



Ilmastonmuutoksen riskit maa- ja metsätaloussektorien huoltovarmuudelle Suomessa

PUUVILJA-projektin loppuraportti



Huoltovarmuuskeskus



Huoltovarmuuskeskus

www.huoltovarmuuskeskus.fi

Huoltovarmuudella tarkoitetaan kykyä sellaisten yhteiskunnan taloudellisten perustoimintojen ylläpitämiseen, jotka ovat välttämättömiä väestön elinmahdollisuuksien, yhteiskunnan toimivuuden ja turvallisuuden sekä maanpuolustuksen materiaalistien edellytysten turvaamiseksi vakavissa häiriöissä ja poikkeusoloissa.

Huoltovarmuuskeskus (HVK) on työ- ja elinkeinoministeriön hallinnonalan laitos, jonka tehtävänä on maan huoltovarmuuden ylläpitämiseen liittyvä suunnittelu ja operatiivinen toiminta.

Huoltovarmuusorganisaatio (HVO) on verkosto, joka työskentelee yhdessä Suomen toimintakyvyn ja sen edellyttämän huoltovarmuuden hyväksi. Siihen kuuluvat Huoltovarmuuskeskus ja sen hallitus, huoltovarmuusneuvosto sekä eri toimialojen sektorit ja poolit. Lisäksi yhteistyötä tehdään alueellisten toimijoiden, kuten aluehallintovirastojen, kuntien ja kaupunkien sekä alueellisten toimikuntien kanssa.

Julkaisija: Huoltovarmuuskeskus

Kirjoittajat: Johanna Logrén (toim.) ja Markus Melin (toim.), Jari Ala-Ilomäki, Katri Himanen, Juha Honkaniemi, Terho Hyvönen, Csaba Jansik, Lauri Jauhiainen, Harri Lindeman, Markus Melin, Antti Mutanen, Jyrki Niemi, Tuomas Niinistö, Pirjo Peltonen-Sainio ja Aura Salmivaara. Luonnovarakeskus.

Kansikuvat: Markus Melin

Taitto: KMG Turku

Julkaisuvuosi: 2026

ISBN: 978-952-7470-47-3

Sisältö

Tiivistelmä	1
Abstract	3
1 Johdanto	5
1.1 Muuttuvan ilmaston vaikutuksista ja varautumisesta	5
1.2 Työn tavoitteet ja toteutus	6
2 Ilmastomuutoksen vaikutukset metsätalouden huoltovarmuuteen	7
2.1 Vaikutukset puutavaran korjuuseen, kaukokuljetukseen, varastointiin ja logistiikkaan	7
2.1.1 Puunkorjuu	7
2.1.2 Puutavaran kaukokuljetukset ja varastointi	10
2.2 Lisääntyvät puustotuhoriskit, niiden alueellisuus ja huoltovarmuusvaikutukset	13
2.3 Puulajivalikoiman monipuolistaminen, viljelyaineiston saatavuuden varmistaminen	15
3 Ilmastomuutoksen vaikutukset maatalouden huoltovarmuuteen	19
3.1 Muuttuvan ilmaston haasteet Suomen maataloudelle	21
3.1.1 Säänvaihtelu	21
3.1.2 Sään ääri-ilmiöt	22
3.2 Satotappioiden torjunta vesitalouden hallinnalla sekä viljelyä monimuotoistamalla	23
3.2.1 Peltojen vesitalouden hallinta muuttuvassa ilmastossa	24
3.2.2 Viljelyn monimuotoistaminen ilmastokestävyyden parantamiseksi	28
3.2.3 Muutosten tekijät ja maatalouden rakennemuutos	31
3.2.4 Uudet tuhonaiheuttajat ja niiden aiheuttamat riskit	33
3.3 Turvemaiden merkitys ilmastokestävyydelle	33
4 Poliitikat, markkinat ja niiden mahdolliset heijastevaikutukset huoltovarmuuskysymyksiin	36
4.1 Poliittika- ja markkinavaikutukset metsätalouden huoltovarmuuteen	36
4.1.1 Energia- ja ilmastopoliittika	36
4.1.2 EU:n biodiversiteettistrategia ja ennallistamisasetus	38
4.1.3 Markkinavaikutukset puunkäytössä ja -hankinnassa	40
4.2 Poliittika- ja markkinavaikutukset maatalouden huoltovarmuuteen	41
4.2.1 EU:n yhteinen maatalouspoliittika (CAP) ja kansallinen maatalouspoliittika	41
4.2.2 EU:n ja kansallinen ilmastopoliittika	44
4.2.3 Markkinavaikutuksia maataloussektorilla: kasviproteiinituotannon kehittäminen	46
5 Yhteenveto ja katsaus tulevaan: varautuminen ja tutkimustarpeet	48
5.1 Avainviestit vaikutuksista ja varautumisesta metsätaloussektorilla	48
5.2 Avainviestit vaikutuksista ja varautumisesta maataloussektorilla	49
6 Lähteet	51

Tiivistelmä

Johanna Logrén (toim.)¹ ja Markus Melin (toim.)², Jari Ala-Ilomäki¹, Katri Himanen³, Juha Honkaniemi¹, Terho Hyvönen⁴, Csaba Jansik¹, Lauri Jauhiainen⁴, Harri Lindeman¹, Markus Melin², Antti Mutanen², Jyrki Niemi¹, Tuomas Niinistö¹, Pirjo Peltonen-Sainio¹ ja Aura Salmivaara¹

¹Luonnonvarakeskus, Helsinki

²Luonnonvarakeskus, Joensuu

³Luonnonvarakeskus, Suonenjoki

⁴Luonnonvarakeskus, Jokioinen

Selvityksessä tarkastellaan ja analysoidaan muuttuvan ilmaston ja lisääntyvien sään ääri-ilmiöiden aiheuttamia heijastevaikutuksia ja huoltovarmuusriskejä Suomen maa- ja metsätaloussektoreilla seuraavien 20 vuoden aikana. Suomen huoltovarmuustavoitteiden näkökulmasta suurin intressi kohdistuu ruuantuotantoon, puupohjaisen raaka-aineen saatavuuteen erityisesti lämmöntuotannon tarpeisiin sekä metsäteollisuuden puuhuollon turvaamiseen. Näiden osalta tarkastellaan niin suoria riskejä, epäsuoria riskejä kuin markkina- ja politiikkavaikutuksia.

Puunkorjuussa ja -logistiikassa ilmastomuutoksen aiheuttamat uhat kohdistuvat ennen kaikkea talvisen puunkorjuun kohteena oleville turvemaille sekä hienojakoisille kivennäismaille, joita on etenkin Etelä- ja Länsi-Suomessa. Puunkorjuun kalusto ja toimintatavat ovat nykyisellään jo pitkälle kehittyneitä ja kalustoa on mahdollista varustella paremmin heikosti kantaviin oloihin soveltuvaksi. Korjuun riskit ovat hallittavissa, mutta ilmastomuutokseen voidaan varautua kehittämällä korjuun suunnittelua ja aikataulutusta nykyistä parempien maalaji- ja kulkukelpoisuuskarttojen avulla.

Tieverkon kunto ja heikko kuljetuskelpoisuus ovat jo tällä hetkellä haaste puutavaran autokuljetuksille. Sateisuuden lisääntyminen, routajaksojen lyhentymisen ja routakerroksen oheneminen kasvattavat huoltovarmuusriskejä sekä teollisuuden puunhankinnassa että

energiapuuhuollossa. Heikentyneiden korjuu- ja kuljetusolosuhteiden haitallisia vaikutuksia voidaan lieventää lisäämällä puutermiinalien käyttöä. Huoltovarmuuden näkökulmasta tieverkon kunto ja **terminaalikapasiteetin riittävyys** ovat erityisen kriittisiä Etelä-Suomessa, jossa merkittävät muutokset sääolosuhteissa ovat todennäköisimpiä ja puunkäyttömäärät sekä metsäteollisuudessa että energiantuotannossa suuria.

Lähivuosikymmenten merkittävimmät **puustotuhoriskit** kohdentuvat Etelä-Suomen kuusivaltaisiin metsiin, joissa juurikäävän aiheuttama tyvilaho heikentää puustoa ja altistaa sen edelleen tuuli- ja kirjanpainajatuhoille. Puustotuhojen akuutit huoltovarmuusvaikutukset liittyvät Suomessa toistaiseksi pääasiassa suurten tuhojen aiheuttamaan shokkivaikutukseen puun korjuulle, varastoinnille sekä käytölle. Tällä on heijastevaikutuksensa siten, että esimerkiksi mahdollinen suurtuhoon lisäämä puutavaran varastointitarve koskettaa erityisesti Etelä-Suomea, jossa terminaalikapasiteetti on jo nyt tiukoilla. Lisäksi etenkin kuitupuu- ja sitä paksumman kuusipuutavaran varastoinnilla on aina tuhoriski ympäröiviin metsiin, mikä tulee ottaa huomioon toiminnan suunnittelussa. Laajamittaiset puustotuhot voivat myös aiheuttaa äkillisen, lisääntyneen tarpeen metsänviljely-aineistolle sekä uudistamisessa tarvittavalle työvoimalle. Uusien tuhonaiheuttajien taloudelliset haitat arvioidaan tämän selvityksen aikaperspektiivissä vielä vähäisiksi. Metsis-

sämme on osin käynnissä myös puulajikirjon monipuolistaminen esimerkiksi rauduskoivun viljelyn suosion lisääntyessä, mutta harvinaisempien puulajien (tervaleppä, tammi ym.) viljelymäärät ovat edelleen pieniä suhteessa sopeutumistarpeeseen.

Maatalouden puolella ilmaston lämpeneminen on jo vaikuttanut viljelyn monipuolistumiseen Suomessa ja viljelyn monimuotoistaminen edelleen on tärkeää tuotannon ilmastokestävyyden parantamiseksi. Tämä edellyttää uusien viljelytapojen käyttöönottoa ja Suomen oloihin sopeutuneita lajikkeita. Vesitalouden hallinnan merkitys kasvaa, ja kastelulla on potentiaalia, koska Suomella on runsaat vesivarannot ja jopa kolmannes pelloista sijaitsee vesistön välittömässä läheisyydessä. Investointitukien rooli on kuitenkin merkittävä, mikäli kastelujärjestelmät halutaan nähdä varteensotettavana keinona kuivuuden aiheuttamien satotappioriskein hallinnassa. Maahamme on levinnyt uusia tuhonaiheuttajia niin maatalouteen kuin puutarhatalouteen. Niiden riskien hallinnassa korostuu riskien ennakointi ja ajoissa tunnistaminen sekä tutkimus- ja kehitystoiminnan kautta kehitettävä kapasiteetti tuhoaiheuttajien tunnistamisessa, havainnoinnissa ja torjunnassa.

Maankäyttösektorin heikentyneen päästökehityksen vuoksi kansallisen **hiilineutraaliustavoitteen ja EU:n LULUCF-asetuksen** asettamien velvoitteiden saavuttaminen on epätodennäköistä ilman merkittäviä muutoksia metsien hakkuumääriin. Jos poliittista tavoitteista ei jousteta, niiden saavuttaminen voi edellyttää lähivuosien aikana metsänielun kasvattamista esimerkiksi rajoittamalla hakkuita poliittisella ohjauksella. **EU:n**

ennallistamisasetuksen kansalliseen toteuttamiseen liittyy vielä paljon epävarmuuksia, ja arviot vuotuisen hakkuukertymän pienemisestä liikkuvat 3,4–17 miljoonan kuution välillä. Toteutuessaan hakkuiden rajoittaminen nielujen kasvattamiseksi tai ennallistamistavoitteiden saavuttamiseksi heikentäisi puuraaka-aineen saatavuutta, millä on huoltovarmuusvaikutuksia.

Maatalouspolitiikan ja huoltovarmuuden välinen yhteys perustuu pitkälti siihen, millaista tuotantorakennetta politiikka tukee. Maatalouden kriisinkestävyys Suomessa on osoittautunut vahvaksi erityisesti tuotannon jatkuvuuden näkökulmasta, mutta taloudellinen resilienssi on pysynyt rakenteellisesti haavoittuvana. Suomessa maatalouspolitiikka on myös osin tukenut tuotantoresursien säilymistä siellä, missä tuotanto ei olisi markkinaehtoisesti kannattavaa. Tuotannon monipuolisuuden turvaaminen on tulevaisuudessaakin politiikan haastavin osa-alue.

Vaikka ilmastomuutoksen hillintä näkyy maatalouspoliittisessa retoriikassa vahvasti, jäsenmailta ei vaadita konkreettisia maatalouden päästövähennyksiä. Päästö- ja hiilinielutavoitteet sekä ennallistamistavoitteet rajoittavat kuitenkin tulevaisuudessa erityisesti turvepeltojen käyttöä. Kansallisen huoltovarmuuden näkökulmasta turvepeltojen merkitys on kuitenkin varsin rajallinen.

Asiasanat: ilmastomuutos, sään ääri-ilmiöt, huoltovarmuus, maatalous, metsätalous, metsätuhot, puunkorjuu, satotappiot, riskinhallinta, ilmastopolitiikka, maatalouspolitiikka

Abstract

Johanna Loggrén (Ed.)¹ and Markus Melin (Ed.)², Jari Ala-Ilomäki¹, Katri Himanen³, Juha Honkaniemi¹, Terho Hyvönen⁴, Csaba Jansik¹, Lauri Jauhiainen⁴, Harri Lindeman¹, Markus Melin², Antti Mutanen², Jyrki Niemi¹, Tuomas Niinistö¹, Pirjo Peltonen-Sainio¹ ja Aura Salmivaara¹

¹Natural Resources Institute Finland, Helsinki, Finland

²Natural Resources Institute Finland, Joensuu, Finland

³Natural Resources Institute Finland, Suonenjoki, Finland

⁴Natural Resources Institute Finland, Jokioinen, Finland

The report examines and analyzes the impacts and associated risks that climate change and extreme weather events pose to the security of supply in Finland's agriculture and forestry sectors over the next 20 years. From the perspective of Finland's security of supply objectives, the main focus is on food production, the availability of wood-based raw materials – particularly for heat production – and securing wood supply for the forest industry. In this context, direct and indirect risks, as well as market and policy impacts, are assessed.

Forest logistics are challenged especially by lack of frost, snow and increased precipitation. The potential threats mainly concern peatlands and fine-grained mineral soils used for winter logging, particularly in southern and western Finland. Logging machinery and methods are currently highly advanced, and the machinery can be adapted to better suit conditions with low load-bearing capacity. While the risks are manageable, they can be better addressed by improving planning and scheduling of harvesting and by developing more accurate soil type and trafficability maps.

The condition of the lower road network and limited transportability already pose challenges for timber transport. Increased rainfall, shorter frost periods, and the reduction in frost layer thickness further heighten these security of supply risks in both industrial wood procurement and energy wood supply. The adverse effects

of deteriorating harvesting and transport conditions can be mitigated by expanding the use of wood terminals. From a security of supply perspective, the state of the road network and the adequacy of terminal capacity are particularly critical in southern Finland, where significant weather changes are most likely, and wood consumption is high in both the forest industry and energy production.

In the coming decades, the most significant risks of **forest disturbances** are expected in the spruce-dominated forests of southern Finland, where root rot weakens trees and makes them more vulnerable to wind and bark beetle damage. At present, the acute effects of forest disturbances on Finland's security of supply are mainly linked to the shock impact that large-scale disturbances pose on wood transport, logistics and storage. Here, the disturbances are interacting with the vulnerabilities related to wood storage: the increased need for timber storage following a major disturbance event, for instance, would particularly affect southern Finland, where wood terminal capacity is already strained. Moreover, the increased need to store more wood in terminals can also elevate damage risks as the storage of spruce timber increases the risk of bark beetle damage to the surrounding forests. This must be factored into operational planning. Major disturbances can also create a sudden, increased need for forest regeneration material as well as for the workforce required in reforestation. The economic losses from

new pests and diseases are still considered minor within the time frame covered by this report. While the diversification of Finland's forest has been somewhat active due to the increased cultivation of silver birch, the use of other, more rare tree species (alder, oak etc.) is still marginal in relation to the needs for adaptation.

In **agriculture**, global warming has already led to diversification of crop cultivation in Finland, and further diversification remains important for strengthening the climate resilience of production. This requires the adoption of new farming methods as well as crops and cultivars adapted to Finnish conditions. The importance of water management is increasing due to drought risks, and here irrigation has large potential because Finland has abundant water resources and up to a third of its agricultural plots are located close to waterways. However, investment subsidies play a significant role in making the irrigation systems a viable mean of managing the risk of drought-related crop losses. As the climate has warmed, new pests and diseases have also spread to Finland, affecting both agriculture and horticulture. In the long run, their risks can be decreased now by putting emphasis on horizon scanning and early detection. In the long run, resources must be targeted to developing the identification and monitoring of these damage agents as well as to integrated pest management methods for dealing with their threats – capabilities that must be strengthened through research and development.

Due to poor development in emission trends in the land use sector, it is unlikely that **Finland's national carbon neutrality target** and the obligations set by the **EU LULUCF Regulation** can be achieved without significant changes in forest harvesting volumes. If political targets

allow no flexibility, achieving them may require increasing the forest carbon sink in the coming years, for example by limiting logging through political regulation. Considerable uncertainty still surrounds the national implementation of the **EU Nature Restoration Regulation**, with estimates of reductions in annual harvesting volumes ranging from 3.4 to 17 million cubic meters. If implemented, limiting harvesting volumes to increase carbon sinks or meet restoration targets can reduce the availability of wood raw material, with implications for security of supply.

The link between **agricultural policy** and security of supply is largely determined by the production structures the policy supports. Agriculture in Finland has proven crisis-resistant, particularly in terms of production continuity, but its economic resilience remains structurally vulnerable. In Finland, agricultural policy has also partly supported the preservation of production resources in areas where production would not be profitable under market conditions. Ensuring production diversity will remain the most challenging policy area in the future.

Although climate change mitigation features prominently in agricultural policy rhetoric, member states are not required to make concrete reductions in agricultural emissions. Emission and carbon sink targets, as well as restoration goals, will nevertheless restrict farming on peatlands in the future. From the perspective of national security of supply, the role of peatlands remains fairly limited.

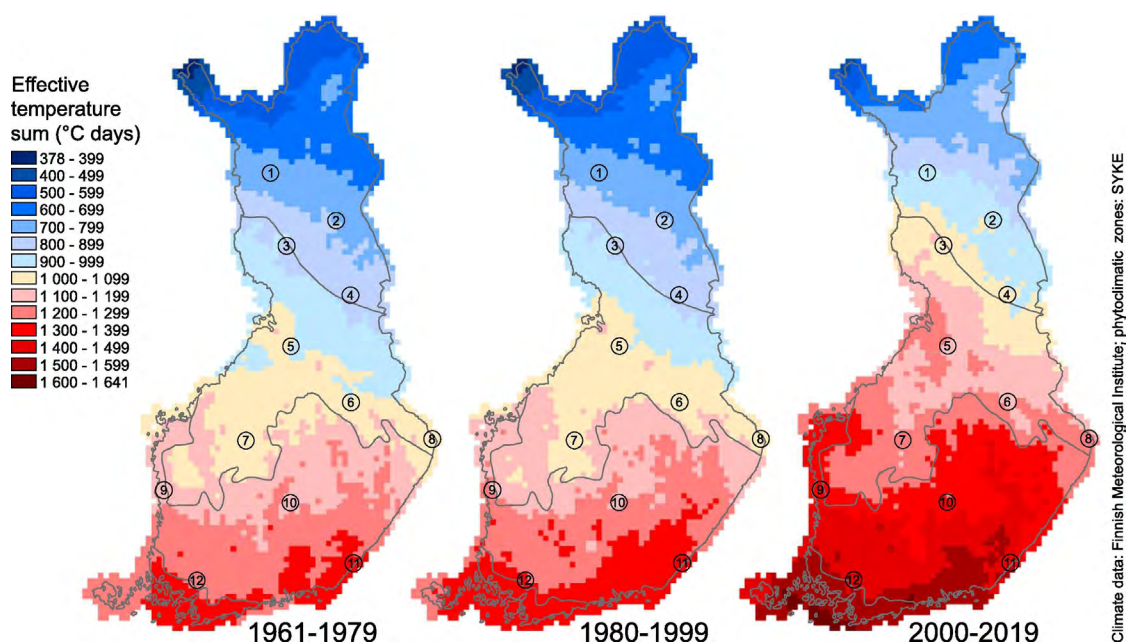
Keywords: climate change, extreme weather events, security of supply, agriculture, forestry, forest damage, logging, crop losses, risk management, climate policy, agricultural policy

1 Johdanto

1.1 Muuttuvan ilmaston vaikutuksista ja varautumisesta

Ilmastomuutos tapahtuu ilmassa, mutta sen vaikutukset realisoituvat maassa ja maan ekosysteemeissä. Ihmisen luonnonvaratalous on siksi altis ilmastomuutoksen sekä suorille että epäsuorille vaikutuksille.

Suomessa kasvukausi on venynyt merkittävästi ja nopeassa tahdissa; Keski-Suomessa kertyvä lämpösumma vastaa tänä päivänä etelärannikon lämpösummia 1960-luvulla (kuva 1).



Kuva 1. Lämpösummien muutos Suomessa 20 vuoden ajanjaksoilla 1961 – 2019. Kuva ilmestynyt alunperin julkaisussa Sallinen ym. (2023).

Tapahtunut lämpeneminen on koskettanut jokaista vuodenaikaa, mutta voimakkainta se on ollut talvien osalta. Jo pitkään jatkunut lämpeneminen tarkoittaa myös sitä, että 2000-luvulla ns. "kylmä vuosi" on pitkän ajan keskiarvoon verrattuna lämmin, kun taas 2000-luvun "kuuma vuosi" on yleensä ollut kuumempi kuin koskaan aiemmin mitattu. Tämä on korostunut etenkin 2020-luvulla, jolloin lämpöennätyksiä on rikottu kerta toisensa jälkeen. Tämän vuoksi myös sään ääri-ilmiöt, kuten kuivuus tai helteet, ovat olleet voimakkaampia kuin ennen. Samalla lämpiminä talvina on nähty poikkeuksellisen pitkiä roudattomia ja lumettomia ajanjaksoja, Etelä-Suomessa jopa kokonaisia talvia. Kuvatuilla ilmiöillä voi olla merkittäviä suoria ja epäsuoria vaikutuksia

alkutuotantoon – tässä yhteydessä maa- ja metsätalouteen – sekä sitä kautta huoltovarmuuteen.

Suoriin vaikutuksiin voidaan lukea esimerkiksi kuivuuden aiheuttamat satotappiot pelloilla ja kasvitappiot metsissä tai pidentyneen kasvukauden ja lämpenemisen aiheuttama tuhonaiheuttajien leviäminen aiempaa pohjoisemmaksi ja ylipäätään niiden runsastuminen. Epäsuoria vaikutuksia ovat muun muassa kuivuuden aiheuttamat metsäpalariskit kivikkoisilla metsäkankailla tai roudattomuuden aiheuttama korjuukelvottomuus pehmeillä turvemailla, mikä haittaa ja pahimmillaan estää puunkorjuun. Tällä on edelleen vaikutuksia puuhuoltoon ja puuraaka-aineen saatavuuteen.

Muuttuvan ilmaston lisäksi alkutuotantoon ja sen toimintatapoihin vaikuttaa suuri määrä kansallista ja kansainvälistä sääntelyä, joilla on omat heijastevaikutuksensa huoltovarmuuteen. Markkinat esimerkiksi vaikuttavat siihen, millä volyymillä uusia lajikkeita voidaan ottaa viljelyyn, vaikka niillä huoltovarmuuden ja riskien hajauttamisen näkökulmasta tilausta olisikin. Metsiä koskeva lainsäädäntö taas voi vaikuttaa esimerkiksi siihen, kuinka voimme hallita tuhoriskejä tai operoida koneellisesti tietyntylaisilla metsäkohteilla.

Oli kyse sitten ilmasto-, lainsäädäntö- tai markkinavai-
kutuksista alkutuotantoon, vaikutukset ovat merkittäviä ja ne on siksi otettava huomioon varautumisen kehittä-
misessä huoltovarmuuden turvaamiseksi.

Huoltovarmuusajattelulla on Suomessa pitkä historia ja tässä suhteessa Suomi on monella tapaa Euroopan kärkimaa: Varautuminen ja huoltovarmuusajattelu kattavat kaikki yhteiskunnan sektorit ja niiden merkitys tunnustetaan laajasti. 2000-luvulla ilmastomuutoksesta on tullut aiempaa merkittävämpi varautumisen ulottuvuus. Kuivuudet ovat aina aiheuttaneet satotappiota, mutta nyt niiden riski on kasvanut uudelle tasolle kuivuusjaksojen ollessa yhä pidempiä ja voimakkaiden helteiden takia vaikutuksiltaan vakavampia. Samoin lämpimiä talvia on esiintynyt aiemminkin, mutta 2000-luvulla kokonaan roudattomista ja lumettomista talvista on tullut Etelä-Suomessa yhä yleisempiä, jolloin roudan ja lumen puute haittaa esimerkiksi jo mainittua pehmeillä mailla tapahtuvaa puunkorjuuta. Maahamme on myös levinnyt uusia tuhonaiheuttajia samaan aikaan kuin luontaiset, maassamme jo pitkään esiintyneet tuhonaiheuttajat aiheuttavat aiempaa suurempia tuhoja. Tämä haastaa sekä tutkimusta että toimijakenttää kehittämään uusia työkaluja uusien riskien hallintaan.

Kaikilla yllä kuvatuilla tekijöillä on omat heijastevaikutuksensa huoltovarmuuteen, ja tämä raportti keskittyy näiden vaikutusmekanismien avaamiseen sekä niihin liittyvien riskien konkretisoimiseen.

1.2 Työn tavoitteet ja toteutus

Raportti on tehty asiakastyönä Huoltovarmuuskeskusselle Luonnonvarakeskuksen toimesta. Työn toteuttivat Luonnonvarakeskuksen tutkijat, ja se perustuu pääosin jo julkaistuihin tutkimuksiin sekä tehtyihin selvityksiin, jotka tässä syntetisoidaan yhteen ja linkitetään huoltovarmuuden teemaan. Uusi selvityksiä tai laskelmia laadittiin siltä osin kuin ne tukivat työtä ja tavoitteita, esimerkiksi analyysijä tulevista, tiedoissa olevista politiikkalinjauksista.

Teemoiltaan työ on rajattu maa- ja metsätalouteen liittyviin ilmasto- sekä markkina- ja politiikkavaikutuksiin, joilla on selkeitä liittymäkohtia huoltovarmuuteen. Raportissa käydään läpi paitsi tämän hetken tilannetta, katsotaan myös horisonttiin tulevien lähivuosikymmenten osalta. Ensin luodaan katsaus ilmastomuutoksen merkittäviin vaikutuksiin sekä sopeutumistoimiin maa- ja metsätaloussektoreilla. Seuraavaksi käydään läpi teemaan liittyviä markkina- ja politiikkavaikutuksia. Lopuksi luodaan tehokas tiivistelmä merkittävimmistä vaikutuksista, sopeutumisen toimista sekä tietoaaukoista ja jatkotutkimustarpeista.

Raportin tavoitteena on paitsi tuottaa tilannekatsaus aiheesta, toimia myös keskustelun avaajana sille, millaisia tutkimus- ja kehitystarpeita meillä edelleen on liittyen ilmastomuutoksen huoltovarmuusvaikutuksiin ja näihin vaikutuksiin varautumiseen. Teeman tärkeys ei ole vähenemässä, päinvastoin, tulevaisuuden ilmastomme ennustetaan olevan yhä arvaamattomampi ja muutosnopeuden vain kiihtyvän.

2 Ilmastomuutoksen vaikutukset metsätalouden huoltovarmuuteen

2.1 Vaikutukset puutavaran korjuuseen, kaukokuljetukseen, varastointiin ja logistiikkaan

Jari Ala-Illomäki, Harri Lindeman, Tuomas Niinistö, Aura Salmivaara

2.1.1 Puunkorjuu

Puutavaran korjuuta tarkastellaan nykyoloissa lähinnä korjuujäljen ja korjuukustannusten valossa. Korjuujäljelle tai tarkemmin sanottuna korjuun aiheuttamien kivennäismaalla 10 cm ja turvemaalla 20 cm syvien yhtenäisten raiteiden osuudelle leimikolla on asetettu lakiraja. Hakkuun korjuujäljellä on myös tärkeä rooli korjuun julkisuuskuvaa ajatellen. Kriisitilanteissa kustannusten ja ympäristöseikkojen merkitys vähenee, ja pääosaan nousee puutavaran tekninen toimitusvarmuus varastopaikalle.

Nykyisin käytössä olevan 8-pyöräisen puunkorjuukaluston maastoliikkuvuus on erittäin hyvä. Koneet ovat kuitenkin painavia, hakkuukoneet tyypillisesti 20000...25000 kg ja kuormatut kuormatraktorit 30000...35000 kg, joten kiinnijuuuttumisia pehmeissä oloissa saattaa tapahtua. Kuljettajat yleensä pystyvät ratkaisemaan ongelmatilanteet itsenäisesti esim. purkamalla kuorman ja laittamalla puutavaraa koneen telojen alle. Korjuukoneet ovat varusteltavissa heikosti kantaviin oloihin soveltuvilla leveillä teloilla.

Kriittisessä huoltovarmuuden tilanteessa voidaan olettaa puunkorjuun aiheuttamien raiteiden ja muiden ympäristövaikutusten merkityksen olevan toissijainen. Näin ollen esim. kantavuudeltaan heikoissa kohdissa voidaan tarvittaessa käyttää liikkuvuuden turvaamiseksi uutta maastonkohtaa. Samoin esim. puutavarasta rakennetun telan teko tuskin muodostuu kustannuskysymykseksi.

Korjuukoneiden renkaat ovat nykyisin tyypillisesti 800 mm levyisiä ja heikosti kantaviin oloihin tarkoitettut telat jopa yli 1 m levyisiä. Nyrkkisääntönä renkaiden tai telojen maaperään kohdistama paine laskee puoleen niiden leveyttä vastaavalla syvyydellä. Useissa tutkimuksissa kantavuutta on ennustanut parhaiten 200...400 mm syvyisen maakerroksen lujuus.

Kasvavan sadannan vaikutuksia puunkorjuun huoltovarmuuteen käsittelevässä tarkastelussa on lähdetty seuraavista oletuksista:

1. Turvemaat ovat aina haastavia puunkorjuukohteita, mutta Ala-Illomäen (2006) mukaan niiden tekninen kantavuus sulan maan aikana muuttuu sateiden määrästä riippuen kuitenkin vain $\pm 15...20$ % keskimääräisiin kesäoloihin verrattuna.
2. Karkearakeisten vettäläpäisevien kivennäismaiden kulkukelpoisuus säilyy sademäärän kasvaessakin hyvänä.
3. Sademäärän kasvaessa kantavuusolot muuttuvat voimakkaimmin hienojakoisilla kivennäismailla, joihin seuraavassa sademäärän osalta keskitytään. Tarkastelu perustuu Lukessa laadittuihin depth-to-water (DTW) -kosteusindeksianalyysieihin (Salmivaara 2023).

Suomen maakunnat ryhmiteltiin tarkastelua varten osa-alueisiin:

Ahvenanmaa: Ahvenanmaa

Länsi-Suomi: Uusimaa, Varsinais-Suomi, Satakunta, Kanta-Häme, Pirkanmaa, Päijät-Häme, Keski-Suomi, Etelä-Pohjanmaa, Pohjanmaa

Itä-Suomi: Kymenlaakso, Etelä-Karjala, Etelä-Savo, Pohjois-Savo, Pohjois-Karjala

Pohjois-Pohjanmaa & Kainuu: Keski-Pohjanmaa, Kainuu, Pohjois-Pohjanmaa

Lappi: Lappi

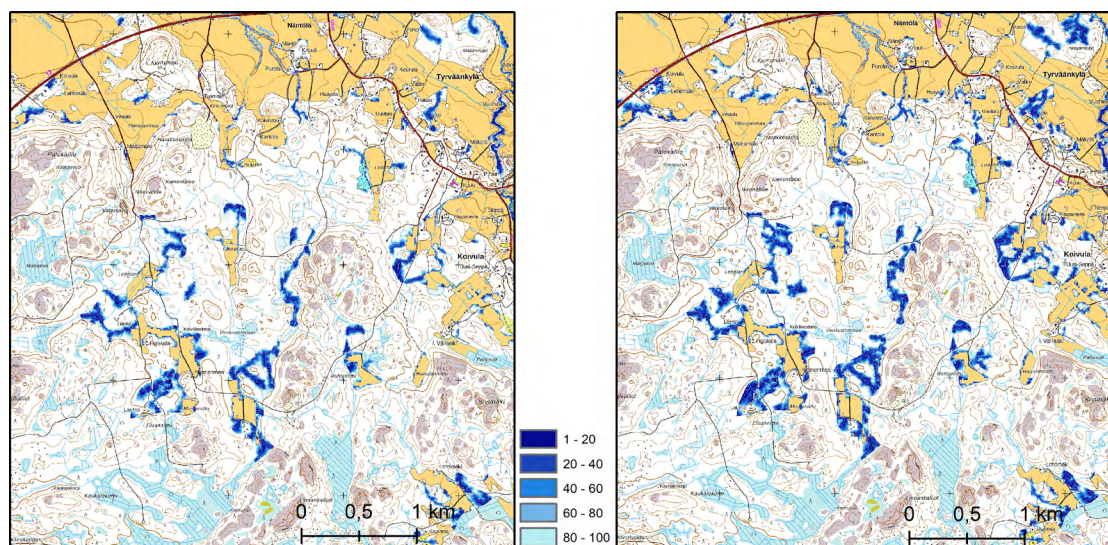
Metsämaan maalajien ja vesistöjen pinta-alat osa-alueittain on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Metsämaan maalajien ja vesistöjen pinta-alat osa-alueittain.

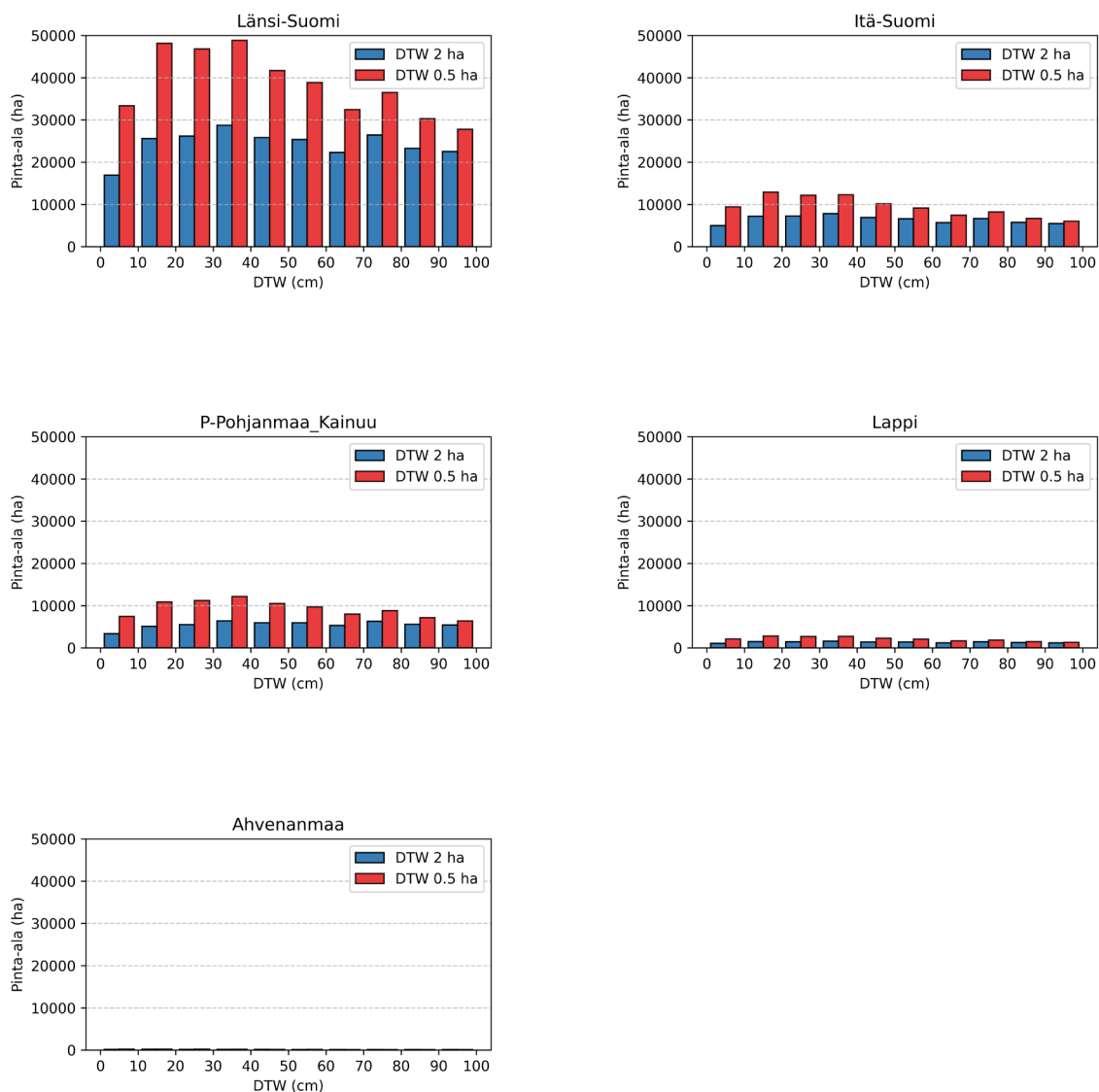
Pinta-ala, ha	Ahvenanmaa	Länsi-Suomi	Itä-Suomi	P-Pohjanmaa ja Kainuu	Lappi
Karkearakeiset	101 004	2 824 402	1 942 347	1 000 271	1 306 858
Hienojakoiset	8 898	2 342 277	396 632	334 785	46 580
Keskirakeiset	19 188	4 588 889	2 572 181	2 804 954	6 228 974
Muu	58	19 072	10 269	6 848	7 515
Turve	2 107	1 728 029	1 034 394	2 577 009	2 575 519
Vesi	22 058	1 140 260	1 580 832	530 068	626 679
Yhteensä	153 313	12 642 929	7 536 655	7 253 935	10 792 125

Ilmastonmuutoksen myötä kasvavan sademäärän vaikutusta tarkasteltiin depth-to-water (DTW) indeksiin kahdella eri kynnysarvolla, joista 0,5 ha kynnysarvo edustaa kosteampia olosuhteita ja 2 ha normaalia loppukesän kosteusolosuhteita. Kynnysarvon koko määrittää alueen, jonne satava vesi riittää synnyttämään maanpinnassa näkyvän vesiuoman. DTW-indeksi lasketaan vain pintamallin pohjalta tehtyyn veden virtausker-

tymän ja kaltevuuden funktiona, se ei huomioi sääolosuhteita (sadantaa, haihduntaa, lähteitä, pohjavettä) eikä maalajia tai vedenjohtavuuden eroja. Tarkastelussa lisääntyneen sademäärän siis oletettiin nostavan pintavalunnan määrää, jonka oletetaan aiheuttavan kosteuden lisääntymisen ja nostavan myös teoriassa pohjaveden pintaa. Kuvassa 2 näkyy esimerkki Pirkanmaan alueelta DTW 2 ha ja DTW 0,5 ha kynnysarvolla.



Kuva 2. Depth-to-water (DTW) indeksi valuma-alueen koolla 2 ha (vas) ja 0,5 ha (oik).



Kuva 3. DTW indeksin arvojen jakaantuminen metsämaalla hienojakoisilla mailla tarkastelualueittain.

Kuvassa 3 on esitetty DTW-indeksien jakaantuminen hienojakoisilla maalajialueilla metsämaalla. Mitä pienempi DTW-indeksin arvo, sitä kosteamat olosuhteet oletuksena.

Kuvaajista havaitaan DTW arvon suhteellisen muutoksen ja pinta-alavaikutuksen olevan suurin Länsi-Suomessa. Itä-Suomen ja Pohjois-Pohjanmaa – Kainuun alueella pinta-alat ovat huomattavasti pienempiä. Lapissa pinta-alat ovat vähäisiä ja Ahvenanmaalla olemattomia. Kosteampia olosuhteita

kuvaavan 0,5 ha kynnysarvolla lasketun DTW-indeksin jakaumassa korostuu liikkuvuutta ajatellen kriittisten 20...40 cm arvojen pinta-alakertymät. Sadannan lisäntyessä suurimmat maaston kantavuuteen liittyvät ongelmat keskittyvät siis Länsi-Suomeen, jossa hienojakoisten maalajien osuus on tarkastelluista alueista suurin. Näillä alueilla veden pinta maaperässä nousee suurimmalla pinta-alalla kantavuudelle riittiselle 20...40 cm syvyydelle. Vastaavasti Lapissa ja Ahvenanmaalla mainittavia ongelmia ei tulosten valossa ole jatkossakaan.

Ilmastonmuutos vaikuttaa myös roudan paksuuteen. Roudan syvyys z_r suojaamattomassa maassa voidaan laskea seuraavasti (Tieaho 2013, s. 26):

$$z_r = \sqrt{\frac{2 \cdot \lambda}{q}} \cdot \sqrt{t \cdot T_i} = c \cdot \sqrt{F}$$

missä

z_r = roudan paksuus, m

F = pakkassumma, s °C

t = aika, s

T_i = lämpötila maanpinnassa, °C

q = maan lämpökapasiteetti, J m³

λ = jäätyneen maan lämmönjohtoluku, W m⁻¹ °C⁻¹

kerroin $c = 0,0090...0,0115$

Routa helpottaa erityisesti turvemaiden puunkorjuuta. Suomen ympäristökeskuksen (<https://www.i3.ymparisto.fi/i3/paasivu/fin/routa/routa.htm>) mittauksen mukaan turvemaidella saavutetaan enää nykyisinkään harvoin turvalliselle puunkorjuulle yleisesti vaadittua 20 cm roudan paksuutta. Ennustetun sademäärän kasvun aiheuttama vesipitoisuuden kasvu lisää maan lämpökapasiteettia ja alentaa roudansyvyyttä, ja samaan suuntaan vaikuttaa myös ennustettu ilmaston lämpeneminen. Gregow ym. (2011) ennusteen mukaan kuluvan vuosisadan lopulla Lounais-Suomi olisi roudaton, Etelä ja Keski-Suomessa olisi routaa alle puolet ja Lapissa 60...70 % vuoden 2011 tilanteeseen verrattuna. Samoin Suomen Ilmastopaneeli ennakoi vuoden 2019 raportissaan, että vuosille 2070–2099 sellaisten päivien määrä, jolloin lunta on alle 40 cm ja routaa alle 20 cm tulee kasvamaan Oulu-Joensuu linjan eteläpuolella yli 70 % verrattuna kauteen 2000–2018. Tässä arviossa käytettiin RCP4.5 skenaariota (Ilmasto-

paneeli 2019). Lumen vaikutuksesta roudansyvyys on 25...50 % vastaavan lumettoman alueen roudan syvyydestä. Lämpeneminen alentaa pakkassummaa mutta myös lumensyvyyttä, joten vaikutus roudan syvyyteen on tässä suhteessa epävarma. Ennusteissa on esitetty myös talvien kylmenemistä, jolloin sulan maan aikaisen mahdollisen sademäärän kasvun kosteuttamalla mailla saavutettaisiin luja routa. Kaiken kaikkiaan roudan muutoksen ennustamiseenkin sisältyy epävarmuuksia.

2.1.2 Puutavaran kaukokuljetukset ja varastointi

Vuonna 2025 Metsäkeskuksen koordinoimassa TIESIT-hankkeessa (Niskanen 2025) tuotettiin tietoa puu- ja energiahuollon tarvitsemasta kriittisestä infrastruktuurista. Hankkeen tulokset osoittivat, että puutavarakuljetusten kannalta kriittisen yksityistieverkon kunnossa on puutteita koko maan tasolla (Nousiainen 2025). Lisäksi tieverkon kuljetuskelpoisuutta heikentää se, että vajaa viidennes hankkeessa kartoitetuista silloista ja tierummuista osoittautui huonokuntoisiksi tai erittäin huonokuntoisiksi. Nämä haasteet koskevat sekä metsäteollisuuden puuhuoltoa että energia-puun hankintaa.

Suomen metsäkeskuksen TIESIT-hankkeessa yksityistien kunto luokiteltiin laserkeilausaineiston perusteella seuraavien tekijöiden perusteella:

- Tien poikkileikkausprofiilin korkeus (ojansyvyys, jonka raja-arvo riippui GTK:n maalajikartan mukaisesta pohjamaasta)
- Tien pinnan urautuneisuus
- Ajoradan leveys
- Tien pituuskaltevuus
- Tien kaarteisuus

Yhdenkin tekijän luokittelu huonoksi pudotti koko tieosuuden huonoon luokkaan. Taulukossa 2 on esitetty tutkittujen yksityistien kuntoluokkien hyvä ja tyydyttävä osuus, luokkaan huono johtaneiden tekijöiden osuus ja tien kokonaispituus luvun 2.1.1 DTW tarkastelua vastaavilla osa-alueilla.

Taulukko 2. Tutkittujen yksityisteiden kuntoluokkien hyvä ja tyydyttävä osuudet sekä luokkaan huono johtaneiden syiden osuudet osa-alueittain.

Luokka tai luokitustekijä	Osuus, %					Yhteensä
	Ahvenanmaa	Länsi-Suomi	Itä-Suomi	P-Pohjanmaa ja Kainuu	Lappi	
Hyvä	53,7	37,4	39,0	46,8	50,9	41,2
Tyydyttävä	24,3	27,2	28,5	28,5	27,0	27,8
Ojien syvyys alle suositusten	7,8	21,3	15,6	13,8	13,1	17,3
Tiellä urautuneisuutta	1,3	1,2	1,2	0,8	0,8	1,1
Tien kaarteisuus liian suuri	4,4	3,3	3,1	2,3	1,8	2,9
Tien pituuskaltevuus liian suuri	1,7	1,9	3,4	0,8	1,1	2,0
Tien leveys alle suositusten	6,8	7,6	9,1	7,0	5,2	7,6
Pituus yhteensä, km	364	81 305	56 134	36 583	23 382	19 7768

Käytännössä huoltovarmuudelle sateisuuden kasvaessa vakavimman uhan muodostavat riittämätön ojansyvyys ja huonoa kantavuutta indikoiva tien pinnan urautuneisuus. Riittämätön ojansyvyys oli aineistossa yleisin syy huonoon kuntoluokkaan. Tarkastelun mukaan sademäärän kasvaessa huoltovarmuudelle kriittisten yksityisteiden osuus on suurin Länsi-Suomessa. Kirjoittajat tarkastelivat aineistosta heille tuttuja teitä ja totesivat huoltovarmuuden sateiden kasvaessa olevan uhatuna lähinnä luokan huono teillä. Osalla näistä teistä ojansyvyys oli tulkittu riittämättömäksi useilla kalliolla sijaitsevilla tienkohdilla sekä mm. kiinteistöjen liittymissä. Huonoksi luokitellut tieosuudet olivat siksi usein melko lyhyitä. Kalliolla sijaitsevien kohtien epätarkkaan luokitteluun vaikuttaa maaperäaineiston riittämätön tarkkuus. Toisaalta huonoksi luokitellun tieosuuden sijainti vaikuttaa tien käyttöön voimakkaasti: huonosti kantava osuus tien alussa vaikuttaa koko tien käyttöön. Yksittäinen lyhyt huono osuus tien alussa on tietenkin myös helpompi saattaa kuntoon.

Kaiken kaikkiaan TIESIT-aineiston perusteella ei voida tehdä kovin varmoja johtopäätöksiä. Valtaosa yksityisteistä ei kirjoittajien tulkinnan mukaan muodosta TIESIT-hankkeen kuntoluokituksen perusteella uhkaa huoltovarmuudelle sademäärän kasvaessa. Arviona voidaan esittää 50 % luokan huono teistä voivan muodostaa uhkan sademäärän kasvaessa.

Räisäsen ym. (2025) mukaan ilmastomuutos lyhentää edelleen lumipeitteisen ajan kestoa erityisesti Etelä-Suomessa. Ruosteenojan ym. (2022) skenaarioissa keskilämpötilan nousu talviaikana voi olla jopa 3–4 astetta jakson 2040–2069 aikana. Käytännössä tämä tarkoittaa, että talvisateet tulevat ilmaston lämmetessä

yhä useammin vetenä. Puuhuollon kannalta sääolosuhteiden muutos johtaa siihen, että toimintaympäristön olosuhteet ovat vaikeammin ennustettavia, ja talvet sekä jäätyneen maan aika lyhyempiä (Lehtonen ym. 2019). Tämä vaikeuttaa merkittävästi sekä puunkorjuuta että puutavaran kaukokuljetusta tienvarsivaroilta käyttöpaikoille. Venäläinen ym. (2017) arvioivat tiestön kelirikon, hakkuualojen korjuukelpoisuuden ja tehtaiden kysynnän vaihteluiden aiheuttamien puunhankinnan kausivaihteluiden kokonaiskustannukseksi noin 70 miljoonaa euroa. Heikkojen korjuu- ja kuljetusolosuhteiden haitallisia vaikutuksia voidaan kuitenkin lieventää lisäämällä puuterminaalien käyttöä, mikä osaltaan ylläpitää puun toimitusvarmuutta. Terminaalien käytöstä voi olla myös muita hyötyjä puunhankinnassa. Anttilan ja Väätäisen (2025) tutkimuksessa todettiin, että terminaaleihin perustuvat logistiset ketjut voivat lisätä ajoneuvokohtaisia kuljetussuoritteita, tehostaa henkilöstöresurssien hyödyntämistä ja vähentää logistiikan päästöjä. Ominaisuuksiltaan kehittyneet terminaalit mahdollistavat myös tavallista raskaampien ajoneuvoyhdistelmien käytön, sillä ne edellyttävät soveltuvaa tieverkkoa ja riittävää puuterminaaliverkostoa (Venäläinen ym. 2017).

Energiapuun hankinnassa terminaaleja käytetään tulevaisuudessa aiempaa enemmän, kun välivarastoinnin tarve kasvaa ja varastointiajat pitenevät käyttömäärien vaihdellessa aiempaa voimakkaammin. Käytön vaihtelu koskee metsähakkeen ohella myös muita kiinteitä puupolttoaineita ja johtuu siitä, että sääolosuhteiden lisäksi puupolttoaineiden kulutusta ohjaa jatkossa yhä enemmän myös sähkön hinta (Niinistö ym. 2025a). Käyttömäärien kasvava vaihtelu vaikeuttaa myös energiapuun hankinnan ja kulutuksen sovittamista, koska

sitä on aiempaa vaikeampi ennakoida. Siksi puuta joudutaan varastoimaan terminaaleihin, jotta sitä on tarpeen tullen mahdollista toimittaa nopeasti käyttöpaikoille. Hakkuutähteitä ja karsimatonta kokopuuta paremman säilyvyyden vuoksi terminaaleissa varastoitava puu on usein kuitupuukokoista runkopuuta.

Yksityistieverkon ja siltojen kunnon ohella TIESIT-hankkeessa tarkasteltiin puuterminaliverkoston riittävyyttä (Niskanen 2025). Hankkeen keskeisten tulosten mukaan terminalikapasiteetti on valtakunnallisesti riittävällä tasolla, mutta siinä esiintyy alueellisia eroja. Terminaalien ominaisuuksien ja kunnon havaittiin myös vaihtelevan. Hankkeessa tehtyjen havaintojen perusteella osa terminaaleista on lähinnä pyöreän puun välivarastointiin soveltuvia alueita, joissa ei ole mahdollista harjoittaa laajamittaisempaa puutavaran käsittelyä tai jalostamista. Tämä saattaa vaikeuttaa niiden käyttöä varsinkin energiapuun hankinnassa, koska niissä on rajalliset mahdollisuudet varastoida valmista haketta.

TIESIT-hankkeessa tehtyt havainnot tukevat Niinistön ym. (2025b) energiapuun toimittajille keväällä 2024 tekemän kyselytutkimuksen tuloksia, jossa selvitettiin terminalikapasiteetin käyttöä ja riittävyyttä energia-

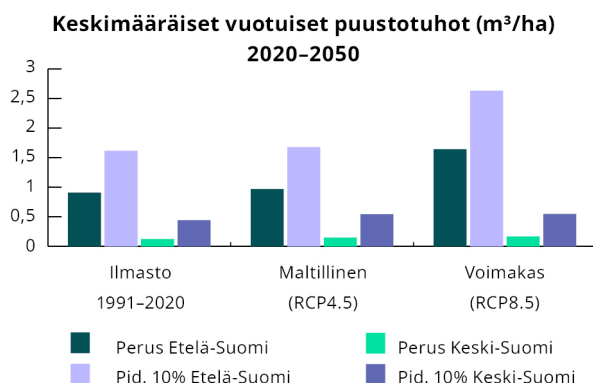
puun hankintaketjujen näkökulmasta. Näiden tulosten mukaan terminalikapasiteetti on yleisesti riittävä, mutta sen merkitys hankintaketjuissa vaihtelee toimijakohtaisesti. Osalla energiapuun kyselyyn vastanneista toimittajista ei ollut lainkaan puutermiinaaleja omassa hallinnassaan. Lisäksi terminaaleista merkittävä osa on pieniä varastokenttiä, jotka eivät sovellu esimerkiksi valmiin hakkeen varastointiin. Kestopinnoitetun terminalialan osuus oli noin neljännes. TIESIT-hankkeen tulosten perusteella terminalikapasiteetin ja tarpeen välinen suhde on kriittisin Varsinais-Suomessa, Päijät-Hämeessä, Pohjanmaalla ja Keski-Suomessa. Energiapuun hankinnan näkökulmasta näistä maakunnista Varsinais-Suomi ja Päijät-Häme kuuluvat Niinistö ym. (2025a) tutkimuksessa tarkasteltuun eteläiseen alueeseen, jossa metsähakkeen kulutuksen arvioidaan vähenevän vuoteen 2033 mennessä vajaan neljänneksen, mutta pysyvän silti lähes kaksinkertaisena muihin alueisiin verrattuna. Pohjanmaan ja Keski-Suomen maakunnat puolestaan sijoittuivat tutkimuksessa läntiseen alueeseen, jossa käytön arvioitiin vähenevän samalla ajanjaksolla noin kahdeksan prosenttia. Näiden tietojen perusteella kaikki neljä maakuntaa ovat alueita, joiden energiapuuhuollon turvaamiseen on syytä kiinnittää erityistä huomiota.

2.2 Lisääntyvät puustotuhoriskit, niiden alueellisuus ja huoltovarmuusvaikutukset

Juha Honkaniemi, Markus Melin

Metsien taloudellista arvoa alentavia puustotuhon aiheuttavat muun muassa erilaiset hyönteiset, sienitaudit sekä abioottiset tekijät, kuten tuuli ja kuivuus. Suomessa puustotuhon arvioidaan aiheutuvan nykyisellään noin 100M€ vuotuiset tappiot vastaten viittä prosenttia kantorahatuloista (Hantula ym. 2023). Tuhot jakautuvat maantieteellisesti epätasaisesti ja metsänkasvatuksen puustotuhoriskit ovat esimerkiksi Etelä-Suomen kuusikoissa huomattavasti suurempia kuin Keski- ja Pohjois-Suomen männiköissä.

Puustotuhot ovat lisääntyneet Euroopassa viime vuosikymmeninä johtuen metsien rakenteellisista muutoksista sekä muuttuvasta ilmastosta (Patacca ym. 2022). Suomen kannalta huolestuttavimpia tuhoja ovat olleet lisääntyneet kirjanpainaajatuhot Keski-Euroopan ja Etelä-Ruotsin kuusivaltaisissa metsissä (Hlásny ym. 2025, 2021). Myös Suomessa tuhojen ennakoita lisääntyvän tulevaisuudessa merkittävästi, riippuen kuitenkin ilmastomuutoksen nopeudesta (Repo ym. 2024, Hynynen ym. 2024). Kuva 4 näyttää esimerkin Hynynen ym. (2024) työssä laaditusta arviosta Keski- ja Etelä-Suomeen, jossa katsottiin sekä ilmastomuutoksen vaikutusta että ihmistoiminnan vaikutusta tuhomäärien ennakoituun kehitykseen, tässä tapauksessa kyseessä oli metsien kiertoajan pidentäminen ja kirjanpainaaja- ja tuulituhon käyttäytyminen suhteessa tähän. Kiertoaikojen pidentäminen 10 % nykyosuutuksista lisäsi tuhoriskiä Etelä- ja Keski-Suomessa, mutta Keski-Suomessa tuhot pysyivät edelleen maltillisina, eikä ilmastomuutoksella ollut niihin yhtä suurta vaikutusta kuin metsänhoidon valinnoilla.



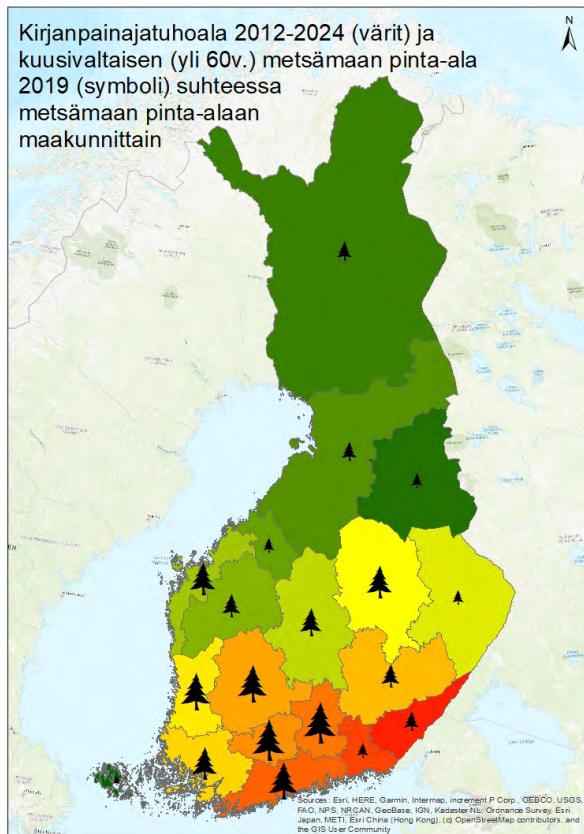
Kuva 4. Keskimääräiset vuotuiset yhteenlasketut tuuli- ja kirjanpainaajatuhot aikavälillä 2020–2050 kahdessa eri ilmastomuutoskenaariossa sekä referenssi-ilmastossa Etelä-Suomen ja Keski-Suomen kuusivaltaisilla alueilla. Kuva julkaistu teoksessa Hynynen ym. (2024).

Kuten nykytilanteessa, myös tulevaisuudessa tuhoriskit ovat erilaisia eri osissa Suomea. Lähivuosikymmenten merkittävimmät tuhoriskit kohdentuvat Etelä-Suomen kuusivaltaisiin metsiin, joissa juurikäävän aiheuttama tyvilaho heikentää puita ja altistaa ne tuuli- ja kirjanpainaajatuhon (Honkaniemi ym. 2017, Wahlman ym. 2024). Koska merkittävimmät ja mahdollisia huoltovarmuusvaikutuksia omaavat tuhonaiheuttajat ovat käytännössä vain juurikääpä, kirjanpainaaja sekä tuuli- ja myrskytuhot, tämä osio keskittyy niihin. Tulevaisuudessa metsissämme voi olla uusia merkittäviäkin tuhonaiheuttajia, kuten viime vuosina puustokuolemia paikallisesti männyllä aiheuttanut okakaarnakuoriainen (Ylioja ym. 2024), kuivuuden vaivaamia mäntyjä kiusaava havuparikas (Terhonen ym. 2025) tai neulasia syövä generalisti havununna (Melin ym. 2020), mutta toistaiseksi niistä ei aiheudu merkittävää taloudellista vahinkoa. Tässä osiossa avaamme ensin kunkin merkittävimmän tuhonaiheuttajan tuhdynamiikan ja vaikutukset pähkinänkuoressa, minkä jälkeen tiivistämme yhteisesti puustotuhon lisääntymisen aiheuttamat huoltovarmuusvaikutukset sekä pullonkaulat varautumisen näkökulmasta.

Juurikäävän aiheuttamat tyvilaho kuusella ja tyvitervastauti männyllä aiheuttavat yli 60 miljoonan euron vuotuiset taloudelliset tappiot Suomessa (Hantula ym. 2023). Tappioiden voidaan olettaa kasvavan tulevaisuudessa johtuen kasvukauden aikaisten hakkuiden lisääntymisestä jo 1980-luvulta ja toisaalta kantokäsittelyn yleistymisestä torjuntamuotona vasta 1990- ja 2000-luvuilla. Lisäksi lämpenevä ilmasto ja pidemmät kasvukaudet nopeuttavat sienien kasvua ja leviämismahdollisuuksia. Juurikäävän korkeinta riskialuetta ovat eteläinen Suomi sekä länsirannikko (Suvanto ym. 2025), joissa metsienhoidolla ja -käytöllä on pitkä historia, mikä mahdollistaa tartunnat ja juurikäävän hitaan levittäytymisen puusukupolvesta toiseen. Juurikäävästä metsissämme tekee merkittävän myös se, että se hitaalla lahoamisellaan haastaa kuusia vieden niiden vastustuskykyä muita tuhonaiheuttajia, kuten kirjanpainaajaa vastaan (Wahlman ym. 2025). Puiden juuristossa juurikääpä puolestaan heikentää juuriston mekaanista kestävyyttä tuulta vastaan (Honkaniemi ym. 2017). Varautumisen ja huoltovarmuuden kannalta onkin erityisen tärkeää, että nämä riskialttiit kuusikot pystytään tunnistamaan ja tarvittavat toimet ennakkoimaan metsänhoidossa; näin pystymme tämän päivän ennakkoinnilla vähentämään lahovikaisten metsien määrää tulevaisuudessa.

Kirjanpaina voi aiheuttaa Suomessa aiempaa merkittävämpiä puustotuhoja tulevaisuudessa ilmaston lämmetessä ja kasvukauden olosuhteiden ollessa useampana vuonna sille suotuisia. Kuivat ja kuumat kesät heikentävät puiden kasvua ja ovat suotuisia kirjanpainajien lisääntymiselle, jolloin yhteisvaikutuksena tuhojen todennäköisyys kasvaa. Viime vuosina kirjanpainajien aiheuttamat tuhot ovat keskittyneet voimakkaimmin Kaakkois-Suomeen, mutta kannan seurannassa on ollut viitteitä kasvusta myös muualla eteläisessä Suomessa (Ylioja ym. 2024). Simulaatiomallinnukset ennustavat tuhojen jatkossakin painottuvan etelään, missä tuhoriskien ja tuhomäärien kasvu voi olla merkittävää vuosisadan loppuun mennessä (Repo ym. 2024). Tehokas torjunta vaatii aktiivisuutta maastossa ja korjuuresurssien kohdentamista. Puut joihin kirjan-

painajat ovat iskeytyneet on tunnistettava alkukesästä silloin, kun ne ovat puun kuoren alla lisääntymässä ja poistettava välittömästi. Myöhästynyt puunkorjuu alentaa puun laadun nopeasti energiapuuksi. Vaikka kuolleiden puiden korjuu on haitaksi kirjanpainajakannan luontaiselle pienentymiselle sekä monimuotoisuudelle, voi suuri kirjanpainajatuho lisätä maisemassa olevan kuolleen puun määrää niin merkittävästi, että tällä voi olla paikallisesti ns. shokkivaikutus puunkorjuuseen: suuria määriä kuollutta ja vioittunutta puuta pitäisi saada nopeasti maastosta pois. Tämän vuoksi resursseja niin korjuuseen kuin kuljetukseen on varattava suurten tuhojen sattuessa, ja jos tämä aiemmin on koskenut vain myrskyjä, jatkossa sama riski koskee myös kirjanpainajatuhoja etenkin Etelä-Suomessa.



Kuva 5. Kirjanpainajatuhojen määrä maakunnittain vuosina 2012–2024 laskettuna Metsäkeskuksen metsänkayttöilmoitusaineistoista.

Kuvassa 5 punaisella värillä merkityillä alueilla ilmoituksia tuli eniten suhteessa metsämaan pinta-alaan ja tummanvihreällä vähiten. Kuusisymbolin koko puolestaan kertoo yli 60-vuotiaiden kuusikoiden osuudesta metsämaan pinta-alaan vuonna 2019. Kaakkois-Suomessa on tarkastellulla aikavälillä havaittu eniten kirjan-

painajien aiheuttamia puustotuhoja. Samanaikaisesti tällä hetkellä varttuneiden, riskialttiiden kuusikoiden määrä tällä alueella on pienentynyt merkittävästi. Pirkanmaalla, Hämeessä ja Uudellamaalla riskialttiiden kuusikoiden määrä on edelleen suuri ja kirjanpainajakannat kasvussa perustuen sekä hakkuuilmoituksiin että Luken feromoniseurannan tuloksiin. Huomioitavaa on, että Etelä-Suomessa on yleisesti tällä hetkellä enemmän kuusivaltaisia nuoria metsiä kuin aiemmin, eli tulevaisuuden tuhoriskit ovat osin jo kasvamassa.

Tuuli- ja myrskytuhot aiheuttavat alueellisia tappioita vuosittain riippuen myrskyrintamien liikkeistä, myrskyjen ajankohdista sekä metsien maisemarakenteesta (Hantula ym. 2023, Kulha ym. 2024). Vaikka tuulen nopeuksissa ei ennusteta merkittäviä muutoksia ilmaston muuttuessa, voivat tuulituhot silti kasvaa johtuen esimerkiksi maaperän märkyydestä, roudattomuudesta tai muutoksista metsien rakenteesta. Lisäksi harvinaisten tuulennopeuksien ennustaminen ja arviointi on hankalaa. Todennäköisyys Ruotsissa yli 70 miljoonaa kuutiota vuonna 2005 kaataneen Gudrun-myrskyn tapaiselle myrskylle eteläisessä Suomessa on prosentin luokkaa, toisin sanoen kerran sadassa vuodessa (Peltola ym. 2010). Tuulituhot ovat myös omiaan käynnistämään kuusivaltaisissa metsissä ketjureaktion, jossa kirjanpaina ensin lisääntyy nopeasti suuressa määrässä tuulenkaatoja ja aiheuttaa seuraavaksi nopeasti puustotuhoja myrskyalueen ympärysmetsissä (kuten tapahtui vuoden 2010 Asta-, Veera- ja Lahja-myrskyjen aikaan – Viiri ym. 2019). Näin ollen huoltovarmuuden kannalta ongelmaksi koituu sekä shokkivaikutus logistiikalle (kuinka korjata suuri määrä vioittunutta puuta nopeassa ajassa) sekä puun varastoinnille (minne varastoida poikkeuksellisen suuri määrä puuta niin että se ei pilaannu eivätkä tuhohyönteiset pääse lisääntymään siinä – Laki metsätuhojen torjun-

nasta 1087/2013, § 6). Tässä yhteydessä on yleisesti muistettava, että seuraustuhojen riski koskee korostetusti kuusta, joka on pintajuurisempaan alttiimpi roudattomuuden aiheuttamalle kaatumavaaralle, ja jolla on myös aggressiivisemmat hyönteistuholaiset. Männyllä ei ole suurtenkaan myrskyjen yhteydessä havaittu merkittäviä seuraustuhoja, sillä vaikka männylläkin on omat kaarnakuoriaislajinsa, mikään niistä ei ole tuhovoimaltaan kirjanpainajaan verrattavissa.

Keski-, Pohjois- ja Itä-Suomen osalta ilmasto on epäsuotuisampi laajamittaisille hyönteistuhoilille. Sen sijaan hirvieläinten ja lumen aiheuttamat vahingot erityisesti nuorissa metsiköissä ovat tuulituhojen ohella merkittävimpiä nyt ja lähitulevaisuudessa. Viileät ja kosteat olosuhteet suosivat myös erilaisia sienitauteja, kuten tervasrosaa ja versosurmaa. Lumituhot voivat näillä alueilla kasvaa lähivuosisikymmeninä lisääntyvän talviaikaisen sadannan vuoksi ja johtaa laajamittaisiin vahinkoihin. Kuitenkin lumituhot ovat riskiltään huomattavasti myrskytuhoja vähäisempiä mitä tulee seurausvaikutuksiin. Näin siksi, että lumituhot -vaikka laaja-alaisiakin- keskittyvät Pohjois- ja Itä-Suomeen, mikä ei ole aluetta, jossa kirjanpainajakannat olisivat korkeita. Kirjanpainaja ei hyödynnä lumenmurtoja lisääntymiseen samassa määrin kuin tuulenkaatoja, jolloin vioittuneiden puiden korjuulla ei ole tuhoriskin kannalta samanlaista kiirettä kuin myrskytuhojen jälkeen. Hirvieläinten aiheuttama laidunnus puolestaan on vakavin yksittäinen riskitekijä puulajiston monipuolistamisessa sopeuduttaessa ilmastonmuutokseen, ja ongelma korostuu Etelä-Suomessa missä hirven lisäksi myös metsäkauris- ja valkohäntäpeurakannat ovat tiheitä (Matala ym. 2021).

Puustotuhojen akuutit huoltovarmuusvaikutukset liittyvät Suomessa toistaiseksi pääasiassa suurten tuhojen aiheuttamaan shokkivaikutukseen puun korjuulle, varastoinnille sekä käytölle. Puun saatavuuteen suoraan yltävät vaikutukset eivät ole nykytiedon valossa vielä akuutteja; tuhomme eivät ole niin suuria, että niiden takia esimerkiksi tukkipuun saatavuus vielä valtakunnantasolla vaarantuisi. Keski- ja Itä-Euroopassa myrskyjen ja kirjanpainajatuhojen aiheuttamat ongelmat korostuivat nimenomaan logistiikka-korjuu-varastointi akselilla (tässä raportissa emme pureudu sosioekonomisiin vaikutuksiin, joita luonnollisesti myös tapahtui). Useissa maissa puunkorjuun sekä kuljetuksen kapasiteetti loppui metsätuhotilanteessa ensimmäisenä: saatavilla ei ollut tarpeeksi koneita eikä konekuskia korjaamaan ja kuljettamaan vioittunutta ja kuollutta puuta maastosta pois. Seuraavana ongelmaksi nousi korjatun puun varastointi ja käyttö. Koska tehdaskapasiteetti ei riittänyt käsittelemään valtavaa

puumäärää, jouduttiin puuta sekä varastoimaan että viemään ulkomaille suuria määriä. Tästä aiheutui lisää logistisia ongelmia. Varastointi aiheutti sekin uudenlaisia ongelmia: yhtäkkiä oli nopea tarve perustaa terminaaleja alueille, joiden tuli kestää raskasta liikennettä, olla tarpeeksi suuria ottamaan vastaan sekä varastoimaan suuria puumääriä sekä mahdollistamaan näiden puuvarastojen jatkuva kastelu (hyönteistuhojen ehkäisemiseksi). (Hlásny ym. 2021, Viiri ym. 2019).

Suomessa puustotuhoihin voidaan varautua kahdella tavalla; 1) pitkän aikajänteen varautuminen sopeutumalla muuttuvaan ilmastoon ja hajauttamalla metsänkasvatuksen riskejä puulajivalikoimaa monipuolistamalla sekä tuhoriskeihin liittyvää lainsäädäntöä ja metsänhoitosuosituksia päivittämällä, ja 2) lyhyen aikajänteen varautuminen suuriin yksittäisiin puustotuhoihin kattavalla etukäteissuunnittelulla, riskialueet tunnistaen, lainsäädännön mahdolliset ongelmakohdat etukäteen peraten, ja huomioiden tuhopuun määrän nopean kasvamisen aiheuttamat impulssivaikutukset koko metsäsektorille.

2.3 Puulajivalikoiman monipuolistaminen, viljelyaineiston saatavuuden varmistaminen

Katri Himanen, Markus Melin

Akuutteihin tuhoihin varautumisen lisäksi metsien tuhoriskejä voidaan pyrkiä hallitsemaan monipuolistamalla metsien puulajivalikoimaa. Puulajimäärän kasvataminen hajauttaa yhteen lajiin kohdistuvia riskejä ja voi joissain tilanteissa ennaltaehkäistä esimerkiksi tuohyönteisten kantojen kasvua. Monipuolistaminen voi tarkoittaa vähemmän käytettyjen puulajien puhtaiden metsiköiden viljelyn lisäämistä, sekaviljelyä tai luontaisesti syntyvän sekapuuston säilyttämistä pääpuulajien viljelykohteilla.

Mänty ja kuusi ovat puuston tilavuutta tarkasteltaessa metsiemme valtalajit ja niiden osuus puuston kokonaistilavuudesta on 80 % (Korhonen ym. 2024). Runkolukuna tarkasteltuna hieskoivu on Suomen yleisin puulaji lähes 40 % osuudella. Puulajiston rakennetta selittää valtalajien soveltuvuus useimmille kasvupaikoille, mutta myös rehevempien, vaativille lehtipuille soveltuvien metsäelinympäristöjen raivaaminen pelloiksi, metsien käyttöhistoria sekä puulajien viljelysuhteet. Taimikonhoidossa ja ensiharvennuksissa tehdään varttuneiden puustojen puulajikirjon kannalta oleellisia valintoja.

Viljelymetsätalous alkoi 1960-luvulla ja mätnty oli 2000-luvun puoliväliin saakka kokonaisviljelyalaltaan tärkein puulaji ennen kuin kuusi syrjäytti sen. Kuusen viljelyn yleistymiseen ovat oletettavasti vaikuttaneet 2000-luvun alun korkeat, muiden puulajien viljelylle ongelmalliset hirvikannat, kuusipuutavaran myyjälle suotuista hintakehitys sekä hyvät kokemukset viljelyn onnistumisesta. Kuusen viljelyn lisääntyminen näkyy siten, että vuosina 2019–2023 tehdyn VMI13-inventoinnin mukaan nuorimassa ikäluokassa (0–20 vuotta) kuusivaltaisten metsien osuus on koko maassa 41 %, kun seuraavassa ikäluokassa (21–40 vuotta) näiden osuus on 23 %. Muutos koskee erityisesti Etelä-Suomea, jossa vastaavat luvut ovat 52 % ja 29 %. Kaikki ikäluokat mukaan lukien kuusivaltaisten metsien osuus on suurempi kuin 2000-luvun vaihteessa, mutta pienempi kuin 1960- ja 1970-luvuilla (Korhonen ym. 2024).

2000-luvun yleistrendi on ollut, että kolmanneksi yleisimmän viljelylajimme rauduskoivun sekä harvinaisempien puulajien, kuten arkangelinlehtikuusen (ent. siperianlehtikuusen), visakoivun ja hybridihaavan, osuus viljelyalasta on pienentynyt. Muiden kuin kolmen pääpuulajin yhteenlaskettu osuus istutusmääristä on promilleluokassa, vuonna 2024 0,3 %. 1990-luvulla niiden osuus vaihteli 1,3 % ja 2,9 % välillä. Aivan viimeisinä tilastovuosina eräiden harvinaisempien lajien istutusmäärissä on kuitenkin ollut ajoittaista nousua ja vuonna 2024 7,8 % istutukseen toimitetuista taimista oli rauduskoivua, mikä on 2000-luvun suurin osuus (Taimituotanto 2006–2024, 2025). VMI13:sta mukaan lehtipuuviltaisten metsien osuus on koko maassa 9 % nuorimassa puustoikäluokassa, kun se on 21–40-vuotiaissa metsissä 21 %.

2000-luvulla tapahtunut puulajien viljelysuhteiden kehitys on yksipuolistanut metsien puulajikirjoa, mikä on ilmastonmuutokseen varautumisen näkökulmasta huono suuntaus. Sekä männyn että kuusen ennakoidaan Euroopassa olevan ilmastonmuutoksesta kärsiviä lajeja, kun taas lehtipuiden, esimerkiksi metsätammen ennakoidaan hyötyvän ilmaston lämpenemisestä (Chakraborty ym. 2024). Kuusivaltaiset, laajat alueet ovat Etelä-Suomessa alttiita esimerkiksi kirjanpaina- ja tuhoille. Toisaalta Pohjois-Suomen männiköt ovat ilmastonmuutokseen sopeutumisen näkökulmasta erityisen haastavia, sillä vaihtoehtoisia puulajeja ei erityisesti karuilla kasvupaikoilla ole.

Riskien hallinta puulajivalikoimaa monipuolistamalla edellyttää vähemmän käytettyjen, kotimaisten lehtipuulajien sekä mahdollisesti ulkomaisten puulajien hyödyntämistä metsänviljelyssä. Vuonna 2021 laaditussa selvityksessä Luonnonvarakeskuksen tutkijat totesivat esimerkiksi hieskoivun, tervalepän ja tammen sekä metsälaissa ja sertifikaateissa kotimaisiin lajeihin rinnastettavat arkangelinlehtikuusen ja hybridihaavan lajeiksi, joiden viljelypinta-alaa voitaisiin tulevaisuu-

dessä lisätä niille sopivilla kasvupaikoilla (Ruotsalainen ym. 2021). Ulkomaisista puulajeista potentiaalisimmat ovat douglaskuusi sekä kontortamätnty. Ulkomaisiin puulajeihin liittyy ekologia riskejä ja esimerkiksi metsänhoidon suositukset (Puulajin ja uudistamismenetelmän..., 2025) ja metsäsertifikaatit suhtautuvat niiden käyttöön kriittisesti. Toisaalta näillä lajeilla voi olla tuhojen keston tai kasvunopeuden näkökulmasta suotuisia ominaisuuksia.

Harvinaisempien lajien viljelyä rajoittaa niiden puurakenteen epävarma kysyntä ja oletettava pääpuulajeja alempi taloudellinen tuotto. Esimerkiksi lehtikuusen tukkipuulle voi olla paikallisesti suurta kysyntää, tai ostajaa voi olla vaikea löytää. Useimpien vähemmän käytettyjen puulajien viljelyketjut ovat pääpuulajeja kalliimpia, mikä vähentää kiinnostusta niiden käyttöön (Ruotsalainen ym. 2021). Poikkeuksen tähän tekee lehtikuusi, jonka istutustiheys on pääpuulajeja alempi ja siten viljely kilpailukykyistä. Metsätammella tammenterhojen korkea hinta ja nisäkästuhoilta suojaamisen tarve tekee sen viljelystä erityisen kallista (Uotila 2024). Metsänviljelyaineiston tuotannon ja viljelyketjujen kehittäminen parantaisi harvinaisempien lajien viljelyn kannattavuutta.

Useimmat vähemmän käytetyistä puulajeista maistuvat hyvin hirvieläimille ja muille nisäkkäille, mikä lisää viljelyn riskejä verrattuna kuuseen. Hirvieläimet oli metsänomistajille suunnatun kyselyn mukaan tärkein tuhonaiheuttaja tammen, lehtikuusen ja tervalepän viljelyaloilla (Otsamo ym. 2025), vaikka viljelytulokset olivat pääosin hyviä. Hirvi- ja kauriskantojen hallinta sekä tuhokorvausmenettelyjen parantaminen ovat keskeisiä keinoja lisätä vähemmän käytettyjen puulajien viljelyä, erityisesti eteläisimmässä Suomessa, missä potentiaalinen puulajivalikoima on suurin.

Eräiden harvinaisempien lehtipuiden puulajien siementen saatavuus on parantunut viimeisten 5–10 vuoden aikana mm. tammen, tervalepän ja vaahteran siemenviljelysten tultua tuotantoikänsä. Toisaalta mm. arkangelinlehtikuusen ja hieskoivun siemenestä on puutetta. Siemenviljelysten perustamisohjelman päivityksessä (Antola ym., 2023) tavoitteisiin otettiin ensi kertaa mukaan siemenviljelysten perustaminen pääpuulajien lisäksi myös arkangelinlehtikuuselle, hieskoivulle, tervalepälle, tammelle, metsälehmukseksi ja vaahteralle. Muiden kuin pääpuulajien siemenviljelysten perustaminen liittyy ensisijaisesti siementen saatavuuden turvaamiseen, ilmastonmuutokseen sopeutumiseen ja siten metsänviljelyn mahdollistamiseen metsänjalostuksellisten tavoitteiden sijaan. Lajien ohjelmaan mukaan ottaminen tarkoittaa, että valtio voi myöntää perustamistukea niiden siemenviljelyksille. Ohjelman toteutuminen on kuitenkin kiinni siemenviljelyksiä perustavien yritysten toiminnasta ja välillisesti siitä, onko siemenille kysyntää.

Suomessa sekametsiä, joissa vallitsevaa puulajin osuus on korkeintaan 75 % pohjapinta-alasta on 31 % puuntuotannon metsämaasta (Lee ym. 2023). Havupuu-lehtipuu-sekametsiä on noin 14 % metsämaasta. Aiemmat metsänhoidolliset käytänteet ovat pienentäneet sekametsäisten puustojen osuutta, sillä niiden osuus on pienempi nuorissa kasvatusmetsissä (33 %), kuin vartuneissa kasvatusmetsissä (36 %) ja hakkuukypsissä metsiköissä (43 %). Tuhoriskien kannalta kehitys on siten ollut huonoa. Viimeisen vuosikymmenen aikana sekametsien perustaminen ja kasvatus ovat kuitenkin olleet voimakkaasti esillä ja mm. metsänhoidon suositukseen on luotu ohjeistus sekametsien kasvattamiseen (Sekametsän kasvattamiseen julkaistiin..., 2024). Sekametsien perustaminen pääpuulajien viljelykohteille hyödyntäen luontaista sekapuustoisuutta on perustamiskustannuksiltaan matala ja suurilla pinta-aloilla toteutettava toimintatavan muutos. Harvinaisten tai vierasperäisten puulajien osuuden kasvattamiseen menetelmä on soveltuva.

Yhteenvedon voidaan todeta, että metsien puulajikirjon monipuolistaminen on osin jo käynnissä sekametsäkasvatuksen valtavirtaistuttua ja rauduskoivun viljelyn suosion lisääntyessä. Myös vähemmän käytettyjen puulajien siemenhuoltoa on lähdetty turvaamaan ottamalla ne mukaan siemenviljelysten perustamisohjelmaan ja suuntaamalla rahoitusta eräisiin, jo toteutuneisiin TK-hankkeisiin. Toisaalta erityisesti harvinaisempien puulajien (tervaleppä, tammi ym.) viljelymäärät ovat erittäin pieniä ottaen huomioon tarpeen nopealle sopeutumiselle muuttuvaan ilmastoon.

Puulajikirjon monipuolistaminen ja siten tuhoriskien hajauttaminen edellyttää mm. i) hirvieläinkantojen tehokasta säätelyä ja tuhorakkeiden parantamista erityisesti eteläisimmässä Suomessa, missä puulajivälikoima on suurin ja toisaalta kuusen riskit isoimmat, ii) vähemmän käytettyjen lajien siementen saatavuuden turvaaminen (akuuttina kysymyksenä arkangelinlehtikuusi) ja metsänviljelyaineiston hinnan alentaminen tutkimuksen ja kehittämisen avulla, iii) metsänomistajille ja metsäammattikunnalle viestiminen ilmastonmuutokseen sopeutumisen tarpeesta, iv) harvinaisempien lajien taimikaupan kehittäminen niin, että kysyntä ja tarjonta kohtaavat nykyistä paremmin (esim. metsänhoitoyhdistysten rooli).

Yhteiskunnallista keskustelua tarvitaan mm. vierasperäisten puulajien käytön hyödyistä ja toisaalta niiden haittapuolista varautumistoimena tulevaan ilmastoon. Mikäli jatkuvan kasvatuksen käyttö jatkaa yleistymistä, on syytä nostaa keskusteluun menetelmän haasteellisuus puulajikirjon hallinnassa.

Metsänviljelyaineiston saatavuuden varmistaminen

Suomessa tarvitaan normaalitilanteessa metsänviljelyssä vuosittain noin 9500 kg puiden siemeniä (Antola ym. 2023). Tästä valtaosa käytetään männyn metsäkylvöihin ja loput taimituotantoon. Metsänviljely kattaa noin 80 % vuotuisesta uudistamisalasta, noin viidennes metsistä uudistetaan luontaisesti. Suurin osa nykyisin metsänviljelyssä käytetystä siemenestä on jalostettua, siemenviljelyksillä tuotettua siementä päätehakkuilta kerättävän, ns. metsikkösiemenen sijaan. Maa- ja metsätalousministeriö vastaa metsänjalostuksen ja siementuotannon yleisestä ohjauksesta ja kehittämisestä. Siemenen saatavuus pyritään turvaamaan mm. siemenviljelysten perustamisohjelmalla, joka on päivitetty viimeksi vuonna 2023 (Antola ym. 2023). Siemenviljelysten perustaminen katsotaan ns. SGEI-palveluksi (Services of General Economic Interest), mikä tarkoittaa sitä, että palvelu halutaan turvata yhteiskunnassa kaikissa olosuhteissa ja valtio tukee perustamista taloudellisesti.

Pohjoisimman Suomen siementen saatavuudesta huolehditaan ylläpitämällä siementen varmuusvarastoa. Varmuusvaraston ylläpito on Metsähallituksen julkinen hallintotehtävä (Laki Metsähallituksesta, 2016). Runsaat siemenvuodet, jolloin on kerättävissä tuleentunutta siementä, toistuvat Pohjois-Suomessa maan etelä- ja keskiosia harvemmin, minkä vuoksi siementä on varastoitava eteläistä Suomea pidempään. Metsänjalostusohjelmat eivät myöskään ulotu pohjoisimpaan osaan maata, minkä vuoksi sinne ei perusteta siemenviljelyksiä, ja siemen kerätään varmuusvarastoon metsiköistä.

Lähtökohta siemenviljelysten perustamisohjelmassa on, että Suomi kattaa oman siementarpeensa, eikä siementä tuoteta valtion tukemana vientiin. Suomeen tuodaan erityisesti kuusen siementä Ruotsista ja Virosta korvaamaan ajoittaista kotimaisen siemenen puutetta. Ulkomaisten alkuperien osuus vaihtelee vuosien välillä. Vuonna 2024 1,2 % kuusen ja 1,3 % männyn istutukseen toimitetuista kotimaisista taimista oli ulkomaista alkuperää (Taimituotanto 2006–2024, 2025).

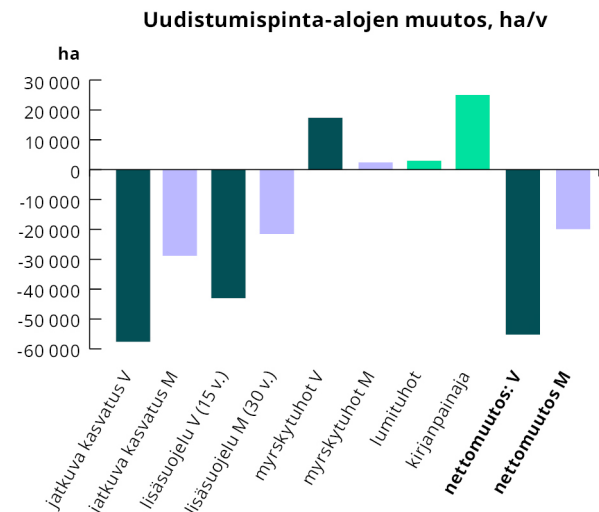
Kullakin siemen- ja taimierällä on ns. käyttöalue, joka kuvaa maantieteellistä aluetta, mihin kyseiset siemenet tai taimet ovat ilmastollisesti sopeutuneet. Metsälaki edellyttää, että metsä uudistetaan alkuperältään kasvupaikalle sopivilla siemenillä tai taimilla (Metsälaki, 1996). Ilmastollisesti sopimattomassa paikassa metsänviljelyaineiston viljelyvarmuus kärsii ja metsien kasvu pienenee. Käyttöalueet ovat tavallisesti etelä-pohjois-suunnassa useamman sadan kilometrin laajuisia. Tyypillistä on, että siemenpula on alueellista, eikä koko maata kattavaa.

Laajamittaiset puustotuhot voivat aiheuttaa äkillisen, lisääntyneen tarpeen metsänviljelyaineistolle sekä uudistamisessa tarvittavalle työvoimalle. Laaja-alaisissa tuhoissa luontaisessa uudistamisessa tarvittavaa siementävää puustoa ei välttämättä ole jäljellä, jolloin viljelyn merkitys korostuu. Tiettyyn puulajiin kohdistuva laajamittainen tuho voi myös aiheuttaa kysyntämuutoksia metsänviljelyn puulajistossa – esimerkiksi kuusi halutaan korvata lehtipuilla – mikä voi haastaa metsänviljelyaineiston saatavuuden ja viljelyosaamisen. Ilmaston ja säähän liittyvät ilmiöt, esimerkiksi vakava kuivuus tai myrskytuulet, voivat koskea samanaikaisesti myös Suomen lähialueita, jolloin siemenen kysyntä saattaa kasvaa myös niillä Ruotsin ja Viron alueilla, joista siementä olisi muutoin tuotavissa korvaamaan kotimaista puutetta. Tämä korostaa tarvetta huolehtia siemenen saatavuudesta kansallisesti.

Siemenviljelysten perustamisohjelman päivityksessä (Antola ym. 2023) siementarvearvioon otettiin ensi kertaa mukaan mahdolliset puustotuhojen aiheuttamat lisäykset siementarpeeseen. Huomioon otettiin myrsky-, lumi- ja kirjanpainajatuhojen mahdollisuus. Voimakkaan myrskytuhon skenaariossa oletetaan Ruotsin Gudrun-myrskyn kaltaisen tuhon tapahtuvan Suomessa ja maltillisen myrskytuhon skenaariossa esimerkkinä on Asta- tai Veera-myrskyjen kaltainen tuho. Tarkastelussa oletettujen tuhojen vaikutukset laskettiin lisäyksiä vuotuiseen metsänviljelypinta-alaan (kuva 6). Ennakoitu kokonaisviljelypinta-ala muutettiin perustamisohjelmassa kilomääräiseksi siementarpeeksi ja edelleen siemenviljelysten perustamistarpeeksi. Vuoteen 2060 tähtäävä perustamisohjelma ottaa näin huomioon esitetyn kokoluokan tuhot, mutta varautuminen edellyttää sitä, että perustamisohjelma toteutuu suunnitellusti ja siemenviljelysten tuotto-odotukset täyttyvät. Ohjelma ei pysty vaikuttamaan siementen saatavuuteen ainakaan ensimmäisen 10–15 vuoden aikana siemenviljelysten pitkän tuottamattoman nuoruusvaiheen vuoksi. Nopeammin siementen saatavuuteen voidaan vaikuttaa siemenviljelysten hoitoa ja käpytuhojen torjuntaa kehittämällä.

Koska kuusen jalostetusta siemenestä on paikallista, ajoittaista pulaa normaaliolosuhteissakin, samoin kuin paikallisesti on pulaa männyn siemenestä osassa Pohjois-Suomea, lähitulevaisuudessa tapahtuva laajamittainen metsätuho saattaa aiheuttaa tilanteen, jossa siemenen saatavuusongelmat hidastavat tuhoalueiden metsien uudistamista tai joudutaan käyttämään uudistamisessa metsikkösiementä, jolloin jalostushyödyt menetetään.

Metsänkäsittelyn muutosten ja metsätuhojen aikaansaamat vaikutukset vuosittaisiin uudistamispinta-aloihin kahdessa skenaariossa, joissa muutokset tapahtuvat joko voimakkaana (V) tai maltillisina (M).



Kuva 6. Siemenviljelysten vuoteen 2060 ulottuvassa perustamisohjelmassa arvioitiin eräiden metsien käsittelytrendien (jatkuva kasvatus, lisäsuojelu) sekä myrsky-, lumi- ja kirjanpainajatuhojen vaikutusta vuotuisiin metsänuudistamispinta-aloihin. Uudistamispinta-ala-arvion avulla voidaan laskea vuotuinen siementarve. Tuhojen aiheuttama mahdollinen siementarpeen lisäys on otettu huomioon siemenviljelysten perustamisohjelmassa. Lähde: Antola ym., 2023.

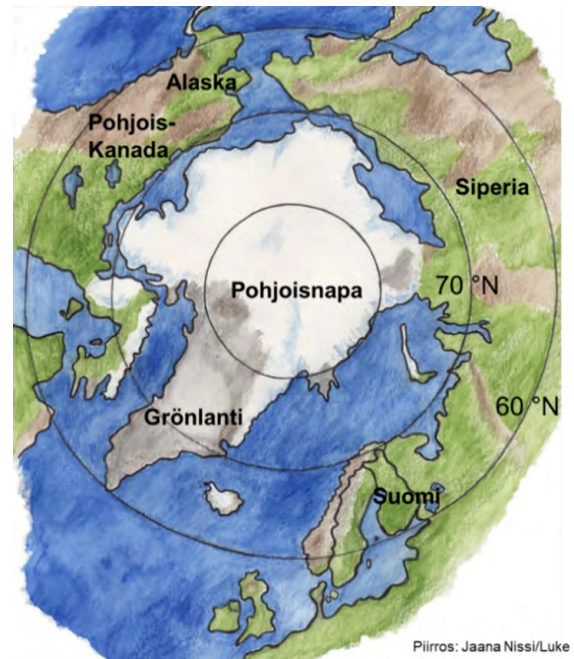
Siementen saatavuuden lisäksi laajamittaiset tuhot ja niistä seuraava metsänviljelyaineiston lisääntynyt tarve on haaste taimituotannolle ja -logistiikalle. Vuotuinen istutuksiin toimitettujen kotimaisten taimien määrä on vaihdellut Suomessa viimeisen kymmenen tilastovuoden aikana 152–175 miljoonan taimen välillä (Taimituotanto 2006–2024, 2025), mikä kuvaa tuotantokapasiteetin joustavuuden suuruusluokkaa. Taimien pakkasvarastotilojen määrä, kyky toimittaa taimet maastoon oikea-aikaisesti, istutustyövoiman saatavuus ja maanmuokkaukskapasiteetin riittävyys ovat oletettavasti, viljelymäärien nopeaa lisäämistä rajoittavia tekijöitä.

3 Ilmastomuutoksen vaikutukset maatalouden huoltovarmuuteen

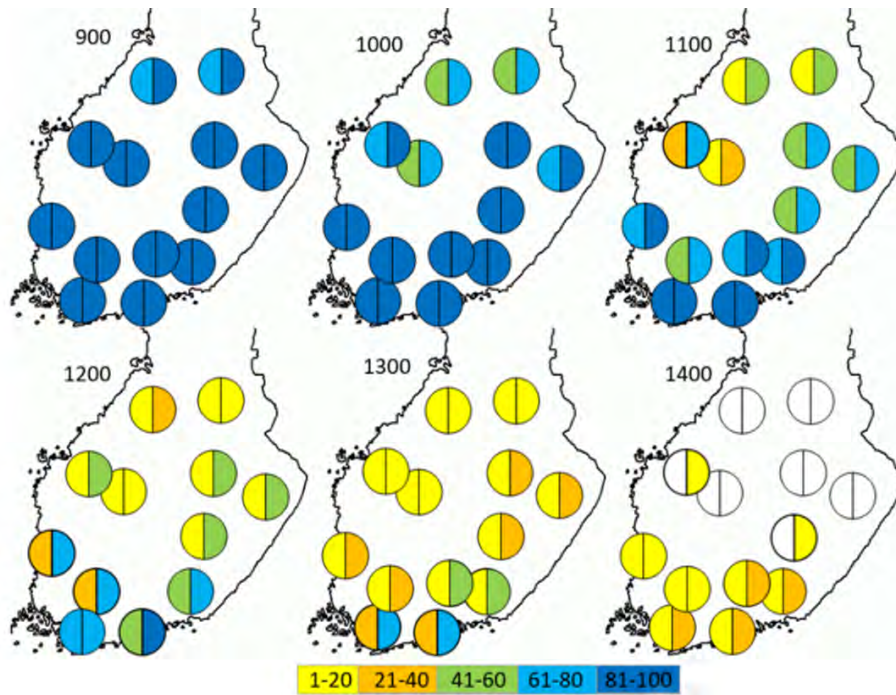
Pirjo Peltonen-Sainio ja Lauri Jauhiainen

Suomi on maailman pohjoisin viljelyalaltaan merkittävä, monipuolista maataloutta harjoittava maa (kuva 7). Suomi on poikkeuksellinen myös sikäli, että jo nyt todennettavissa olevat muutokset ilmastossa (kuva 8) eivät tuo ainoastaan haasteita alkutuotannolle vaan myös uusia mahdollisuuksia. Onnistuminen edellyttää kuitenkin ennakoitua, priorisointia sekä sopeutumistojen oikea-aikaista ja -paikkaista käyttöönottoa. Haastetta lisää se, että pohjoiset leveysasteet lämpenevät muita nopeammin, mikä edellyttää nopeaa sopeutumistojen käyttöönottoa, vaikka sinällään itse muutokset ovat suhteessa monia keskeisiä ruoantuotantoalueita maltillisempia. Ennustettu säänvaihtelun lisääntyminen sekä ääri-ilmiöiden yleistyminen korostavat entisestään ilmastokestävyyden parantamisen tärkeyttä niin ruoantuotannon kuin huoltovarmuudenkin turvaamiseksi.

Kuva 7. Havainnekuva Suomen pohjoisesta sijainnista. Ruotsissa noin 90 % ja Norjassa 50 % peltoviljelyalasta on Suomea etelämpänä.



Piirros: Jaana Nissi/Luke



Kuva 8. Kasvukauden tehoisien lämpösummien kertymien todennäköisyydet (%) eri alueilla kylvöistä syyskuun puoliväliin. Pallon vasen puoli kuvaa todennäköisyyttä vuosina 1970–2000 ja oikea puoli 1993–2023 (kuva on päivitetty julkaisusta Peltonen-Sainio ja Jauhiainen 2020).

Vuodenaikojen on ennustettu muuttuvan merkittävästi, millä on vaikutusta kasvukauden pituuteen ja olosuhteisiin. Termisen kevään on ennakoitu pitenevän etelä- ja länsirannikolla 10–20 vuorokaudella ja muissa osin Suomea enintään kymmenellä vuorokaudella jakson 2040–2069 aikana (RCP4.5-ilmastoskenaario), kun verrataan tilanteeseen vuosina 1971–2000 (Ruosteenoja ym. 2020). Terminen syksy pitenee vastaavasti, mutta 20 vuorokauden kasvu ulottunee pidemmälle sisämaahan.

Termisen kesän kesto pitenee eniten, koko Suomen viljelyalueella noin 20–30 vuorokaudella. Vastaavasti talvi lyhenee merkittävästi: aivan länsirannikon tuntumassa 60 vuorokaudella ja Oulu-Joensuu-linjan koillispuolella 30–40 vuorokaudella. Vuosisadan loppuun mennessä termisen kasvukauden lämpösummakertymän (yli 5 °C) on ennustettu kasvavan Suomessa ilmastomallista riippuen 400–600 (CRP4.5) tai 800–1200 (CRP8.5) asteenaste-summalla (Ruosteenoja ym. 2016).

3.1 Muuttuvan ilmaston haasteet Suomen maataloudelle

3.1.1 Säänvaihtelu

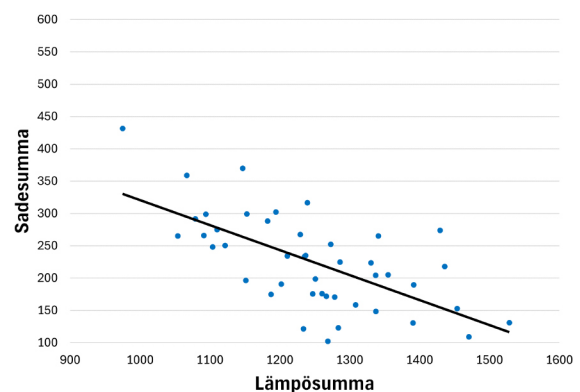
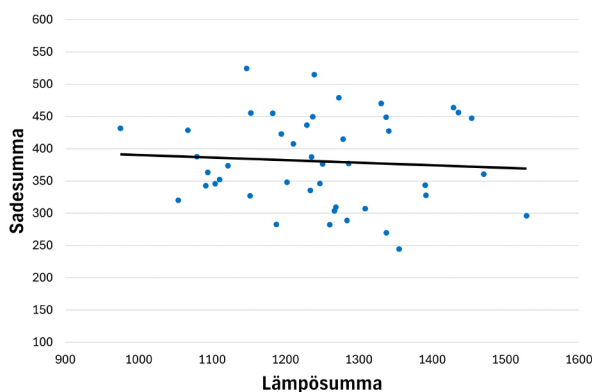
Eteläisessä Suomessa kevätmuotoiset kasvit kylvetään pääosin toukokuun kahden ensimmäisen viikon aikana, joinain vuosina kylvöt ovat hieman tätä aikaisemmin tai myöhemmin. Monet kevätmuotoiset kasvit tuleentuvat elokuun loppuun mennessä tai ainakin sadonmuodostuksen osalta ratkaisevat kasvuvaiheet osuvat tähän väliin (1.5.–31.8.). Esimerkiksi Jokioisissa kertyy lämpösulmaa tänä aikana keskimäärin 1252 astepäivää ja sadesulmaa 376 mm. Kevätkylvöisten kasvien lämpösulmavaatimukset ovat seuraavat riip-puen viljeltävän lajikkeen aikaisuudesta: ohra 800–1050, kaura 900–1050, kevätvehnä 1000–1100, herne 1050–1150, kevättrypsi 1100–1200, härkäpapu 1100–1250 ja kevättrypsi 1300.

Jokioisissa, kuten muuallakin Suomessa, vuosien välinen vaihtelu aikavälin 1.5.–31.8. säässä on suurta sekä lämpösulmassa (975–1528 astepäivää) että sadesulmassa (245–525 mm). Lämpötila ja sademäärä korreloituvat negatiivisesti eli lämpimimpinä kesinä sadesulma on keskimäärin hieman pienempi (360 mm) kuin viileinä kasvukausina (390 mm). Jos huomioidaan se, että kaikkein lämpimimpinä kasvukausina esimerkiksi kaikki viljat ovat ehtineet tuleentua jopa ennen

heinäkuun loppua, sadesulmaa on tällöin ehtinyt kertyä keskimäärin vain 100 mm ja lämpösulma on jo ylittänyt 1000 astepäivää (kuva 9).

Myös haihdunta on suurempaa lämpiminä kasvukausina. Ilmasto muuttuu hitaasti. Jokioisilla touko-elokuun lämpösulma oli 40 viime vuoden aikana keskimäärin 1252 astepäivää. Näistä 20 ensimmäisen vuoden keskiarvo oli 1210 ja 20 viimeisen vuoden 1295 astepäivää. Sadesulmassa eroa 20 vuoden jaksoissa ei ollut (379 mm ja 375 mm). Jos sadesulman laskeminen kuitenkin lopetetaan lämpösulman ylittäessä sadon kannalta tärkeimmän osan kasvukautta eli 1000 astepäivää, 20 vuoden jaksojen keskiarvot eroavat selvästi, 235 mm ja 208 mm, eli kasvukauden loppuosa tasaa jaksojen välisiä eroja ja häivyttää kriittisen ajanjaksona ilmenneen kuivuushaitat.

Lämpösulmakertymä jää keskimäärin pienemmäksi itä- ja pohjoisosassa maata. Viljelijä ottaa tämän huomioon valitsemalla aikaisempia lajikkeita sekä viljelemällä vain niitä kasvilajeja, joilla lämpösulmavaatimus täyttyy aikakin tavanomaisina kasvukausina. Vuosien välinen vaihtelu on kuitenkin kaikkialla yhtä suurta. Mikäli kasvukausi on hyvin lämmin ja vähäsaateinen, aiheuttaa se pitkälti samanlaisia ongelmia kaikkialle Suomessa. Koska alueiden väliset erot eivät keskimäärin kompensoi toisiaan, aiheuttaa se huoltovarmuudelle merkittäviä haasteita.



Kuva 9. Touko-elokuun tehoisan lämpösulman ja sadesulman kertymä viimeisen 40 vuoden aikana Jokioisilla. Vasemmassa kuvassa on sadesulma touko-elokuulta, oikealla 1.5. alkaen siihen päivämäärään saakka, jolloin lämpösulma ylitti 1000 astepäivää.

3.1.2 Sään ääri-ilmiöt

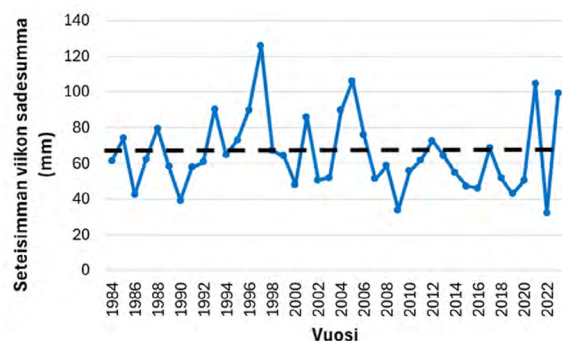
Lähes joka kasvukaudella on sadontuoton kannalta tärkeän ajanjakson (1.5.–31.8.) aikana vähintään yksi yli kymmenen päivän jakso, jolloin yhtenäksään päivänä ei sada vähintään 2 mm vettä. Tätä voidaan pitää kuivuusjaksona. Viimeisen 40 vuoden aikana kesän pisin kuivuusjakso on kestänyt keskimäärin 20 päivää. Näistä 40 vuodesta 20 ensimmäisenä vuonna kesto on ollut keskimäärin 21 päivää ja 20 viimeisenä 19 päivää. Vaihtelua on kuitenkin paljon. Lyhimmillään kuivuus kesti 9 päivää (2004) ja pisimmillään peräti 46 päivää (2018). Toiseksi pisin kuivuusjakso, 33 päivää, on vuosilta 1993, 1994 ja 1997. Ääri-ilmiönä voidaan pitää sitä, ettei kuukauteen tule yhtään yli 2 mm sadepäivää. Kuivuusriski on suurin toukokuussa (kuva 10).



Kuva 10. Jokioisille laskettu riski, että tietyssä päivänä on meneillään yli 10 päivän kuivuusjakso. Riski on laskettu vuosien 1970–2023 toteutuneista sademääristä.

Rankkasateet ovat tyypillisesti varsin paikallisia. Yksittäinen rankkasade ei sinällään ole merkittävä ongelma, vaan ongelmallisia ovat pitkään jatkuvat sateet. Jokaiselta kasvukaudelta löytyy sateisia ajanjaksoja. Tyypillisesti kasvukauden sateisimmalla viikolla eteläisessä Suomessa sataa vähintään 30 mm vettä. Kerran 10 vuodessa kasvukaudella (1.5.–31.8.) esiintyy sellainen viikko, jonka aikana sademäärä ylittää 100 mm (kuva 11). Idässä sademäärät ovat keskimäärin hieman vähäisempiä, sen sijaan rannikolla sademäärät voivat olla edellä mainittuja suurempiakin.

Rankkasateiden haitat ovat suurimmillaan, jos ne ajoittuvat joko kylvöihin tai puinteihin. Tyypillinen kylvökuukausi, toukokuu, on suhteellisen vähäsateinen. Toukokuun alussa (1.5.–15.5.) sekä lopussa (16.5.–31.5.) riski yli 30 mm viikoittaiselle sademäärälle on 10–20 % eli tällaisia toukokuun alkua tai loppua on 1–2 kertaa kymmenessä vuodessa. Riski on vielä kesäkuun alussa (1.6.–15.6) suhteellisen pieni (25 %), mutta tämän jälkeen riski realisoituu keskimäärin joka toinen vuosi: riski vaihtelee 45 ja 60 % välillä aina syyskuun puoliväliin saakka. Vastaavasti kuivuusjaksot keskittyvät toukokuulle. Riski vähintään 10 päivän kuivalle jaksolle on toukokuun alussa 72 % ja lopussa 81 %. Kesäkuun aikana riski laskee hiljalleen 50 % ja vaihtelee tämän jälkeen 40 ja 50 % välillä aika syyskuun puoliväliin saakka.



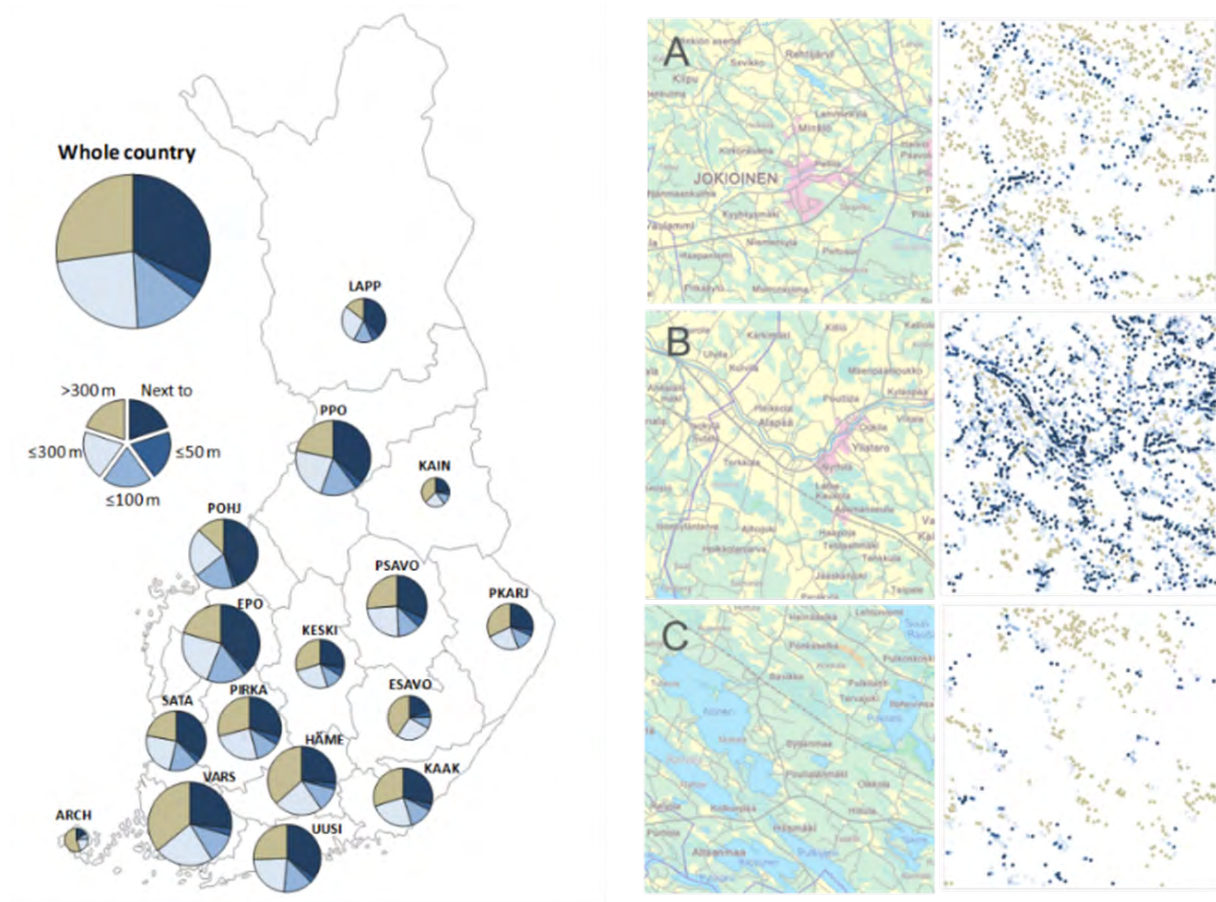
Kuva 11. Kasvukauden (1.5.–31.8.) sateisimman viikon sadesumma Jokioisilla viimeisen 40 vuoden aikana. Kasvukauden sateisimpien viikkojen keskiarvo on 65 mm (musta katkoviiva).

Vuosisadan loppuun mennessä sateiden on ennakoitu lisääntyvän Suomessa kaikkina vuodenaikoina, kun verrataan tilanteeseen jaksolla 1971–2000 (Lehtonen ym. 2014). Merkittävin muutos tapahtuu kuitenkin talvikauden sadannassa, jolloin kasvua olisi 20 %, kun taas muina vuodenaikoina 10 %. Talvella yhden vuorokauden kestävä rankkasateen riskin on ennustettu olevan suurimmillaan ja sateettomien päivien lukumäärän alimmillaan. Hellejakson keskimääräinen pituus on 5–7 vuorokautta kaikkialla Euroopassa, mutta sen on ennustettu nousevan Pohjoisilla alueilla, kuten Suomessa 20 vuorokauteen, joskin aivan eteläisimmällä ja läntisimmällä rannikkoseuduillamme 25 vuorokauteen. Tämä ennuste on tilanteesta, jossa maapallon keskilämpötila nousisi kahdella asteella (Ruosteenoja ja Jylhä 2023). Voimakkaamman hellejakson ajoittuminen olisi Suomessa todennäköisimmin heinäkuun puolivälissä, mikä tarkoittaisi tulevaisuuden ilmastossa esimerkiksi siemensatokasvien jyvien täyttymisvaihetta sekä nurmien toisen niiton ajankohtaa tai sen lähestymistä.

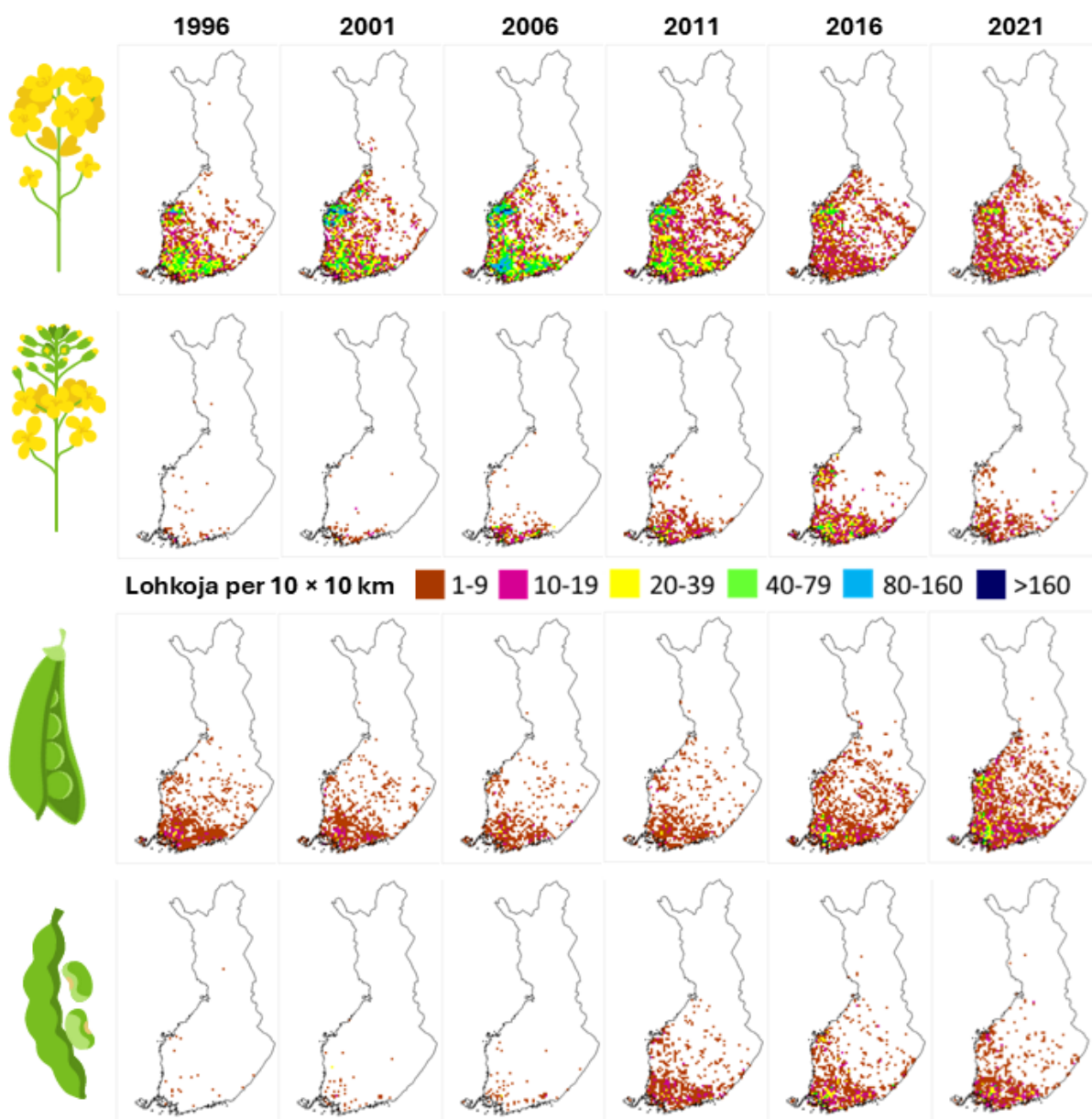
3.2 Satotappioiden torjunta vesitalouden hallinnalla sekä viljelyä monimuotoistamalla

Suomella on ilmastomuutokseen sopeutumisen ja ilmastokestävyyden kannalta kaksi poikkeuksellista, toistaiseksi alihyödynnettyä, mutta tulevaisuudessa merkitykseltään kasvavaa erityispiirrettä. Ensinnäkin Suomella on runsaat vesivarannot ja jopa kolmannes pelloistamme sijaitsee vesistön välittömässä läheisyydessä, puolet korkeintaan sadan metrin etäisyydellä (kuva 12). Silti kastelua ei ole käytetty juurikaan kuivuushaittojen aiheuttamien satotappioiden torjuntaan.

Tästä ainoina poikkeuksina on puutarhatuotanto sekä peltoviljelyn osalta perunantuotanto. Toiseksi Suomessa kasvukauden lämpösummakertymät ovat kasvaneet (Kuva 8). Kasvukausi on pidentynyt erityisesti kylvöjen aikaistuttua. Tämä on mahdollistanut pidemmän kasvukauden vaativien, peltoviljelyä monipuolistavien kasvilajien viljelyn yleistymisen ja laajenemisen uusille alueille (kuva 13).



Kuva 12. Peltolohkojen etäisyys vesistöstä vaihtelee alueittain. Puolet lohkoista on korkeintaan sadan metrin päässä vesistöstä. Esimerkiksi Kanta-Hämeessä (A) on runsaasti peltolohkoja, mutta harvakseltaan vesistön läheisyydessä. Etelä-Pohjanmaalla (B) valtaosa lohkoista sijoittuu vesistön läheisyyteen. Järvi-Suomen (C) alueella lohkot eivät tyypillisesti ole vesistöä lähellä runsaasta vesivarannosta huolimatta (Peltonen-Sainio ym. 2015).



Kuva 13. Kevättrypsi, -rapsi, herne ja härkäpapu ovat esimerkkejä kasvukauden pitenemisen mahdollistamasta viljelyn monimuotoistamisesta (Peltonen-Sainio ja Jauhiainen 2020, 2025).

3.2.1 Peltojen vesitalouden hallinta muuttuvassa ilmastossa

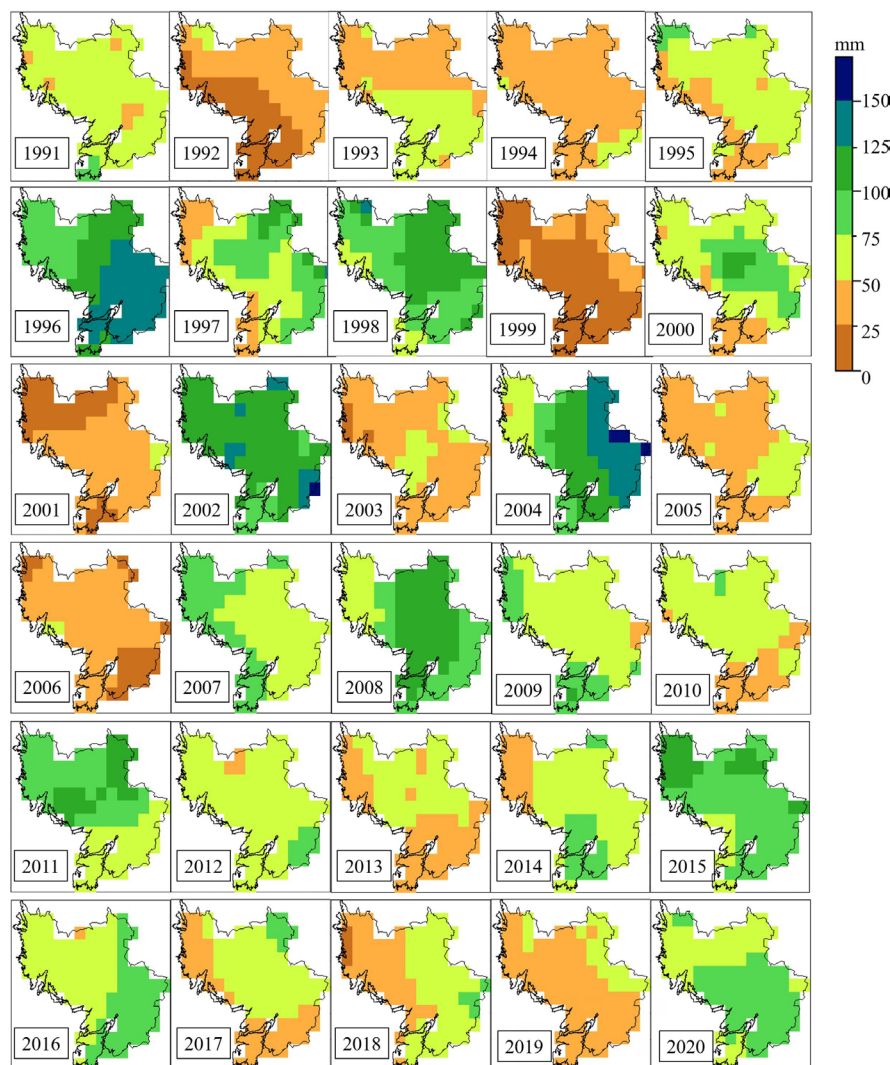
Alkukasvukauden kuivuus on haaste kevätkylvöisten viljelykasvien taimettumisen onnistumiselle – sitä suurempi, mitä pienempi siemen ja matalampi kylvösyvyys. Pitkän päivän aiheuttaman kevätiljojen pääversion roolia vahvistavan piirteen vuoksi aikainen versoutuminenkaan ei kykene täysin kompensoimaan harvaksi jäänyttä kasvustoa. Kuivuus on erityisen haitallista myös satopotentiaalin määräytyessä, mikä ajoittuu noin kolmen viikon jaksolle ennen tähkälle

tuloa. Tämän jälkeen jyvien täyttymistä suosivat säätäkään eivät onnistu merkittävästi kompensoimaan aiheutuneita satomenetyksiä. Pitkällä aikavälillä kevätiljojen sadon määräytymisen aikaan onkin suuressa osassa maata saatu sadetta 30 vuoden keskiarvona vain 30–50 % siitä määrästä, jonka kasvusto tarvitsisi häiriöttömään satopotentiaalin rakentamiseen (Peltonen-Sainio ym. 2011). Öljykasveilla kukinnan aikaan osuva kuivuus sekä korkeat lämpötilat alentavat satoa

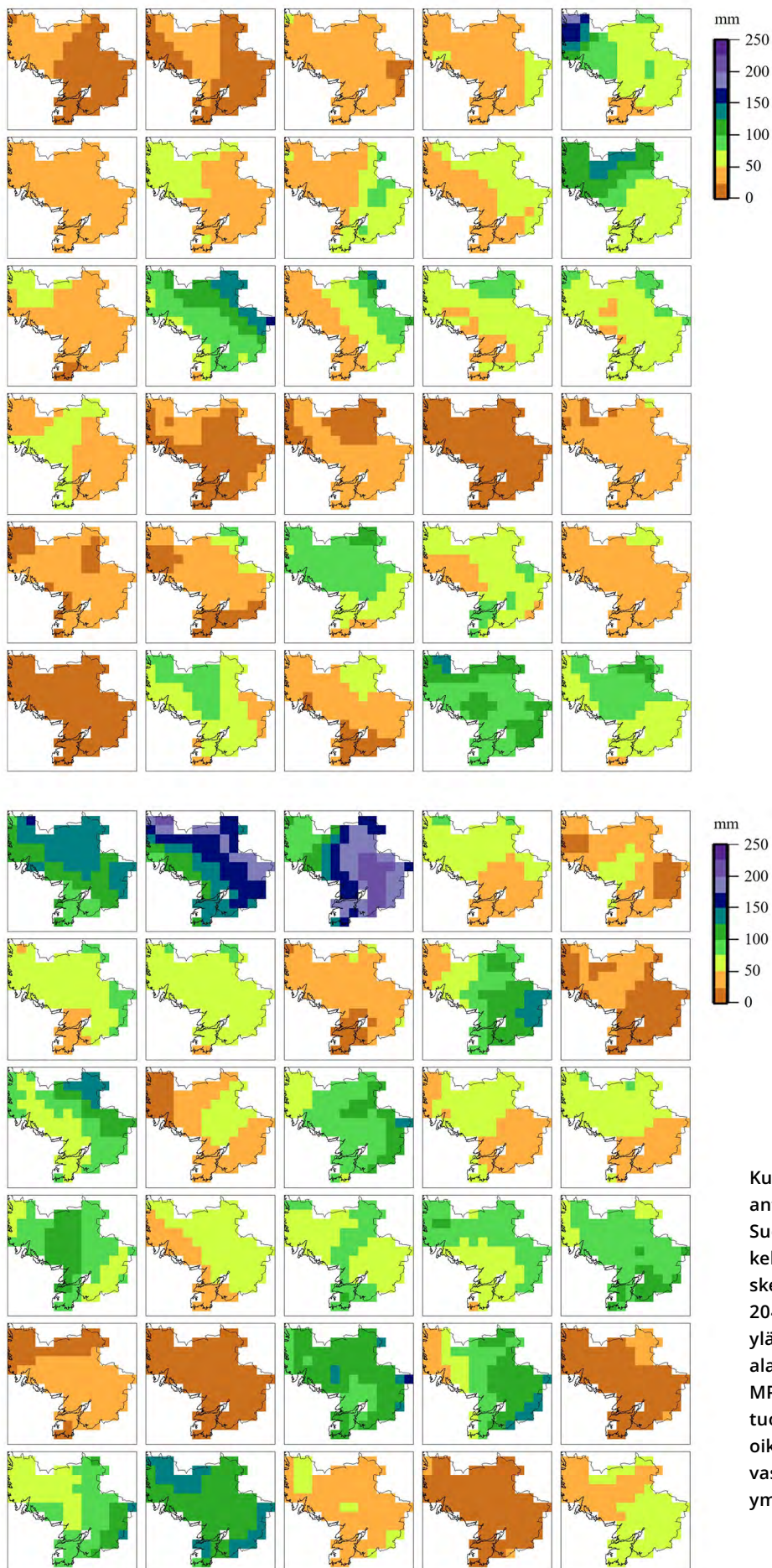
lyhentäessään kukintajaksoa ja heikentäessään pölyttymisen onnistumista. Herne puolestaan suosii lämpimiä säitä taimettumisen onnistuttua, kun taas härkäpapu on osoittautunut erityisesti taimivaiheessa oletettua herkemmäksi kuivuudelle.

Satotappioriskin todennäköisyyden kannalta Varsinais-Suomi on esimerkki kuivuusherkästä alueesta Suomessa. Sielläkin alueellinen ja vuotuinen vaihtelu sadannassa on suurta, vaikka todennäköisyys on selvästi kuivuushaittojen puolella. Maanperän kosteuden muutoksia ennustavien mallien perusteella maan kuivuminen on Pohjois-Euroopassa ensin voimakkainta toukokuussa, mutta vuosisadan puolivälistä lähtien huhtikuussa (Ruosteenoja ym. 2018). Tämä tarkoittaisi, että kuivuusriski voimistuisi rinnan kevät-kylvöjen aikaistumisen kanssa ja rajoittaisi taimettumista tulevaisuudessa yhä todennäköisemmin.

Kastelujärjestelmä on merkittävä, pitkän takaisinmaksuajan investointi. Siksi sadannassa ilmenevä luontainen vaihtelu aiheuttaa suurta epävarmuutta (kuva 14). Ennusteet tulevasta sadannasta vaihtelevat niin ilmastomallista kuin -skenaariosta toiseen (kuva 15). Vaikka sademäärät eivät muuttuisi, kuivuuden vaikutukset voivat kuitenkin ankaroitua, koska lämpötilan nousu lisää haihduntapainetta (Peltonen-Sainio ym. 2016). Sateiden ennustettu kuuroluonteisuuden yleistyminen vastaisi vielä aiempaa huonommin kasvu-työjien tasaisen vedensaannin tarpeeseen. Kastelu on kuitenkin taannoisen viljelijäkyselyn perusteella vähiten tärkeäksi koettu keino sopeutua ilmastomuutokseen. Vaikkei ennustettu sadannan muutos olisikaan riittävä kannuste investoida kasteluun, mahdollisuus hallita yhä vahvistuva ja vaikeammin ennakoitavissa oleva sato- ja laatuvihtelu voisi sellaisena toimia.



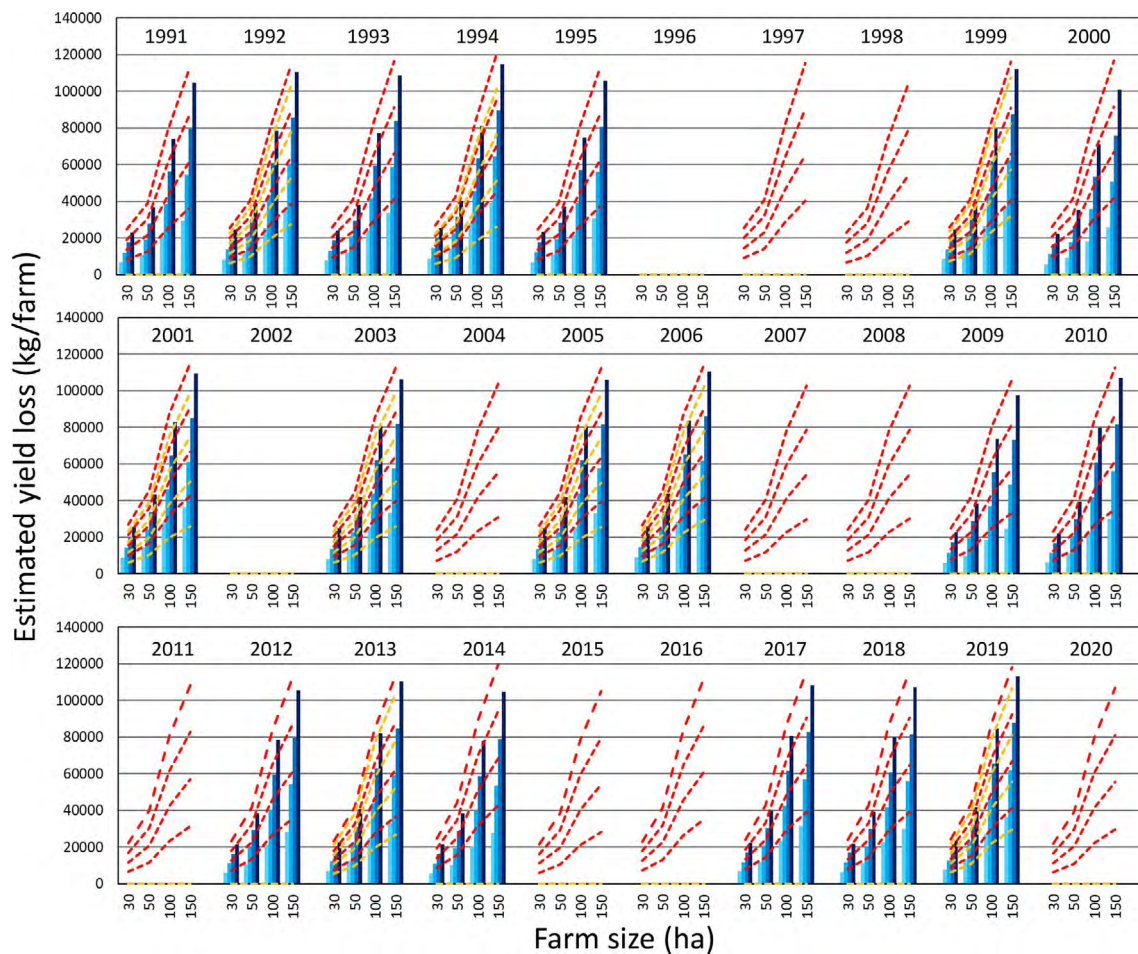
Kuva 14. Vuotuinen ja alueellinen vaihtelu toteutuneessa sademäärässä (10×10 km) kevätviljojen satopotentialin määräytymisen aikaan kuivuusherkimmällä Varsinais-Suomen alueella 30 vuoden aikana (1991–2020). Sadannan tarve kyseisessä kasvuvaiheessa on 100 mm (tummin vihreän sävy) (Peltonen-Sainio ym. 2021).



Kuva 15. Kahden eri mallin antamat ennusteet Varsinais-Suomen sademäärien kehittymisestä RCP 4.5 skenaariolla, ajanjaksolla 2041–2070. 2041 vasemmassa yläkulmassa, 2070 oikeassa alakulmassa. Vasemmalla MPI-ESM-LR mallin tuottamat ennusteet, oikealla HadGEM2-ES -mallin vastaavat. (Peltonen-Sainio ym. 2021).

Kastelukalustot eroavat hankinta- ja käyttökustannuksiltaan. Tilakoon kasvaessa ja satotasojen noustessa satotappioiden mittasuhteet tilalla kasvavat, mikä on omiaan parantamaan investointien kannattavuutta (kuva 16). Tämä kuitenkin edellyttää, etteivät esimerkiksi viljojen hinnat laske, tuotantokustannukset kasva ja että investointeja tuetaan. Näissäkin tapauksissa sadettimista ja sadetuskoneista saatava nettohyöty on saavutettavissa vain, jos tilan peltoala on vähintään 50 hehtaaria

ja satotaso 6000 kg/ha. Säättösalaajitus on puolestaan monihyötyinen ratkaisu. Siksi kannattavuustarkastelut keskittyen vain kuivuushaittojen vähentämiseen eivät anna oikeaa käsitystä investoinnin kannattavuudesta. Säättösalaajitus on ratkaisu tilan parhaille peltolohkoille, jotka ovat tasaisia ja maalajiltaan hyvin vettä läpäiseviä. Investointi tuetaan tulevat olemaan tärkeitä kannustettaessa edelläkävijöitä kastelujärjestelmien käyttöönottoon.



Kuva 16. Estimoidut vuotuiset (1991–2020) satotappiot tilakoosta (30, 50, 100 ja 150 ha) ja satotasosta (2, 4, 6, 8 tn/ha) riippuen Varsinais-Suomessa. Mitä tummempi pylväs, sitä suurempi tilan satotaso. Keltainen katkoviiva kuvaa satotappiota alueen maksimi- ja punainen minimisadannan tilanteessa, jotka on esitetty kuvassa 15.

Syysmuotoiset viljelykasvit ovat satoisampia ja talvehdittuaan satovarmempia, koska ne pystyvät syväjuuruutensa ansiosta pakenemaan kevään ja alkukesän kuivuutta kevätkylvöisiä lajeja paremmin. Ennusteiden perusteella kasvukausi pitenee enemmän loppu- kuin alkupäästä (Ruosteenoja ym. 2016), mikä voi tulevaisuudessa pidentää syysmuotoisten viljelykasvien kylvöaikaa nykyisestä. Myös lauhtuvat talviolot saattavat muistuttaa yhä enemmän pohjoisen Keski-Euroopan nykyoloja ja kannustaa syysmuotojen viljelyyn. Talven lyheneminen on jo parantanut nurmien talvehtimista Pohjois-Suomessa (Niemeläinen ym. 2020). Toisaalta talven lämpötilojen vaihdellessa riski jääpoltteelle ja hapenpuutteelle voivat kasvaa (Hakala ym. 2011). Lähimenneisyydessä poikkeuksellisen lauha talvi koettiin Suomessa 2019/2020, kun taas erittäin kylmä talvi 1986/1987 (Ruosteenoja ja Jylhä 2025). Poikkeuksellisen kylmien päivien ($T_{\text{day}} \leq T_{p10}$) määrä vähenee sitä mukaa, kun ilmasto lämpenee. Pohjois-Euroopassa on ennustettu olevan noin kymmenen poikkeuksellisen kylmää päivää, kun globaali keskilämpötila nousee puoli astetta, mutta enää vain noin kolme lämpötilan noustessa kahdella asteella. Syysmuotojen viljely saattaa siis yleistyä merkittävästikin nykyisestä. Tässä onnistuminen olisi tärkeää, jotta maan kasvukunto säilyisi leutonevista talvista huolimatta. Pitkittyneet sadejaksot voivat kuitenkin tulevaisuudessakin muodostua syyskylvöjen toteutuksen esteeksi, sillä sateiden todennäköisyyden on ennustettu kasvavan entisestään kohti kasvukauden loppua. Vahvistuvia haasteita voivat aiheuttaa myös viljelykierrossa syyskylvöisiä kasveja edeltävien lajien sadonkorjuun viivästyminen, peltojen kantavuusongelmat sekä niistä aiheutuvat, hyvinkin pitkäaikaiset haitat maan rakenteelle ja kasvukunnolle. Koska vuosien välisen vaihtelun on ennustettu pysyvän syyspuintien aikaan jatkossakin suurena (Peltonen-Sainio ym. 2018), tulee se heijastumaan syyskylvöalojen suurena vaihteluna jatkossakin.

Toimivan ojituksen merkitys tulee kasvamaan entisestään sadannassa ennustettujen muutosten valossa. Tilojen heikosta taloudellisesta tilanteesta johtunutta salaojen kasvanutta kunnostusvelkaa voikin pitää -korjaamatta jäädessään - hyvin merkittävänä riskinä satoisuudelle, maan rakenteelle ja kasvukunnolle sekä ravinnehuuhtoumien hallinnalle ja näiden myötä kasvintuotantomme ilmastokestävyydelle ja edelleen huoltovarmuudelle. Maanpeitekasvien käyttö, oli kyseessä sitten alus-, kerääjä- tai välikasvit, on tällä hetkellä hyvin tuettu ja myös viljelijöiden laajasti vastaanottama toimenpide, jolla voidaan usein varsin tehokkaasti vähentää maan rakenteelle ja ympäristölle aiheutuvia haittoja sekä parantaa ravinnekiertoa ja lisätä typpiomavaraisuutta. Peitekasvien tuet ovat myös hyvä esimerkki siitä, kuinka uusien viljelytapojen

laajamittaista käyttöönottoa tulisi tukea, kunnes viljelykokemukset karttuvat ja toimenpiteistä tulee toimiva osa ilmastokestävämpiä viljelyjärjestelmiä.

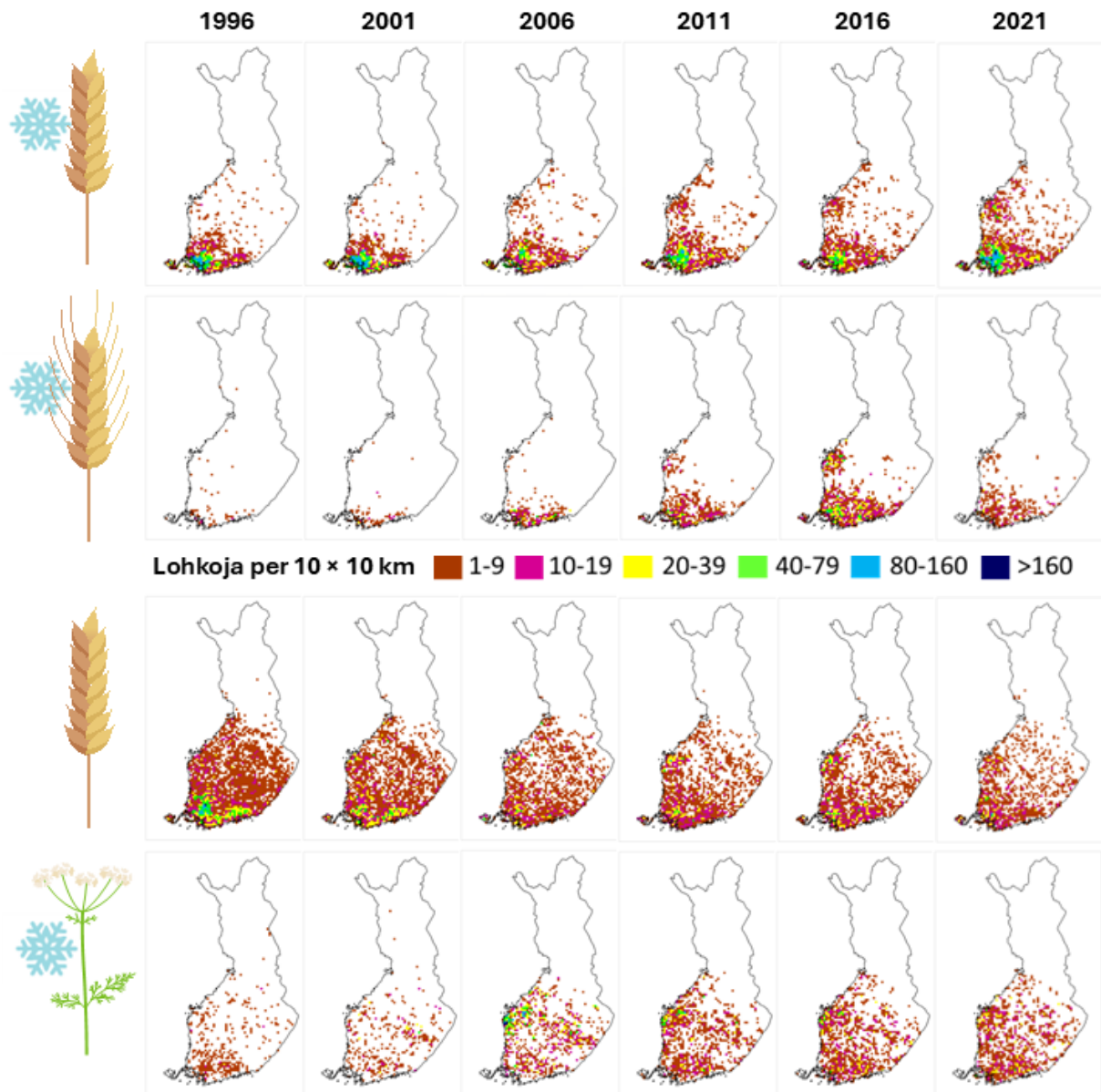
3.2.2 Viljelyn monimuotoistaminen ilmastokestävyuden parantamiseksi

Suomen viljelykasvivalikoima on ollut kautta aikain varsin yksipuolinen painottuen viljoihin ja nurmiin. Jaakko Mukulan ja Olli Rantasen 1980-luvulla loppupuolessa julkaisema, tieteellisten kirjoitusten moniosainen sarja avasi yksityiskohtaisesti sen hetkiset sääriskeihin liittyvät kasvilajikohtaiset haasteet. Tiivistetysti siemensatokasveista vain ohra ja kaura olivat sääriskit huomioiden viljeltävissä laajasti Suomessa, kun taas kevätkuivon ja rypsin todettiin soveltuvan vain aivan suotuisimmille alueille eteläisimmässä osassa maata. Syysviljoista ruista voitiin viljellä talvituhoille alttiimpaa syysvehnää merkittävästi laajemmalla alueella. Maatäiskannasta pohjautunut härkäpapu lähinnä kituutteli ja menetti lopulta asemansa kasvinjalostuksessa. Herneen viljelyalat olivat vaatimattomia. Herne oli typensitojana pienine viljelyaloineen vuosituhaten vaihteessa keskittynyt edelleen paljolti osaksi luomutuotannon kiertoja.

Ohra ja kaura hallitsevat toki edelleenkin pellonkäyttöämme, mutta kasvilajivalikoima on monipuolistunut merkittävästi 2000-luvulla, erityisesti 2010-luvulta lähtien. HVK:n panostus markkinoiden kannalta liian rajallisten lajien jalostukseen on ollut merkittävä ajatellen viljelyn laajentamisedellytyksiä muuttuneessa ilmastossa. Ilmaston lämpeneminen on syy sille, että viljely on voinut ylipäätään monipuolistua. Lisäksi tarvitaan oloihimme sopeutuneita lajikkeita, markkinoita ja kysyntää tuotetulle sadolle ja lisäksi sadosta saatavan hinnan tulee kattaa uusien lajien viljelystä aiheutuvat lisäkustannukset ja epäonnistumisen riskit, jotta kokeilu kantaa pysyvään muutokseen. Palkovilja- ja öljykasvialat ovat kasvaneet merkittävästi (Kuva 9), mutta kaikilla näistä on ollut haasteita, joskin suuria eritoten kevätrypsilä. Rapsi onkin paljolti korvannut rypsin sen entisillä tuotantoalueilla, kun taas rypsi on aikaisemmin tuleentuvana lajina toiminut pioneerina, joka on avannut öljykasvien tietä uusille viljelyalueille (Peltonen-Sainio ym. 2009). Voisi ennakoida, että rypsi muuttuu lopulta Suomessakin marginaalilajiksi, kun ilmastomuutos edetessään parantaa rapsin viljelyedellytyksiä entisestään. Syysöljykasvien viljelyalan kasvu on noudattanut tähän mennessä samaa uraa kuin kevätrypsin viljelyalan kehitys 20 vuotta aikaisemmin. Jos kasvu jatkuu samalaisena, syysöljykasvien ala ylittää pian 7 000 hehtaaria (2024 3 500 ha ja 2025 ennakkotieto 4 700 ha). 30 000 hehtaaria tulisi ylittämään 2035–2040. Tähän liittyy paljon epävarmuutta, mutta syysöljykasvit valtaavat alaa kevätoöljykasveilta Varsinais-Suomessa ja pian muuallakin eteläisessä ja läntisessä Suomessa.

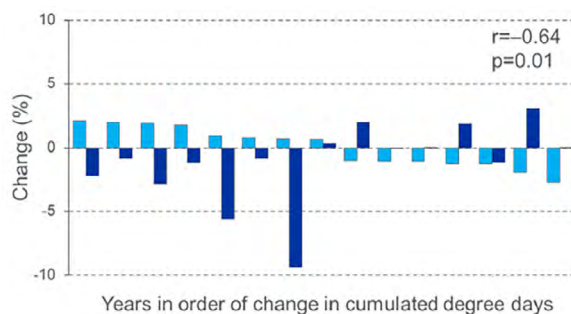
Viljelyä monimuotoistetaan sekä ajallisesti (viljelykierrot) että paikallisesti (maisemamonimuotoisuus). Laji- ja lajikeseosten käyttö on esimerkki lohkon sisäisestä monimuotoistamisesta, jota voidaan lisätä myös aluskasvien käytöllä. Kaikilla monimuotoistamisen keinoilla on merkitystä ilmastokestävyydelle, mutta eri tavoin. Maisemamonimuotoisuus tasaa riskejä, koska samassa pienilmastossa viljeltyt eri kasvilajit reagoivat eri ajankohtina ilmeneviin säähaittoihin eri tavalla. Seosviljelyssä eri seoskomponentit toimivat periaat-

teessa samoin. Toisaalta esimerkiksi taudinkestävyydeltään erilaisten, saman lajin lajikkeiden viljely seoksina vähentää riskiä tautiepidemioille samalla, kun niiden käyttö ennaltaehkäisee taudinkestävyyden murtumista. Viljelykierrot, syysviljat (kuva 17) sekä maanpeitekasvit parantavat ja ylläpitävät maan kasvukuntoa ja rakennetta, millä on edelleen myönteisiä vaikutuksia sadontuottoon, satovarmuuteen sekä maan vesitalouteen.



Kuva 17. Syyskylvöisiä, maanpeitteisyyden tuottavia viljoja sekä kuminaa viljellään yhä laajemmalla alueella, kuten myös kasvuajaltaan ohraa ja kauraa pidempää kevätvehnää (Peltonen-Sainio ja Jauhiainen 2020, 2025).

Kevätviljat ovat valtalajeinamme usein liian samankaltaisia tuottamaan mittavia hyötyjä kasvukaudella ilmenevien säänriskien hallinnalle. Toki erojakin on. Ohra on alttein kasvukauden alun kuivuudelle johtuen lähinnä aikaisuudestaan, kun taas kevätevehnä on myöhäisenä lajina alttiimpi puintien viivästymisen aiheuttamille sato- ja laatutappioille. Viljelijät tunnistavat kuitenkin hyvin nämä riskit (kuva 18) – myös laajentaessaan viljelykasvivalikoimaa (kuvat 9 ja 13). Välttääkseen kokemiaan säänriskejä kuten puintien viivästymistä, he usein vähentävät myöhään tuleentuvan lajin viljelyalaa, kun taas hyötyäkseen suotuisista, lämpimistä kasvukausista, he lisäävät myöhempään tuleentuvia, satoisia lajeja.



Kuva 18. Esimerkki kuinka viljelijät reagoivat edellisen kasvukauden oloihin: mikäli lämpösummakertymä oli keskimääräistä suurempi (vaaleansininen pylväs), aikaisin tuleentuvan ohran viljelyala väheni (tummansininen pylväs) samalla, kun kevätevehnän kasvoi (Peltonen-Sainio ym. 2013).

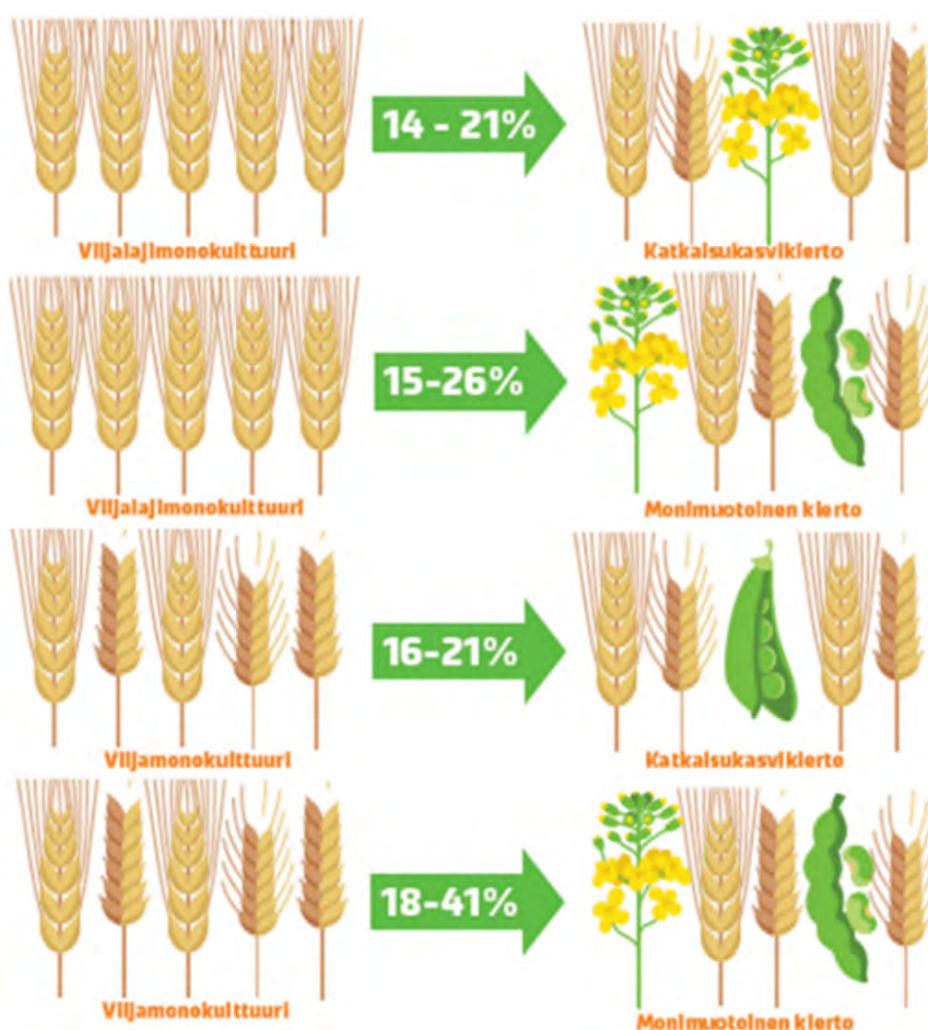
Monimuotoistamisesta saatavien hyötyjen lisäksi kolikolla on toki toinenkin puoli. Käytännössä kaikki vilja-alojamme monimuotoistaneet siemensatokasvit ovat erilaisia ja usein vaativampia viljeltäviä. Siksi riski epäonnistumisille on suurempi. Merkittävän riskin aiheuttavat kasvintuhoojat, erityisesti tuhohyönteiset, joita esiintyy varsin vähän kevä- tai syysviljoilla, mutta toistuvasti kaikilla erikoiskasveilla kuten palkoviljoilla, öljykasveilla ja kuminalla. Lisäksi esimerkiksi perunan, herneen ja porkkanan viljely on alueellisesti keskittynyttä, mikä lisää tuhoriskiä (Huusela-Veistola ja Jauhiainen 2006, Hannukkala ym. 2007, Nissinen ym. 2022). Kasvintuhoojariskien on ennakoitu lisääntyvän ilmaston muuttuessa. Pidempi kasvukausi, lämpenevät syksyt ja leutonevat talvet voivat lisätä merkittävästi kasvitautien, tuholaisten ja rikkakasvien lajikirjoa sekä esiintymisriskiä nykyisestä (Hakala ym. 2011). Siksi ennakoiva kasvinsuojeluriskien hallinta eri menetelmin (mekaaninen, biologinen, kemiallinen) tulee tulevaisuudessa olemaan yhä tärkeämpää huoltovarmuudelle.

Monimuotoisesta viljelykasvivalikoimasta on kuitenkin säänriskien hallinnan ohella muitakin hyötyjä huoltovarmuudelle. Näistä eräs merkittävin on palkoviljojen ja öljykasvien merkitys valkuaisomavaraisuuden parantamisessa ja tuontisoijan korvaamisessa. Palkoviljoilla on myös tärkeä rooli typpiomavaraisuuden lisäämisessä sekä tavoiteltaessa lannoitetyypin korvaamista. Lisäksi maatalousmaiseman monimuotoisuus tukee biodiversiteettiä – mukaan lukien heikkotuottoisille lohkoille tai niiden osille perustetut ympäristönurmet ja suoja-kaistat sekä metsäsaarekkeet ja vesiväylät.

3.2.3 Muutosten tekijät ja maatalouden rakennemuutos

Huolimatta viljelyn maisemamonimuotoisuuden kasvusta, ohraa ja kauraa viljellään yhä merkittävässä määrin ilman viljelykiertoja (kuva 19). Molempia lajeja kohdennetaan usein pienille, etäisille lohkoille, joiden katsotaan perustellustikin olevan arvokkaammille ja vaativammille lajeille soveltumattomia. Siitäkin huolimatta viljalohkojen kiertoja voitaisiin monimuotoistaa. Perustuen laajaan tausta-aineistoon siitä, miten suomalaiset viljelijät kohdentavat lohkojaan eri viljelykasveille, kiertoja täysin vailla olevista ohra- ja

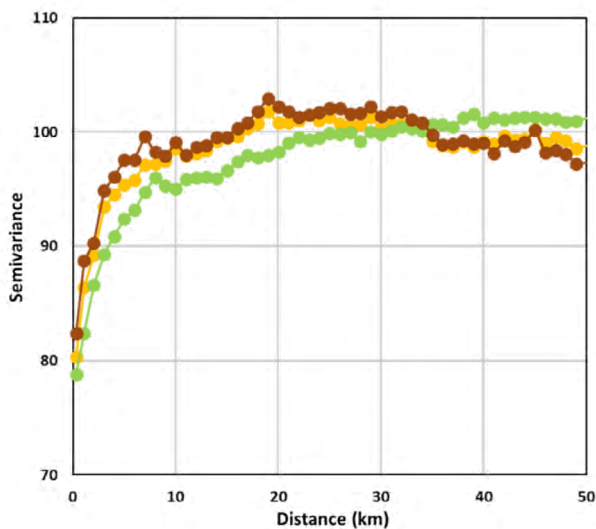
kauralohkoista jopa 26 % soveltuisi monimuotoisempiin kiertoihin, joissa olisi erikoiskasvia kahdesti viiden vuoden aikana sekä lisäksi muitakin kevät- ja/tai syysviljoja. Lisäksi 21 % soveltuisi katkaisukasvikiertoon, jossa olisi erikoiskasvi kerran viidessä vuodessa. Monimuotoisista viljakierroista yhteensä jopa yli 60 % soveltuisi monimuotoiseen ja/tai katkaisukasvikiertoon. Parhaat edellytykset ovat vilja-, sika- ja siipikarjatiloiilla (kuva 19, nuoleissa oleva suurempi lukuarvo), joissa muutos on tähänkin mennessä pääosin edennyt.



Kuva 19. Mahdollisuuksia monimuotoistamiseen on yhä merkittävästi tähän asti toteutuneista muutoksista huolimatta. Esimerkki on Lounais-Suomesta (Peltonen-Sainio ja Jauhiainen 2019).

Kun tarkastellaan minkälaiset tilat ovat luomutilojen ohella merkittävimpiä monimuotoisen viljelyn edelläkävijöitä, korostuvat niiden joukossa isot (laajenevat) tilat, joilla on erilaisille viljelyä monimuotoistaville kasvilajeille soveltuvaa peltoalaa takaamaan riittävät tuotantoerät. Nämä tilat ovat usein kasvintuotanto-, sika- ja siipikarjatiloja, joista jälkimmäisillä on mahdollisuus kotoiseen valkuaisrehun käyttöön sekä lantaa hyödynnettäväksi niin lannoitteena kuin maanparannusaineena. Näillä kotieläintiloilla monimuotoisuus onkin omavaraisuuden lisäämisen kannalta mielenkiintoinen mahdollisuus.

Eräässä tutkimuksessa tarkastelimme, kuinka edelläkävijäviljelijöiden kokemukset siirtyvät toisille tuottajille ja muuttavat myös muiden lähialueiden viljelijöiden toimintaa. Tämä esimerkki koski uusien ohralajikkeiden käyttöönottoa ja kuvaa yleisesti, kuinka tärkeä viljelijäyhteisö on kannustamaan toiminnallaan muita viljelijöitä muutokseen (kuva 20). Vastaava toimintamalli on myös epäilemättä vaikuttanut ja edelleen vaikuttaa viljelyn monimuotoistumisen etenemiseen Suomessa. Sitä tulisi hyödyntää entistä ponnekkaammin hyvien käytäntöjen laajamittaiseen jalkauttamiseen niin omavaraisuuden kuin huoltovarmuuden parantamiseksi nykyisestä.



Kuva 20. Ennakoivasti toimivilla viljelijöillä on vaikutusta lähialueen viljelijöiden tekemiin muutoksiin toiminnassaan 15–25 kilometriin säteellä, kun esimerkkinä on ohralajikkeen vaihtaminen lajikkeen iän (ruskea), kasvuajan (vihreä) ja satoisuuden (keltainen) perusteella. Saavutettaessa y-akselin arvo 100, spatiaalista riippuvuutta eli ennakoivan viljelijän vaikutusta etäämmällä oleviin ei enää ole (Peltonen-Sainio ja Jauhiainen 2023).

Lisäluettavaa:

Peltonen-Sainio, P., Venäläinen, A., Mäkelä, H.M., Pirinen, P., Laapas, M., Jauhiainen, L., Kaseva, J., Ojanen, H., Korhonen, P., Huusela-Veistola, E., Jalli, M., Hakala, K., Kaukoranta, T., Virkajärvi, P. 2016. Harmfulness of weather events and the adaptive capacity of farmers at high latitudes of Europe. *Climate Research* 67: 221–240, <https://doi.org/10.3354/cr01378>

Peltonen-Sainio, P., Pirinen, P., Mäkelä, H.M., Hyvärinen, O., Huusela-Veistola, E., Ojanen, H. & Venäläinen, A. 2016. Spatial and temporal variation in weather events critical for boreal agriculture: I Elevated temperatures. *Agricultural and Food Science* 25: 44–56, <https://doi.org/10.23986/afsci.51465>

Peltonen-Sainio, P., Pirinen, P., Mäkelä, H.M., Ojanen, H. & Venäläinen, A. 2016. Spatial and temporal variation in weather events critical for boreal agriculture: II Precipitation. *Agricultural and Food Science* 25: 57–70, <https://doi.org/10.23986/afsci.51466>

Peltonen-Sainio, P., Pirinen, P., Laapas, M., Mäkelä, H.M., Ojanen, H. & Venäläinen, A. 2016. Spatial and temporal variation in weather events critical for boreal agriculture: III Frost and winter time fluctuation. *Agricultural and Food Science* 25:71–80, <https://doi.org/10.23986/afsci.51467>

3.2.4 Uudet tuhonaiheuttajat ja niiden aiheuttamat riskit

Terho Hyvönen

Luonnonvarakeskuksen tutkijat laativat syksyllä 2025 katsauksen nousevista tuhonaiheuttajista maa- ja puutarhataloudessa (Hyvönen ym. 2025). Tuloksia peilattiin 15 vuotta aiemmin tehtyihin vastaaviin katsauksiin (Hakala ym. 2011, Hyvönen & Jalli 2011, Jalli ym. 2011, Hannukkala 2011).

Analyyysin perusteella Suomeen on tänä aikana levinnyt huomattava määrä sekä uusia vieraslajeja että tänne luontaisesti levinneitä lajeja, joilla on potentiaalia äityä tuhonaiheuttajiksi. Leviäminen on ollut nopeampaa ja levinneiden lajien määrä suurempi kuin mitä aiemmin osattiin arvioida. Koko maata uudet lajit eivät ole kuitenkaan onnistuneet valloittamaan, vaan useat niistä ovat runsaita vasta paikallisesti tai alueellisesti. Merkittäviä levinneitä tuholaislajeja havaittiin niin rikkakasveissa, viljan ja perunan taudinaiheuttajissa kuin pelto- ja puutarhakasvien tuhohyönteisissä.

Rikkakasveista haitallisin uusi laji on maailman haitallisimpiin lajeihin kuuluva rikkakananhirssi, joka on valloittanut Etelä-Suomen kevätviljapeltoja. Lajin leviämispotentiaali ilmastomuutoksen myötä on ollut tiedossa, mutta sen vakiintuminen näinkin lyhyessä ajassa on yllättävää. Lisäksi vihannespelloille on asetunut Etelä-Amerikasta kotoisin oleva kehtokoiso, joka rikkakasvina aiheuttaa haittaa etenkin tuoreherneen viljelyssä muodostaen raakana myrkyllisiä marjoja, joita on vaikea erotella hernesadosta. Kasvitaudeista viljoilla ovat yleistyneet Fusarium-sienet, jotka heikentävät sadon latua tuottamalla mykotoksiineja. Korkeat mykotoksiinipitoisuudet voivat estää viljan käytön elintarvikkeena tai rehuna. Samoin taudinaiheuttajat, joita aiemmin pidettiin melko harmittomana, ovat alkaneet aiheuttaa tauteja yleisemminkin. Näihin kuuluvat mm. harmaalaikku syysvehnällä sekä erilaiset ruostetaudit viljoilla laajemminkin. Perunalla nousevaksi ongelmaksi voidaan nimetä erinäiset bakteeritaudit sekä maltokaarivirus, joka on taloudellisesti merkittävä perunan tauti. Puutarhapuolelle aiempaa suuremmiksi ongelmiksi voidaan nostaa mm. tyrnikärpänen, gammayökkönen sekä mansikkajauhiainen, joka on onnistunut paitsi esiintymään, myös lisääntymään uusillakin kasvilajeilla. Lisäksi on huomioitava kirvojen ja punkkien voimistuva leviäminen kasvavan kansainvälisen kasvikaupan myötä sekä niiden aiheuttamien ongelmien paheneminen siksi, että markkinoilta on poistunut tiettyjä torjunta-aineita.

Koko tuhonaiheuttajien kirjo ja niiden vaikutusten kohdistuminen eri kasveihin esitellään Hyvösen ym. (2025) artikkelin taulukossa 2. Tuhonaiheuttajien tarkkoja vaikutuksia esimerkiksi satotasoihin tai niiden aiheuttamia satotappioriskejä eri kasveilla tai eri puolilla Suomea ei työssä tarkemmin analysoitu. Suomessa vakiintuneiden tuhonaiheuttajien aiheuttamia satotappioita viljoilla on arvioitu julkaisussa Kauppi ym. (2021). Kuitenkin jo tähän mennessä laadittu ”horisontin skannaus” on hyvää varautumista, sillä tällöin päästään kiinni potentiaalisiihin uukiin ennen kuin niiden mitta-kaava kasvaa. Riskienhallinnan ja huoltovarmuuden edistämisen kannalta hyviksi pitkántáhtáimen toimiksi voidaan lukea:

- Seuranta- ja tuholaistorjunta menetelmien kehittäminen uusien tuhonaiheuttajien osalta
- Tutkimuksen käynnistäminen uusien tuholaisten levinneisyyden ja vaikutusten tarkemmaksi kartoittamiseksi sekä yleisesti tiedonvaihdon tehostamisen kentällä
- Horisonttiskannaukset jatkossakin uusien tuhonaiheuttajien varalta
- Integroitujen torjuntamenetelmien (IPM) kehittäminen nousevia uhkia vastaan

3.3 Turvemaiden merkitys ilmastokestävyydelle

Pirjo Peltonen-Sainio ja Lauri Jauhiainen

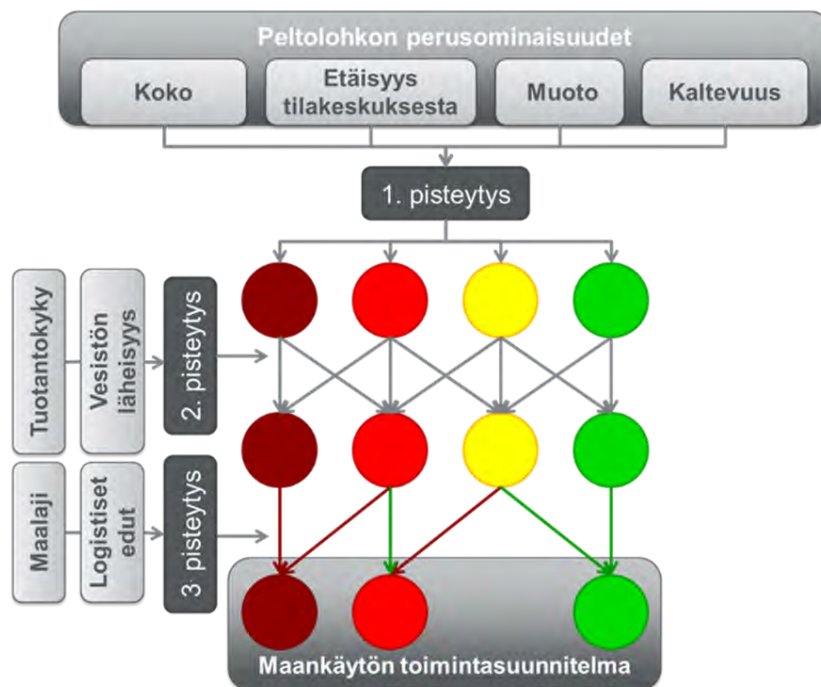
Suomessa on turvepeltoja 270 000 hehtaaria. Näistä valtaosa, 198 000 hehtaaria, on paksuturpeisia eli turvekerroksen paksuus on yli 40 cm. Loppu neljännes alasta on ohutturpeisia. EU:n alkuperäisen ennallistamisasetuksen perusteella turvepelloista tulee ennallistaa puolet vuoteen 2050 mennessä. Vetettävää turvepeltoalaa tarvittaneen hieman alle 30 000 hehtaaria eli runsaat 10 prosenttia turvepeltojen nykyalasta. Lopullinen tavoite tulee vielä elämään ja voi tehdä muutoksesta huoltovarmuuden kannalta haastavamman.

Turvemaat ja ylipäätään eloperäiset maat keskittyvät Etelä-Pohjanmaasta Kainuuseen ulottuvalle alueelle. Satelliittiaineistoihin perustuvan lohko-kohtaisen tuotantokykytarkastelun perusteella turvepelto-ot ovat keskimääräistä parempia verrattuna alueen muihin peltoihin. Tuotantokyvyltään heikkoja peltoja on esimerkiksi savimailla noin 1.4 kertaa todennäköisemmin kuin turvemailla. Turvelohkot ovat myös keskimääräistä isompia, mikä osaltaan selittää niiden hyvää tuotantokykyä, sillä ylipäätään alle 0.5 ha pelloilla on

noin 1.2-kertainen todennäköisyys olla tuotantokyvyltään heikkoja, usein toisarvoisena pidettyjä lohkoja.

Jos turvepelloista iso osa poistetaan viljelystä, sadon menetystä on vaikea korvata nostamalla muiden lohkojen tuotantokykä vastaavasti. Peltoa sinällään Suomessa riittää, mutta yksittäisen tilan toiminnan kannalta se ei aina auta, erityisesti nautatiloilla, missä tuotanto käytetään oman karjan ruokintaan. Jos paksuturpeisia peltoja vähennetään vuoden 2050 ennallistamistavoitteen mukaisesti 30 000 ha, tarkoittaa se 1.3 prosenttia koko Suomen ja noin 10 prosenttia elope- räisten maiden peltoalasta. Jos tämä poisto tehtäi-

siin kuten PeltoOptimi-työkalu ehdottaa eli poistaen lähinnä pieniä, epämuotoisia ja kaukana tilakeskuksesta olevia heikkotuottoisia lohkoja (kuva 21), loppu- tulos on tyydyttävä sadontuottokyvyn kannalta. Tällöin poistot eivät kohdistuisi merkittävästi isoihin (>5 ha) eikä melko isoihin (3–5 ha) lohkoihin. Pienet, alle 30 ha tilat olisivat kuitenkin ylliedustettuna poistumassa. Lisäksi poistot kohdistuisivat lähinnä Kainuun, Lapin ja Pohjan- maan maakuntiin ja erityisesti nautatiloihin, kun kaksi prosenttia nautatilojen peltoalasta poistuisi. Nurmiala pienenesi 1.8 prosenttia, sen sijaan muiden kasvien alat pienevät vain vähän: kevätiljojen 0.7 %, syysviljojen 0.1 % ja öljykasvien 0.3 %.



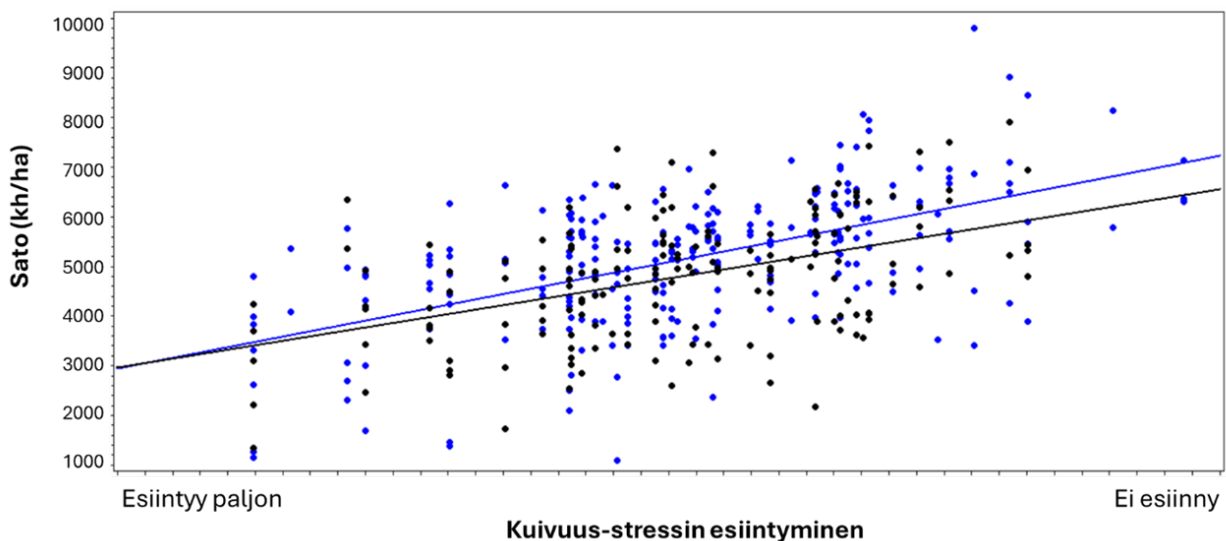
Kuva 21. PeltoOptimi-työkalun peruseriaate on arvottaa peltolohkot niiden keskeisten ominaisuuksien perusteella, huomioiden kuinka viljelijät kohdentavat lohkojaan eri käyttötarkoituksiin (Peltonen-Sainio ym. 2019).

Osa paksuturpeisista pienistä peltolohkoista on jo nyt varsinaisen viljelyn ulkopuolella, joten vaikutus ilmastoon ei ole niin merkittävä kuin hehtaarien perusteella voisi arvioida. Täten ennallistamistoimenpiteitä pitäisi kohdistaa myös isompiin ja tuotantokyvyltään entistä parempiin peltolohkoihin. Suurin ongelma tulee sosiaalisesta kestävydestä sillä poisto ei koskettaisi lainkaan yli 75 prosenttia tiloista, mutta yksi prosentti eniten turvemaita viljelevistä tiloista menettäisi vähintään 28 prosenttia peltoalastaan, muutama yksittäinen pieni tila jopa kaiken.

Turvepeltoja arvioidaan poistuvan tuotannosta jopa 90 000 hehtaaria vuoteen 2050 mennessä. Turvepellot ovat imakorkeaa satoa jalostavalle teollisuudelle. Esimerkiksi turvepeltoilla tuotettu ohra ei välttämättä kelpaa panimoteollisuudelle. Poistot eivät tulisi toteutumaan optimoidusti, vaan ne kohdistuisivat myös keskikokoi-

siin ja tätä suurempiin lohkoihin, jotka ovat useammin muussa kuin nurmituotannossa, jopa erikoiskasvituo-
tannossa (mallasohra mukaan lukien). Tuotantokyvyltään keskimääräistä parempien peltolohkojen poisto on huomattava ongelma osalle tiloista mutta myös potentiaalinen riski ilmastokestävyydelle kasvukausina, jolloin kuivuutta esiintyy laajasti ja mahdollisesti aikaisempaa toistuvammin, koska savimaat ja karkeat kivennäismaat kärsivät kuivuudesta turvemaita enemmän (kuva 22). Sinällään satotaso on pohjoisessa eteläistä Suomea alhaisempi, mikä lieventää kokonaissadon menetystä koko Suomen tasolla. Pohjoisessa olevat turvepellot eivät liioin pärjää satoisuudeltaan etelän savipelloille tilanteessa, jossa sääolosuhteet suosivat sadonmuodostusta. Jos satotasot jäävät säähaittojen vuoksi alhaisiksi, pohjoisen turvepellot pääsevät samaan satotasoon kuin etelän savipellot ja ovat paikoin jopa niitä parempia.

Kuva 22. Kuivuusstressin vaikutus kauran satoon eri maalajilla (kivennäismaat = sininen, orgaaniset maat = musta). Aineisto perustuu kauran lajikekokeisiin niiltä paikkakunnilta, joilla kokeita on ollut molemmilla maalajeilla.



Turvepeltoproblematiikkaa käsitellään vielä ilmastopolitiikan näkökulmasta luvussa 4.2.2.

4 Poliitikat, markkinat ja niiden mahdolliset heijastevaikutukset huoltovarmuuskysymyksiin

4.1 Poliittika- ja markkinavaikutukset metsätalouden huoltovarmuuteen

Antti Mutanen ja Tuomas Niinistö

4.1.1 Energia- ja ilmastopoliittika

Energiapoliittisessa päätöksenteossa sähköön perustuvat ratkaisut ovat nousseet keskiöön tavoiteltaessa uusiutuvan energian osuuden kasvattamista ja fossiilisista energialähteistä irtautumista. Vuonna 2008 julkaistussa kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa tavoiteltiin metsähakkeen käyttömäärän kasvattamista 12 miljoonan kuutiometrin lukemiin (Valtioneuvosto 2008). Sittemmin suhtautuminen puun polttoon ja bioenergiaan on Suomessa, kuten myös muissa EU:n jäsenvaltioissa, muuttunut kriittisemmäksi. Kesällä 2025 lausuntokierrokselle lähteneessä kansallisen ilmasto- ja energiastategian luonnoksessa eräänä tavoitteena oli polttoon perustuvan lämmöntuotannon vähentäminen (Työ- ja elinkeinoministeriö 2025).

EU:n päivitettyssä uusiutuvan energian direktiivissä ((EU) 2023/2413 (RED III)) on asetettu uusia velvoitteita muun muassa kestävien puupolttoaineiden hankintaan liittyen. RED III -direktiivi muuttaa monelta osin metsäbiomassan kestävyyskriteerejä, ja se esimerkiksi määrittää millaisilta alueilta korjattua metsäbiomassaa ei voida tulkita kestäväksi sekä millaisia asioita metsäbiomassan korjuussa on otettava huomioon. Kestävyyskriteerien noudattamista sovelletaan lisäksi aiempaa pienempiin laitoksiin. On huomattava, että metsäteollisuuden sivuvirtojen, jotka ovat muualta kuin suoraan metsätaloudesta peräisin olevia jätteitä ja tähteitä, osalta ei sovelleta metsäbiomassan kestävyyskriteerejä, mutta näitä käyttävien laitosten on täytettävä tiukentuneet kasvihuonekaasujen päästövähennyskriteerit. Sekä kestävyyskriteerien että päästövähennyskriteerin täyttyminen on edellytys, että biomassasta tuotettu energia voidaan lukea mukaan arvioitaessa RED III -direktiivin uusiutuvan energian tavoitteiden toteutumista tai arvioitaessa biomassasta tuotetun energian tukikelpoisuutta. Kriteerien täyttyminen on myös edellytys sille, että biomassan päästökerroin on nolla päästökaupparektorilla. RED III-direktiivin edellyttämät muutokset vietiin heinäkuussa 2025 osaksi kansallista lainsäädäntöä muuttamalla kestävyyslain 393/2013 sisältöä. Lakimuutosten vaikutukset käytännön puunhankinnalle voidaan katsoa vähäisiksi koska ne pääpiir-

teissään täyttyvät jo nykyisillä käytännöillä. Näin arvioidaan myös kriteerien viemistä osaksi kansallista lainsäädäntöä tarkastelleen työryhmän loppuraportissa (Haavisto ym. 2024).

Metsäbiomassan kestävyyskriteereissä mainittujen kohteiden, joilta energiapuun hankinta ei ole kestävä, tunnistaminen voi aiheuttaa kuitenkin haasteita käytännön puunhankinnassa. Metsäbiomassan hankinta ei ole kestävä esimerkiksi alueilta, jotka ovat ikimetsiä tai turvemaita, joilla on tehty uudisojista 1.1.2008 jälkeen. Sekä ikimetsän että turvemaan määritelmät ovat epäselviä. On huomattava, että kaskadikäyttöperiaate eli puuraaka-aineen ohjautuminen mahdollisimman korkean jalostusarvon käyttökohteeseen eli lopulta päätyneet osaksi metsäbiomassan kestävyyskriteereitä, vaikka siihen liittyvät rajoitteet olivat esillä RED III:n valmistelussa. RED III kuitenkin rajoittaa teollisuuslaatuisten raakapuun energiakäytön tukemista kansallisissa tukijärjestelmissä. Suomen kannalta kirjauksella ei ole merkitystä, koska tällaisia tukia ei ole voimassa. Sen sijaan kestävyyskriteereihin viedyt teollisuuslaatuisten raakapuun energiakäytön rajoitteet olisivat voineet aiheuttaa merkittäviä vaikutuksia suomalaiseen energiapuun hankintaan. Niinistön ym. (2025b) mukaan vuonna 2023 suomalaisissa lämpö- ja voimalaitoksissa poltettiin 1,9–2,6 miljoonaa kuutiometriä metsäteollisuuden jalostukseen kelpaavaa runkopuuta.

Lisääntyvät raportointivelvollisuudet kasvattavat energiapuun hankinnan hallinnollista taakkaa ja aiheuttavat lisäkustannuksia. Energiapuun hankintaan liittyvien rajoitusten ohella direktiivissä on asetettu aiempaa tiukemmat päästövähennyskriteerit sekä uusille että olemassa oleville laitoksille, jotka määrittävät vähimmäistasot puupolttoaineiden käytöllä saavutettaville päästövähennyksille. Niiden täyttämiseksi on asetettu laitoksen koosta ja käyttöönottoajankohdasta riippuvia aikarajoja. Joidenkin vanhempien laitosten kohdalla kriteerien täyttäminen voi vaatia merkittäviä energiatehokkuusinvestointeja. Kestävyyskriteerien soveltamisen lämpötehon alarajan laskun ja päästövähennyskriteerin muutosten myötä uusia laitoksia on

arvioitu siirtyvän kestävyyslain vaatimusten piiriin noin 70 kappaletta ja lisäksi monien jo aiemmin kestävyyslain piirissä olleiden laitosten on päivitettävä kestävyysjärjestelmänsä (HE 37/2025 vp). Hallinnollista taakkaa kiinteiden polttoaineiden toimitusketjussa lisää myös EU:n metsäkatoasetus ((EU) 2023/1115), joka edellyttää esimerkiksi asianmukaisuutta huolellisuutta koskevien vakuutusten (dd-vakuutus) toimittamista komission tietojärjestelmään mahdollisesti useassa toimitusketjun eri vaiheessa. Metsäkatoasetus kieltää puun ja siitä valmistettujen asianmukaisten tuotteiden saattamisen markkinoille, mikäli sen korjuussa on aiheutettu metsäkatoa (metsän muuttamista maatalouskäyttöön) tai aiheutettu metsän tilan heikkenemistä (esimerkiksi muutettu ikimetsiä viljelymetsiksi). Metsäkatoasetuksen tulkintaan on liittynyt lukuisia kysymyksiä, ja lisäksi komissio on raportoinut tietojärjestelmään liittyvistä ongelmista. Metsäkatoasetuksen soveltamisen alkua lykättiin vuoden 2024 alusta vuoden 2025 alkuun, ja loppuvuodesta 2025 komissio antoi esityksen, jolla muun muassa muutettaisiin tietyt asetuksen keskeisiä määritelmiä sekä pyritäisiin helpottamaan hallinnollista taakkaa arvoketjujen myöhemmissä vaiheissa. Komission esityksen käsittely EU:n toimielimissä on tätä kirjoitettaessa kesken.

Suomen kansallisessa ilmastolaissa (423/2022) on säädetty, että Suomen tulee saavuttaa hiilineutraalius vuonna 2035 ja tämän jälkeen hiilinegatiivisuus. Maankäyttösektori on sisällytetty EU:n ilmastopolitiikkaan LULUCF-asetuksella ((EU) 2018/841), joka määrittää sektorin ilmastotavoitteet- ja veloitteet vuosille 2021–2025 ja 2026–2030. LULUCF-asetuksen tilinpitosääntöihin liittyy olennaisena osana hoidetulle metsämaalle vuosille 2021–2025 asetettu metsien vertailutaso, jonka perusteella ja raportoituihin hoidetun metsämaan päästöihin ja poistumiin verraten lasketaan kyseisten vuosien hoidetun metsämaan tulos. Euroopan komission delegoidulla asetuksella (EU) 2021/268 vahvistama Suomen metsien vertailutaso vuosille 2021–2025 on -29,4 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia. Jos hoidetun metsämaan yhteenlaskettu vuosien 2021–2025 nettonielu on pienempi kuin vertailutaso kerrottuna viidellä, voidaan tätä laskennallista päästöä kompensoida jäsenvaltiokohtaisilla joustomahdollisuuksilla, muiden maankäyttösektorin tilinpitoluokkien ylijäämillä, taakanjakosektorin päästöyksiköillä tai hankkimalla nieluysiköitä muilta jäsenvaltioilta. Päävastaisessa tapauksessa, jossa hoidettu metsämaa muodostaa laskennallisen nettonielun, voidaan ylijäämää käyttää muiden maankäyttösektorin tilinpitoluokkien alijäämien kattamiseen, hyödyntää taakanjakosektorin veloitteiden täyttämiseen tai siirtää muille jäsenvaltioille. Mikäli maankäyttösektorilla syntyy joustojen käytön ja nieluysiköiden siirtojen jälkeen edelleen alijäämää, siirretään se tilinpitosääntöjen mukaan taakanjakosektorille.

Viimeisimmät kasvihuonekaasuinventaarion tiedot osoittavat, että Suomen maankäyttösektori kokonaisuudessaan on merkittävä päästönlähte. Myös kasvavan puuston nielu ei enää riitä sitomaan metsämaasta peräisin olevia päästöjä (Tilastokeskus 2025). Kehityksen seurauksena Suomelle voi muodostua merkittävää alijäämää suhteessa LULUCF-asetuksen velvoitteisiin. Esimerkiksi Seppälä ym. (2025) arvioivat, että Suomelle muodostuisi LULUCF-asetuksen ensimmäisellä velvoitekaudella vuosina 2021–2025 alijäämää 110 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia. Vuosien 2026–2030 tilinpitosääntöjä muutettiin merkittävästi LULUCF-asetuksen päivityksen yhteydessä vuonna 2023, ja esimerkiksi metsien vertailutasosta luovuttiin. Sen sijaan jäsenvaltioille määritettiin maankäyttösektorin nettonielun vuotta 2030 koskeva lisäysvelvoite sekä määritetään vuosia 2026–2029 koskeva nettonielujen kumulatiivinen velvoite eli niin sanottu tase. Seppälä ym. (2025) mukaan Suomi ei tule nykyisellä hakkuutasolla (73 miljoonaa kuutiometriä vuodessa) saavuttamaan vuosien 2026–2030 velvoitteitaan, vaan alijäämää syntyisi 44 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia. Sen sijaan, jos hakkuut pienenisivät vuodesta 2025 alkaen lineaarisesti 62 miljoonaan kuutiometriin, vuoden 2030 nielutavoite voitaisiin saavuttaa (Seppälä 2025). Seppälä ym. (2025) arvioivat, että riippuen nielu- ja päästöyksiköiden hinnasta ja LULUCF-asetuksen mukaisten joustojen käyttömahdollisuuksista, alijäämän kattamisen kustannukset olisivat 0,8–5,5 miljardia euroa vuosina 2021–2025. Vuosien 2026–2030 alijäämän kattamisen kustannuksiksi muodostuisi 0,2–4,1 miljardia euroa riippuen nielu- ja päästöyksiköiden hinnasta, joustojen käyttömahdollisuudesta sekä toteutuneista hakkuukertymistä. Arvioiden tekemistä haastaa se, että kansallisten kasvihuonekaasuinventaariorien muutosten myötä arviot maankäyttösektorin päästöistä ja poistumista päivittyvät takautuvasti, ja metsien vertailutasolaskelmiin tehdään sekä Suomessa että muissa jäsenvaltioissa teknisiä korjauksia, joiden vaikutukset voivat olla merkittäviä. Lisäksi maankäyttösektorin tilannekuva on heikentynyt EU-alueella yleisesti, ja tällä hetkellä on epäselvää, muodostuuko jäsenvaltioille maankäyttösektorin ylijäämiä, joita voitaisiin siirtää toisille jäsenvaltioille.

KEITO-hankkeen tulokset osoittavat, että maankäyttösektorin heikentyneen päästökehityksen vuoksi erityisesti vuodelle 2035 asetetun kansallisen hiilineutraaliustavoitteen mutta myös EU:n LULUCF-asetuksen asettamien veloitteiden saavuttaminen on epätodennäköistä ilman merkittäviä muutoksia hakkuumääriin (Koljonen 2025a, Koljonen 2026b). Esimerkiksi vuoden 2035 hiilineutraaliustavoite toteutuisi, jos hakkuut pienentyisivät runsaaseen 50 miljoonaan kuutiometriin jo vuodesta 2030 alkaen (Koljonen ym. 2025b). Jos poliittista tavoitteista ei jousteta, niiden saavuttaminen edellyttää lähivuosien aikana metsänielun kasvattamista

esimerkiksi rajoittamalla hakkuita poliittisella ohjauksella. Toteutuessaan hakkuiden rajoittaminen heikentäisi puuraaka-aineen saatavuutta tilanteessa, jossa puun tuontimäärien kasvattaminen Itämeren alueelta on käytännössä mahdotonta. Tällä olisi merkittäviä kansantaloudellisia vaikutuksia mutta myös vaikutuksia energiaturvallisuuteen ja huoltovarmuuteen.

4.1.2 EU:n biodiversiteettistrategia ja ennallistamisasetus

Euroopan vihreän kehityksen ohjelma (COM(2019) 640 final), joka linjasi von der Leyenin 1. komission toimikauden 2019–2024 työn painopisteitä, nosti EU-politiikassa kunnianhimoiset ympäristötavoitteet luontokadon pysäyttämistä ja monimuotoisuuden turvaamisesta ilmastotavoitteiden rinnalle. Vihreän kehityksen ohjelma korosti metsien roolia ilmasto- ja ympäristötavoitteiden saavuttamisessa, mikä heijastui voimakkaasti von der Leyenin 1. komission antamiin lukuisiin metsiin ja niiden käyttöön suoraan tai epäsuorasti liittyneisiin politiikkatoimiesityksiin, kuten EU:n uuteen metsästrategiaan, metsien monitorointiasetukseen, maaperädirektiiviin, metsäkatoasetukseen, RED III-direktiivin ja LULUCF-asetuksen päivityksiin, taksonomia-asetuksen teknisiin arviointikriteereihin jne. Vihreän kehityksen ohjelman ympäristötavoitteiden kannalta keskeisimpiä ohjauskeinoja ovat EU:n vuoteen 2030 ulottuva biodiversiteettistrategia (COM(2020) 380 final) ja tätä toimeenpaneva, vuonna 2024 voimaan tullut ennallistamisasetus ((EU) 2024/1991). Ennallistamisasetuksen tavoitteiden ja velvoitteiden kansallista toteutusta linjaavan ennallistamissuunnitelman valmistelu on parhaillaan käynnissä.

EU:n biodiversiteettistrategian suojelutavoitteista keskeinen on, että 30 prosenttia EU:n maa-alueiden sekä merialueita tulisi suojella lakisääteisesti ja kolmasosa suojelusta tulisi olla tiukkaa. Lisäksi erikseen mainitaan, että tiukasti tulisi suojella kaikki jäljellä olevat iki- ja aarniometsät (käytetään myös suomennosta luonnontilaiset ja vanhat metsät). Komissio on julkaissut iki- ja aarniometsien määrittämisen, kartoituksen, seurannan ja tiukan suojelun suuntaviivat (SWD(2023) 62 final), ja Suomessa on valtioneuvoston periaatepäätöksellä (YM/2024/57) vahvistettu luonnontilaisten metsien (ikimetsien) määritelmä sekä vanhojen metsien (aarniometsien) kansalliset kriteerit. VML:hin perustuvan arvion mukaan kriteerit täyttävien vanhojen metsien pinta-ala suojelualueiden ulkopuolella puuntuotannon maalla olisi 32 000 hehtaaria (YM/2024/57). Pinta-ala on suhteellisen pieni verrattuna puuntuotannon maan kokonaispinta-alaan 19,2 miljoonaa hehtaariin (Luke 2025). Ikimetsille ei ole Suomessa määritetty tarkkoja kriteerejä, mutta VML:hin perustuvan arvion mukaan näitä olisi, kun kohteen minimipinta-alalle ei aseteta rajoituksia, luonnonsuojelualueiden ulkopuolisella

metsämaalla noin 49 000 hehtaaria (Kniivilä ym. 2024). Ikimetsien (luonnontilaisten metsien) ja aarniometsien (vanhojen metsien) alueet ovat osittain päällekkäisiä.

Suomessa EU:n biodiversiteettistrategian suojelutavoitteiden toteutusta metsien lisäsuojelun osalta ovat tarkastelleet esimerkiksi Kärkkäinen ym. (2021) ja Kotiaho ym. (2021). Kärkkäinen ym. (2021) tarkastelivat skenaariota, jossa metsien suojelua lisättiin kaksinkertaiseksi hemi- ja etelä- sekä keskiboreaalissa vyöhykkeellä. Lisäsuojelua toteutettiin yhteensä 804 000 hehtaarilla, mistä 592 000 hehtaaria oli metsämaata sekä 212 000 hehtaaria kitumaata. Lisäksi luonnonhoitotoimien määrää kasvatettiin suojelualueiden ulkopuolisissa metsissä. Tulosten mukaan suojelupinta-alojen kasvattaminen sekä luonnonhoitotoimien voimakas lisääminen voivat johtaa siihen, että metsäteollisuuden tarpeisiin ei riitä kotimaista puuta ja/tai metsät nuorentuvat metsänkäytön muuttuessa intensiivisemmäksi suojelualueiden ulkopuolella. Puun riittävyys nousisi ongelmaksi erityisesti silloin, jos suojelupinta-alojen kasvun lisäksi tavoiteltaisiin myös vuotuisen hakkuukertymän kasvua 72,4 miljoonasta kuutiometristä (vuosien 2015–2019 keskimääräinen hakkuukertymä) 80,0 miljoonaan kuutiometriin.

Kotiaho ym. (2021) toteuttivat mallinnuksessaan lisäsuojelua siten, että ensin suojeltiin määritelmien mukaiset vanhat ja luonnontilaiset metsät metsä- ja kitumaalla sekä tämän jälkeen metsämaan vanhimpia ikäluokkia siihen saakka, että maakunnittainen tavoite 10 prosentin metsämaan lisäsuojelusta täyttyi. Kotiahon ym. (2021) määrittelyjen mukaisesti toteutettuna lisäsuojelu painottui Etelä-Suomeen, ja sen kokonaispinta-alaksi muodostui 1,46 miljoonaa hehtaaria, mistä metsämaata oli 1,35 miljoonaa hehtaaria ja kitumaata 0,11 miljoonaa hehtaaria. Kotiaho ym. (2021) eivät arvioineet lisäsuojelun vaikutuksia puuntuotantoon. Kniivilä ym. (2022) mukaan Kotiahon ym. (2021) esittämällä tavalla toteutettu metsien lisäsuojelu johtaisi suurimman ylläpidettävissä olevan hakkuukertymäarvion pienemiseen 7–11 miljoonalla kuutiometrillä vuodessa, ja suurinta pienentyminen olisi Pirkanmaan, Etelä-Savon, Pohjois-Savon, Pohjois-Karjalan, Keski-Suomen, Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun maakuntien alueilla. Lisäksi metsäsektorin arvonlisäys laskisi suorat ja kerrannaisvaikutukset huomioon ottaen 540–1 150 miljoonaa euroa vuodessa ja työllisten määrä vähenisi 4 400–9 400 työllisellä suhteessa perusuraan. Arvonlisäys- ja työllisyysvaikutusten vaihteluväli aiheutuu siitä, oletetaanko metsänkäytön muuttuvan intensiivisemmäksi suojelualueiden ulkopuolella vai ei.

Ennallistamisasetuksella pyritään tehostamaan EU:n olemassa olevan ympäristölainsäädännön, erityisesti luonto- ja lintudirektiivien, täytäntöönpanoa sekä tukemaan muita EU:n biodiversiteettistrategian tavoitteita, kuten jokien palauttamista vapaasti virtaaviksi,

kaupunki- ja maatalousekosysteemien ennallistamista tai pölyttäjäkantojen elvyttämistä. Metsien kannalta oleellisia ovat asetuksen 4 artiklan tavoitteet ja velvoitteet maa-alueiden, makean veden ja merten rannikkoalueiden luontotyyppien ennallistamisesta sekä 12 artiklan kaikkia metsiä koskeva velvoite tiettyjen biodiversiteetti-indikaattoreiden kasvavasta kehityksestä.

Ennallistamisasetuksen 4 artiklan mukaan jäsenvaltioiden on toteutettava ennallistamistoimia luontodirektiivin mukaisilla ja asetuksen liitteessä I luontotyyppiryhmittäin luokitelluilla luontotyyppien alueilla, joiden tila ei ole hyvä. Ennallistamistoimien toteutukselle on määrälliset ja aikataululliset tavoitteet (30 % vuoteen 2030 mennessä, 60 % vuoteen 2050 mennessä ja 90 % vuoteen 2050 mennessä). Lisäksi luontotyyppejä on palautettava sellaisille alueille, joilla niitä ei tällä hetkellä ole siten, että luontotyyppien pinta-ala kasvaa kohti kansallisesti määritettävää suotuisaa viitealaa. Luontotyyppien hyvässä tilassa olevia alueita koskee puolestaan heikentämättömyysvelvoite.

Suomessa esiintyviä laajoja metsäisiä luontotyyppejä ovat boreaaliset luonnonmetsät, lehdot, harjumetsät ja puustoiset suot, joiden Suomen tuoreimman luontotyyppien suojelutasoarviointiraportin mukainen pinta-ala, vuonna 1995 arvioitu pinta-ala sekä ekologisen perustein määritetty suotuisa viiteala on esitetty taulukossa 3. Huomionarvoista on, että boreaalisten luonnonmetsien suotuisa viiteala on 2,3 miljoonaa hehtaaria suurempi kuin niiden nykyinen pinta-ala. On kuitenkin vielä epävarmaa, millaista boreaalisten luonnonmetsien suotuisaa viitealaa käytetään Suomen kansallisessa ennallistamissuunnitelmassa, ja on mahdollisesti, että se poikkeaa ekologisin perustein määritetystä suotuisasta viitealasta. Komission ohjeen mukaisesti viiteala ei kuitenkaan voi olla pienempi kuin luontotyyppien pinta-ala silloin, kuin luontodirektiivi tuli voimaan eli Suomessa vuonna 1995 (Kukkala ym. 2025).

Taulukko 3. Luontodirektiivin luontotyyppien suojelutasoarvioinnin mukaiset laaja-alaisten metsäisten luontotyyppien nykyiset pinta-alat, vuonna 1995 raportoidut arvioidut pinta-alat ja suotuisat viitealat (FRA 2025) Suomen boreaalisella vyöhykkeellä (Kukkala ym. 2025).

Direktiivin 92/43/ETY-koodi	Selite	Nykyinen pinta-ala, 1 000 ha	Pinta-ala 1995, 1 000 ha	FRA 2025, 1 000 ha
9010	Boreaaliset luonnonmetsät	1 400	1 700	3 700
9050	Lehdot	260	150–200	260
9060	Harjumetsät	702	710	710
91D0	Puustoiset suot	2 089–2 230	1 990	2 415

Arnkil ym. (2024) arvioivat mahdollisia ennallistamistoimia ja niiden vaikutusta puuntuotantoon ja hakkuutuloihin taulukon 3 metsäisten luontotyyppien nykyisellä pinta-alla. Ennallistamistoimet vaihtelivat metsätalouden ulkopuolelle jättämisestä (boreaaliset luonnonmetsät, luonnontilaiset ojittamattomat korvet ja rämeet) poiminta- ja pienaukkohakkuihin, joita MELA-simuloinneissa mallin rajoitteiden vuoksi kuvattiin erilaisilla harvennuksilla ja uudistamisella siemen- ja suojuspuuhakkuin. Tulosten mukaan ennallistamistoimet johtivat metsäisten luontotyyppien nykyisellä alueella ensimmäisellä 10-vuotiskaudella hakkuiden pienentymiseen 4,3 miljoonaa kuutiometriä vuodessa sekä ainespuuhakkuiden kantohintaisten bruttotulojen vähentymiseen 173,4 miljoonalla eurolla vuodessa verrattuna tilanteeseen, jossa määrittelyjen

mukaisia ennallistamistoimia ei tehty, eli hakkuita voitiin tehdä nykykäytännöin. Luontotyypeittäin arvioitu bruttotulojen supistuminen oli boreaalisissa luonnonmetsissä 33 miljoonaa, harjumetsissä 39 miljoonaa, lehdoissa 19 miljoonaa ja puustoisilla soilla 82 miljoonaa euroa vuodessa (Arnkil ym. 2024). Ennallistamistoimet ja näistä aiheutuvat rajoitukset metsien käyttöön kohdentuivat ensisijaisesti yksityismetsiin, sillä puuntuotannon mailla sijaitsevista puustoisista soista 53 prosenttia, harjumetsistä 72 prosenttia ja lehdoista 98 prosenttia sijaitsee yksityismailla (ml. kunnat) (Arnkil ym. 2024). On huomattava, että suurin osa boreaalisten luonnonmetsien nykyisestä pinta-alasta on jo nykyisin suojeltu, kun taas muut metsäiset luontotyypit sijaitsevat suurelta osin suojelualueiden ulkopuolella (Räsänen ym. 2023).

Heikentämättömyysvelvoitteen tulkinta määrittää, millaisia metsänkäsittelyjä voidaan tehdä luontotyyppien alueilla, jotka ovat jo nykyisin hyvässä tai jotka saavuttavat myöhemmin hyvän tilan ennallistamistoimien ansiosta. Boreaalisten luonnonmetsien osalta todennäköisesti tulkitaan, että alueet on jätettävä puuntuotantoon tähtäävän metsätalouden ulkopuolelle mutta luonnonhoitotoimet ovat mahdollisia. Muissa metsäisissä luontotyypeissä esimerkiksi jatkuvan kasvatuksen menetelmät ja erityisesti poimintahakkuut voivat olla mahdollisia. Metsäisten luontotyyppien hyvän tilan kriteerejä, kuten myös luontotyyppien tunnistamiskriteerejä tarkastellaan Luonnonvarakeskuksen Luhti-hankkeessa, jonka tulokset julkaistaan joulukuussa 2025.

Ennallistamisasetuksen 12 artikla velvoittaa, että jäsenvaltioissa on otettava käyttöön ennallistamistoimenpiteitä myös 4 artiklan mukaisten luontotyyppien ulkopuolisissa metsissä siten, että seitsemässä indikaattorissa saavutetaan kasvava kehitys kohti kansallisesti määritettävää tyydyttävää tasoa. Pakollinen indikaattori on yleisten metsälintujen indeksi ja seitsemästä muusta (kuolleet pystypuut, kuolleet maapuut, eri-ikäisrakenteisten metsien osuus, metsien kytkeytyneisyys, orgaanisen hiilen määrä, sellaisen metsän osuus, jossa valtalajina ovat luontaiset puulajit ja puuston monilajisuus) on valittava kuusi. Suomessa todennäköisesti ei seurata orgaaniseen hiilen määrää, sillä asetuksen mukaan indikaattori koskee vain kivennäismaametsiä ja se soveltuu huonosti Suomen olosuhteisiin. Tällä hetkellä ei ole selvää, millaisia toimia ja millä keinoin (informaatio-ohjaus, taloudelliset kannusteet, lainsäädäntö) otetaan käyttöön. Kuolleen puun määrä voidaan lisätä esimerkiksi välttämällä kuolleen puun korjuuta ja lisäämällä säästöpuu- ja tekopökelömääriä hakkuissa. Eri-ikäisrakenteisten metsien osuutta seurataan ainoastaan talousmetsissä, ja indikaattorin kasvava kehitys tarkoittaisi jatkuvan kasvatuksen yleistymistä. Metsälintujen indeksiin voitaisiin vaikuttaa esimerkiksi pesimäaikaisilla hakkuurajoituksilla, suojavyöhykkeillä, jättämällä taimikonhoidossa tiheiköitä ja suosimalla lehtipuita.

Ennallistamisasetuksen kansalliseen toteutukseen liittyy tällä hetkellä lukuisia avoimia kysymyksiä ja esimerkiksi tietopuutteet liittyen luontotyyppien pinta-aloihin, tilaan ja sijaintiin ovat merkittäviä. Tiedossa ei myöskään millaisia ovat eri metsäisten luontotyyppien ennallistamistoimet, miten heikentämättömyysvelvoitetta tulkitaan tai millaisia suotuisia viitealoja tavoitellaan. Esimerkiksi, jos boreaalisten luonnonmetsien osalta tavoiteltaisiin ekologisin perustein määriteltyä 3,7 miljoonan hehtaarin suotuisaa viitealaa, tämän voitaisiin tulkita tarkoittavan, että nykyistä puuntuotannon maata tulisi suojella reilusti yli kaksi miljoonaa hehtaaria.

Kniivilä ym. (2025) tarkastelivat taulukossa 3 esitettyjen metsäisten luontotyyppien ennallistamisen vaikutuksia hakkuukertymiin sekä metsäsektorin arvonlisäykseen. Tulosten mukaan kunnianhimoisimmassa ennallistamisskenaariossa, jossa boreaalisten luonnonmetsien pinta-alaa kasvatettiin luontotyyppien suojelutasoarvioinnissa (Kukkala ym. 2025) esitettyä 3,7 miljoonan hehtaarin suotuisaa viitealaa kohti laski vuotuisia hakkuukertymiä enimmillään 17 miljoonaa kuutiometriä ja metsäsektorin arvonlisäystä 1,8 miljoonaa euroa suhteessa perusuraan, jossa ennallistamista ei tehty ja metsien käytölle ei asetettu uusia käyttörajoituksia nykytilanteeseen verrattuna. Lievimmässä ennallistamisskenaariossa, jossa boreaalisten luonnonmetsien suotuisana viitealana käytettiin vuoden 1995 arvioitua pinta-alaa, vuotuiset hakkuumäärät pienenivät enimmillään 3,4 miljoonaa kuutiometriä ja metsäsektorin arvonlisäys supistui 370 miljoonaa euroa suhteessa perusuraan. Kniivilän ym. (2025) tarkastelun ulkopuolelle jäivät ennallistamisasetuksen 12 artiklan velvoitteiden vaikutukset.

Metsäisten luontotyyppien erilaisten ennallistamisvaihtoehtojen sekä 12 artiklan biodiversiteetti-indikaattoreihin liittyvien velvoitteiden vaikutusta puuntuotantoon sekä metsäsektorin arvonlisäykseen ja työllisyyteen tarkastellaan Luonnonvarakeskuksen TalousEnna-hankkeessa, jonka tulokset valmistuvat alkuvuoden 2026 aikana.

4.1.3 Markkinavaikutukset puunkäytössä ja -hankinnassa

Lämmöntuotanto on murroksessa sähkökattiloiden sekä muiden vaihtoehtoisten energiantuotantomenetelmien yleistyessä. Tämän kehityksen seurauksena Niinistö ym. (2025a) arvioivat, että esimerkiksi lämpö- ja voimalaitosten metsähakkeen käyttö vähenee 2030-luvun puoliväliin mennessä. Kokonaisuudessaan puuenergian käytön ennakoidaan kuitenkin pysyvän lähellä nykyistä tasoa, mihin viittaavat myös KEITO-hankkeen keskipitkän aikavälin energiantuotantoskenaariot. Niiden mukaan nykyiset politiikkatoimet (WEM) tai lisätoimet (WAM) eivät johda puuenergian kulutuksen merkittävään pienentymiseen 2050-luvulle ulottuvalla tarkastelujaksolla (Koljonen ym. 2025a). Energiantuottajien erilaiset strategiat ja investointisuunnitelmat suhteessa vihreän siirtymän aikana aiheuttavat kuitenkin alueellisia eroja puupolttoainekulutuksen kehitykseen (Niinistö ym. 2025a). Nämä erot saattavat vaikuttaa alueellisesti metsävarojen käyttöön ja puunhankintaan.

Metsäteollisuuden tuotannon ja puunkäytön osalta KEITO-hankkeen WEM- ja WAM-skenaariot ennakoivat puunkäyttömäärien pysyvän myös jatkossa lähellä nykyisiä määriä (Koljonen ym. 2025a). Nähtävissä olevat

muutokset metsäteollisuuden tuotannossa näyttävät ennen kaikkea rakenteellisina: globaaleilla markkinoilla paperin kysynnän odotetaan edelleen vähenevän, kun taas sahatavaran ja muiden puutuoteteollisuuden tuotteiden tuotannon odotetaan kasvavan maltillisesti kohti 2050-lukua (Koljonen ym. 2025a). Pidemmällä aikavälillä puunkäytön kehitykseen liittyy kuitenkin enemmän yhteiskunnan ja markkinoiden kehityksestä aiheutuvia epävarmuuksia, mitä on kuvattu KEITO-hankkeen neljässä LTS-skenaariossa (Koljonen ym. 2025b).

Venäjän hyökkäys Ukrainaan johti EU:n päätökseen kieltää puun ja puutuotteiden tuonti Venäjältä kesällä 2022. Vielä vuonna 2021 Venäjältä tuotiin Suomeen 8,8 miljoonaa kuutiometriä raakapuuta, josta 3,4 miljoonaa kuutiometriä oli haketta ja loput pääosin kuitupuuta (Suomen Virallinen Tilasto (SVT) 2022). Venäläisellä puulla oli merkittävä rooli sekä metsäteollisuudessa että energiantuotannossa. KEITO-hankkeen WEM ja WAM skenaarioissa puun tuonnin Venäjältä ei odoteta elpyvän tai korvautuvan merkittävässä määrin tuonnilla muista maista (Koljonen ym. 2025a).

Puun käytön ennusteiden ja vähäisen tuonnin perusteella Suomessa käytettävä puu hakataan todennäköisesti jatkossakin pääosin kotimaan metsistä. Metsäteollisuustuotteiden maailmanmarkkinakysyntä on talouden epävarmuuden kasvaessa laskenut suhdanneluonteisesti, mikä on pitänyt metsäteollisuuden kapasiteetin käyttöasteet alhaisina viime vuosina. Tämä on näkynyt myös hakkuukertymissä, jotka eivät ole kasvaneet merkittävästi, vaikka puun tuonti on supistunut voimakkaasti. Samalla alalle on valmistunut uusia investointeja, mutta merkittäviä kapasiteetin sulkemisia ei ole tapahtunut. Mikäli metsäteollisuuden suhdannetilanne elpyy ja olettaen, että puun tuontia ei voida lisätä, hakkuukertymien tulisi lähivuosina kasvaa KEITO-skenaarioiden mukaisesti runsaaseen 80 miljoonaan kuutiometriin (Koljonen ym. 2025a). EU-tason ilmasto- ja ympäristöpolitiikkaan liittyvä lainsäädäntö ja lainsäädännön kansallinen toimeenpano aiheuttavat kuitenkin epävarmuutta: asetetaanko metsien käytölle uusia ja kuinka voimakkaita rajoituksia, ja miten nämä vaikuttavat hakkuumahdollisuuksiin ja puun saatavuuteen?

4.2 Poliittika- ja markkinavaikutukset maatalouden huoltovarmuuteen

4.2.1 EU:n yhteinen maatalouspolitiikka (CAP) ja kansallinen maatalouspolitiikka

Jyrki Niemi

Suomen maatalouspolitiikka rakentuu pitkälti Euroopan unionin yhteisen maatalouspolitiikan, CAP:n (Common Agricultural Policy), puitteisiin. EU määrittää tuen yleiset tavoitteet ja rakenteen, mutta jäsenvaltiot voivat sovittaa tukijärjestelmän kansallisiin olosuhteisiinsa. Suomen erityispiirteenä on pohjoinen sijainti, joka tekee maataloustuotannosta ilmastollisesti haastavaa ja siksi myös voimakkaasti tuettua. Maatalouspolitiikan vaikutuksia huoltovarmuuteen jäsennetään seuraavassa kolmen vaikutusmekanismin kautta: (i) tuotantorakenne ja sen jatkuvuus, (ii) tuotantoresurssien säilyminen ja (iii) resilienssi ja sopeutumiskyky.

(i) Tuotantorakenne ja sen jatkuvuus: Tukeeko politiikka kotimaista, monipuolista ja alueellisesti hajautettua tuotantoa?

Maatalouspolitiikan ja huoltovarmuuden välinen yhteys rakentuu pitkälti sen varaan, millaista tuotantorakennetta politiikka tukee. Huoltovarmuuden kannalta keskeistä on, että Suomessa säilyy kotimainen, monipuolinen ja alueellisesti hajautettu alkutuotanto, joka pystyy vastaamaan myös kriisitilanteissa väestön perusruokatarpeisiin. Kotimaisen ruoantuotannon tukeminen on suomalaisen maatalouspolitiikan keskeinen tavoite. Tukien avulla varmistetaan, että Suomessa tuotetaan riittävästi peruselintarvikkeita. Esimerkiksi viljan, maidon ja lihan tuotannon omavaraisuus on säilynyt Suomessa korkealla tasolla pitkälti kansallisen tuen ja alueellisen tukipolitiikan ansiosta (Lehtonen ja Niemi 2018). Ilman näitä tukia suuri osa pohjoisen ja itäisen Suomen maatiloista ei olisi taloudellisesti elinkelpoisia.

Alueellisen hajautuksen näkökulmasta Suomen maatalouspolitiikka on EU:n mittakaavassa poikkeuksellisen laaja-alainen. Pohjoinen tuki, jota maksetaan 62. leveyspiirin pohjoispuolisille ja siihen rajoittuville alueille, on Suomen liittymissopimuksessa sovittu kansallinen erityisratkaisu, joka kompensoi kylmän ilmaston, lyhyen kasvukauden ja pitkien kuljetusmatkojen aiheuttamia kustannuksia. Runsas 1,4 milj. ha eli 55 % Suomen viljelykelpoisesta peltoalasta on määritelty tukeen oikeutetuksi alaksi. Lisäksi epäsuotuisten alueiden tuki (LFA-tuki) tukee tuotannon säilymistä eri puolilla maata. Näiden tukien ansiosta aktiivista maataloutta harjoitetaan edelleen koko Suomessa – Lapista Varsinais-Suomeen – vaikka alueelliset erot tuotantorakenteissa ovatkin kasvaneet.

Sen sijaan tuotannon monipuolisuus on politiikan vaikeimmin turvattava osa-alue. Vaikka ympäristökorvaukset, luonnonmukaisen viljelyn tuet ja peltoluonnon monimuotoisuustoimet kannustavat monipuoliseen tuotantoon, niin markkinoiden ja kustannustehokkuuden paineet ohjaavat tiloja erikoistumaan ja tuotantoa keskittymään alueellisesti.

(ii) Tuotantoresurssien säilyminen: Miten politiikka vaikuttaa peltoalan, eläinkannan, maatilojen ja osaamisen säilymiseen?

Huoltovarmuuden näkökulmasta maatalouden keskeiset tuotantoresurssit – peltoala, eläinkanta, maatilat ja viljelijöiden osaaminen – muodostavat kriittisen perustan kotimaisen ruoantuotannon jatkuvuudelle. Maatalouspolitiikka vaikuttaa näiden resurssien säilymiseen monin eri tavoin, sekä suoraan tukien ja sääntelyn kautta että epäsuorasti tilarakenteen, investointien ja osaamisen välityksellä.

EU:n yhteinen maatalouspolitiikka tukee peltoalan säilymistä ennen kaikkea pinta-alaperusteisten tukien kautta. CAP-järjestelmässä tuki maksetaan viljelykäytössä olevalle maatalousmaalle, mikä luo vahvan kannusteen pitää pellot aktiivisessa viljelyssä tai vähintään viljelykelpoisina. Tämä on ollut merkittävä tekijä peltoalan säilymisen kannalta: ilman tukia huomattava osa vähätuottoisista tai syrjäisistä pelloista olisi todennäköisesti poistunut käytöstä. Ympäristötoimet, kuten nurmien viljelyä tukevat ekojärjestelmät ja suojavyöhykkeet, tukevat myös maaperän ja peltojen viljelykunnon säilymistä.

Haasteena on kuitenkin se, että tuet eivät välttämättä ohjaa peltojen aktiiviseen tuotantoon, vaan osa alasta pysyy viljelykelpoisena lähinnä tukioikeuden säilyttämiseksi. Lisäksi rakennemuutos ja pellon hinnan nousu vaikeuttavat nuorten viljelijöiden pääsyä maahan, mikä

voi pitkällä aikavälillä heikentää tuotantokyvyn uusiutumista.

Maatalouspolitiikan keinot eläinkannan säilyttämiseksi ovat pitkälti tuotantosidonnaisia tukia, joita kohdennetaan erityisesti maito-, nauta- ja lammastiloille. Etenkin pohjoiset ja epäsuotuisat alueet hyötyvät tuotantosidonnaisista kansallisista tuista, jotka pitävät eläintuotantoa yllä alueilla, joilla markkinaehtoinen tuotanto ei olisi kannattavaa.

Tilamäärän väheneminen on puolestaan pitkään jatkunut trendi, jota maatalouspolitiikka pystyy vain hillitsemään. Kehityksen taustalla on väistämätön rakenteellinen muutos: tuotannon keskittyminen ja tilojen koon kasvu johtuvat pääosin teknologisista ja taloudellisista syistä. Ilman tukijärjestelmää tilojen määrä olisi vähentynyt vieläkin nopeammin. Tulotuet kuitenkin mahdollistavat myös monien pienten ja keskikokoisten tilojen jatkamisen, vaikka niiden markkinaehtoinen kannattavuus olisi rajallinen.

Politiikka ei siis edistä tilojen vähenemistä, vaan toimii eräänlaisena puskurina, joka antaa aikaa sopeutua ja säilyttää tuotantokykyä siirtymävaiheissa. Sukupolvenvaihdoiksi tukevat toimet, kuten nuoren viljelijän aloitustuki, ovat tässä keskeisiä, mutta niiden vaikutus on rajallinen suhteessa koko tilamäärään.

Viljelijöiden osaaminen on maatalouden usein aliarvioitu, mutta huoltovarmuuden kannalta ratkaiseva resurssi. Suomessa maatalouspolitiikka on tukenut viljelijöiden koulutusta, digitaalisten työkalujen käyttöönottoa ja tutkimuksen sekä neuvonnan yhteistyötä. Maaseudun kehittämisohjelmien koulutus-, neuvonta- ja innovaatiotuet edistävät osaamisen siirtymistä ja uusien toimintatapojen käyttöönottoa.

Samaan aikaan viljelijöiden ikääntyminen ja tilojen väheneminen uhkaavat osaamisen jatkuvuutta. Kun maatilojen määrä vähenee, vähenee myös käytännön ammattitaidon ja kokemuksen siirtyminen uusille sukupolville. Politiikka tunnistaa tämän riskin, mutta toimenpiteet – kuten neuvontajärjestelmän uudistaminen – eivät yksin riitä paikkaamaan ”hiljaisen tiedon” menetystä.

Maatalouspolitiikka siis tukee tuotantoresurssien säilymistä monin tavoin: se pitää pellot viljelyssä, hidastaa eläinkannan ja tilamäärän supistumista ja tukee osaamisen kehittämistä. Ilman näitä tukia maatalouden perusta olisi kaventunut merkittävästi. Kuitenkin politiikan vaikutus on suurelta osin jarruttava, ei kääntävä – se hidastaa väistämättömiä markkina- ja väestörakenteen muutoksia, mutta ei pysty pysäyttämään niitä.

Huoltovarmuuden näkökulmasta tämä tarkoittaa, että tuotantoresurssit ovat toistaiseksi säilyneet riittävinä, mutta niiden jatkuvuus edellyttää tulevaisuudessa entistä vahvempaa panostusta nuorten viljelijöiden tukemiseen ja osaamisen siirtymiseen sukupolvelta toiselle.

(iii) Resilienssi ja sopeutumiskyky: Tuetaanko politiikassa varautumista kriiseihin ja muuttuviin olosuhteisiin?

Huoltovarmuuden kannalta maatalouden resilienssi tarkoittaa kykyä sopeutua, palautua ja jatkaa tuotantoa erilaisten kriisien ja muutosten keskellä. Resilienssi muodostuu toisaalta tuotannollisesta jatkuvuudesta – eli siitä, että elintarvikkeiden tuotanto pysyy käynnissä myös poikkeusoloissa – ja toisaalta taloudellisesta kantokyvystä, joka määrittää tilojen mahdollisuudet selviytyä ja investoida tulevaisuuteen. Maatalouspolitiikka vaikuttaa molempiin, mutta eri tavoin.

Koronapandemia ja Venäjän hyökkäys Ukrainaan osoittivat, että suomalaisen maatalouden tuotannollinen resilienssi on korkea. Tuotanto jatkui lähes ennallaan, elintarvikehuolto pysyi vakaana ja toimitukset jatkuvat ilman merkittäviä katkoksia. Tämä kertoo siitä, että maa- ja elintarviketalouden rakenteet, logistiikka ja viljelijöiden sopeutumiskyky ovat vahvoja.

Maatalouspolitiikka tukee tätä toimintavarmuutta ennen kaikkea tulovakautuksen ja alueellisen jatkuvuuden kautta. CAP-järjestelmän pinta-alaperusteiset tuet ja kansalliset lisätuet takaavat sen, että tuotanto jatkuu myös epäsuotuisilla alueilla ja heikommassa markkinatilanteissa. Lisäksi kriisitilanteissa voidaan käyttää tilapäisiä tukia ja markkinainterventioita, joilla lievennetään häiriöiden vaikutuksia. Poliittikan vahvuus on siis sen kyvyssä ylläpitää perustasoinen tuotanto kaikissa olosuhteissa.

Taloudellisessa mielessä maatalouden resilienssi on herkempi. Tilojen kannattavuus on pitkään ollut matala, ja kustannuspaineet – etenkin energia-, rehu- ja lannoitemarkkinoiden hinnannousut vuosina 2022–2023 – ovat osoittaneet, että monilla tiloilla taloudelliset puskurit ovat ohuita. Tämä ei kuitenkaan ole uusi ilmiö, vaan pikemminkin pitkäaikainen rakenteellinen haaste: suomalaisen maatalouden kansainvälinen kilpailukyky kärsii korkeista tuotantokustannuksista.

Tukijärjestelmä hieman lieventää tulovaihteluita ja parantaa ennakoitavuutta, mutta ei poista taloudel-

lista epävarmuutta. Taloudellinen resilienssi ei siis ole olennaisesti heikentynyt, vaan pysynyt rakenteellisesti haavoittuvana mutta toiminnallisesti sitkeänä – tilat jatkavat tuotantoa vaikeissakin oloissa, mutta usein ilman merkittäviä varautumisreservejä tai investointimahdollisuuksia.

Ilmastonmuutos lisää sään ääri-ilmiöitä ja heikentää satojen ennustettavuutta. Maatalouspolitiikka tunnistaa nämä riskit, ja sen kautta rahoitetaan toimenpiteitä, jotka parantavat peltojen kasvukuntoa ja vesitalouden hallintaa. Nämä toimet tukevat viljelijöiden kykyä sopeutua muuttuviin sääoloihin ja siten vahvistavat pitkän aikavälin resilienssiä.

Samalla CAP tarjoaa jäsenmaille mahdollisuuden ottaa käyttöön riskienhallintavälineitä, kuten sato-, tulo- ja katastrofivakuutusjärjestelmiä, joiden avulla voitaisiin varautua sää- ja markkinariskeihin ennakoivasti. Suomi ei kuitenkaan ole tarttunut tähän mahdollisuuteen, vaan riskienhallinta on jäänyt tilojen omalle vastuulle ja kriisitilanteissa jälkikäteen tuen varaan. Näin ollen käytännön politiikka painottaa sopeutumista, mutta ennakoivaa varautumista ja riskienhallintaa ei ole kehitetty järjestelmällisesti.

Venäjän hyökkäys toi näkyväksi myös maatalouden riippuvuuden tuontipanoista, kuten lannoitteista, energiasta ja täydennysvalkuaisesta (Huan-Niemi ym. 2021, Jansik ym. 2021). EU:n maatalouspolitiikassa varautuminen ei ole ollut keskeinen tavoite, mutta kansallinen politiikka ja huoltovarmuusjärjestelmä ovat alkaneet vahvistaa panosomavaraisuutta. CAP:n kehittämistoimet, jotka tukevat kotimaisen valkuaisen tuotantoa, biokaasua ja kiertotaloutta, lisäävät pitkällä aikavälillä huoltovarmuutta.

Suomalaisen maatalouden resilienssi on osoittautunut vahvaksi erityisesti tuotannon jatkuvuuden näkökulmasta: kriisit eivät ole keskeyttäneet tuotantoa, ja huoltovarmuus on säilynyt. Taloudellinen resilienssi sen sijaan on pysynyt rakenteellisesti haavoittuvana – tilat jatkavat toimintaa, mutta usein pienin marginaalein ja rajallisilla puskureilla.

Politiikka tukee resilienssiä ennen kaikkea tulojen vakauttamisen ja ympäristösopeutumisen kautta, mutta sen varautumistoimet ovat enimmäkseen reaktiivisia. Jatkossa maatalouspolitiikan haaste on siirtyä pelkämästä tuloturvasta kohti aktiivista kriisinkestävyyden ja omavaraisuuden vahvistamista – jotta suomalainen maatalous ei vain selviä häiriöistä, vaan pystyy uusiutumaan niiden keskellä.

4.2.2 EU:n ja kansallinen ilmastopolitiikka

Jyrki Niemi

Ilmastopolitiikan vaikutuksia huoltovarmuuteen tarkastellaan seuraavassa kolmella tasolla: (i) ilmastopolitiikan kohdistuminen maataloussektoriin yleensä, (ii) päästövähennys- ja nielutavoitteiden vaikutus peltoalaan ja erityisesti turvepeltojen käyttöön (iii) päästövähennystavoitteiden vaikutus kotieläintuotantoon.

(i) Miten EU:n ja Suomen ilmastopolitiikka kohdistuu maatalouteen tällä hetkellä?

EU:n ilmastopolitiikassa maatalous kuuluu taakanjakosektoriin (Effort Sharing Regulation, ESR), joka kattaa päästöt, jotka eivät kuulu päästökauppaan, kuten liikenteen, rakennukset ja maatalouden. Maatalouden päästöt muodostavat merkittävän osan taakanjakosektorin kokonaispäästöistä, mutta EU ei ole asettanut maataloudelle omia sitovia päästövähennystavoitteita. Sen sijaan jokaiselle jäsenmaalle on asetettu kokonaisvähennystavoite taakanjakosektorille, ja jäsenmaat saavat itse päättää, miten vähennykset jaetaan eri sektoreiden kesken (EU 2021).

EU:n yhteisen maatalouspolitiikan (CAP:n) uudistuksessa (2023–2027) maataloudelle ei asetettu veloitettavia päästövähennystavoitteita, vaan ainoastaan mahdollisuus tukea ja ohjata viljelijöitä vapaaehtoiseen ympäristö- ja ilmastotoimiin. Käytännössä tämä tapahtuu kahdella tavalla: (i) pakolliset ehdollisuusvaatimukset, joissa suora tukea saavat maatilat sitoutuvat perusvaatimuksiin luonnonvarojen ja ympäristön suojelussa, kuten viljelykierron noudattaminen, suojavyöhykkeet ja turvemaan suojelu sekä (ii) ekójärjestelmät (eco-schemes), jotka ovat vapaaehtoisia toimenpiteitä, joissa viljelijä voi muuttaa tuotantotapojaan ilmasto- ja ympäristöystävällisempään suuntaan.

Suomelta EU:n taakanjakotavoite edellyttää vuoteen 2030 mennessä 50 %:n vähennystä vuoden 2005 tasosta. Tämä kattaa koko sektorin – ei pelkästään maataloutta. Maatalous muodostaa taakanjakosektorin kokonaispäästöistä noin neljänneksen, mutta erillistä sitovaa päästövähennystavoitetta maataloudelle ei ole asetettu. Kansallisessa politiikassa, kuten Maatalouden ilmastotiekartassa (Luke 2020, 2024), on arvioitu mahdollisia päästövähennyskeinoja, mutta ne perustuvat vapaaehtoisuuteen, neuvontaan ja tukijärjestelmiin, eivät pakollisiin toimiin.

Lisäksi Sanna Marinin hallitus sopi kansallista CAP-suunnitelmaa sovittaessa, että Suomi pyrkii vähentämään maatalouden päästöjä 29 %:lla vuoteen 2035 mennessä,

mutta hallitus ei kuitenkaan määritellyt, mitä konkreettisia toimia tämän tavoitteen saavuttamiseksi toteutetaan. Käytännön toimet liittyvät pääosin turvepeltojen päästöjen vähentämiseen, nurmien hiilensidontaan, energiatehokkuuden parantamiseen maataloilla sekä CAP:n ekójärjestelmien hyödyntämiseen, mutta näistä ei ole laadittu sitovia velvoitteita.

Yhteenvedon voi todeta, että vaikka ilmastomuutoksen hillintä näkyy maatalouspoliittisessa retorikassa vahvasti, käytännön CAP-toimeenpanossa päästövähennystavoitteet eivät muodosta sitovaa tai keskeistä ohjausmekanismia. Jäsenmailta ei vaadita konkreettisia maatalouden päästövähennyksiä, ja toimet jäävät pitkälti vapaaehtoisten ekójärjestelmien ja ympäristösopimusten varaan.

(ii) Miten peltoalan (erityisesti orgaanisten turvepeltojen) käyttö mahdollisesti muuttuu päästövähennys-/hiilinielutavoitteiden vuoksi?

Suomessa orgaanisten turvepeltojen osuus maatalousmaasta on noin 11 %, mutta niiden CO₂-päästöt muodostavat merkittävän osan maatalouden kokonaispäästöistä. Tämä johtuu siitä, että ojitetuissa turve- maissa turpeen orgaaninen aines hajoo hapellisissa oloissa, jolloin hiiltä vapautuu ilmakehään. Tästä syystä turvepeltojen käyttö ja hallinta on keskeinen tekijä, kun arvioidaan maatalouden päästövähennyksiä ja hiilinielujen lisäämistä (Lehtonen ym. 2024).

Päästö- ja hiilinielutavoitteet ohjaavat jatkossa turvepeltojen käyttöä useilla tavoilla. Raivaus uusiksi pelloiksi turvemaiden tulee olemaan erittäin rajoitettu tulevaisuudessa, ja olemassa olevien turvepeltojen käyttöä ohjataan yhä voimakkaammin ympäristö- ja ilmastotukien kautta. Osa nykyisistä turvepelloista voidaan poistaa aktiivisesta viljelystä ja palauttaa kosteikko- tai metsä- alueiksi, mikä vähentää tehokkaasti päästöjä. Toisaalta viljelyn jatkaminen on monin paikoin mahdollista päästöjä hillitsevin toimin, kuten pohjaveden pinnan nostolla, monivuotisten nurmien suosimisella ja kasvi- peitteisyyden lisäämisellä.

EU:n hyväksymä ennallistamisasetus (Nature Restoration Law) tuo lisäpainetta turvemaiden käytön muutoksille. Asetus edellyttää jäsenmailta myös viljeltyjen turvemaiden ennallistamista ja vesitalouden parantamista asteittain tulevina vuosikymmeninä, tavoitteena elvyttää luontaisia hiilivarastoja ja vähentää päästöjä. Suomelle tämä tarkoittaa, että osa maatalouskäytössä olevista turvemaiden on vetettävä, mikä vaikuttaa suoraan niiden viljelykelpoisuuteen ja käyttömuotoihin.

Turvepeltojen käytön muutoksiin liittyy taloudellisia ja tuotannollisia näkökulmia. Vaikka turvepeltojen osuus koko maan viljelyalasta on pieni, niiden merkitys voi olla yksittäisille tiloille huomattava – etenkin alueilla, joilla turvemaita on suhteellisesti paljon. Esimerkiksi Lapissa, Pohjois-Pohjanmaalla ja osissa Etelä-Pohjanmaata turvepeltojen osuus peltoalasta on paikoin huomattava, ja niiden käytön rajoitukset voivat vaikuttaa tilojen tuotantorakenteeseen ja kannattavuuteen.

Kansallisesta huoltovarmuuden näkökulmasta turvepeltojen merkitys on kuitenkin varsin rajallinen. Ne muodostavat vain pienen osan koko peltoalasta, eikä niiden käytön osittainen muutos tai vähentyminen todennäköisesti heikennä Suomen ruoantuotannon omavaraisuutta merkittävästi. Jos toimenpiteet perustuvat pääosin vapaaehtoisuuteen ja taloudellisiin kannustimiin, viljelijät voivat myös itse arvioida, missä määrin turvepeltojen käyttöä muutetaan.

Kokonaisuudessaan turvepeltojen rooli maankäyttösektorilla on muuttumassa: niitä ei nähdä enää pelkästään tuotantomaana, vaan myös keskeisinä kohteina ilmastoratkaisuille ja hiilinielujen vahvistamiselle. Nykyiset poliittiset kannustimet, kuten CAP:n ekojärjestelmät, maaseudun kehittämistuki ja neuvonta, ovat tosin varsin heikkotehoisia orgaanisten turvepeltojen päästöjen vähentämisen näkökulmasta. Tulevaisuuden maatalouspolitiikan haasteena on sovittaa yhteen ilmastotavoitteet, maatalouden kannattavuus ja alueellinen oikeudenmukaisuus niin, että muutos on sekä ilmaston että maaseudun näkökulmasta kestävä.

(iii) Miten päästövähennystavoitteet vaikuttavat eläintuotantoon?

EU:n ja Suomen ilmastotavoitteet eivät sisällä erillisiä tai sitovia päästövähennystavoitteita kotieläintuotannolle, mutta niiden vaikutukset heijastuvat välillisesti maatalouspolitiikan, kulutustrendien ja ympäristövaatimusten kautta. Kotieläintuotanto muodostaa noin puolet maatalouden kokonaispäästöistä, ja päästöt liittyvät erityisesti märehtijöiden metaanipäästöihin, lannan käsittelyyn sekä rehuntuotannon typpipäästöihin. Näistä syistä se on keskeisessä asemassa, kun arvioidaan maataloussektorin päästövähennysmahdollisuuksia.

EU:n taakanjakosektorin päästövähennystavoitteet vuoteen 2030 mennessä ja hiilineutraaliustavoite vuoteen 2050 luovat painetta kaikille ei-päästökauppa-sektorin toimialoille, myös kotieläintuotannolle. Vaikka maataloudelle ei ole määritelty omaa velvoitetta, EU:n strategiset linjaukset – kuten Pellolta pöytään -strategia ja Biodiversiteettistrategia – ohjaavat jäsenmaita kohti kestävämpää ja vähäpäästöisempää tuotantoa.

Käytännössä tämä näkyy esimerkiksi pyrkimyksenä vähentää eläinperäisten tuotteiden kulutusta ja tuotantoa, lisäpanostuksina eläinten hyvinvointiin ja ravinnekierrätykseen, ja kannustimina vähäpäästöisiin tuotantomuotoihin (esim. metaanin talteenotto, biokaasun tuotanto, rehuinnovaatiot).

Nämä toimet eivät suoraan rajoita kotieläintuotantoa, mutta ohjaavat sen rakennetta: kannattavuuspaineet kasvavat erityisesti perinteisessä naudanliha- ja maitotuotannossa, kun taas sikojen ja siipikarjan tuotanto on vähäpäästöisempää suhteessa tuoteyksikköön.

Sanna Marinin hallituksen linjaus maatalouden päästöjen 29 prosentin vähennystavoitteesta vuoteen 2035 mennessä luo tarvetta vähentää erityisesti metaani- ja typpioksiduulipäästöjä. Käytännön politiikka ei kuitenkaan sisällä sitovia rajoitteita eläinmääriin, vaan toimet keskittyvät tekniikkaan, rehujen kehittämiseen ja lannan käsittelyn tehostamiseen. Mahdollisia keinoja ovat esimerkiksi: parannetut rehuratkaisut, jotka vähentävät märehtijöiden metaanipäästöjä, biokaasulaitosten lisääminen lannan hyödyntämiseksi, ravinteiden kierrätyksen tehostaminen, ja turvepeltojen käytön vähentäminen rehuntuotannossa.

Vaikutukset kotieläintuotantoon voivat olla rakenteellisia: tuotanto keskittyy yhä suurempiin ja teknologisesti tehokkaampiin yksiköihin, joissa päästövähennykset on helpompi toteuttaa. Toisaalta pienet ja monimuotoiset kotieläintilat voivat kokea lisääntyvää taloudellista painetta, ellei ilmastotoimia tueta riittävästi.

EU:n ja Suomen päästövähennystavoitteet eivät suoraan rajoita kotieläintuotantoa, mutta ne muokkaavat toimintaympäristöä kohti vähäpäästöisempää ja teknologisesti kehittyneempää tuotantoa. Suurimmat vaikutukset näkyvät naudanlihassa ja maitotaloudessa, joissa metaanipäästöt ovat keskeisiä.

Vaikka ilmastopolitiikka voi pitkällä aikavälillä ohjata eläinperäisen tuotannon suhteellista vähenemistä, Suomen huoltovarmuuden ja ruokaturvan näkökulmasta kotieläintuotannon säilyttäminen on edelleen välttämätöntä – erityisesti pohjoisen viljelyolosuhteissa, joissa eläintalous tukee nurmituotantoa ja ravinnekiertoa.

4.2.3 Markkinavaikutuksia maataloussektorilla: kasviproteiinituotannon kehittäminen

Csaba Jansik

Suomen kasviperäinen proteiinituotanto oli 67 miljoonaa kiloa raakavalkuaista vuonna 2023, mikä kattoi 29 % maan kokonaisproteiinin kulutuksesta. Tuotantotasoa Suomessa olisi mahdollista nostaa vuoteen 2040 mennessä 228 miljoonaan kiloon, mikä teoriassa kattaisi 98 % nykyisestä proteiinin kulutuksesta – edellyttäen, että ruokailutottumukset pysyvät muuttumattomina (Jansik ym. 2024). Tämä kunnianhimoisen kasvusuunta edellyttää kuitenkin merkittävien agronomisten, teknologisten ja markkinoihin liittyvien haasteiden selättämistä.

Peltokasviviljelyn ja ennen kaikkea viljatilojen kannattavuus sukelsi ennätysmatalaksi syksyllä 2025. Satokausi vaihtui kesällä korkeiden viljavarastojen merkeissä, mikä yhdessä keskimääräistä korkeamman sadon kanssa aiheutti runsaan tarjonnan ja matalat viljan hinnat. Hyvä sato on aiheuttanut runsaan tarjonnan ja alentanut hintoja myös Euroopan ja maailman markkinoilla.

Vuoden 2025 markkinakehitys on jälleen kerran osoittanut Suomen viljakeskeisen peltokasviviljelyn haavoittuvuuden. Viljelyn monipuolistaminen on entistä varteenotettavampi ja tarkoituksenmukaisempi vaihtoehto peltokasvituotannon nykyrakenteisiin nähden.

Proteiinikasvien tuotannon kasvu toisi positiivisen muutoksen peltokasviviljelyn kannattavuuteen ja viljelyedellytyksiin monin eri tavoin. Viljelyalan painopisteen siirtäminen palko- ja öljykasveihin vähentäisi viljan ylitarjontaa ja eheyttäisi viljamarkkinoita. Peltokasviviljojen viljelykasviportfolioon laajentaminen vähentäisi riippuvuutta yksittäisistä kasveista ja hajauttaisi tilojen kohtaamia hinta- ja markkinariskejä. Monipuolisempi viljelykierto toisi taloudellista etua kasvitautilien ehkäisyyn ja korkeampien satojen muodossa. Proteiinikasvien lisääminen mahdollistaisi myös viljelytekniikan monipuolisen soveltamisen, parantaisi maan kasvukuntoa sekä nostaisi monimuotoisuutta.

Ilmastomuutoksen haasteiden takia kasvinjalostuksella on tavoiteltava paitsi satopotentiaalin lisäystä myös kasvien parempaa selviytymistä niin kuivissa kuin märissä oloissa, lämpenevässä ilmastossa ja kasvavan tautipaineen alla. Maatiloilla tulee varautua rankkasateisiin ja kuivuuskausiin peltojen kuivatuksen ja toisaalta kastelun varmistamiseksi. Nämä edellyttävät nykyistä selvästi suurempia resursseja, esimerkiksi salaojituksen ja kastelujärjestelmäinvestointeihin.

Älymaatalous, täsmäviljely, ja robotiikka tarjoavat lupaavia ratkaisuja viljelyn optimointiin, mutta niiden käyttöönotolla on taloudellisia ja asenteisiin liittyviä esteitä. Perinteiset toimenpiteet, kuten maaperän kasvukuntoon liittyvät investoinnit, ovat edelleen välttämättömiä pitkän aikavälin kannattavuuden varmistamiseksi.

Maatalousyrittäjiin kohdistuu kasvavia odotuksia tuotantonsa ilmastovaikutusten tuntemiseen. Maataloustuotteiden ostajat edellyttävät tuottajilta hiilijalanjäljen laskentaa ja seurantaa. Edistyskellisimmät tilat mittaavat päästöjä sekä ennen että sovellettujen toimenpiteiden jälkeen. Useampi viljaa jalostava teollisuusyritys on ilmoittanut hankkivansa vain ei-orgaanisilla mailla tuotettua raaka-ainetta. Nämä trendit on syytä huomioida myös proteiinikasvien viljelyä lisättäessä.

Vaikka kasviperäisen proteiinin tuotantopotentiaali on korkea, kotimaisen kulutuksen kasvu on hidasta. Kuluttajatutkimukset osoittavat, että terveys- ja kestävyysongelmat lisäävät kiinnostusta kasvipohjaisiin ruokavalioihin, mutta hinta ja heikko tunnettuus ovat edelleen merkittäviä esteitä. Maku ja käytettävyys ovat ratkaisevia tekijöitä kuluttajien hyväksynnän kannalta. Myynnin kasvu kansainvälisillä markkinoilla olisi siksi keskeisessä roolissa Suomen tuotannon ylös skaalamisessa ja kustannuskilpailukyvyyn saavuttamisessa. Viennillä on kuitenkin logistisia haasteita, kuten rajallinen säilyvyysaika ja kylmäketjulogistiikan tarve.

Kasviproteiinin tuotannon laajentaminen tarjoaa useita etuja. Se vähentää riippuvuutta tuonnista, vähentää ruokavalion päästöjä, luo uusia arvoketjuja, edistää innovaatioita ja tukee maaseudun toimeentuloa. Kotimaan markkinoita ja vientimarkkinoita palvelevan arvoketjun rakentaminen edellyttää investointeja teknologiaan, jalostukseen ja markkinointivalmiuksiin.

Kuva 23 havainnollistaa tiekartan muodossa edellytyksiä ja tarvittavia toimenpiteitä kasviproteiinituotannon nostamiseksi Suomessa.



Kuva 23. Tiekartta korkeampaan kasviproteiinituotantoon. Lähde: Jansik ym. 2024, s. 57.

Kasviperäisen proteiinin tuotantopotentiaalin saavuttamiseksi on investoitava tutkimukseen ja kehitykseen sekä jalostusinfrastruktuuriin, edistettävä yhteistyötä maatalouden, teollisuuden ja politiikan eri sektoreilla, kehitettävä vahvoja vientistrategioita ja markkinointiosaamista sekä varmistettava vakaa sääntely-ympäristö ja osaava työvoima.

5 Yhteenveto ja katsaus tulevaan: varautuminen ja tutkimustarpeet

5.1 Avainviestit vaikutuksista ja varautumisesta metsätaloussektorilla

Puunkorjuu ja logistiikka. Huoltovarmuuden näkökulmasta puunkorjuu sadannan kasvaessa, talvien lämmetessä sekä routaisuuden ja lumisuuden vähetessä tulee vaikeutumaan. Ongelmia on paitsi pehmeimmillä, talvikorjuun turvemailla, myös esimerkiksi Länsi-Suomessa, jossa hienojakoisten kivennäismaiden osuus on suurin (kasvava sadanta on tällöin ongelma).

Ilmastonmuutokseen voidaan varautua kehittämällä korjuun suunnittelua ja aikataulutusta nykyistä parempien ja tarkempien maalaji- ja kulkukelpoisuuskarttojen avulla. *Puunkorjuun ja kaukokuljetuksen olosuhteiden ennustettavuutta sademäärän lisääntyessä vaikeuttaa eniten puutteellinen tieto tarkastelualueiden maaperästä. 1:20 000 mittakaavaan laaditut maaperäkartat kattavat vain kolmanneksen Suomesta, eikä kartoitus ole edennyt vuoden 1995 jälkeen sanottavasti. Myös metsämaalle soveltuvien fysikaalisten kantavuusmallien tarve on ilmeinen.*

Yksityisteiden kantavuuden ennustamista helpottaisi tieto niiden rakenteesta: hyvin rakennettu tie säilyttää olosuhteiden vaihdellessa kantavuutensa jopa turvemaalla. Keinoja kantavuuden alenemisen voittamiseksi on useita korjuukoneiden varustelusta leveämpien tai rinnaakkaisten ajourien käyttöön. Kaikkein pehmeimpiä maasto-osuuksia voidaan vahvistaa puutavaratelalla tai CLT-levyillä. Edellä mainittujen seikkojen johdosta puunkorjuun välilliset ja välittömät kustannukset tulevat nousemaan.

Koko puuhuoltoketjun kannalta *kriittisen tieverkon kuntoon sekä terminaalikapasiteetin riittävyyteen ja haavoittuvuuksien tarkasteluun on syytä kiinnittää huomiota erityisesti Etelä-Suomessa, jossa ilmastonmuutoksen aiheuttamat merkittävät muutokset sääolosuhteissa ovat todennäköisimpiä ja puunkäyttömäärät sekä metsäteollisuudessa että energiantuotannossa suuria. Tällä alueella on lisäksi suurimmat puustotuhon riskit, millä on omat heijastevaikutuksensa.*

Puustotuhot. Alueellisesti merkittävien puustotuhon riskit tulevat kasvamaan eniten Kaakkois- ja Etelä-Suomessa, etenkin maakunnissa kuten Kymenlaakso, Uusimaa, Etelä-Karjala, Varsinais-Suomi ja Häme. Ongelma on kuusivaltaisuuksien kasvaminen, mikä näkyy nyt nuorten ikäluokkien metsissä: tuhoriskit tulevat kasvamaan. Suurimmat riskit aiheuttavat

kirjanpainaja ja juurikääpä sekä abioottiset tuhot kuten myrskyt ja kuivuus, jotka edelleen altistavat metsiä kahdelle aiemmin mainitulle.

Suurin huoltovarmuudelle heijastuva riski on suurien puustotuhon aiheuttama shokkivaikutus puunkorjuulle, -logistiikalle ja varastoinnille. Terminaalien perustamisen tarve voi kasvaa nopeasti, ja ongelma koskee etenkin eteläisimpiä maakuntia, missä -kuten raportin osiossa 2.1.2 todetaan- on jo tällä hetkellä pulaa terminaalista. Korjattava ja varastoitava puu voi olla myrskyn kaatamaa, vielä tuoretta puuta, jonka varastointi vaatii lisäksi sen, että pinoja joko kastellaan tai kuoritaan poistamalla pintakerroksen puut, jotta tuhohyönteisten leviämiskahva vältetään. Korjattava ja varastoitava puu voi olla myös kuollutta puuta (kirjanpainajan tappamia) jolloin varastointi ei vaadi kastelua, mutta puu voi pilaantua nopeasti.

Suomessa ei ole laadittu kattavaa selvitystä aiheesta suuret puustotuhot ja niiden heijastevaikutukset puunkorjuuseen, logistiikkaan ja varastointiin. Toinen heijastevaikutus, joka tulee ottaa huomioon, on Etelä-Suomen kasvava tarve varastoida enemmän kuitupuuta sisältävää energiapuuta aiempaa suurimmissa terminaalissa: tämä nostaa ympärysmetsien tuhoriskiä, jolloin terminaalien sijoittelu on erittäin tärkeää (ei kuusipinoja kuusivaltaisille alueille jne.). *Varautumista tässä vaiheessa tukisi parhaiten lainsäädännön ja käytäntöjen perkaaminen ja päivittäminen; mahdollistavatko luvittaminen ja kaavat esimerkiksi terminaalinen nopean perustamisen suurtuhon sattuessa; voidaanko vesistöjä käyttää väliavarastona; kuinka suureen tuhoon korjuu- ja varastointikapasiteettimme ylipäättään riittää.*

Puulajivalikoiman monipuolistaminen ja viljelymateriaalin saatavuus. Metsien puulajikirjon monipuolistaminen on osin jo käynnissä sekametsäkasvatuksen valtavirtaistuttua ja rauduskoivun viljelyn suosion lisääntyessä. Myös vähemmän käytettyjen puulajien siemenhuoltoa on lähdetty turvaamaan ottamalla ne mukaan siemenviljelysten perustamisohjelmaan. Kuitenkin harvinaisempien puulajien (tervaleppä, tammi ym.) viljelymäärät ovat erittäin pieniä suhteessa sopeutumistarpeeseen. Puulajikirjon monipuolistaminen ja tuhoriskien hajauttaminen edellyttävät mm. i) hirvieläinkantojen tehokasta säätelyä ja tuho- korvausten parantamista erityisesti eteläisimmässä Suomessa, missä puulajivalikoima on suurin ja toisaalta kuusen riskit isoimmat, ii) vähemmän käytettyjen lajien siementen saatavuuden turvaamista ja tuotannon

sekä taimikaupan kehittämistä, iii) metsänomistajille ja metsäammattikunnalle viestimistä ilmastonmuutokseen sopeutumisen tarpeesta.

Laajamittaiset puustotuhot voivat myös aiheuttaa äkillisen, lisääntyneen tarpeen metsänviljelyaineistolle sekä uudistamisessa tarvittavalle työvoimalle. Laaja-alaisissa tuhoissa luontaisessa uudistamisessa tarvittavaa siementävää puustoa ei välttämättä ole jäljellä, jolloin viljelyn ja viljelyaineiston saatavuuden merkitys korostuu. Sama laaja tuho voi koskea myös naapurimaitamme, mikä korostaa tarvetta huolehtia siemenen saatavuudesta kansallisesti. Siementen saatavuuden lisäksi laajamittaiset tuhot ja niistä seuraava metsänviljelyaineiston lisääntynyt tarve ovat haaste myös taimituotannolle ja -logistiikalle.

Politiikkavaikutukset. EU-tason ilmasto- ja ympäristöpolitiikan tavoitteet luovat paineita metsien käytön uusille rajoitteille. Mikäli LULUCF-asetuksen tai kansallisen ilmastolain tavoitteisiin pyrittäisiin metsien pelkästään hiilinielua kasvattamalla, vaatisi tämä hakkuumäärien merkittävää pientymistä nykytasosta. Tällä puolestaan olisi vaikutusta metsäteollisuuden sekä energiantuotannon tuotantotasoon tilanteessa, jossa puun tuontimäärien kasvattaminen Itämeren alueelta ei käytännössä ole mahdollista. Vaikutuksia olisi myös kansantalouden arvonlisäykseen, vienti- ja verotuloihin sekä työllisyyteen. Ennallistamisasetus koskee Suomessa pinta-alaltaan laajoja metsäisiä luontotyyppisiä, joiden nykyisestä pinta-alasta merkittävä osa sijaitsee suojelualueiden ulkopuolella. Lisäksi tiettyjen luontotyyppien pinta-alaa tulisi kasvattaa. Nykyisiin puuntuotannon maan metsiin voi ennallistamisasetuksen toteutuksen myötä kohdistua eri asteisia metsänkäytön rajoituksia vaihdellen puuntuotannon ulkopuolelle jättämisestä esimerkiksi siirtymiseen jatkuvaan kasvatukseen. *Uusien rajoitusten vaikutus hakkuumahdollisuuksiin, hakkuukertymiin ja tätä kautta metsäteollisuuteen ja energiantuotantoon voi potentiaalisesti olla suuri.* Ennallistamisasetuksen kansallisen toteutuksen valmistelu on parhaillaan käynnissä ja eri ennallistamisvaihtoehtojen vaikutuksia puuntuotantoon tarkastellaan osana valmistelua. Muusta EU-lainsäädännöstä RED III direktiivi tai metsäkatoasetus vaikuttavat vain vähän suomalaisen puunhankinnan nykykäytäntöihin, mutta ne lisäävät toimijoiden hallinnollista taakkaa ja aiheuttavat kustannuksia. *Parasta varautumista on politiikkalinjausten seuraaminen ja analyysien tekeminen niiden vaikutuksista mahdollisimman ajoissa, mahdollisimman tarkasti, pyrkien huomioimaan mahdolliset heijastevaikutukset.*

5.2 Avainviestit vaikutuksista ja varautumisesta maataloussektorilla

Tuotannon monimuotoistaminen ja satotappioiden ehkäisy. Ilmastonmuutos ei yksinomaan koettele Suomen ruoantuotantoa ja huoltovarmuutta. On jo näyttöä siitä, että kasvukauden lämpenemisen ja pitenemisen myötä tuotanto- ja sopeutumismahdollisuudet parantuvat ja uusia lajikkeita onkin jo otettu käyttöön: monimuotoinen viljely lisää tuotannon kokonaiskestävyyttä ml. ilmastokestävyys. Lisäksi tarvitaan oloihimme sopeutuneita lajikkeita, markkinoita ja kysyntää. Sadosta saatavan hinnan tulee myös kattaa uusien lajien viljelystä aiheutuvat lisäkustannukset ja epäonnistumisen riskit, jotta kokeilu kantaa pysyvään muutokseen. *Huoltovarmuuskeskuksen tuki uusien lajien jalostukselle on osoittautunut tärkeäksi lähtölaukaukseksi alihyödynnettyjen lajien viljelyn merkittävälle laajentamiselle. Pitkällä tähtäimellä jalostuksen rooli on myös erittäin tärkeässä asemassa takaamaan sen, että meillä on myös tulevaisuuden ilmastoon sopeutuneita lajikkeita.*

Maataloustuotannon on huomattavasti helpompi sopeutua askeleittain etenevään ilmastonmuutokseen kuin lisääntyvään säänvaihteluun ja ääri-ilmiöihin. *Tässä kuivuus tulee jatkossakin olemaan merkittävin satotappioriskin aiheuttaja*, alueellisesti ongelma koettelee etenkin Varsinais-Suomea. Kuivuusriskien osalta vesitalouden hallinnan merkitys kasvaa, mutta tilojen heikko taloustilanne, salaojien kasvanut kunnostusvelka sekä vähäiset kokemukset kastelujärjestelmistä tulevat koettelemaan ruoantuotantomme ilmastokestävyyttä – riskeihin ei voi varautua resurssien puuttuessa, ei vaikka valtaosa peltolohkoistamme sijaitsee vesistöjen lähellä. *Investointitukien rooli on merkittävä, mikäli kastelujärjestelmät halutaan nähdä varteenotettavana keinona kuivuuden aiheuttamien satotappioriskein hallinnassa.* Varautumisen kannalta on tärkeää tunnistaa aiempaa tarkemmin suuren kuivuusriskin alueet ja ennen kaikkea tulevaisuuden skenaariot niiden osalta. Lisäksi *skenaariotarkastelut siitä, kuinka suureksi satotappiot voivat äityä suurten kuivuusriskien aikaan ja mitä alueita ja satokasveja ne etenkin koskisivat, palvelisivat varautumistoiminta huoltovarmuustasolla.*

Tuhonaiheuttajariskeihin varautuminen. Kuten metsissä, myös maa- ja puutarhataloudessa maahamme on levinnyt uusia tuhonaiheuttajia ja kehityksen ennakoidaan jatkovan. Tämä sisältää sekä ilmastonmuutoksesta hyötyviä tulokaslajeja, että kansainvälisestä kasvikaupasta hyötyviä vieraslajeja. *Molempien osalta tärkeää on ennakoida, "horisontins-kannaus" tutkimukset, joilla selvitetään uusien ja potentiaalisten tuholaisten nykytilaa, leviämispotentiaalia ja mahdollisia vaikutuksia.* Huoltovarmuuden kannalta tärkeä näkökulma on myös vaikutusarviointien puute:

Suomessa ei toistaiseksi ole esimerkiksi arvioitu uusien tuhonaiheuttajien mahdollisia satotappiovaikutuksia. *Itse ongelman hallinnan kannalta parasta varautumista on tuholaiistorjunnan eri menetelmien sekä tuhonaiheuttajien seuranta- ja tunnistusmenetelmien kehittäminen ajoissa – vain näin ongelmaan päästään käsiksi ja riskit saadaan hallintaan.*

Kasviproteiiniomavaraisuuden kasvattaminen.

Kasviproteiiniomavaraisuuden nostaminen vaatii systeemistä muutosta koko elintarvikearvoketjussa. *Kuitenkin ilmastokestävyyden ja riskeihin varautumisen kannalta omavaraisuuden kasvattaminen mahdollisimman laajasti alkutuotannon eri kentillä on tärkeä toimi; riskit hajautuvat.* Keskeisiä toimenpiteitä tässä ovat proteiinikasvien, kuten palkokasvien ja öljysiementen, integrointi viljelykiertoihin, *satojen ja ilmastomuutoksen sietokyvyn parantaminen edistyneen kasvinjalostuksen avulla sekä merkittävät investoinnit innovatiivisten kasvipohjaisten tuotteiden tutkimukseen ja kehitykseen.* Yhtä tärkeää on jalostuskapasiteetin laajentaminen, erityisesti palkokasvien fraktiointilaitosten osalta, joita Suomesta tällä hetkellä puuttuu. *Ilman näitä kotimainen kasviproteiinituotteiden valmistus on edelleen riippuvainen proteiinikonsentraattien ja -isolaattien tuonnista.*

Suomeen tarvitaan myös lisää yrityksiä ja tuotantokapasiteettia kasviproteiinituotteiden valmistukseen. Suomen korkeatasoista tutkimusta ja innovaatiota on hyödynnettävä laajemmin kaupallisessa toiminnassa. Sivuhuomiona todettakoon myös, että Suomen tilastojärjestelmässä on tässä suhteessa puutteita. Tilastojärjestelmässämme on tärkeitä osioita, joiden perustaminen, kehittäminen ja säilyttäminen kuuluu kansalliseen päätösvaltaan. *Tällaisia on palkokasvien, etenkin härkäpavun sekä soijan ruokakäytön tilastointi. Lisäksi tarvittaisiin tilastoja öljykasvien ruokakäytöstä.* On myös tärkeää varmistaa Suomen ruoantuotannon ja kulutuksen kannalta avainasemassa olevien tilastoaineistojen kuten elintarvikkeiden kulutusta ja omavaraisuuslaskelmia mahdollistavan Ravintotaseen jatkuvuus.

Ilmastomuutosriskeihin varautuminen osana tukipolitiikkaa. Maatalouden tuet ovat säilyttäneet tuotantoresurssit Suomessa toistaiseksi riittävinä. Viljelyn monipuolistuminen ja monimuotoistuminen tukisivat ilmastokestävyyden kasvattamista, mutta samaan aikaan markkinoiden ja kustannustehokkuuden paineet päinvastoin ohjaavat tiloja erikoistumaan ja tuotantoa keskittymään alueellisesti. *Ilmastomuutokseen sopeutuminen ja kestävyiden kasvattaminen sään ääri-ilmiöitä vastaan edellyttävät uusien viljelytapojen käyttöönottoa, mitä varautumisen nimissä tulisi tukea, kunnes kokemukset karttavat ja uusista menetelmistä tulee toimiva osa ilmastokestävämpiä viljelyjärjestelmiä.*

Suomalaisen maatalouden resilienssi on osoittautunut vahvaksi erityisesti tuotannon jatkuvuuden näkökulmasta, mutta taloudellinen resilienssi on pysynyt rakenteellisesti haavoittuvana. Suomi ei ole toistaiseksi hyödyntänyt EU:n yhteisen maatalouspolitiikan mahdollistamia riskienhallintavälineitä, kuten sato-, tulo- ja katastrofivakuutusjärjestelmiä, joiden avulla voitaisiin varautua sää- ja markkinariskeihin ennakoivasti. Suomessa varautumistoimet ovat toistaiseksi olleet pääosin reaktiivisia. *Varautumistoimena tärkeää pitkällä tähtäimellä: kansallista maatalouspolitiikkaa olisi syytä kehittää kohti kriisinkestävyyden ja omavaraisuuden vahvistamista, jotta Suomen maatalous pystyisi myös uusiutumaan.* Ilmasto- ja biodiversiteettipolitiikka vaikuttavat tulevaisuudessa maatalouteen ennen kaikkea turvepeltojen käyttöä koskevien rajoitusten kautta. Vaikka vaikutus yksittäisten viljelijöiden kohdalla voi olla merkittävä, kansallisen huoltovarmuuden tasolla rajoitusten merkitys jäänee vähäiseksi.

6 Lähteet

Ala-Ilomäki, J. 2006. The effect of weather conditions on the trafficability of unfrozen peatlands. *Metsanduslikud Uurimused - Forestry Studies* 45: 57-66.

Anttila, P., & Väättäin, K. 2025. Could a terminal-based operating model reduce greenhouse-gas emissions in road transport of timber? *International Journal of Forest Engineering*. <https://doi.org/10.1080/14942119.2025.2548155>

Arnkil, N., Salin, S. & Heinonen, P. 2024, EU:n luontodirektiivin luontotyyppien tilan parantaminen – Selvitys sitoumuksen edellyttämistä toimista. Luodsi-hankkeen loppuraportti. Tapion raportteja nro 66. <https://tapio.fi/wp-content/uploads/2024/01/Luodsi-loppuraportti-taitto-final.pdf>

Asetus (EU) 2018/841. Asetus (EU) 2018/841, maankäytöstä, maankäytön muutoksesta ja metsätaloudesta aiheutuvien kasvihuonekaasujen päästöjen ja poistumien sisällyttämisestä vuoteen 2030 ulottuviin ilmasto- ja energia-politiikan puitteisiin sekä asetuksen (EU) N:o 525/2013 ja päätöksen N:o 529/2013/EU muuttamisesta. <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/841/oj> Asetus (EU) 2023/1115.

Euroopan parlamentin ja neuvoston (EU) 2023/1115, tiettyjen metsäkatoon ja metsien tilan heikkenemiseen liittyvien hyödykkeiden ja tuotteiden asettamisesta saataville unionin markkinoilla ja viennistä unionista sekä asetuksen (EU) N:o 995/2010 kumoamisesta. Annettu 31 päivänä toukokuuta 2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1115>

Asetus (EU) 2024/1991. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus luonnon ennallistamisesta ja asetuksen (EU) 2022/869 muuttamisesta. Annettu 24 päivänä kesäkuuta 2024. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401991

COM(2019) 640 final. Komission tiedonanto. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. Annettu 11.12.2019. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52019DC0640>

COM(2020) 380 final. Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle. Vuoteen 2030 ulottuva EU:n biodiversiteettistrategia. Annettu 20.5.2020. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa75ed71a1_0006.02/DOC_1&format=PDF

Delegoitu asetus (EU) 2021/268. Delegoitu asetus (EU) 2021/268, Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2018/841 liitteen IV muuttamisesta niiden metsien vertailutasojen vahvistamiseksi, joita jäsenvaltioiden on sovellettava kaudella 2021–2025. http://data.europa.eu/eli/reg_del/2021/268/oj

Direktiivi (EU) 2023/2413. Direktiivi (EU) 2023/2413 direktiivin (EU) 2018/2001, asetuksen (EU) 2018/1999 ja direktiivin 98/70/EY muuttamisesta uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisen osalta sekä neuvoston direktiivin (EU) 2015/652 kumoamisesta. <http://data.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj>

EU. 2021. Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law'). Official Journal of the European Union, L 243, 1–17. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj>

Gregow, H, Ruosteenoja, K., Juga, I., Näsman, S., Mäkelä, M., Laapas, M. ja Jylhä, K. 2011. Lumettoman maan routaolojen mallintaminen ja ennustettavuus muuttuvassa ilmastossa. Ilmatieteen laitoksen raportteja No. 2011:5. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/f58d0a98-3ca1-414d-8f73-d64e988ab10a/content>

Haavisto, H., Kaitazis, N., Pirkola, K., Kalliokoski, T., Mäki, O. 2024. RED III: Kestävyysskriteerityöryhmän loppuraportti. Työ- ja elinkeinoministeriö. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-797-7>

Hakala, K., Hannukkala, A., Huusela-Veistola, E., Jalli, M., & Peltonen-Sainio, P. 2011. Pests and diseases in a changing climate: a major challenge for Finnish crop production. *Agricultural and Food Science*, 20: 3–14. <https://doi.org/10.2137/145960611795163042>

Hannukkala, A. O., Kaukoranta, T., Lehtinen, A., & Rahkonen, A. 2007. 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*, 56: 167–176. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01451.x>

Hantula, J., Ahtikoski, A., Honkaniemi, J., Huitu, O., Härkönen, M., Kaitera, J., Koivula, M., Korhonen, K. T., Lindén, A., Lintunen, J., Luoranen, J., Matala, J., Melin, M., Nikula, A., Peltoniemi, M., Piri, T., Räsänen, T., Sorsa, J.-A., Strandström, M., ... Ylioja, T. (2023). Metsätuhojen kokonaisvaltainen arviointi: METKOKA-hankkeen loppuraportti. Luonnonvarakeskus. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/553346>

HE 37/2025 vp. Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi biopolttoaineista, bionesteistä ja biomassapolttoaineista annetun lain muuttamisesta ja uusiutuvien polttoaineiden käytön edistämisestä liikenteessä annetun lain 7 §:n 7 momentin kumoamisesta. Annettu 24.4.2025. <https://www.finlex.fi/fi/hallituksen-esitykset/2025/37>

Hlásny, T., König, L., Krokene, P., Lindner, M., Montagné-Huck, C., Müller, J., Qin, H., Raffa, K. F., Schelhaas, M.-J., Svoboda, M., Viiri, H., & Seidl, R. (2021). Bark Beetle Outbreaks in Europe: State of Knowledge and Ways Forward for Management. *Current Forestry Reports*, 7(3), 138–165. <https://doi.org/10.1007/s40725-021-00142-x>

Hlásny T., Zimova S., Merganicova K., Stepanek P., Modlinger R. & Turcani, M. 2021. Devastating outbreak of bark beetles in the Czech Republic: Drivers, impacts, and management implications. *Forest Ecology and Management* 490, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119075>

Honkaniemi, J., Lehtonen, M., Väisänen, H., & Peltola, H. (2017). Effects of wood decay by *Heterobasidion annosum* on vulnerability of Norway spruce stands to wind damage: A mechanistic modelling approach. *Canadian Journal of Forest Research*, 47(6), 777–787. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2016-0505>

Huan-Niemi, E., Knuuttila, M., Vatanen, E., & Niemi, J. 2021. Dependency of domestic food sectors on imported inputs with Finland as a case study. *Agricultural and Food Science*, 30(3): 119–130. <https://doi.org/10.23986/afsci.107580>

Huusela-Veistola, E., & Jauhiainen, L. 2006. Expansion of pea cropping increases the risk of pea moth (*Cydia nigricana*; Lep., Tortricidae) infestation. *Journal of Applied Entomology*, 130: 142–149. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2006.01047.x>

Hynynen, J ym. 2024. Synteesiraportti: Metsien kasvun lisäämisen keinot ja vaikutukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 92/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 52 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-985-7>

Hyvönen, T., Hautsalo, J., Hiltunen, L., Huusela, E., Jalli, M., Nissinen, A., Rastas, M., Ruuttunen, P., & Vänninen, I. (2025). A revision of emergent pests in major agricultural and horticultural crops in Finland. *Agricultural and Food Science*, 34(3), 226–244. <https://doi.org/10.23986/afsci.159955>

Ilmastolaki 423/2022. Annettu 10.6.2022. <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2022/423>

Ilmastopaneeli. 2019. Asikainen, A., Viiri, H., Neuvonen, S., Nevalainen, S., Lintunen, J., Laturi, J., Uusivuori, J., Venäläinen, A., Lehtonen, I., & Ruosteenoja, K., 2019. Ilmastomuutos ja metsätuhot – analyysi ilmaston lämpenemisen seurauksista Suomen osalta. Suomen ilmastopaneelin raportti 1/2019.

Jansik, C., Huuskonen, H., Karhapää, M., Keskitalo, M., Leppälä, J., Niemi, J., Niskanen, O., Perttilä, S., & Rinne, M. 2021. Maatalouden tuotantopanosten saatavuuden riskit: Kriiseihin varautuminen ruokahuollon turvaamisessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus, 76/2021: 98 s. Luonnonvarakeskus. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-300-8>

Jansik, C., Karikallio, H., Kotilainen, T., Känkänen, H., Pihlanto, A., Rokka, S. & Vahvaselkä, M. 2024. Kasviproteiini kasvun tiellä: Tiekartta ruoan korkeampaan kasviproteiiniomavaraisuuteen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 68/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 76 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-948-2>

Kniivilä, M., Niskanen, O., Mutanen, A., Jansik, C., Korhonen, K.T., Koskivaara, A., Lehtonen, H., Karhula, T., Sauvola-Seppälä, T., Siitonen, J. & Tuominen, S. 2024. EU:n metsäkatoasetuksen mahdolliset vaikutukset Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 39/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 123 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-914-7>

Kniivilä, M., Keränen, J., Kukkala, A., Mutanen, A., Viitanen, J., Asikainen, A., Paloniemi, R., Tammelin-Peltonen, T. & Vauhkonen, J. 2025. Luontotyyppien ennallistamisen vaikutukset metsäsektoriin. Skenaariotarkastelu hakkuukertymien ja metsäsektorin arvonlisäyksen kehittymisestä sekä korkeamman arvonlisäyksen tuotteiden mahdollisuuksista tasapainottaa muutosta. Metsäbiotalouden tiedepaneelin raportti 3/2025. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-65456-6-0>

Kotiaho, J. S., Ahlvik, L., Bäck, J., Hohti, J., Jokimäki, J., Kallio, K. P., Ketola, T., Kulmala, L., Lakka, H.-K., Lehtikainen, A., Oksanen, E., Pappila, M., Sääksjärvi, I. E., & Peura, M. (2021). Metsäluonnon turvaava suojelun kohdentaminen Suomessa. Suomen Luontopaneelin julkaisuja, 2021/4.

Kokkila, M. 2013. Ilmastonmuutoksen vaikutus puunkorjuun talvikauden korjuuoloihin hienojakoisella kivennäismaalla. Metsätieteen aikakauskirja, 1/2013: 5–18. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff13/ff131005>

Koljonen, T., Soimakallio, S., Silfver, T. & Kivinen, M. (toim.) 2025a. Kansallisen energia- ja ilmastopolitiikan uudet toimet ja skenaariot (KEITO) – keskipitkän aikavälin vaikutusarviot. VTT Technology 442. 242 s. <https://publications.vtt.fi/pdf/technology/2025/T442.pdf>

Koljonen, T., Silfver, T., Soimakallio, S., Kivinen, M., Aakkula, J., Haakana, M., Halonen, M., Halttu, K., Hirvelä, H., Kurki, S., Lehtilä, A., Lehtonen, H., Markkanen, J., Mutanen, A., Niemistö, J., Similä, L., Sundqvist, H., Vainio, T., Viitanen, J., & Vikfors, S. 2025b. Kansallisen energia- ja ilmastopolitiikan uudet toimet ja skenaariot (KEITO) – pitkän aikavälin ilmastosuunnitelman taustaselvitys. VTT Technology 443. 158 s. <https://publications.vtt.fi/pdf/technology/2025/T443.pdf>

Kukkala, A. Arvela, M., Annala, M., Elo, M., Forss, S., Häggblom, M., Ilmonen, J., Isokääntä, O., Joenaalto, I., Junninen, K., Kanerva, T., Karttunen, K., Karvinen, V., Kekäläinen, M., Kokko, A., Kuoppala, M., Kurvinen, L., Laine, A., Lehtomaa, L., Mykrä, H., Mäkelä, K., Punttila, P., Raunio, A., Rytteri, T., Sallinen, A., Tammilehto, A., ja Virkkala R. 2025. Luontodirektiivin luontotyytit Suomessa. Luontodirektiivin mukainen suojelutasoarviointi 2019–2024 ja ennallistamisasetuksen luontotyyppijä koskevat tavoitteet. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 32 | 2025. 123 s.

Kulha, N., Heikkinen, J., Holder, J., Honkaniemi, J., Kuronen, M., Laapas, M., Suvanto, S., & Peltoniemi, M. 2024. Landscape configuration and storm characteristics drive spatial patterns of wind disturbance in boreal forest landscapes. Landscape Ecology, 39(7), 119. <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01916-x>

Kärkkäinen, L., Hynynen, J., Rätty, M., Horne, P., Juutinen, A., Korhonen, K. T., Koskela, T., Maidell, M., Miettinen, J., Miina, J., Määttä, K., Otsamo, A., Punttila, P., Svensberg, M. & Syrjänen, K. 2021. Kustannusvaikuttavat keinot metsäluonnon monimuotoisuuden köyhtymisen pysäyttämiseksi. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021: 21. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-217-6>

Laki eräiden polttoaineiden kestävyyskriteereistä 393/2013. Annettu 7.6.2013. <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2013/393>

Lehtonen, H., & Niemi, J. 2018. Effects of reducing EU agricultural support payments on production and farm income in Finland. Agricultural and Food Science, 27(2): 124–137. <https://doi.org/10.23986/afsci.67673>

Lehtonen, H., Ojanen, H., Kekkonen, H., Niskanen, O., Savikko, R., Wejberg, H., Knuuttila, M.,

Stenberg, L., Niemi, J., Salmivaara, A., Laurila, M. 2024. Turvelpeltojen käytön tiekartta vuoteen 2050. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus, 89/2024. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-980-2>

Lehtonen, I., Ruosteenoja, K., & Jylhä, K. 2014. Projected changes in European extreme precipitation indices on the basis of global and regional climate model ensembles. International Journal of Climatology, 34: 1208–1222. <https://doi.org/10.1002/joc.3758>

Lehtonen, I., Venäläinen, A., Kämäräinen, M., Asikainen, A., Laitila, J., Anttila, P., & Peltola, H. 2019. Projected decrease in wintertime bearing capacity on different forest and soil types in Finland under a warming climate. *Hydrology and Earth System Sciences*, 23(3): 1611–1631. <https://doi.org/10.5194/hess23-1611-2019>

Luke. 2020. Maatalouden ilmastotiekartta – Tiekartta kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen Suomen maataloudessa. 131 s. MTK ry, Helsinki. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020082161330>

Luke. 2024. Maatalouden vähähiilisyystiekartta. Päivitetyt skenaariot ja arviot päästövähennyksistä vuoteen 2035 ja 2050. Luonnonvarakeskus (Luke), MTK ry, SLC. 66 s. https://www.mtk.fi/documents/d/mtk/maatalouden_ilmastotiekartta_2024_nettil

Luke 2025. Metsätilinpito. Pinta-alat ja paljaan maan arvot. https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__met__mettil/0100_mettil.px/

Melin M., Viiri H., Tikkanen O.-P., Elfving R., Neuvonen S. (2020). From a rare inhabitant into a potential pest – status of the nun moth in Finland based on pheromone trapping. *Silva Fennica* vol. 54 no. 1 article id 10262. 9 p. <https://doi.org/10.14214/sf.10262>

Niemeläinen, O., Hannukkala, A., Jauhiainen, L., Hakala, K., Niskanen, M., & Laine, A. 2020. Increase in perennial forage yields driven by climate change, at Apukka Research Station, Rovaniemi, 1980–2017. *Agricultural and Food Science*, 29: 139–153. <https://doi.org/10.23986/afsci.85141>

Niinistö, T., Anttila, P., Sikanen, L., Kärhä, K., & Routa, J. 2025a. Estimating future consumption of forest chips based on insights from energy producers: a case study for Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 40(2): 95–106. <https://doi.org/10.1080/02827581.2025.2491450>

Niinistö, T., Anttila, P., Kaseva, J., Sikanen, L., Kärhä, K., & Routa, J. 2025b. Energy wood flows and the operational environment of supply chains in Finland: insights from a supplier survey. *Silva Fennica* 59(3), article id 25011. <https://doi.org/10.14214/sf.25011>

Nissinen, A. I., Jauhiainen, L., Ojanen, H., Haapalainen, M., Virtanen, A., & van der Werf, W. 2022. Landscape epidemiology of an insect-vectored plant-pathogenic bacterium: *Candidatus Liberibacter solanacearum* in carrots in Finland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 339: 108137. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108137>

Niskanen, J. 2025. TIESIT-energiapuuterminaaliprojekti, loppuraportti. Metsäkeskus. <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/tiesit-energiapuuterminaaliprojekti-loppuraportti.pdf>

Nousiainen, M. 2025. Yksityisteiden kuntokartoitus laserkeilausaineiston avulla. TIESIT-hankkeen loppuraportti. Metsäkeskus. <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/tiesit-yksityisteiden-kuntokartoituksen-loppuraportti.pdf>

Patacca, M., Lindner, M., Lucas-Borja, M. E., Cordonnier, T., Fidej, G., Gardiner, B., Hauf, Y., Jasinevičius, G., Labonne, S., Linkevičius, E., Mahnken, M., Milanovic, S., Nabuurs, G.-J., Nagel, T. A., Nikinmaa, L., Panyatov, M., Bercak, R., Seidl, R., Ostrogović Sever, M. Z., Schelhaas, M.-J. (2023). Significant increase in natural disturbance impacts on European forests since 1950. *Global Change Biology*, 29(5), 1359–1376. <https://doi.org/10.1111/gcb.16531>

Peltola, H., Ikonen, V.-P., Gregow, H., Strandman, H., Kilpeläinen, A., Venäläinen, A., & Kellomäki, S. 2010. Impacts of climate change on timber production and regional risks of wind-induced damage to forests in Finland. *Forest Ecology and Management*, 260(5), 833–845. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.06.001>

Peltonen-Sainio, P., Hakala, K., Jauhiainen, L., & Ruosteenoja, K. 2009. Comparing regional risks in producing turnip rape and oilseed rape - Impacts of climate change and breeding. *Acta Agriculturae Scandinavica, B Soil and Plant Science*, 59: 129–138. <https://doi.org/10.1080/09064710802022895>

Peltonen-Sainio, P. & Jauhiainen, L. 2019. Unexploited potential to diversify monotonous crop sequencing at high latitudes. *Agricultural Systems*, 174: 73–82. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.04.011>

- Peltonen-Sainio, P. & Jauhiainen, L. 2020. Large zonal and temporal shifts in crops and cultivars coincide with warmer growing seasons in Finland. *Regional Environmental Change*, 20: 89. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01682-x>
- Peltonen-Sainio, P. & Jauhiainen, L. 2023. What makes a change? Understanding the renewal process of barley cultivars on Finnish farms. *European Journal of Agronomy*, 146: 126826. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126826>
- Peltonen-Sainio, P. & Jauhiainen, L. 2025. Characterizing implementers of on-going large-scale diversification of land use in Finland – one of the northernmost agricultural regions in Europe. *Agricultural Systems*, 226: 104315. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2025.104315>
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., & Hakala, K. 2011. Crop responses to temperature and precipitation according to long-term multi-location trials at high-latitude conditions. *Journal of Agricultural Science*, 149: 49–62. <https://doi.org/10.1017/S0021859610000791>
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Laurila, H., Sorvali, J., Honkavaara, E., Wittke, S., Karjalainen, M., & Puttonen, E. 2019. Land use optimization tool for sustainable intensification of high-latitude agricultural systems. *Land Use Policy*, 88: 104104.
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Niemi, J.K., Hakala, K., & Sipiläinen, T. 2013. Do farmers rapidly adapt to past growing conditions by sowing different proportions of early and late maturing cereals and cultivars? *Agricultural and Food Science*, 22: 331–341. <https://doi.org/10.23986/afsci.8153>
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Palosuo, T., Hakala, K., & Ruosteenoja, K. 2016. Rainfed crop production challenges under European high latitude conditions. *Regional Environmental Change*, 16: 1521–1533. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0875-1>
- Peltonen-Sainio, P., Juvonen, J., Korhonen, N., Parkkila, P., Sorvali, J., & Gregow, H. 2021. Climate change, precipitation shifts and early summer drought: Irrigation tipping point for Finnish farmers? *Climate Risk Management*, 33: 100334. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100334>
- Peltonen-Sainio, P., Laurila, H., Jauhiainen, L., & Alakukku, L. 2015. Proximity of waterways to Finnish farmlands and associated characteristics of regional land use. *Agricultural and Food Science*, 24: 24–38. <https://doi.org/10.23986/afsci.46504>
- Peltonen-Sainio, P., Palosuo, T., Ruosteenoja, K., Jauhiainen, L., & Ojanen, H. 2018. Warming autumns at high latitudes of Europe: an opportunity to lose or gain in cereal production? *Regional Environmental Change*, 18: 1453–1465. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1275-5>
- Repo, A., Albrich, K., Jantunen, A., Aalto, J., Lehtonen, I., & Honkaniemi, J. (2024). Contrasting forest management strategies: Impacts on biodiversity and ecosystem services under changing climate and disturbance regimes. *Journal of Environmental Management*, 371, 123124.
- Räisänen, P., Luomaranta, A., & Jylhä, K. 2025. Future Snow Scenarios for Northern Europe Based on Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 Data. *International Journal of Climatology*, 45(6): e8795. <https://doi.org/10.1002/joc.8795>
- Ruosteenoja, K., & Jylhä, K. 2022. Projected climate change in Finland during the 21st century calculated from CMIP6 model simulations. *Geophysica*, 56(1): 39–69. <https://doi.org/10.35614/ISSN-2341-6408-IK-2022-07-02>
- Ruosteenoja, K., & Jylhä, K. 2023. Average and extreme heatwaves in Europe at 0.5–2.0 °C global warming levels in CMIP6 model simulations. *Climate Dynamics*, 61: 4259–4281. <https://doi.org/10.1007/s00382-023-06798-4>
- Ruosteenoja, K., & Jylhä, K. 2025. Extreme cold days and spells in northern Europe at 0.5°C–2.0°C global warming levels. *International Journal of Climatology*, 0: e8875. <https://doi.org/10.1002/joc.8875>
- Ruosteenoja, K., Markkanen, T., & Räisänen, J. 2020. Thermal seasons in northern Europe in projected future climate. *International Journal of Climatology*, 40: 4444–4462. <https://doi.org/10.1002/joc.6466>

Ruosteenoja, K., Markkanen, T., Venäläinen, A., Räisänen, P., & Peltola, H. 2018. Seasonal soil moisture and drought occurrence in Europe in CMIP5 projections for the 21st century. *Climate Dynamics*, 50: 1177–1192. <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3671-4>

Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A., & Kämäräinen, M. 2016. Projections for the duration and degree days of the thermal growing season in Europe derived from CMIP5 model output. *International Journal of Climatology*, 36: 3039–3055. <https://doi.org/10.1002/joc.4535>

Räsänen, A., Kekkonen, H., Lehtonen, H., Miettinen, A., Wejberg, H., Kareksela, S., Tzemi, S., Aro, L., Kuningas, S., Louhi, P. & Ruuhijärvi, J. 2023. Euroopan unionin ennallistamisasetusehdotuksen luontotyyppi- ja turvemaatavoitteiden vaikutukset Suomessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 1/2023. 76 s. Luonnonvarakeskus, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-586-6>

Suomen Virallinen Tilasto (SVT). 2022. Metsäteollisuuden ulkomaankauppa maittain 2021. Luonnonvarakeskus. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/metsateollisuuden-ulkomaankauppa/metsateollisuuden-ulkomaankauppa-maittain-2021>

Ruotsalainen, S., Himanen, K., Viherä-Aarnio, A., Aarnio, L., Haapanen, M., Luoranen, J., Matala, J., Riikonen, J., Uotila, K. & Ylioja, T. 2022. Puulajivalikoiman monipuolistaminen metsänviljelyssä: Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 24/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 135 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-394-7>

Sallinen A, Akanegbu J, Marttila H & Tahvanainen T. 2023. Recent and future hydrological trends of aapa mires across the boreal climate gradient. *Journal of Hydrology*. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.129022>

Salmivaara, A. (2023). DTW-kosteusindeksikartta, 2ha kynnysarvo, 2m, 2023 (versio 1). CSC - Tieteen tietotekniikan keskus Oy. <http://urn.fi/urn:nbn:fi:att:770f345e-58d4-45e5-b4e7-3fdbd858872f>

Seppälä, J., Ahlvik, L., Arasto, A., Halonen, J., Kivimaa, P., Koponen, K., Kulo-vesi, K., Kurnitski, J., Lehtonen, H., Liimatainen, H., Mäkipää, R., Soimakallio, S., Soukka, R., Toppinen A. Keinoja kuilun kuromiseksi – Suomen ilmastopaneelin politiikkasuositukset 2025. Ilmastopaneelin politiikkasuositus. <https://ilmastopaneeli.fi/hae-julkaisuja/keinoja-kuilun-kuromiseksi-suomen-ilmastopaneelin-politiikkasuositukset-2025/>

Suvanto, S., Heikkinen, J., Holmström, E., Honkaniemi, J., Piri, T., Hantula, J., Räsänen, T., Rieki, K., Sorsa, J.-A., Hytönen, H., Höglund, H., Rajala, T., Lehtonen, A., & Peltoniemi, M. (2025). Rot or not? Uncovering the spatial patterns and drivers of Norway spruce root rot with harvester data. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, cpaf061. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpaf061>

SWD(2023) 62 final. Commission Staff Working Document. Commission Guidelines for Defining, Mapping, Monitoring and Strictly Protecting EU Primary and Old-Growth Forests. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-7736-2023-INIT/en/pdf>

Terhonen E., Ylioja T., Hytönen T., Leino K., Mutanen L., Melin M., Vaahtera E., & Sutela S. 2025. New saga in Finland: the rise of *Diplodia sapinea* in Scots pine. *Fungal genetics and biology*. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2024.103955>

Tilastokeskus 2025. Kasvihuonekaasuinventaarion pikaennakko 2024. <https://stat.fi/julkaisu/cm193ucyn9c-jn08w9tbxx6jdn>

Tieaho, I. 2013. Roudan syvyyden ja routanousun mallintaminen Luoman koekohteessa. Diplomityö, Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulun Pohjarakennuksen ja maamekaniikan laboratorio.

Työ- ja elinkeinoministeriö 2025. Energia- ja ilmastostrategian luonnos. <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=d3a6b34b-c3dd-4336-b91b-74285c68bb4c&proposalLanguage=da4408c3-39e4-4f5a-84db-84481bafc744>

Valtioneuvosto 2008. Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia – Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Selonteko/Documents/vns_6+2008.pdf

Venäläinen, P., Aalto, M., Heljanko, E., Hilmola, O-P., Korpinen, O-J., Ovaskainen, H., Pesonen, M., & Poikela, A. 2017. Terminaalitoiminnot energiatehokkaassa puutavaralogistiikassa. Metsätehon raportti, 242. Metsäteho Oy. https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti_242_Terminaalitoiminnot_energiatehokassa_puutavaralogistiikassa_T3.pdf

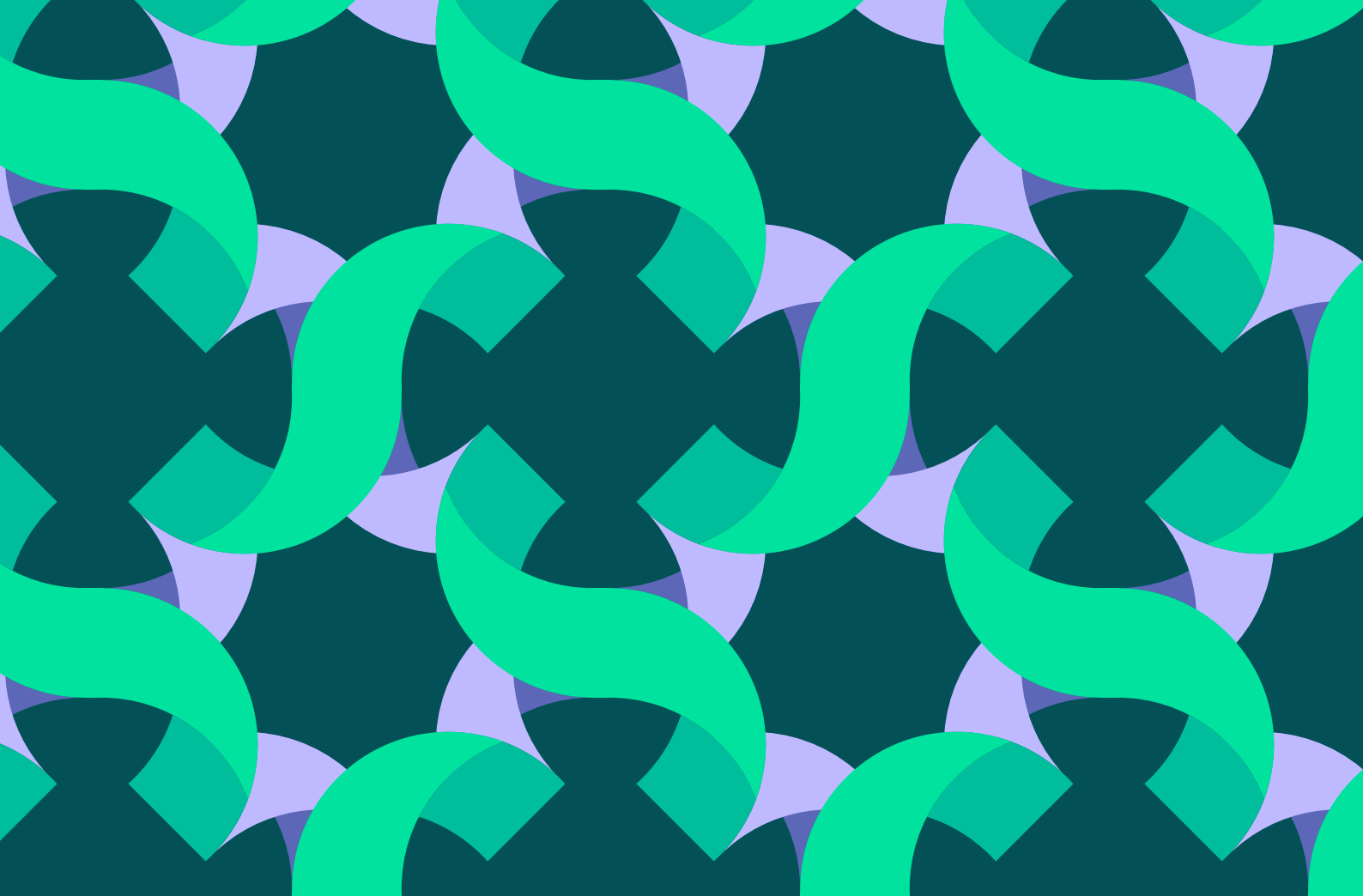
Venäläinen, P., Alanne, H., Ovaskainen, H., Poikela, A., & Stramdström, M. 2017. Kausivaihtelun kustannukset ja vähentämiskeinot puun toimitusketjussa. Metsätehon tulostalvosarja, 8/2017. Metsäteho Oy. https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulostalvosarja_2017_08_Kausivaihtelun-kustannukset.pdf

Viiri H., Viitanen J., Mutanen A., Leppänen J. (2019). Metsätuhot vaikuttavat Euroopan puumarkkinoihin – Suomessa vaikutukset toistaiseksi vähäisiä. Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2019 artikkeli 10200. <https://doi.org/10.14214/ma.10200>

Wahlman, W., Kasanen, R., Lappalainen, L., & Honkaniemi, J. (2025). Root rot increases the vulnerability of Norway spruce trees to Ips typographus infestation. Forest Ecology and Management, 577, 122409. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122409>

Ylioja T, Aarnio L, Kokkonen J & Melin M. 2024. Kirjanpainautilanne vuonna 2023. Julkaisussa: Ylioja, T. & Sutela, S. (toim.). Metsätuhot vuonna 2023. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 31/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 18–20. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-906-2>

YM/2024/57. Vanhan metsän kriteerit ja luonnontilaisen metsän määritelmä Suomessa. Valtioneuvoston periaatepäätös. <https://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatos?decisionId=2394>



Huoltovarmuuskeskus