmuutoksen vaikutusten arviointiin ja aineistoa alan tutkimusyhteistyöhön.

5.3. Kalatalous ja ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset

Lämpimän veden lajit hyötyvät - kylmän veden lajit taantuvat. Itämerellä kuhan, ahvenen ja särkikalajien arvioidaan hyötynneen meriveden lämpenemisestä ja myös kilohailisaaliin ja meren lämpötilojen vaihtelun suhde 1900-luvulla viittaa samaan (218). Made viileän veden lajina on taantunut, samoin kampela (218,223), jälkimmäinen ehkä pienentyneen suolapitoisuuden seurauksena (224). Rannikkovesien siikasaaliit ovat yleisesti vähentyneet (218) mutta merikutuinenkin siika pystyy yhä lisääntymään Pohjanlahdella lämpöolojen puolesta (225). Silakkakantojen tuottavuuden on arvioitu voivan suurentua meriveden vähittäisen lämpenemisen seurauksena edellyttäen, että kalastus on järjestetty kestävästi (226). Itämeren turskakantojen suhteen on esitetty pessimistisempiä arvioita (227). Ilmastonmuutoksen suorien vaikutusten lisäksi ainakin kalastus, rehevöityminen ja vieraslajit vaikuttavat kalatalouden edellytyksiin Itämerellä (218,219,221).

Järvissä veden lämpötilan nousu suosii rannikkovesien tapaan särki- ja ahvenkaloja samalla kun se huonontaa viileän veden lajien, mm. muikun, siian ja mateen elinoloja (216–218,222,228). Ilmastonmuutoksen kalatalousvaikutusten arviointia vaikeuttaa sekä valuma-alueiden maankäytön muutokset että itse toimialan, kalastuksen ja kalavesien hoidon muuttuminen. Entistä lauhempien talvien

ja lisääntyvien sateiden aiheuttamat hydrologiset muutokset ja ravinnehuuhtouman suureneminen lisäävät järvien rehevöitymistä (229). Viimeisen 20 vuoden aikana eloperäisen aineksen huuhtoutuminen valuma-alueilta järviin on myös lisääntynyt, ainakin osittain ilmastonmuutoksen vaikutuksesta (230). Se tummentaa vesiä ja vaikuttaa sitä kautta järvien lämpötila- ja happioloihin sekä vesipatsaan kerrostuneisuuteen, mikä saattaa rajoittaa esimerkiksi siikakaloille ja kuoreelle (231) tärkeää viileän ja hapekkaan alusveden määrää. Seurauksena voi joskus olla - vastoin odotuksia - sekä vesiekosysteemin kokonaistuotannon että kalatuotannon pieneneminen (232,233). Jääpeitteen kestoajan lyhenemisen on ajateltu haittaavan syyskutuisten kalalajien kuten muikun ja siian lisääntymistä. Kokeellisen tutkimuksen (234) perusteella näiden lajien mädin kehitys ja poikasten kuoriutuminen eivät näytä häiriintyvän talven lyhenemisestä. Sen sijaan lämpötilan nousu yli viiden asteen mädin kehittymisen aikana lisää alkioiden kuolleisuutta ja epämuodostumien määrää (235).

Jokien kalaston rakenne muuttuu ilmastonmuutoksen myötä (236). Kylmän veden lajien levinneisyysalue pienenee, siirtyy kohti pohjoista ja kylmän veden lajit korvautuvat lämpimän veden kaloilla. Ilmaston muutoksen ennustetaan vaikuttavan erityisesti kalalajeihin jotka ovat sopeutuneet elämään vesistöjen viileissä latvavesissä (237). Suomessa on ennustettu kuumien jaksojen pitenemistä kesällä ja runsassateisten päivien lisääntymistä etenkin talvella (238). Olennaista muutosten vaikutuksilla jokikalastoon on, lisääntyykö kiintoaineen ja ravinteiden huuhtoutuminen valuma-alueilta jokiin, koska näillä on todettu olevan voimakas vaikutus jokikalaston rakenteeseen (239). Suomessa on pinta-alaltaan Euroopan suurimmat happamat sulfaattimaat. Rankkasateita seuraavat suuret virtaamat lisäävät riskiä happamiin ja metallipitoisiin päästöihin Pohjanmaan alunamailla (240). Happamien sulfaattimaiden päästöillä taas on suuri vaikutus sekä jokien (241) että niiden suistoalueiden (242) kalastoon. Vaelluskalojen menestyminen ilmastonmuutoksen aiheuttamissa muuttuneissa olosuhteissa riippuu paitsi joki- myös merivaiheen elonjäännistä. Pitkäaikaisilla ilmastojaksoilla on havaittu olevan merkittävä vaikutus lohikantojen vaihteluun Itämerellä (243).

Kalat voivat siirtyä uusille alueille. Ilmastonmuutoksen edetessä lämpimän veden lajien levinneisyysalue laajenee pohjoisen suuntaan samalla kun kylmän veden lajien levinneisyysalueet pienentyvät (216–218,236,237). Lajien leviämiseen vaikuttavat kuitenkin myös mm. järvien biologisen tuotannon taso ja ravintoverkon vuorovaikutussuhteet, mikä vaikeuttaa kalayhteisöjen rakenteen muuttumisen ennakoitua, esimerkiksi pohjoisten vesien muuttumista lohikalavaltaisista särki- ja ahvenkalavaltaisiksi (244). Itämeren kapeiden valtameriyhteyksien (Tanskan salmet) on puolestaan arvioitu hidastavan lämpimämmiltä merialueilta peräisin olevien vieraslajien saapumista (245).

Muutoksia kalojen käyttäytymisessä. Veden lämpötila ja lämpösumma rytmittävät kalojen elinvaiheiden ajoittumista. Ilmaston lämpeneminen vaikuttaa vaelluskaloilla mm. kudun ajoittumiseen, mädin kuoriutumiseen ja vaelluspoikasten ikään (246,247). Toisaalta sademäärien muutokset vaikuttavat jokien virtauksiin joka voi vaikuttaa kalojen vaelluksiin. Äärimmäiset sääilmiöt, rankkasateet tai kuivuusjaksot, voivat lisätä kuolleisuutta (247). Ilmastonmuutoksen aiheuttamat muutokset jokien hydrologiassa aiheuttavat muutoksia myös lohikalojen poikasille soveltuvan elinympäristön määrässä joen sisällä (248) (237). Ilmaston lämmitessä jääkansi nuodostuu yhä harvemmin, millä on myös vaikutusta poikasten elinympäristön valintaan (249). Rannikkovesillä ja järvissä viileän avovesikauden pitkittyminen voi vähentää kalojen liikkumista ja parveentumista ja siten heikentää kalansaaliita.

Saalislajisuhteet ja kalavarojen taloudellinen arvo voivat muuttua. Vesien lämpeneminen suosii särki- ja ahvenkaloja mutta huonontaa viileää vettä vaativien lohensukuisten kalojen elinoloja. Tästä johtuvan saalislajisuhteiden muutoksen ajatellaan pienentävän kalavarojen taloudellista arvoa. Näin ei kuitenkaan välttämättä käy, sillä ilmaston lämpeneminen saattaa suurentaa vesistöjen kokonaistuottavuutta ja myös kalantuotantoa (250) elleivät vesistöt samalla rehevöidy entisestään (222,229,239) tai sitten vesien tummuminen (230) muuta järvien kerrostuneisuutta ja sen myötä

lämpötila- ja happiolosuhteita vähemmän arvostettuja kalalajeja suosivaksi (231). Lisäksi lämpimän veden lajit ahven ja kuha, jotka myös sietävät jonkin verran rehevöitymistä, kuuluvat nykyisin kaupallisesti arvostetuimpien kalalajien joukkoon. Pohjoisempaan hauen runsastuminen saattaa lisätä saalistuspainetta taimeneen ja nieriään, mikä alentaisi pohjoisten vesien kalavarojen taloudellista arvoa (250).

Vieraslajeja odotettavissa? Ilmastonmuutos voi vaikuttaa kalaston monimuotoisuuteen haitallisten vieraslajien levittäytymisenä (251). Puronieriä on Pohjois-Amerikasta peräisin oleva lohikala, jonka tyypillisiä esiintymisalueita Suomessa ovat lähdepitoiset pienet ja pienehköt virtavedet. Suomessa laji on nimetty haitalliseksi vieraslajiksi. Puronieriä ei ainakaan sen suosiman elinympäristön olosuhteiden perusteella tule hyötymään meillä lämpenevistä vesistä. Haitalliseksi vieraslajiksi on määritelty myös täplärapu, joka taas hyötyy ilmaston ja vesien lämpenemisestä. Täplärapu on tosin yksi Suomen sisävesien kalatalouden tärkeimmistä lajeista. Viime vuosina etelärannikolle ja rannikon sisävesiinkin levinnyt hopearuutana saattaa olla tulevaisuudessa hyvin haitallinen matalissa ja rehevissä vesissä, sillä sen tiedetään Keski-Euroopassa runsastuneen paikoin jopa järvien valtalajiksi (218,251). Pohjoisessa särki- ja ahvenkalojen levittäytyminen lohikalavaltaisiin vesiin (244) saattaa pienentää vesien kalataloudellista arvoa.

Jäältä kalastamisen mahdollisuudet hupenemassa. Ilmaston lämpeneminen heikentää vääjäämättä Suomessa perinteisen jääkalastuksen edellytyksiä lyhentämällä vesien kestävän jääpeitteen aikaa. Pitkien aikasarjojen perusteella ilmiö on myös osoitettu sekä Suomen järvillä (252,253) että kaikkialla pohjoisella pallonpuoliskolla (253). Esimerkiksi Säkylän Pyhäjärvellä koettiin vuonna 2008 ensimmäisen kerran lähes jäätön talvi, joka esti tehokkaan talvinuottauksen kokonaan. Lisäksi koko vuoden jatkuneet sateet toivat Pyhäjärveen ennätysellisen suuren fosforikuormituksen ja vedenlaatu heikkeni (229). Pyhäjärveen siis kohdistuu useammanlaista ympäristöpainetta kun sekä rehevöityminen että ilmastonmuutos vaikuttavat. Myös esimerkiksi talven 2014–2015 jääolot olivat poikkeukselliset: lounaisrannikko oli jokseenkin jäätön ja järvilläkin sekä jääpeitteen kauden lyhyys että jäiden heikkous haittasivat talvikalastusta.

Kalanviljelyssä tuotantotappioita, kasvun hidastumista, laadun heikkenemistä. Ilmastonmuutoksen on ennakoitu vaikuttavan myös kalankasvatukseen. Suomessa kasvatetaan lähes yksinomaan lohensukuisia kaloja, joista suurin osaa vaatii viihtyäksään viileää vettä. Kesien mahdollinen lämpeneminen asettaa siten haasteita viljelytuotannolle. Jos viileän veden saantiin ei ole mahdollisuutta, seurauksena on kalojen kasvun hidastuminen ja pahimmillaan kuoleminen. Avainasemassa ovat muutokset rannikkoalueilla, joihin kalankasvatus on suurimmalta osaltaan keskittynyt. On arvioitu, että ilmaston lämpeneminen hyödyttää kylmien pohjoisten alueiden kalankasvatusta mutta saattaa haitata toimintaa etelämpänä. Suurimmassa riskissä ovat eteläisen Suomen sisämaan latvavesillä sijaitsevat laitokset mutta esimerkiksi kesän 2014 hellejakso aiheutti kalankasvatukselle tappioita mm. emokalastojen menetyksinä Inaria myöten (Luke, julkaisematon). Ilmaston lämpenemisen myötä on myös mahdollista ottaa tuotantoon lämpimien vesien lajeja. Se edellyttää kuitenkin myös onnistumista markkinoinnissa kasvatettuun kirjoloheen ja loheen tottuneille kuluttajille (215).

Poikastuotanto on kalankasvatuksen perusedellytys, jonka onnistuminen riippuu sää- ja ilmasto-oloista. Poikastuotannon riskit suurentuvat sitä mukaa kun sään ääriolojen esiintyminen yleistyy. Kuuma ja kuiva kesä uhkaa poikastuotannon mahdollisuuksia, viileä ja kostea kesä sekä pitkä ja lämmin syksy tarjoavat parhaat mahdollisuudet. Latvavesistöjen luonnonravintolammikot ovat herkimpiä poikkeaville olosuhteille.

Lisää työtä ja kustannuksia viljeltävien kalojen hoitoon. Kasvatustilapöytäohjelmien nousu ohella myrskyjen lisääntyminen, meren pinnan nousu, sateiden lisääntymisestä johtuva rannikkovesien

samentuminen ja vieraslajit on nostettu esille ilmastonmuutoksesta johtuvina haittoina vesiviljelylle (254). Näistä syistä, jotka liittyvät äärimmäisten sääolojen yleistymiseen, työmäärä ja kustannukset viljeltävien kalastojen hoidossa suurenevat. Toisaalta, osa vuosista on myös suotuisia, esimerkiksi vuonna 2015 merilaupeen kasvukausi oli pitkä, niin keväällä kuin syksylläkin. Lämpötiloiltaan sopiva ja jäätön kevät tarjosi normaalia enemmän aikaa tuotantovälineiden asentamiseen ja poikasten kuljetuksiin.

Tautiriskit ja -tappiot suurenevat, tuleeko Suomeen uusia tauteja? Lämpötilan nousun on ajateltu suurentavan tauti- ja loisriskiä kalanviljelylaitoksilla (215,255,256). Suomessa kalatautien katsotaan nykyisin olevan varsin hyvin hallinnassa toimivan sääntelyn ja tarkkailun ansiosta. Kahdella Pohjois-Suomen kalanviljelylaitoksella todettiin veden lämpötilan kohonneen merkittävästi 20 vuoden aikasarjan perusteella. Joitakin taudinaiheuttajia esiintyi sen vuoksi useammassa kasvatusyksiköissä kuin aikaisemmin mutta joitakin havaittiin vähemmän ja joidenkin esiintymisessä ei havaittu lainkaan muutoksia lämpötilan suhteen (255). Näiden havaintojen perusteella pääteltiin, että lämpötilan nousu ei yksin säätele kalankasvatuksen tautitilannetta vaan taudinaiheuttajien biologialla ja paikallisilla olosuhteilla, esimerkiksi vesitys ja kalatiheys, on merkityksensä (255).

5.4. Kalatalouden haavoittuvuus

Taulukon 4 perusteella voi nähdä, että kalatalouden toimialaan liittyvän julkaistun tutkimustiedon määrä ilmastonmuutoksen vaikutuksista on edelleen vähäinen. Tämä koskee erityisesti kalankasvatusta. Taulukossa esitettyjen haitallisten vaikutusten, joiden kommenttiosiossa on mainittu ”Arvio”, haavoittuvuuteen vaikuttavat arvot perustuvat selvityksen tekijöiden ja heidän haastattelemiensa asiantuntijoiden arvioihin.

Kalatalous kokonaisuudessaan on toimialana haavoittuvainen vesiympäristön muutoksille, ja siten myös ilmastonmuutoksen vaikutuksille. Tutkimustiedon vähäisyyden ja toimialaan vaikuttavien moninaisten luonnon- ja yhteiskunnallisten tekijöiden vuoksi haavoittuvuudesta on kuitenkin mahdollista tehdä kovinkaan tarkkoja päätelmiä. Yksi esimerkki tulkinnan vaikeudesta on ilmastonmuutokseen liittyvien ilmiöiden merkitys vesistöjen rehevöitymiselle (229). Ilmastonmuutokseen liittyvät sään ääri-ilmiöt toki tarjoavat viitteitä siitä mitä on tulossa, esimerkiksi Säkylän Pyhäjärven lähes jäätön talvi vuonna 2008 tai kesän 2014 hellejakson aiheuttamat emokalastojen menetykset vesiviljelyssä.

Haavoittuvuustarkastelun perusteella veden lämpötilan muutokseen liittyvät lämpimän veden kalojen menestyminen ja toisaalta kylmän veden kalojen taantuminen ovat toimialan taloudellisen menestyksen kannalta olennaisia vaikutuksia. Sopeutumispotentiaali on lähes kokonaan luonnonjärjestelmän sopeutumisesta riippuvainen, ja arvioitu keskivertoa huonommaksi. Vaikutukset ovat myös suhteellisen pysyviä ja vaikutuksen mittaluokka-, näytön vahvuus ja jakautumistarkastelu antavat myös korkean haavoittuvuustuloksen. Edellä esitetyt vaikutukset johtavat osaltaan saalislajisuhteiden muuttumiseen ja mahdollisesti kalavarojen taloudellisen arvon laskemiseen. Kalastuksen kannattavuus ja houkuttelevuus elinkeinona on ollut jatkuvasti laskussa jo nykyisin, vaikkakin elinkeinon sopeutumiskyvyn arvioidaan olevan kohtalainen.

Taulukko 4. Kalatalouden haavoittuvuus.

Haitallinen vaikutus	Vaikutusten mittaluokka	Vaikutusten ajoittuminen	Vaikutusten pysyvyys	Näytön vahvuus	Vaikutusten jakautuminen
Lämpimän veden lajit menestyvät	Pitkällä ajalla merkittävä	Käynnissä jo - etenee hitaasti	Näköpiirissä oleva tulevaisuus	Käynnissä jo	Etelä-Suomesta alkaen
Kylmän veden lajit taantuvat	Pitkällä ajalla merkittävä	Käynnissä jo - etenee hitaasti	Näköpiirissä oleva tulevaisuus	Havaittu	Etelä-Suomesta alkaen
Kalat siirtyvät uusille alueille	Maanlaaja muutos	Käynnissä jo - etenee hitaasti	Jatkuvaa muutosta	Havaittu	Koskee koko Suomea
Muutokset kalojen käyttäytymisessä, erit. lisääntyminen	Saattaa olla merkittävä	Havaintoja tehty jo	Jatkuvaa muutosta	Lisääntymis-haittojen riski olemassa	Syyskutuiset Etelä-Suomi
Saalisajaisuudet muuttuvat ja kalavarjon taloudellinen arvo laskee	Mittaluokka riippuu myös arvostuksista	Käynnissä jo	Pysyvää muutosta - paluuta ei ole	Ilmeinen - vaikea erottaa rehevöitymisen vaikutuksista	Koskee koko Suomea, rehevöityminen erit. Etelä-Suomea
Vieraslajien asettuminen Suomen vesistöihin	Ei vielä hälyyttävä	Käynnissä jo	Vaikeaa poistaa leviämisen jälkeen	Ilmeinen siellä mihin vieraslaji asetettu	Esisijaisesti Etelä-Suomi, mutta myös laajemmalle ajan kuluessa
Jääkalastuksen merkityksen väheneminen	Haittaa toimivaa jääkalastusta	Huonoja vuosia ollut nykyisin	Pysyy ja haittaa yhä useammin	Ilmeinen	Nykyisin haittaa Etelä-Suomessa
Perinteisen kalastustiedon merkitys vähenee	Ei vielä hälyyttävä	Tapahtuu kaiken aikaa	Jatkuvaa muutosta	Ilmeinen	Koskee koko Suomea
Kalanviljelyssä tuotantotapioita, kasvu hidastuu ja laatu heikkenee	Suureneva, latvavesilaitokset riskissä	Tappioita jo nyt, kuivina ja lämpimänä vuosina, ajan myötä suureneva	Vuodet eivät ole veljeksiä - mutta riski pysyvä	Havaittu sääoloiltaan hankalina vuosina	Etelä-Suomesta alkaen
Poikastuotannon riskit kasvavat	Suureneva	Jo nykyisin jos kuiva kesä, suurenee ajan myötä	Yleistyy	Havaittu kuivina kesinä	Etelästä alkaen
Kalojen hoito viljelyssä vaikeutuu	Ei vielä hälyyttävä	Ajan mittaan suureneva	Yleistyy	Näyttöä on kuumilta kesiltä	Etelästä alkaen
Tautiriskit ja -tappiot suurenevät	Ei vielä hälyyttävä	Vaihtelee	Vaihtelee	Ei vielä selkeää näyttöä	Etelästä alkaen
Uudet taudit ja loiset siirtyvät Suomen vesistöihin	Arvioidaan vähäiseksi	Ei lähiainkoina	Vaihtelee	Ei näyttöä vielä	Ei arvioitavissa

Sopeutumispotentiaali	
Luonto	Yhteiskunta
Lajien sopeutumiskyky ratkaisee - evoluutio ei ehdi mukaan	Lämpimän veden lajien arvostus voi nousta ja pienentää haittoja
Lajien sopeutumiskyky ratkaisee - evoluutio ei ehdi mukaan	Lämpimän veden lajien arvostus voi nousta ja pienentää haittoja
Siirtyminen on sopeutumista	Sopeutuu hitaaseen ja vähäiseen muutokseen
Kalat ja ekosysteemi ratkaisevat - esim joustavuus kutuajoissa, poikasten ravinto	Toimialan vaikutusmahdollisuudet vähäiset
Kalavesillä ilmaston muuttamisen voimakkuus ratkaisee	Toimiala voi vaikuttaa merkittävästi sitä mitä kalavedet parhaiten tuottavat
Lajit liikkuvat luonnolle ominaisilla tavoilla	Vieraslajistrategia ohjaa - toimialan vaikutusmahdollisuudet suht. vähäiset
Luonto määrää	Jäättä kalastaminen vähenee sitä mukaa kun jäätalvetkin
Kalakanat sopeutuvat luonnolojien muuttumiseen	Toiminnanharjoittajat ovat nopeita oppimaan
Äärimmäisten sääolojen vuosina tekee tiukkaa sopeutua	Uusin tekniikka ja toimiva / riittävä viileä vesitys auttavat toiminnanharjoittajaa
Kuuma ja kuiva kesä on uhka - lämmin ja kostea syksy mahdollisuus	Luonnonravinto-lammikoissa viljelijän mahdollisuudet vähäiset
Luonto lisää kalan- kasvatajan työmäärää	Kalan kasvattaja tekee ne lisätyöt
Ilmastonmuutos lisää tautiriskiä	Toiminnanharjoittajat avainasemassa
Lämpötilan nousu suurentaa riskiä	Riski on hallittavissa hyvillä suomalaisilla käytännöillä

Haavoittuvuusarvio	Viite
Luonto haavoittuva - toimiala voi edistää sopeutumista	(215,217,219,222,225,228,230,232,233,238,257,258)
Luonto haavoittuva - toimiala voi edistää sopeutumista	(216-224,235-237,243,257,258)
Ei vakava	(207,209,210,229,231,233,247)
Ei vakava jos kalojen lisääntyminen ei häiriinny	(218,225,226,231,234,241,242,246-249), arvio
Haavoittuvuus voi olla vakavaa mutta toimiala voi lieventää haittoja	(217,222,227,239,250), arvio
Alueellisesti merkittävä riski	(245,251,259), arvio
Vakava haavoittuvuus uhkaa Etelä-Suomen järville ja rannoilla	(229,252,253)
Ei vakava - uutta tietoa on ja se liikkuu nopeasti	Arvio
Äärioloissa haavoittuvuus voi olla vakavaa	(254), arvio
Tulevaisuudessa haavoittuvuuden uhka vakava	Arvio
Taloudellinen haavoittuvuus uhkaa	(254), arvio
Taloudellinen haavoittuvuus uhkaa	(215,255,256), arvio
Ei vakavaa haavoittuvuuden uhkaa	(215,255), arvio

hyvä	hyvä	ei kovinkaan haavoittuva
keskinkertainen	keskinkertainen	jokseenkin haavoittuva
huono	huono	hyvin haavoittuva

6. Porotalous

6.1. Porotalous ja ilmastonmuutos

Poronhoito toimii luonnonympäristössä, jossa sen ekologiseen, sosiaaliseen ja taloudelliseen kestävyteen vaikuttavat elinkeinon oman toiminnan lisäksi monet paikalliset, alueelliset ja globaalit tekijät. Porojen laidunnus, metsätalous ja useiden eri maankäyttömuotojen aiheuttamat muutokset kumuloiduvat ja samalla toisiinsa kytkeytyvät muutokset ovat heikentäneet, vähentäneet ja pirstoneet porolaitumia (260–266). Myös alueittain ja vuosittain vaihtelevat ja samalla vaikeasti ennakoitavat sää- ja lumiolosuhteet ovat usein vaikeuttaneet porojen ravinnonsaantia talviaikana (267–269). Poronhoitoon on sopeuduttu talvilaidunympäristön heikkenemiseen ja epävakaisiin lumi- ja kaivuolosuhteisiin porojen talvisen lisäruokinnan avulla ja muuttamalla hoitomenetelmiä (261,270–273). Porojen terveyden ja kunnan parantamiseksi myös laajamittainen loistorjunta on otettu poronhoidossa käyttöön (274,275). Poronhoidon omaksumien toimintamallien ohella ilmastonmuutos ja luonnonvarojen käytön jatkuva tehostuminen pohjoisilla alueilla ovat vaikuttaneet poronhoitoon ja sen toimintaedellytyksiin monin eri tavoin. Ilmastonmuutoksen pidempiaikaisia vaikutuksia poronhoitoon on monilta osin vielä vaikea tarkoin ennakoida, mutta se näyttäisi tuovan poronhoitoon enemmän ongelmia ja haasteita kuin suotuisia muutoksia.

6.2. Ilmastonmuutostutkimus

Vaihtelevien sää- ja lumiolosuhteiden vaikutuksia porojen kuntoon, tuottavuuteen ja kuolleisuuteen on tutkittu verrattain paljon ja ne tunnetaan jo varsin hyvin. Myös jaksoittain vaihtelevan suurilmaston vaikutuksia poroihin ja poronhoitoon on selvitetty mm. tutkimalla Pohjois-Euroopan säävaihteluita kuvaavien NAO- ja AO-indeksien vaihtelun yhteyttä porojen vasatuottoon ja kuolleisuuteen.

6.3. Porotalous ja ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset

Eri vuodenaikoina tapahtuvat lämpötilojen ja sademäärien muutokset voivat vaikuttaa porojen terveyteen ja hyvinvointiin monien eri tavoin ja nämä vaikutukset voivat ilmetä ravinnon määrän, ladun ja saatavuuden, sairauksien, loisten ja stressin esiintymisen sekä porojen lisääntymisvalmiuden ja käyttäytymisen muutoksina.

Lumi- ja kaivuolosuhteet. Alkupalven epävakaut ja vaihtelevat sää- ja lumiolosuhteet voivat aiheuttaa kasvillisuuden ja maahan sataneen lumen jääytymisen eli poronhoidon kielellä ilmaistuna laitumille muodostuu porojen ravinnonsaannin kannalta ”huono pohja”. Kasvillisuuden päällä ja lumessa olevat kovat jääkerrokset hankaloittavat sen jälkeen porojen ravinnon kaivua läpi talven (267,269,276,277).

Homeet ja sienitaudit. Ilmastonmuutos vaikuttaa todennäköisesti entistä enemmän talvisiin sää- ja lumiolosuhteisiin erityisesti pohjoisilla leveysasteilla, samalla myös tuuliolosuhteissa saattaa tapahtua muutoksia (278–282). Pitkät ja lämpimät syksyt hidastavat maan routautumista, jolloin paksun lumipeitteen sataessa äkisti maahan, riski porolle haitallisten mikrosienten (homeiden) muodostumiseen laitumille kasvaa (283). Homeinen ravinto aiheuttaa puolestaan porojen terveydelle ongelmia ja heikentää niiden kuntoa.

Ravinnon saanti ja laatu. Talvien leudontuessa myös kasveja syövien hyönteistoukkien (mm. tunturi- ja hallamittari) kasveille aiheuttamat tuhot voivat lisääntyä (284,285). Lämpötilojen nousu ja sateisuuden lisääntyminen vaikuttavat kasvillisuuteen ja biotooppeihin laajasti muutenkin. Metsät

tihenevät, rehevöityvät ja levittäytyvät vähitellen yhä pohjoisemmaksi, jolloin jäkälävaltainen kasvillisuus taantuu, mutta varpu- ja sammalkasvillisuus runsastuu. Ultraviolettisäteilyn lisääntyminen saattaa puolestaan heikentää poron kesäravinnon laatua ja samalla lisätä myös ravintokasvien fenolipitoisuuksia (286–289). Myös hyvin sateiset tai vastavuoroisesti kuivat kesät voivat vaikuttaa porojen ravintokasvien laatuun ja poroille tärkeiden sienten esiintymiseen.

Vaikka lumipeite näyttääkin keskimäärin ohenevan ilmaston lämpenemisen myötä (280,290), talviaikaisten sademäärien ja lämpötilojen kasvu sekä niiden heilahtelut voivat joinakin talvina lisätä lumipeitteen paksuutta. Samalla talvisäiden lämpeneminen ja siihen liittyvät vesisateet aiheuttavat todennäköisesti yhä useammin lumipeitteen tiheyden lisääntymisen sekä kovien lumi- ja jääkerrosten muodostumisen lumipeitteeseen (290–292). Nämä muutokset lumi- ja kaivuolosuhteissa vaikeuttavat porojen talviaikaista ravinnonsaantia. Toisaalta kevättalven ja kevään lämpötilojen noustessa varhainen pälvien muodostuminen ja aikainen kevään tulo edistävät porojen kuntoutumista ja selviytymistä talvesta (267,290,293,294).

Kesäaikainen stressi (kuumuus ja räkkä). Ilmastonmuutoksen ennakoidaan vaikuttavan myös kesäajan sääolosuhteisiin, vaikka muutokset eivät ehkä ole yhtä voimakkaita kuin talvella (278,279). Lämpimien ja sateisten kesien määrän lisääntyessä voivat poroa piinaavat hyönteiset runsastua, jolloin kuumuuden ja hyönteiskiusan seurauksena porojen stressi lisääntyy (295).

Loiset ja taudit yleistyvät (aikaisemmat ja uudet). Koska monet verta imevät hyönteiset toimivat myös väli-isäntinä tietyille loisille (mm. sukkulamadot ja veriloiset), voivat loisten aiheuttamat epidemiat poroissa lisääntyä kesien lämmitessä (296–299). Myös uusien sairauksien ja poroille haitallisten lämpimämpien alueiden hyönteisloisten (mm. hirvikärpänen ja punkki) on havaittu levittäytyvän yhä pohjoisemmaksi ilmaston lämpenemisen seurauksena (300,301).

Porojen talvikunto ja vasaprosentti. Sekä vuosittain vaihtelevien sää- ja lumiolosuhteiden että pidempiaikaisten Pohjois-Euroopassa tapahtuvien suurilmaston vaihtelujen on havaittu vaikuttavan porojen kuntoon, vasatuottoon ja talvikuoilleisuuteen sekä myös poromäärien muutoksiin (264,269,270,276,277,293,295). Sellaiset talvet, jolloin lumipeite on paksu ja sulaa myöhään tai jolloin lumipeitteessä on kovia lumi- tai jääkerroksia voivat aiheuttaa porojen kunnan nopean heikkenemisen. Huonokuntoiset vaatimet voivat luoda vasansa kuolleena tai syntyneet, heikkokuntoiset vasat eivät selviä ensimmäisistä elinpäivistä erityisesti, jos huonokuntoinen emäkään ei pysty tuottamaan riittävästi maitoa vasalle.

Porojen syyspaino ja lisääntymisvalmius. Mikäli porojen kunto putoaa vomakkaasti talvella, voi porojen olla vaikeaa kuntoutua riittävästi myöskään kesän aikana. Tällaista voi tapahtua erityisesti silloin, kun myös kesäolosuhteet ovat poron kannalta epäsuotuisia (kuumuus, räkkä ja loiset) (210,274,275,296,297,300,301) tai esim. kun sieniä kasvaa kuivan kesän jälkeen niukasti laitumilla. Tällöin porot ovat myös syksyn kiima-aikana (rykimäaika) tavallista huonompikuntoisia, mikä heikentää porojen lisääntymisvalmiutta ja vaadinten tiinehtymistä.

Porojen terveys ja kuolleisuus. Hyvin monet sää- ja lumiolosuhteista vaihteluun sekä ilmastonmuutokseen kytkeytyneistä tekijöistä voivat joko erikseen tai yhdessä heikentää porojen kuntoa ja terveyttä ja lisätä porojen kuolleisuutta. Talviaikainen porojen kunnan heikkeneminen voi aiheuttaa porojen talvikuoilleisuuden nousua (267,269,270,276,277,293,295), mutta samalla altistaa tavallista enemmän poroja myös loisten ja sairauksien vaikutuksille. Kesäaikainen kuumuus ja räkkä sekä loisepidemiat voivat myös lisätä erityisesti vasojen kuolleisuutta (296–299).

Poronhoidon tuottavuus ja poronlihan tuotanto. Poronhoidon tuottavuus riippuu hyvin selvästi porojen kunnosta ja hyvinvoinnista. Erityisesti vasatuotto vaikuttaa siihen, kuinka paljon poroja voidaan vuosittain teurastaa, sillä nykyisin vasat muodostavat noin 75–80 % kaikista teuraista. Porojen kunnan heikkeneminen, vasatuoton putoaminen ja kuolleisuuden lisääntyminen epäedullisten sää- ja ilmastomuutosvaikutusten sekä niihin kytkeytyneiden muiden vaikutusmekanismien vuoksi voivat merkitä poronhoidossa hyvin merkittävää tuottavuuden putoamista

Porojen kokoaminen ja erottelu. Kokemus on myös osoittanut, että pitkät lämpimät syksyt voivat häiritä porojen kiimakäyttäytymistä samalla kun ne vaikeuttavat ja siirtävät myöhäisemmäksi porojen kokoamista ja erottelua. Erityisesti paliskunnissa, joissa joudutaan alkutalvella odottamaan lumen tuloa ja vesistöjen jäätymistä ettotöiden laoittamiseksi, voi syksyjen lämpeneminen ja talven tulon viivästyminen viivästyttää porojen kokoamisen ja teurastusten aloittamista.

6.4. Porotalouden haavoittuvuus

Poronhoito on hyvin laajoja alueita hyödyntävä luontaiselinkeino, joka on perustunut sekä porojen kykyyn hankkia ravintonsa ja tulla toimeen luonnonlaitumilla että myös poronhoitajien perinteiseen tietoon poroista ja laidunympäristöstä. Poronhoidon laidunympäristö on kuitenkin monella tavalla altis ilmaston- ja ympäristömuutosten vaikutuksille. Tämä tekee porotalouden haavoittuvaksi toimialaksi (taulukko 5). Sää- ja lumiolosuhteet sekä niiden muutokset vaikuttavat merkittävästi porojen ravinnonsaantiin ja ravinnon laatuun erityisesti talvella sekä myös loisten ja tautien esiintymiseen poroissa. Vaikka porotalouden sopeutumiskyky ympäristömuutoksiin riippuu huomattavalta osin poronhoidon omista toiminta- ja menettelytavoista (mm. sopivat hoitomenetelmät ja poromäärät) (302), tulisi poronhoidon tarpeet huomioida entistä paremmin ja laajemmin myös laidunympäristön muussa käytössä (mm. metsätalous ja muu maankäyttö) (303).

Poronhoidossa käytännön sopeutuminen ilmastomuutoksen haitallisiin vaikutuksiin näkyy erilaisissa ongelmatilanteissa. Porojen ravinnonsaanti laitumilta ja terveys on viime aikoina noussut poronhoitajien huolenaiheeksi yhä useammin. Mm. ravinnonsaannin vaikeutuessa laitumilla jo varhain alkutalvella porojen ruokintaa on tehostettu. Toisaalta monet porojen ravinnonsaantiin, terveyteen ja kuntoon liittyvät ongelmat ilmaantuvat äkillisesti tai ovat osin niin uusia, ettei niihin ole osattu tai ehditty sopeutua tai kehittää menetelmiä ja toimintatapoja niistä vaikeuksista selviytymiseksi. Ravintotilanteen heikentyessä nopeasti laitumilla poroja ei aina ennätetä saada ajoissa kokoon ja riittävän hoidon ja talviruokinnan piiriin. Myös äkillisten tai uusien lois- ja tautiepidemioiden ilmaantuminen tai leviäminen poronhoitoalueelle on aiheuttanut monia ongelmia, huolimatta siitä, että mm. loislääkintää ja porojen terveyden seurantaa on tehty säännöllisesti.

Taulukko 5. Porotalouden haavoittuvuus.

Haitallinen vaikutus	Vaikutusten mittaluokka	Vaikutusten ajoittuminen	Vaikutusten pysyvyys	Näytön vahvuus	Vaikutusten jakautuminen
Lumi- ja kaivuolosuhteet vaikeutuvat	Epävakaat, lämpötilaltaan vaihtelevat syksyt ja talvet yleistyvät	Jo nyt havaittavissa talvien lämpenemistä ja lumi- ja kaivuolosuhteiden vaikeutumista	Syksyjen ja alvien lämpeneminen jatkuu, sataisuus lisääntyy	Ilmastomuutos-skenaariot ennustavat talvien lämpenemisen etenemistä alueilta	Vaikeat lumi- ja kaivuolosuhteet esiintyvät yleensä melko laajolla alueella
Homeet ja sienitaudit yleistyvät (ravinto)	Lämpimät ja sateiset syksyt ja alkutalvet suosivat homeita, mutta eivät vielä kovin yleisiä	Syksyt ja talvet ovat jo lämmenneet	Homeiden esiintyminen vaatii myös paksum lumipeitteen alkutalvella, mikä ei aina tule	Homeita esiintyy yleensä melko laajolla alueella	Homeita esiintyy yleensä melko laajolla alueella
Jäkälän kasvu heikkenee (kasvillisuuden muutokset)	Metsien theneneminen sekä kesien lämpeneminen heikentää jäkälän kasvu	Metsien rakenteessa ja esiintymisessä jo nyt havaittavissa muutoksia, osa kesistä lämpimiä	Metsien theneneminen ja kesien lämpeneminen jatkuu, mutta ei kovin nopeasti	Ilmastomuutos-skenaariot ennustavat myös kesien lämpenemisen jatkuvan	Jäkälän kasvu heikkenee todennäköisesti laajolla alueella
Talviravinnon saanti ja laatu heikkenevät	Talviravinnon määrän ja saatavuuden väheneminen vaikuttaa laajasti poronhoitoon	Talviravinnossa erityisesti jäkälät ja lupot on vähentynyt hyvin merkittävästi jo nyt monien eri tekijöiden vaikutuksesta	Muutokset kesien lämpötiloissa ja sademäärissä sekä metsien rakenteessa todennäköisesti pysyvä	Muutokset talviravinnon saannissa koskevat jollain tavalla koko poronhoitoaluetta	Muutokset talviravinnon saannissa koskevat jollain tavalla koko poronhoitoaluetta
Kesäravinnon saanti ja laatu heikkenevät	Kesien kasvuolosuhteet voivat hieman heikentää ja vaikuttaa kesäravinnon määrään ja laatuun (mm. mittarituojien ja UV-säteilyn vaikutukset, sienten runsauden vaihtelu)	Tällä hetkellä nähtävissä sienisatojen suurta vaihtelua kesien välillä, muuhun kesäravintoon ei vielä selvää vaikutusta	Kesäravinnon määrä ja laatu vaihtelee ei todennäköisesti muodostaa poronhoidossa pysyvää ongelmaa	Joinkin vuosina kesäravinnon saanti voi heikentä, mutta ei todennäköisesti jatkuvasti	Mahdolliset muutokset kesäravinnon määrässä tapahtuvat verrattain laajolla alueella
Kesäaikainen stressi lisääntyy (kuumuu ja räkkä)	Harvinaisen lämpiminä kesinä porojen stressi lisääntyy erityisesti metsäalueilla	Harvinaisen lämpimät kesät yleistyvät hieman, jolloin porojen stressi lisääntyy	Harvinaisen lämpimät kesät yleistyvät jossain määrin, mutta eivät säännönmukaisia	Harvinaisen lämpiminä kesinä porojen stressi lisääntyy erityisesti metsäalueilla	Porojen kyky kestää kesäaikana kuumuutta ja räkkää riippuu porojen käsittelystä ja käytetystä laidunalueesta, mutta poronhoito voi vaikuttaa siihen vain jossain määrin
Loiset ja taudit yleistyvät (aikaisemmat ja uudet)	Porojen loisten ja sairauksien yleistymisellä ja lisääntymisellä on merkittäviä vaikutuksia porojen kuntoon ja tuottavuuteen	Jo tällä hetkellä on nähtävissä tiettyjen lois- ja tautiepidemioiden lisääntymistä uusien loisten ja tautien uhka	Muuttuvat olosuhteet yhdessä porojen hoitoon liittyvien muutosten kanssa edistävät lois- ja tautiepidemioiden esiintymistä poroissa	Jo nähtävissä tiettyjen lois- ja tautiepidemioiden lisääntymisen lisäksi uusien loisten ja tautien uhka, mikä lisääntyy tulevaisuudessa	Muutokset koskevat koko poronhoitoaluetta, mutta näkyvät enimmäisensä etelä- ja kesäosissa kyseistä aluetta
Porojen talvikunto ja vasapro-sentti putoavat	Talviravinnon määrän ja saannin heikkeneminen lisää porojen ruokintaa, mutta ruokinnasta huolimatta poronhoidon tuottavuus voi putoa mm. terveydellisesti syistä	Jo nyt porojen kunto ja tuottavuus ovat monissa paliskunnissa heikentyneet, vaikka poroja ruokitetaan ja loislääkitystä on käytetty	Porojen ruokinnalla, iäkinnällä ja muilla tehokkaila hoitokäytännöillä voidaan parantaa poronhoidon tuottavuutta, mutta mm. porojen tarhaus voi lisätä lois- ja tautiriskiä	Epäedullisen kehityksen suuntaa voidaan kääntää kehittämällä poronhoitoa, mutta kaikkia epäedullisia muutoksia ei aina voida estää	Porojen kyky kestää kesäaikana kuumuutta ja räkkää riippuu porojen käsittelystä ja käytetystä laidunalueesta, mutta poronhoito voi vaikuttaa siihen vain jossain määrin
Porojen stressi, sairaudet ja loiset yleistyvät sekä kesäravinnon laatu heikkenee, sillä on laajoja vaikutuksia poronhoidon tuottavuuteen	Mikäli stressi, sairaudet ja loiset yleistyvät sekä kesäravinnon laatu heikkenee, sillä on laajoja vaikutuksia poronhoidon tuottavuuteen	Muutokset kesäajan laidunolosuhteissa eivät ole yhtä selviä kuin talviolosuhteissa, mutta loisten ja sairauksien riski todennäköisesti lisääntyy	Kesäajan laidunolosuhteet voivat vaihdella, samoin lois- ja tautiepidemioiden esiintyminen	Kesäajan laidunolosuhteet todennäköisesti vaihtelevat, samoin lois- ja tautiepidemioiden esiintyminen voi vaihdella	Loiset ja sairaudet voivat aiheuttaa merkittäviä tulonmenetyksiä poronhoidossa, jos niiden vaikutuksia ei kyetä ennakkoimaan ja torjumaan
Porojen terveys heikkenee ja kuolleisuus lisääntyy	Mikäli stressi, sairaudet ja loiset yleistyvät sekä ravinnon laatu heikkenee, sillä on laajoja vaikutuksia poronhoidon tuottavuuteen	Jo tällä hetkellä on nähtävissä tiettyjen lois- ja tautiepidemioiden lisääntymistä uusien loisten ja tautien uhka	Muuttuvat laidunolosuhteet yhdessä porojen hoitoon liittyvien muutosten kanssa edistävät lois- ja tautiepidemioiden esiintymistä poroissa	Jo nähtävissä tiettyjen lois- ja tautiepidemioiden lisääntymisen lisäksi uusien loisten ja tautien uhka sekä tietty laidunolosuhteissa tapahtuneet muutokset, joiden vaikutus lisääntyy tulevaisuudessa	Epäedullisten muutosten vaikutuksia voidaan ehkäistä tai vähentää hyvin suunnitelluilla hoitomenetelmillä ja toimenpiteillä, mutta vain tiettyyn rajaan asti
Poronhoidon tuottavuus ja poronlihan tuotanto putoavat	Mikäli stressi, sairaudet ja loiset yleistyvät sekä ravinnon laatu heikkenee, sillä on laajoja vaikutuksia poronhoidon tuottavuuteen	Jo nyt porojen kunto ja tuottavuus ovat monissa paliskunnissa heikentyneet, vaikka poroja ruokitetaan ja loislääkitystä on käytetty	Porojen ruokinnalla, iäkinnällä ja muilla tehokkaila hoitokäytännöillä voidaan parantaa poronhoidon tuottavuutta, mutta mm. porojen tarhaus voi lisätä lois- ja tautiriskiä	Epäedullisen kehityksen suuntaa voidaan kääntää kehittämällä poronhoitoa, mutta kaikkia epäedullisia muutoksia ei aina voida estää	Poronhoidon tuottavuus voi putoa melko laajolla alueella, mutta vaihtelua näiden alueiden esiintymisessä on vuosittain
Porojen kokoaminen ja erottelu vaikeutuvat (myös laidunkierro muutokset)	Joillain alueilla mm. vesistöjen jäätymisen siirtyminen myöhemmäksi voi hidastaa poronhoitotöitä. Myös porojen laidunkierro voi vaikeutua.	Syksyt ja alkutalvet ovat jo nyt lämmenneet, mikä hidastaa ja vaikeuttaa poronhoitotöiden aloittamista jossakin paliskunnissa.	Syksyjen ja alkutalvien lämpeneminen todennäköisesti jatkuu	Vaikeudet poronhoitotöiden aloittamisessa ja muutokset porojen laidunkierrossa voivat koskea verrattain laajaa aluetta.	Poronhoitotöiden vaikeutuminen ja laidunkierro epäedulliset muutokset voivat vaikuttaa jossain määrin paliskuntiin.

pieni	2080	ei pysyvä	ei juurikaan näyttöä	keskittyy	hyvä
keskinkertainen	2040	Jokseenkin pysyvä	Joksekin näyttö	Jokseenkin tasaisesti	keskinkertainen
suuri	2020	pysyvä	vahva näyttö	tasaisesti	huono

Sopeutumispotentiaali		Luonto	Yhteiskunta	Haavoittuvuusarvio	Viite
Talviravinnon määrän ja saatavuuden heikkeneminen pudottaa poromäärää luonnonlaitumilla	Porojen talvisella lisäruokinnalla voidaan kompensoida väheneviä talviravintovarjoja	Porojen talvisella lisäruokinnalla voidaan kompensoida myös huonolaatuista talviravintovarjoja	Porojen talvisella lisäruokinnalla voidaan kompensoida väheneviä jääläivaroja	Talviravinto voidaan melko pitkälle korvata lisäruokinnalla, mutta poronhoito muuttuu entisestään	(267-271,276-280,282,290-294)
Homeiden esiintyminen heikentää porojen terveyttä	Homeiden esiintyminen heikentää porojen terveyttä	Jäkälät eivät sopeudu kovin hyvin luonnossa tapahtuviin muutoksiin	Porojen talvisella lisäruokinnalla voidaan kompensoida väheneviä jääläivaroja	Huonolaatuinen talviravinto voidaan melko pitkälle korvata lisäruokinnalla, ei kuitenkaan syksyllä ja heti alkutalvella	(283,293)
Jäkälän kasvu heikkenee (kasvillisuuden muutokset)	Metsien theneneminen ja kesien lämpeneminen heikentää jäkälän kasvu	Muutokset kesien lämpötiloissa ja sademäärissä sekä metsien rakenteessa jo nyt havaittavissa	Porojen talvisella lisäruokinnalla voidaan kompensoida väheneviä jääläivaroja, muttei kokonaan, porojen laidunympäristöä voidaan parantaa monipuolisesti	Jäkäläravinto voidaan melko pitkälle korvata lisäruokinnalla, mutta poronhoito muuttuu entisestään	(265,273)
Talviravinnon saanti ja laatu heikkenevät	Talviravinnon määrän ja saatavuuden väheneminen vaikuttaa laajasti poronhoitoon	Talviravinnossa erityisesti jäkälät ja lupot on vähentynyt hyvin merkittävästi jo nyt monien eri tekijöiden vaikutuksesta	Porojen talvisella lisäruokinnalla voidaan kompensoida väheneviä jääläivaroja, muttei kokonaan, porojen laidunympäristöä voidaan parantaa monipuolisesti	Talviravinto voidaan melko pitkälle korvata lisäruokinnalla, mutta poronhoito muuttuu entisestään	(260-266,268,269,271-273,276,277,281-283,290-294)
Kesäravinnon saanti ja laatu heikkenevät	Kesien kasvuolosuhteet voivat hieman heikentää ja vaikuttaa kesäravinnon määrään ja laatuun (mm. mittarituojien ja UV-säteilyn vaikutukset, sienten runsauden vaihtelu)	Tällä hetkellä nähtävissä sienisatojen suurta vaihtelua kesien välillä, muuhun kesäravintoon ei vielä selvää vaikutusta	Poronhoidossa on hyvin vaikea korvata kesäaikaisia ravintoa	Kesäravinnon määrässä ja saannissa ei todennäköisesti tapahdu kovin nopeasti merkittäviä heikkenemistä	(284-289)
Kesäaikainen stressi lisääntyy (kuumuu ja räkkä)	Harvinaisen lämpiminä kesinä porojen stressi lisääntyy erityisesti metsäalueilla	Harvinaisen lämpimät kesät yleistyvät jossain määrin, mutta eivät säännönmukaisia	Porojen kyky kestää kesäaikana kuumuutta ja räkkää riippuu porojen käsittelystä ja käytetystä laidunalueesta, mutta poronhoito voi vaikuttaa siihen vain jossain määrin	Porojen kesäaikaisen stressin vaikutukset voivat melko suurilla porojen syönnön ja tuottavuuden kannalta	(267,295,300,301)
Loiset ja taudit yleistyvät (aikaisemmat ja uudet)	Porojen loisten ja sairauksien yleistymisellä ja lisääntymisellä on merkittäviä vaikutuksia porojen kuntoon ja tuottavuuteen	Jo tällä hetkellä on nähtävissä tiettyjen lois- ja tautiepidemioiden lisääntymistä uusien loisten ja tautien uhka	Poronhoidon tuottavuus voi putoa melko laajolla alueella, mutta vaihtelua näiden alueiden esiintymisessä on vuosittain	Loiset ja sairaudet voivat aiheuttaa merkittäviä tulonmenetyksiä poronhoidossa, jos niiden vaikutuksia ei kyetä ennakkoimaan ja torjumaan	(274,275,296,297,299-301)
Porojen terveys heikkenee ja kuolleisuus lisääntyy	Mikäli stressi, sairaudet ja loiset yleistyvät sekä ravinnon laatu heikkenee, sillä on laajoja vaikutuksia poronhoidon tuottavuuteen	Muutokset kesäajan laidunolosuhteissa eivät ole yhtä selviä kuin talviolosuhteissa, mutta loisten ja sairauksien riski todennäköisesti lisääntyy	Epäedullisten muutosten vaikutuksia voidaan ehkäistä tai vähentää hyvin suunnitelluilla hoitomenetelmillä ja toimenpiteillä	Talviaikaisten epäedullisten muutosten vaikutuksia voidaan ehkäistä tai vähentää hyvin suunnitelluilla hoitomenetelmillä ja toimenpiteillä, mutta vain tiettyyn rajaan asti	(267,269-273,276,277,295)
Poronhoidon tuottavuus ja poronlihan tuotanto putoavat	Mikäli stressi, sairaudet ja loiset yleistyvät sekä ravinnon laatu heikkenee, sillä on laajoja vaikutuksia poronhoidon tuottavuuteen	Jo nyt porojen kunto ja tuottavuus ovat monissa paliskunnissa heikentyneet, vaikka poroja ruokitetaan ja loislääkitystä on käytetty	Epäedullisten muutosten vaikutuksia voidaan ehkäistä tai vähentää hyvin suunnitelluilla hoitomenetelmillä ja toimenpiteillä	Monien epäedullisten muutosten vaikutuksia voidaan ehkäistä tai vähentää hyvin suunnitelluilla hoitomenetelmillä ja toimenpiteillä, mutta vain tiettyyn rajaan asti	(274,275,296-300)
Porojen kokoaminen ja erottelu vaikeutuvat (myös laidunkierro muutokset)	Joillain alueilla mm. vesistöjen jäätymisen siirtyminen myöhemmäksi voi hidastaa poronhoitotöitä. Myös porojen laidunkierro voi vaikeutua.	Syksyt ja alkutalvet ovat jo nyt lämmenneet, mikä hidastaa ja vaikeuttaa poronhoitotöiden aloittamista jossakin paliskunnissa.	Epäedullisten muutosten vaikutuksia voidaan ehkäistä tai vähentää hyvin suunnitelluilla hoitomenetelmillä ja toimenpiteillä	Monien epäedullisten poronhoidon tuottavuutta pudottavien muutosten vaikutuksia voidaan ehkäistä tai vähentää hyvin suunnitelluilla hoitomenetelmillä ja toimenpiteillä, mutta ei kokonaan välttää	(270-272,296-301)

ei kovinkaan haavoittuva	hyvä
Jokseenkin haavoittuva	keskinkertainen
hyvin haavoittuva	huono

7. Sidosryhmäasiantuntijoiden näkemykset

7.1. Aluksi

Luonnonvarakeskuksen omien asiantuntijoiden arvioiden lisäksi hankkeessa kuultiin sidosryhmien asiantuntijoita. Tutkijat valitsivat haastateltavat keskeisten sidosryhmien joukosta siten, että edustettuina olivat eri etujärjestöt, hallinto, tutkimus, tuotanto sekä teollisuus. Jokaiselta sektorilta päädyttiin haastattelemaan noin kymmenen sidosryhmäasiantuntijaa; yhteensä 51 henkilöä. Syksyllä 2016 tehdyissä puhelinhaastatteluissa käytiin läpi yhdeksän avointa kysymystä, jotka haastateltavat olivat saaneet sähköpostitse ennen varsinaista haastattelua. Kaikille sidosryhmäasiantuntijoille esitettiin samat kysymykset – ainoastaan sektori kysymyksissä vaihtui (haastattelukysymykset liite 1).

7.2. Maatalous

7.2.1. Maatalouden tuotantoepävarmuus ja uudet viljelyvaihtoehdot

Maatalouden asiantuntijahaastatteluissa painotus oli elintarviketeollisuuden näkemyksissä, joita edusti kuusi asiantuntijaa eri teollisuuden aloilta. Lisäksi haastateltiin yhtä hallintoa ja yhtä etujärjestöä edustavaa henkilöä. Yhteensä maatalouden alalta näkemyksensä antoi siis kahdeksan asiantuntijaa. Haastatellut pohtivat esitettyjä kysymyksiä oman sektorinsa näkökulmasta peilaten laajemmin myös koko maatalouden toimintasektoriin.

Sään vaihtelut sekä erilaiset ääri-ilmiöt (kuumuus, kylmyys, kuivuus ja tulvat) ja näiden aikaansaama tuotantoepävarmuuden kasvu nousi maatalouden haastatteluissa suurimmaksi haitalliseksi vaikutukseksi. Näitä vaikutuksia on jo nähtävissä esimerkiksi Pohjanmaalla, jossa pellot ovat säännöllisesti tulvavesien alla ja sadon menetys usein täydellinen. Muutama haastateltu asiantuntija nosti erillisinä vaikutuksina esiin satovaihtelujen lisääntymisen ja satokuilujen kasvun. Viljelijän näkökulmasta tämä tarkoittaa taloudellista epävarmuutta ja investointihalukkuuden vähentymistä ja elintarviketeollisuuden näkökulmasta ennustettavuuden vähentymistä raaka-aineiden hankinnassa. Pitkäkestoiset ääri-ilmiöt vaikuttavat koko ruokaketjuun, ja kotimaisen ruokaturvan ja huoltovarmuuden väheneminen mainittiin haastatteluissa myös erillisinä haitallisina vaikutuksina. Haastateltavat pitivät tärkeänä suomalaisen ruuantuotannon turvaamista kaikissa olosuhteissa myös tulevaisuudessa. Asiantuntijoiden mukaan ääri-ilmiöihin liittyy edelleen suuria epävarmuuksia ja tarkastelussa sekä toimenpiteiden muotoilussa tulisi lähteä liikkeelle paikalliselta tasolta. Kuvassa 2 on koottuna haastatteluissa esiin tulleet ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset prosenttiosuuksina kaikista mainituista haitallisista vaikutuksista.

Syysviljojen laajemmalle käyttöönnotolle on asetettu paljon toiveita, mutta talvehtimisen vaikeutuminen roudan ja lumen puutteen seurauksena nousi esille haastatteluissa syysviljojen käyttöönnottoa haittaavana tekijänä. Haastatteluissa mainittiin myös, että savimaiden viljely voi tulevaisuudessa hankaloitua roudan maatumokkaavan vaikutuksen puuttuessa.

Kasvitaudit ja -tuholaiset nousivat myös haastatteluissa esille. Niiden kohdalla haastateltavia huolesti jo olemassa olevien kasvintuhoojien suurempi paine sekä uusien tautien ja tuholaisten menestyminen Suomessa. Lämpimämpi ilmasto tarjoaa paremmat kasvuedellytykset niin tautien kuin tuholaistenkin lisääntymiselle ja tuholaisten kohdalla antaa mahdollisuuden useampiin sukupolviin kasvukauden aikana. Haastatellut asiantuntijat näkivät haasteena yhtäaikaisen tautien ja tuholaisten tehokkaan torjunnan ja lisääntyneen paineen kemiallisten kasvinsuojeluaineiden käytön vähentämiseen.

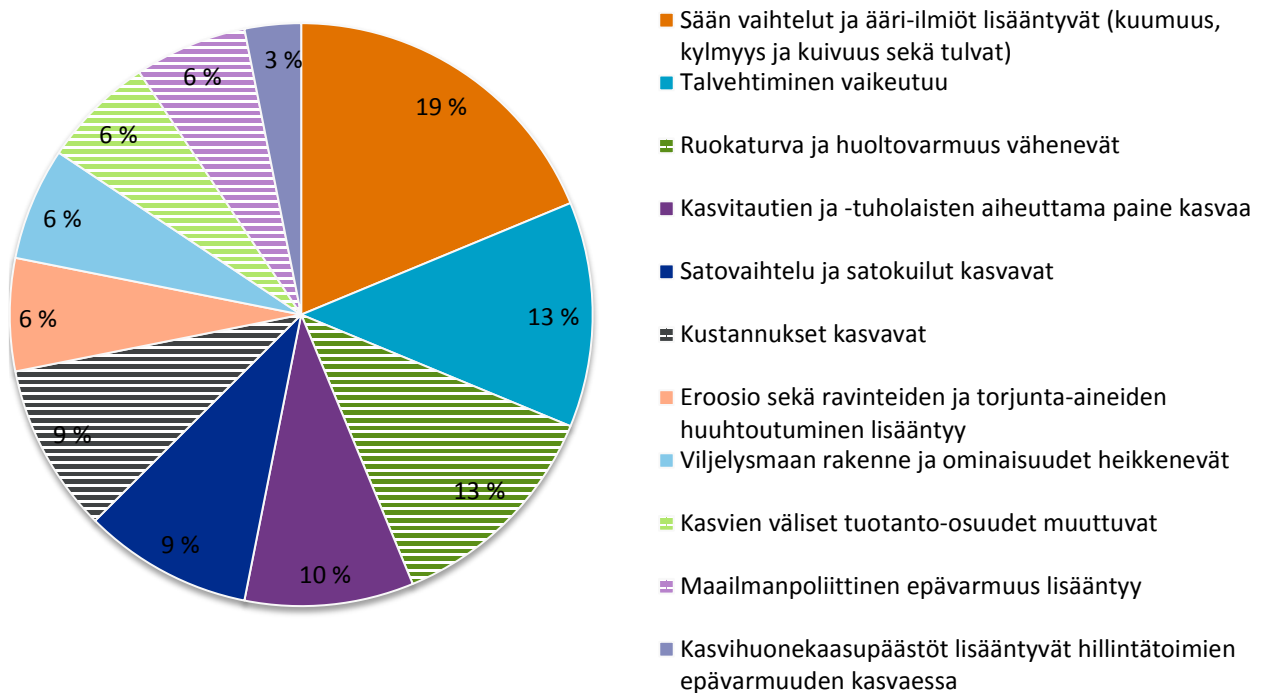
Alkutuotannon kustannusten kasvu tuli myös esille ilmastonmuutoksen aiheuttamana haitallisena vaikutuksena. Ilmaston lämpeneminen merkitsee kasvinsuojeluun, ojitukseen sekä mahdollisesti kastelujärjestelmiin tehtäviä lisäinvestointeja. Yhtäaikaisen tuotantoepävarmuuden kasvun ja tuloriskin kanssa viljelijän halukkuus ja mahdollisuus investointeihin on heikkoa, mikä taas heijastuu viljelysmaan rakenteen ja ominaisuuksien heikkenemisenä ja pellon alhaisempaan tuotantokykyynä.

Sadannan lisääntymisen myötä eroosion sekä ravinteiden ja kasvinsuojeluaineiden huuhtoutumisen lisääntyminen nousi haastatteluissa toistuvasti esille. Viljelysmaan rakenne ja laatu ovat keskeisiä sadontuottokykyyn vaikuttavia tekijöitä, joiden nähdään ilmastonmuutoksen edetessä edelleen huonontuvan ja vaativan lisää investointeja. Myös sadonkorjuun odotetaan hankaloituvan sateisten syksyjen myötä.

Asiantuntijat toivat esiin myös viljelykasvien välisten tuotanto-osuuksien muutoksen. Tällä he tarkoittivat ohran viljelyalan pienentymistä ja siirtymää nurmituotantoon, jossa sääriskit eivät ole yhtä suuret kuin viljan tuotannossa. Myös tällä voi olla merkityksensä kotimaisen ruokaturvallisuuden kannalta. Haastatteluissa nousi esiin myös maailmanpoliittisen epävarmuuden lisääntymisen ilmastonmuutoksen vaikuttaessa dramaattisesti nykyisten pääruuantuotantoalueiden maataloustuotantoon ja ruokaturvaan.

Yksittäisinä mainintoina tuotiin esille myös hygienian ylläpidon haastavuuden lisääntyminen sekä maatalousammatin kiinnostavuuden väheneminen nuorten keskuudessa yleisen epävarmuuden lisääntyessä. Myös kasvihuonekaasupäästöjen lisääntyminen mainittiin orgaanisen aineksen hajotessa nopeammin tulevaisuuden lämpimämmässä ilmastossa.

Haastatellut eivät tuoneet esille tutkijoiden esille nostamia hallan riskin muutosta, kastelutarpeen lisääntymistä, rikkakasvien aiheuttamaa painetta tai sadon laadun heikkenemistä ilmastonmuutoksen haitallisina vaikutuksina.



Kuva 2. Tutkijoiden ja haastateltavien esiin nostamat ilmastonmuutoksen aiheuttamat haitalliset vaikutukset. Rasterilla merkityt vaikutukset nousivat esiin haastatteluista. Prosenttiosuudet kertovat kuinka usein kyseinen vaikutus tunnistettiin haastatteluissa.

Kaikki haastatellut asiantuntijat olivat sitä mieltä, että ilmastonmuutos tuo mukanaan Suomeen pidemmän ja lämpimämmän kasvukauden ja tätä kautta mahdollisuuden viljellä uusia lajeja ja lajikkeita. Erityisesti syysmuotoisten viljojen ja pidempää kasvukautta vaativien kasvien nähtiin valtaavan peltoalaa tulevaisuudessa. Tehoisan lämpösumman kasvu kasvukauden aikana johtaisi haastateltujen asiantuntijoiden mukaan suurempiin satoihin. Edellytyksenä tälle nähtiin panostukset kasvinjalostukseen. Ilmastonmuutoksen myötä Suomen maataloustuotanto siis monipuolistuisi ja tuotantomäärät kasvaisivat. Puolet haastatelluista toi esiin, että ilmastonmuutos johtaa suomalaisen ruuan kysynnän kasvuun maailmalla avaten uusia mahdollisuuksia viennille erityisesti eläintuotteiden ja viljajalosteiden osalta. Tämän tuloksena suomalaisen alkutuotannon ja elintarviketeollisuuden kannattavuus kasvaa. Myös viljelyalueen ja viljelykasvien (esim. vehnän) laajentuminen pohjoiseen mainittiin tulevaisuuden mahdollisuuksina. Peltojen kasvipeitteisyyden lisääntymisen pohdittiin mahdollisesti vähentävän huuhtoumia. Haastatteluissa korostettiin, että epävarmuuksia on myös mahdollisuuksien kohdalla paljon, eikä ole varmaa, syövätkö ilmastonmuutoksen mukanaan tuomat haitat mahdolliset hyödyt.

7.2.2. Panostuksia peltomaan kuntoon ja tutkimukseen

Kasvinjalostuksen nähtiin olevan keskeinen toimenpide maatalouden ilmastokestävyyden parantamiseksi. Tulevaisuuden ilmasto-oloja, uusia tuholaisia ja tauteja kestävätkä uudet lajit ja lajikkeet täytyy haastateltujen asiantuntijoiden mukaan kehittää ja testata Suomessa jotta ne menestyvät meidän olosuhteissamme. Jalostuksen kautta saatavat uudet lajikkeet mahdollistavat nykyistä paremmin

sadonkorjuun rytmittämisen kasvukauden aikana. Aikaisemmat lajikkeet tuovat turvaa, kun sadon onnistuminen ei ole kokonaisuudessaan kiinni syyskauden epävarmoista korjuuolosuhteista. Jalostusta tehdään jatkuvasti ja uusia kasvilajeja sekä lajikkeita testataan jalostusohjelmien normaalien käytäntöjen mukaisesti ja myös viljelijöitä kuunnellen. Haastavaa työstä tekee epävarmuus tulevista ilmasto-oloista; kasvinjalostuksessa työtä tulee suunnitella kymmenien vuosien päähän ja uuden lajikkeen kehitystyö kestää noin 10 vuotta. Jalostustyössä toimijakenttä on selkeä, mikä edesauttaa työn etenemistä. Resurssit ovat myös kasvinjalostuksessa vähentyneet haastavan taloudellisen tilanteen tuloksena ja haastatteluissa nousi myös esiin huoli osaamisen säilymisestä Suomessa.

Toisena keskeisenä toimenpiteenä nousi esiin viljelysmaan kasvukunnosta huolehtiminen, sisältäen vesitalouden hallintaan panostamista, peltojen tasaamista, viljelykierroista huolehtimista ja valkuaiskasvien viljelyä. Hyvä kasvukunto on edellytys myös ilmastonmuutoksen mukanaan tuomien mahdollisuuksien hyödyntämiselle. Asiantuntijat olivat huolestuneita peltojen kunnosta Suomessa, eikä viljelijöiden pitkään jatkunut laskusuuntainen taloudellinen tilanne mahdollista merkittäviä investointeja. Erityisesti vuokratpelot jäävät jopa perushoitotoimenpiteiden ulkopuolelle. Myöskään viljelykierrot eivät ole vielä kaikilla tiloilla arkipäivää ja muutosta tässä suhteessa tulisi tapahtua. Sallaajitusinvestointeihin on olemassa tukijärjestelmä, mutta haastatellut asiantuntijat toivoivat viranomaisilta taloudellista tukea myös muihin maan parannustoimiin tarvittaviin investointeihin. Lisäksi viranomaisilta toivottiin ratkaisuja ympäristölupalainsäädännön yksinkertaistamiseksi, jotta sopeutumista edistävät toimenpiteet (esimerkiksi ojitushankkeet) eivät jäisi byrokratian kankeuden vuoksi toteuttamatta.

Kokonaisuus, joka on tässä nimetty ”tehokkaaksi viljelyksi”, nousi esiin usean haastateltavan taholta ilmastokestävyyttä parantavana toimenpidokokonaisuutena. Tämä pitää sisällään pellon ammattimaisen viljelyn uusilla lajikkeilla ja teknologialla sekä täsmäviljelyn, jossa pellon ravinnetila ja kasvuolosuhteet huomioidaan paikkakohtaisesti. Tehokkaan viljelyn tarkoituksena on tuottaa suuri ja hyvä sato pieneltä peltopinta-alalta tuotantopanoksia hukkaamatta ja ympäristöä turhaan rasittamatta. Tämä mahdollistaa myös hiilen sitomisen maahan entistä tehokkaammin, kun huonotuottoisia peltoja ei tarvitse viljellä. Vielä 15 vuotta sitten täsmäviljely ja paikkatietoavusteiset menetelmät olivat pelkkää teoriaa, mutta tällä hetkellä haastateltujen asiantuntijoiden mukaan yleistymässä. Pelloista on mahdollista kerätä helposti ja nopeasti tietoja, jotka auttavat viljelijää päätöksenteossa ja mahdollistavat peltolohkokohtaisia toimenpiteitä. Nykyinen tukijärjestelmä ei kuitenkaan kannusta tuottavuuden lisäämistä tai tehokasta viljelyä, vaan mahdollistaa laajojen alueiden viljelyn vaikka lopputulos olisikin sadon tuottamisen näkökulmasta huono. Tukijärjestelmää tulisi pohtia myös lannoituksen näkökulmasta, jotta uusista lajikkeista olisi saatavissa paras mahdollinen sato. Viranomaiset voisivat parantaa maatalouden ilmastokestävyyttä edistämällä todelliseen ruuan tuottamiseen tähtäävää viljelyä.

Yli puolet vastaajista toi esille myös muun kuin jalostukseen liittyvän tutkimuksen ja koetoiminnan tärkeyden ilmastonmuutokseen sopeutumisen keinona. Ilmastonmuutokseen ja sen maatalouden sektoriin liittyviin vaikutuksiin liittyvät epävarmuudet nähtiin suurina ja niihin toivottiin vastauksia tutkimukselta. Viljelykoetoiminnan lisäksi mallinnus- ja ennakoitintyö nähtiin tärkeänä, vaikkakin vielä suhteellisen abstraktina. Myös uusien tuholaisien ja tautien torjunta, uusien viljelykasvien käyttöönotto sekä uudenlaisten tekniikoiden ja teknologioiden kehittyminen voi tapahtua ainoastaan tutkimuksen kautta. Esiin nousi myös poliittiseen ja normatiiviseen kehikseen sekä taloudelliseen ja sosiaaliseen kestäväyyteen liittyvän tutkimuksen tarpeellisuus erityisesti koskien uusien toimenpiteiden vaikutuksia. Tutkimukselta toivottiin entistä konkreettisempaa otetta, jotta suunnitelmallisuutta olisi mahdollista parantaa ja toimenpiteisiin olisi mahdollista ryhtyä. Haastateltavat korostivat myös tutkimustulosten jalkauttamista tilatasolle neuvojien avulla, jotta viljelijät saavat tarvitsemansa tuen uudenlaisten menetelmien käyttöönotossa. Tutkimuksen ja käytännön toimijoiden välisen linkin toi-

minnassa haastateltavat näkivät parantamisen varaa. Viranomaiset voisivat haastateltujen asiantuntijoiden mukaan edistää ilmastonmuutokseen sopeutumista pohtimalla tutkimusrahoitushankkeita ilmastonäkökulmasta.

Haastateltavat olivat sitä mieltä, ettei maataloussektori voi uudistua ilman avointa julkista keskustelua, jota tulisi käydä ilmastonmuutoksen haitallisista sekä hyödyllisistä seurauksista. Ministeriöiden ja tutkimuslaitosten tulisi olla aloitteellisia keskustelun avaajia. Muutaman maininnan saivat myös maataloutta ohjaavat normit. Näitä toivottiin uudistettavaksi siten, että ne eivät hankaloittaisi ylempänä mainittujen toimenpiteiden tekemistä. Haastatellut asiantuntijat näkivät tärkeänä kehittää koko ruokaketjun sisäistä suunnitelmallisuutta, yhteistyötä ja vuoropuhelua. Ääri-ilmiöihin varautuminen on yksittäisen viljelijän näkökulmasta haasteellista, jollei jopa mahdotonta. Haastatteluissa tuli esille jonkinlaisen viranomaisten ja vakuutuslaitosten yhteistyössä kehittämän vakuutusjärjestelmän tarpeellisuus menetettyjä tuloja korvaamaan. Koonti maatalouden ilmastokestävyyttä edistävästä haastatteluissa esiin tulleista toimenpiteistä on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Haastateltavien mainitsemat toimenpiteet, joita tarvitaan ilmastonmuutoksen haitallisten vaikutusten ehkäisemiseksi maataloudessa. Taulukossa on lueteltu ne toimenpiteet, joita vähintään kaksi vastaajaa mainitsi.

Toimenpide	Sisältö	Toteutus	Toimija
Kasvinjalostus	Uusia sopeutuvia ja kestäviä (ilmasto, taudit ja tuholaiset) lajikkeita tarvitaan uusissa olosuhteissa. Suomessa tulee olla omat jalostusohjelmat ja tietotaitoa.	Jalostusta tehdään jatkuvasti.	Boreal
Maan kasvukunnosta huolehtiminen ja tämän tukeminen	Hyvän maanrakenteen ylläpito, vesitalouden hallinta, eroosion estäminen, kasvinvuorotus, valkuaiskasvien viljely.	Peltojen tilanne huolestuttava. Salaojitukseen tukea, mutta ei riittävästi. Kasvinvuorotusta ei riittävästi.	Viljelijät käytännössä. Tuki viranomaiset.
"Tehokas viljely"	Iso sato pieneltä pinta-alalta, täsmäviljely, uudet lajikkeet (aikaiset ja kestävät), viljelyn rytmitys, ammattimaisuus, uudet tekniikat ja menetelmät, ravinteet sadon mukana kiertoon.	Tuet eivät kannusta tuottavuuden kasvattamiseen. Kiinnostus uusiin lajikkeisiin. Täsmäviljely yleistymässä. Avauksia ravinnekiertoihin.	Viljelijät käytännössä. Tuki viranomaiset.
Tutkimukseen ja koetointiin panostaminen	Tutkimusta ylläesitetystä teemoista, uusia avauksia ja kokeiluja, tuholaiset ja taudit, mallinnus ja ennakointi.	Poikkitieteellistä tutkimusta, yhteistyössä myös teollisuus ja hallinto. Resurssien pieneminen. Uusia kokeiluja kasvilajeilla ja tuotteilla.	Tutkimuslaitokset, MMM, YM, Boreal, teollisuus.
Tutkimustiedon jalkauttaminen ja julkinen keskustelu	Tutkimustieto konkreettiseksi ja neuvontaorganisaatioiden kautta tiloille. Avoin ja jatkuva keskustelu muutoksista.	Lyhyen aikavälin konkreettista tietoa ei ole saatavissa. Ilmastonmuutos sisältyy vahvasti kansallisiin strategioihin. Yleinen tietoisuus kasvanut.	Tutkimuslaitokset, viranomaiset, neuvontajärjestöt, poliitikot, viljelijät.
Maatalouteen liittyvien normien muutos	EU:n valtioneuvoston tukemaan ylläesitettyjä kokonaisuuksia. Lannoiterajojen tarkastelu sadontuottokyvyn näkökulmasta. Ilmastonmuutoksen hillintä turvemaiden käyttöä rajoittamalla. Päästöjen laskenta per tuotettu yksikkö.		Viranomaiset
Suunnitelmallisuus ja tilojen tukeminen	Alkutuotannon koordinoitu suunnittelu ruokaketjun tarpeista lähtien. Poliittikatoimien vaikutusten selvittäminen. Ilmastonmuutoksen mahdollisuuksien selvittäminen. Tilojen tukeminen muutoksessa ja häiriötilanteissa - paikallinen tarkastelutapa.	Satovahinkojärjestelmän mahdollisuus korvata häiriötilanteiden vahinkoja rajallinen.	Viranomaiset, poliitikot, tutkimuslaitokset, teollisuus ja viljelijät.

7.2.3. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelmat ja esteet

Ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelmia ei maatalouden toimialalla juurikaan ole kansallista tasoa lukuun ottamatta. Maataloussektorin toimijat ovat kuitenkin mukana työryhmissä ja hankkeissa, joiden puitteissa ilmastonmuutosta koskevaa keskustelua käydään.

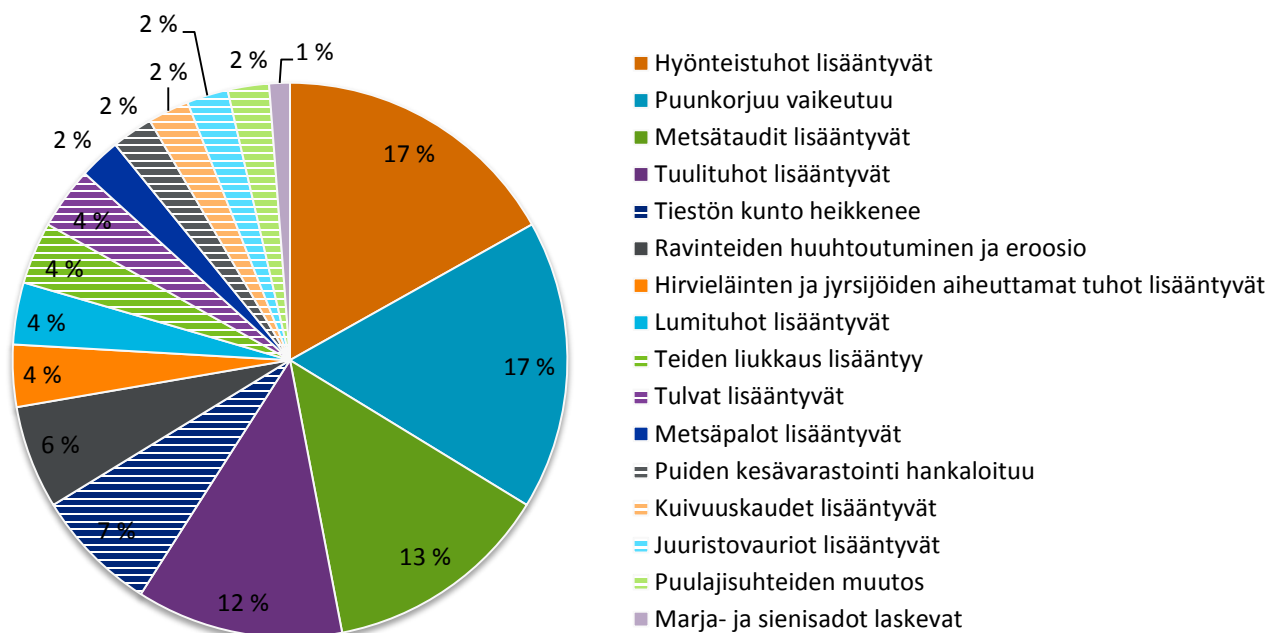
Maatalouden kohdalla haastatellut asiantuntijat nostivat suurimmaksi sopeutumisen esteeksi tiedolliset esteet, osaksi liittyen tutkimustiedon puuttumiseen tai sen soveltamisen hankaluuteen ja osaksi taas tiedon levittämiseen liittyviin ongelmiin. Lainsäädäntöön, talouteen ja politiikkaan liittyvät toiminnan esteet saivat jokainen muutamia mainintoja haastattelujen kuluessa. EU:n lainsäädäntö asettaa rajat kasvinjalostuksen käytettävissä oleville menetelmille, ilmastonmuutoksen hillintätoimet, ympäristönormit ja byrokratian hitaus nähtiin hankaloittavan sopeutumistoimia. Poliitiikan lyhytjänteisyys ja poukkoilevaisuus lykkäävät investointeja sekä intressiristiriidat hidastavat asioiden edistämistä. Taloudellinen tilanne vaikuttaa viljelijän mahdollisuuksiin tehdä maan kasvukunnon vaatimia parannuksia ja tutkimusrahoituksen leikkaukset asettavat haasteensa tutkimustyölle.

7.3. Metsätalous

7.3.1. Metsätuhojen ja puuston kasvun lisääntyminen

Kysyimme 18 metsäsektorin ammattilaiselta ilmastonmuutoksen aiheuttamista haitoista, hyödyistä ja haittojen ehkäisyn vaatimista toimenpiteistä. Metsätalouden asiantuntijoiden vastauksissa nousivat esiin pelko hyönteis-, tauti- ja tuulituhojen lisääntymisestä sekä korjuuolosuhteiden vaikeutumisesta. Hyönteistuhojen lisääntymisen arvioitiin olevan seurausta jo nykyisten tuholaisien runsastumisesta ja leviämisestä uusille alueille, mutta myös uusista Suomeen leviävistä lajeista. Nämä useimpien vastaajien mainitsemat haittatekijät ovat samat, joiden tutkijat ovat arvioineet aiheuttavan suurinta haittaa. Haastatellut asiantuntijat nostivat tutkijoiden määrittämien haitallisten vaikutusten lisäksi esiin tiestön kunnan huonontumisen ääriolojen lisääntymisen, raskaan kuljetuskaluston ja korjausvelan yhteisvaikutuksesta. Riskiä sille, että monin paikoin Keski- ja Etelä-Suomessa voi kuivilla paikoilla kasvu taantua veden puutteen vuoksi, mainitsi vain kaksi vastaajaa. Tämä johtunee ennen kaikkea siitä, ettei tutkimustieto ole tavoittanut, mutta myös sadannan ja maaperän kosteuden kasvuvaiikutusten ennustamisen epävarmuudesta. Kuvassa 3 on koottuna haastatteluissa esiin tulleet ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset prosenttiosuiksina kaikista mainituista haitallisista vaikutuksista.

Tutkijoiden arvioima suurin metsäluontoomme kohdistuva uhka, vierastautien ja -tuholaisten aiheuttama riski yhdessä ilmastonmuutoksen kanssa ei tullut haastatteluissa esiin. On mahdollista, että vierastautien ja -tuholaisten riski tiedetään, mutta tutkijoiden pelko ilmastonmuutoksen ja uusien lajien aiheuttamasta yhteisriskistä ei ole tavoittanut metsäsektorin toimijoita.



Kuva 3. Tutkijoiden ja haastateltavien esiin nostamat ilmastonmuutoksen aiheuttamat haitalliset vaikutukset. Rasterilla merkityt vaikutukset nousivat esiin haastatteluista. Prosenttiosuudet kertovat kuinka usein kyseinen vaikutus tunnistettiin haastatteluissa.

Kaikki vastaajat odottavat ilmaston lämpenemisen hyödyttävän metsäsektoria lisääntyvänä puunkasvuna. Monet mainitsivat myös tuottavan metsätalousalueen laajentumisen pohjoiseen lisäävän puun tuottoa maassamme. Selvä ero tutkijoiden arvioiden ja haastateltavien metsäammattilaisten näkemyksissä koskee ilmastonmuutoksen vaikutusta metsäluonnon monimuotoisuuteen. Seit-

semän vastaajaa arvioi monimuotoisuuden kasvavan, kun ryhdytään suosimaan aiempaa enemmän sekametsiä, joissa havupuiden lisäksi kasvatetaan lehtipuita. Vallitseva käsitys metsäalan ammattilaisten keskuudessa on se, että ilmastonmuutos tuo etelästä uusia hyönteis- ja kasvilajeja. Tällä olevan lajiston väistymisestä on toistaiseksi hyvin vähän tutkimustietoa. Tieto linnuston lajistomuutoksista viime vuosikymmeninä on melko tuore, eikä sitä ole vielä metsäalan ammattilaisille tarkoitettuissa julkaisuissa juurikaan esitetty. Haastatteluissa muutamia mainintoja ilmastonmuutoksen mukanaan tuomista mahdollisuuksista saivat myös uusien puulajien käyttöönotto, metsänhoitotoimien kauden piteneminen, metsänhoitotoimien kustannusten lasku sekä suomalaisen puun käytön ja kysynnän nousu.

7.3.2. Ohjeistusta, tutkimusta sekä tukea toimenpiteisiin

Valtaosa vastaajista korosti hyvän metsänhoidon ja puulajiston monipuolistamisen edistävän metsien sopeutumista muuttuvaan ilmastoon. Vastauksissa mainittiin myös tarve lisätä eteläisten jalojen lehtipuiden käyttöä metsänuudistuksessa. Monet kokevat saatavilla olevan tutkimustiedon epävarmuuden sekä puutteellisuuden ja toivovat panostusta tämän alan tutkimukseen. Toimenpiteitä, niiden sisältöjä, tämän hetkistä toteutumista ja toimijoita on kuvattu taulukossa 7.

Muita tarvittavia toimia ilmastonmuutoksen vaikutusten ehkäisemiseksi yksittäisissä vastauksissa mainittiin mm: passiivisten metsänomistajien aktivoiminen, hiilidioksidipäästöjen vähentäminen, puurakentamisen esteiden poisto, soiden kunnostusojitus, alueelliset metsäohjelmat, kansalaishavainnointi avuksi seurantaan, metsien lannoitus sekä vieraslajien torjunta.

Yllä mainittujen toimenpiteiden lisäksi viranomaisilta toivottiin verohelpotuksia tai muita porkkanoita ja velvoitteita metsänhoidon edistämiseksi, aktiivisuutta kansainvälisillä ja EU-areenoilla suomalaisen puukaupan edistämiseksi, puurakentamisen esteiden poistamista sekä politiikkatoimien pohtimista hirvieläinten aiheuttamien metsätuhojen hallintaan.

Taulukko 7. Haastateltavien mainitsemat toimenpiteet, joita tarvitaan ilmastonmuutoksen haitallisten vaikutusten ehkäisemiseksi. Taulukossa on lueteltu ne toimenpiteet, joita vähintään kaksi vastaajaa mainitsi.

Toimenpide	Sisältö	Toteutus	Toimija
Metsänhoitosuosituksen noudattaminen	Metsänhoitotoimenpiteet ja hakkuut tulee tehdä ajallaan. Terve, hyväjuurinen puusto kestää tauteja ja hyönteistuhoja. Hakkuiden suunnittelulla mahdollista ehkäistä myrskytuhoja.	Aktiiviset metsänomistajat toteuttavat jatkuvasti, passiiviset laiminlyövät. Ongelmana tiedon puute, perikuntien metsät, parempien hintojen odottelu. Metsänhoitotoimista ei haluta maksaa. Tilanne kuitenkin suhteellisen hyvä.	Metsänomistajat
Tutkimustulosten ja suositusten tiedotuksen tehostaminen	Tiedotusta ja koulutustoimia metsänomistajille ja metsäammattilaisille. Tutkimustiedon selkeyttäminen ja konkretisointi.	Metsäkeskus, Tapio ja MHY:t järjestävät, varautuminen ei juurikaan esillä. Vain aktiiviset käyvät koulutuksissa. Tietoa on hyvin saatavissa.	Metsäkeskus, Tapio, MHY:t, viranomaiset, MMM, Luke
Puulajiston monipuolistaminen	Sekametsien suosiminen monokulttuurien sijasta. Puulajeiltaan monipuolinen metsä kestää paremmin tauteja ja tuholaisia. Tulevaisuuden ilmastossa huonommin pärjäävät lajit harvennetaan pois ja hyvin pärjäävät jätetään kasvamaan. Jalostuksella kestäviä, tulevaisuuden ilmastoon sopivia lajeja.	Havupuiden monokulttuureja suositaan edelleen. Uusi asia. Lehtipuiden osuus lisääntymään päin. Metsätalouden kierrosta johtuen uudistus hidasta. Jalostustyötä tehdään koko ajan.	EVIRA (siementen käyttöaluekartat), Luke
Tutkimustiedon lisääminen	Tutkimusta haitallisista vaikutuksista ja muutoksen etenemisestä. Konkreettiset vaikutukset ja toimenpidesuositukset. Seurantojen rooli tärkeä.	Tutkimusta ja seurantaa tehdään, resursseja ei saisi vähentää.	Luke, viranomaiset
Korjuutekniikan kehittäminen	Korjuukaluston ja toimintatapojen kehittäminen, jotta puunkorjuu onnistuu pehmeällä maalla ilman juuristotuhoja.	Kaluston kehitystyö koko ajan meneillään. Suomi valmistajien testimaa. Korjuuyrittäjät uudistavat kalustoa kuitenkin hitaasti.	Koneteollisuus, Luke
Kuljetusverkoston (maantiet, rautatiet, vesireitit, sillat) kehittäminen	Tieverkoston suunnitelmallinen kunnossapito tulvariskit huomioiden.	Metsähallitus suunnittelee ja toteuttaa, yksityisten metsäteiden kohdalla tilanne huolestuttava. Tiekunnissa päätökset eivät etene. Perusparannuksiin saatavissa Kemera-tukea. Rahoitusta ja tukea pitäisi lisätä. Harvoja vesireittejä käytössä.	Metsähallitus, tiekunnat, metsänomistajat, hallitus (tuki)
Metsätuhojen torjunta	Tuhojen ennakointi, torjunta ja puiden korjaaminen pois tuhojen sattuessa. Mm. juurikäpää ja kirjanpaina.	Metsätuholaki taustalla. Osittain toteutuu, passiiviset metsänomistajat eivät välttämättä tiedä metsissään sattuneista tuhoista. Seurannat keskeisessä roolissa.	Metsänomistajat, Luke, viranomaiset, kansalaiset (havainnointi)

7.3.3. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelmat ja esteet

Vastaajat mainitsivat joitakin suunnitelmia ilmastonmuutoksen varalta tehdyksi. Teollisuudessa on laadittu operatiivisia suunnitelmia puuhuollon varmistamiseksi. Teollisuudessa koetaan myös metsäsertifiointi yhdeksi tavaksi varautua ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Metsähallituksessa on tehty puulajistrategia 2050 ja tieverkon kehittämissuunnitelma. Jyväskylän ammattikorkeakoululla on tehty tulvariskikartoitus. Neuvontapuolella ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelmia ei ole.

Tämän hetkinen lainsäädäntö tukee haastateltujen mukaan metsätalouden sopeutumistoimia, eikä varsinaisia lainsäädännön uudistuksia ole tarpeen tehdä. Osa haastatelluista oli sitä mieltä, ettei varsinaisia esteitä sopeutumistoimenpiteiden toteuttamiselle ole lainkaan. Noin puolet haastatelluista asiantuntijoista mainitsi konkreettisen tiedon puutteen estävän sopeutumistoimien suunnittelua ja toimeenpanoa. Metsätalouden pitkä aikaperspektiivi hankaloittaa muutosten tekemistä. Myös asenteisiin liittyviä esteitä tuotiin haastatteluissa esille. Huonossa kunnossa oleva metsätieverkosto nähtiin esteeksi puunkorjuulle kun taas taloudellisten resurssien ja Kemera-tukien puute sekä päätöksenteon hitaus tiekunnissa viivästyttää metsäteiden peruskorjauksia ja kunnossapitoa.

7.4. Riistatalous

7.4.1. Ilmastonmuutos muuttaa Suomen riistakantaa

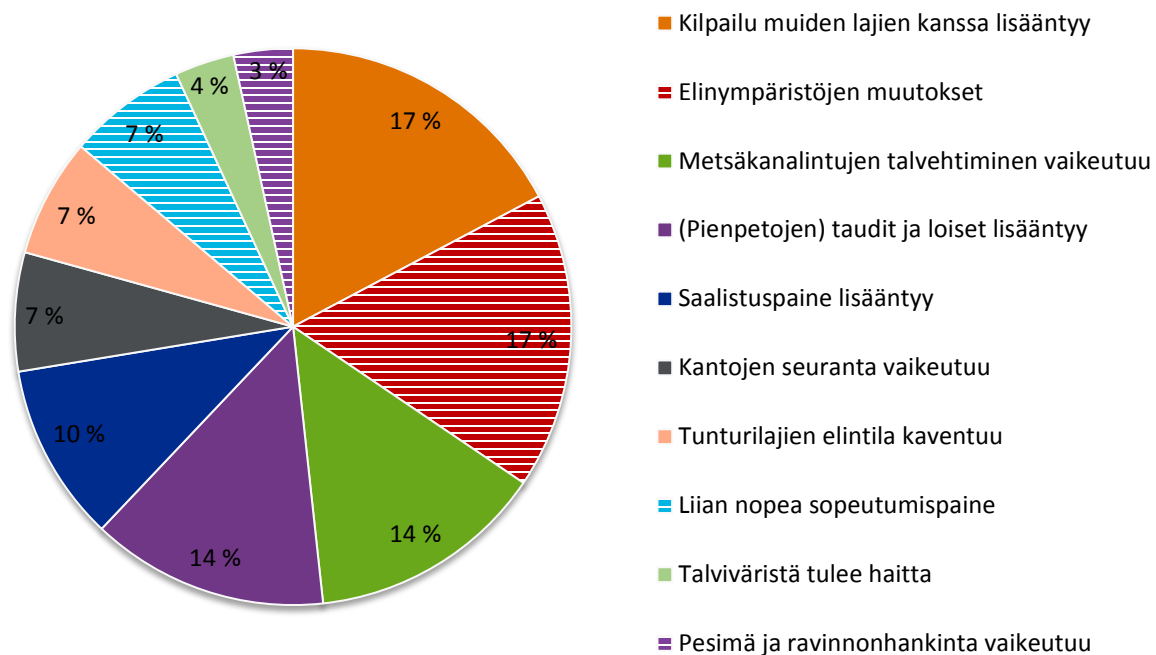
Riistatalouden kohdalla haastateltiin monipuolisesti riistasektorin toimijoita hallinnosta, tutkimuksesta ja riistajärjestöistä. Yhteensä haastateltiin kahdeksan henkilöä. Suuri osa haastatelluista riista-alan asiantuntijoista nosti esiin ilmastonmuutoksen aiheuttamana haitallisena vaikutuksena lajien välisen kilpailun lisääntymisen (kuva 4). Kilpailu aiheuttaa kantojen välisten suhteiden muutoksia ja myös uudet lajit, esimerkiksi villisika ja kultashakaali, voivat entisestään saada jalansijaa Suomessa. Riistalajikantojen muutoksen taustalla on ilmaston lämpenemisen aiheuttama elinympäristöjen muutos. Erityisesti arktisten lajien, kuten metsäjäniksen, riekon, naalin ja kiirunan kohdalla huoli elintilan kaventumisesta oli ilmeinen, kun korvaavia elin- ja lisääntymisalueita ei enää löydy, eikä eläinten fysiologinen sopeutuminen ole yhtä nopeaa kuin muutokset elinympäristöissä. Metsäkanalintujen talvehtiminen ja tätä kautta metson ja teerin edellytykset pärjätä lumettomissa oloissa tuli esille useissa vastauksissa. Ilmastonmuutokseen kytkettävissä olevia lajistollisia muutoksia on jo haastateltujen asiantuntijoiden mukaan tapahtunut ja muutos on jatkuvasti käynnissä ja tulevaisuudessa kiihtyvää. Lajistollisia muutoksia on hankalaa ennustaa. Muutoksista seuraa lisääntyviä suojelu- ja seurantatarpeita, jotka puolestaan lisäävät sektorin kustannuksia. Riistakantojen elinvoimaisuuteen vaikuttaa myös maa- ja metsätalouden aiheuttama elinympäristöjen pirstoutuminen, mikä osaltaan edesauttaa ilmastonmuutoksen haitallisten vaikutusten realisoitumista riistasektorilla.

Haastateltavat liittivät riistaeläinten tautien ja loisien lisääntymisen ilmastonmuutokseen. Uudet eläinlajit tuovat mukanaan uusia loisia ja taudinaiheuttajia. Hyönteisvälitteisten tautien (esimerkiksi sinikielitauti ja pernarutto) lisääntymisestä on jo ollut merkkejä Suomen lähialueilla. Tautien osalta ilmastonmuutos voi tuoda mukanaan myös yllätyksiä. Suomen tautitilanne tällä hetkellä on hyvin erilainen esimerkiksi Keski-Eurooppaan verrattuna, mutta ilmaston lämpeneminen voi muuttaa tilannetta myös meillä.

Pääasiassa lumijälkiin perustuva kantojen seuranta vaikeutuu haastateltujen asiantuntijoiden mukaan ilmastonmuutoksen myötä, kun luminen aika talvella vähenee. Lajien selviytymiseen vaikuttaa myös talviväri, josta tulee lumettomina talvina haitta. Riekon ja metsäjäniksen saaliiksijäämisen riski kasvaa ja edesauttaa kilpailevien lähilajien menestymistä. Kuvassa 4 on koottuna haastatteluissa

esiin tulleet ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset prosenttiosuuksina kaikista mainituista haitallisista vaikutuksista.

Haastatellut asiantuntijat eivät maininneet hirvien aiheuttamien metsätuhojen lisääntymistä, linnunpoikasten selviytymisen vaikeutumista eikä ilveksen ja karhun leviämistä ilmastonmuutoksen haitallisista vaikutuksista keskusteltaessa. Jälkimmäisenä mainitun voi laskea tosin kuuluvaksi myös saalistuspaine lisääntyy –kategoriaan, vaikka lajeja ei vastauksissa eriteltykään.



Kuva 4. Tutkijoiden ja haastateltavien esiin nostamat ilmastonmuutoksen aiheuttamat haitalliset vaikutukset. Rasterilla merkityt vaikutukset nousivat esiin haastatteluista. Prosenttiosuudet kertovat kuinka usein kyseinen vaikutus tunnistettiin haastatteluissa.

Eläinlajien välisen kilpailuasetelman muutos tuo mukanaan myös mahdollisuuksia. Lähes kaikki haastatellut asiantuntijat toivat esiin tiettyjen riistaeläinkantojen voimistumisen ja tämän mukanaan tuomat uudet mahdollisuudet riistataloudelle. Sorkka- ja hirvieläinten, kuten villisian, metsäkauriin ja valkohäntäpeuran kantojen vahvistuminen ja leviäminen laajemmalle kasvattaa riistaresurssin kokoa. Lämpenemisen myötä pohjoisempaan leviäisivät esimerkiksi viiriäinen, fasaani ja kanadanhanhi. Haastatteluissa nousi voimakkaasti esiin vaikutusten epävarmuus ja myös hankaluus sijoittaa lajien välisiä muutoksia haitallinen – hyödyllinen -luokkiin. Riistatalouden kohdalla lajisto tulee ilmastonmuutoksen myötä muuttamaan, mutta muutoksen haitallisuutta tai hyödyllisyyttä on hankala arvioida.

7.4.2. Monipuolinen riistakanta ilmastokestävyyden perustana

Monipuolisten ja tasapainoisten riistakantojen ylläpito nähtiin keskeiseksi toimenpiteeksi riistatalouden ilmastokestävyyden kannalta. Monimuotoinen lajisto ja monipuolinen lajien geeniperimä auttavat muutoksiin sopeutumisessa. Kantojen hoidon tulee olla systemaattista ja perustua yhteistyössä sovittuihin periaatteisiin, mutta myös kustannus-hyöty – ajatteluun.

Toisena keskeisenä toimenpiteenä nähtiin kantojen seurannat sekä niiden kehittäminen. Laskennat tuottavat tärkeää tietoa, jonka varaan toimintaa tulee suunnitella. Vaikka riistalaskennat nähtiinkin tällä hetkellä kattaviksi, järjestelmän heikkoutena nostettiin esiin sen perustumisen vapaaehtoisuutta. Riistalaskentoja suorittavia metsästäjiä pitäisi pystyä tukemaan ja motivoimaan työssä ja siihen pitäisi varata resursseja myös julkisista varoista, jotta myös hankalasti seurattavista lajeista olisi saatavissa luotettavat havaintotiedot. Lumijälkiin perustuvan havainnoinnin rinnalle tulee kehittää uusia menetelmiä vähälumisten talvien varalle, niin kuin suurpetojen kohdalla on jo tapahtunutkin.

Myös muu tutkimus ilmastonmuutoksen vaikutuksista riistatalouteen nähtiin merkittävänä edellytyksenä sopeutumistoimien toteutumiselle. Tutkimuksen tarve määritettiin hyvin yleisesti, eivätkä haastatellut tuoneet esille yksityiskohtaisempia tutkimustarpeita. Yleinen toteamus oli, että tietoa ei ole vielä tarpeeksi. Tutkimukseen kaivattiin monitieteistä otetta, jossa huomioidaan myös metsätalous. Tutkimuksen lisäksi viestintä ja tiedon käytön kehittäminen nousivat haastattelussa esille. Tutkimus tulee saattaa käytäntöön ja viestintää tulee kohdistaa erityisesti käytännön toimijoille yleisen ymmärryksen ja hyväksyttävyyden lisäämiseksi.

Raju ilmastonmuutos voi väistämättä tarkoittaa joidenkin lajien häviämistä joko kilpailun tai elinympäristöjen katoamisen myötä. Elinympäristöjen hoito ja ennallistaminen oli haastateltujen asiantuntijoiden mukaan tärkeää erityisesti haavoittuvimpien lajien selviytymisen kannalta. Elinympäristöjen huomioiminen muussa maankäytössä sekä toimenpiteiden riistavaikutusten arviointi nähtiin tärkeinä työkaluina. Kosteikkojen ja luonnollisten vesialueiden ennallistamisella sekä elinympäristöjen kunnostuksella on saatu jo hyviä tuloksia, vaikkakin mittakaava on vielä pientä ja lähinnä hankepohjaista. Haastateltavat pohtivat tosin myös sitä, miten suurelta muutokselta luonnonvaraisia lajeja on mahdollista ylipäättään suojella.

Haastatellut nostivat esiin sektorien välisen yhteistyön riistatalouden ilmastokestävyyttä lisäävänä toimenpiteenä. Elinympäristöjen hoidon ja ennallistamisen onnistumisen edellytys on hyvä yhteistyä etenkin metsätalouden, mutta myös maatalouden toimijoiden kanssa. Tähän uudistettu metsälaki antaa hyvän pohjan ja yhteistyö onkin lisääntynyt. Myös riistataloussektorin sisäinen yhteistyö nähtiin keskeiseksi ilmastonmuutokseen sopeutumisen keinoksi. Yhtenäinen näkemys toimenpiteistä ja vastuista on keskeinen ilmastotyön eteenpäinviemisen ehto.

Riistapolitiikkaa tulisi haastateltujen mielestä tarkastella ja mahdollisesti uudistaa siltä näkökannalta, että resurssit ohjattaisiin käytännön toimintaan, tukijärjestelmä ei toimisi riistakantojen monipuolistamista vastaan ja ilmastonmuutoksen myötä vahvistuvat uudet riistalajit tulisivat metsästyksen piiriin. Kansainvälisiä esimerkkejä kannustettiin hakemaan ulkomailta ja parhaita käytäntöjä tulisi ottaa kokeiluun ja käyttöön riistanhoidossa myös Suomessa. Vieraslajien ja –tautien havaitsemiseksi toivottiin aikaisen havaitsemisen järjestelmää ja havaintojen käsittelemiseksi lisää resursseja. Haastateltujen mainitsemat riistatalouden ilmastokestävyyttä parantavat toimenpiteet on koottu taulukoon 8. Taulukossa on avattu toimenpiteiden sisältöä, tämän hetkistä toteutumista ja toimijoita.

Taulukko 8. Haastateltavien mainitsemat toimenpiteet, joita tarvitaan ilmastonmuutoksen haitallisten vaikutusten ehkäisemiseksi riistaloudessa. Taulukossa on lueteltu ne toimenpiteet, joita vähintään kaksi vastaajaa mainitsi.

Toimenpide	Sisältö	Toteutus	Toimija
Monipuolinen ja tasapainoinen riistakanta	Vahvat ja monipuoliset riistapopulaatiot kestävät paremmin muutoksia. Tasapaino. Riistakantojen hoito.	Toteutetaan, mutta parantamisen varaa on. Monenlaisia menetelmiä olemassa, Suomessa yksipuolista.	Kaikki riista-alan toimijat
Kantojen seurannat ja seurantojen kehittäminen	Kantojen seurannat keskeinen työkalu, jolla havaita muutosta lajitasolla ja alueellisesti. Seurantamenetelmiä kehitettävä; lumijälkilaskenta ei aina mahdollista. Työtä tehdään vapaaehtoisvoimin; resursseja, motivointia.	Kattavat riistalaskennat nykyisin. Tulevaisuus voi olla epävarma, ellei toimintaa kehitetä.	Poliittiset päättäjät, MMM, Luke, Riistakeskus, metsästäjät
Tutkimukseen panostaminen	Päätösten tulee perustua tutkittuun tietoon. Ilmastonmuutoksen vaikutuksista riistasektoriin ei ole riittävästi tietoa.	Tutkimusta viime vuosina jonkin verran, ei kuitenkaan riittävästi. Kokonaisuus vaatii tieteidenvälistä yhteistutkimusta.	MMM, Luke
Elinympäristöjen hoito ja ennallistaminen	Kosteikot ja luonnolliset vesialueet, elinympäristöjen huomioiminen muussa maankäyttöä koskevassa päätöksenteossa; riistavaikutusten arviointia.	Uusi metsälaki antaa hyvän pohjan. Lajien hoitosuunnitelmat olemassa. Käytännön työ lähes kokonaisuudessaan vapaaehtoistyötä, resursseja riittää vain hallintoon. Toiminnan laajuus pientä, yksittäisiä hankkeita. Hoitotyötä opittu tekemään, osataan toimia eri mittakaavoissa; yksittäiset kohteet ja alueet. Metsä- ja maatalous saatava mukaan. Maanomistajan rooli keskeinen. Valtion mailla esim. riekon elinympäristöjen kunnostusta tehty jo vuosia.	MMM, Metsäkeskus, maanomistajat, neuvontaorganisaatiot
Sektorien välinen yhteistyö	Erityisesti metsäsektorin kanssa - edennyt hyvin, tätä jatkettava. Yhtenäinen hallinnonalojen suunnitelma, jossa toimet ja resurssit. Elinympäristöjä huomioiva lähestymistapa. Ministeriötason yhteistyö.	Metsälain muutokset toivat liikkumavaraa. Metsänhoitomenetelmissä mukana paljon riistanhoitoa edistäviä elementtejä. Metsähallitus siirtynyt pois avohakuista, metsänomistajat perässä.	MMM, YM
Riistapolitiikan tarkastelu	Tukipolitiikka tukemaan riistapopulaatioiden monimuotoisuutta, resurssit käytännön toimintaan. Uusien lajien metsästys.	Kemera-tuessa riistametsänhoitoa edistäviä elementtejä. Lainsäädännössä helpotettu villisian metsästystä, vielä tarvitaan metsästystapojen muutosta.	MMM, riistakonserni, metsästäjät
Viestintä ja tiedon käytön kehittäminen	Tiedon välittäminen käytännön toimijoille. Keskustelut toimijatason kanssa. Ymmärryksen lisääminen.		Riistakeskus, Metsästäjien keskusliitto
Kansainväliset esimerkit ja hyvät käytännöt	Riistanhoidossa monenlaisia käytäntöjä, joita ei Suomessa tunneta. Uudet käytännöt esiin ja tutkimusta sopivuudesta Suomeen.		
Vieraslajien aikaisen havaitsemisen järjestelmä	Vieraslajien ja tautien ennakointi ja varautuminen. Panoksia näytteiden saamiseen ja käsittelyyn.	EVIRA seuraa kansainvälistä tilannetta. Toimintamenettelyt olemassa. Näytteiden saaminen välillä työlästä, ei riittävästi resursseja näytteiden käsittelyyn.	EVIRA, metsästäjät
Sektorin sisäinen yhteistyö	Yhtenäinen näkemys toimenpiteistä ja vastuista. Suunnitelmat, seurannat ja resurssointi koordinoitusti. Kaikki riista-alan toimijat mukaan, metsästäjät tärkeitä.		MMM, riistakonserni, metsästäjät

Viranomaiset voisivat auttaa riistatalouden ilmastonmuutokseen sopeutumista edistämällä yllä mainittujen toimenpiteiden toteutumista resurssoinnin ja strategiatason suunnittelun avulla. Haastateltavat toivat esille myös kansallisen koordinaation tarpeen jonkinlaisen yhteistyöryhmän tai koor-

dinaatioyksikön muodossa. Viranomaisilta toivottiin myös kansallisen tason keskustelun käynnistämistä ilmastonmuutoksen vaikutuksista ja toimenpiteistä.

7.4.3. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelmat ja esteet

Riistatalouden sektorilla ilmastonmuutos ei näy strategioissa ja suunnitelmissa kansallista tasoa lukuun ottamatta. Kansallisissa strategioissakin riistataloutta ja ilmastonmuutosta käsitellään hyvin lyhyesti ja yleisellä tasolla. Lajien hoitosuunnitelmat ovat sektorin keskeinen työväline ja osassa ilmastonmuutos on mainittuna lajien menestymiseen tulevaisuutena vaikuttavana uhkana. Riistasektorilla käydään jonkin verran ilmastonmuutoskeskustelua, mutta enemmänkin kansainvälisissä yhteyksissä.

Tietoon liittyvät puutteet nähtiin suurimpana esteenä ilmastonmuutokseen sopeutumiselle riistataloudessa. Tiedon vähyyks, vaikutusten monitahoisuus, epävarmuus ja ilmastonmuutoksen etenemisen pitkät ja hitaat prosessit johtavat siihen, ettei tarvittavista toimista ole syntynyt yksimielisyyttä eikä sopeutumisen suunnitelmia ole ollut mahdollista laatia. Riistasektorilla on tullut esiin myös tilanteita, joissa tutkimus on johtanut toimenpidesuosituksiin, mutta päätöksenteko tai toimet eivät ole eettisestä vastustuksesta johtuen edenneet. Riistasektorin erikoisuutena muihin käsitelyihin sektoreihin nähden on myös omistajuuden puuttuminen riistan kuuluessa kaikille, eikä kenellekään erityisesti. Tästä voisi johtua, ettei riistanhoidon suunnitelmallisuus ole samalla tasolla Suomessa kuin useissa muissa maissa.

Vaikka haastatellut asiantuntijat kokivatkin eri sektoreiden välisen yhteistyön parantuneen, on riistasektorin ja erityisesti metsä- ja maatalous- sekä myös liikennesektorin välillä silti jännitteitä, jotka hidastavat sopeutumistoimien toteuttamista. Hallinnon sektorimainen tarkastelutapa vaikeuttaa yhteistoimintaa ja useasti johtaa taloudellisesti merkittävien sektoreiden painottamiseen suunnitelmissa ja päätöksenteossa. Useat haastatellut mainitsivat resurssien puuttumisen sopeutumista estävänä tekijänä.

7.5. Kalatalous

7.5.1. Lohikalat taantuvat ja särkikalat menestyvät

Kalatalouden kohdalla haastateltiin 10 henkilöä, joista neljä edusti etujärjestöjä, neljä hallintoa eri puolilta Suomea ja lisäksi yksi henkilö edusti tuotantoa ja yksi tutkimusta. Kaksi haastateltua kalantutkimuksen asiantuntijaa vastasivat haastattelukysymyksiin nimenomaan kalankasvatuksen näkökulmasta, ja yksi vapaa-ajan kalastuksen näkökulmasta. Muut haastatellut pohtivat asiaa koko kalataloussektorin näkökulmasta.

Haastatteluissa useimmin mainittuina haitallisina vaikutuksina nousivat esiin kalalajiston muutokset eli lämpimän veden lajien (särkikalat) menestyminen ja kylmän veden lajien taantuminen (lohikalat). Riistatalouden tapaan kalataloudessa ilmastonmuutoksen myötä tapahtuvat kalalajiston muutokset voivat olla joko haitallisia tai hyödyllisiä, riippuen miten eri kalalajeja arvotetaan. Myös muutosten yhteisvaikutukset ovat monimutkaisessa luonnonjärjestelmässä vaikeasti ennakoitavissa niihin liittyvien suurten epävarmuuksien vuoksi. Yllätyksiä voi olla haastateltujen asiantuntijoiden mukaan luvassa. Asiantuntijat näkivät kalalajiston ja koko kalatalouden rakennemuutoksen olevan merkittävien muutosten edessä arvokalana pidettyjen lohikalajien taantumisen vuoksi. Paitsi itse kalaan perustuvat elinkienot, myös kalastus- ja luontovesimatkailu voivat kohdata suuria haasteita, jollei korvaavia kalalajeja löydy ja kalastustottumuksissa tapahdu muutoksia.

Sadannan lisääntymisen seurauksena kasvava valunta ja siitä aiheutuva rehevöityminen nostettiin myös haastatteluissa esille. Levähaittojen kasvaminen ja erityisesti kesän ja loppupalven hapenpuutteella on valtava vaikutus vesiekosysteemeihin. Vesien kerrostuneisuusaika kasvaa, ja esimerkiksi siika, kuore, made ja lohikalat kärsivät näistä vaikutuksista. Jos ilmastonmuutos tuo mukanaan kynnysmuutoksia, esimerkiksi järvien syys- ja kevätkiertojen loppumisen, ovat vaikutukset vesiekosysteemeihin katastrofaaliset. Jokivesistöt nähtin erityisen haavoittuvina talviaikaisille tulville. Viime vuosina Suomessa on panostettu vaelluskalojen kantojen elvyttämiseen vesistöjä kunnostamalla ja haastateltavat pohtivat miten lisääntyvä talviaikainen virtaama vaikuttaa vaelluskalojen käyttäytymiseen ja lisääntymismenestykseen.

Yli puolet haastatelluista nosti esiin ilmastonmuutoksen haitallisina vaikutuksina vieraslajien leviämisen. Tällä tarkoitettiin uusien lajien siirtymistä ja lisääntymistä vesialueilla, joissa ne eivät ole aiemmin lisääntyneet, huolimatta siitä olivatko lajit virallisessa vieraslajiluettelossa. Haastatellut mainitsivat esimerkkeinä mm. liejutaskuravun, hopearuutanan siirtymisen sisävesiin ja täpläravun etenemisen sisävesistöissä entistä pohjoisemmille vesialueille. Vieraslajien leviämiseen liittyy haastattelujen mukaan paljon epävarmuuksia ja avoimia kysymyksiä. Muuttuvat olosuhteet voivat myös merkitä muutoksia istutettujen kalojen käyttökssä siten, että aiemmin luonnonvesissä lisääntymiskyvyttömät lajit alkavatkin lisääntyä ja syrjäyttää paikallisia kalakantoja.

Levinnäisyysalueiden siirtyminen pohjoisemmaksi saattaa merkitä joidenkin kalalajien katoamista. Esimerkiksi nieriä ja siika saattavat asiantuntijoiden mukaan kadota kokonaan eteläisestä Suomesta. Uudet taudit ja loiset aiheuttavat lisäpainetta kalalajeille, eivätkä alkuperäiset kalalajit välttämättä sopeudu uusiin tilanteisiin. Esimerkiksi rapurutto on osoittautunut erittäin haitalliseksi ja se on hävittänyt Kemi-, li- ja Isojoen rapukannat. Yhteyttä ilmastonmuutokseen on haastavaa vetää suoraan. Tauti- ja loisriski vaikuttaa myös kalanviljelyyn, josta enemmän alempana kalanviljelyn yhteydessä.

Jääpeitteisyyden väheneminen voi näkyä paitsi jääkalastuksen merkityksen vähenemisenä sekä myös hyljekantojen ja niiden kalastukselle aiheuttamien haittojen lisääntymisenä. Halli, joka aiheuttaa tällä hetkellä eniten haittaa ammattimaiselle kalastukselle, ei viihdy jäälauttojen alla ja sen on todettu leutoina talvina jäävän Suomen rannikkoalueille.

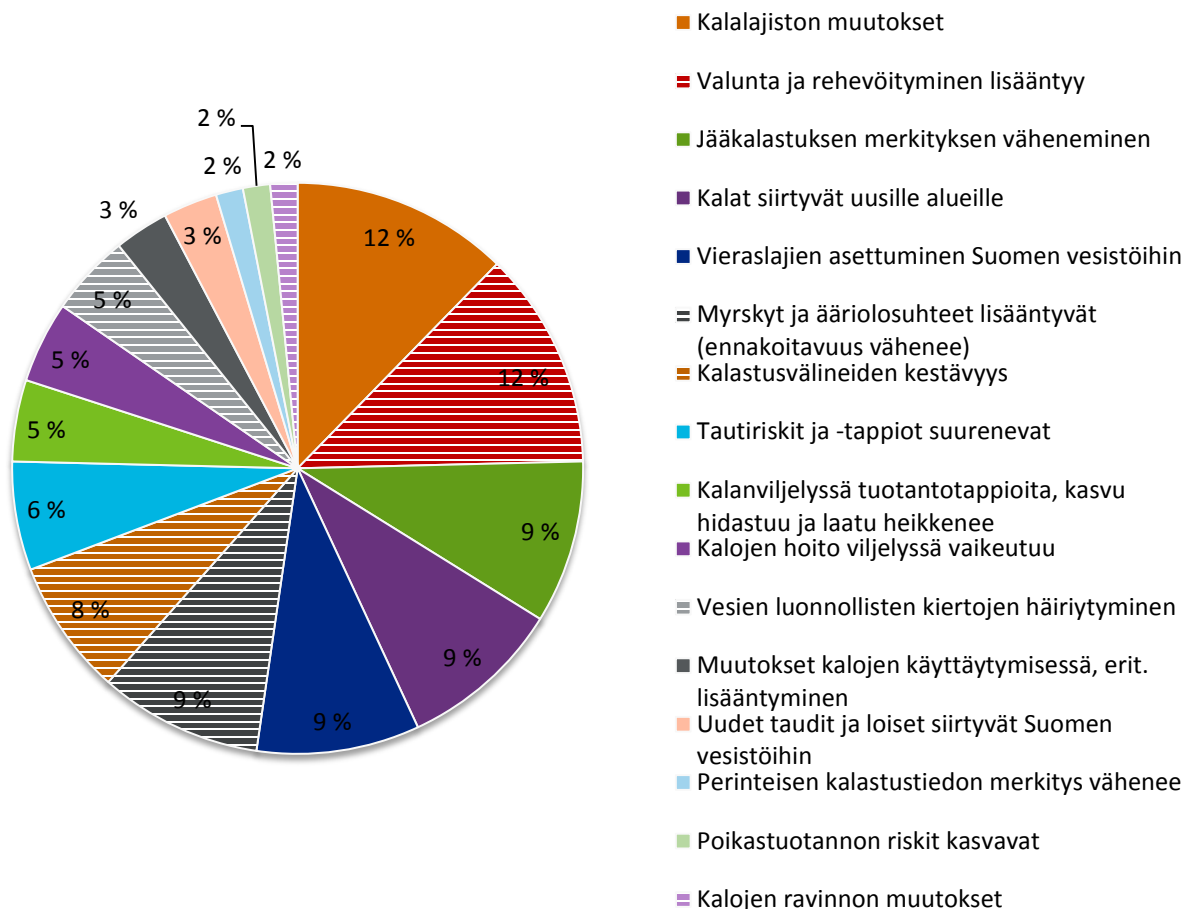
Myrskyjen ja ääriolosuhteiden lisääntyminen mainittiin useimmissa haastatteluissa ilmastonmuutoksen kalataloutta haittaavana vaikutuksena. Myrskyt ja ääriolosuhteet asettavat rajoituksia erityisesti pienempien kalastusalueiden toiminnalle sekä vaikuttavat haitallisesti myös harrastuskalastusmahdollisuuksiin. Kalastusvälineiden kestävyys mainittiin useassa haastattelussa erikseen ilmastonmuutoksesta aiheutuvana haitallisena vaikutuksena niin kalanviljelyn kuin myös ammattimaisen kalastuksen puolella.

Kalanviljely nykyisillä paikoilla voi tulla mahdottomaksi pidemmällä aikavälillä lämpötilojen noustessa. Uusien kasvatuspaikkojen löytäminen ei ole yksinkertaista ja sijoittumiseen vaikuttavat monet eri suuntiin menevät intressit. Kalanviljelyyn kohdistuvat haitalliset vaikutukset riippuvat tulevaisuudessa viljellyistä kalalajeista ja myös siitä, laajeneeko viljely ulkomerelle. Tällöin myrskyjen, jäätalvien ja kelirikkojen vaikutukset tulee pohtia tarkkaan. Kalanviljelyssä lämpötilojen nousu aiheuttaa monenlaisia jo nyt nähtävissä olevia haittoja, joista mainitsivat kalanviljelyn asiantuntijoiden lisäksi myös osa muista haastatelluista. Tautiriski ja tätä myöten tautien aiheuttamat tappiot lisääntyvät lohikaloilla optimilämpötilojen yläpuolella oltaessa. Kalojen hoito viljelyssä vaikeutuu, kun lupanormit eivät joustaa ääriolosuhteissa. Mahdollisuus joustavampaan veden juoksutukseen ja kalojen siirtämiseen suojapaikkoihin nähtiin merkittävänä keinona kalanviljelyn sopeutumisessa. Ääreivistä olosuhteista seuraa alalle markkinahäiriöitä ja tulonmenetyksiä kun kiloperusteinen lupajärjestelmä aiheuttaa pakkoperkuita kalan kasvaessa nopeasti lämpiminä kesinä. Jos kasvukausi ilmastonmuutoksen läm-

penemisen seurauksena pitenee, ongelmista tulee pysyviä, ellei lupanormeja muuteta. Liiallisten lämpötilojen aiheuttamia markkinähäiriövuosia on ollut lähivuosina jo muutama. Uusiin kalalajeihin siirtyminen kalanviljelyssä vaatii pitkää kehitystyötä itse kalanviljelyn puolella, mutta myös suuria panostuksia markkinointiin kuluttajatottumusten muuttamiseksi. Myös tulva- ja kuivuuspiikit vaikuttavat haitallisesti kalanviljelyyn.

Arktisten vesien ja kalakantojen haavoittuvuus tuli erikseen esille useassa haastattelussa. Ilmastonmuutos mahdollistaa arktisten luonnonvarojen käytön ja kalastus sekä öljynporaus Jäämerellä aiheuttaisivat merkittävän uhkan pohjoisille ekosysteemeille. Pohjoisessa Jäämereen laskevien vesistöjen, kuten Tenojoki ja Näätämöjoki, lohikannat ovat erityisen uhan alla. Jo nyt Tenojoen lohikannat ovat heikentyneet, vaikka merialueilla on toteutettu merkittäviä suojelutoimenpiteitä kalastusta rajoittamalla.

Yleisesti haastatellut asiantuntijat korostivat, että yhtenäisvaikutusten ennakointi luonnonvesissä on hankalaa ja ilmiöiden liittäminen ilmastonmuutokseen ei ole ongelmatonta. Tästä huolimatta useat muutokset ovat jo nykyisin havaittuja. Monet eri tekijät kuten vesien kerrostuneisuuden ja elinympäristöjen muutokset, lajistomuutokset ja -suhteet sekä levinneisyysalueet muodostavat monimutkaisen biologisen kokonaisuuden jossa ilmastonmuutos voi aiheuttaa hyvinkin arvaamattomia seurauksia. Kuvassa 5 on koostettu haastatteluissa esiin tulleet ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset prosenttiosuuksina kaikista mainituista haitallisista vaikutuksista.



Kuva 5. Tutkijoiden ja haastateltavien esiin nostamat ilmastonmuutoksen aiheuttamat haitalliset vaikutukset. Rasterilla merkityt vaikutukset nousivat esiin haastatteluista. Prosenttiosuudet kertovat kuinka usein kyseinen vaikutus tunnistettiin haastatteluissa.

Haastatellut näkivät ilmastonmuutoksen mukanaan tuomina mahdollisuuksina kasvukauden pidentymisestä johtuvan vesien tuottavuuden kasvun, joka voi hyödyttää niin kalastusta kuin kalankasvatustakin. Mahdollisuuksia nähtiin myös uusien lajien käyttöönotossa, niin ikään kasvatuksen ja kalastuksen näkökulmasta. Kalatalouden kohdalla ilmastonmuutoksen haitallisille vaikutuksille on kalalajiston kohdalla myös kääntöpuolensa. Useat haastatelluista toivat esiin lämpimien vesien kalalajien kantojen vahvistuessa etenkin kuhan roolin vahvistuvan suomalaisena arvokalana. Myös ahvenen kantojen voimistumisesta nähtiin mahdollisuuksia. Särkikalojen hyödyntämisen kohdalla haastatellut asiantuntijat painottivat asennemuutoksen tärkeyttä – särkikalaja ei osata juurikaan nykyisin hyödyntää.

Ilmastonmuutoksen mukanaan tuomien mahdollisuuksien pohtiminen oli haastattelujen perusteella haitallisten vaikutusten pohtimista vaikeampaa ja niihin liitettiin vielä haitallisia vaikutuksia enemmän epävarmuustekijöitä.

7.5.2. Normien muutos ja tutkimukseen panostaminen

Kalanviljelyn kohdalla ympäristölupanormien muutos nähtiin keskeiseksi ilmastokestävyyttä parantavaksi toimenpiteeksi. Kiloperusteiset luvat tulisi muuttaa ravinnepäästöihin perustuviksi kuormitusluviksi, joissa olisi joustoa esimerkiksi kolmen vuoden sykleissä. Tällaisilla toimenpiteillä olisi mahdollista tasata kalamarkkinoita ja ylituotannon markkinahäiriöt voitaisiin välttää. Lupanormeihin tulisi haastateltujen kalaviljelyn asiantuntijoiden mukaan saada myös mahdollisuuksia nykyistä joustavampaan kalojen siirtämiseen suojapaikkoihin ja vedenjuoksutukseen liiallisen lämpenemisen estämiseksi. Juoksutusta vaativissa olosuhteissa vedenkäytön ylärajoihin on saatavissa poikkeuslupia, mutta poikkeusluvalla toimiminen ei voi olla jatkuvaa. Nykyisin lainsäädännössä ei ole suoraan kalankasvatusta sääteleviä tarkkoja normeja, vaan lupakäytäntö perustuu lain tulkintaan, joka on ollut tiukkaa. Ympäristönsuojelulain uudistus on tällä hetkellä meneillään, mutta merkittäviä muutoksia ei näyttäisi olevan lähiaikoina toteutumassa. Keskusteluja kuitenkin käydään uudistuksista jatkuvasti.

Tutkimukseen ja seurantoihin panostaminen nostettiin usein haastatteluissa esiin. Voisi olla hyödyllistä pohtia, josko uusia kalalajeja otettaisiin mukaan seurantoihin, esimerkiksi made. Tutkimuksen puolella vesiekosysteemien muutokseen ja tautitilanteeseen tulisi kiinnittää haastateltujen mukaan erityistä huomiota. Myös käytännönläheisen tiedon levittämisen tärkeys nostettiin esiin. Viranomaisilla nähtiin olevan tässä työssä merkittävä rooli paitsi tutkimusrahoituksen osalta, myös erilaisten kokeilujen ja hyvien käytäntöjen esiinnostajana.

Teknologioiden kehittäminen ja uudet innovaatiot nähtiin tarpeellisiksi erityisesti kalastusvälineistön kehittämisen yhteydessä niin kalastuksen, kuin myös kalanviljelyn puolella. Kalataloussektori ei itse kehitä näitä ratkaisuja, vaan ottaa niitä käyttöön, kunhan selkeä kustannussäästönäyttö uusille ratkaisuille on olemassa. Myös ilmastonmuutoksen hillintätoimiin kaivattiin uusia teknologioita ja innovaatioita.

Kalastuspolitiikan systemaattinen muutos kalojen luonnollista lisääntymistä tukevaksi nostettiin useasti esille haastattelujen kuluessa kalatalouden ilmastokestävyyttä lisäävänä toimenpiteenä yhdessä vesistöjen suojelun kanssa. Suomessa on pitkä perinne kalojen istutukseen ja tätä tulisi haastateltujen asiantuntijoiden mukaan luopua, tai ainakin merkittävästi vähentää. Kalakantojen sisäinen monimuotoisuus pääsisi luonnollisen lisääntymisen kautta kasvamaan, mikä puolestaan edesauttaa kalakantojen sopeutumista muutoksiin. Tämä tarkoittaisi myös muutoksia kalastuksen sääntelyyn, kuten alamittoihin. Viimeisen 15 vuoden aikana on haastateltujen asiantuntijoiden mukaan selvästi tapahtunut ajatustavan muutos luonnollista lisääntymistä suosivaksi. Tutkimustulokset ovat vahvistaneet, että useat istutukset eivät ole edes onnistuneet. Kalastusharrastuksen piirissä luontoarvot

ovat nousseet viime vuosina entistä enemmän keskusteluun, mikä on taas johtanut villikaloiden arvonnousuun haluttuna kalastuskohteina. Uusi kalastuslaki lähtee kalakantojen kestävä hoidon ajatuksesta ja tämä antaa hyvän pohjan tulevalle työlle ja tätä kehitystä viranomaisten tulisi edesauttaa.

Kalakantojen väistämättömältä näyttävän muutoksen vuoksi kaupallisesta näkökulmasta tulisi panostaa uusien kalalajien hyödyntämisen mahdollisuuksiin niin tuotekehittelyyn, kuin markkinoinninkin puolelta. Tällaista toimintaa on jo pienimuotoisesti aloitettukin.

Useat haastatellut korostivat kalatalouden olevan sopeutujan roolissa suurten muutosten paineissa, ilman suurta keinovalikoimaa sopeutumiseen. Tämän vuoksi asiantuntijat korostivat ilmastomuutoksen hillintään tähtäävän globaalin ilmastopöytäkirjan tärkeyttä, jottei sopeutumistoimiin olisi tarvetta ryhtyä.

Haastateltujen mainitsemat ilmastokestävyttä lisäävät toimenpiteet on koottu taulukkoon 9. Taulukossa on avattu myös toimenpiteen sisältöä ja nykyistä toteuttamisen tilaa sekä toimijoita, joille vastuu haastateltujen asiantuntijoiden mukaan kuuluu.

Taulukko 9. Haastateltavien mainitsemat toimenpiteet, joita tarvitaan ilmastonmuutoksen haitallisten vaikutusten ehkäisemiseksi. Taulukossa on lueteltu ne toimenpiteet, joita vähintään kaksi vastaajaa mainitsi.

Toimenpide	Sisältö	Toteutus	Toimija
Ympäristölupanormien muutos (kalanviljely)	Joustoja veden juoksumuutokseen, ruokintaan, väliaikaiseen suojapaikkaan ja tuotantoluvan sitominen esim. päästöihin ja keskiarvoon tietyllä ajanjaksolla vuosittaisen kiloperusteisen sijasta mahdollistaisi kalanviljelyn sopeutumisen muutokseen. Huomioitava myös sijoituspaikkojen ohjauksessa.	Ympäristönsuojelulain uudistus meneillään - esillä pienryhmissä, mutta ei päätöksiä. Vesiviljelystrategiassa sijoituspaikkojen ohjauksen periaatteita.	YM, AVIt, järjestöt, tuottajat
Tutkimustiedon kansantajuistaminen ja tiedon levittämiseen panostaminen	Tutkitun tiedon pitäisi saavuttaa toimijat paremmin ja olla kansatajuisempaa, jotta se voisi johtaa toimintaan. Tiedon levittämistä pitäisi myös tehostaa läpi koko toimijakentän.		MMM, YM, järjestöt
Tutkimukseen ja seurantoihin panostaminen	Tutkimustietoa tarvitaan lisää ilmastonmuutoksen vaikutuksista kalakajistoon. Arvioita ja mallinnusta vaikutuksista varautumistoimien tueksi. Seurantatiedot ovat olennainen osa muutoksen seuraamista.	Tutkimusta ja seurantoja tehdään, mutta kokonaiskuva ei vielä hyvä. Seurantoihin pitäisi ottaa uusia lajeja (esim. made).	Luke, Evira
Teknologioiden kehittämisen ja innovaatioiden tukeminen	Ratkaisuja tarvitaan prosessiteollisuuden päästöjen ja kalastuksen energiankäytön vähentämiseen (ilmastonmuutoksen hillintä). Uusia innovaatioita kalastusvälineiden kestävyyslisäämiseksi.	Uutta teknologiaa otetaan käyttöön kun luvassa kustannussäästöjä. Kalatalous ei kehity, vaan ottaa käyttöön.	
Kalapolitiikan ja perinteiden muutos	Istutuksista luopuminen, alamittojen kunnioittaminen, kalojen luonnollisen lisääntymisen ja sopeutumisen mahdollistaminen.	Uusi kalastuslaki antaa jo välineitä, ajatustavan muutos 15 vuoden aikana tähän suuntaan.	MMM, YM, kv. yhteistyö, järjestöt, kalastajat
Globaalit hillintätoimenpiteet	Ilmastonmuutoksen hillintä vähentää luonnon systeemeistä riippuvaisen kalatalouden sopeutumistarvetta.		Hallitus, kv. yhteistyö
Vesistöjen suojelu	Suojelutoimenpiteet ja vesistöjen ennallistaminen.		kansalaiset, kalastuskunnat, SYKE, AVIt, Kv. yhteistyö

Haastatteluissa kysyttiin erikseen toimia, joita viranomaiset voisivat tehdä kalatalouden ilmastonmuutokseen sopeutumisen edistämiseksi. Yllä olevassa taulukossa esitettyjen toimenpiteiden lisäksi toivottiin hanketta liittyen jäällä liikkumiseen heikkenevissä jääolosuhteissa, yritysten ja tutkimusmaailman yhteistyön tukemista, investointivarojen lisäämistä ja erilaisia rahoitusjärjestelyjä, harrastuskalastajille suunnattua kalahavaintojen ilmoittamisalustaa sekä sopeutumistoimien liittämistä osaksi kalastusneuvontaa.

7.5.3. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelmat ja esteet

Kalatalouden toimialalla ei ole juurikaan konkreettisia toimia sisältäviä suunnitelmia ilmastonmuutokseen sopeutumiselle, eikä asiaa käsitellä osana muita strategioita valtionhallintoa lukuun ottamatta. Kalanviljelyn puolella tehdään järjestötasolla tulevaisuuteen kohdistuvia riskianalyysyjä, joissa huomioidaan erilaisia muutostrendejä. Uuden kalastuslain voimaantulon myötä kalastusalueiden tulee päivittää käyttö- ja hoitosuunnitelmat, tässä yhteydessä olisi hyvä pohtia myös ilmastonmuutoksen vaikutuksia.

Ilmastonmuutokseen sopeutumisen suurimpina esteinä haastatellut pitivät asenteita ja totuttuja toimintatapoja. Uusien kalojen käyttöönotto ruuaksi (esim. särkikalat), kalastusmenetelmien muutos sekä kalastuksen sääntelyn muutokset ja vesiensuojelun lisääminen vaatisivat haastateltujen mielestä eri toimijoiden asennemuutosta. Pitkään jatkuneella istutustoiminnalla on vahva kannatus kalastuspiireissä, joissa aluetason päätöksiä tehdään. Haastateltavat mainitsivat, että kalastajat pitävät mielellään kiinni opituista perinteistä ja mielellään kalastetaan niin kuin aina ennenkin on tehty. Huono taloudellinen tilanne, lupanormien joustamattomuus sekä tutkimustiedon puute ja ilmastonmuutokseen liittyvät epävarmuudet nousivat myös esiin sopeutumista estävinä tekijöinä. Ammattikalastajien keski-ikä on suhteellisen korkea, eikä yrittäjillä välttämättä ole enää kannustimia pitkän aikavälin suunnitelmien laatimiseen tai mahdollisuuksia suuriin investointeihin, joita tulevat ilmasto-olosuhteet mahdollisesti vaativat.

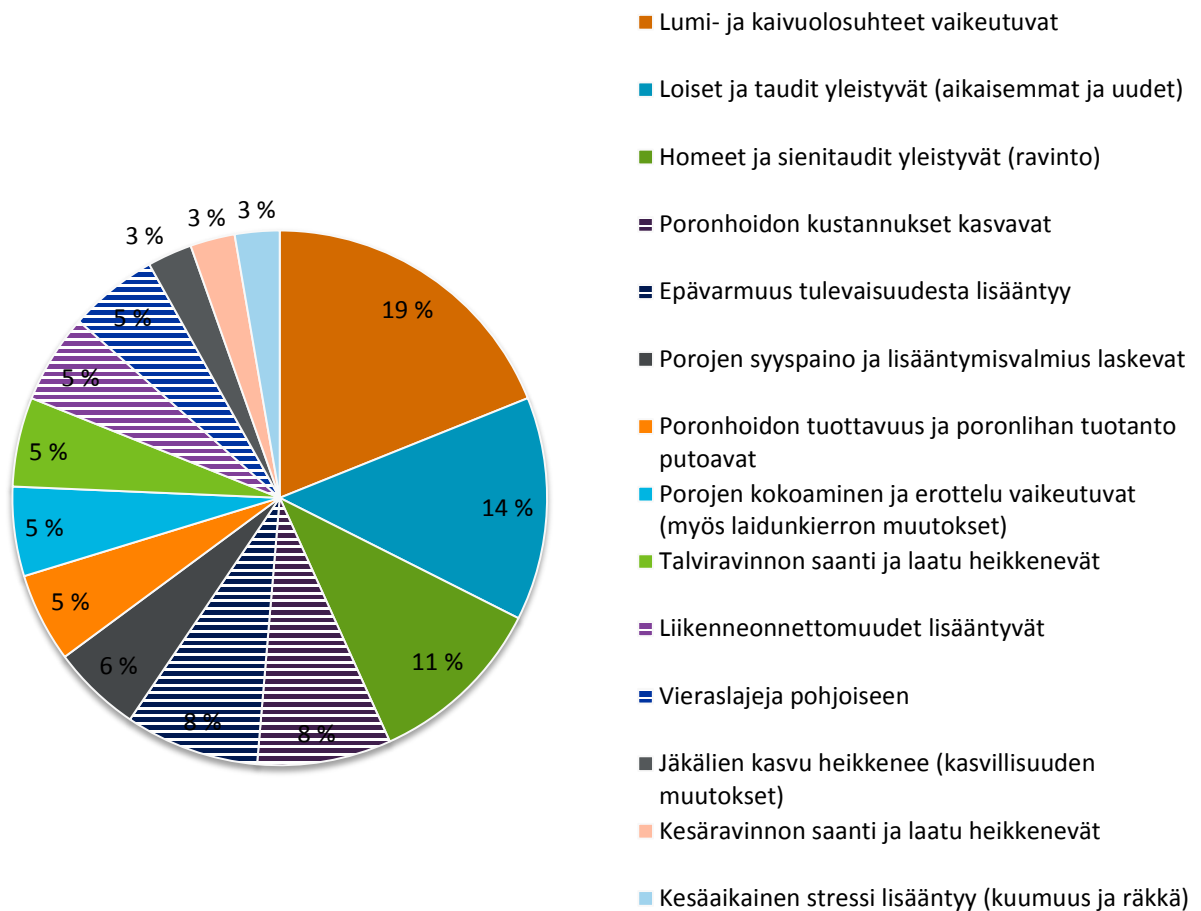
7.6. Porotalous

7.6.1. Muutoksia porojen ravinnonsaannissa

Porotalouden kohdalla haastateltiin 7 asiantuntijaa, jotka edustivat Saamelaiskäräjiä, Paliskuntain yhdistystä, Eviraa ja Lapin ELY-keskusta sekä kolmea paliskuntaa. Muiden sektoreiden tapaan porotalouden kohdalla ilmastonmuutokseen liittyy paljon epävarmuuksia ja epätietoisuutta. Kaikki haastatellut poroasiantuntijat mainitsivat ilmastonmuutoksen haitalliseksi vaikutukseksi lumi- ja kaivuolosuhteiden vaikeutumisen. Lumen puuttuessa jäkälä jäätyy eivätkä porot saa ravintoa. Ravinnon puute saa porot vaeltamaan pitkiäkin matkoja, mikä taas vie energiaa ja aiheuttaa onnettomuuksia liikenteessä. Jäätalvia on ollut viime vuosina useita. Useissa paliskunnissa on turvauduttu talviruokintaan jo pitkään mutta toisissa poroja hätäröökataan vain äärimmäisessä tarpeessa ja pyritään pitämään eläimet laidunruokinnassa niin pitkälle kuin mahdollista. Ilmaston lämpeneminen muuttaa myös tunturikasvustoa ja sammatet sekä jäkälät alkavat korvautua heinillä ja varvuilla.

Loisten ja tautien yleistyminen tuli esille useassa haastattelussa ja kesien lämpeneminen tulevaisuudessa pahentaa ongelmia. Myös maan homehtuminen ja sienitaudit tulivat esille ilmastonmuutoksen haitallisina vaikutuksina. Useat homelajit ja –kannat muodostavat mykotoksiineja, jotka puolestaan aiheuttavat porolle yleistä vastustuskyvyn laskua ja haavaumia suuhun. Uusien eläinlajien saapuminen pohjoiseen huolettaa, esimerkkeinä shakaali ja villisika. Uusien eläinlajien tulo poroalueille voi tarkoittaa monenlaisia haitallisia vaikutuksia, joista ei vielä ole riittävästi tietoa. Petokantojen lisääntyminen aiheuttaa jatkuvaa harmia poronhoidolle.

Haastatteluissa kävi ilmi, että ilmastonmuutos ei ole Pohjois-Suomessa niinkään tulevaisuutta, vaan vaikutukset ovat jo nähtävissä. Useat porotalouteen kohdistuvat ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset liittyvät juuri porojen ravinnonsaantiin ja hyvinvointiin mikä taas heijastuu suoraan porotalouden kannattavuuteen. Osa haastatelluista pohtikin elinkeinon kannattavuuden laskua olosuhteiden huononemisen ja kustannusten nousun vuoksi. Tämä aiheuttaa huolta ja epävarmuutta tulevaisuudesta niin nykyisten poroisäntien, kuin nuoremmankin sukupolven keskuudessa. Saamelaiskulttuuri perustuu poronhoitoon ja sen toimintaedellytysten heikentyessä vaarantuu myös koko saamelaiskulttuurin olemassaolo. Merkkejä on jo havaittavissa, että perinteinen suutieto on menettämässä merkitystään, kun olosuhteet poikkeavat paljon totutuista. Ilmastonmuutos merkitsee poronhoidon ennakoitavuuden vähenemistä. Haitallisia vaikutuksia on koottu kuvaan 6 prosenttiosuuk-sina kaikista mainituista haitallisista vaikutuksista.



Kuva 6. Tutkijoiden ja haastateltavien esiin nostamat ilmastonmuutoksen aiheuttamat haitalliset vaikutukset. Rasterilla merkityt vaikutukset nousivat esiin haastatteluista. Prosenttiosuudet kertovat kuinka usein kyseinen vaikutus tunnistettiin haastatteluissa.

Ilmastonmuutoksen mukanaan tuomina mahdollisuuksina haastatellut näkivät talviajan pituuden lyhentymisen, jolloin ravinnon saanti helpottuu ja vasominen tapahtuu sulan maan aikaan ja edesauttaa emän ja vasan selviytymistä.

7.6.2. Laidunalueiden yhtenäisyys ja tutkimus tarpeellista

Usea haastateltu asiantuntija toi esiin, että laajat yhtenäiset ja monipuoliset laidunalueet ovat elinehto poron selviytymiselle ja muutoksiin sopeutumiselle. Laajat laidunalueet mahdollistavat laidunkierron, jonka seurauksena laitumet pysyvät hyvässä kunnossa. Paliskuntien sisäinen laidunkiertojen suunnittelu ja muuttaminen mainittiin useammassa haastattelussa tärkeäksi porotalouden ilmastokestävyyttä parantavaksi toimenpiteeksi. Porotalous olisi tärkeää huomioida maankäyttöä koskeissa ratkaisuissa, jotta laitumien pirstaloituminen saataisiin estettyä. Ympäristönsuojelualueet ovat merkittävä yhtenäisten laidunalueiden ylläpitäjä ja ympäristöarvoista tulisi pitää jatkossakin kiinni. Erityisesti sydäntalven laidunrauha nähtiin tärkeänä poron selviytymisen kannalta. Tällä hetkellä poron laidunalueilla on monenlaisia maankäyttöpaineita, jotka tuovat epävarmuutta tulevaisuuteen. Porotalouden huomioiminen suunnittelussa on viime aikoina edistynyt ja neuvotteluyhteydet etenkin metsätalouden suuntaan ovat parantuneet.

Haastatteluissa nousi esiin myös tutkimukseen panostaminen poron terveyteen ja ravintoon sekä ilmastonmuutoksen vaikutuksiin liittyen. Näistä teemoista on vielä hyvin vähän tietoa, eikä alan tutkijoita ole kovinkaan paljon. Porojen terveyteen panostaminen nousi esiin myös omana kohtanaan ja erityisesti porojen loislääkintä ja rokotukset voivat tulla entistä ajankohtaisimmaksi lämpenemisen seurauksena.

Porotalouden ilmastokestävyyttä lisääviä toimenpiteitä olivat lisäksi saamelaiskulttuurin huomiointi lainsäädännössä, strategioiden toimeenpano suunnittelun sijaan, vieraslajien torjuminen, rahoitusjärjestelmien kehittäminen porotaloutta tukevaksi sekä perinteisen tietotaidon siirtäminen vanhemmilta poroisänniltä nuoremmalle sukupolvelle. Eniten mainittuja toimenpiteitä on avattu taulukossa 10.

Yllä lueteltujen toimenpiteiden lisäksi viranomaiset voisivat edistää porotalouden sopeutumista ilmastonmuutokseen huolehtimalla laidunalueiden kestävästä laiduntamisesta, petopolitiikkaa muuttamalla, tukemalla hätäruokintaa ja laidunkiertojärjestelmien rakentamista sekä ottamalla poromiehet mukaan laidunalueiden maankäyttöä ja porotaloutta koskeviin prosesseihin jo niiden alkuvaiheissa.

Taulukko 10. Haastateltavien mainitsemat toimenpiteet, joita tarvitaan ilmastonmuutoksen haitallisten vaikutusten ehkäisemiseksi porotaloudessa. Taulukossa on lueteltu ne toimenpiteet, joita vähintään kaksi vastaajaa mainitsi.

Toimenpide	Sisältö	Toteutus	Toimija
Yhtenäisten laidunalueiden säilyttäminen	Laajat ja monipuoliset laidunalueet tärkeitä poron selviytymiselle etenkin talvella.	Laidunalueet suojelualueilla hyvät. Valtaosa poronhoidosta kuitenkin talousmetsissä tai muussa talouskäytössä olevilla alueilla, joissa kovat maankäyttöpaineet.	Poliitikot, MMM, Metsähallitus, paliskunnat
Tutkimukseen panostaminen	Tutkimustietoa ilmastonmuutoksen vaikutuksista arktiseen luontoon, homeista ja mykotoksiineista sekä porojen terveydestä.	Porotutkimusta tehdään vähän ja Suomen oloista entistä vähemmän.	MMM, viranomaiset (rahoitus), Luke, yliopistot
Porotalouden huomioiminen maankäyttöä ohjaavassa lainsäädännössä	Eryityisesti kaivos- ja metsähallituslain soveltamisessa, jottei laidunalueet pirstaloitu.	Huomioiminen suunnittelussa parantunut. Käytännön toteutus eri asia. Neuvotteluyhteydet metsäteollisuuteen parantuneet.	MMM, Metsähallitus, Saamelaiskäräjät, paliskunnat
Vieraslajien leviämisen estäminen	Kasvit ja eläimet. Laitumien heinittyminen syrjäyttää jäkälää. Uusien petojen ja hyönteisten leviäminen pohjoiseen.		
Rahoitusjärjestelmien kehittäminen	Paimennustuki, uusi rakennetukilaki.		Viranomaiset
Ympäristönsuojelu	Vanhon metsien sekä koskien suojelu muulta maankäytöltä.		Poliitikot, YM, MMM, viranomaiset
Porojen terveyden edistäminen	Turvallinen ravinto, loislääkintä ja rokotukset. Tutkimustarpeita näiden edistämiseksi.		Poromiehet, viranomaiset, MMM, Luke, yliopistot
Laidunkiertojen muuttaminen	Paliskuntien sisäiset kierrot toimimaan, jottei ylilaidunneta.	Varaudutaan pitämällä talvi- ja kesälaitumet erillään jos vaan mahdollista. Pienemmissä paliskunnissa ongelmallisempaa.	Paliskunnat

7.6.3. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen suunnitelmat ja esteet

Uuden Saamelaiskäräjien vaalikauden toimintaohjelmaan on kirjattu ilmastonmuutosstrategian tekeminen. Vaikka porotaloudessa muuten ei olekaan varsinaisia ilmastonmuutokseen sopeutumisen strategia-asiakirjoja, on varautuminen jo muuttuneisiin olosuhteisiin koko ajan suunnittelussa mukana. Käytännön tasolla tämä näkyy erityisesti laidunsuunnittelun yhteydessä.

Porotalouden kohdalla ilmastonmuutokseen sopeutumisen esteet liittyvät jo yllä kuvattuihin paineisiin käyttää laidunalueita muihin tarkoituksiin. Poro on sopeutuvainen eläin tiettyihin fysiologisiin reunaehtoihin saakka, mutta elintilan kaventuessa sopeutuminen ei ole enää mahdollista. Tutkimustiedon puute mainittiin myös sopeutumista estävänä tekijänä.

8. Suositukset

8.1. Maatalous

- 1. Maatalouden ilmastokestävyyttä tulee parantaa lisäämällä varautumista säävaihteluun ja ääri-ilmiöihin.**

Äärimmäisen poikkeuksellisiin sääilmiöihin voidaan varautua vain satovahinkovakuutuksilla (valtion satovahinkokorvausjärjestelmän jäätyä historiaan). Vakuutusten tarjonnan tulee olla kattavaa mm. korvattavien säähaittojen osalta (vakuutusyhtiöt). Myös viljelijä voi viljelytoimin ratkaisevasti vähentää säävaihtelun aiheuttamaa tuotantoepävarmuutta, erityisesti hyödyntämällä alueellisiin oloihin sopeutuneita lajeja ja kestäviä lajikkeita sekä monimuotoistamalla viljelyjärjestelmiä ja -kiertoja sekä huolehtimalla maan kunnosta (viljelijät, kasvinjalostus, erityisesti resilienssijalostus, tutkimus, politiikkaohjaus, kannustimet).

- 2. Maatalouden tulee ennakoiden varautua sadannassa tapahtuviin vuoden ja kasvukauden aikaisiin muutoksiin vesitalouden hallintajärjestelmiä kehittämällä sekä syyskylvöisten viljelykasvien viljelyn laajentamisedellytyksiä parantamalla.**

Lisääntyvä syys- ja talvisadanta lisää maan rakenneongelmien, eroosion sekä ravinne- ja torjunta-ainehuuhtoumien riskiä (viljelijät, tutkimus, teknologiayritykset (pk), kasvinjalostus, vakuutusyhtiöt, politiikkaohjaus). Toisaalta ankaroituvat kasvukauden aikaiset kuivuusjaksot nakertavat odotettavissa olevaa myönteistä satoisuuskehitystä (teknologiayritykset (pk), tutkimus, politiikkaohjaus ml. investointituet). Maaperän veden sitomis- ja läpäisyominaisuuksiin voidaan vaikuttaa lähes kaikilla viljelytoimenpiteillä, niiden ajoituksella ja käytetyllä teknologialla (viljelijät, teknologiayritykset, kasvinjalostus, politiikkaohjaus).

- 3. Kasvintuhoojariskien mittava kasvu tulee rajoittaa.**

Tärkeää ovat ennakointi ja torjuntamenetelmien kehittäminen (kemiallinen, biologinen, mekaaninen ym.) sekä vieraslajien maahantulon estäminen (tutkimus, alan yritykset, viranomaiset kuten Evira ja Tulli), kestävyysjalostus (kasvinjalostus, tutkimus) ja viljelyjärjestelmien monimuotoistaminen (viljelijät, kasvinjalostus, tutkimus, politiikkaohjaus, kannustimet).

8.2. Metsätalous

- 1. Kansainvälinen taimikauppa tulisi lopettaa.**

Ilmastonmuutoksen ja kaukokulkeutuvien vierastautien ja -tuholaisten yhteisvaikutuksen aiheuttaman riskin pienentämiseksi tulisi vähäisen taloudellisen kokonaisuhyödyn mutta suuren riskin metsänterveydelle aiheuttava kansainvälinen taimikauppa lopettaa. Maanomistajia tulisi kannustaa käyttämään vain Suomessa tuotettuja taimia.

- 2. Käytössä olevien metsänhoito-ohjeiden noudattaminen.**

Sään ääri-ilmiöistä aiheutuvia riskejä sekä tauti- ja hyönteistuhoja voidaan hillitellä noudattamalla käytössä olevia metsänhoito-ohjeita. Metsien uudistamisessa tulisi suosia kotimaisia lajeja ja välttää laajoja tasaikäisiä yhden puulajin metsiköitä. Lehtimetsien lisäämiseksi tulisi

hirvieläinkantojen säätelyssä ottaa aiempaa paremmin huomioon riistalajikohtaiset ja alueelliset tilanteet, jotta metsiä voidaan kaikkialla uudistaa myös lehtipuille.

3. Tutkimukseen ja seurantaan tulee panostaa.

Ajantasainen tieto metsien tilasta on edellytys tehokkaille metsänhoidollisille korjaustoimille. Metsäekosysteemin toiminnan ja terveydentilan monipuolinen tutkimus ja seuranta ovat ensiarvoisen tärkeitä, jotta muutokset todettaisiin varhaisessa vaiheessa. Metsäekosysteemiin vaikuttavien syy-seuraussuhteiden ymmärtäminen ovat edellytys sille, että riskeihin voidaan mukautua tarkoituksenmukaisesti mm. metsänhoidollisin keinoin.

4. Puunkorjuun sujuvuuden edellytyksistä ja alemman tieverkon kunnosta on pidettävä huolta.

Tasaisen puunkorjuun ja kuljetusten takaamiseksi routakauden vähentyessä ja märkien kausien lisääntyessä tulee pitää huolta ja kunnostaa tieverkosto metsäteitä myöten ympärivuoden ajettavaksi. Puunkorjuun mahdollistamiseksi ilman routaa pehmeillä mailla, tulee korjuukalustoa kehittää paremmin pehmeillä alustoilla toimivaksi ja toisaalta kehittää laskentamenetelmiä maaperän paikallisen kantavuuden ennustamiseksi toteutuneiden säiden ja sääennusteiden perusteella. Kantavuuden paikkatietoon perustuvien korjuureittien optimointijärjestelmien kehittämisellä voidaan vähentää maaperävaurioiden syntyä ja ohjata korjuu sopiviin kohteisiin säätilojen mukaan.

8.3. Riistatalous

1. Riistakantojen seuranta avainasemassa.

Riistalajien runsaudenmuutokset, uusien lajien levittäytyminen ja toisten väheneminen, voidaan dokumentoida vain jatkuvan, kattavan ja huolellisen kantojen seurannan avulla. Tällä hetkellä tilanne Suomessa on suhteellisen hyvä, mutta seurantojen kattavuudesta ei voida tinkiä yhtään. Valtaosan tiedosta keräävät metsästäjät vapaaehtoistyönä, ja on kaikin keinoin varmistettava, että kenttätöiden tekijöiden motivaatio säilyy korkeana. Jatkossa voimme saada lajeja, joiden runsauden seuranta ei onnistu olemassa olevilla menetelmillä vaan niille on kehitettävä omansa. Samoin lumipeitteen väheneminen voi vaikuttaa nisäkkäiden lumijälkilaskentojen toteuttamiseen. Kansainvälinen yhteistyö lähialueiden kanssa on välttämätöntä, eläimet eivät tunne valtakunnan rajoja.

2. Metsästyksen säätelyn säilyttävä huolellisena ja ajantasaisena.

Riistakantojen seurantojen tulokset tulee jatkossakin ottaa ajantasaisina huomioon mm. metsästyslupien ja metsästysaikojen määrittämisessä. Muuttuneissakin olosuhteissa pääperiaatteita ovat metsästettävien lajien elinvoimaisuus, metsästyksen kestävyys ja kantojen järkevä hyödyntäminen. Näiden toteutumisessa tarvitaan laaja-alainen, yhteinen käsitys ja tahotila. Riistapolitiikassa ylimpänä toteuttajina ovat maa- ja metsätalousministeriö sekä Suomen riistakeskus. Myös metsästysseuroilla on kokonaisuudessa oma vastuunsa ja myös yksittäisellä metsästäjällä.

3. *Tutkimukset kokonaisuuden ymmärtämiseksi välttämättömiä.*

Ilmastonmuutoksen lisäksi riistaeläinkantoihin vaikuttavat muutokset maankäytössä ja esimerkiksi metsä- ja maatalouden käytännöissä. Tutkimuksen pitäisi olla valppaana havainnoimassa, minkä lajien kohdalla muospaine on suuremmin ilmanmuutoksesta kuin (siitä riippumattoman) elinympäristön muutoksen vaikutusta. Näin lajien hoitotoimet sekä elinympäristöjen hoito ja ennallistaminen osataan kohdentaa parhaalla mahdollisella tavalla. Pätevät vastaukset näihin kysymyksiin vaativat nekin yhteistyötä lähialueiden kanssa.

8.4. Kalatalous

1. *Tutkimukseen, tiedon välittämiseen ja tuotekehitykseen tulisi panostaa.*

Koska kalatalous toimialana ei voi vaikuttaa ilmastonmuutokseen ilmiönä, sen on sopeuduttava. Ilmastonmuutoksen kalatalousvaikutuksiin liittyvän tutkimuksen turvaaminen ja tuotetun tiedon toimittaminen nopeasti ja ymmärrettävässä muodossa sekä kalataloushallinnolle että toiminnanharjoittajille epäilemättä auttaisi toimialan sopeutumista. Myös kalastus- ja kalanviljelyvälineistön tuotekehittämisessä pitäisi ottaa huomioon olosuhteiden muuttuminen ilmastonmuutoksen seurauksena.

2. *Siirtymistä istutuspainotteisesta kalavesien hoidosta kalojen luonnollista elinkiertoa, kasvua ja lisääntymistä painottavaan suuntaan ja alkuperäiskantojen suojeluun tulee tukea uudistetun kalastuslain hengen mukaisesti.*

Kalakantojen perinnöllisen monimuotoisuuden turvaaminen pitää yllä niiden luonnonvalinnan avulla tapahtuvaa sopeutumista muuttuviin olosuhteisiin.

3. *Kalataloudessa pitäisi hyödyntää uusia mahdollisuuksia olosuhteiden mukaan,* koska muutoksia kuitenkin vääjäämättä tapahtuu.

Esimerkiksi ilmastonmuutoksesta hyötyvien särkikaloiden käyttöä ihmisravintona tulee kehittää edelleen viimeaikaisista kokeiluista saatujen hyvien tulosten pohjalta.

4. *Ilmaston lämpenemisestä mahdollisesti hyötyvien arvokkaiden kalalajien, esim. kuha ja ahven, kalastuksen pitäisi olla kestävästi järjestettyä näiden lajien kantojen mahdollisimman hyvän tuottavuuden varmistamiseksi.*

5. *Kalankasvatuksessa tulisi siirtyä nykyistä joustavampaan kuormitusperusteiseen lupapolitiikkaan.*

Luvan perusteena olisi tietyn ajan (3-5 vuotta) keskimääräinen kuormitus. Tällöin – ilmastonmuutoksessa korostuvissa vaihtelevissa oloissa – pystyttäisiin käyttämään hyvien kasvatusvuosien tuotantopotentiaali ja kuittaamaan sillä huonompien vuosien heikkoa tulosta.

6. *Kalankasvatuksen sijainnin ohjauksessa sisäsaaristosta avomerren suuntaan tulee ottaa huomioon ilmastonmuutosskenaarioissa ennakoitu myrskysäiden lisääntyminen. Sisämaan kalankasvatuksessa pitäisi pyrkiä siihen, että viileää vettä olisi käytettävissä myös kesän kuivuus- ja hellekausina.*

8.5. Porotalous

- 1. Poronhoitomenetelmiä tulisi tarkastella ja kehittää paikallisiin olosuhteisiin, lähtökohtiin, traditioon, mahdollisuuksiin ja resursseihin perustuen.**

Poronhoidon omissa toimintamenetelmissä ja -tavoissa tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota kullekin alueelle ja erilaisissa tilanteissa parhaiten soveltuviin ja toimiviin poronhoitomenetelmiin, laidunten käyttötapoihin (laidunkiertojärjestelmät), poromääriin ja ruokinta- ja hoitotapoihin sekä porokannan rakenteeseen ja jalostukseen.

- 2. Poronhoidon muutoshaasteisiin, toimintamenetelmiin ja -tapoihin liittyvää tutkimus- ja kehittämistyötä tulisi käynnistää ja tehostaa samalla kun erilaisia toimintamalleja ja tukitoimia ongelmien välttämiseksi ja niistä selviytymiseksi olisi hyvä kehittää.**
- 3. Poronhoidon tarpeiden huomioiminen tulisi liittää entistä tiiviimmin metsätalouden ja muun maankäytön suunnitteluun.**
- 4. Porojen terveyteen liittyvää tutkimusta ja seuranta tulisi myös tehostaa sekä kehittää erilaisia toimintatapoja ja -malleja mahdollisesti puhkeaviin loisepidemioihin ja sairauksiin. Myös lois- ja tautitartuntojen ennalta ehkäisyä tulisi kehittää.**
- 5. Poronhoidon monipuolistumista tulee tukea.**

Esimerkiksi poronlihan suoramyyntin, lihatuotteiden jalostuksen, käsitöiden valmistuksen ja poromatkailun harjoittamisen tukeminen ja kehittäminen sekä monipuolisen yhteistoiminnan edistäminen muiden luontaiselinkeinojen kanssa tukevat poronhoito- ja maaseutuyhteisöjen taloudellista ja kulttuurista elinvoimaisuutta.

- 6. Saamelaisalueen poronhoidon perinteisiä menetelmiä tulee tukea.**

Saamelaisalueella poronhoito muodostaa yhden tärkeimmistä kivijaloista saamelaiskulttuurille, minkä vuoksi saamelaisalueen poronhoidon tukeminen, edistäminen ja kehittäminen erityisesti muuttuvissa ja epävarmoissa ympäristöolosuhteissa on entistä tärkeämpää.

Liite 1. Haastattelukysymykset

1. Minkälaisia haitallisia vaikutuksia ilmastonmuutos aiheuttaa maataloudelle? (nyt ja tulevaisuudessa)
2. Minkälaisia hyödyllisiä vaikutuksia ilmastonmuutos aiheuttaa maataloudelle? (nyt ja tulevaisuudessa)
3. Minkälaiset toimenpiteet parantavat maatalouden ilmastokestävyyttä?
Ilmastokestävyys = ratkaisut suunnitellaan ja toteutetaan ottaen huomioon ilmatoriskit ja niiden ehkäisy ja lieventäminen (haavoittuvuuden vähentäminen, sopeutumiskyvyn vahvistaminen).
4. Toteutetaanko näitä toimenpiteitä? Jos ei tällä hetkellä, milloin toimenpiteisiin tulisi ryhtyä?
5. Kenen toimenpiteitä pitäisi tehdä?
6. Tehdäänkö toimialallanne suunnitelmia ilmastonmuutoksen haitallisten vaikutusten varalle?
7. Jos toimialallanne on ilmastonmuutoksen haitallisiin vaikutuksiin sopeutumisen esteitä, mitä nämä ovat?
8. Minkälaiset viranomaisten toimet edistäisivät toimialanne sopeutumista ilmastonmuutoksen haitallisiin vaikutuksiin?
9. Muita ajatuksia tai kommentteja?

Viitteet

- (1) MMM. Kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumis suunnitelma 2022. 2014;5.
- (2) Sorvali J. Ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset ja toimialojen haavoittuvuus. 2013.
- (3) Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L, Hakala K, Ojanen H. Climate change and prolongation of growing season : changes in regional for field crop production in Finland. *Agricultural and Food Science* 2009;18:171-190.
- (4) Peltonen-Sainio P, Hakala K, Jauhiainen L, Ruosteenoja K. Comparing regional risks in producing turnip rape and oilseed rape - Impacts of climate change and breeding. *Acta Agriculturae Scandinavica: Section B, Soil & Plant Science* 2009;59:129-138.
- (5) Kaukoranta T, Tahvonen R, Ylämäki A. Climatic potential and risks for apple growing by 2040. *Agricultural and Food Science* 2010;19:144-159.
- (6) Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L, Palosuo T, Hakala K, Ruosteenoja K. Rainfed crop production challenges under European high latitude conditions. *Regional Environmental Change* 2016;DOI:10.1007/s10113-015-0875-1.
- (7) Peltonen-Sainio P, Hakala K, Jauhiainen L. Climate-induced overwintering challenges for wheat and rye in northern agriculture. *Acta Agriculturae Scandinavica: Section B, Soil & Plant Science* 2011;61:75-83.
- (8) Elsgaard L, Borgesen CD, Olesen JE, Siebert S, Ewert F, Peltonen-Sainio P, et al. Shifts in comparative advantages for maize, oat and wheat cropping under climate change in Europe. *Food Additives & Contaminants Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment* 2012;29:1514-1526.
- (9) Rötter RP, Palosuo T, Pirttioja NK, Dubrovsky M, Salo T, Fronzek S, et al. What would happen to barley production in Finland if global warming exceeded 4°C? A model-based assessment. *European Journal of Agronomy* 2011;35:205-214.
- (10) Peltonen-Sainio P. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen maa- ja elintarviketaloudessa. IL-MASOPU-hankkeen loppuraportti. 2009.
- (11) Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L. Lessons from the past in weather variability: sowing to ripening dynamics and yield penalties for northern agriculture from 1970 to 2012. *Regional Environmental Change* 2014;14:1505-1516.
- (12) Kaukoranta T, Hakala K. Impact of spring warming on sowing times of cereal, potato and sugar beet in Finland. *Agricultural and Food Science* 2008;17:165-176.
- (13) Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Niemi, J., Hakala, K., Sipiläinen, T. Do farmers rapidly adapt to past growing conditions by sowing different proportions of early and late maturing cereals and cultivars? *Agricultural and Food Science* 2013;22(3).
- (14) Meybeck A, Lankoski J, Redfern S, Azzu N, Getz V, editors. Crop production in a northern climate. Proceedings of a Joint FAO/OECD Workshop, Building Resilience to Climate Change in the Agriculture Sector; 2012.

- (15) Ruuhela R. Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan varautua? Yhteenvedo suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla. ISTO-tutkimusohjelman loppuraportti. 2011;6.
- (16) Kuusisto E, Kauppi L, Heikinheimo P. Ilmastonmuutos ja Suomi, Suomalainen ilmakehänmuutosten tutkimusohjelma (SILMU). Yliopistopaino, Helsinki. 1996:265 p.
- (17) Jäger J, Cramer W, Hordijk L, Sarukhan J. Finnish Global Change Research Programme FIGARE. Evaluation report. Publications of the Academy of Finland 2003;7/03.
- (18) Hildén M, Lehtonen H, Bärlund I, Hakala K, Kaukoranta T, Tattari S. The practice and process of adaptation in Finnish agriculture. FINADAPT Working Paper 5. Finnish Environment Institute Mimeo-graphs 2005;335:28 p.
- (19) Molarius R, Keränen J, Jylhä K, Sarlin T, Laitila A. ELICLIMATE-hankkeen loppuraportti; Suomen elintarviketuotannon turvallisuuden haasteita muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa. 2010.
- (20) Alakukku L, Peltonen-Sainio P. Peltoviljelyn vesitalouden hallinnan käytännön toimet energian ja ravinteiden käytön tehostamiseksi ilmaston muuttuessa. VEHMAS-hankkeen loppuraportti. 2014:15 p.
- (21) Peltonen-Sainio P. Kotimaisen valkuaisomavaraisuuden parantaminen globaalimuutosten paineessa. OMAVARA-hankkeen loppuraportti. 2013.
- (22) Ollikainen M, Järvelä M, Peltonen-Sainio P, Grönroos J, Lötjönen S, Kortetmäki T, et al. Ympäristöllisesti ja sosiaalisesti kestävä ilmastopolitiikka maataloudessa. 2014.
- (23) Juhola S, Kokko K, Ollikainen M, Peltonen-Sainio P, Haanpää S, Seppälä J, et al. Ilmastonmuutoksen riskit, kustannukset ja vastuut: tapaustarkastelussa sato- ja tulvavahingot. 2016.
- (24) Asseng S, Ewert F, Rosenzweig C, Jones JW, Hatfield JL, Ruane AC, et al. Uncertainty in simulating wheat yields under climate change. *Nature Climate Change* 2013;3:827-832.
- (25) Asseng S, Ewert F, Martre P, Rötter RP, Lobell DB, Cammarano D, et al. Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature Climate Change* 2015;5:143-147.
- (26) Ewert F, Rötter RP, Bindi M, Webber H, Trnka M, Kersebaum KC, et al. Crop modelling for integrated assessment of risk to food production from climate change. *Environmental Modelling & Software* 2015;72:287-303.
- (27) Kollas C, Kersebaum KC, Nendel C, Manevski K, Müller C, Palosuo T, et al. Crop rotation modelling—A European model intercomparison. *European Journal of Agronomy* 2015;70:98-111.
- (28) Makowski D, Asseng S, Ewert F, Bassu S, Durand JL, Li T, et al. A statistical analysis of three ensembles of crop model responses to temperature and CO₂ concentration. *Agricultural and Forest Meteorology* 2015;214-215:483-493.
- (29) Martre P, Wallach D, Asseng S, Ewert F, Jones JW, Rötter R.P., et al. Multimodel ensembles of wheat growth: many models are better than one. *Global Change Biology* 2015;21:911-925.
- (30) Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L, Trnka M, Olesen JE, Calanca P, Eckersten H, et al. Coincidence of variation in yield and climate in Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 2010;139:483-489.

- (31) Olesen JE, Trnka M, Kersebaum KC, Skjelvåg AO, Seguin B, Peltonen-Sainio P, et al. Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy* 2011;34:96-112.
- (32) Trnka M, Olesen J, Kersebaum KC, Skjelvåg AO, Eitzinger J, Seguin B, et al. Agroclimatic conditions in Europe under climate change. *Global Change Biology* 2011;17:2298-2318.
- (33) Palosuo T, Kersebaum KC, Angulo C, Hlavinka P, Moriondo M, Olesen JE, et al. Simulation of winter wheat yield and its variability in different climates of Europe: A comparison of eight crop growth models. *European Journal of Agronomy* 2011;35:103-114.
- (34) Rötter RP, Palosuo T, Kersebaum KC, Angulo C, Bindi M, Ewert F, et al. Simulation of spring barley yield in different climatic zones of Northern and Central Europe: A comparison of nine crop models. *Field Crops Research* 2012;133:23-36.
- (35) Forsius M, Anttila S, Arvola L, Bergström I, Hakola H, Heikkinen HI, et al. Impacts and adaptation options of climate change on ecosystem services in Finland: a model based study. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2013;5:26-40.
- (36) Rankinen K, Peltonen-Sainio P, Granlund K, Ojanen H, Laapas M, Hakala K, et al. Climate change adaptation in arable land use, and impact on nitrogen load at catchment scale in northern agriculture. *Agricultural and Food Science* 2013;22:342-355.
- (37) Olesen JE, Borgesén CD, Elsgaard L, Palosuo T, Rotter RP, Skjelvåg AO, et al. Changes in time of sowing, flowering and maturity of cereals in Europe under climate change. *Food Additives & Contaminants Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment* 2012;29:1527-1542.
- (38) Parikka P, Hakala K, Tiilikkala K. Expected shifts in *Fusarium* species' composition on cereal grain in Northern Europe due to climate change. *Food Additives & Contaminants Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment* 2012;29:1543-1555.
- (39) Edwards S, Barrier-Guillot B, Clasen P-, Hietaniemi V, Pettersson H. Emerging issues of HT-2 and T-2 toxins in European cereal production. *World Mycotoxin Journal* 2009;2:173-179.
- (40) Ingvordsen CH, Backes G, Lyngkjær MF, Peltonen-Sainio P, Jensen JD, Jalli M, et al. Significant decrease in yield under future climate conditions: Stability and production of 138 spring barley accessions. *European Journal of Agronomy* 2015;63:105-113.
- (41) Ingvordsen C, Backes G, Lyngkjær M, Peltonen-Sainio P, Jahoor A, Mikkelsen T, et al. Genome-wide association study of production and stability traits in barley cultivated under future climate scenarios. *Molecular Breeding* 2015;35:1-14.
- (42) Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L, Hakala K. Crop responses to temperature and precipitation according to long-term multi-location trials at high-latitude conditions. *Journal of Agricultural Science* 2011;149:49-62.
- (43) Hakala K, Jauhiainen L, Himanen SJ, Rötter R, Salo T, Kahiluoto H. Sensitivity of barley varieties to weather in Finland. *Journal of Agricultural Science* 2012;150:145-160.
- (44) Himanen SJ, Hakala K, Kahiluoto H. Crop responses to climate and socioeconomic change in northern regions. *Regional Environmental Change* 2013;13(1):17-32.

- (45) Himanen S, Ketoja E, Hakala K, Rötter R, Salo T, Kahiluoto H. Cultivar diversity has great potential to increase yield of feed barley. *Agronomy for Sustainable Development* 2013;33:519-530.
- (46) Kahiluoto H, Kaseva J, Hakala K, Himanen SJ, Jauhiainen L, Rötter RP, et al. Cultivating resilience by empirically revealing response diversity. *Global Environmental Change Part A: Human & Policy Dimensions* 2014;25:186-193.
- (47) Mäkinen H, Kaseva J, Virkajärvi P, Kahiluoto H. Managing resilience of forage crops to climate change through response diversity. *Field Crops Research* 2015;183:23-30.
- (48) Liu X, Lehtonen H, Puroila T, Pavlova Y, Rötter R, Palosuo T. Dynamic economic modelling of crop rotations with farm management practices under future pest pressure. *Agricultural Systems* 2016;144:65-76.
- (49) Peltonen-Sainio P, Venäläinen A, Mäkelä HM, Pirinen P, Laapas M, Jauhiainen L, et al. Harmfulness of weather events and the adaptive capacity of farmers at high latitudes of Europe. *Climate Research* 2016;67:221-240.
- (50) Field CB, Barros V, Stocker TF, et al. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). : Cambridge University Press, New York, NY (United States); 2012.
- (51) Hakala K, Mela T. The effects of prolonged exposure to elevated temperatures and elevated CO₂ levels on the growth, yield and dry matter partitioning of field-sown meadow fescue. *Agricultural and Food Science in Finland* 1996;5:285-298.
- (52) Ylhäisi JS, Tietäväinen H, Peltonen-Sainio P, Venäläinen A, Eklund J, Räisänen J, et al. Growing season precipitation in Finland under recent and projected climate. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 2010;10:1563-1574.
- (53) Peltonen-Sainio P, Hannukkala A, Huusela-Veistola E, Voutilainen L, Niemi J, Valaja J, et al. Potential and realities of enhancing rapeseed- and grain legume-based protein production in a northern climate. *Journal of Agricultural Science* 2013;151:303-321.
- (54) Palosuo T, Rötter R, Salo T, Peltonen-Sainio P, Tao F, Lehtonen H. Effects of climate and historical adaptation measures on barley yield trends in Finland. *Climate Research* 2015;65:221-236.
- (55) Pirttioja N, Carter TR, Fronzek S, Bindi M, Hoffmann H, Palosuo T, et al. Temperature and precipitation effects on wheat yield across a European transect: a crop model ensemble analysis using impact response surfaces. *Climate Research* 2015;65:87-105.
- (56) Tao F, Rötter RP, Palosuo T, Höhn J, Peltonen-Sainio P, Rajala A, et al. Assessing climate impacts on wheat yield and water use in Finland using a super-ensemble-based probabilistic approach. *Climate Research* 2015;65:23-37.
- (57) Peltonen-Sainio P, Pirinen P, Mäkelä HM, Hyvärinen O, Huusela-Veistola E, Ojanen H, et al. Spatial and temporal variation in weather events critical for boreal agriculture: I Elevated temperatures. *Agricultural and Food Science* 2016;25:44-56.
- (58) Peltonen-Sainio P, Pirinen P, Mäkelä HM, Ojanen H, Venäläinen A. Spatial and temporal variation in weather events critical for boreal agriculture: II Precipitation. *Agricultural and Food Science* 2016;25:57-70.

- (59) Peltonen-Sainio P, Pirinen P, Laapas M, Mäkelä HM, Ojanen H, Venäläinen A. Spatial and temporal variation in weather events critical for boreal agriculture: III Frost and winter time fluctuation. *Agricultural and Food Science* 2016;25:71-80.
- (60) Hannukkala AO, Kaukoranta T, Lehtinen A, Rahkonen A. Late-blight epidemics on potato in Finland, 1933–2002; increased and earlier occurrence of epidemics associated with climate change and lack of rotation. *Plant Pathology* 2007;56:167-176.
- (61) Jalli M, Laitinen P, Latvala S. The emergence of cereal fungal diseases and the incidence of leaf spot diseases in Finland. *Agricultural and Food Science* 2011;20:62-73.
- (62) Hakala K, Hannukkala A, Huusela-Veistola E, Jalli M, Peltonen-Sainio P. Pests and diseases in a changing climate a major challenge for Finnish crop production. *Agricultural and Food Science* 2011;20:3-14.
- (63) Hannukkala A. Examples of alien pathogens in Finnish potato production their introduction, establishment and consequences. *Agricultural and Food Science* 2011;20:42-61.
- (64) Lemmetty A, Laamanen J, Soukainen M, Tegel J. Emerging virus and viroid pathogen species identified for the first time in horticultural plants in Finland in 1997-2010. *Agricultural and Food Science* 2011;20:29-41.
- (65) Vänninen I, Worner S, Huusela-Veistola E, Tuovinen T, Nissinen A, Saikkonen K. Recorded and potential alien invertebrate pests in Finnish agriculture and horticulture. *Agricultural and Food Science* 2011;20:96-114.
- (66) Saikkonen K, Taulavuori K, Hyvönen T, Gundel PE, Hamilton CE, Vänninen I, et al. Climate change-driven species' range shifts filtered by photoperiodism. *Nature Climate Change* 2012;2:239-242.
- (67) Hyvönen T. Impact of temperature and germination time on the success of a C4 weed in a C3 crop : *Amaranthus retroflexus* and spring barley. *Weed Research* 2011;51:201-208.
- (68) Hyvönen T, Jalli H. Alien species in the Finnish weed flora. *Agricultural and Food Science* 2011;20:86-95.
- (69) Hyvönen T, Glemnitz M, Radics L, Hoffmann J. Impact of climate and land use type on the distribution of Finnish casual arable weeds in Europe. *Weed Research* 2011;51:201-208.
- (70) Peltonen-Sainio P, Niemi JK. Protein crop production at the northern margin of farming: to boost or not to boost. *Agricultural and Food Science* 2012;21(4):370-383.
- (71) Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L, Lehtonen H. Land use, yield and quality changes of minor field crops: Is there superseded potential to be reinvented in Northern Europe? *PLoS ONE* 2016;11(11).
- (72) Peltonen-Sainio P, Salo T, Jauhiainen L, Lehtonen H, Sieviläinen E. Static yields and quality issues: Is the agri-environment program the primary driver? *Ambio* 2015;44(6):544-556.
- (73) Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L, Alakukku L. Stakeholder perspectives for switching from rainfed to irrigated cropping systems at high latitudes. *Land Use Policy* 2015;42:586-593.

- (74) Peltonen-Sainio P, Laurila H, Jauhiainen L, Alakukku L. Proximity of waterways to Finnish farmlands and associated characteristics of regional land use. *Agric Food Sci* 2015;24:24-38.
- (75) Alakukku L. Persistence of soil compaction due to high axle load traffic. 1. Short-term effects on the properties of clay and organic soils. *Soil and Tillage Research* 1996(4):211-222.
- (76) Alakukku L. Persistence of soil compaction due to high axle load traffic. 2. Long-term effects on the properties of fine-textured and organic soils. *Soil and Tillage Research* 1996(4):223-238.
- (77) Alakukku L, Weisskopf P, Chamen WCT, Tijink FGJ, van dL, Pires S, et al. Prevention strategies for field traffic-induced subsoil compaction: a review: Part 1. Machine/soil interactions. *Soil and Tillage Research* 2003;73:145-160.
- (78) Palosuo T, Heikkinen J, Regina K. Method for estimating soil carbon stock changes in Finnish mineral cropland and grassland soils. *Carbon Management* 2015;6:207-220.
- (79) Heikkinen J, Ketoja E, Nuutinen V, Regina K. Declining trend of carbon in Finnish cropland soils in 1974-2009. *Global Change Biology* 2013;19:1456-1469.
- (80) Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L, Laitinen P, Salopelto J, Saastamoinen M, Hannukkala A. Identifying difficulties in rapeseed root penetration in farmers' fields in northern European conditions. *Soil Use Manage* 2011;27(2):229-237.
- (81) Bergström I, Mattsson T, Niemelä E, Vuorenmaa JV, Forsius M. Ekosysteemipalvelut ja elinkeinot – haavoittuvuus ja sopeutuminen muuttuvaan ilmastoon. VACCIA-hankkeen yhteenvetoraportti. *Suomen ympäristö* 2011;26/2011:74 p.
- (82) Bärlund I, Tattari S, Puustinen M, Koskiaho J, Yli-Halla M, Posch M. Soil parameter variability affecting simulated field-scale water balance, erosion and phosphorus losses. *Agricultural and Food Science* 2009;18:402-416.
- (83) Puustinen M, Turtola E, Kukkonen M, Koskiaho J, Linjama J, Niinioja R, et al. VIHMA—A tool for allocation of measures to control erosion and nutrient loading from Finnish agricultural catchments. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 2010;138:306-317.
- (84) Hyytiäinen K, Niemi JK, Koikkalainen K, Palosuo T, Salo T. Adaptive optimization of crop production and nitrogen leaching abatement under yield uncertainty. *Agricultural Systems* 2011;104:634-644.
- (85) Niero M, Ingvorsen CH, Peltonen-Sainio P, Jalli M, Lyngkjær MF, Hauschild MZ, et al. Eco-efficient production of spring barley in a changed climate: A Life Cycle Assessment including primary data from future climate scenarios. *Agricultural Systems* 2015;136:46-60.
- (86) Liu X, Lehtonen H, Puroila T, Pavlova Y, Rötter R, Palosuo T. Dynamic economic modelling of crop rotations with farm management practices under future pest pressure. *Agricultural Systems* 2016;144:65-76.
- (87) Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L, Alakukku L. Stakeholder perspectives for switching from rainfed to irrigated cropping systems at high latitudes. *Land Use Policy* 2015;42:586-593.

- (88) Luke. Metinfo. Available at: <http://www.metla.fi/metinfo/kestavyys/c1-age-structure.htm>. 12.2.2017.
- (89) Henttonen H, Nöjd P, Mäkinen H. Environment-induced growth changes in the Finnish forests during 1971–2010 –an analysis based on National Forest Inventory. *Forest Ecology and Management* 2016.
- (90) Salminen H, Jalkanen R. Modelling the effect of temperature on height increment of Scots pine at high latitudes. *Silva Fenn* 2005;39(4):497-508.
- (91) Salminen H, Jalkanen R, Lindholm M. Summer temperature affects the ratio of radial and height growth of Scots pine in northern Finland. *Ann For Sci* 2009;66(8):810p1-810p9.
- (92) Henttonen HM, Mäkinen H, Heiskanen J, Peltoniemi M, Laurén A, Hordo M. Response of radial increment variation of Scots pine to temperature, precipitation and soil water content along a latitudinal gradient across Finland and Estonia. *Agric For Meteorol* 2014;198:294-308.
- (93) Kellomäki S, Peltola H, Nuutinen T, Korhonen KT, Strandman H. Sensitivity of managed boreal forests in Finland to climate change, with implications for adaptive management. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 2008;363(1501):2341-2351.
- (94) Kallio M, Salminen O, Sievänen R. Low Carbon Finland 2050 –platform: skenaariot metsäsektorille. 2014;Metlan työraportteja 308.
- (95) Koponen K, Sokka L, Salminen O, Sievänen R, Pingoud K, Ilvesniemi H, et al. Sustainability of forest energy in Northern Europe. 2015;VTT Technology 237.
- (96) Müller M, Hantula J, Henttonen H, Huitu O, Kaitera J, Matala J, et al. Metsien terveys. In: Asikainen A, Ilvesniemi H, Sievänen R, Vapaavuori E, Muhonen T, editors. *Bioenergia, ilmastonmuutos ja Suomen metsät*. Metlan työraportteja 240 ed. Helsinki: Metla; 2012. p. 120-153.
- (97) Work TT, McCullough DG, Cavey JF, Komsa R. Arrival rate of nonindigenous insect species into the United States through foreign trade. *Biol Invasions* 2005;7(2):323-332.
- (98) Liebhold AM, Brockerhoff EG, Garrett LJ, Parke JL, Britton KO. Live plant imports: The major pathway for forest insect and pathogen invasions of the US. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2012;10(3):135-143.
- (99) Eschen R, Holmes T, Smith D, Roques A, Santini A, Kenis M. Likelihood of establishment of tree pests and diseases based on their worldwide occurrence as determined by hierarchical cluster analysis. *For Ecol Manage* 2014;315:103-111.
- (100) Santini A, Ghelardini L, De Pace C, Desprez-Loustau ML, Capretti P, Chandelier A, et al. Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe. *New Phytol* 2013;197(1):238-250.
- (101) Himanen K, Müller M. Siemenlevintäinen *Diplodia sapinea*-sieni havaittu ensi kertaa Suomessa. *Kasvinsuojelulehti* 2016;4:119-123.

- (102) Kellomäki S, Maajärvi M, Strandman H, Kilpeläinen A, Peltola H. Model computations on the climate change effects on snow cover, soil moisture and soil frost in the boreal conditions over Finland. *Silva Fenn* 2010;44(2):213-233.
- (103) Gregow H, Peltola H, Laapas M, Saku S, Venäläinen A. Combined occurrence of wind, snow loading and soil frost with implications for risks to forestry in Finland under the current and changing climatic conditions. *Silva Fenn* 2011;45(1):35-54.
- (104) Peltola H, Ikonen V-, Gregow H, Strandman H, Kilpeläinen A, Venäläinen A, et al. Impacts of climate change on timber production and regional risks of wind-induced damage to forests in Finland. *For Ecol Manage* 2010;260(5):833-845.
- (105) Mäkinen H, Nöjd P, Mielikäinen K. Climatic signal in annual growth variation in damaged and healthy stands of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] in southern Finland. *Trees - Structure and Function* 2001;15(3):177-185.
- (106) Mäkinen H, Nöjd P, Jyske T, Mielikäinen K, Kalliokoski T, Repo T, et al. Kuusen kasvu muuttuvassa ilmastossa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2012(4):307-311.
- (107) Kilpeläinen A, Kellomäki S, Strandman H, Venäläinen A. Climate change impacts on forest fire potential in boreal conditions in Finland. *Clim Change* 2010;103(3):383-398.
- (108) Mäkelä HM. Estimates of past and future forest fire danger in Finland from a climatological viewpoint. 2015;Contributions 112.
- (109) Asikainen A, Ilvesniemi H, Sievänen R, Vapaavuori E, Muhonen T editors. Bioenergia, ilmastonmuutos ja Suomen metsät. *Metlan työraportteja* 240 ed. Helsinki; 2012.
- (110) Parviainen J, Vapaavuori E, Mäkelä A editors. Finland's Forests in Changing Climate. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 159 ed.: Finnish Forest Research Institute; 2010.
- (111) Peltoniemi M, Neuvonen S, Lehtonen A, Härkönen S, Kalliokoski T, Sirkiä S, et al. Climate change induced drought effects on forest growth and vulnerability CLIMFORISK. 2015.
- (112) Keskitalo ECH, Bergh J, Felton A, Björkman C, Berlin M, Axelsson P, et al. Adaptation to climate change in Swedish forestry. *Forests* 2016;7(2).
- (113) Müller MM, Sievänen R, Beuker E, Meesenburg H, Kuuskeri J, Hamberg L, et al. Predicting the activity of *Heterobasidion parviporum* on Norway spruce in warming climate from its respiration rate at different temperatures. *For Pathol* 2014;44(4):325-336.
- (114) Müller MM, Hamberg L, Kuuskeri J, Laporta N, Pavlov I, Korhonen K. Respiration rate determinations suggest *Heterobasidion parviporum* subpopulations have potential to adapt to global warming. *For Pathol* 2015;45(6):515-524.
- (115) Linares JC, Camarero JJ, Bowker MA, Ochoa V, Carreira JA. Stand-structural effects on *Heterobasidion abietinum*-related mortality following drought events in *Abies pinsapo*. *Oecologia* 2010;164(4):1107-1119.
- (116) Piri T, Valkonen S. Incidence and spread of *Heterobasidion* root rot in uneven-aged Norway spruce stands. *Canadian Journal of Forest Research* 2013;43(9):872-877.

- (117) Cohen WB, Yang Z, Stehman SV, Schroeder TA, Bell DM, Masek JG, et al. Forest disturbance across the conterminous United States from 1985-2012: The emerging dominance of forest decline. *For Ecol Manage* 2016;360:242-252.
- (118) Pavlov IN. Biotic and abiotic factors as causes of coniferous forests dieback in Siberia and Far East. *Contemporary Problems of Ecology* 2015;8(4):440-456.
- (119) Tomppo E, Henttonen H, Tuomainen T. Valtakunnan metsien 8. inventoinnin menetelmä ja tulokset metsäkeskuksittain Pohjois-Suomessa 1992-94 sekä tulokset Etelä-Suomessa 1986-92 ja koko maassa 1986-94. *Metsätieteen aikakauskirja* 2001(1B):99-248.
- (120) Metsätalastollinen vuosikirja. 2014. Metla.
- (121) Metsätalastollinen vuosikirja. 2005. Metla.
- (122) Korhonen KT, Ihalainen A, Viiri H, Heikkinen J, Henttonen HM, Hotanen J, et al. Suomen metsät 2004-2008 ja niiden kehitys 1921-2008. *Metsätieteen aikakauskirja* 2013;3:269-333.
- (123) Herms DA, McCullough DG. Emerald ash borer invasion of north america: History, biology, ecology, impacts, and management. *Annual Review of Entomology* 2014;59:13-30.
- (124) Rizzo DM, Garbelotto M. Sudden Oak Death: Endangering California and Oregon Forest Ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2003;1(4):197-204.
- (125) Brasier CM. The biosecurity threat to the UK and global environment from international trade in plants. *Plant Pathol* 2008;57(5):792-808.
- (126) Gross A, Holdenrieder O, Pautasso M, Queloz V, Sieber TN. *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the causal agent of European ash dieback. *Molecular Plant Pathology* 2014;15(1):5-21.
- (127) Viherä-Aarnio A, Heikkilä R. Effect of the latitude of seed origin on moose (*Alces alces*) browsing on silver birch (*Betula pendula*). *For Ecol Manage* 2006;229(1-3):325-332.
- (128) Viherä-Aarnio A, Kostianen K, Piispanen R, Saranpää P, Vapaavuori E. Effects of seed transfers on yield and stem defects of silver birch (*Betula pendula* Roth). *For Ecol Manage* 2013;289:133-142.
- (129) Björklund C, Niemelä P editors. *Climate Change and Insect Pests*. UK: CAB International; 2015.
- (130) Roy BA, Güsewell S, Harte J. Response of plant pathogens and herbivores to a warming experiment. *Ecology* 2004;85(9):2570-2581.
- (131) Savage VM, Gillooly JF, Brown JH, West GB, Charnov EL. Effects of body size and temperature on population growth. *Am Nat* 2004;163(3):429-441.
- (132) Pouttu A, Annala E. 2010. Kirjanpainajalla kaksi sukupolvea kesällä 2010. *Metsätieteen aikakauskirja* 2010(4):521-523.
- (133) Nuorteva M, Nuorteva H. Hävinneeksi luokitellun koivutuholaisen, pulskamailapistiäisen massasiintymä Ylämaalla. *Metsätieteen aikakauskirja* 2007;3:316-313.

- (134) Virtanen T, Neuvonen S, Nikula A, Varama M, Niemelä P. Climate change and the risks of Neodiprion sertifer outbreaks on Scots pine. *Silva Fenn* 1996;30(2-3):169-177.
- (135) Austarå Ø, Orlund A, Svendsrud A, Veidahl A. Growth loss and economic consequences following two years defoliation of *Pinus sylvestris* by the pine sawfly *Neodiprion sertifer* in West-Norway. *Scand J For Res* 1987;2(1-4):111-119.
- (136) Nevalainen S, Sirkiä S, Peltoniemi M, Neuvonen S. Vulnerability to pine sawfly damage decreases with site fertility but the opposite is true with *Scleroderris* canker damage; results from Finnish ICP Forests and NFI data. *Ann For Sci* 2015;72(7):909-917.
- (137) Økland B, Netherer S, Marini L. The Eurasian spruce bark beetle: The role of climate. In: Björklund C, Niemelä P, editors. *Climate Change and Insect Pests*: CAB International, UK; 2015. p. 202-219.
- (138) Viiri H, Neuvonen S. Kirjanpainajasta on tullut pysyvä ongelma Suomen kuusimetsille – Mitä olisi tehtävä? *Kasvinsuojelulehti* 2016(2):57-61.
- (139) Vanhanen H, Veteli TO, Päivinen S, Kellomäki S, Niemelä P. Climate change and range shifts in two insect defoliators: Gypsy moth and nun moth - A model study. *Silva Fenn* 2007;41(4):621-638.
- (140) Moles AT, Bonser SP, Poore AG, Wallis IR, Foley WJ. Assessing the evidence for latitudinal gradients in plant defence and herbivory. *Funct Ecol* 2011;25(2):380-388.
- (141) Morrison WE, Hay ME. Are lower-latitude plants better defended? Palatability of freshwater macrophytes. *Ecology* 2012;93(1):65-74.
- (142) Pennings SC, Siska EL, Bertness MD. Latitudinal differences in plant palatability in atlantic coast salt marshes. *Ecology* 2001;82(5):1344-1359.
- (143) Heimonen K, Valtonen A, Kontunen-Soppela S, Keski-Saari S, Rousi M, Oksanen E, et al. Colonization of a host tree by herbivorous insects under a changing climate. *Oikos* 2015;124(8):1013-1022.
- (144) Heimonen K, Valtonen A, Kontunen-Soppela S, Keski-Saari S, Rousi M, Oksanen E, et al. Insect herbivore damage on latitudinally translocated silver birch (*Betula pendula*) – predicting the effects of climate change. *Climatic Change* 2015;131(2):245-257.
- (145) Virtanen T, Neuvonen S. Performance of moth larvae on birch in relation to altitude, climate, host quality and parasitoids. *Oecologia* 1999;120(1):92-101.
- (146) Neuvonen S, Tikkanen O. Metsätuholain aikarajat eivät riitä. *Metsälehti* 2014;11:25.
- (147) Neuvonen S, Tikkanen O, Viiri H. Neljä vuotta kansallista kirjanpainajaseurantaa – feromoniseurannan tulokset 2015 ja muita havaintoja. In: Nevalainen S, Pouttu A, editors. *Metsätuhot vuonna 2015*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 32/2016 ed.; 2016. p. 28-32.
- (148) Jactel H, Brockerhoff EG. Tree diversity reduces herbivory by forest insects. *Ecol Lett* 2007;10(9):835-848.
- (149) Castagneyrol B, Jactel H, Vacher C, Brockerhoff EG, Koricheva J. Effects of plant phylogenetic diversity on herbivory depend on herbivore specialization. *J Appl Ecol* 2014;51(1):134-141.

- (150) McWilliam A. Environmental Impact of Baculoviruses. 2003.
- (151) Neuvonen S, Viiri H. Varautuminen lisääntyviin hyönteistuhoriskeihin muuttuvassa maailmassa. Kasvinsuojelulehti 2015;48(4):108-111.
- (152) Renecker LA, Hudson RJ. Seasonal energy expenditures and thermoregulatory responses of moose. Can J Zool 1986;64(2):322-327.
- (153) Huitu O, Rousi M, Henttonen H. Integration of vole management in boreal silvicultural practices. Pest Manag Sci 2013;69(3):355-361.
- (154) K. Korpela. Biological interactions in the boreal ecosystem under climate change Jyväskylän yliopisto; 2014.
- (155) Jyske T, Holtta T, Mäkinen H, Nojd P, Lumme I, Spiecker H. The effect of artificially induced drought on radial increment and wood properties of Norway spruce. Tree Physiol 2010;30(1):103-115.
- (156) Linkosalo T, Heikkinen J, Pulkkinen P, Mäkipää R. Fluorescence measurements show stronger cold inhibition of photosynthetic light reactions in scots pine compared to Norway spruce as well as during spring compared to autumn. Frontiers in Plant Science 2014;5(JUN).
- (157) Sutinen S, Roitto M, Lehto T, Repo T. Simulated snowmelt and infiltration into frozen soil affected root growth, needle structure and physiology of Scots pine saplings. Boreal Environ Res 2014;19(4):281-294.
- (158) Kaakinen S, Kostianen K, Ek F, Saranpää P, Kubiske ME, Sober J, et al. Stem wood properties of *Populus tremuloides*, *Betula papyrifera* and *Acer saccharum* saplings after 3 years of treatments to elevated carbon dioxide and ozone. , 10: 1513–1525. doi:10.1111/j.1365-2486.2004.00814.x. Global Change Biology 2004;10(9):1513-1525.
- (159) Kilpeläinen A, Peltola H, Ryyppö A, Sauvala K, Laitinen K, Kellomäki S. Wood properties of Scots pines (*Pinus sylvestris*) grown at elevated temperature and carbon dioxide concentration. Tree Physiol 2003;23(13):889-897.
- (160) Kostianen K, Kaakinen S, Saranpää P, Sigurdsson BD, Linder S, Vapaavuori E. Effect of elevated [CO₂] on stem wood properties of mature Norway spruce grown at different soil nutrient availability. Global Change Biol 2004;10(9):1526-1538.
- (161) Mäkinen H, Saranpää P, Linder S. Effect of nutrient optimization on branch characteristics in *Picea abies* (L.) Karst. Scand J For Res 2001;16(4):354-362.
- (162) Mäkinen H. 2016. Henkilökohtainen tiedonanto.
- (163) Gange AC, Gange EG, Sparks TH, Boddy L. Rapid and recent changes in fungal fruiting patterns. Science 2007;316(5821):71.
- (164) Selås V, Sønsteby A, Heide OM, Opstad N. Climatic and seasonal control of annual growth rhythm and flower formation in *Vaccinium myrtillus* (Ericaceae), and the impact on annual variation in berry production. Plant Ecology and Evolution 2015;148(3):350-360.

- (165) Anadon-Rosell A, Rixen C, Cherubini P, Wipf S, Hagedorn F, Dawes MA. Growth and phenology of three dwarf shrub species in a six-year soil warming experiment at the alpine treeline. *PLoS ONE* 2014;9(6):1-9.
- (166) Taulavuori K, Laine K, Taulavuori E. Experimental studies on *Vaccinium myrtillus* and *Vaccinium vitis-idaea* in relation to air pollution and global change at northern high latitudes: A review. *Environ Exp Bot* 2013;87:191-196.
- (167) Vapaavuori E, Pulkkinen P, Haapanen M, Helmisaari H-, Ilvesniemi H, Korpela L, et al. Metsäpuiden ja -kasvien sopeutuminen nyt ja tulevaisuudessa. In: Asikainen A, Ilvesniemi H, Sievänen R, Vapaavuori E, Muhonen T, editors. *Bioenergia, ilmastonmuutos ja Suomen metsät. Metlan työraportteja 240 ed.: Metla; 2012. p. 97-120.*
- (168) Henttonen H, Huitu O, Ilvesniemi H, Matala J, Müller M, Mäkipää R, et al. Metsät vuonna 2042 eri skenaariovaihtoehdoissa. 2012;Metlan työraportteja 240.
- (169) Siitonen J. Monimuotoisuus. In: Asikainen A, Ilvesniemi H, Sievänen R, Vapaavuori E, Muhonen T, editors. *Bioenergia, ilmastonmuutos ja Suomen metsät. Metlan työraportteja 240 ed.: Metla; 2012. p. 154-163.*
- (170) Mazziota A, Mönkkönen M, Strandman H, Routa R, Tikkanen O-, Kellomäki S. Modeling the effects of climate change and management on the dead wood dynamics in boreal forest plantations. *European Journal of Forest Research* 2014;133(3):405-421.
- (171) Stephens PA, Mason LR, Green RE, Gregory RD, Sauer JR, Alison J, et al. Consistent response of bird populations to climate change on two continents. *Science* 2016;352(6281):84-87.
- (172) Fraixedas S, Lindén A, Lehikoinen A. Population trends of common breeding forest birds in southern Finland are consistent with trends in forest management and climate change. *Ornis Fenn* 2015;92(4):187-203.
- (173) Virkkala R. Long-term decline of southern boreal forest birds: consequence of habitat alteration or climate change? *Biodivers Conserv* 2016;25(1):151-167.
- (174) Pöyry J, Luoto M, Heikkinen RK, Kuussaari M, Saarinen K. Species traits explain recent range shifts of Finnish butterflies. *Global Change Biol* 2009;15(3):732-743.
- (175) Pennanen O, Mäkelä O. 2013. Raakapuukuljetusten kelirikkohaittojen vähentäminen. 2013;Metsätehon raportti 153.
- (176) Malinen J, Nousiainen V, Palojärvi K, Palander T. Prospects and challenges of timber trucking in a changing operational environment in Finland. *Croatian Journal of Forest Engineering* 2014;35(1):91-100.
- (177) Kokkila M. Ilmastonmuutoksen vaikutus puunkorjuun talvikauden korjuuoloihin hieno jakoisella kivennäismaalla. *Metsätieteen aikakauskirja* 2013;1:5-18.
- (178) Sirén M, Ala-Ilomäki J, Mäkinen H, Lamminen S, Mikkola T. Harvesting damage caused by thinning of Norway spruce in unfrozen soil. *International Journal of Forest Engineering* 2013 04/01;24(1):60-75.

- (179) Piri T, Sirén M, Hantula J. Kesähakkuiden vaikutukset metsien terveyteen. In: Piri T, Sirén M, Hantula J, editors. Kesähakkuiden vaikutukset metsien terveyteen. Metsäsektorin suhdannekatsaus 2008-2009; 2008. p. 56-57.
- (180) Gregow H, Ruosteenoja K, Pimenoff N, Jylhä K. Changes in the mean and extreme geostrophic wind speeds in Northern Europe until 2100 based on nine global climate models. *Int J Climatol* 2012;32(12):1834-1846.
- (181) Kilpeläinen A, Gregow H, Strandman H, Kellomäki S, Venäläinen A, Peltola H. Impacts of climate change on the risk of snow-induced forest damage in Finland. *Clim Change* 2010;99(1):193-209.
- (182) Lehtonen I, Kämäräinen M, Gregow H, Venäläinen A, Peltola H. Heavy snow loads in Finnish forests respond regionally asymmetrically to projected climate change. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 2016;16(10):2259-2271.
- (183) Sarkkola S, Nieminen M. Vesistöjen orgaanisen aineksen lisääntymisen syitä. *Vesitalous* 2014(6):5-9.
- (184) Sarkkola S, Koivusalo H, Laurén A, Kortelainen P, Mattsson T, Palviainen M, et al. Trends in hydrometeorological conditions and stream water organic carbon in boreal forested catchments. *Sci Total Environ* 2009;408(1):92-101.
- (185) Sarkkola S, Nieminen M, Koivusalo H, Laurén A, Kortelainen P, Mattsson T, et al. Iron concentrations are increasing in surface waters from forested headwater catchments in eastern Finland. *Sci Total Environ* 2013;463-464:683-689.
- (186) Lindroos A. 2016. Henkilökohtainen tiedonanto.
- (187) Lehtonen I, Ruosteenoja K, Venäläinen A, Gregow H. The projected 21st century forest-fire risk in Finland under different greenhouse gas scenarios. *Boreal Environ Res* 2014;19(2):127-139.
- (188) Lehtonen I, Venäläinen A, Kämäräinen M, Peltola H, Gregow H. Risk of large-scale fires in boreal forests of Finland under changing climate. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 2016;16(1):239-253.
- (189) Venäläinen A, Lehtonen I, Mäkelä A. Laaja-alaisia metsäpaloja mahdollistavat säätilanteet Suomen ilmastossa. 2016;3.
- (190) Neuvonen S, Virtanen T. Abiotic factors, climatic variability and forest insect pests. In: Björklund C, Niemelä P, editors. *Climate Change and Insect Pests*: CAB International, UK; 2015. p. 154-172.
- (191) Matilainen A, Keskinarkaus S, Törmä H. The economics of hunting tourism in Finland. In: Matilainen A, Keskinarkaus S, editors. *The economic role of hunting tourism – examples from Northern areas*: University of Helsinki, Ruralia Institute; 2010. p. 30-57.
- (192) Kankainen M, Saarni K, Pusenius J. Hirvenliha metsästä kulutukseen. 2014;7.
- (193) Sorvali J. Maakunnalliset ilmastostrategiat. 2012;27. Ympäristöministeriö.

- (194) Guillemain M, Pöysä H, Fox AD, Arzel C, Dessborn L, Ekroos J, et al. Effects of climate change on European ducks: What do we know and what do we need to know? *Wildl Biol* 2013;19(4):404-419.
- (195) Lehtikainen A, Rintala J, Lammi E, Pöysä H. Habitat-specific population trajectories in boreal waterbirds: Alarming trends and bioindicators for wetlands. *Anim Conserv* 2016;19(1):88-95.
- (196) Fox AD, Jónsson JE, Aarvak T, Bregnballe T, Christensen TK, Clausen KK, et al. Current and Potential Threats to Nordic Duck Populations - A Horizon Scanning Exercise. *Ann Zool Fenn* 2015;52(4):193-220.
- (197) Henttonen H. Ilmastonmuutos ja pienriistakannat. *Suomen Riista* 1991(37):79-85.
- (198) Ludwig GX, Alatalo RV, Helle P, Lindén H, Lindström J, Siitari H. Short- and long-term population dynamical consequences of asymmetric climate change in black grouse. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 2006;273(1597):2009-2016.
- (199) Korpela K, Delgado M, Henttonen H, Korpimäki E, Koskela E, Ovaskainen O, et al. Nonlinear effects of climate on boreal rodent dynamics: Mild winters do not negate high-amplitude cycles. *Global Change Biol* 2013;19(3):697-710.
- (200) Korpela K, Helle P, Henttonen H, Korpimäki E, Koskela E, Ovaskainen O, et al. Predator-vole interactions in Northern Europe: the role of small mustelids revised. *Proceedings Biological sciences / The Royal Society* 2014;281(1797).
- (201) Helle P, Lindén H. Katsaus metsäkanalintukantojen vaihteluihin Suomessa viimeisten 50 vuoden aikana. *Suomen Riista* 2015(61):56-66.
- (202) Cornulier T, Yoccoz NG, Bretagnolle V, Brommer JE, Butet A, Ecker F, et al. Europe-wide dampening of population cycles in keystone herbivores. *Science* 2013;340(6128):63-66.
- (203) Linden H. Metson talvi. *Suomen Riista* 1989(35):61-71.
- (204) Marjakangas A. Ilmastonmuutos lähiluonnossamme. Tampere: Mediapinta; 2011.
- (205) Liukko U, Henttonen H, Hanski IK, Kauhala K, Kojola I, Kyheröinen E, et al. Suomen nisäkkäiden uhanalaisuus 2015. : Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus; 2016.
- (206) Kauhala K, Helle P. Metsäjäniskanta pienentynyt voimakkaasti. 2007;3.
- (207) Huntley B, Green RE, Collingham YC, Willis SG. A climatic atlas of European breeding birds. : Lynx Edicions; 2007.
- (208) Virkkala R, Heikkinen RK, Leikola N, Luoto M. Projected large-scale range reductions of northern-boreal land bird species due to climate change. *Biol Conserv* 2008;141(5):1343-1353.
- (209) Parkinson AJ, Butler JC. Potential impacts of climate change on infectious diseases in the Arctic. *Int J Circumpolar Health* 2005;64(5):478-486.
- (210) Laaksonen S, Pusenius J, Kumpula J, Venäläinen A, Kortet R, Oksanen A, et al. Climate change promotes emergence of serious disease outbursts of filaroid nematodes. *EcoHealth* 2010(7):7-13.

- (211) A. Lehikoinen. Climate forcing on avian life history Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Helsingin yliopisto.
- (212) Helle P, Ikonen K, Kantola A. Wildlife monitoring in Finland: Online information for game administration, hunters, and the wider public. *Canadian Journal of Forest Research* 2016;46(12):1491-1496.
- (213) Virkkala R, Pöyry J, Heikkinen RK, Lehikoinen A, Valkama J. Protected areas alleviate climate change effects on northern bird species of conservation concern. *Ecology and Evolution* 2014;4(15):2991-3003.
- (214) Tiainen J, Mikkola-Roos M, Below A, Jukarainen A, Lehikoinen A, Lehtiniemi T, et al. Suomen lintujen uhanalaisuus 2015. : Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus; 2016.
- (215) European Environmental Agency EEA. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. An indicator based report. 2012;12/2012:300 p.
- (216) Karjalainen J, Keskinen T, Pulkkanen M. Kalatalous. In: Bergström I, Mattsson T, Niemelä E, Vuorenmaa J, Forsius M, editors. Ekosysteemipalvelut ja elinkeinot – haavoittuvuus ja sopeutuminen muuttuvaan ilmastoon, VACCIA-hankkeen yhteenvetoraportti: Suomen ympäristökeskus; 2011. p. 51-54.
- (217) Lehtonen H. Potential effects of global warming on northern European freshwater fish and fisheries. *Fish Manage Ecol* 1996;3(1):59-71.
- (218) Urho L. Kalasto-, kalakantamuutokset ja vieraskalalajit ilmaston muuttuessa. 2011;6.
- (219) Mackenzie BR, Gislason H, Möllmann C, Köster FW. Impact of 21st century climate change on the Baltic Sea fish community and fisheries. *Global Change Biol* 2007;13(7):1348-1367.
- (220) Pekcan-Hekim Z, Urho L, Auvinen H, Heikinheimo O, Lappalainen J, Raitaniemi J, et al. Climate warming and pikeperch year-class catches in the Baltic Sea. *Ambio* 2011;40(5):447-456.
- (221) Härmä M, Lappalainen A, Urho L. Reproduction areas of roach (*Rutilus rutilus*) in the northern Baltic Sea: Potential effects of climate change. *Can J Fish Aquat Sci* 2008;65(12):2678-2688.
- (222) Jeppesen E, Mehner T, Winfield IJ, Kangur K, Sarvala J, Gerdeaux D, et al. Impacts of climate warming on lake fish assemblages: evidence from 24 European long-term data series. *Hydrobiologia* 2012;694:1-39.
- (223) Jokinen H, Wennhage H, Lappalainen A, Ådjers K, Rask M, Norkko A. Decline of flounder (*Platichthys flesus* (L.)) at the margin of the species' distribution range. *J Sea Res* 2015;105:1-9.
- (224) Vuorinen I, Hänninen J, Rajasilta M, Laine P, Eklund J, Montesino-Pouzols F, et al. Scenario simulations of future salinity and ecological consequences in the Baltic Sea and adjacent North Sea areas-implications for environmental monitoring. *Ecol Ind* 2015;50:196-205.
- (225) Veneranta L, Urho L, Koho J, Hudd R. Spawning and hatching temperatures of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) in the Northern Baltic Sea. *Advances in Limnology* 2013;64:39-55.

- (226) Bartolino V, Margonski P, Lindegren M, Linderholm HW, Cardinale M, Rayner D, et al. Forecasting fish stock dynamics under climate change: Baltic herring (*Clupea harengus*) as a case study. *Fish Oceanogr* 2014;23(3):258-269.
- (227) Blenckner T, Llope M, Möllmann C, Voss R, Quaas MF, Casini M, et al. Climate and fishing steer ecosystem regeneration to uncertain economic futures. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 2015;282(1803).
- (228) Ilmaston muutosten vaikutukset kaloihin, kalanviljelyyn, kalakantoihin ja kalastukseen. 1992;47. Kalatutkimuksia, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.
- (229) Ventelä A-, Kirkkala T, Forsman T, Jori M, Laine P editors. Rapu - Pyhäjärven kala- ja raputalouden ekologiset ja ekonomiset haasteet muuttuvassa ilmastossa. 27th ed.: Pyhäjärvi-instituutin julkaisu; 2015.
- (230) Futter MN, Forsius M, Holmberg M, Starr M. A long-term simulation of the effects of acidic deposition and climate change on surface water dissolved organic carbon Concentrations in a boreal Catchment. *Hydrology Research* 2009;40(2-3):291-305.
- (231) Keskinen T, Lilja J, Högmander P, Holmes JA, Karjalainen J, Marjomäki TJ. Collapse and recovery of the European smelt (*Osmerus eperlanus*) population in a small boreal lake - An early warning of the consequences of climate change. *Boreal Environ Res* 2012;17(5):398-410.
- (232) Arvola L, Salonen K, Keskitalo J, Tulonen T, Järvinen M, Huotari J. Plankton metabolism and sedimentation in a small boreal lake - a long-term perspective. *Boreal Environ Res* 2014;19(SUPPL. A):83-96.
- (233) Rask M, Sairanen S, Vesala S, Arvola L, Estlander S, Olin M. Population dynamics and growth of perch in a small, humic lake over a 20-year period - importance of abiotic and biotic factors. *Boreal Environ Res* 2014;19(SUPPL. A):112-123.
- (234) Karjalainen J, Keskinen T, Pulkkanen M, Marjomäki TJ. Climate change alters the egg development dynamics in cold-water adapted coregonids. *Environ Biol Fishes* 2015;98(4):979-991.
- (235) Cingi S, Keinänen M, Vuorinen PJ. Elevated water temperature impairs fertilization and embryonic development of whitefish *Coregonus lavaretus*. *J Fish Biol* 2010;76(3):502-521.
- (236) Heino J, Erkinaro J, Huusko A, Luoto M. Climate change effects on freshwater fishes, conservation and management. In: Closs P, Krkosek M, Olden JD, editors. *Conservation of Freshwater Fishes*: Cambridge University Press; 2016.
- (237) Buisson L, Thuiller W, Lek S, Lim P, Grenouillet G. Climate change hastens the turnover of stream fish assemblages. *Global Change Biol* 2008;14(10):2232-2248.
- (238) ACCLIM II. Ilmastomuutosarviot ja asiantuntijapalvelu sopeutumistutkimuksia varten. Lyhyt loppuraportti. 2011.
- (239) Sutela T, Vehanen T. Responses of fluvial fish assemblages to agriculture within the boreal zone. *Fish Manage Ecol* 2010;17(2):141-145.

- (240) Saarinen T, Vuori K-, Alasaarela E, Kløve B. Long-term trends and variation of acidity, CODMn and colour in coastal rivers of Western Finland in relation to climate and hydrology. *Sci Total Environ* 2010;408(21):5019-5027.
- (241) Vehanen T, Vuori KM, Sutela T, Aroviita J, Karjalainen SM, Teppo A. Ecological impacts of acid sulfate soils on river biota in Finnish rivers. *Assay* 2012;61:7-8.
- (242) Hudd R, Kjellman J, Urho L. The increase of coincidence in relative year-class strengths of coastal perch (*Perca fluviatilis* L.) stocks in the Baltic Sea. *Ann Zool Fenn* 1996;33(3-4):383-387.
- (243) Huusko A, Hyvärinen P. Atlantic salmon abundance and size track climate regimes in the Baltic Sea. *Boreal Environ Res* 2012;17(2):139-149.
- (244) Hayden B, Holopainen T, Amundsen P-, Eloranta AP, Knudsen R, Præbel K, et al. Interactions between invading benthivorous fish and native whitefish in subarctic lakes. *Freshwat Biol* 2013;58(6):1234-1250.
- (245) Hiddink JG, Coleby C. What is the effect of climate change on marine fish biodiversity in an area of low connectivity, the Baltic Sea? *Global Ecol Biogeogr* 2012;21(6):637-646.
- (246) Mangel M. Climate change and salmonid life history variation. *Deep-Sea Research Part II* 1994;41(1):75-106.
- (247) Jonsson B, Jonsson N. A review of the likely effects of climate change on anadromous Atlantic salmon *Salmo salar* and brown trout *Salmo trutta*, with particular reference to water temperature and flow. *J Fish Biol* 2009;75(10):2381-2447.
- (248) Viganò G, Confortola G, Fornaroli R, Cabrini R, Canobbio S, Mezzanotte V, et al. Effects of future climate change on a river habitat in an Italian alpine catchment. *J Hydrol Eng* 2016;21(2).
- (249) Huusko A, Vehanen T, Stickler M. Salmonid habitat selection in riverine winter conditions with ice. In: Maddock I, Harby A, Kemp P, Wood P, editors. *Ecohydraulics: an integrated approach*: John Wiley & Sons; 2011.
- (250) Climate change and primary industries Impacts, adaptation and mitigation in the Nordic countries. 2014;552.
- (251) Vieraslajiportaali. www.vieraslajit.fi.
- (252) Jylhä K, Laapas M, Ruosteenoja K, Arvola L, Drebs A, Kersalo J, et al. Climate variability and trends in the Valkea-Kotinen region, southern Finland: Comparisons between the past, current and projected climates. *Boreal Environ Res* 2014;19(SUPPL. A):4-30.
- (253) Magnuson JJ, Robertson DM, Benson BJ, Wynne RH, Livingstone DM, Arai T, et al. Historical trends in lake and river ice cover in the Northern Hemisphere. *Science* 2000;289(5485):1743-1746.
- (254) Callaway R, Shinn AP, Grenfell SE, Bron JE, Burnell G, Cook EJ, et al. Review of climate change impacts on marine aquaculture in the UK and Ireland. *Aquat Conserv: Mar Freshwat Ecosyst* 2012;22(3):389-421.

- (255) Karvonen A, Rintamäki P, Jokela J, Valtonen ET. Increasing water temperature and disease risks in aquatic systems: Climate change increases the risk of some, but not all, diseases. *Int J Parasitol* 2010;40(13):1483-1488.
- (256) Krkošek M. Host density thresholds and disease control for fisheries and aquaculture. *Aquaculture Environment Interactions* 2010;1(1):21-32.
- (257) Heino J, Virkkala R, Toivonen H. Climate change and freshwater biodiversity: Detected patterns, future trends and adaptations in northern regions. *Biological Reviews* 2009;84(1):39-54.
- (258) Heikinheimo O, Pekcan-Hekim Z, Raitaniemi J. Spawning stock-recruitment relationship in pike-perch *Sander lucioperca* (L.) in the Baltic Sea, with temperature as an environmental effect. *Fisheries Research* 2014;155:1-9.
- (259) *Invasive Alien Species: Pathway Analysis and Horizon Scanning for Countries in Northern Europe*. 2015;517.
- (260) Helle T, Särkelä M. The effects of outdoor recreation on range use by semi-domesticated reindeer. *Scand J For Res* 1993;8(1-4):123-133.
- (261) Helle TP, Jaakkola LM. Transitions in herd management of semi-domesticated reindeer in northern Finland. *Ann Zool Fenn* 2008;45(2):81-101.
- (262) Kivinen S, Moen J, Berg A, Eriksson A. Effects of modern forest management on winter grazing resources for reindeer in Sweden. *Ambio* 2010;39(4):269-278.
- (263) Kumpula J, Colpaert A, Anttonen M. Does forest harvesting and linear infrastructure change the usability value of pastureland for semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*)? *Ann Zool Fenn* 2007;44(3):161-178.
- (264) Kumpula J, Tanskanen A, Colpaert A, Anttonen M, Törmänen H, Siitari J, et al. Poronhoitoalueen pohjoisosan Talvilaitumet vuosina 2005-2009 – Laidunten tilan muutokset 1990-luvun puolivälin jälkeen. 2009;3.
- (265) Kumpula J, Kurkilahti M, Helle T, Colpaert A. 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* 2014;14(2):541-559.
- (266) Anttonen M, Kumpula J, Colpaert A. Range selection by semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in relation to infrastructure and human activity in the boreal forest environment, northern Finland. *Arctic* 2011;64(1):1-14.
- (267) Kumpula J, Colpaert A. Effects of weather and snow conditions on reproduction and survival of semi-domesticated reindeer (*R. t. tarandus*). *Polar Res* 2003;22(2):225-233.
- (268) Kumpula J, Colpaert A. Snow conditions and usability value of pastureland for semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in northern boreal forest area. *Rangifer* 2007;27(1):25-39.
- (269) Helle T, Kojola I. Demographics in an alpine reindeer herd: Effects of density and winter weather. *Ecography* 2008;31(2):221-230.

- (270) Vuojala-Magga T, Turunen M, Ryyppö T, Tennberg M. Resonance strategies of *sámi* reindeer herders in Northernmost Finland during climatically extreme years. *Arctic* 2011;64(2):227-241.
- (271) Turunen M, Vuojala-Magga T. Porojen talviruokinta: loppopuiden hakkuusta tarharuokintaan. [With English summary: Reindeer winter feeding: from lichen tree cuttings to pen feeding]. *Suomen Riista* 2013(59):86-99.
- (272) Turunen M, Vuojala-Magga T. Past and present winter feeding of reindeer in Finland: Herders' adaptive learning of feeding practices. *Arctic* 2014;67(2):173-188.
- (273) Pekkarinen A-, Kumpula J, Tahvonen O. Reindeer management and winter pastures in the presence of supplementary feeding and government subsidies. *Ecol Model* 2015;312:256-271.
- (274) Oksanen A. Endectocide treatment of the reindeer (Väitöskirja). *Rangifer* 1999(Special Issue No 11).
- (275) J. Hrabok. Nematode parasites of reindeer in Fennoscandia, Doctoral thesis, SLU; 2006.
- (276) Helle T, Kojola I, Timonen M. Lumipeitteen vaikutus Käsivarren porolukuihin: mikä on Pohjois-Atlantin säävaihtelun (NAO) merkitys. *Suomen Riista* 2001(47):75-85.
- (277) Helle T, Horskotte T, Mikkola K, Niva A, Posio H. Lumipeitteen ominaisuudet ja suurilmaston vaihtelu vaikuttavat poroelinkeinon menestymiseen. *Luonnon Tutkija* 2008(2):58-60.
- (278) IPCC. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis - Summary for Policymakers*. 2007.
- (279) IPCC. *Climate change 2014: Synthesis report*. 2014.
- (280) Kivinen S, Rasmus S. Observed cold season changes in a Fennoscandian fell area over the past three decades. *Ambio* 2015;44(3):214-225.
- (281) Rasmus S, Kumpula J, Jylhä K. Suomen poronhoitoalueen muuttuvat talviset sää- ja lumiolosuhteet. *Terra* 2014;126(4):169-185.
- (282) Rasmus S, Kivinen S, Bavay M, Heiskanen J. Local and regional variability in snow conditions in northern Finland: A reindeer herding perspective. *Ambio* 2016;45(4):398-414.
- (283) Kumpula J, Parikka P, Nieminen M. Occurrence of certain microfungi on reindeer pastures in northern Finland during winter 1996-97. *Rangifer* 2000;20(1):3-8.
- (284) Jepsen JU, Hagen SB, Ims RA, Yoccoz NG. Climate change and outbreaks of the geometrids *Operophtera brumata* and *Epirrita autumnata* in subarctic birch forest: Evidence of a recent outbreak range expansion. *J Anim Ecol* 2008;77(2):257-264.
- (285) Helle T, Mikkola K, Niva A, Santonen T, Hyvönen J, Kumpula J. Hallamittarin massaesiintyminen Utsjoella – vaikutusten kauko- ja lähikartoitusta. Suullinen esitelmä, Pohjoisen mittarituhon käsittelevä seminaari 16.12.2010, Oulun yliopisto. 2010.
- (286) Turunen M, Soppela P, Kinnunen H, Sutinen M-, Martz F. Does climate change influence the availability and quality of reindeer forage plants? *Polar Biol* 2009;32(6):813-832.

- (287) Turunen M, Soppela P, Martz F. Vaikuttaako ilmastonmuutos poron ravintokasvien laatuun ja saatavuuteen? Suomen Riista 2010(56):71-84.
- (288) Martz F, Turunen M, Julkunen-Tiitto R, Suokanerva H, Sutinen M-. Different response of two reindeer forage plants to enhanced UV-B radiation: Modification of the phenolic composition. Polar Biol 2011;34(3):411-420.
- (289) Soppela P, Turunen M, Forbes B, Aikio P, Magga H, Sutinen M, et al. The chemical response of reindeer summer pasture plants in a subarctic peatland to ultraviolet (UV) radiation. In: Forbes BC, Bølter M, Muller-Wille L, Muller F, Gunslay N, Konstantinov Y, editors. Reindeer Management in Northernmost Europe. Linking Practical and Scientific Knowledge in Social-Ecological Systems; 2016. p. 199-213.
- (290) Turunen MT, Rasmus S, Bavay M, Ruosteenoja K, Heiskanen J. Coping with difficult weather and snow conditions: Reindeer herders' views on climate change impacts and coping strategies. Climate Risk Management 2016;11:15-36.
- (291) Putkonen J, Roe G. Rain-on-snow events impact soil temperatures and affect ungulate survival. Geophys Res Lett 2003;30(4):37-1.
- (292) Turunen M, Rasmus S, Bavay M, Ruosteenoja K, Heiskanen J. Talvisäät, lumiolot ja poronhoitotyöt: poronhoitajien näkemyksiä ilmastonmuutoksen vaikutuksista ja keinoista selviytyä ongelmista. Suomen Riista 2015;61:7-25.
- (293) Rasmus S, Kumpula J, Siitari J. Can a snow structure model estimate snow characteristics relevant to reindeer husbandry? Rangifer 2014;34(1):37-56.
- (294) Rasmus S, Turunen M. Suomen poronhoitoalueen lumiolosuhteet ja niiden vaikutukset poronhoitoon. 2015;62. Arktisen keskuksen tiedotteita 62.
- (295) Helle T, Tarvainen L. Effects of insects harassment on weight gain and survival in reindeer calves. Rangifer 1984;4(1):24-27.
- (296) Laaksonen S, Kuusela J, Nikander S, Nylund M, Oksanen A. Outbreak of parasitic peritonitis in reindeer in Finland. Vet Rec 2007;160(24):835-841.
- (297) Laaksonen S, Saari S, Nikander S, Oksanen A, Bain O. Lymphatic dwelling filarioid nematodes in reindeer rangifer tarandus tarandus, (cervidae) in Finland, identified as rumenfilaria andersoni Lankester & snider, 1982 (nematoda: Onchocercidae: Splendidofilariinae). Parasite 2010;17(1):23-31.
- (298) Laaksonen S, Pusenius J, Kumpula J, Venäläinen A, Kortet R, Oksanen A, et al. Climate change promotes the emergence of serious disease outbreaks of filarioid nematodes. EcoHealth 2010;7(1):7-13.
- (299) Laaksonen S, Oksanen A, Hoberg E. A lymphatic dwelling filarioid nematode, Rumenfilaria andersoni (Filarioidea; Splendidofilariinae), is an emerging parasite in Finnish cervids. Parasites and Vectors 2015;8(1).
- (300) Härkönen L, Härkönen S, Kaitala A, Kaunisto S, Kortet R, Laaksonen S, et al. Predicting range expansion of an ectoparasite - the effect of spring and summer temperatures on deer ked Lipoptena cervi (Diptera: Hippoboscidae) performance along a latitudinal gradient. Ecography 2010;33(5):906-912.

(301) Kynkäänniemi S-, Körtet R, Härkönen L, Kaitala A, Paakkonen T, Mustonen A-, et al. Threat of an invasive parasitic fly, the deer ked (*Lipoptena cervi*), to the reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*): Experimental infection and treatment. *Ann Zool Fenn* 2010;47(1):28-36.

(302) Meristö T, Kettunen J, Nieminen M. Porotalouden tutkittu tulevaisuus. Lyhennelmä Porotalouden Tulevaisuu Foorumin loppuraportista. *Poromies* 2005;72(2):46-50.

(303) Opas poronhoidon tarkastelemiseen maankäyttöhankkeissa (Poro YVA). 2014. Paliskuntain yhdistys. Rovaniemi.

(304) Ruotsalainen S, Beuker E, Haapanen M. Männyn siemenviljelysaineiston käyttöalueen määrittäminen. 2016. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 39, 36 s.



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000