

Ilmastonmuutos ja vieraslajien leviäminen Suomeen

Tutkimustiedon synteesi ja suurilmastollinen vertailu

Risto Heikkinen, Juha Pöyry, Stefan Fronzek
ja Niko Leikola

LUONTO



Ilmastonmuutos ja vieraslajien leviäminen Suomeen

Tutkimustiedon synteesi ja suurilmastollinen vertailu

Risto Heikkinen, Juha Pöyry, Stefan Fronzek ja Niko Leikola

Helsinki 2012

Suomen ympäristökeskus



S Y K E

SUOMEN YMPÄRISTÖ 7 | 2012
Suomen ympäristökeskus

Kansikuva: Terhi Rytteri
Kanadanpiisku (*Solidago canadensis*) hyötyy ilmaston lämpenemisestä.

Taitto: DTPage Oy

Julkaisu on saatavana ainoastaan internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

ISBN 978-952-11-3987-1 (PDF)
ISSN 1238-7312 (pain.)
ISSN 1796-1637 (verkkokj.)

ESIPUHE

Ilmastonmuutoksen ennakoidaan voimistavan vieraslajien leviämistä uusille alueille, vahvistavan niiden kykyä muodostaa elinkelpoisia populaatioita luonnossa ja aiheuttavan merkittäviä haittoja alkuperäiselle lajistolle. Vieraslajien hallinnassa on tärkeää uusimman tutkimustiedon, etenkin ilmastonmuutoksen ja vieraslajien yhteyksiä käsittelevän tiedon, yhteenvetäminen ja analysointi, samoin kuin suurilmastollisesti samankaltaisten alueiden tunnistaminen sekä nykyilmastossa että ilmastoskenaarioiden mukaisissa tulevaisuissa oloissa. Tässä hankeraportissa arvioidaan ilmastonmuutoksen mahdollisia vaikutuksia Suomen vieraslajiproblematiikkaan kolmesta eri näkökulmasta: (1) tuoreen tutkimustiedon arviointi ja yhteenveto vieraslajien hallinnan näkökulmasta, (2) muuttuva ilmasto Suomessa ja uusien vieraslajien leviäminen muualta Euroopasta Suomeen, ja (3) globaali ilmastovertailu, jonka avulla voidaan tunnistaa todennäköisimmät haitallisten vieraslajien lähtöalueet eri puolilla maapalloa. Raportin tuottanut hanke kuului osana Maa- ja metsätalousministeriön koordinoimaan Ilmastonmuutoksen sopeutumisohjelmaan (ISTO), ja sen ohjausryhmään kuuluivat Tiia Yrjölä ja Johanna Niemivuo-Lahti Maa- ja metsätalousministeriöstä, Petri Nummi Helsingin yliopistosta, Terho Hyvönen Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksesta, ja Harry Helmisaari Suomen ympäristökeskuksesta. Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa taustatietoa kansallisen vieraslajistrategian valmisteluun sekä yleensä ennakoivaan vieraslajien torjuntaan Suomessa.

Helsingissä 25.5.2011

Risto Heikkinen

Juha Pöyry

SISÄLLYS

Esipuhe	3
1 Johdanto	7
2 Vieraslajit – kirjallisuusselvitys	10
2.1 Menetelmät	10
2.2 Tulokset	10
2.2.1 Taustaa	10
2.2.2 Vieraslajien tärkeimmät leviämisreitit ja leviämisdynamiikka	16
2.2.3 Vieraslajien tyypilliset ominaisuudet ja elinympäristöt	19
2.2.4 Ilmastonmuutoksen vaikutus vieraslajien leviämiseen	22
2.2.5 Vieraslajien poistaminen ja kantojen säätely.....	23
2.3 Loppupäätelmiä	24
3 Ilmastonmuutos Pohjois-Euroopassa ja vieraslajit Suomessa – muutoksien ennakkointia	26
3.1 Taustaa	26
3.2 Tutkimusmenetelmät.....	26
3.3 Tulokset	28
3.3.1 Ilmasto-olojen muutokset Suomessa ja lähialueilla eri skenaarioiden perusteella	28
3.3.2 Ilmastonmuutoksen vaikutukset vieraslajiproblematiikkaan Suomessa – ennakkointia lähialueiden vieraslajiston perusteella ..	35
3.3.2.1 2021–2050 Etelä-Suomen ilmastoa vastaavien alueiden vieraslajit.....	36
3.3.2.2 2051–2058 Etelä-Suomen ilmastoa vastaavien alueiden vieraslajit.....	44
3.3.2.3 Norjan vieraslajit	48
3.4 Loppupäätelmiä	48
4 Globaali ilmastoverailu ja vieraslajit	51
4.1 Taustaa	51
4.2 Menetelmät	52
4.3 Tulokset	54
4.3.1 Ilmastollisesti samankaltaiset alueet nyt ja tulevaisuudessa	54
4.3.2 Ilmastollisesti samankaltaiset alueet ja vieraslajit	68
4.4 Loppupäätelmiä	76
5 Tiivistelmä ja toimenpidesuosituksia	77
6 Kirjallisuus	82
Liitteet	87

1 Johdanto

Haitalliset vieraslajit muodostavat merkittävän maailman laajuisen ympäristöongelman. Haitallisilla vieraslajeilla on monia ekologisia vaikutuksia (Mack ym. 2000, Weidema 2000, Peterson 2003a) ja niiden torjunta aiheuttaa suuria taloudellisia kuluja (Forman 2003, Pimentel ym. 2001, Pimentel 2002, 2005). Vieraslajit voivat aiheuttaa muun muassa erilaisia ympäristövahinkoja sekä häiriötä veden ja ravinteiden kiertoon sekä luontaisten elinympäristöjen palodynamiikkaan (Forman 2003). Luonnonsuojelun näkökulmasta haitalliset vieraslajit kuuluvat luonnon monimuotoisuuden merkittävimpiin uhkatekijöihin (Sala ym. 2000, Lavergne & Molofsky 2007); niitä pidetään usein elinympäristöjen häviämisen jälkeen toiseksi suurimpana syynä monimuotoisuuden vähenemiseen.

Haitallisella vieraslajilla tarkoitetaan ihmisen toiminnan mukana uudelle maantieteelliselle alueelle levinnyttä eliölajia, joka leviää invaasioalueella luontoon ja syrjäyttää siellä alkuperäistä eliölajistoa. Haitallisilla vieraslajeilla voi olla myös taloudellisia, terveydellisiä ja sosiaalisia haittoja. Alkuperäiseen lajistoon kohdistuvat haittavaikutukset ilmenevät erilaisten mekanismien, kuten saalistuksen, laidunnuksen ja habitaattimuutosten, kautta (Forman 2003, Rahel and Olden 2008), harvemmin lajien välisenä kilpailuna (Davis 2003, Sax and Gaines 2008). Kaikkein aggressiivisimmin leviävät vieraslajit aiheuttavat lajiston yksipuolistumista erilaisissa ekosysteemeissä. Ihminen muokkaa monia elinympäristöjä kiihtyvällä vauhdilla, mikä voimistaa vieraslajien leviämistä luontoon ja pysyvien kantojen kehittymistä (vieraslajien ”kotoutumista”). Lisäksi nopeasti lisääntynyt kansainvälinen liikenne on edistänyt huomattavasti vieraslajien leviämismahdollisuuksia.

Tulokaslajilla tarkoitetaan omin avuin alueelle äskettäin (parin viime vuosikymmenen aikana) levinnyttä eliölajia. Tulokaslaji on siten laajempi käsite kuin vieraslaji. Osa tulokaslajeista onkin lähialueilta lähtöisin olevia lajeja, joiden levinneisyysalue on luontaisesti laajenemassa. Tulokas- ja vieraslajin keskeinen ero on siten se, että vieraslajina pidetään nimenomaan luontoon levinnyttä lajia, joka ei alun perin ole kuulunut tarkasteltavaan ekosysteemiin ja joka on ylittänyt luontaiset maantieteelliset leviämisesteet ihmisen tietoisella tai tahattomalla myötävaikutuksella.

Ilmastomuutoksen ennakoitaan edistävän vieraslajien leviämistä ja voimistavan niiden haittavaikutuksia (Weber 2001, Hellmann ym. 2008). Samansuuntaisesti vaikuttavat muutkin globaalimuutoksen osatekijät kuten lisääntynyt typpilaskeuma ja intensiivinen maankäyttö. Usein näiden tekijöiden vaikutukset tehostavat toisiaan (Dukes & Mooney 1999). Nämä muutokset suosivat sellaisten lajien leviämistä, jotka pystyvät hyödyntämään korkeampia lämpötiloja ja ravinnetasoja. Ennusteiden mukaan ilmaston lämpeneminen on voimakkainta pohjoisilla alueilla (ACIA 2005), mukaan lukien Pohjois-Eurooppa. Siten olosuhteet vieraslajien haittojen voimistumiselle ja uusien lajien leviämiseksi muuttuvat aiempaa otollisemmiksi pohjoisilla alueilla (Rahel and Olden 2008). Keski- ja Etelä-Euroopassa on perinteisesti kiinnitet-

ty enemmän huomiota vieraslajiproblematiikkaan kuin Pohjois-Euroopassa. Näillä alueilla tavataan huomattavasti enemmän vieraslajeja ja niiden haitalliset vaikutukset ovat voimakkaampia. Ilmastonmuutos on viime aikoina edistänyt Etelä- ja Keski-Euroopassa useiden uusien vieraslajien kantojen vakiintumista ja leviämistä. Esimerkkejä ovat tietyt palmulajit (Walther ym. 2007), eksoottiset ikivihreät lehtipuut ja pensaat (Walther ym. 2001), sekä lämpimiä kasvuoloja suosivat trooppiset ja etelä-afrikkalaiset koristekasvit (Vesperinas ym. 2001). Yksittäisten lajien osalta samanlaisia havaintoja on tehty myös Pohjois-Euroopassa (Weidema 2000, ACIA 2005, Heikkinen ym. 2009). Tämä viittaa siihen, että haitallisten vieraslajien aiheuttamat ongelmat tulevat kasvamaan myös Suomessa.

Ilmastonmuutoksen ennustetaan aiheuttavan Pohjois-Euroopassa muun muassa kasvukauden pitenemistä ja talvien muuttumista leudommaksi, sisävesien lämpötilojen kohoamista ja jääpeitteisyyden vähenemistä, kasvien ja muiden eliöiden fenologisia muutoksia sekä vaihtelevassa määrin sateisuuden ja ilmaston ääri-ilmiöiden (kuten tulvat ja rankkasateet) voimistumista (Ward & Masters 2007, Hellmann ym. 2008, Rahel & Olden 2008, Jylhä ym. 2009). Vieraslajien leviämisessä voidaan erottaa neljä päävaihetta: (i) lajin kulkeutuminen uudelle alueelle (tahattomasti tai ihmisen tietoisella myötävaikutuksella), (ii) kolonisaatiovaihe, jonka aikana vieraslajin on säilyttävä hengissä ja pystyttävä lisääntymään uudella alueella, (iii) vakiintumisvaihe, jonka aikana vieraslajin populaatiot kasvavat ja vakiintuvat - myös luonnon ympäristöissä - alkuperäisen lajiston seassa, ja (iv) lajin leviäminen uudella alueella, joka tapahtuu uusien populaatioiden syntymisen tai ihmisen aktiivisen myötävaikutuksen kautta (Korsu 2005, Hellman ym. 2008, Rahel & Olden 2008). Ilmastonmuutos vaikuttaa jokaiseen näistä vaiheista, ja etenkin Pohjois-Euroopan osalta ilmaston lämpeneminen tulee mitä todennäköisimmin edesauttamaan vieraslajien leviämistä ja menestymistä leviämisen prosessin jokaisessa vaiheessa.

On arvioitu, että aggressiivisesti leviävät vieraslajit hyötyvät ilmastonmuutoksesta suhteessa enemmän kuin alueen alkuperäinen lajisto. Haitallisimpien vieraslajien keskeisiä ominaispiirteitä ovat laaja elinympäristötoleranssi eli sietokyky, laaja esiintymisalue ja rikkakasvimainen kasvutapa alkuperäisellä levinneisyysalueella, sekä hyvä leviämiskyky ja nopeakasvuisuus. Luonteenomaista aggressiivisesti leviävillä vieraskasvilajeille on myös kyky kasvulliseen lisääntymiseen ja vastaavasti hyönteisillä kyky tehdä useita sukupolvia vuodessa (multivoltinismi) sekä fenotyyppinen plastisuus (eliölajin yksilöiden ulkoasu ja ominaispiirteet joustava muuntelu ympäristöolojen muuttuessa; Dukes & Mooney 1999, Korsu 2005, Ward & Masters 2007, Gassó ym. 2009). Ilmastonmuutoksen myötä vieraslajien menestystä voimistaa usein myös se, että ne 'vapautuvat' uusilla alueilla entisistä kilpailijoistaan, loisistaan ja patogeenistään (Blumenthal ym. 2009, MacKay & Kotanen 2008). Lämpenevä ilmasto kasvattaa myös vieraslajien leviäinpainetta (propagule pressure) ja edistää tiheämpien ja laajempien populaatioiden kehittymistä (Ward & Masters 2007).

Tässä hankkeessa selvitetään ilmastonmuutoksen merkitystä vieraslajien leviämisessä Suomeen ja vieraslajiproblematiikan keskeisiä kysymyksiä kolmesta eri näkökulmasta: (1) Tutkimushankkeen ensimmäisen osan tavoitteena on tuoreen tutkimustiedon evaluointi ja yhteenveto Suomen vieraslajiproblematiikan näkökulmasta; tutkimusmateriaalina käytettiin teemaan liittyviä tieteellisiä artikkeleita sekä kahdessa EU:n puiteohjelmiin kuuluneessa tutkimushankkeessa (DAISIE ja ALARM) tuotettuja tutkimusraportteja (deliverables); (2) Hankkeen toisessa osassa tarkastellaan sitä, miten Suomen ilmasto muuttuu ennusteiden perusteella ja mahdollistaako ilmastonmuutos uusien vieraslajien leviämisen muualta Euroopasta ja mitä vieraslajeja meille voisi saapua lähiaikoina; (3) Hankkeen kolmas osa perustuu globaaliin suurilmastolliseen vertailuun. Vertailun avulla voidaan paikantaa Suomen nykyilmaston ja skenaarioiden mukaisen ilmaston suhteen samankaltaiset alueet eri

puolilla maailmaa, sekä arvioida, mitkä maantieteelliset alueet ovat kaikkein todennäköisimpiä haitallisten vieraslajien lähtöalueita eli miltä alueilta voi Suomeen tulla uusia haitallisia vieraslajeja ihmisen myötävaikutuksella. Hankkeen eri osissa käytyt materiaalit, aineiston keruu- ja tutkimusmenetelmät esitellään erikseen jokaisen osion alussa. Näissä kolmessa osiossa tehdyt johtopäätökset ja suositukset esitellään yhdessä raportin loppuun kootussa laajennetussa tiivistelmässä.

2 Vieraslajit – kirjallisuusselvitys

2.1

Menetelmät

Kirjallisuusselvityksen alussa tehtiin haku ISI:n Web of Science -kirjallisuustietokannasta käyttäen hakuehtoja: "invas* AND alien AND Europe". Tämä tuotti 357 tieteellisissä sarjoissa vuoden 1986 jälkeen julkaistua artikkelia, joiden tiivistelmät selattiin läpi aiheeseen liittymättömien julkaisujen karsimiseksi. Karsinnan jälkeen jäljelle jäi 220 julkaistua artikkelia, jotka käsitelivät Euroopan vieraslajistoa. Näiden julkaistujen artikkelien lisäksi tausta-aineistona käytettiin EU:n rahoittamissa hankkeissa DAISIE ja ALARM tuotettuja vieraslajeja käsitteleviä osaraportteja (deliverables). Osa näistä raporteista oli tätä selvitystä tehdessä vielä julkaisemattomia. DAISIE-hankkeen osaraportit on julkaistu kirjana (Hulme ym. 2009a). Lisäksi vieraslajeja käsitteleviä tutkimusartikkeleita etsittiin selaamalla tieteellisten julkaisusarjojen numeroita. Lopuksi aivan uusimpia tutkimusartikkeleita etsittiin käymällä läpi vieraslajien biologiaa ja vaikutuksia käsitteleviä artikkeleita julkaisemattomien tieteellisten sarjojen (esimerkiksi Biological Invasions, Conservation Biology, Biological Conservation, Journal of Applied Ecology ja Diversity & Distributions) internet-versioita. Tällä tavoin oli mahdollista löytää kaikkein tuoreimmat, vasta julkaisuprosessissa olevat (published online) tutkimukset vieraslajeista.

Käytettävissä olleesta runsaasta aineistosta valittiin yksityiskohtaisempaan tarkasteluun ne työt, jotka olivat kaikkein keskeisimpiä ja hyödyllisimpiä kirjallisuusselvityksen tavoitteisiin nähden. Tämän valinnan jälkeen käytiin yksityiskohtaisemmin läpi runsaat 60 julkaistua tieteellistä artikkelia. Kustakin läpikäydystä artikkelista tehtiin lukemisen jälkeen referaatti, joka liitettiin tämän raportin pohja-aineistoon.

2.2

Tulokset

Kirjallisuusselvityksen tulokset esitellään viiteen osioon jaoteltuna: (1) Vieraslajiproblematiikan tausta, (2) Vieraslajien tärkeimmät leviämisreitit ja leviämisdynamiikka, (3) Vieraslajien tyypilliset ominaisuudet ja elinympäristöt, (4) Ilmastonmuutoksen vaikutus vieraslajien leviämiseen, ja (5) Vieraslajien poistaminen (hävittäminen eli eradikaatio) ja kantojen säätely.

2.2.1

Taustaa

Historiallisesti Eurooppaa on pidetty alueena, jossa sekä vieraslajien määrä että niiden aiheuttamat ongelmat ovat olleet vähäisempiä kuin monissa muissa osissa maailmaa.

Viime vuosina Euroopan vieraslajistoa koskeva tietämys on kuitenkin lisääntynyt voimakkaasti kahdessa EU:n rahoittamassa hankkeessa (DAISIE ja ALARM) tehdyn tutkimustyön ansiosta. Samalla on osoittautunut, että aiemmat arviot vieraslajien määristä Euroopan maissa ovat olleet aivan liian pieniä. Lisäksi niin sanottujen haitallisten vieraslajien aiheuttamat ongelmat ovat paljon aiemmin luultua laajempia ja vakavampia. Varovaisesti arvioituna haitallisten vieraslajien aiheuttamat kustannukset ovat Euroopassa noin 10 miljardia euroa (Hulme ym. 2009b). Tämä arvio on hyvin todennäköisesti ala-arvio sillä useimpien vieraslajien taloudellisia ja ympäristövaikutuksia ei tunneta. Esimerkiksi Yhdysvalloissa vieraslajien aiheuttamien taloudellisten vahinkojen arvoksi on laajimmillaan esitetty 137 miljardia dollaria vuosittain (Pimentel ym. 2000), mutta arvioiden kokoamisessa ei ole käytetty systemaattisia menetelmiä (Pejchar ja Mooney 2009). Yhdysvalloissa, Iso-Britanniassa, Australiassa, Etelä-Afrikassa, Intiassa ja Brasiliassa on arvioitu olevan yhteensä yli 120 000 vieraslajia, joiden aiheuttamat yhteenlasketut taloudelliset haitat on arviolta yli 314 miljardia dollaria vuodessa (Pimentel ym. 2001, Pimentel 2002).

Valtaosa vieraslajeja koskevista ekologisista tutkimuksista on tehty Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa, ja esimerkiksi Afrikan ja Aasian vieraslajiongelmaa koskeva tieteellinen tutkimus on hyvin puutteellista (Pyšek ym. 2008). Vaikka vieraslajeja käsittelevät tutkimukset kattavat kaikki tärkeimmät taksonomiset ryhmät, niiden leviämismekanismia koskevat tutkimukset painottuvat kaikkein haitallisimpiin vieraslajeihin. Esimerkiksi yksityiskohtaiset tapaustutkimukset kattavat ainakin 395 lajia (Pyšek ym. 2008).

Vieraslajien määrä Euroopassa

DAISIE-hankkeessa koottiin ensimmäinen kattava luettelo Euroopassa tavatuista vieraslajeista. Kyseinen luettelo sisältää yli 11 000 vieraslajia (Hulme ym. 2009b). Lisäksi hankkeessa koottiin tietoja sadan pahimmaksi arvioidun vieraslajin biologiasta ja levinneisyydestä Euroopassa. Paras tietämys Euroopan vieraslajistosta on putkilokasveista, joista kerättiin tiedot kaikkiaan 5 789 vieraskasvilajista (Lambdon ym. 2008; Pyšek ym. 2009). Näistä 2 843 lajin alkuperä oli kokonaan Euroopan ulkopuolella (noin 2 950 lajia oli siis siirtynyt ihmisen myötävaikutuksella Euroopan sisällä alueelta toiselle). Kaikista vieraskasveista 3 749 lajia oli saanut pysyvän jalansijan eli lajit ovat vakiintuneita jossain osassa Eurooppaa; näistä lajeista 1 780 oli alkuperältään Euroopalle vieraita. On kuitenkin huomattava, että useimpien vakiintuneiden vieraslajien levinneisyys Euroopassa on yhä suhteellisen rajallinen. Siksi toistaiseksi vain pieni osa lajeista on yleistynyt voimakkaasti ja muuttunut haitallisiksi vieraslajeiksi. Vuosittain Euroopassa havaitaan noin kuusi uutta vieraskasvilajia, joilla on mahdollisuus ajan mittaan muodostaa vakiintuneita kantoja.

Muissa eliöryhmissä tietämys vieraslajien määristä ja kantojen vakiintuneisuudesta on putkilokasveja puutteellisempaa. Tästä huolimatta DAISIE-hankkeessa onnistuttiin ensimmäistä kertaa luetteloimaan useiden muidenkin eliöryhmien Euroopassa tavatut vieraslajit. Maalla elävistä selkärangattomista 1 517 alkuperältään vierasta lajia on saanut vakiintuneen jalansijan Euroopasta (Roques ym. 2009). Tämä luku sisältää 221 kosmopoliittia lajia, joiden tarkkaa alkuperäaluetta ei pystytä päättelemään. Tämän lisäksi 964 alkuperältään eurooppalaista selkärangatonlajia on saanut pysyvän jalansijan ihmisen avustamana uusilla alueilla Euroopassa. Pääosa vakiintuneista selkärangattomista on niveljalkaisia ja erityisesti hyönteisiä (Roques ym. 2009). DAISIE-hankkeen perusteella Euroopan sisävesissä esiintyy 296 selkärangaton vieraslajia ja 136 vieraskalalajia (Gherardi ym. 2009). Näiden lukujen uskotaan kuitenkin olevan aliarvioita vieraslajien todellisesta määrästä näissä ryhmissä. Sisävesien suuri herkkyyys vieraslajeille johtuneeksi kahdesta seikasta: monien vesistöissä elävien selkärangattomien eliölajien leviämiskyky on hyvä ja toisaalta ihmistoiminnan aiheuttamat häiriöt sisävesistöissä ovat usein laaja-alaisia (Gherardi ym. 2009).

Vieraslajien vakiintumisnopeuden arvioitiin DAISIE-hankkeen tulosten perusteella pienentyneen viime vuosikymmenten aikana tietyissä eliöryhmissä. Näitä eliöryhmiä ovat sisävesien kalat, linnut ja nisäkkäät. Toisaalta samaan aikaan esimerkiksi vesissä ja maalla elävien selkärangattomien vakiintumisnopeudet ovat jatkaneet nousuaan (Gherardi ym. 2009; Hulme ym. 2009c; Roques ym. 2009). Myöskään putkilokasveissa ei ole todettu selkeää vakiintumisnopeuden alenemista (Lambdon ym. 2008; Pyšek ym. 2009).

Vieraslajien leviäminen voi aiheuttaa laaja-alaista eliöyhteisöjen homogenisointia eli tasapäistymistä (McKinney ja Lockwood 1999). Tämä tarkoittaa sitä, että maailmanlaajuisesti laajalle levinneet yleislajit runsastuvat eliöyhteisöissä samalla kun levinneisyydeltään suppeammat ja alueella alun perin eläneet lajit joutuvat väistymään. Vieraslajien leviäminen tulee siten ennusteiden mukaan olemaan yksi keskeinen syy luonnon monimuotoisuuden vähenemiselle tällä vuosisadalla (Sala ym. 2000). Euroopan mantereelle vakiintuneiden vieraskasvilajien määrä on jo ylittänyt sukupuuttoon hävinneiden lajien määrän, kun nämä muutokset mitataan vuodesta 1500 alkaen (Winter ym. 2009). Euroopan eri osissa putkilokasviyhteisöjen lajimäärä on kohonnut mutta yhteisöjen niin sanottu fylogeneettinen diversiteetti (eli yhteisöissä esiintyvien lajien taksonominen monipuolisuus, mikä ilmentää sitä, kuinka monipuolisesti erilaiset kehityslinjat ovat tarkasteltavassa yhteisössä edustettuina) on samaan aikaan pienentynyt. Nämä muutokset johtuvat siitä, että monet vieraslajit kuuluvat jo entuudestaan runsaslajisiin evolutiivisiin ryhmiin kun taas monet hävinneet kasvilajit olivat kehityshistoriallisesti ainutlaatuisia ja levinneisyydeltään suppeita lajeja. Näiden muutosten seurauksena eri alueiden kasviyhteisöt ovat alkaneet muistuttaa toisiaan enenevässä määrin. Monien yhteisöjen ainutlaatuisia ominaispiirteitä on menetetty ja ennustetaan menetettävän yhä lisää tulevaisuudessa (Winter ym. 2009).

Mattson ym. (2007) esittivät luettelon Eurooppaan vakiintuneista kasvinsyöjähyönteisistä. Luettelossa on 109 lajia, joista 57 on alkuperältään pohjoisamerikkalaisia ja 52 aasialaisia. Mattson ym. (2007) mukaan noin kuusinkertainen määrä eurooppalaisia hyönteislajeja on saanut pysyvän jalansijan Pohjois-Amerikassa verrattuna Euroopassa vakiintuneisiin pohjoisamerikkalaisiin hyönteisiin. Eron taustalla on ilmeisesti jäätiköitymishistoria. Jääkaudet ovat Euroopassa johtaneet puuvartisten kasvien populaatioiden toistuviiin supistumisiin pieniin refugioihin ja lopulta monien kasvisukujen ja -lajien sukupuuttoihin (Niemelä ja Mattson 1996; Mattson ym. 2007). Tämän seurauksena Euroopassa on vähemmän kasveja syöville vieraslajeille sopivia ekologisia lokeroita. Vieraslajien on vaikeampi saada jalansijaa näissä ekologissa lokeroissa koska ne ovat valmiiksi "täydempiä" ja koska alkuperäiset lajit ovat Euroopassa sopeutuneet voimakkaampaan lajien väliseen kilpailuun. Lisäksi sopeutuminen pieniin alueellisesti jakautuneisiin osapopulaatioihin ja voimakkaasti kilpailtuihin ekolokeroihin on tehnyt useista eurooppalaista kasvinsyöjähyönteisistä kilpailukykyisiä. Tämän kilpailukykyyn johdosta niistä voi pahimmillaan tulla alkuperäiselle lajistolle haitallisia vieraslajeja muilla alueilla (Mattson ym. 2007).

Vieraslajien menestyksen syitä

Mattsonin ym. (2007) esittämät syyt vieraiden kasvinsyöjähyönteisten vähäisemmälle vakiintumiselle Euroopassa kuvastavat ns. bioottista vastustuskykyä (biotic resistance). Tämän ilmiön merkitystä vieraskasvilajien leviämisessä on selvitetty laajassa meta-analyysissä, johon koottiin useiden kymmenien kokeellisten tutkimusten tulokset (Levine ym. 2004a). Meta-analyysissä selvitettiin kilpailevan lajiston, kasviyhteisöjen monimuotoisuuden, kasvinsyöjäeläimien ja maaperän mikrobiyhteisöjen vaikutuksia bioottiseen vastustuskykyyn. Tulosten perusteella kasvinsyöjäeläimet rajoittivat vieraskasvien leviämistä yhtä tehokkaasti kuin kilpailevat lajit (vrt. "vihollisilta pako-hypoteesi"; ks. alla). Lajien välisten vuorovaikutussuhteiden ei kuitenkaan havaittu

täysin estävän vieraslajien invaasioita, vaan ennemminkin niiden todettiin hidastavan jo vakiintuneiden vieraslajien runsastumista (Levine ym. 2004a).

Keskeinen teoreettinen viitekehys, jonka avulla on selitetty vieraslajien leviämistä ja menestymistä uusilla maantieteellisillä alueilla on ns. ”vihollisilta pako” -hypoteesi (enemy release hypothesis). Tämän hypoteesin mukaan vieraslajien menestyminen johtuu erityisesti siitä, että uusille alueille siirryttyään lajit vapautuvat kilpailevista lajeista, pedoista ja loisista. Luontaisilla levinneisyysalueilla tämänkaltaiset bioottiset interaktiot usein rajoittavat lajien populaatioiden kasvua (Keane ja Crawley 2002; Colautti ym. 2004; Liu ja Stiling 2006). Keane ja Crawley (2002) testasivat ”vihollisilta pako” -hypoteesista johdettuja ennusteita vieraskasvilajien osalta. He totesivat, että vieraskasveilla esiintyi, ennusteiden vastaisesti, erikoistuneita luontaisia vihollisia vaikka ilmiö luultavasti on harvinainen. Lisäksi he totesivat, että vähemmän erikoistuneiden luontaisten vihollisten vaikutukset vieraskasveihin olivat vähäisempiä kuin alkuperäisiin sukulaislajeihin. Toisessa yhteenvedoartikkelissa Colautti ym. (2004) jakoivat ”vihollisilta pako” -hypoteesia testanneet tutkimukset kahteen ryhmään: (1) eliömaantieteellisiin tutkimuksiin, joissa verrattiin keskenään vieraslajien populaatioita alkuperäisellä ja uusilla levinneisyysalueilla ja (2) yhteisötason tutkimuksiin, joissa verrattiin keskenään lähisukuisia vieraslajeja ja alkuperäisellä levinneisyysalueellaan eläviä lajeja. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvien tutkimusten tulokset tukivat ”vihollisilta pako” -hypoteesia, kun taas toiseen ryhmään kuuluvien tutkimusten tuloksista ei löytynyt hypoteesille tukea.

Liu ja Stiling (2006) selvittivät laajassa meta-analyysissä ”vihollisilta pako” -hypoteesin toimivuutta kasveilla ja niitä ravintonaan käyttävillä kasvinsyöjähyönteisillä. He havaitsivat, että tiettyyn kasviin sitoutunut kasvinsyöjähyönteisten lajisto oli selvästi monipuolisempi kasvin alkuperäisellä levinneisyysalueella verrattuna invaasioalueeseen. Saatu tulos oli vielä selvempi erikoistuneilla kasvinsyöjähyönteisillä. Liu ja Stiling (2006) havaitsivat lisäksi, että kasvinsyöjähyönteisten aiheuttamat vauriot kasveissa olivat suuremmat alkuperäisellä levinneisyysalueella esiintyvillä kasveilla verrattuna lähisukuisiin vieraskasvilajeihin. Kumpikin tulos tukee ”vihollisilta pako” -hypoteesin merkitystä. Myös eräät esimerkit onnistuneesta biologisesta torjunnasta tukevat epäsuorasti ”vihollisilta pako” -hypoteesia; vieraskasvilajia ravintonaan alkuperäisellä levinneisyysalueella käyttäviä hyönteislajeja on toisinaan menestyksekkäästi siirretty alueelle, jossa kasvi on aiheuttanut ongelmia (Keane ja Crawley 2002; Müller-Schärer ja Schaffner 2008). Onnistuneissa tapauksissa ongelmia aiheuttaneen vieraskasvilajin kannat ovat romahtaneet ja asettuneet sen jälkeen huomattavasti alhaisemmalle tasolle kun kasvinsyöjähyönteislaji on istutettu kasvipopulaatioihin. Tunnettuja esimerkkejä ovat opuntiakaktuksen (Raghu ja Walton 2007) ja jaakonvillakon (Roberts ja Pullin 2007) biologinen torjunta alkuperäisiltä levinneisyysalueilta tuotujen hyönteislajien avulla Australiassa.

Blumenthal ym. (2009) selvittivät kasvitaudeista vapautumisen ja resurssien, kuten veden ja ravinteiden, määrän yhteisvaikutuksia. Tutkimusaineisto koostui 243 Euroopasta Pohjois-Amerikkaan vakiintuneesta vieraskasvilajista. He havaitsivat kasvitaudeista vapautumisen vaikuttavan eniten sellaisiin vieraskasvilajeihin, jotka ovat nopeakasvuisia ja jotka elävät runsasravinteisissa ympäristöissä. Siten luontaisista vihollisista vapautumisella ja ympäristön rehevöitymisellä voi olla merkittäviä yhteisvaikutuksia, jotka voimistavat vieraslajien runsastumista alkuperäisen lajiston kustannuksella.

Evoluutiiviset muutokset vieraslajin perimässä voivat joko nopeuttaa tai hidastaa lajin leviämistä ja vaikutuksia kohdealueen muuhun luontoon. Esimerkiksi Euroopasta Pohjois-Amerikkaan vieraslajina levinneen ruokohelpin (*Phalaris arundinacea*) populaatioissa on todettu perinnöllistä ainesta useista lähtöpopulaatioista Euroopassa. Tämä on johtanut eurooppalaisia lähtöalueita korkeampaan perinnölliseen monimuotoisuuteen Pohjois-Amerikassa (Lavergne ja Molofsky 2007). Toistuvat kolonisaatiotapahtumat voivatkin edistää sopeutumista ja leviämistä uudelle alueelle,

koska ne ehkäisevät perinnöllisten pullonkaulojen syntymistä ja edistävät erilaista alkuperää olevien kantojen yhdistymistä. Toisaalta vieraslaji voi menettää ajan mittaan osan ominaisuuksista, jotka ovat alkujaan lisänneet lajin invasiivisuutta. Litulaukka (*Alliaria petiolata*) on Euroopasta Pohjois-Amerikkaan levinnyt vieraslaji, joka on uudella alueella levinnyt voimakkaasti metsien aluskasvillisuudessa (Lankau ym. 2009). Tutkittaessa litulaukan eri-ikäisiä populaatioita Pohjois-Amerikassa havaittiin, että lajin haittavaikutukset alueella alkuperäisinä esiintyviin kasveihin ovat vähentyneet 50 vuoden aikana. Samaan aikaan todettiin litulaukkayksilöiden tuottamien kasvitoksiinien pitoisuuksien pienentyneen. Tämä kertoo todennäköisesti lajin vähittäisestä evolutiivisesta sopeutumisesta kohdealueen kasvivyhteisöihin (Lankau ym. 2009).

Vieraslajien vaikutus kohdealueen luontoon

Vieraskasvilajien vaikutus tuloalueen kasvillisuuteen vaihtelee huomattavasti eri kasvilajien välillä ja ilmeisesti myös eri alueiden välillä. Esimerkiksi Tsekin tasavallassa tehdyssä tutkimuksessa jättipalsamin (*Impatiens glandulifera*) vaikutukset joenvarsiympäristöjen muuhun kasvillisuuteen todettiin vähäisiksi (Hejda ja Pysek 2006). Jättipalsamin runsastuminen näytti tapahtuvan korkeakasvuisten runsastypistä maaperää vaativien alkuperäiskasvien kustannuksella. Jättipalsamin poistamisen jälkeen kasvivyhteisöt kuitenkin palautuivat varsin nopeasti ennalleen. Toisessa, laajemmassa tutkimuksessa vertailtiin 13 vieraskasvilajin vaikutuksia Tsekin tasavallassa sijaitsevan kohdealueen kasvillisuuteen. Tuloksien perusteella kaikki muut paitsi kaksi (jättipalsami ja täpläapinankukka (*Mimulus guttatus*)) tutkituista vieraskasvilajeista vaikuttivat negatiivisesti muuhun kasvillisuuteen. Negatiivinen vaikutus ilmeni kasvivyhteisöjen lajimäärien ja monimuotoisuuden alenemisena sekä lajirunsausten jakautuman tasaisuuden muutoksina (Hejda ym. 2009a). Hyvin kielteinen vaikutus luonnonvaraiseen kasvilajistoon oli muun muassa jättiputkella (*Heracleum mantegazzianum*; Kuva 1) ja lupiinilla (*Lupinus polyphyllus*; Kuva 2), jotka ovat myös Suomessa laajalle levinneitä haitallisia vieraslajeja.



Kuva 1. Jättiputki (*Heracleum mantegazzianum*) muodostaa paikoin tiheitä alkuperäiselle eliölajistolle ja myös ihmisille haitallisia kasvustoja. Kuva: Terhi Ryttyäri.

Englannissa tehdyissä tutkimuksissa kuitenkin ilmeni, että myös jättipalsamilla voi joillakin alueilla olla sekä suoria että epäsuoria haitallisia vaikutuksia alkuperäiseen kasvillisuuteen (Hulme ym. 2005). Tämän tutkimuksen mukaan laajat jättipalsamikasvustot voivat alentaa muun kasvillisuuden lajimäärää ylimmillään noin 25 %. Lisäksi hoitokokeiden tulosten perusteella jättipalsamin poistamisen jälkeen muu kasvillisuus palautui kyllä nopeasti alueelle, mutta paikalle levittäytyneistä kasvilajeista useat olivat muita vieraslajeja. Lopputuloksena oli, että jättipalsamin poiston jälkeen vieraslajien kokonaispeittävyys saattoi jopa kasvaa, jolloin hoitotoimilla ei saavutettu toivottuja luonnonsuojelutavoitteita (Hulme ym. 2005).



Kuva 2. Lupiini (*Lupinus polyphyllus*) on Suomessakin laajalle levinnyt haitallinen vieraskasvilaji.
Kuva: Terhi Rytteri.

Myös kotimaisissa vieraskasvilajitutkimuksissa lupiinin on todettu vaikuttavan hyvin kielteisesti teiden piennarten muuhun kasvillisuuteen ja pahimmillaan syrjäyttävän muun kasvilajiston täysin (Valtonen ym. 2006). Lupiinin runsastumisella havaittiin haitallisia vaikutuksia myös pientareilla elävään perhoslajistoon. Siten lupiinin kielteiset vaikutukset ulottuvat myös ylemmälle ravintoverkon tasolle, kasvinsyöjähyönteisiin, joilla on merkitystä kukkakasvien pölyttäjinä. Puolassa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin vieraslajeina leviävien piiskulajien, kanadanpiiskun (*Solidago canadensis*) ja isopiiskun (*Solidago gigantea*), vaikuttavan hyvin kielteisesti pölyttäjähyönteisten monimuotoisuuteen ja kokonaisrunsauteen (Moron ym. 2009). Vieraiden piiskulajien runsastuminen vähensi myös alkuperäisen kasvilajiston monimuotoisuutta ja peittävyttä. Kielteisiä vaikutuksia pölyttäjähyönteisiin havaittiin riippumatta pölyttäjien pesimätavasta tai ravinnonkäytön erikoistumisesta.

Vieraskasvilajin identiteetillä näyttää kuitenkin olevan huomattava merkitys sille, miten ja minkälaisina vieraskasvilajin vaikutukset heijastuvat pölyttäjähyönteisten yhteisöihin (Vilà ym. 2009). Tässä useita Euroopan maita kattavassa tutkimuksessa selvitettiin viiden vieraskasvilajin (joista Suomessa esiintyy laajemmin vain jättipalsami) vaikutuksia pölyttäjähyönteisten yhteisöihin ja kasvi-pölyttäjäverkostoihin.

Tutkimuksessa havaittiin, että lähes neljännes pölyttäjien kukkakäynneistä ja verkostoyhteyksistä kohdistui vieraskasveihin. Tulosten perusteella kasvi-pölyttäjaverkostojen rakenne vaikuttaa kestäväen yllättävän hyvin vieraskasvilajien leviämisen kasviyhteisöihin.

Vieraslajien levinneisyyden mallintaminen

Vieraslajien leviämistä kohdealueilla ja uusille alueilla voidaan ennustaa ns. ekolokeromallinnuksen (ecological niche modelling) avulla, josta yksi esimerkki on bioklimaattisten vyöhykkeiden mallinnus (bioclimatic envelope modelling). Tällainen mallinnus perustuu niin sanotun ekologisen konservatismiin periaatteeseen. Johtoajatukseksi on, että vieraslajin levinneisyyttä rajoittavat kohdealueella todennäköisesti samat ilmastolliset tekijät, jotka rajoittivat lajin levinneisyyttä sen alkuperäisellä maantieteellisellä alueella (Peterson 2003; Peterson ym. 2008). Puhtaasti fysikaalisten tekijöiden lisäksi myös vuorovaikutussuhteet muiden eliölajien kanssa vaikuttavat lajin toteutuneeseen levinneisyyteen (Pearson ja Dawson 2003). Tästä huolimatta on mahdollista ennustaa ainakin kohtalaisella tarkkuudella vieraslajin laajin potentiaalinen levinneisyys uudella maantieteellisellä alueella kun käytetään lajin esiintymisen kannalta keskeisiä ilmastollisia muuttujia. Vastaavaa periaatetta hyödyntämällä voidaan myös tunnistaa alueita, joilta vieraslajien pysyvien kantojen muodostus ja luontoon leviäminen (eli kotiutuminen tai "naturalisaatio") on erityisen todennäköistä ilmastollisten rajoitusten puuttumisen vuoksi (Fronzek ym. 2008).

Edellä esitetyn periaatteen mukaisesti Peterson ym. (2008) mallinsivat ilmastonmuutoksen vaikutuksia 1804 eurooppalaista alkuperää olevan kasvilajin levinneisyyteen Euroopassa ja potentiaalisilla kohdealueilla muilla mantereilla. Merkittävä osa ennustetuista muutoksista oli päinvastaisia eri mantereilla eli potentiaalisen levinneisyysalueen laajenemisia yhdellä ja supistumisia toisilla mantereilla. Tämän perusteella kirjoittajat ennustavat, että merkittäviä kasviyhteisöjen uudelleenjärjestymisiä on odotettavissa seuraavina vuosikymmeninä ilmastonmuutoksen ja vieraslajien levittäytymisen vuoksi (Peterson ym. 2008).

2.2.2

Vieraslajien tärkeimmät leviämisreitit ja leviämisdynamiikka

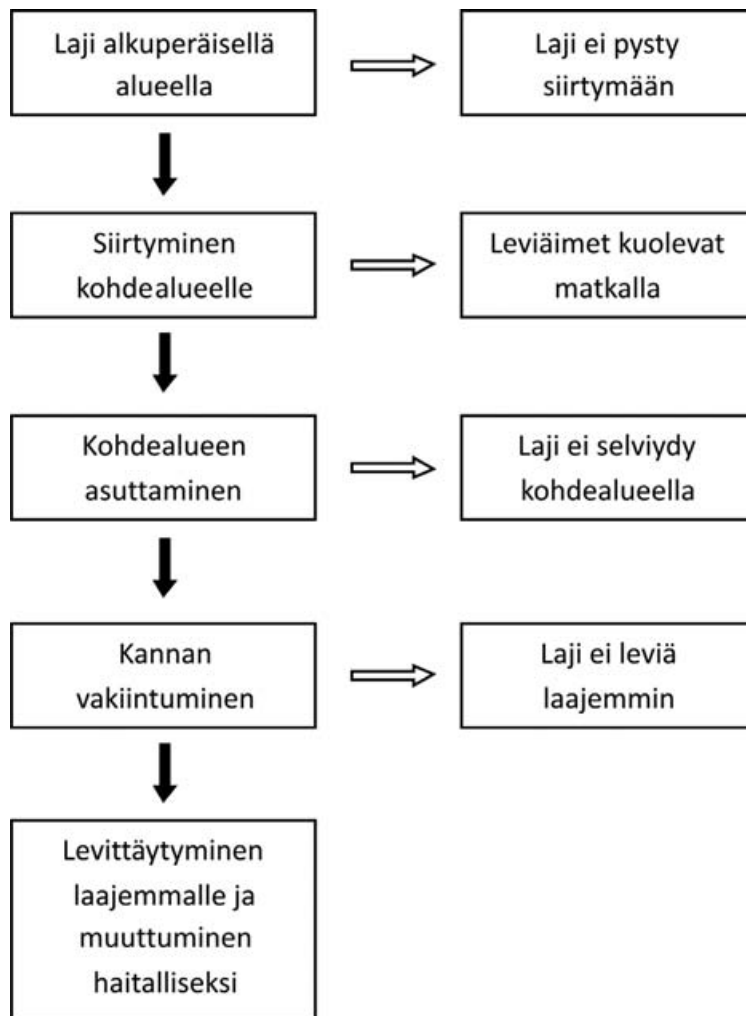
Globalisaatio on johtanut vieraslajien leviämisen voimistumiseen kansantuotteen kasvun ja nopeasti lisääntyneen kansainvälisen kaupan ja liikenteen myötävaikutuksella (Hulme 2009). Uudet liikenneyhteydet merellä, maalla ja ilmassa ovat samalla synnyttäneet uusia reittejä vieraslajien leviämiseksi. Internetin välityksellä käytävän kaupan myötä on helppoa tilata eri puolilla maailmaa tehtyjä tuotteita – esimerkiksi kasvien siemeniä – lähes kaikkialle. Tämä entuudestaan nopeuttaa vieraslajien hallitsematonta leviämistä.

Hulmen (2009) mukaan voidaan erottaa neljä erilaista vieraslajien kulkeutumistapaa: (1) kontaminaatio – esimerkkinä käsittelemättömän raakapuutavaran mukana kulkeutuvat tuholaiset, (2) salamatkustajat – esimerkkinä laivojen painolastivesien mukana kulkeutuvat eliöt, (3) leviämiskäytävät – esimerkkinä teiden, rautateiden ja kanavien rakentaminen ja (4) luontainen leviäminen jolloin laji leviää omin keinoin uudelle alueelle, jossa sitä ei ole aiemmin esiintynyt. Näiden eri kulkeutumistapojen summana syntyy ns. leviäinpaine (propagule pressure), joka kuvastaa vieraslajien kulkeutumisen ja kolonisaation todennäköisyyttä (Lockwood ym. 2005; Hulme 2009). On huomattava, että kohdassa (4) esitetty lajin leviäminen uudelle alueelle omin keinoin tarkoittaa vieraslajin leviämistä esimerkiksi Euroopan valtiosta toiseen. Myös tähän kulkeutumistapaan liittyy kuitenkin lajin kulkeutuminen aiemmassa vaiheessa invaasioalueelle jotakin kolmea ensiksi mainittua reittiä myöten (Hulme ym. 2008. Hulme 2009). Siten myös tässä yhteydessä haitallisella vieraslajilla tar-

koitetaan ihmisen toiminnan mukana uudelle maantieteelliselle alueelle levinnyttä eliölajia.

Wilsonin ym. (2009) mukaan ihmisen avustama vieraslajin leviäminen eroaa luontaisesta leviämisestä monin tavoin. Tämänkaltainen leviäminen tapahtuu yleensä lisääntyneen leviänpaineen kautta, jolloin vieraslajin kulkeutuminen uudelle alueelle tapahtuu useista lähtöpopulaatioista useisiin kohteisiin. Tämän seurauksena vieraslajin perinnöllinen monimuotoisuus on usein korkeampi kuin luontaisesti leviävien lajien geeniperimä. Korkea perinnöllinen monimuotoisuus lisää vieraslajin leviämisenopeutta ja kasvattaa sen luontoon levittäytymisen ja pysyvien kantojen muodostamisen todennäköisyyttä (Wilson ym. 2009).

Vieraslajin leviämisen todennäköisyyden arvioimiseksi on esitetty neljän 'askeleen' malli, jossa voidaan arvioida todennäköisyys kullekin askeleelle leviämistapahtuman kuluessa (Kuva 3; Lockwood ym. 2005; Hellmann ym. 2008). Mallin ensimmäisessä askelmassa (transport) laji siirtyy ihmisen avustamana uudelle alueelle, toisessa askelmassa (colonization) laji pyrkii kolonisoimaan eli saamaan jalansijan kohdealueella, ja kolmannessa askelmassa (establishment) lajin kanta vakiintuu kohdealueella. Viimeisessä askelmassa (landscape spread) lajin kanta alkaa kasvaa nopeasti minkä seurauksena laji alkaa myös levittäytyä nopeasti.



Kuva 3. Vieraslajin leviämisprosessia kuvaava neljän askeleen malli. Muokattu Lockwoodin ym. (2005) ja Hellmannin ym. (2008) esittämien mallien pohjalta.

Paikallisissa tutkimuksissa vieraskasvilajien leviämisenopeuden on todettu vaihtelevan voimakkaasti välillä 2 m/v ja 370 m/v (Pysek ja Hulme 2005). Laajempien alueiden tarkasteluissa mitatut leviämisenopeudet ovat noin kahta kertaluokkaa suurempi, maksimissaan jopa 167 km/v. Pitkiä paikalta toiselle levittäytymisiä saattaa kasveilla tapahtua myös hitaan populaatiokasvun aikana, eikä näillä tapahtumilla välttämättä ole selvää yhteyttä lajin populaatiokokoon (Pysek ja Hulme 2005). Williamsonin ym. (2005) tutkimuksessa seurattiin 63 Tsekin tasavallassa ja 7 Brittein saarilla esiintyvän vieraskasvilajin levinneisyysalueen laajenemista. Työssä havaittiin, että lajien levinneisyysalueen koko kaksinkertaistui keskimäärin noin kymmenessä vuodessa ja levinneisyysalueiden reunat siirtyivät keskimäärin 2 km/v. Noin kolmanneksella lajeista esiintyi aikaviiveitä leviämässä ja useilla lajeilla leviämisenopeus hidastui leviämisen prosessin loppua kohti.

Vieraslajin saapumisesta ja vakiintumisesta kuluneen ajan on havaittu vaikuttavan siihen kuinka todennäköisesti lajista tulee haitallinen, laajalle levinnyt vieraslaji, joka aiheuttaa merkittäviä muutoksia eliöyhteisöissä (Pysek ja Hulme 2005). Williamson ym. (2009) vertasivat vieraskasvilajien levinneisyysalueiden kokoa lajien ensimmäisestä havainnosta kuluneeseen aikaan. Tutkimuksessa havaittiin, että vakiintuneiden uustulokkaiden levinneisyysalueen koon ja ensimmäisestä havainnosta kuluneen ajan välillä oli suora riippuvuusuhde. Levinneisyysalueiden koko pieneni järjestyksessä muinaistulokkaat (arkeofyytit eli kasvit jotka saapuneet ennen vuotta 1500) > vakiintuneet uustulokkaat (neofyytit) > satunnaiset eli vakiintumattomat uustulokkaat. Tulosten perusteella Williamson ym. (2009) esittivät arvion, että kestää ainakin noin 150 vuotta ennen kuin vieraslaji on saavuttanut suurimman mahdollisen levinneisyytensä alueellisessa mittakaavassa (10^5 km²). Myös Hulme (2008) totesi, että vieraskasvilajeilla oli alkuperäisiä lajeja pienemmät levinneisyysalueet eli vieraskasvilajit olivat alkuperäisiä lajeja harvinaisempia. Toisaalta vieraskasvilajeilla alueellinen vaihtuvuus (spatial turn-over; lajien korvautuminen toisilla lajeilla siirryttäessä alueelta toiselle) oli suurempaa minkä seurauksena niiden lajimäärä kasvoi nopeammin tutkittavan alueen pinta-alan kasvaessa.

Alkuperäisten ja vieraskasvien väliset erot johtuvat ilmeisesti alueellisen tason tekijöiden kuten elinympäristöjen määrän eroista sekä mahdollisesti myös eroista leviämispaineesta ja leviämishistoriassa (Hulme 2008). Vieraskasvilajin leviämisenopeuteen vaikuttaa kohdealueelle saapumisesta kuluneen ajan lisäksi aika, jonka vieraslaji on elänyt vieraslajina jollain muulla alueella (La Sorte ja Pysek 2009). Esimerkkinä tästä ovat vieraslajit, jotka saapuivat Eurooppaan muinaistulokkaina (ennen vuotta 1500) ja jotka myöhemmin ovat levinneet vieraslajeina Pohjois-Amerikkaan. Eurooppalaista alkuperää olevat vieraslajit olivat siten Pohjois-Amerikassa laajemmalle levinneitä, niiden yhteisöjen samankaltaisuus pieneni hitaammin maantieteellisen etäisyyden myötä, ja ne olivat todennäköisemmin haitallisempia kuin muilta mantereilta tulleet vieraslajit. Tämän ilmiön syyksi La Sorte ym. (2009) esittivät lajien Euroopassa vieraslajeina viettämän ajan. Tämän pitkän aikajakson kuluessa luonnonvalinta on suosinut näissä lajeissa piirteitä, jotka lisäävät lajin todennäköisyyttä muuttua haitalliseksi vieraslajiksi.

Hulme ym. (2008) kuvaavat yksityiskohtaisemmin vieraslajien leviämisen mekanismeja ja reittejä. He erottavat kolme erilaista mekanismia (mechanisms) ja kuusi mekanismeihin perustuvaa leviämisenreittiä (pathways). Ensimmäinen mekanismi eli kauppatavaran (commodity) tuonti mahdollistaa kolme leviämisenreittiä: vapauttamisen (release), karkaamisen (escape) ja kontaminaation (contamination). Vapauttamisessa sekä vieraslajin tuonti uudelle alueelle että vapauttaminen luontoon ovat tietoisia toimia. Karkaamisessa tuonti uudelle alueelle on tietoista, mutta karkaaminen luontoon tahatonta. Kontaminaation tapauksessa sekä tuonti uudelle alueelle että karkaaminen luontoon ovat tahattomia tapahtumia (Hulme ym. 2008). Toinen vieraslajin leviämismekanismi eli liikennevälineen (vector) mukana saapuminen

mahdollistaa erityisesti saapumisen salamatkustajana (stowaway). Kolmas leviämismekanismi eli leviäminen (dispersal) mahdollistaa vieraslajin leviämisen sekä ihmisen rakentamaa leviämiskäytävää (corridor) pitkin että avustamattoman leviämisen (unaided) alueelta, jolle laji on jo aiemmin saapunut vieraslajina. Keller ym. (2009) selvittivät yksityiskohtaisesti Iso-Britannian sisävesien vieraslajien saapumismekanismeja ja leviämisreittejä. Heidän mukaan koristekasvien ja -eläinten kauppa oli tärkein yksittäinen selittävä tekijä sekä tietoisissa (73%) että tahattomissa (34%) vieraslajien saapumisissa. Laivaliikenne ja kalankasvatus olivat merkittäviä lisätekiöitä. Lisäksi ihmisen aiheuttama sisävesien elinympäristöjen voimakas muuntuminen on edistänyt monien vieraslajien kotiutumista ja leviämistä.

Euroopan satamiin saapuvien laivojen painolastivesistä on havaittu noin 1 000 eliölajia (Hulme 2007). Maailmanlaajuisesti noin 3-5 miljardia tonnia painolastivesiä siirtyy vuosittain laivojen mukana alueelta toiselle, joten painolastivesien merkitys vieraslajien leviämisessä on erityisen suuri. Myös kanavien rakentaminen on lisännyt vesieliöstön siirtymisiä alueiden välillä (Hulme 2007). Suezin kanavan rakentaminen on johtanut erityisesti Punaiseltamereltä peräisin olevan lajiston vakiintumiseen Välimerellä. Vastaavasti Euroopassa sisävesien kanavien rakentaminen on johtanut Mustaltamereltä ja Kaspiamereltä peräisin olevan lajiston levittäytymiseen Pohjanmereen ja Itämereen.

Viime vuosina tietoinen vieraslajien luontoon vapauttaminen on pienentynyt suhteessa tahattomiin vieraslajien saapumisiin. Tahattomasti saapuvien vieraslajien saapuminen kuitenkin jatkuu kiihtyvällä tahdilla useissa eliöryhmissä. Kauppatavarana (commodity) tuontiin liittyvien vieraslajien valvonta sisältyy useisiin kansainvälisiin sopimuksiin. Näihin sopimuksiin sisältyvien tavoitteiden valvonta on periaatteessa suoraviivaista. Tavoitteiden soveltamisessa käytäntöön kansallisella tasolla on kuitenkin ilmennyt huomattavia ongelmia. Esimerkiksi haitalliseksi vieraslajiksi todetun lajin kaupallinen myynti saattaa jatkua useissa maissa (Hulme ym. 2008). Tietoinen vieraslajin vapauttaminen luontoon tulisi siksi aina olla luvanvaraista ja sitä tulisi edeltää yksityiskohtainen riskinarviointi.

Lainsäädäntö ja mekanismit vieraslajien tahattoman leviämisen seuraamiseksi ja estämiseksi ovat useimmissa Euroopan maissa heikosti kehittyneitä verrattuna vieraslajien tuontiin kauppatavarana. Siksi tahattomasti leviävien vieraslajien seurantaan ja ennaltaehkäisyyn liittyy erityisen suuria haasteita sekä kansallisella että Euroopan laajuisella tasolla (Hulme ym. 2008). Edellä esitetty jako kuuteen pääasialliseen leviämisreittiin on tarkoitettu avustamaan lainsäädännön ja seurantajärjestelmien kehittämisessä kummallakin tasolla. Kunkin leviämisreitien kohdalla tulisi osoittaa vastuullinen taho, jonka tehtävänä on varmistaa, ettei tavaralla käytävä kauppa, liikenne tai rakentaminen edesauta vieraslajien leviämistä. Säätelyn kannalta vaikeimpia ovat tapaukset, jossa vieraslajin saapuminen on mahdollista useita leviämisreittejä pitkin (Hulme ym. 2008).

2.2.3

Vieraslajien tyypilliset ominaisuudet ja elinympäristöt

Lajiominaisuuksien vaikutusta vieraslajien kolonisaatiokykyyn (invasiivisuuteen) on tutkittu erityisesti putkilokasveilla. Tutkimukset on usein tehty vertailevilla menetelmillä, joiden avulla pyritään lajiominaisuuksien perusteella ennustamaan voivatko leviämässä olevat vieraslajit muuttua haitallisiksi vieraslajeiksi kohdealueella. Pyšek ja Richardson (2007) kokosivat yhteen vuosina 1995–2005 julkaistujen vieraskasveja käsittelevien vertailevien tutkimusten tulokset. Useita kasvisukuja sisältäneiden vertailujen perusteella tärkeimpiä vieraslajin invasiivisuutta kuvaavia, tai siihen korreloituneita, ominaisuuksia ovat kasvin korkeus, kasvullinen lisääntyminen, aikainen ja pitkäkestoinen kukintakausi sekä viehättävyys ihmissilmälle. Lisäksi pelkäästään

sukujen sisäisiin vertailuihin perustuvista tutkimuksista nousee esille kasvin korkea 'specific leaf area'. Tämä indeksi kuvaa kasvin lehden rakennetta; vieraslajien kohdalla kasvin lehden suuri pinta-ala suhteessa paksuuteen näyttäisi olevan tekijä, joka lisää vieraskasvin menestyksellisyttä.

Levinneisyysalueen suuri koko lähtöalueella on yksi tärkeä vieraslajin menestyksellisyttä kuvaava tekijä. Pyšekin ja Richardsonin (2007) työssä se jätettiin kuitenkin tarkastelun ulkopuolelle koska se ei varsinaisesti ole kasvin lajiominaisuus. On myös mahdollista, että tietyt lajiominaisuuksien yhdistelmät selittävät vieraslajien luontoon leviämisen tehokkuutta yksittäisiä ominaisuuksia paremmin. Tämän selvittämiseksi Küster ym. (2008) tutkivat 40 lajiominaisuuden vaikutuksia leviämismenestykseen 388 vieraskasvilajilla Saksassa. Tutkimuksessa havaittiin, että tietyt ominaisuuksien yhdistelmät todella selittivät leviämismenestystä paremmin kuin yksittäiset lajiominaisuudet. Esimerkiksi kasvin kukintakauden pituuden vaikutus leviämismenestykseen riippuu kasvin pölytystavasta, ja toisaalta kukinnan ajoitus vaikutti polyploidisten kasvien (joissa solun peruskromosomisto esiintyy monikertaisena) ja rönsyjen kautta leviävien vieraskasvien leviämismenestykseen.

Toisessa laajassa tutkimuksessa Pyšek ym. (2009) selvittivät mitkä tekijät ovat vaikuttaneet Keski-Euroopassa esiintyvien kasvilajien menestykseen vieraslajeina muualla maailmassa. Tutkimuskohteena oli 1218 Euroopassa luonnonvaraista kasvilajia, ja tutkimusmateriaalina 706 erilaista kasvistoaineistoa. Tässäkin tutkimuksessa havaittiin, että kasvilajin laaja levinneisyys lähtöalueella sekä esiintyminen useilla ilmastovyöhykkeillä selittivät parhaimmin lajin leviämismenestystä. Varsinaisilla lajiominaisuuksilla havaittiin yleensä vain epäsuoraa vaikutusta, ja menestykseen positiivisesti vaikuttavat ominaisuudet olivat samoja kuin Pyšekin ja Richardsonin (2007) yhteenvetotutkimuksessa: aikainen kukinta, korkeakasvuisuus ja kasvullinen lisääntyminen. Muita leviämismenestykseen positiivisesti vaikuttaneita ominaisuuksia olivat kasvin kasvumuoto (growth form), solujen kromosomiston moninkertautuminen (polyploidia) ja leviäminen useiden vektoreiden avulla.

Krivanek ym. (2006) selvittivät mitkä tekijät vaikuttivat puuvartisten kasvien todennäköisyyteen karata istutuspaikoiltaan ja vakiintua kohdealueen (Tšekin tasavalta) luontoon. Tutkituista 28 puulajista 14 onnistui karkaamaan viljelyksiltä ja näistä 10 lajia pystyi vakiintumaan luonnossa. Tärkeimmät karkaamisen ja vakiintumisen onnistumista selittävät tekijät olivat istutuksesta kulunut aika ja se kuinka usealle alueelle lajia oli istutettu. Bucharova ja van Kleunen (2009) selvittivät 582 pohjois-amerikkalaisen puuvartisen kasvilajin vakiintumisen todennäköisyyteen Euroopassa vaikuttavia tekijöitä; 278 lajin osalta tarkastelussa käytettiin lajiominaisuustietoja. Kuten edellisessä tutkimuksessa, tärkeimmiksi vakiintumismenestykseen vaikuttaviksi tekijöiksi todettiin alkuperäisten istutuspaikkojen määrä ja Eurooppaan tuonnista kulunut aika. Ikivihreät lajit ja lajit, jotka kestävät sademäärän vaihteluita vakiintuivat muita todennäköisemmin vieraslajeina. Varsinaisten puulajien vakiintumisen todennäköisyys oli vain 56 % muiden puuvartisten kasvien todennäköisyydestä.

Chytrý ym. (2008) tutkivat 545 vieraskasvilajin esiintymistä yli 52 000 tutkimusalueella, jotka jakautuivat 33 elinympäristötyyppiin kolmella Euroopan alueella: Kataloniassa, Iso-Britanniassa ja Tšekin tasavallassa. Vieraslajeja havaittiin erityisen runsaasti erilaisissa ihmisvaikutteisissa häiriöympäristöissä, joiden ravinnepitoisuudessa oli huomattavaa ajallista vaihtelua. Vieraslajeja esiintyi runsaasti myös erilaisissa ranta- ja kosteikkoympäristöissä. Kosteikkoympäristöjen suuren merkityksen vieraslajien elinympäristönä vahvistivat myös Vilà ym. (2007) Kataloniaan rajoittuneessa tutkimuksessa. Vähän vieraslajeja havaittiin Chytrýn ym. (2008) tutkimuksessa erilaisissa vähäravinteisissa ympäristöissä kuten soilla, nummilla ja vuoristoniityillä. Uustulokkaita vieraslajeja havaittiin tyypillisesti samoissa ympäristöissä kuin muinaistulokkaita. Siten muinaistulokkaiden suurta määrää voidaan pitää elinympäristön vieraslajiherkkyden indikaattorina. Uustulokkaita havaittiin kuitenkin jonkin verran

munaistulokkaita enemmän kosteissa ja häiriöiden muokkaamissa ympäristöissä. Maskell ym. (2006) selvittivät 35 uustulokkaan vieraskasvilajin esiintymistä Iso-Britannian joenvarsikosteikoissa. Tutkimuksessa havaittiin, että korkeimmat vieraslajien määrät esiintyivät luontaiset piirteensä menettäneiden, ihmisen voimakkaasti muokkaamien jokien varsilla. Vieraslajeja sisältäneillä tutkimusaloilla esiintyneet alkuperäiset kasvilajit olivat korkeita ravinnepitoisuuksia ja korkeaa pH:ta vaativia, kilpailullisesti voimakkaita lajeja.

Pyšek ym. (2010) selvittivät laajassa yhteenvetoartikkelissa, minkälaisissa elinympäristöissä eri lajiryhmiä edustavat vieraslajit esiintyvät. Tutkimuksessa verrattiin vieraslajikasvien, -hyönteisten, -matelijoiden, -sammakkoeläimien, -lintujen ja -niskäkäiden esiintymistä kymmenessä erilaisessa elinympäristötyypissä. Tutkimusaineisto perustui 1500 erilliseen alueelliseen aineistoon. Työssä havaittiin, että kasvien ja hyönteisten vieraslajit keskittyivät ihmisen muokkaamiin, kaupunki- tai viljelyympäristöihin. Vieraskasvilajeja esiintyi lisäksi runsaasti kosteikkoympäristöissä. Selkärangaisryhmien vieraslajit jakautuivat tasaisemmin eri elinympäristötyyppeihin. Tutkimuksessa hahmottuikin kaksi toisistaan poikkeavaa vieraslajiryhmää elinympäristöpainotuksien mukaan: kasvit ja hyönteiset ja toisaalta selkärangaiset eläimet (Pyšek ym. 2010). Kuten Chytrý ym. (2008) olivat jo aiemmin todenneet, erilaiset maaperän ravinnepitoisuuksiltaan alhaiset elinympäristöt kuten suot, niityt, nummet ja pensastomaat sisälsivät suhteellisesti vähiten vieraslajeja. Tämä viittaa siihen, että vieraslajeilla voi olla vaikeuksia muodostaa vakiintuneita kantoja tällaisiin ympäristöihin (vrt. bioottinen vastustuskyky).

Hejda ym. (2009b) selvittivät miten vieraskasvilajien elinympäristöt niiden alkuperaisilla levinneisyysalueilla vaikuttavat siihen, miten todennäköisesti laji on levinnyt voimakkaasti kohdealueen, Tšekin tasavallan, luontoon. Vertailussa oli mukana 282 uustulokaskasvilajia. Tulosten mukaan alkuperäisellä alueellaan lämpimissä metsänreunoissa, lehtimetsissä sekä puistoissa ja puutarhoissa esiintyvät lajit vakiintuivat todennäköisemmin vieraslajeina. Suurimmat vieraslajien osuudet olivat kuitenkin joenvarsien häiriöympäristöissä sekä maanvyörymäalueilla. Lisäksi on huomattava, että kun tarkasteluun liitettiin myös lajiominaisuudet, lähtöalueen elinympäristön itsenäisen vaikutuksen merkitys oli hyvin pieni, eli toissijainen lajiominaisuuksiin nähden (Hejda ym. 2009b).

Käytännönläheinen tapa ennustaa vieraslajin haitallisuutta uudella alueella on selvittää millaisia ongelmia se on aiheuttanut niillä alueilla, joille se on levinnyt ja vakiintunut vieraslajina jo aiemmin. Myös erilaisia tilastollisia menetelmiä on käytetty vieraslajin leviämisenopeuden ja haitallisuuden ennustamiseksi etukäteen, joita voidaan käyttää ennen kuin laji on vielä levinnyt kohdealueelle. Krivanek ja Pyšek (2006) testasivat Australiassa kehitettyä WRA-menetelmää (weed risk assessment scheme; Pheloung ym. 1999) 180 puuvartisen vieraskasvilajin vakiintumismenestyksen ennustamiseksi Keski-Euroopassa. Tässä menetelmässä vastataan joukkoon (49 kappaletta) lajin eliömaantiedettä, ekologiaa ja lajiominaisuuksia käsitteleviä kysymyksiä. Lajin riskitaso määritellään vastauksien perusteella. Vähintään kymmeneen kysymykseen on vastattava jotta laji voidaan luokitella. WRA-analyysiin yhdistetyn päätöspuu-analyysin (decision tree analysis; Daehler ym. 2004) avulla pystyttiin tunnistamaan 100 % eli kaikki leviämisherkistä puuvartisista kasvilajeista, ja menetelmän kokonaistarkkuus oli 85,5 %. Tulosten perusteella WRA-analyysi yhdistettynä päätöspuu-analyysiin on potentiaalinen menetelmä vieraslajien haitallisuuden ennustamiseksi etukäteen. Siten menetelmän toimivuutta kannattaisi kokeilla myös Suomen oloissa.

Nentwig ym. (2010) sovelsivat Euroopan vieraslajinissäkkäisiin pisteytysmenetelmää, jonka tavoitteena oli lajin haitallisuuden ennustaminen. Tässä menetelmässä kootaan tiedot kunkin vieraslajin vaikutuksista ja pisteytetään potentiaaliset vaikutukset asteikolla nollassa (olematon vaikutus) viiteen (suurin mahdollinen vaikutus). Pisteytyksessä tarkastellaan kymmentä eri vaikutusta, jotka on jaettu ympäristöllisiin

ja taloudellisiin vaikutuksiin, ja kustakin tekijästä saadut pisteet lasketaan yhteen. Vieraslajin todellinen vaikutuspisteitys saadaan kertomalla potentiaalinen piste-määrä lajin levinneisyyden pinta-alalla. Euroopan nisäkkäistä saivat rotta (*Rattus norvegicus*), piisami (*Ondathra zibethicus*) ja japaninkauris eli japaninhirvi (*Cervus nippon*) tämän tutkimuksen korkeimmat haitallisuutta kuvaavat kokonaispistemäärät (Nentwig ym. 2010). Lajeilla, joiden potentiaaliset ympäristövaikutukset olivat suuria, oli myös huomattavia potentiaalisia taloudellisia vaikutuksia. Lisäksi potentiaalisten vaikutusten määrä oli riippuvainen lajin levinneisyysalueen koosta Euroopassa. Käytetty pisteytysmenetelmä osoittautui toimivaksi tiedon puutteellisuuksista huolimatta, ja Nentwig ym. (2010) ehdottavat menetelmän soveltamista myös muihin eliöryhmiin vieraslajien haitallisuuden ennustamiseksi.

2.2.4

Ilmastonmuutoksen vaikutus vieraslajien leviämiseen

Käynnissä olevan ilmastonmuutoksen seurauksena monien vieraslajien on havaittu levinneen viileämmille alueille, joilla ne eivät ole aiemmin selvinneet tai pystyneet lisääntymään (Walther ym. 2009). Ilmastonmuutos edistää vieraslajien levittäytymistä, sillä se voimistaa leviämisen prosessin eli ns. invaasiopolun (invasion pathway) päävaiheiden toteutumisen todennäköisyyttä (Kuva 3; Lockwood ym. 2005; Hellmann ym. 2008; Walther ym. 2009). Nämä muutokset johtavat vieraslajin levinneisyysalueen muutoksien nopeutumiseen, vaikutuksien voimistumiseen kohdealueen luonnossa sekä lisääntyviin vaikeuksiin vieraslajien poistotoimissa ja kannan säätelyssä.

Ilmaston lämpeneminen vaikuttaa todennäköisesti usein eri tavoin vieraslajeihin (Hellmann ym. 2008; Walther ym. 2009). Lajien kulkeutumisen osalta vieraslajin selviytymistodennäköisyys tai leviänpaine kohdealueella saattaa kasvaa niin paljon, että laji pystyy asuttamaan (colonization) kohdealueen. Esimerkiksi Jäämeren sulaminen kesäisin voi lyhentää merimatkaa siten, että salamatkustajina kulkevat vieraslajit selviävät useammin matkasta hengissä. Toiseksi lämpeneminen voi vaikuttaa lajin lisääntymismenestykseen ja kannan muodostukseen. Tällöin viileämmän ilmaston sekä hengissä säilymiselle että lisääntymiselle aiheuttamat esteet heikkenevät ja samalla onnistuneen asuttamisen ja vakiintumisen (establishment) todennäköisyydet kasvavat. Esimerkiksi vieraskasvilajilla jonka siementuotto on nykyisin mahdollista vasta Keski-Euroopan ilmastossa, voi tulevaisuuden ilmastossa siementuotanto onnistua yhtä lailla Suomessa. Tämä mahdollistaisi lajin kannan vakiintumisen ja leviämisen täällä.

Kolmas merkittävä tekijä on se, että ilmastollisten rajoitteiden merkityksen pienen-tyessä jo vakiintuneiden vieraslajien kannat voivat levitä nykyistä selvästi pohjoisem-maksi. Monella vieraslajilla on nopeaan leviämiseen sopivia lajiominaisuuksia (Dukes ja Mooney 1999). Siksi useat vieraslajit voivat levittäytyä alkuperäistä lajistoa selvästi nopeammin ja hyötyä lämpenevästä ilmastosta alkuperäistä lajistoa enemmän. Neljäs huomioitava seikka on se, että vieraslajien vaikutukset kohdealueen luontoon saat-tavat muuttua ilmaston lämmitessä. Esimerkiksi vieraslajin suhteellinen painoarvo lajien välisessä kilpailussa voi lisääntyä, mikä johtaa vieraslajin yksilömäärän tai biomassan kasvuun samalla kun alkuperäisten lajien runsaus ja biomassat vähene-vät. Näiden muutosten seurauksena vieraslajien kantojen säätelemiseksi käytävien keinojen vaikutukset saattavat muuttua. Esimerkiksi mekaanisen hoidon vaikutukset vieraskasvilajien kantoihin saattavat heikentyä lämpenemisen vaikutuksesta. Sa-moin vieraslajien torjunnassa käytettyjen kemiallisten aineiden vaikutukset voivat muuttua.

Iso-Britanniassa on esitetty varovaisena arviona, että maan puutarhoissa kasvaa ihmisen istuttamina noin viisikymmentä kertaa enemmän putkilokasvilajeja kuin maasa on luontaisesti esiintyviä kasvilajeja (Hulme 2007). Onkin esitetty, että puutarhat

voivat ilmaston lämmitessä toimia eräänlaisina leviämiskeskuksina, joista vieraskasvilajit leviävät luonnonympäristöihin kun lämpeneminen mahdollistaa niiden lisääntymisen ja kannan kasvun. Van der Veken ym. (2008) selvittivät kauppuutarhojen merkitystä kasvien levittäytymiselle vertaamalla 357 alkuperäisen eurooppalaisen kasvilajin luontaista levinneisyyttä niiden esiintymiseen kaupallisissa taimitarhoissa. Tutkimuksessa havaittiin, että kasveja kasvatettiin taimitarhoissa keskimäärin 1 000 km pohjoisempana verrattuna lajien luontaiseen esiintymisalueeseen. Tulosten perusteella on todennäköistä, että ilmaston lämmitessä puutarhataimien kasvatusta ja kauppa mahdollistavat monen kaupallisesti hyödynnetyn kasvin nopean leviämisen ja vakiintumisen puutarhoista luonnonympäristöihin (Van der Veken ym. 2008).

Ilmastonmuutoksen ennustetut vaikutukset vieraslajien leviämiseen ja vaikutuksiin ovat niin suuria, että tulevaisuudessa vieraslajien kontrollointiin tähtäävien menetelmien kehittämisessä on välttämätöntä yhdistää vieraslajien biologiaa koskeva tietämys ilmastonmuutosta koskevaan tietoon (Hellmann ym. 2008). Tulevaisuudessa on tarpeen lisätä valtioiden rajat ylittävää seuranta ja vahvistaa kansainvälistä koordinaatiota vieraslajien torjunnassa. Ilmastonmuutoksen seurauksena vieraslajien leviämistä koskevien riskiarviointien tulisi kattaa maantieteellisesti selvästi nykyistä laajempia alueita, jotta vieraslajien muuttuvien levinneisyysalueiden vaikutukset voitaisiin huomioida paremmin.

2.2.5

Vieraslajien poistaminen ja kantojen säätely

Haitallisen vieraslajin aiheuttamien haittojen minimoimiseksi on keskeistä toimia mahdollisimman varhain eli välittömästi sen jälkeen kun ensimmäiset havainnot vieraslajin yksilöistä tietyllä alueella ovat tulleet tietoon. Tällöin on mahdollista tehdä vieraslajin eradikaatio eli lajin lisääntymiskykyisten yksilöiden poistaminen luonnosta ennen kuin lajin kanta on vakiintunut ja laji on alkanut levittäytyä laajemmin (Myers ym. 2000; Simberloff 2003; 2009). Kun vieraslajin levittäytyminen kohdealueella on lähtenyt liikkeelle, on lajin täydellinen eradikaatio enää harvoin mahdollista. Sen sijaan vieraslajin kannan kokoa on edelleen mahdollista säädellä haittojen vähentämiseksi. Tässä työssä voidaan käyttää esimerkiksi biologista torjuntaa tai erilaisia mekaanisia tai kemiallisia torjuntakeinoja.

Simberloff (2003; 2009) esitti yhteenvedoissaan useita eradikaation onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä. Keskeistä onnistumiselle on riittävän aikainen toiminta. Tämä edellyttää jonkinlaisen varoitusjärjestelmän (early warning system) olemassaoloa, jotta haitallisen vieraslajin yksilöiden havainnot saadaan nopeasti vastuullinen viranomaisen tietoon. Toinen keskeinen tekijä onnistuneessa eradikaatiossa on se, että voidaan osoittaa vastuullinen taho, esimerkiksi viranomaisen, jonka tehtäviin eradikaation käytännön toteuttaminen kuuluu. Kyseisellä viranomaisella tulee myös olla käytettävissä riittävät voimavarat tehtävän toteuttamiseen. Vieraslajin torjuminen ja poistaminen ei leviämisen alkuvaiheessa useinkaan vaadi kovin yksityiskohtaista tietoa lajin biologiasta: yleensä on tarpeen tehdä vain nopea kirjallisuuden läpikäynti mahdollisista torjuntamenetelmistä. Näistä valitaan se, jonka voidaan odottaa vaikuttavan kohteena olevan vieraslajin yksilöihin tehokkaimmin samalla kun tuotetaan mahdollisimman vähän vahinkoa alueen alkuperäiselle lajistolle. Tehokkaiden torjuntamenetelmien löytäminen tällä tavoin on kuitenkin todennäköisempää jos kohteena olevan vieraslajin biologia kohtalaisen hyvin tunnettu.

Kun vieraslaji on ehtinyt levitä laajemmalle, on yhä mahdollista kehittää erilaisia menetelmiä lajin kannan koon rajoittamiseksi. Tällöin kuitenkin lajin biologiaa koskevan tietämyksen tarve on selvästi suurempi kuin leviämisen alkuvaiheessa ja lajin eradikaatiota yritettäessä (Simberloff 2003; 2009). Usein tällöin joudutaan testaamaan kokeellisesti erilaisten hoitomenetelmien vaikutuksia kohteena olevaan vierasla-

jiin. Käytettyjen kemiallisten ja mekaanisten menetelmien kyky rajoittaa haitallisen vieraslajin menestystä voi olla varsin rajallinen. Esimerkiksi jättiputken (*Heracleum mantegazzianum*) mekaanisten torjuntamenetelmien vertailu (Pyšek ym. (2007) osoitti, että kasvin mekaanisessa torjunnassa joudutaan usein tekemään kompromissi nuorien versojen alkukesällä tapahtuvan leikkaamisen ja siemensarjojen loppukesällä tapahtuvan leikkaamisen välillä. Tämän siksi, että alkukesällä tapahtuva versojen leikkaaminen johtaa voimakkaaseen uudelleenkasvuun ja kasvikohtaisen siementuoton lisääntymiseen. Sen sijaan loppukesällä tehtävä siemensarjojen leikkaaminen alentaa kasvin siementuottoa, muttei puolestaan estä jättiputken yksilöiden kasvua ja voimakasta vaikutusta ympäröivään kasvillisuuteen. Kaakkois-Suomessa on vuodesta 2007 alkaen torjuttu noin 200 jättiputkilajien (*H. mantegazzianum* ja *H. persicum*) esiintymää kemiallisesti ja niittäen (Saarinen ja Mertanen 2010). Esiintymistä 52 on onnistuttu tuhoamaan kolmen kesän aikana mutta samaan aikaan on löydetty 62 uutta esiintymää. Kirjoittajat toteavatkin, ettei jättiputkien torjunta ole enää mahdollista pelkästään hallinnollisiin ja vapaaehtoisin keinoin perustuen. Siksi suuren yleisön osallistuminen olisi menestyksellisen torjunnan kannalta välttämätöntä. Kaakkois-Suomessa on myös tutkittu kerran tai kahdesti kesässä tehtävän niiton vaikutuksia lupiin leviämiseen (Saarinen ym. 2010). Tutkimuksessa todettiin, että käytettävissä olleilla niittomenetelmillä ei pystytty juurikaan edes hidastamaan lupiin leviämistä ja runsastumista. Tällaisten ongelmien vuoksi vaihtoehtona kemiallisille ja mekaanisille torjuntamenetelmille on noussut esille biologinen torjunta, jota on tietyillä alueilla sovellettu menestyksellisesti erityisen vaikeissa vieraslajiongelmissa.

Vieraslajien biologisen torjunnan ajatuksena on etsiä alkuperäiseltä levinneisyysalueelta ongelmalajia ravintonaan käyttävä ylemmän ravintoverkon tason laji eli esimerkiksi vieraskasvia ravintonaan käyttävä kasvinsyöjähyönteinen (Müller-Schärer ja Schaffner 2008). Ongelmana biologisen torjunnan käytännön soveltamisessa ovat ns. "non-target effects" eli ei-toivotut, odottamattomat vaikutukset. Tämänlaisissa tapauksissa vieraslajin kannan säätelemiseksi siirretty laji siirtyykin käyttämään ravintonaan jotain toista alueella alkuperäisenä esiintyvää lajia. Tämän vuoksi ennen kuin biologinen torjunta aloitetaan vieraslajin kannan säätelemiseksi, tulisi tehdä perusteellinen riskianalyysi, jossa arvioidaan mitä mahdollisia haittoja siirrettävä laji voi aiheuttaa kohdealueen luonnossa. Esimerkiksi kasvinsyöjähyönteisillä osana tällaista riskianalyysia tulisi olla tarkkoja laboratoriotestejä siitä kuinka laji pystyy käyttämään ravintonaan kohdealueella kasvavia mutta vieraslajille läheistä sukua olevia kasveja (Müller-Schärer ja Schaffner 2008).

2.3

Loppupäätelmiä

Viimeaikaisten tutkimustulosten mukaan Euroopasta on löydetty jo yli 11 000 vieraslajia. Näiden aiheuttamat haitat alkuperäiselle luonnon monimuotoisuudelle ja ekosysteemipalveluille ovat merkittäviä. Euroopan vieraslajien aiheuttamien taloudellisten menetysten arvoksi onkin arvioitu noin 10 miljardia euroa mutta useimpien vieraslajien aiheuttamia haittoja ei vielä tunneta.

Vieraslajien menestymisen ja haittavaikutusten syynä on usein niiden luontaisten kilpailijoiden ja vihollisten puuttuminen invaasioalueen luonnosta. Toisaalta on huomattava, että vieraslajien haitallisuus eli niiden vaikutukset kohdealueen luontoon vaihtelevat huomattavasti eri lajien välillä. Lisääntynyt kansainvälinen ja erityisesti mannerten välinen kauppa ja liikenne ovat kasvattaneet vieraslajien siirtymisen todennäköisyyttä merkittävästi. Vieraslajien siirtyminen uudelle maantieteelliselle alueelle tapahtuu ns. invaasiopolun kautta, jossa on neljä kynnystä. Lajin täytyy läpäistä kaikki nämä neljä kynnystä muuttuakseen haitalliseksi vieraslajiksi. On hyvin

ilmeistä, että ilmastonmuutos lisää vieraslajien leviämisen todennäköisyyttä invaasio-polun kautta tapahtuvan leviämisen prosessin jokaisessa vaiheessa. Tämän seurauksena vieraslajien määrät voivat kasvaa ja nykyiset vieraslajit voivat selviytyä ja lisääntyä alueilla, jotka nykyisin eivät ole niille ilmastollisesti soveliaita.

Kolme keskeistä vieraslajien siirtymismekanismia ovat kulkeutuminen kauppatavaran mukana, kulkeutuminen liikennevälineen mukana ja itsenäinen leviäminen esimerkiksi ihmisen rakentaman leviämiskäytävän kautta. Näiden eri siirtymismekanismien ja niihin liittyvien leviämisreittien summana syntyy ns. leviäinpaine, joka kuvaa vieraslajien siirtymisen todennäköisyyttä. Vieraslajien torjuntatyössä onkin tärkeää tehostaa kulkeutumisreittien valvontaa. Sen avulla voidaan pienentää leviäinpainetta ja sitä kautta alueelle saapuvien ja luontoon leviävien vieraslajien määrää.

Tutkimuksissa on havaittu, että mitä pitempi aika vieraslajin ensimmäisestä havainnosta on kulunut, sitä suuremmalla todennäköisyydellä laji leviää uusille alueille ja muuttuu haitalliseksi vieraslajiksi. Tämänlaisilla vieraslajeilla on usein merkittäviä vaikutuksia luontaiseen lajistoon. Lisäksi on havaittu, että vieraslajin haitallisuuden todennäköisyys on yleensä sitä suurempi, mitä laajempi, useiden ilmastovyöhykkeiden yliulottuva levinneisyysalue lajilla on luontaisella esiintymisalueellaan. Haitalliseksi osoittautuneilla vieraslajikasveilla on joitakin muitakin tyypillisiä ominaisuuksia, kuten esimerkiksi kasvuyksilön korkeus, lehtien suuri pinta-ala, kasvullinen lisääntyminen, aikainen ja pitkä kukintakausi sekä viehättävyys ihmissilmään.

Maankäytön voimakkuuden ja maaperän ravinnepitoisuuksien sekä vieraslajien esiintymisen välillä on selviä yhteyksiä. Erilaiset ihmisen toiminnan voimakkaasti muokkaamat ympäristöt ovat paikkoja, joissa vieraslajit erityisesti menestyvät. Näitä ovat esimerkiksi satamat, teollisuusalueet, kaupunki- ja taajama-alueet, liikenneväylien varret sekä peltoympäristöt. Runsaasti vieraslajeja esiintyy myös erilaisissa kosteikko- ja rantaympäristöissä.

Vieraslajien aiheuttamien haittojen torjunnassa keskeistä on varhainen toiminta heti kun lajin ensimmäisistä havainnoista on kulunut vain vähän aikaa. Tällöin vieraslajin eradikaatio eli sen lisääntymiskykyisten yksilöiden hävittäminen luonnosta on vielä mahdollista. Eradikaatiossa käytettävät menetelmät ovat usein varsin yksinkertaisia mutta työvoimaa vaativia. Mitä laajemmin laji ehtii levitä, sitä pienemmäksi käy todennäköisyys, että lajin kanta pystyttäisiin poistamaan luonnosta. Tällöin voidaan keskittyä vieraslajien kannan säätelyyn ja leviämisen rajoittamiseen. Vieraslajien torjunnassa onkin ensisijaista, että luodaan edellytykset sille, että toimenpiteet potentiaalisesti haitallisen vieraslajien kannan poistamiseksi voidaan aloittaa välittömästi kun ensimmäiset havainnot lajista on tehty. Keskeisen seikka tässä työssä on toimiva ennakkovaroitusjärjestelmä, jossa tieto haitallisen vieraslajin esiintymästä tulee nopeasti vastuullisen viranomaisen tietoon.

3 Ilmastomuutos Pohjois-Euroopassa ja vieraslajit Suomessa – Muutoksien ennakkointia

3.1

Taustaa

Ilmastolliset analyysit ovat keskeisellä sijalla vieraslajien ennakoivassa torjunnassa. Ilmastoltaan suotuisien alueiden esiintyminen tai niiden puuttuminen toimii ensimmäisenä kynnyksenä, joka rajoittaa vieraslajien leviämistä uusille alueille ja niiden kykyä muodostaa lisääntymiskykyisiä populaatioita (Peterson 2003; Hellmann ym. 2008). Suomen ja Suomen lähialueiden sekä Keski-Euroopan ilmaston väliset vertailut tuottavat tietoa siitä, miten ilmastomuutos edistää uusien vieraslajien leviämistä ja voimistaa Suomessa jo nyt esiintyvien vieraslajien vaikutuksia. Kun vertaillaan Suomen tulevaa ilmasto- ja muun Euroopan tämän hetkisiä ilmasto-oloja voidaan arvioida, missä vaiheessa ilmastolliset esteet uusien vieraslajien leviämiseksi muualta Euroopasta poistuvat, miltä alueilta uusia lajeja todennäköisemmin saapuu, ja mitä nämä uudet vieraslajit ovat.

3.2

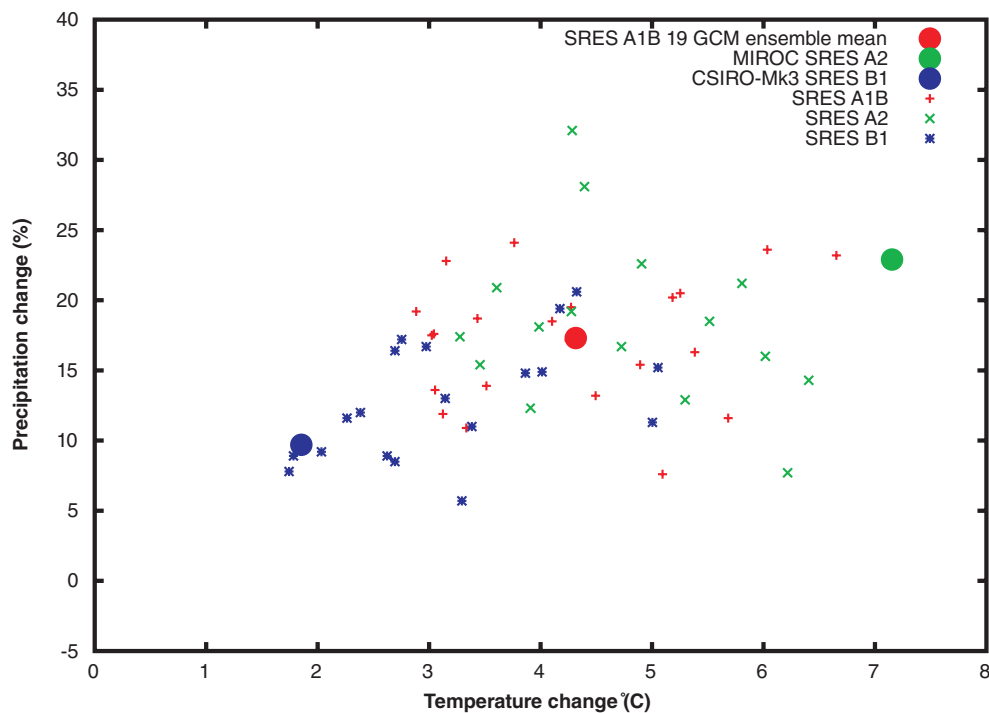
Tutkimusmenetelmät

Tarkastelun pohjana olivat laajat ilmastoaineistot, jotka koottiin koko Euroopan maa-alueet kattavaan 10 x 10 minuutin hilaruudukkoon. Tarkastelussa keskityttiin kolmeen ilmastomuuttajaan, jotka ovat keskeisiä eliöeläinten levinneisyyteen ja elinvoimaisuuteen vaikuttavia tekijöitä: (1) vuoden kylmimmän kuukauden keskilämpötila, (2) vuoden aikainen lämpösumman kertymä +5 Celsius-asteen raja-arvolla laskettuna (Growing degree days; GDD5) sekä (3) vuotuinen sademäärä (Beerling ym. 1995; Sykes ym. 1996; Richardson & Thuiller 2007). Näiden kolmen ilmastomuuttujan keskiarvoistetut havainnot vuosille 1971–2000 saatiin tutkimuslaitoksesta Climatic Research Unit (CRU), Tyndall Centre (Mitchell ym. 2003; New ym. 2002), kuten myös ilmastoskenaarioaineistot ('the Tyndall Centre TYN SC 2.0 data set'; Mitchell ym. 2003). Ilmastoskenaarioista laskettiin samoille kolmelle ilmastomuuttujalle 30 vuoden keskiarvot vuosille 2021–2050 ja 2051–2080.

Ennustetut muutokset ilmasto-oloissa voivat vaihdella voimakkaasti eri ilmastoskenaarioiden välillä. Jotta skenaarioiden välinen vaihtelu tulisi huomioitua, tässä työssä käytettiin kahta eri ilmastoskenaariota ja yhtä skenaarioiden yhdistelmää. Valitut skenaario(yhdistelmä)t sisältävät yhden lieviä muutoksia ennustavan GCM (Global Circulation Model) ilmastoskenaariomallin, yhden voimakkaita muutoksia ennustavan ilmastomallin, sekä yhden useasta ilmastomallista koostuvan yhdistel-

män, joka ilmentää keskimääräisiä muutosennusteita (Kuva 4). Käytetyt skenaariot ja skenaarioyhdistelmä olivat seuraavat:

- **19-ilmastomallin keskiarvoistettu yhdistelmä SRES-kasvihuonekaasuskenaariolle A1B.** Yhdistelmässä käytetyt ilmastomallit ovat: BCCR-BCM2.0, CGCM3.1(T47), CGCM3.1(T63), CNRM-CM3, CSIRO-MK3.0, GFDL-CM2.0, GFDL-CM2.1, GISS-ER, INM-CM3.0, IPSL-CM4, MIROC3.2(HIRES), MIROC3.2(MEDRES), ECHO-G, ECHAM5/MPI-OM, MRI-CGCM2.3.2, NCAR-CCSM3, NCAR-PCM, UKMO-HadCM3, ja UKMO-HadGEM1. Samoja ilmastoskenaarioita käytettiin myös hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin (Intergovernmental Panel on Climate Change), IPCC:n neljännessä ilmastomuutosraportissa (AR4) (IPCC 2007).
- Australialainen **CSIRO-MK3.0 GCM** ilmastomalli **SRES B1 kasvihuonekaasuskenaariolle.** Tämän ilmastomallin ennusteet lämpötila ja sateisuuden muutoksista Suomessa ovat lievimpien ennusteiden joukossa (Kuva 4). Kyseinen simulaatio ennustaakin kautta koko 2000-luvun alhaisempia lämpötila- ja sademäärämuutoksia kuin muut ISTO-skenaariot.
- Japanilainen **MIROC (medres) GCM** ilmastomalli **SRES A2 kasvihuonekaasuskenaariolle,** joka ennustaa korkeimpia vuosittaisen keskilämpötilan ja sademäärän muutoksia Suomeen (Kuva 4).



Kuva 4. Vuoden keskilämpötilan ja sademäärän ennustetut muutokset Suomessa vuoteen 2070–2099 mennessä ISTO-ohjelmassa käytettyjen ilmastomallien perusteella. Muutokset on ilmoitettu suhteessa samojen ilmastomuuttujien keskiarvoihin vuosilta 1971–2000. Tässä työssä käytetyt yksittäiset ilmastomallit olivat CSIRO-MK3.0 (SRES B1) ja MIROC-medres (SRES A2), ja skenaarioiden yhdistelmämalli 19 yksittäisen skenaarion keskiarvoskenaario ('SRES A1B 19 GCM ensemble mean').

Näiden kolmen ilmastoskenaarion ennusteiden avulla selvitettiin, missä Euroopan osassa on viime aikoina (1971–2000) ollut samankaltainen ilmasto kuin Suomessa tulee olemaan tulevaisuudessa. Tarkastelu tehtiin lämpösumman, kylmimmän kuu-kauden lämpötilan ja vuotuisen sademäärän osalta erikseen. Tarkastelu keskittyi Etelä-Suomen, etenkin etelärannikon ja Lounais-Suomen, ennakoituihin muutoksiin. Tämä siksi, että lämpötilaan liittyvät esteet uusien vieraslajien leviämiseksi Suomeen tulevat ensimmäisenä poistumaan etelärannikon ja Lounais-Suomen alueella.

Kun ilmastoverailujen perusteella oli saatu selvitettyä, mitä Euroopan osien ilmasto-oloja Suomen ilmasto vastaa 2000-luvulla, kerättiin näiden alueiden vieraslajeista mahdollisimman kattavat tiedot. Internetistä etsittiin kyseisten alueiden ja valtioiden vieraslajilistoja, etenkin niin sanottuja mustia listoja haitallisista vieraslajeista (esimerkiksi Belgian vieraslajisivusto: The Belgian Forum on Invasive Species; <http://ias.biodiversity.be/>), ja muita alueellisia vieraslajien tietolähteitä. Yksi esimerkki jälkimmäisistä on hanke 'PlantNetwork, The European Botanic Gardens Consortium - Sharing information, and policy, on potentially invasive alien plants in Botanic Gardens' (<http://www.plantnetwork.org/aliens/index.html>). Lisäksi hyödynnettiin NOBANIS-vieraslajiportaalin (The North European and Baltic Network on Invasive Alien Species; <http://www.nobanis.org/default.asp>) sisältämiä tietoja sekä lähetettiin tiedustelu haitallisista vieraslajeista NOBANIS-verkoston kautta eri maiden yhteyshenkilöille. Myös ALARM-hankkeen vieraslajitutkijoille lähetettiin kysely haitallisista vieraslajeista heidän alueellaan. Hankkeessa käytetyt tietolähteet on listattu Liitteessä 1.

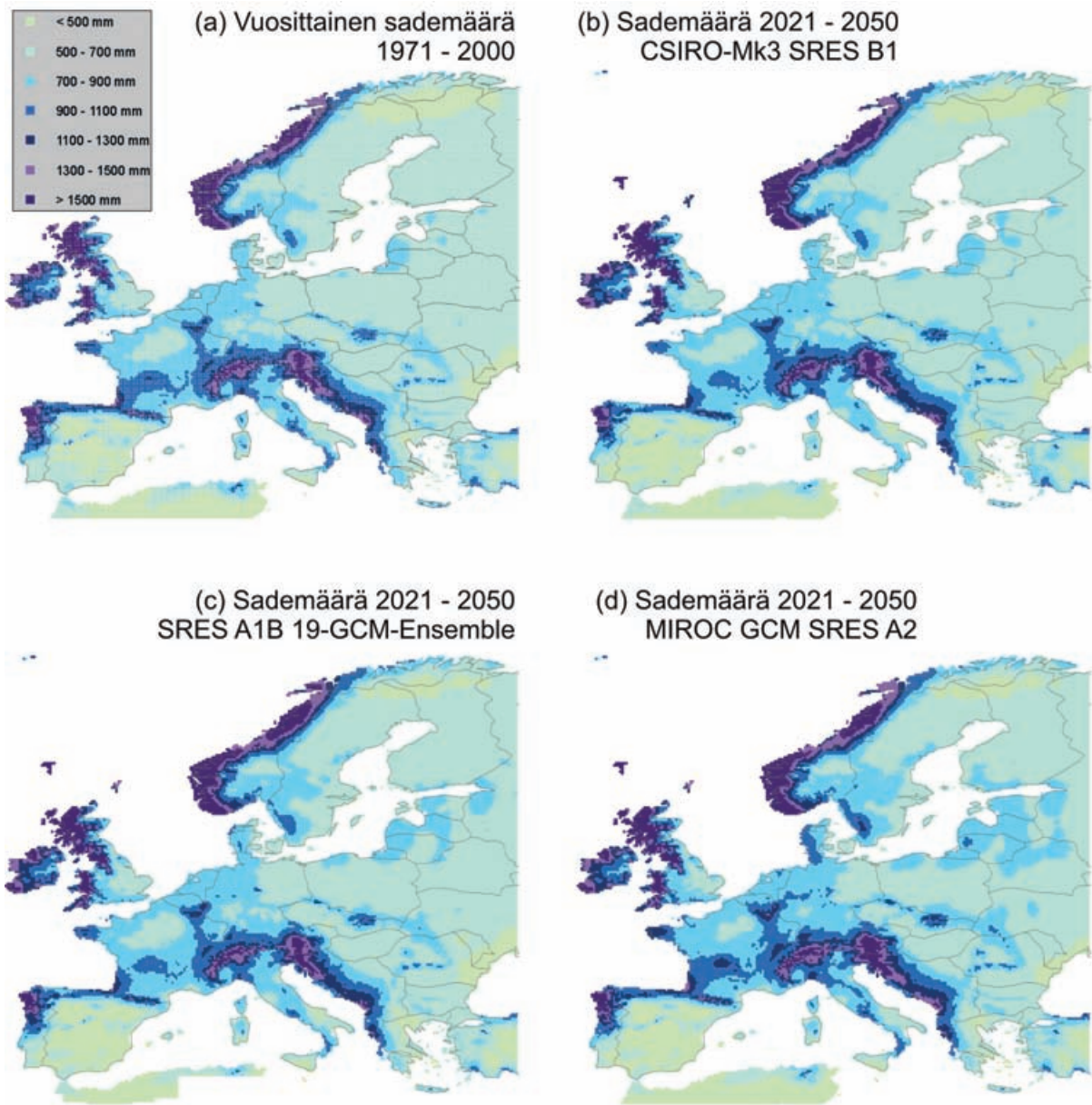
3.3

Tulokset

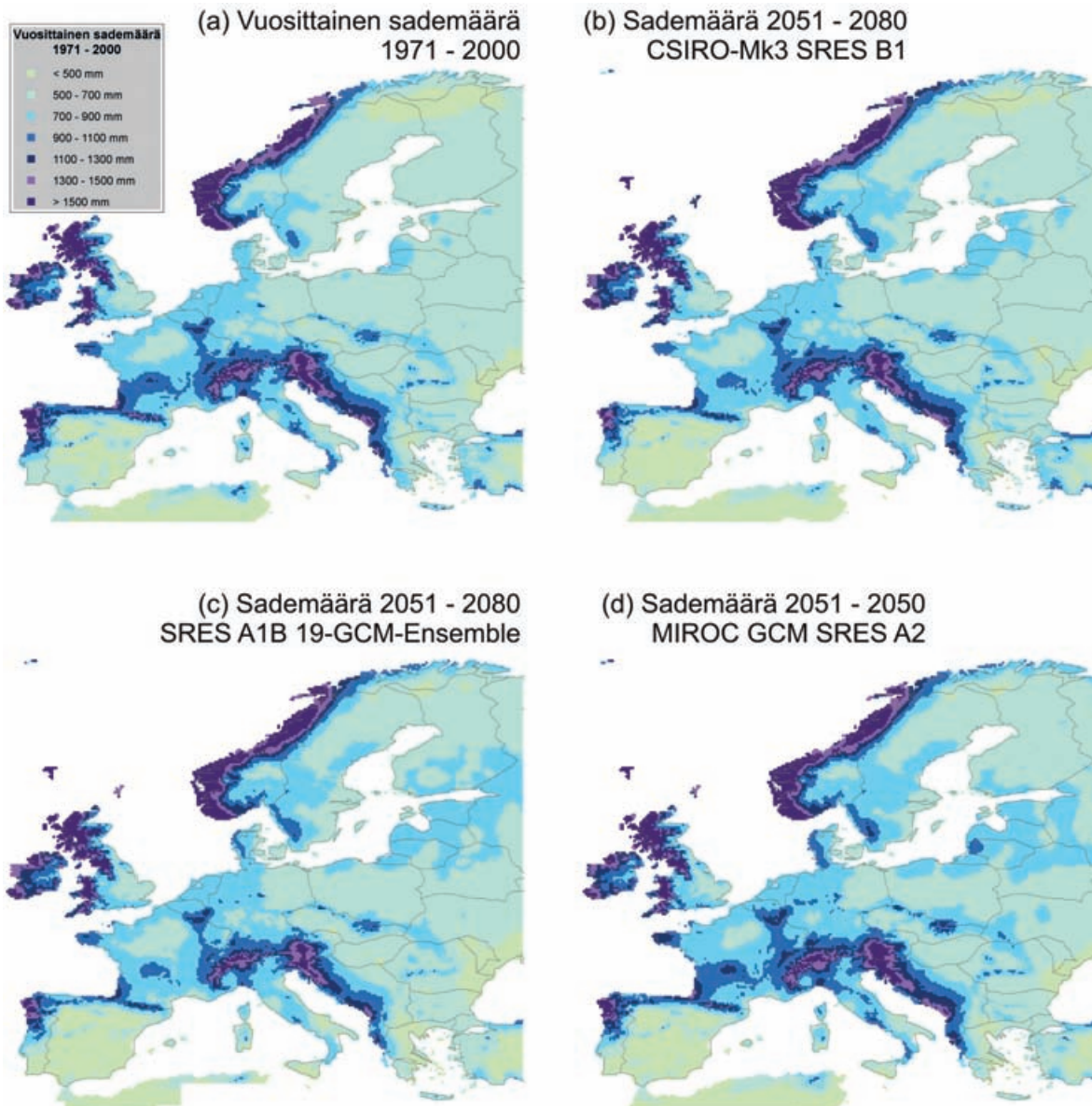
3.3.1

Ilmasto-olojen muutokset Suomessa ja lähialueilla eri skenaarioiden perusteella

Vuosina 1971–2000 vuotuinen sademäärä vaihteli Suomessa useimmiten välillä 500–700 mm vuodessa (Kuva 5). Koko Euroopan mittakaavassa Suomi on vähäsateista seutua. Yli 1500 mm vuodessa ylittäviä sademääriä tavataan Euroopassa monilla alueilla, kuten Norjan länsirannikolla, Brittein saarilla, Portugalissa, ja Balkanin – Sveitsin alueella. Eri ilmastoskenaarioiden ennusteet vuosittaisen sademäärän muutoksista ennakoivat lieviä muutoksia Suomen sademäärissä. Vuosina 2021–2050 CSIRO-MK3.0-SRES B1 skenaarion perusteella Suomen sademäärä muuttuu hyvin vähän, SRES A1B 19 GCM yhdistelmäskenaarion ja etenkin MIRO SRES A2 skenaarion perusteella Suomen eteläosissa paikoin sademäärät vaihtelisivat välillä 700–900 mm vuodessa (Kuva 5).

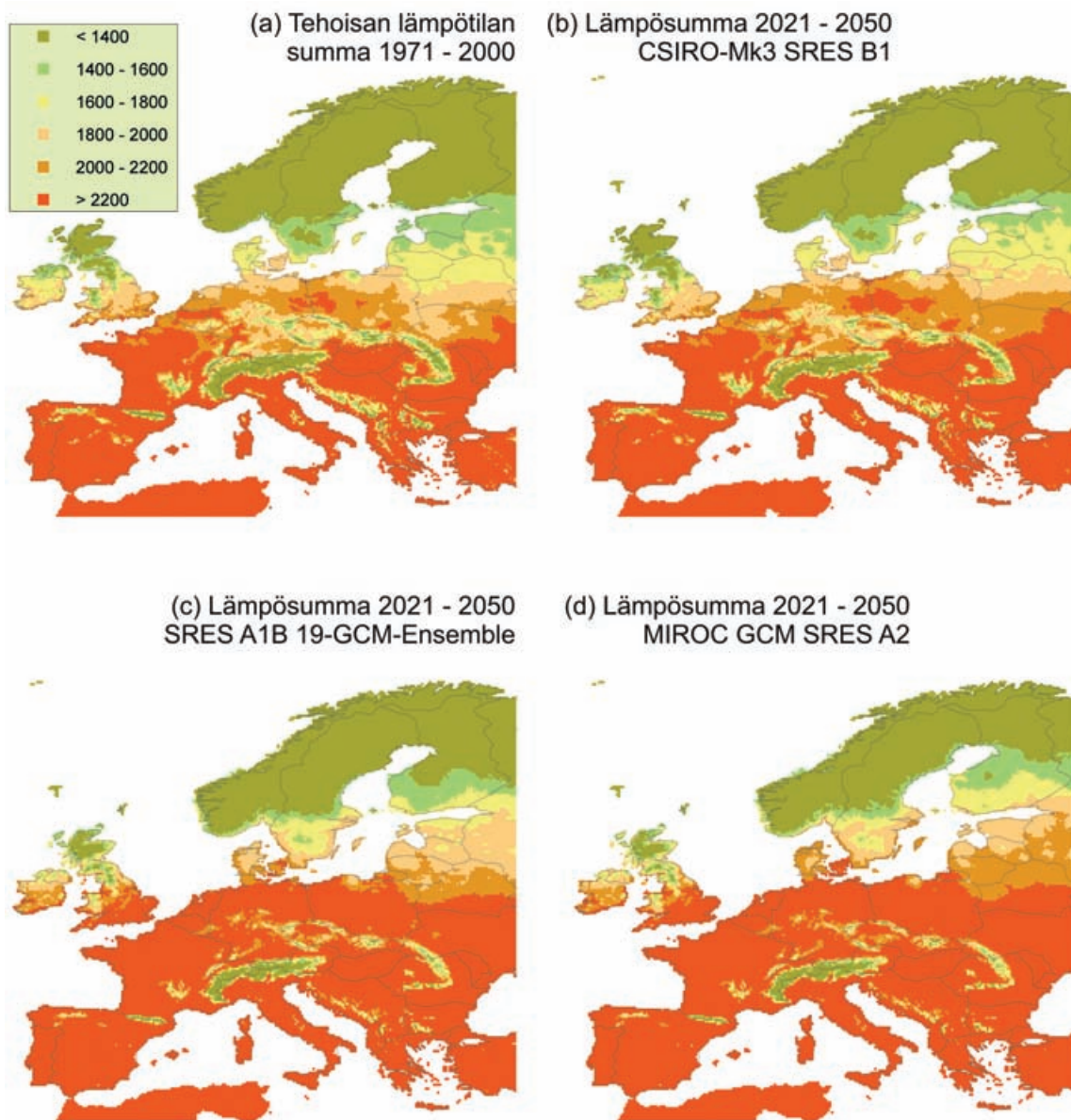


Kuva 5. Vuosittaisen sademäärän havaittu ja ennustettu vaihtelu Euroopassa. (a) ilmasto-olot 1971–2000; ennustettu sademäärä ajanjaksolle 2021–2050 eri ilmastoskenaarioiden perusteella: (b) CSIRO-MK3.0 (SRES B1), (c) SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, ja (d) MIROC-medres (SRES A2). Sademäärän skaalaus on sama kaikissa osakuvissa.



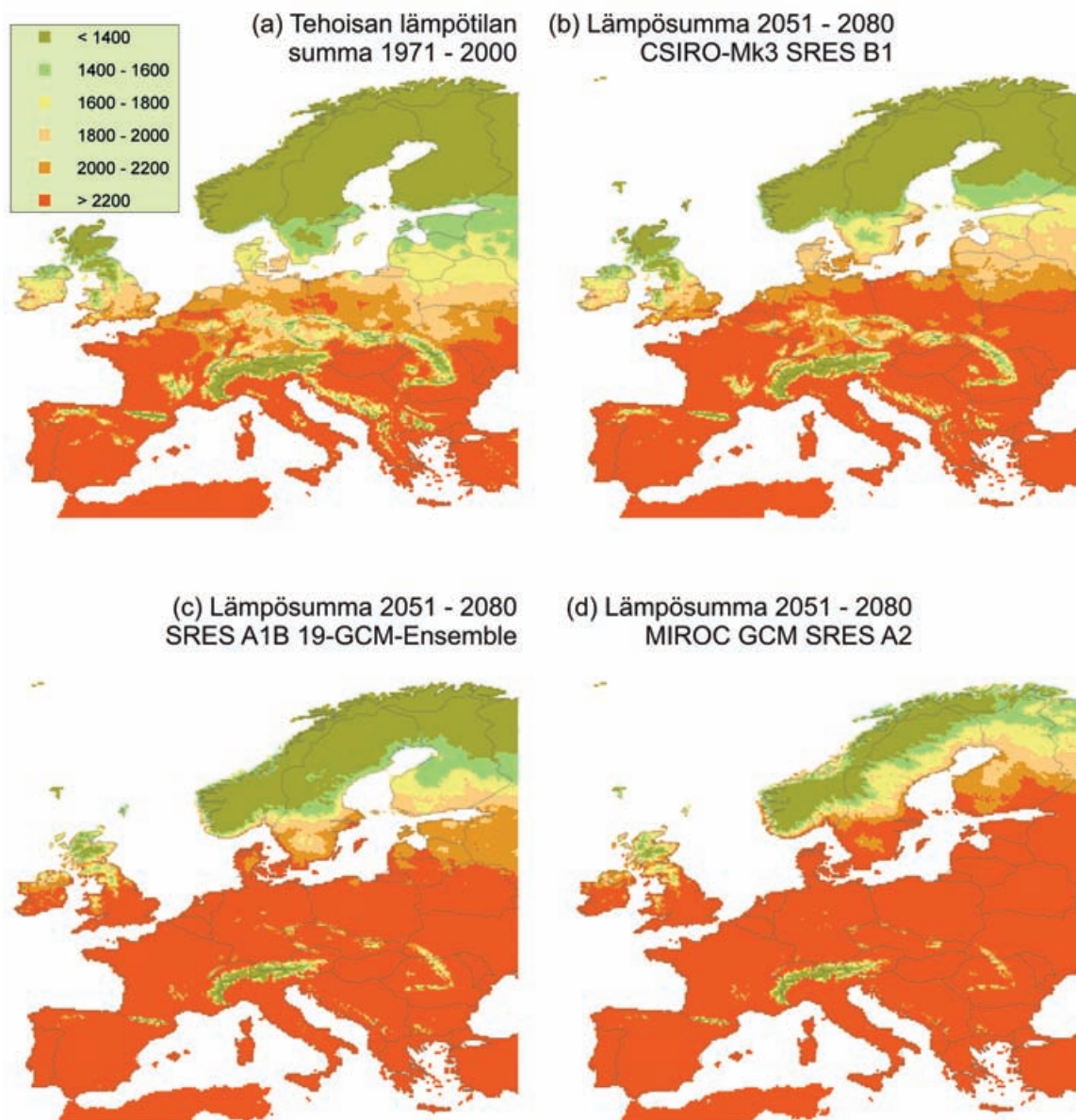
Kuva 6. Vuosittaisen sademäärän havaittu ja ennustettu vaihtelu Euroopassa. (a) ilmasto-olot 1971–2000; ennustettu sademäärä ajanjaksolle 2051–2080 eri ilmastoskenaarioiden perusteella: (b) CSIRO-MK3.0 (SRES B1), (c) SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, ja (d) MIROC-medres (SRES A2).

Myöskään vuosille 2051–2080 ennusteet eivät indikoi kovin voimakasta sateisuuden kasvua (Kuva 6). Lieviä muutoksia ennustavan CSIRO-MK3.0-SRES B1 skenaarion sekä SRES A1B 19 GCM yhdistelmäskenaarion perusteella vuosittaiset sademäärät tulevat nousemaan vain muutamilla alueilla lievästi. Ennusteiden mukaan 700–900 mm sademäärän alueet etelärannikolla ja Lounais-Suomessa laajenevat. Tällöin näiden alueiden sademäärät olisivat samansuuruisia kuin esimerkiksi Tanskan alueen sademäärät vuosina 1971–2000 (Kuva 6). Mikään skenaarioista ei ennusta sademäärien voimakasta muutosta eli niiden perusteella Suomeen ei tule vastaavia korkean sademäärän alueita kuin esimerkiksi Norjassa. Siksi voimakkaan mereisiä ilmasto-oloja ja korkeita vuosittaisia sademääriä vaativien vieraslajien leviäminen Suomeen ei ole kovin todennäköistä. Toisaalta lajikohtaisia riskiarviointeja tehtäessä on tärkeää arvioida, kuinka merkittävästi sateisuuden vaihtelu itse asiassa rajoittaa tarkasteltavan lajin levinneisyyttä.



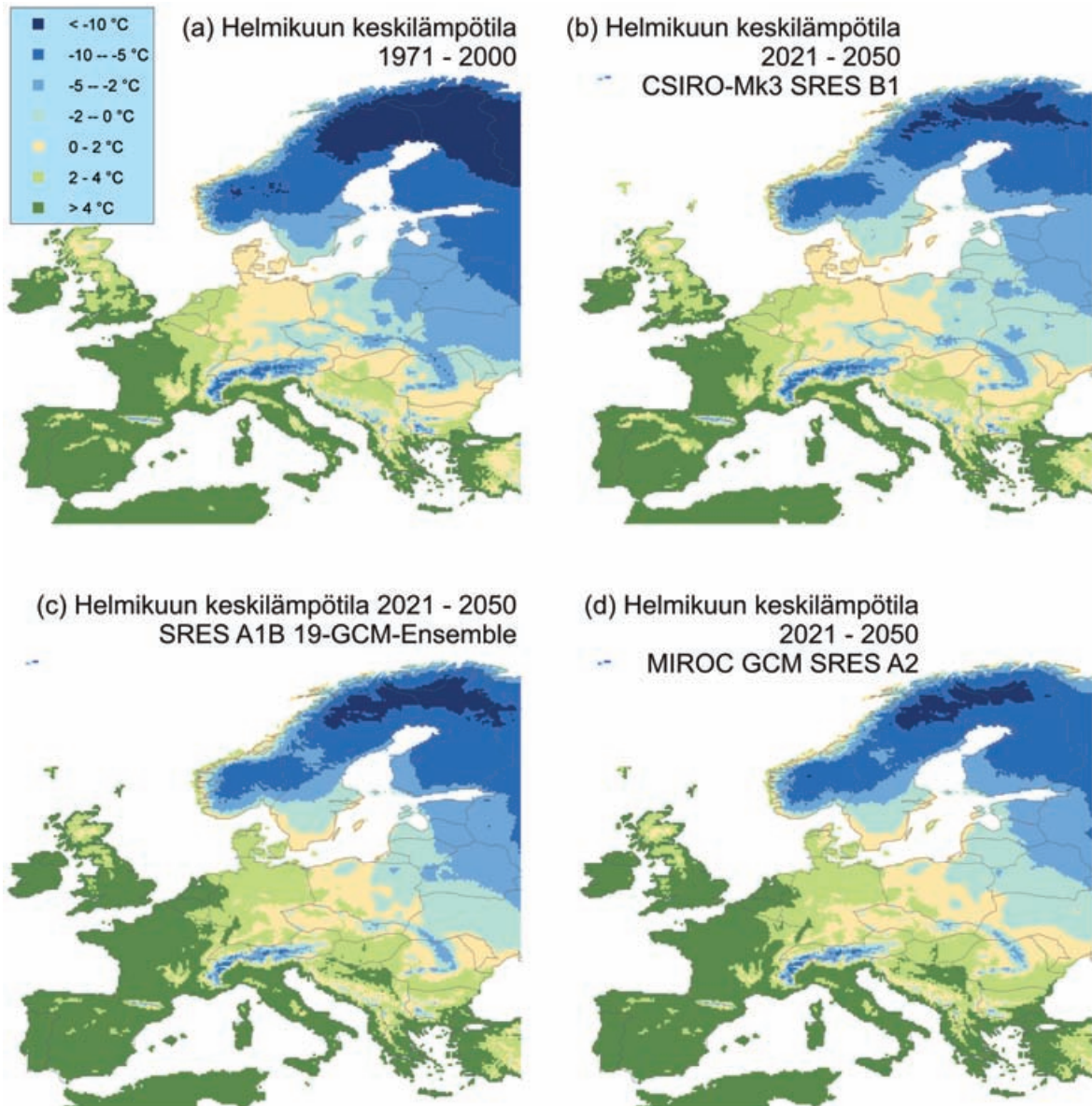
Kuva 7. Tehoisan lämpötilan summan havaittu ja ennustettu vaihtelu Euroopassa. (a) ilmasto-olot 1971–2000; ennustettu lämpösomma ajanjaksolle 2021–2050 eri ilmastoskenaarioiden perusteella: (b) CSIRO-MK3.0 (SRES B1), (c) SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, ja (d) MIROC-medres (SRES A2). Lämpösumman skaalaus on sama kaikissa osakuivissa.

Kasvukauden aikaisen tehoisan lämpösumman osalta ilmastoskenaarioiden ennustamat muutokset ovat selvästi voimakkaampia kuin vuotuisen sademäärän osalta. Tehoisan lämpötilan summa oli vuosina 1971–2000 suurimmassa osaa Suomea keskimäärin alle 1400, vain kapealla kaistaleella etelärannikolla saaristossa lämpösomma kohosi välille 1400–1600 (Kuva 7). Ilmastoskenaariot ennustavat vuosille 2021–2050 jokseenkin selvää lämpötilojen nousua. CSIRO-MK3.0-SRES B1 skenaarion perusteella lämpösomma-arvoja 1400–1600 esiintyy laajemmin etelärannikolla kuin nykyään, mutta SRES A1B 19 GCM yhdistelmäskenaarion perusteella Etelä-Suomen alueiden keskimääräiset lämpösumat voivat olla vaihdella välillä 1600–1800, mikä vastaa Tanskan, Latvian, Liettuan ja Valko-Venäjän ilmastoja vuosina 1971–2000. Voimakkaamman MIRO SRES A2 skenaarion perusteella etelärannikolla voi vuosina 2021–2050 esiintyä alueita, joissa lämpösomma kohoaa yli 1800:n (Kuva 7). Viime aikoina ilmastollisesti vastaavia seutuja ovat olleet Puolan ja Saksan pohjoisosat.



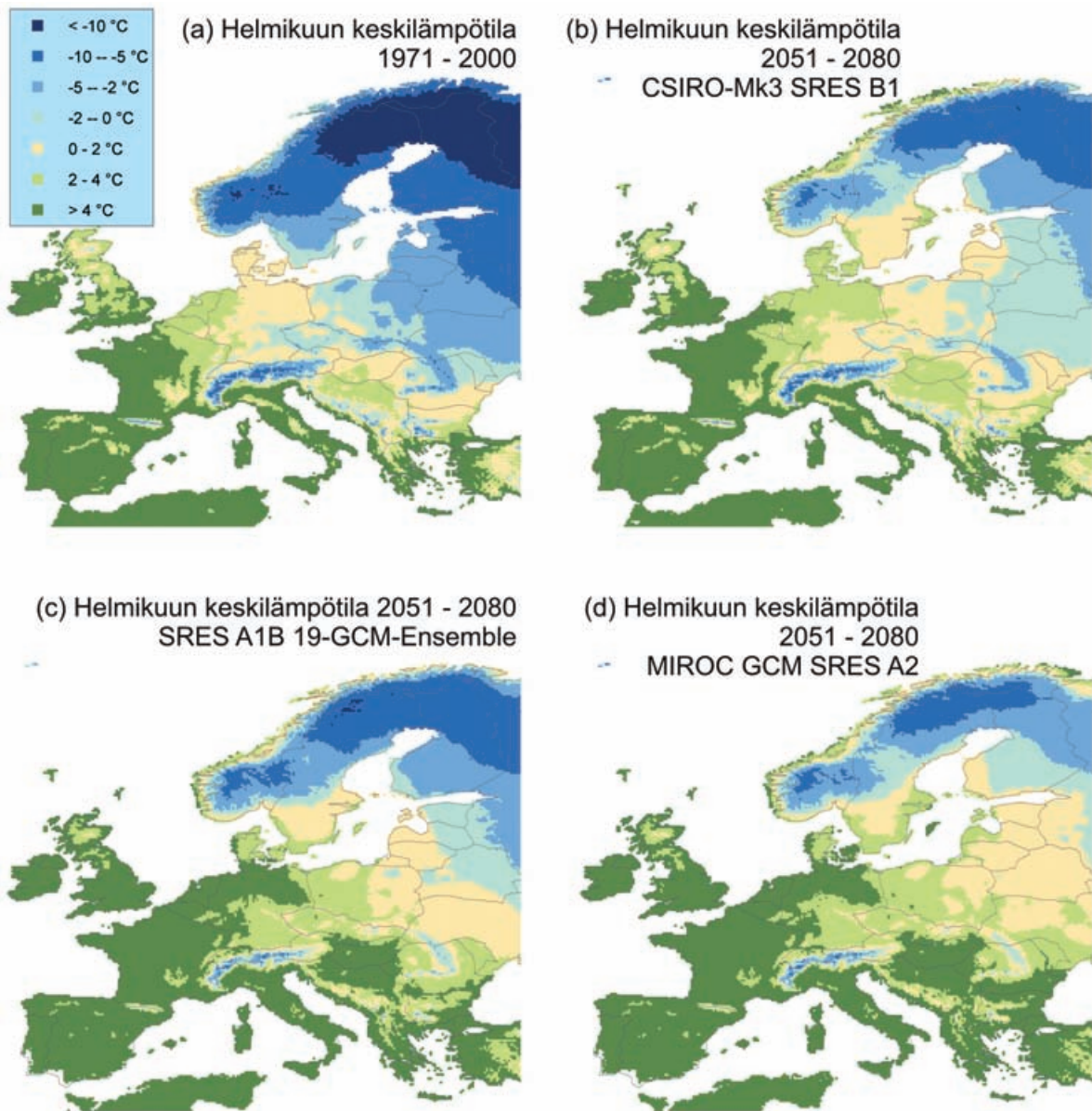
Kuva 8. Tehoisan lämpötilan summan havaittu ja ennustettu vaihtelu Euroopassa. (a) ilmasto-olot 1971–2000; ennustettu lämpösomma ajanjaksolle 2051–2080 eri ilmastoskenaarioiden perusteella: (b) CSIRO-MK3.0 (SRES B1), (c) SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, ja (d) MIROC-medres (SRES A2).

Lämpösomman muutokset vuosille 2051–2080 ovat ilmastoskenaarioiden mukaan jo varsin mittavia. Lievimmilläänkin (skenaario CSIRO-MK3.0-SRES B1) ennusteiden mukaan etelärannikolla on alueita, joissa lämpösommat vaihtelevat välillä 1600–1800, mikä vastaa vertailussa Tanskan ilmastoja vuosina 1971–2000 (Kuva 8). Yhdistelmäskenaarion SRES A1B 19 GCM perusteella useilla alueilla Etelä-Suomessa saavutetaan 1800–2000 lämpösommia, ja paikoin lounaisrannikolla keskimääräiset summat ylittävät 2000:n rajan. Näin lämpimiä alueita olivat vuosina 1971–2000 Saksan ja Puolan eteläiset osat, ja osin Belgia, Hollanti ja Iso-Britannia. MIRO SRES A2 skenaarion ennusteet ovat kaikkein äärevimpiä; niiden mukaan joillakin alueilla Etelä-Suomessa keskimääräinen lämpösomma vuosina 2051–2080 ylittäisi jo 2200:n rajan (Kuva 8).



Kuva 9. Helmikuun keskilämpötilan havaittu ja ennustettu vaihtelu Euroopassa. (a) ilmasto-olot 1971–2000; ennustettu lämpötila ajanjaksolle 2021–2050 eri ilmastoskenaarioiden perusteella: (b) CSIRO-MK3.0 (SRES B1), (c) SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, ja (d) MIROC-medres (SRES A2).

Vuoden kylmimmän kuukauden – joka Pohjois-Euroopassa yleensä on helmikuu – havaitut keskilämpötilat ja ennustetut muutokset ovat suurelta osin vastaavanlaisia kuin lämpösunnan muutosennusteet, mutta skenaarioiden välillä on mielenkiintoisia eroja. Lievin skenaario CSIRO-MK3.0-SRES B1 ennustaa vähäisempää helmikuun keskilämpötilan nousua Manner-Euroopan pohjoisosiin kuin SRES A1B 19 GCM yhdistelmäskenaario sekä MIRO SRES A2 skenaario, mutta Suomen lounaisosiin, länsirannikolle ja Hämeen-Pirkanmaan alueelle se ennustaa yhtä voimakasta helmikuun lämpenemistä kuin äärevin skenaario eli MIRO SRES A2 skenaario (Kuva 9). Kaikkien kolmen skenaarion perusteella Etelä-Suomessa on vuosina 2021–2050 alueita, jotka helmikuun keskilämpötilan suhteen vastaavat Latvian, Liettuan ja Puolan koillisalueiden viimeaikaisia ilmasto-oloja (helmikuun keskilämpötila -5°C – -2°C), ja lounaisrannikolla, saaristossa ja Ahvenanmaalla on alueita, jotka vastaavat Etelä-Ruotsin, Puolan ja Saksan matalampien vuoristoalueiden oloja (helmikuun keskilämpötila -2°C – 0°C) (Kuva 9).



Kuva 10. Helmikuun keskilämpötilan havaittu ja ennustettu vaihtelu Euroopassa. (a) ilmasto-olot 1971–2000; ennustettu lämpötila ajanjaksolle 2051–2080 eri ilmastoskenaarioiden perusteella: (b) CSIRO-MK3.0 (SRES B1), (c) SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, ja (d) MIROC-medres (SRES A2).

Vuosille 2051–2080 CSIRO-MK3.0-SRES B1 skenaarion ja SRES A1B 19 GCM yhdistelmäskenaarion ennusteet ovat Suomen osalta varsin samankaltaisia kun taas MIROC SRES A2 skenaarion ennusteet erottuvat näitä äärevämpinä (Kuva 10). Kahden ensiksi mainitun perusteella Lounais-Suomessa tulee olemaan laajalti Puolan viimeaikaisista ilmastoa vastaavia alueita (helmikuun keskilämpötila $-2^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}$). Rannikolla ja saaristossa ennustetaan olevan alueita, joissa helmikuun keskilämpötila jää alle 0°C mikä vastaa vertailussa Tanskan ja Saksan ilmastoa vuosina 1971–2000.

Ilmastonmuutoksen vaikutukset vieraslajiproblematiikkaan Suomessa – ennakointia lähialueiden vieraslajiston perusteella

Ilmastonmuutos voi vaikuttaa useilla eri tavoilla vieraslajien levinneisyyden muutoksiin (ks. tarkemmin luku 2.2.2.). Ilmastonmuutos voi tuoda Suomeen kokonaan uusia vieraslajeja kun ilmastolliset esteet niiden leviämislle poistuvat, mutta se myös edistää meillä jo esiintyvien vieraslajien kantojen kehittymistä sekä leviämistä uusille alueille. Edellä esitettyjen ilmastoskenaarioiden ennusteiden ja 1971–2000 ilmastotietojen vertailun perusteella Etelä-Suomen ilmasto-olot 2021–2050 vastaavat keskimäärin (SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmän ennusteet) Viron, Latvian, Liettuan ja Etelä-Ruotsin ilmasto- ja lämpösumman osalta jo Tanskan viimeaikaista ilmasto-olosuhteita vuosina 1971–2000 (Kuva 7). Vuosina 2051–2080 Etelä-Suomen ilmasto muistuttaa skenaarioiden perusteella keskimäärin vähintään jo Puolan ilmasto- ja lämpösumman osalta Puolan, Tanskan, Hollannin ja Pohjois-Saksan ilmasto-olosuhteita vuosina 1971–2000. Saaristossa ja lounaisrannikkolla on alueita, joissa ennustettu lämpösumma vastaa Belgian ja Saksan keskiosien viimeaikaista ilmasto-olosuhteita (Kuva 8).

Näiden ennusteiden perusteella sellaiset vieraslajit, joiden leviämistä ja menestymistä talvehtimisolosuhteet (kylmien jaksojen esiintyminen talvikautena) rajoittavat merkittävästi, pystyvät todennäköisesti asettumaan Suomeen ja laajentamaan esiintymisaluettaan hitaammin kuin vieraslajit, joiden levinneisyyden rajat määräytyvät etupäässä kasvukauden aikaisen lämpösumman perusteella. Esimerkiksi nisäkkäillä talvisuuden vaikutukset ilmenevät usein kahden päätekijän kautta: lumipeitteen määrä ja ajallinen pituus (muun muassa supikoira, supi eli pesukarhu, japaninkauris, täpläkauris eli kuusipeura) ja jääpeitteen esiintyminen (muun muassa nutria eli rämemajava). Lisäksi puut ja pensaat voivat olla talviolosuhteille arempia kuin maan pinnan rajassa talvehtivat heinät ja ruohot. Myös useat hyönteislajit pystyvät viettämään kylmät talvikuukaudet lepovaiheessa suojaisissa kohdissa.

Varovaisuusperiaatteen mukaisesti on vieraslajien ennakoinnissa kuitenkin syytä varautua ilmasto-olojen maksimaalisiin muutoksiin, mikä tässä tarkastelussa tarkoittaa lämpösumman muutoksiin. Tätä tukee myös se, että useiden vieraslajien kohdalla voi olla vaikeaa arvioida, kumpi tekijä on niiden esiintymislle keskeisempi, lämpösumma vai talven kylmyys. Vuosittaisen sademäärän osalta Suomen nykyilmasto ja skenaarioiden mukainen ilmasto on pitkälti hyvin samankaltainen kuin Baltian maiden, Puolan, Saksan, Tanskan, Hollannin ja Belgian nykyilmasto, joten tämän tekijän suhteen näissä maissa esiintyvillä vieraslajeilla ei ole merkittäviä leviämisesteitä Suomeen.

Seuraavaksi esitettävä vieraslajiston muutosten ennakointi tehtiin jakamalla vertailussa käytettävät alueet kahteen ryhmään: Etelä-Suomen keskimääräisiä ilmasto-oloja vuosina 2021–2050 vastaavat alueet eli Viro, Latvia, Liettua, Etelä-Ruotsi ja Tanska, ja Etelä-Suomen keskimääräisiä ilmasto-oloja vuosina 2051–2080 vastaavat alueet eli Puola, Saksa, Hollanti ja (äärevimpien rannikkoseutujen kohdalla) Belgia. Norjan vieraslajitietoja tarkastellaan erikseen; lämpösumman osalta Norjan ilmasto-olot vastaavat ensimmäisen ryhmän maita ja Suomen nykyistä ilmasto-olosuhteita, mutta helmikuun lämpötilan osalta se on lähempänä jälkimmäisen ryhmän maita ja sademäärän osalta niitä äärevämpi.

Yllämainittujen maiden vieraslajitiedoissa havaittiin yksittäisten lajien kohdalla eroja siinä, tulkitaanko joku laji vieraslajiksi vai ei. Epäselvien tulkintojen välttämiseksi tarkastelun ulkopuolelle jätettiin sellaiset lajit, jotka esiintyvät (myös) alkuperäisinä luonnonvaraisina lajeina Suomessa tai jotka on luettu vieraslajiksi yhdessä maassa mutta ei naapurimaissa. Esimerkkejä tämänlaisista lajeista ovat punaherukka ja tyrni.

3.3.2.1

2021–2050 Etelä-Suomen ilmastoja vastaavien alueiden vieraslajit

(i) Kansalliset haitallisten vieraslajien listat

Virossa on koottu haitallisten vieraskasvilajien musta lista, joista tässä yhteydessä esitellään vajaa sata kasvitaksonia (Taulukko 1, Liite 2). Listan lajeista on arvioitu niiden maantieteellinen levinneisyys Virossa, luontoon levinneiden elinvoimaisten populaatioiden yleisyys, sekä lajien haitallisuus asteikolla: 0 – kanta vakiintunut luontoon, laajalle levinnyt laji, eradikaatio hyvin vaikeaa / mahdotonta; 1 – erityisen vaarallinen laji, muodostaa helposti luonnossa menestyviä populaatioita; 2 – laji, jolla on huomattava potentiaali muodostaa suuria kolonioita luonnossa, mutta jolla ei ole vielä kovin monia esiintymiä; 3 – vaarallinen laji, jonka esiintymiä on hankala poistaa, laji leviää pääasiassa kasvullisesti mutta ei levittäydy pitkiä matkoja nopeasti (ks. Liite 2). Haitallisimpien vieraskasvilajien joukossa on useita Suomessakin haitallisiksi osoittautuneita kasveja, kuten kanadanvesirutto (*Elodea canadensis*), jättipalsami (*Impatiens glandulifera*; Kuva 11), lupiini (*Lupinus polyphyllus*) ja kurtturuusu (*Rosa rugosa*), mutta myös lajeja, joihin on Suomessa kiinnitetty enemmän huomiota vasta viime aikoina. Viimeksi mainittuja lajeja ovat esimerkiksi kanadankoiransilmä (*Conyza canadensis*), tataarisinivalvatti (*Lactuca tatarica*), terttuselja (*Sambucus racemosa*), suopayrtti (*Saponaria officinalis*) ja kanadanpiisku (*Solidago canadensis*; Kuva 12).

Virossa on lisäksi koottu lista vieraslajeista, joiden maahantuominen, levittäminen tai myyntitoiminta on lailla kielletty (<https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=12828512>). Lista sisältää 13 kasvilajia tai -taksonia sekä 30 eläinlajia (Liite 3). Listalle otetuissa kielletyissä kasvi- ja eläinlajeissa on Suomessakin tuttuja haittalajeja, kuten kaukasianjättiputki (*Heracleum mantegazzianum*), jättipalsami (*Impatiens glandulifera*), kanadanpiisku (*Solidago canadensis*), japanintatar (*Fallopia japonica*), kanadanmajava (*Castor canadensis*), minkki (*Mustela vison*), supikoira (*Nyctereutes procyonoides*), piisami (*Ondatra zibethicus*) ja täpläräpu (*Pacificuscatulus leniusculus*). Toisaalta listalla on myös useita vieraslajeja, jotka ovat vasta nyt saamassa jalansijaa Pohjois-Euroopassa tai jotka voivat levitä sinne lähivuosina ilmastomuutoksen myötä. Esimerkkejä



Kuva 11. Jättipalsami (*Impatiens glandulifera*) muodostaa luonnossa lisääntyviä populaatioita monilla paikoilla Suomessa. Kuva: Terhi Rytteri.



Kuva 12. Kanadanpiisku (*Solidago canadensis*) on vieraslaji, joka on leviämässä uusille alueille Suomessa. Kuva: Terhi Rytteri.

näistä lajeista ovat kiehkuravesirutto (*Eloдея nuttallii*), seljarusokki (*Bidens frondosa*), japaninkauris (*Cervus nippon*), kuusipeura (*Dama dama*), harmaaorava (*Sciurus carolinensis*), kaniini (*Oryctolagus cuniculus*), sekä kaloista aurinkoahven-lajit (*Lepomis spp.*) ja saharasbora (*Pseudorasbora parva*).

Latviassa ei ole virallista haitallisten vieraslajien mustaa listaa. Alustava lista sisältää 17 kasvilajia ja 5 eläinlajia; listan eläinlajit ovat vaeltajasimpukka (*Dreissena polymorpha*), minkki (*Mustela vison*), supikoira (*Nyctereutes procyonoides*), täplärapu (*Pacificastacus leniusculus*) ja koloradonkuoriainen (*Leptinotarsa decemlineata*) (Agnese Priede, henk.koht. tiedonanto; Taulukko 1 ja 2; Liite 4). Kasvilistan lajeista osa on samoja kuin Viron mustan listan lajit, kuten isotuomipihlaja, pajuasteri, kanadanvesirutto, *Heracleum sosnowskyi* -jättiputki, lupiini ja rikkapalsami, ja osa eri lajeja [mm. saarnivaahtera (*Acer negundo*), tarhasaurikki (*Galinsoga parviflora*) ja ripsisaurikki (*Galinsoga quadriradiata*)].

Myös Brigita Laime Latvian yliopistosta on koonnut maan vieraslajeista laajalti tietoa ylläpitämälleen internetsivustolle (http://www.lva.gov.lv/daba/eng/biodiv/invazivas_sugas_e.htm#sar). Tällä sivustolla esitellään 15 kaikkein haitallisimmaksi arvioitua vieraskasvilajia tai kasvisukua. Joukossa on sekä Suomessa ja Virossa haitalliseksi arvioituja lajeja että joitakin, joihin Suomessa ei vielä ole kiinnitetty huomiota. Lajit ovat seuraavat: *Heracleum sosnowskyi* -jättiputki, kanadanpiisku, jättipalsami, terttuselja, mustaselja (*Sambucus nigra*), kurturuusu, isotuomipihlaja (*Amelanchier spicata*), saarnivaahtera (*Acer negundo*), kiiltotuhkapensas (*Cotoneaster lucidus*), hopeapensaat (*Eleagnus spp.*), saurikit (*Galinsoga spp.*), idänukonpalko (*Bunias orientalis*), japanintatar ja jättitatar. Kaikkien kaikkiaan Latviassa arvioidaan olevan yli 130 puutarhoista luontoon karannutta kasvilajia. Kanadanpiiskulla ja isopiiskulla tehty selvitys osoitti, että kanadanpiisku on levinnyt Latviassa voimakkaammin kuin isopiisku (Priede 2008). Näiden lajien esiintymät keskittyivät ihmisvaikutteisille paikoille kuten tienvarsille ja joutomaille. Osa esiintymistä oli kuitenkin luonnonympäristöissä kuten niityillä. Näissä tapauksissa ao. piiskulajit muodostivat merkittävän uhkan Latvian alkuperäiselle lajistolle.

Taulukko 1. Viron, Latvian, Liettuan ja Tanskan haitallisia vieraskasvi, sieni- ja levälajeja. Haitallinen vieraslaji / Maa = laji mukana ao. maan vieraslajien mustalla listalla tai se on arvioitu haitalliseksi vieraslajiksi kansallisissa selvityksissä. Tarkemmat listat ja lähteet on esitetty Liitteissä 2, 4, 5 ja 6.

Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Haitallinen vieraslaji / Maa	Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Haitallinen vieraslaji / Maa
Putkilokasvit					
<i>Abies alba</i>	saksanpihta	Viro	<i>Abies balsamea</i>	palsamipihta	Viro
<i>Abies sibirica</i>	siperianpihta	Viro	<i>Acer negundo</i>	saarnivaahtera	Latvia, Liettua
<i>Acer pseudoplatanus</i>	vuorivaahtera	Liettua	<i>Acorus calamus</i>	kalmojuuri	Liettua
<i>Alyssum alyssoides</i>	hietakilpiruoho	Viro	<i>Amaranthus retroflexus</i>	viherrevonhätä	Liettua
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	marunatuoksukki	Tanska	<i>Amelanchier spicata</i>	isotuomipihlaja	Viro, Latvia, Liettua, Tanska
<i>Anisantha tectorum</i>	kattokattara	Liettua	<i>Aquilegia vulgaris</i>	lehtoakileija	Viro
<i>Armoracia rusticana</i>	piparjuuri	Viro, Liettua	<i>Asclepias syriaca</i>	mesisilkkiyrtti	Latvia
<i>Asparagus officinalis</i>	ruokaparsa	Viro	<i>Aster xsalignus</i>	pajuasteri	Viro, Latvia
<i>Aster lanceolatus</i>	”säiläästeri”	Viro	<i>Aster novi-belgii</i>	syysasteri	Latvia
<i>Bellis perennis</i>	kaunokainen	Viro	<i>Bidens frondosa</i>	seljarusokki	Latvia
<i>Bromus erectus</i>	pystykattara	Viro	<i>Bromus inermis</i>	idänkattara	Viro
<i>Bunias orientalis</i>	idänukonpalko	Viro, Latvia, Liettua	<i>Carex praecox</i>	idänsara	Viro
<i>Cerasus avium</i>	imeläkirsikka	Viro	<i>Cerasus tomentosa</i>	nukkakirsikka	Viro
<i>Chamomilla suaveolens</i>	pihasaunio	Viro	<i>Cichorium intybus</i>	sikuri	Viro
<i>Conyza canadensis</i>	kanadankoiransilmä	Viro, Liettua, Tanska	<i>Corispermum leptopterum</i>	rikkakurmio	Liettua
<i>Cotoneaster lucidus</i>	kiiltotuhkapensas	Viro	<i>Crassula helmsii</i>	-	Tanska
<i>Cytisus scoparius</i>	jänönvihma	Liettua	<i>Dianthus barbatus</i>	harjaneilikka	Viro, Liettua
<i>Diploxys muralis</i>	pikkuhietasinappi	Viro	<i>Echinocystis lobata</i>	piikkikurkku	Liettua
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	valkopallo-ohdake	Viro	<i>Elaeagnus commutata</i>	lännehopeapensas	Viro
<i>Elodea canadensis</i>	kanadanvesirutto	Viro, Latvia, Tanska	<i>Elodea nuttallii</i>	kiehkuravesirutto	Tanska
<i>Epilobium adenocaulon</i>	amerikanhorsma	Viro, Liettua	<i>Erucastrum gallicum</i>	kaalisinappi	Liettua
<i>Euphorbia cyparissias</i>	tarhatyräkki	Viro, Liettua	<i>Galega orientalis</i>	rehuvuorenherne	Viro
<i>Fallopia japonica</i>	japanintatar	Viro, Tanska	<i>Fallopia sachalinensis</i>	jättätatar	Viro, Tanska
<i>Fallopia x bohemica</i>	hörtsätatar	Tanska	<i>Galinsoga parviflora</i>	tarhasaurikki	Latvia, Liettua
<i>Galinsoga quadriradiata</i>	ripsisaurikki	Latvia, Liettua	<i>Glyceria striata</i>	viirusorsimo	Liettua
<i>Gypsophila paniculata</i>	morsiusharso	Liettua	<i>Helianthus tuberosus</i>	maa-artisokka	Liettua
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	kaukasianjättiputki	Viro, Tanska	<i>Heracleum sosnowskyi</i>	-	Viro, Latvia, Liettua
<i>Hieracium koehleri</i>	-	Viro	<i>Inula helenium</i>	isohirvenjuuri	Viro
<i>Impatiens glandulifera</i>	jättipalsami	Latvia, Liettua, Tanska	<i>Impatiens parviflora</i>	rikkapalsami	Viro, Latvia, Liettua, Tanska
<i>Juncus tenuis</i>	nurmivihvilä	Viro, Liettua	<i>Lactuca serriola</i>	piikkisalaatti	Viro, Liettua
<i>Lactuca tatarica</i>	tataarisinivalvatti	Viro, Liettua	<i>Lamium galeobdolon</i>	keltapeippi	Tanska
<i>Lathyrus tuberosus</i>	mukulanätkelmä	Viro	<i>Lepidium densiflorum</i>	ratakraasi	Liettua
<i>Lilium bulbiferum</i>	ruskolilja	Viro	<i>Lonicera alpigena</i>	alppikuusama	Viro
<i>Lonicera caprifolium</i>	tuoksuköynnös-kuusama	Viro	<i>Lonicera tatarica</i>	rusokuusama	Viro
<i>Lupinus polyphyllus</i>	lupiini	Viro, Latvia, Liettua, Tanska	<i>Lychnis chalconica</i>	palavarakkaus	Viro

Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Haitallinen vieraslaji / Maa	Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Haitallinen vieraslaji / Maa
<i>Lycium barbarum</i>	pukinpensas	Tanska	<i>Mahonia aquifolium</i>	mahonia	Viro
<i>Lilium bulbiferum</i>	ruskolilja	Viro	<i>Lonicera alpigena</i>	alppikuusama	Viro
<i>Lonicera caprifolium</i>	tuoksuköynnös-kuusama	Viro	<i>Lonicera tatarica</i>	rusokuusama	Viro
<i>Lupinus polyphyllus</i>	lupiini	Viro, Latvia, Liettua, Tanska	<i>Lychnis chalcidonica</i>	palavarakkaus	Viro
<i>Lycium barbarum</i>	pukinpensas	Tanska	<i>Mahonia aquifolium</i>	mahonia	Viro
<i>Matricaria matricarioides</i>	pihasaunio	Liettua	<i>Medicago romanica</i>	sirppimailanen	Viro
<i>Medicago x varia</i>	rehumailanen	Viro	<i>Myosotis sylvatica</i>	puistolemmikki	Viro
<i>Myrrhis odorata</i>	saksankirveli	Viro	<i>Oenothera biennis</i>	iltahelokki	Liettua
<i>Oenothera rubricaulis</i>	täplähelokki	Liettua	<i>Oxalis stricta</i>	nurmikäenkaali	Liettua
<i>Pastinaca sativa</i>	palsternakka	Tanska	<i>Petasites hybridus</i>	etelänruttojuuri	Viro, Liettua, Tanska
<i>Petasites japonicus</i>	japaninruttojuuri	Tanska	<i>Phalacrocoma septentrionale</i>	-	Liettua
<i>Physocarpus opulifolius</i>	länneheisiangervo	Viro	<i>Pinus contorta</i>	kontortamänty	Tanska
<i>Pinus mugo</i>	vuorimänty	Tanska	<i>Populus alba</i>	hopeapoppeli	Viro
<i>Populus balsamifera</i>	palsamipoppeli	Viro	<i>Potentilla canescens</i>	-	Viro
<i>Potentilla goldbachii</i>	saksanhanhikki	Viro	<i>Potentilla norvegica</i>	peltohanhikki	Liettua
<i>Prunus domestica</i> subsp. <i>insititia</i>	kriikunapuu	Viro	<i>Prunus cerasifera</i> var. <i>Divaricata</i>	kirsikkaluumu	Viro, Liettua
<i>Prunus serotina</i> (syn. <i>Padus serotina</i>)	kiiltotuomi	Liettua, Tanska	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	douglaskuusi	Viro
<i>Quercus rubra</i>	punatammi	Liettua	<i>Robinia pseudoacacia</i>	valeakaasia	Liettua
<i>Rosa glauca</i>	punalehtiruusu	Viro	<i>Rosa pimpinellifolia</i>	juhannusruusu	Viro
<i>Rosa rugosa</i>	kurtturuusu	Viro, Latvia, Liettua, Tanska	<i>Rumex confertus</i>	idänhierakka	Viro, Latvia, Liettua
<i>Ribes uva-crispa</i>	karviainen	Viro	<i>Rosa glabrifolia</i>	venäjänruusu	Viro
<i>Rosa pomifera</i>	luumuruusu	Viro	<i>Sambucus nigra</i>	mustaselja	Viro, Liettua
<i>Sambucus racemosa</i>	terttuselja	Viro, Liettua	<i>Sanguisorba minor</i>	pikkuluppio	Viro
<i>Saponaria officinalis</i>	suopayrtti	Viro	<i>Scilla siberica</i>	idänsinililja	Viro
<i>Sedum spurium</i>	kaukasianmaksaruoho	Viro	<i>Senecio fluviatilis</i>	jokivillakko	Viro
<i>Senecio viscosus</i>	tahmavillakko	Viro	<i>Senecio vernalis</i>	kevätvillakko	Liettua
<i>Sisymbrium altissimum</i>	unkarinpernaruocho	Liettua	<i>Sisyrinchium montanum</i>	kuovinkukka	Viro
<i>Sisymbrium volgense</i>	volganpernaruocho	Viro	<i>Sorbaria sorbifolia</i>	viitapihlaja-angervo	Viro, Latvia, Liettua
<i>Solidago canadensis</i>	kanadanpiisku	Viro, Latvia, Liettua, Tanska	<i>Solidago gigantea</i>	isopiisku	Tanska
<i>Solidago serotinoidea</i>	-	Liettua	<i>Spartina anglica</i>	marskiheinä	Tanska
<i>Spiraea chamaedryfolia</i>	idänvirpiangervo	Viro	<i>Spiraea media</i>	taiganvirpiangervo	Viro
<i>Spiraea salicifolia</i>	pajuangervo	Viro	<i>Swida alba</i>	idänkanukka	Viro
<i>Swida stolonifera</i>	lännekanukka	Viro	<i>Symphoricarpos albus</i>	lumimarjapensas	Viro
<i>Syringa josikaea</i>	unkarinsyreeni	Viro	<i>Syringa vulgaris</i>	pihasyreeni	Viro
<i>Reseda lutea</i>	keltareseda	Viro	<i>Viola odorata</i>	tuoksuorvokki	Viro
<i>Telekia speciosa</i>	auringontähti	Tanska	<i>Trifolium hybridum</i> subsp. <i>hybridum</i>	rehuallsikeapila	Viro
<i>Veronica filiformis</i>	kaukasiantädyke	Liettua	<i>Veronica persica</i>	persiantädyke	Liettua
<i>Viburnum lantana</i>	villaheisi	Viro	<i>Vinca minor</i>	pikkutalvio	Viro, Liettua
<i>Xanthium albinum</i>	-	Liettua			

Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Haitallinen vieraslaji / Maa	Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Haitallinen vieraslaji / Maa
Sammalet					
<i>Campylopus introflexus</i>	-	Tanska			
Sienitaudit					
<i>Aphanomyces astaci</i>	rapurutto	Tanska	<i>Ophiostoma novo-ulmi</i>	hollanninjalavatauti	Tanska
<i>Phytophthora infestans</i>	perunarutto	Latvia			
Levät					
<i>Sargassum muticum</i> – ruskolevä	-	Tanska	<i>Gracilaria vermiculophylla</i> - punalevä	-	Tanska

Liettuassa on valmisteltu kansallinen vieraslajien tietokanta (The Lithuanian Invasive Species Database; <http://www.ku.lt/lisd/>), joka sisältää kaiken kaikkiaan 699 lajia / taksonia. Valtaosa listan lajeista on maaympäristöjen terrestrisiä lajeja, mutta mukana on myös 29 sisävesien vieraslajia ja 23 rannikkovesien lajia.

Listattujen vieraslajien levinneisyys, luonnonkantojen muodostamiskyky ja invasiivisuus on arvioitu asiantuntija-arvioina. Tietokannan perusteella Liettuassa on luontoon levinneitä ja luonnonympäristöjä kolonisoivia, laajalle tai alueellisesti levinneitä vieraskasvilajeja yli 50 lajia ja vieraseläinlajeja hieman yli 20 lajia (Taulukko 1 ja 2; Liite 5). Näiden lajien joukossa on useita Suomesta, Virosta ja Latviasta tuttuja lajeja (esimerkiksi jättipalsami, kurttturuusu, kanadanpiisku, saarnivaahtera, minkki ja supikoira), mutta myös uusia tuttavuuksia, kuten esimerkiksi viherrevonhätä (*Amaranthus retroflexus*), maa-artistokka (*Helianthus tuberosus*), valeakaasia (*Robinia pseudoacacia*), hopearuutana (*Carassius gibelio*), kaspianpolyyppi (*Cordylophora caspia*) ja rapulaji *Orconectes limosus* (Taulukko 1 ja 2; Liite 5).

Tanskassa on tehty vuonna 2008 haitallisimpien vieraslajien musta lista (<http://www.skovognatur.dk/DyrOgPlanter/invasivearter/Arter/Sortlisten/Sortlisten.htm>). Listalla on 34 maaympäristöjen lajia ja 20 akvaattista lajia (Taulukko 1 ja 2; Liite 6). Suurin lajiryhmä on putkilokasvit, joita on 24 lajia. Mukana on myös lajeja, joita esiintyy meillä vasta paikoin tai ei vielä lainkaan, mutta joiden haittavaikutukset saattavat kasvaa ilmaston lämpenemisen myötä: marunatuoksukki (*Ambrosia artemisiifolia*), kiiltotuomi (*Prunus serotina*), japaninruttojuuri (*Petasites japonicus*), etelänruttojuuri (*Petasites hybridus*), rikkapalsami (*Impatiens parviflora*) ja auringontähti (*Telekia speciosa*) (Taulukko 1, Liite 6). Mustan listan vieraseläinlajien joukossa on laajalti haitalliseksi tunnettuja lajeja, kuten minkki, piisami ja supikoira. Toisaalta joidenkin Tanskassa haitallisten vieraseläinlajien ja sienitautien haittavaikutukset voivat lisääntyä ilmastomuutoksen myötä Suomessa. Näihin kuuluvat muun muassa nutria eli rämemajava (*Myocastor coypus*), harlekiinileppäkerttu (*Harmonia axyridis*), kastanjamiinakoi (*Cameraria ohridella*), espanjansiruetana (*Arion lusitanicus*), vaeltajasimpukka (*Dreissena polymorpha*) ja aurinkoahven (*Lepomis gibbosus*) (Taulukko 2, Liite 6).

Suomen vieraslajien ennakoivassa torjuntatyössä kannattaa kiinnittää huomiota kahdentyyppisiin lajeihin. Ensimmäiseksi, on tärkeää arvioida tilannetta ja ryhtyä toimenpiteisiin niiden lajien osalta, jotka on Virossa arvioitu kuuluvan kaikkein haitallisimpien vieraslajien joukkoon (Liite 2 ja 3). Tämä siksi, että jo pienet muutokset Suomen ilmastossa muuttavat olosuhteita vastaavanlaisiksi kuin mitä ne ovat tällä hetkellä Virossa. Tämä mahdollistaa haitallisten lajien kannan kasvun ja vaikutusten voimistumisen Suomessa. Huomionarvoisia lajeja ovat etenkin jättipalsami, jättiputket, kanadanpiisku ja isopiisku sekä japanin-, jätti- ja hörtsätatar. Toiseksi on syytä kiinnittää erityistä huomiota useassa maassa haitalliseksi arvioituihin vieraslajeihin. Näitä ovat kasveista muun muassa isotuomipihlaja, kanadankoiransilmä, jätti- ja rikkapalsami, lupiini, etelänruttojuuri, kurttturuusu ja kanadanpiisku (Taulukko 1), ja eläimistä minkki, supikoira, vaeltajasimpukka ja täpläräpu (Taulukko 2).

Taulukko 2. Latvian, Liettuan ja Tanskan haitallisia eläinlajeja. Haitallinen vieraslaji / Maa = laji mukana ao. maan vieraslajien mustalla listalla tai se on arvioitu haitalliseksi vieraslajiksi kansallisissa selvityksissä. Tarkemmat listat ja lähteet on esitetty Liitteissä 4, 5 ja 6.

Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Haitallinen vieraslaji / Maa	Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Haitallinen vieraslaji / Maa
Maaympäristöjen eläimiä					
Acanthoscelides obtectus	papupiilokas	Liettua	Alopothen aegyptiacus	afrikanhanhi	Tanska
Alphitobius diaperinus	kanalakuoriainen	Liettua	Alphitophagus bifasciatus	-	Liettua
Arion lusitanicus	espanjansiruetana	Tanska	Branta canadensis	kanadanhanhi	Tanska
Cameraria ohridella	kastanjamiinakoi	Tanska	Carpophilus hemipterus	mehukuoriainen	Liettua
Gronops inaequalis	-	Liettua	Harmonia axyridis	harlekiini-leppäkerttu	Tanska
Leptinotarsa decemlineata	koloradonkuoriainen	Latvia, Liettua	Mustela vison	minkki	Latvia, Liettua, Tanska
Myocastor coypus	nutria eli rämemajava	Tanska	Nyctereutes procyonoides	supikoira	Latvia, Liettua, Tanska
Ondatra zibethica	piisami	Tanska	Oxyura jamaicensis	kuparisorsa	Tanska
Procyon lotor	pesukarhu eli supi	Tanska	Rattus norvegicus	isorotta	Tanska
Tribolium destructor	rohmuksiainen	Liettua	Trogoderma versicolor	-	Liettua
Vesiympäristöjen eläimiä					
Anguilicola crassus	ankeriaan uimarakkoloinen	Tanska	Astacus leptodactylus	kapeasaksirapu	Tanska
Balanus improvisus	merirokko	Liettua	Carassius auratus	kultakala	Tanska
Carassius gibelio	hopearuutana	Liettua	Cercopagis pengoi	petovesikirppu	Liettua
Cordylophora caspia	kaspianpolyppi	Liettua	Crassostrea gigas	japaninosteri	Tanska
Dreissena polymorpha	vaeltajasimpukka	Latvia, Liettua, Tanska	Ensis americanus (E. directus)	huotrasimpukka	Tanska
Eriocheir sinensis	villasaksirapu	Tanska	Lepomis gibbosus	aurinkoahven	Tanska
Marezzelleria viridis	amerikanmonisukas-mato	Liettua	Mnemiopsis leidyi	amerikankampamaneetti	Tanska
Neogobius melanostomus	mustakitatokko	Liettua	Oncorhynchus mykiss	kirjolohi	Liettua
Orconectes limosus	-	Liettua	Pacifastacus leniusculus	täplärapu	Latvia, Liettua, Tanska
Prorocentrum minimum	panssariisimalevä	Liettua	Pseudodactylogyrus anguillae -loislaji	-	Tanska
Pseudorasbora parva	sahasbora	Tanska	Salvelinus fontinalis	puronieriä	Liettua
Teredo navalis	laivamato	Tanska			

(ii) The European Botanic Gardens Consortium -verkoston vieraslajiarviot

Euroopan kasvitieteellisten puutarhojen yhteistyöhanke 'The European Botanic Gardens Consortium – Sharing information, and policy, on potentially invasive alien plants in Botanic Gardens' (<http://www.plantnetwork.org/aliens/index.html>) on koonnut laajan yhteenvedon eri maiden haitallisten vieraskasvilajien tilanteesta. Verkoston tarkastelussa vieraskasvilajeja arvioitiin erikseen Euroopan kolmessa suuralueessa: atlanttisen ilmaston alueet, mantereisen ilmaston alueet ja Välimeren ilmaston alueet. Suomi, Viro, Latvia ja Liettua luettiin mukaan mantereisen ilmaston alueisiin.

Tulosten perusteella mantereisen Euroopan kymmenen yleisesti haitallisinta vieraskasvilajia ovat: kanadanpiisku, saarnivaahtera (*Acer negundo*), kanadanvesirutto, jättipalsami, rikkapalsami, kanadankoiransilmä, japanintatar, valeakaasia (*Robinia pseudoacacia*), marunatuoksukki, kaukasianjättiputki, jumaltenpuu (*Ailanthus altissima*) ja maa-artisokka (*Helianthus tuberosus*). Kasvitieteellisten puutarhojen yhteistyöhankkeessa esitettiin myös maakohtaiset arviot vieraskasvilajien haitallisuuden tasosta, joskin eri maissa kriteereitä on käytetty ilmeisesti hieman eri tavoin. Arviossa käytettiin neljää eri kategoriaa, joista tämän hankkeen näkökulmasta kaikkien tärkein oli ”xxx = osoittautunut luontoon leviäväksi tai aggressiivisesti luontoon leviäväksi”. Virossa, Latviassa, Liettuassa ja/tai Tanskassa kaikkein haitallisimpien vieraskasvien joukkoon on luettu 78 kasvitaksonia (Liite 7). Useimmat lajit arvioitiin hyvin haitalliseksi vain yhdessä maassa, mutta 15 kasvilajia on osoittautunut haitalliseksi kahdessa tai useammassa maassa (Taulukko 3).

Taulukko 3. The European Botanic Gardens Consortium -verkoston vieraslajiarvioissa kahdessa tai useammassa maassa haitalliseksi arvioidut vieraskasvilajit. Tarkasteluun sisältyy Baltian maat ja Tanska.

saarnivaahtera (<i>Acer negundo</i> ; Latvia, Liettua)
isotuomipihlaja (<i>Amelanchier spicata</i> ; Latvia, Liettua)
idänukonpalko (<i>Bunias orientalis</i> ; Viro, Liettua)
kanadankoiransilmä (<i>Conyza canadensis</i> ; Viro, Liettua)
kanadanvesirutto (<i>Eloдея canadensis</i> ; Viro, Liettua, Tanska)
kaalisiinappi (<i>Erucastrum gallicum</i> ; Viro, Liettua)
<i>Heracleum sosnowskyi</i> -jättiputki (Viro, Latvia, Liettua)
rikkapalsami (<i>Impatiens parviflora</i> ; Viro, Liettua)
iltahelokki (<i>Oenothera biennis</i> ; Viro, Liettua)
kiiltotuomi (<i>Prunus serotina</i> , syn. <i>Padus serotina</i> ; Liettua, Tanska)
etelänruttojuuri (<i>Petasites hybridus</i> ; Liettua, Tanska)
kurtturuusu (<i>Rosa rugosa</i> ; Latvia, Liettua, Tanska)
terttuselja (<i>Sambucus racemosa</i> ; Latvia, Liettua)
kanadanpiisku (<i>Solidago canadensis</i> ; Viro, Liettua, Tanska)
kaukasiantädyke (<i>Veronica filiformis</i> ; Viro, Liettua)

(iii) DAISIE-hankkeen sadan pahimman vieraslajin lista

Merkittävää tietoa Suomen, ja Suomen lähialueiden, haitallisimmista vieraslajeista löytyy DAISIE-hankkeen (<http://www.europe-aliens.org/>) tuloksista, etenkin hankkeen tuottamasta Euroopan sadan haitallisimman vieraslajin listasta. Suomessa ja/tai Viron, Latvian, Liettuun ja Tanskan (ja osin Etelä-Ruotsin) alueella esiintyy lajeja, jotka kuuluvat Euroopan sadan haitallisimman vieraslajin joukkoon. Taulukossa 4 listataan 44 tähän joukkoon kuuluvaa maaympäristöjen ja sisävesien vieraslajia; suolaista merivettä suosivat akvaattiset lajit on pääsääntöisesti jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Koska nämä lajit ovat osoittautuneet hyvin haitalliseksi vieraslajeiksi useilla alueilla Euroopassa, kannattaa niihin kiinnittää ennakoivaa varautumista Suomen vieraslajien torjuntatyössä.

Taulukko 4. DAISIE-hankkeessa listatut Euroopan pahimmat maaympäristöjen ja makean veden vieraslajit, jotka esiintyvät Suomessa, Virossa, Latviassa, Liettuassa ja / tai Tanskassa.

<p>Maaympäristöjen kasvit</p> <p>japanintatar (<i>Fallopia japonica</i>) jättipalsami (<i>Impatiens glandulifera</i>) kanadanvesirutto (<i>Elodea canadensis</i>) kaukasianjättiputki (<i>Heracleum mantegazzianum</i>) kiiltotuomi (<i>Prunus serotina</i>) kurturuusu (<i>Rosa rugosa</i>) marunatuoksukki (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>) piikkikurkku (<i>Echinocystis lobata</i>)</p>
<p>Levät ja sammalet</p> <p><i>Bonnemaisonia hamifera</i>-punalevä <i>Campylopus introflexus</i> -sammal</p>
<p>Maaympäristöjen eläimet</p> <p>espanjansiruetana (<i>Arion vulgaris</i>, syn. <i>Arion lusitanicus</i>) etelänjauhiainen (<i>Bemisia tabaci</i>) kanadanhanhi (<i>Branta canadensis</i>) harlekiinileppäkerttu (<i>Harmonia axyridis</i>) härkäsammakko (<i>Lithobates catesbeianus</i>) kalifornianripsiiäinen (<i>Frankliniella occidentalis</i>) isorotta (<i>Rattus norvegicus</i>) japaninkauris (<i>Cervus nippon</i>) koloradonkuoriainen (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>) kuparisorsa (<i>Oxyura jamaicensis</i>) kurkkukirva (<i>Aphis gossypii</i>) kastanjamiinakoi (<i>Cameraria ohridella</i>) minkki (<i>Mustela vison</i>) nutria eli rämemajava (<i>Myocastor coypus</i>) pesukarhu (<i>Procyon lotor</i>) piisami (<i>Ondatra zibethicus</i>) punakorvakilpikonna (<i>Trachemys scripta</i>) supikoira (<i>Nyctereutes procyonoides</i>)</p>
<p>Akvaattiset lajit</p> <p>amerikan monisukasjalkainen (<i>Marenzelleria neglecta</i>) ankeriaan uimarakkoloinen (<i>Anguilicola crassus</i>) puronieriä (<i>Salvelinus fontinalis</i>) lohiloinen (<i>Gyrodactylus salaris</i>) merirokko (<i>Balanus improvisus</i>) mustakitatokko (<i>Neogobius melanostomus</i>) fytoplankton-laji <i>Odontella sinensis</i> petovesikirppu (<i>Cercopagis pengoi</i>) kaspianpolyyyppi (<i>Cordylophora caspia</i>) japaninosteri (<i>Crassostrea gigas</i>) rapurutto (<i>Aphanomyces astaci</i>) sahasbora (<i>Pseudorasbora parva</i>) vaeltajasimpukka (<i>Dreissena polymorpha</i>) villasaksirapu (<i>Eriocheir sinensis</i>) (etupäässä suolaisen meriveden laji, mutta voi levitä jokiin)</p>
<p>Sienitauteja aiheuttavat lajit</p> <p>hollanninjalavatauti (<i>Ophiostoma novo-ulmi</i>) <i>Seiridium cardinale</i> -mikrosieni</p>

3.3.2.2

2051–2080 Etelä-Suomen ilmastoja vastaavien alueiden vieraslajit

(i) Kansalliset haitallisten vieraslajien listat

Skenaarioiden perusteella Etelä-Suomen ilmasto muistuttaa vuosina 2051–2080 keskimäärin Puolan, Saksan, Hollannin ja (Saaristomerellä osalta) Belgian viimeaikaista ilmastoja. Puolan alueelta ei ole käytettävissä virallista vieraslajien mustaa listaa, mutta Krakovan yliopiston tutkimusten perusteella (<http://www.iop.krakow.pl/ias/Baza.aspx>; Wojciech Solarz, henk.koht. tiedonanto) mukaan Puolassa on 60 huomattavan haitallista vieraskasvilajia ja 38 huomattavan haitallista vieraseläinlajia (Taulukko 5, Liite 8). Näiden lajien joukossa on Suomessakin haitallisina tunnettuja lajeja kuten lupiini, jättipalsami ja kaukasianjättiputki, sekä Baltian maissa ja Tanskassa haitallisiksi arvioituja vieraslajeja (muun muassa marunatuoksukki, idänukonpalko, kiiltotuomi, rikkapalsami). Joukossa on myös vieraslajeja, jotka esiintyvät vain satunnaisesti tai joita ei ole vielä luettu Suomessa, Baltian maissa tai Tanskassa haitallisimpien lajien joukkoon, kuten esimerkiksi saksankärhkö (*Clematis vitalba*), kultakeltto (*Crepis aurea*), lännenpalsami (*Impatiens capensis*), persikkakirva (*Nectarosiphon (Myzus) persicae*), Sinanodonta woodiana -simpukka ja iso-opaalikotilo (*Oxychilus draparnaudi*) (Taulukko 5, Liite 8).

Saksassa on tehty asiantuntija-arvio maan haitallisimmista vieraskasvilajeista (<http://www.floraweb.de/neoflora/handbuch.html>). Lista sisältää hieman alle 40 kasvilajia (Taulukko 5, Liite 9), joista osa on jo Suomessa haitalliseksi havaittuja kasveja, osa Baltian maissa tai Tanskassa listattuja lajeja, ja osa vieraslajeja, joiden haittavaikutukset näkyvät tällä hetkellä etupäässä Saksan ilmasto-oloissa [esimerkiksi leinikinputki (*Hydrocotyle ranunculoides*) ja samettisumakki (*Rhus typhina*, syn. *Rhus hirta* ja *Toxicodendron pubescens*)]. Tarkennetun asiantuntija-arvion (Ingolf Kühn, henk.koht. tiedonanto) perusteella kaikkein haitallisimpia vieraskasvilajeja Saksassa ovat seuraavat 16 lajia: japanintatar, jättitatar, hörtsätatar, maa-artisokka, kaukasianjättiputki, jättipalsami, lupiini, kiiltotuomi, valekaasia, kurturuusu, kanadanpiisku, isopiisku, marskiheinä, lumimarjapensas, *Campylopus introflexus* -sammal, sekä marunatuoksukki, jonka vaikutuksen arvioidaan kasvavan huomattavasti ilmastomuutoksen myötä.

Saksassa ja Hollannissa ei ole tehty virallista vieraseläinlajien mustaa listaa. Asiantuntija-arvion perusteella (Marten Winter & Stefan Nehring, henk.koht. tiedonanto) Saksan haitallisimpien vieraseläinlajien lista sisältää 2 lintulajia (afrikanhanhi ja ruostesorsa), yhden sammakkolajin (härkäsammakko), 4 kalalajia, 6 nisäkäslajia, sekä 11 maaympäristöjen selkärangaton-lajia (ks. Taulukko 5). Lisäksi haitallisimpiin vieraslajeihin kuuluvat 14 rannikkovesien lajia, kuten esimerkiksi simpukkalajit *Corbicula fluminalis*, *Corbicula fluminea*, japaniosteri, vaeltajasimpukka, villasaksirapu ja täplärapu (Taulukko 5).

Hollannissa tehtyjen vieraslajitutkimuksien perusteella maassa on tavattu jo 925 vieraslajia (<http://www.nederlandsesoorten.nl/nlsr/nlsr/i000385.html>). Näillä vieraslaji-sivustoilla on esitelty 26 tyypillistä luontoon levinnyttä ja haitallista vieraslajia (Liite 10). Näiden joukossa on myös lajeja, joilla esiintyy tällä hetkellä haitallisina määrinä vasta Hollannissa ja sen naapurivaltioissa: leinikinputki (*Hydrocotyle ranunculoides*), kiharavesirutto (*Lagarosiphon major*), kauluskaija (*Psittacula krameri*), harmaaorava (*Sciurus carolinensis*), härkäsammakko (*Rana catesbeiana*) ja *Lasius neglectus* -muurahainen.

Belgiassa on valmisteltu hyvin kattava arvio maassa tavatuista vieraslajeista ja niiden tuottamista riskeistä ('The Belgian Forum on Invasive Species'; <http://ias.biodiversity.be/>). Maassa tavattuja vieraslajeja arvioitiin niiden invasiivisuuden ja haittavaikutusten voimakkuuden perusteella. Haitallisimmat lajit koottiin valtakunnalliselle mustalle listalle (Black list) tai harmaalle listalle (Watch list) (Liite 11). Mustalla listalla on 34 kasvilajia ja 12 eläinlajia, harmaalla listalla 24 kasvilajia ja 9

eläinlajeja. Kaikkein haitallisimpaan kategoriaan kuuluviksi arvioitiin esimerkiksi kasvit pajuasteri, kanadanvesirutto, kiehkuravesirutto, japanintatar, maa-artistokka, kiiltotuomi, kurttuuruusu ja kanadanpiisku sekä eläinlajit afrikanhanhi, hopearuutana, harlekiinileppäkerttu, piisami ja isorotta (Taulukko 5, Liite 11).

Erityistä huomiota vaativia lajeja eli sekä Puolassa, Saksassa että Belgiassa haitallisiksi arvioituja vieraskasvilajeja on yhteensä 11 kappaletta. Tämä joukko sisältää muun muassa kasvilajit saarnivaahtera, kanadanvesirutto, japanintatar, jättitatar, maa-artistokka, kanadanpiisku ja isopiisku (Taulukko 5). Kaikissa kolmessa maassa hyvin haitalliseksi vieraseläinlajeiksi on arvioitu ainoastaan pesukarhu, mutta kahdessa maassa haittalajeina pidettyjä eläinlajeja on 17 kappaletta (Taulukko 5).

Taulukko 5. Puolan, Saksan ja Belgian haitallisia vieraskasvi- ja eläinlajeja. Haitallinen vieraslaji / Maa = laji mukana a.o. maan vieraslajien mustalla listalla tai se on arvioitu haitalliseksi vieraslajiksi kansallisissa selvityksissä (ks. Liitteet 8, 9 ja 11; Saksan vieraseläinlajit: Marten Winter & Stefan Nehring, asiantuntija-arvio).

Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Haitallinen vieraslaji / Maa	Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Haitallinen vieraslaji / Maa
Putkilokasvit					
Acer negundo	saarnivaahtera	Puola, Saksa, Belgia	Acorus calamus	kalmojuuri	Puola
Ailanthus altissima	jumaltenpuu	Saksa, Belgia	Ambrosia artemisiifolia	marunatuoksukki	Puola, Saksa
Amaranthus retroflexus	viherrevonhätä	Puola, Saksa	Artemisia annua	koiruoho	Puola
Aster lanceolatus	säiläästeri	Puola, Belgia	Aster novae-angliae	tuoksuasteri	Puola
Aster novi-belgii	syysasteri	Puola, Belgia	Aster salignus	pajuasteri	Puola, Belgia
Aster tradescantii	-	Puola	Baccharis halimifolia	-	Belgia
Brassica nigra	mustasinappi	Puola	Bromus carinatus	-	Puola
Bryonia alba	mustakoiran-köynnös	Puola,	Bidens frondosa	seljarusokki	Puola
Buddleja davidii	syrikki	Saksa	Bunias orientalis	idänukonpalko	Puola, Saksa
Chenopodium strictum	intiansavikka	Puola	Clematis vitalba	saksankärhö	Puola
Cotoneaster horizontalis	sulkatuhkapensas	Belgia	Cornus sericea	lännenkanukka	Belgia
Crassula helmsii	-	Saksa, Belgia	Crepis aurea	kultakeltto	Puola
Cyperus esculentus	maakastanja	Saksa	Datura stramonium	hulluruoho	Puola
Digitalis purpurea	sormustinkukka	Puola	Echinochloa crus-galli	kanahirssi	Puola
Echinocystis lobata	piikkikurkku	Puola	Echinops sphaerocephalus	valkopallo-ohdake	Puola
Egeria densa	argentiinan vesirutto	Belgia	Elodea canadensis	kanadanvesirutto	Puola, Saksa, Belgia
Elodea nuttallii	kiehkuravesirutto	Saksa, Belgia	Epilobium ciliatum	vaalea-amerikan-horsma	Puola
Eragrostis pilosa	hoikka-öllinurmikka	Puola	Erigeron annuus	sädekallioinen	Puola
Erigeron ramosus	-	Puola	Fallopia japonica	japanintatar	Puola, Saksa, Belgia
Fallopia sachalinensis	jättitatar	Puola, Saksa, Belgia	Fallopia x bohemica	hörtsätatar	Saksa, Belgia
Fraxinus pennsylvanica	punasaarni	Puola, Saksa	Galinsoga ciliata	ripsisaurikki	Puola
Galinsoga parviflora	tarhasaurikki	Puola	Geranium pyrenaicum	pyreneiden-kurjenpolvi	Puola
Helianthus tuberosus	maa-artistokka	Puola, Saksa, Belgia	Heracleum mantegazzianum	kaukasianjättiputki	Puola, Saksa, Belgia

Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Haitallinen vieraslaji / Maa	Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Haitallinen vieraslaji / Maa
Heracleum sosnowskyi -jättiputki	-	Puola	Hydrocotyle ranunculoides	leinikinputki	Saksa, Belgia
Impatiens capensis	lännepalsami	Puola	Impatiens glandulifera	jättipalsami	Puola, Saksa, Belgia
Impatiens parviflora	rikkapalsami	Puola, Saksa	Kochia scoparia	kesäsyressi	Puola
Lagarosiphon major	kiharavesirutto	Belgia	Ludwigia grandiflora	-	Belgia
Ludwigia peploides	-	Belgia	Lupinus polyphyllus	lupiini	Puola, Saksa
Lycium barbarum	pukinpensas	Puola	Lysichiton americanus	keltamajavankaali	Saksa
Mahonia aquifolium	mahonia	Belgia	Medicago sativa	sinimailanen	Puola
Mimulus guttatus	täpläapinankukka	Puola	Mimulus moschatus	myskiapinankukka	Puola
Myriophyllum aquaticum	tähkä-ärviä	Belgia	Myriophyllum heterophyllum	-	Belgia
Myrrhis odorata	saksankirveli	Puola	Onobrychis viciifolia	esparsetti	Puola
Parthenocissus inserta	säleikkövilliini	Puola	Persicaria wallichii	-	Belgia
Pinus nigra	mustamänty	Saksa	Pinus strobus	strobustumänty	Saksa
Populus x canadensis	kanadanpoppeli	Saksa	Portulaca oleracea	vihannesportulakka	Puola
Prunus serotina (syn. Padus serotina)	kiiltotuomi	Puola, Saksa, Belgia	Pseudotsuga menziesii	douglaskuusi	Saksa
Quercus rubra	punatammi	Puola, Saksa	Rhus hirta	samettisumakki	Saksa
Rhododendron ponticum	alppiruusu	Belgia	Robinia pseudacacia	valeakaasia	Puola, Saksa
Rosa rugosa	kurtturuuu	Puola, Saksa, Belgia	Rudbeckia laciniata	kultapallo	Puola
Sedum spurium	kaukasianmaksaruoho	Puola	Senecio inaequidens	buurivillakko	Saksa
Solidago canadensis	kanadanpiisku	Puola, Saksa, Belgia	Solidago gigantea	isopiisku	Puola, Saksa, Belgia
Spartina anglica	marskiheinä	Saksa	Spiraea douglasii	pajuangervo	Belgia
Spiraea alba	valkopajuangervo	Belgia	Spiraea x billardii	Belgia	Belgia
Symphoricarpos albus	valkolumimarja	Puola, Saksa	Vaccinium angustifolium x corymbosum	pensasmustikka	Saksa
Xanthium albinum	-	Puola			
Sammalet					
Campylopus introflexus	-	Saksa			
Maaympäristöjen eläimet					
Aasian tiikerihyttynen	Aedes albopictus	Saksa	Alopochen aegyptiacus	afrikanhanhi	Saksa, Belgia
Arion distinctus	-	Puola	Arion lusitanicus	espanjansiruetana	Puola, Saksa
Bemisia tabaci	etelänjauhiainen	Saksa	Branta canadensis	kanadanhanhi	Belgia
Callosciurus erythraeus	oliiviselkäorava	Belgia	kastanjamiinakoi	Cameraria ohridella	Saksa
Cervus nippon	japaninkauris	Puola, Saksa	Ceratitidis capitata	appelsiinikärpänen	Saksa
Columba livia	kesykyhky	Puola	Diabrotica virgifera	-	Puola
Dreyfusia nordmannianae	-	Saksa	Eriosoma lanigerum	-	Puola
Glischrochilus quadrisignatus	-	Puola	Gnathotrichus materiarius	amerikanmusturi	Saksa
Harmonia axyridis	harlekiini-leppäkerttu	Belgia, Saksa	Khawia sinensis	-	Puola
Lasius neglectus	-	Saksa	Lignyodes bischoffi	-	Puola
Limax flavus	-	Puola	Limax maximus	-	Puola

Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Haitallinen vieraslaji / Maa	Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Haitallinen vieraslaji / Maa
Linepithema humile	argentiinan-muurahainen	Saksa	Megastigmus spermatrophus	-	Puola
Mustela vison	minkki	Puola, Saksa	Myocastor coypus	rämemajava	Belgia, Saksa
Nectarosiphon (Myzus) persicae	persikkakirva	Puola	Nyctereutes procyonoides	supikoira	Puola, Saksa
Ondatra zibethicus	piisami	Belgia, Saksa	Oxychilus draparnaudi	iso-opaalikotilo	Puola
Procyon lotor	pesukarhu	Puola, Saksa, Belgia	Rattus norvegicus	isorotta	Belgia
Tadorna ferruginea	ruostesorsa	Saksa	Trialeurodes vaporariorum	ansarijauhiainen	Puola
Xylosandrus germanus	-	Saksa			
Vesiympäristöjen eläimet					
Ameiurus melas	mustapiikkimonni	Saksa	Ameiurus nebulosus	piikkimonni	Puola, Saksa
Anguillicola crassus	ankeriaan uimarakkoloinen	Puola	Aristichthys nobilis	marmoripaksuotsa	Puola
Bothriocephalus acheilognathi	-	Puola	Carassius auratus gibelio	hopearuutana	Puola, Belgia
Corbicula fluminalis	-	Saksa	Corbicula fluminea	-	Saksa
Coregonus peled	peledsiika	Puola	Corophium curvispinum	-	Saksa
Crassostrea gigas	japaninosteri	Saksa	Ctenopharyngodon idella	ruohokarppi	Puola
Dikerogammarus villosus	-	Saksa	Dreissena polymorpha	vaeltajasimpukka	Puola, Saksa
Ensis americanus	huotrasimpukka	Saksa	Eriocheir sinensis	villasaksirapu	Puola, Saksa
Hypophthalmichthys molitrix	hopeakarppi	Puola	Lepomis gibbosus	aurinkoahven	Puola
Marenzelleria neglecta	-	Saksa	Marenzelleria viridis	-	Saksa
Neogobius fluviatilis	jokitokko	Puola	Neogobius gymnotrachelus	paljaskaulatokko	Puola
Neogobius melanostomus	mustakitatokko	Puola, Saksa	Oncorhynchus mykiss	kirjolohi	Saksa
Orconectes immunis	-	Saksa	Orconectes limosus	-	Puola, Saksa
Pelophylax ridibundus	mölysammakko	Belgia	Percottus glenii	rohmutokko	Puola
Potamopyrgus antipodarum			Procamburus clarkii	punarapu	Saksa
Pseudorasbora parva			Pacifastacus leniusculus	täplärapu	Puola, Saksa
Rana catesbeiana			Sinanodonta woodiana	-	Puola

(ii) The European Botanic Gardens Consortium – verkoston vieraslajiarviot

Hankkeessa 'The European Botanic Gardens Consortium - Sharing information, and policy, on potentially invasive alien plants in Botanic Gardens' tehtyjen asiantuntija-arvioiden mukaan Puolassa, Saksassa, Hollannissa ja Belgiassa hyvin haitallisiksi katsotut vieraskasvit ovat valtaosin samoja kuin edellä tässä esitetyt kansalliset listaukset haitallisista vieraslajeista. Siksi näitä arvioita ei käsitellä tässä yhteydessä lainkaan.

(iii) DAISIE-hankkeen sadan pahimman vieraslajin lista

DAISIE-hankkeen Euroopan sadan haitallisimman vieraslajin listalla on 15 sellaista lajia, jotka esiintyvät korkeintaan satunnaisesti Baltian maiden tai Tanskan alueella,

mutta jotka ovat jo saaneet tai saamassa jalansijaa Puolan, Saksan, Hollannin tai Belgian luonnonympäristöissä. Näihin kuuluvat kasveista alppiruusu (*Rhododendron ponticum*), *Crassula helmsii*, jumaltenpuu (*Ailanthus altissima*), marskiheinä (*Spartina anglica*) ja valeakaasia (*Robinia pseudoacacia*), maaympäristöjen eläimistä appelsiinikärpänen (*Ceratitis capitata*), argentiinanmuurahainen (*Linepithema humile*), kauluskaija (*Psittacula krameri*), kiinan tukkijäärä (*Anoplophora glabripennis*), krysanteemin suomiinaajakärpänen (*Liriomyza huidobrensis*) ja maaorava (*Tamias sibiricus*), ja akvaattisista eläimistä *Corbicula fluminea* -simpukka, katkalaji *Dikerogammarus villosus* ja punarapu (*Procambarus clarkii*), sekä mikrobeista juurilaho (*Phytophthora cinnamomi*).

3.3.2.3 Norjan vieraslajit

Norjassa kootun mustan listan korkean riskin haitallisia vieraslajeja ovat etenkin akvaattisten ympäristöjen kalat (14 lajia), levät (11 lajia), sienet ja sienitaudit (yhteensä 16 lajia) ja suurimpana yksittäisenä ryhmänä siemenkasvit (17 lajia) (Liite 12). Mustan listan sisältämien makeiden vesien eliölajien ja maaympäristöjen lajien joukossa on joitakin laajalti haittalajeiksi tunnettuja tapauksia, kuten esimerkiksi kaukasianjättiputki, jättipalsami, kurturuusu, japanintatar, jättitatar, minkki, piisami ja villasaksirapu.

3.4

Loppupäätelmiä

Ilmastonmuutoksen vaikutukset tulevat näkymään Suomen vieraslajitilanteessa etupäässä kahdella tapaa: (1) meillä jo esiintyvien (mutta mahdollisesti vielä harvalukuisten) vieraslajien kantojen vahvistumisena, uusien elinkelpoisten populaatioiden syntymisenä, ja näiden lajien levittäytymisenä uusille alueille ja niiden haittavaikutusten voimistumisena, sekä (2) kokonaan uusien vieraslajien leviämisenä Suomeen. Vieraslajien torjuntatyössä on tärkeää pyrkiä tunnistamaan haitallisimmat Suomeen mahdollisesti leviävät uudet vieraslajit ja Suomessa jalansijaansa ja haittavaikutuksiaan todennäköisesti vahvistavat lajit.

Edellä esitettyjä tuloksia voidaan hyödyntää näiden tavoitteiden täyttämässä. Ensinnäkin on tärkeää, että Suomessa ja / tai Baltian maiden ja Tanskan alueella esiintyvien ja DAISIE-hankkeen sadan Euroopan haitallisimman vieraslajin joukkoon kuuluvien 44 lajin mahdollisia vaikutuksia arvioidaan kriittisesti ja niiden aiheuttamien haittojen lisääntymiseen varaudutaan. Suomessa tulisikin varautua esimerkiksi seuraavien lajien haittavaikutusten voimistumiseen: japanintatar, jättipalsami, kanadanvesirutto, kaukasianjättiputki, kurturuusu, kanadanhanhi, koloradonkuoriainen, piisami, vaeltajasimpukka ja espanjansiruetana.

Toisaalta tulee kiinnittää huomiota haitallisiin DAISIE-listan lajeihin, jotka esiintyvät meillä vielä satunnaisesti tai ei vielä lainkaan, kuten esimerkiksi kiiltotuomi, marunatuoksukki, piikkikurkku, harlekinileppäkerttu, härkäsammakko, kalifornianripsiäinen, japaninkauris, kurkkukirva, hollanninjalavatauti, rämemajava, mustakitatokko ja saharasbora (Taulukko 4). Kun vieraslajien strategiatyössä tarkastellaan ilmastomme muutoksia aina vuosille 2051–2080 asti, on hyvä varautua tällä hetkellä Puolan, Saksan, Hollannin ja Belgian alueella menestyvien haitallisten vieraslajien leviämiseen. DAISIE-hankkeen sadan haitallisimman vieraslajin listalla on 15 lajia, jotka ovat levinneet näissä maissa luontoon ja joihin on pitkän aikavälin suunnittelussa kiinnitettävä huomiota: esimerkiksi jumaltenpuu, valeakaasia, kiinan tukkijäärä ja punarapu.

Tarkastelua voidaan täydentää vertailemalla Suomen lähialueiden vieraslajistoa pohjoisamerikkalaisille vieraskasveille tehtyyn varoituslistaan (Forman 2003). Ky-

seisessä julkaisussa on tunnistettu Euroopassa mahdollisesti haitallisiksi kehittyviä, Pohjois-Amerikasta peräisin oleva kasvilajeja. Kriteereinä on käytetty lajien 'rikkakasvimaisia' piirteitä sekä sitä onko laji jo osoittautunut jossain Euroopan osassa satunnaiseksi (casual), luonnon ympäristöissä selviäväksi (naturalized) vai aggressiivisesti leviäväksi eli invasiiviseksi (invasive). Varoituslistan korkeimpaan luokkaan kuuluu edellä mainituista lajeista muun muassa viherrevonhätä, seljarusokki, kanadankoiransilmä, maa-artistokka, ripsisaurikki, tarhasaurikki ja kanadanvesirutto, ja toiseksi korkeimpaan luokkaan muun muassa saarnivaahtera, kiiltotuomi, valeakaasia, samettisumakki ja kanadanpiisku.

On myös tärkeää tarkastella sitä, mitkä vieraslajit on usein otettu mukaan Suomen lähialueiden haitallisten vieraslajien luetteloihin, etenkin maiden virallisiin vieraslajien mustille listoille. On ilmeistä, että mitä useammassa yhteydessä vieraslaji on arvioitu haitalliseksi sitä todennäköisemmin siitä voi tulla ongelmallinen laji myös Suomessa. Baltian maista Saksaan, Hollantiin ja Belgiaan ulottuvalla alueella useissa yhteyksissä haitallisiksi arvioituja vieraskasvilajeja ovat seuraavat lajit: saarnivaahtera, punatammi, kiiltotuomi, valeakaasia, kurturuusu, viherrevonhätä, kanadanpiisku, japanintatar, jättitatar, hörtsätatar, etelänruttojuuri, kanadankoiransilmä, idänukompalko, *Heracleum sosnowskyi* -jättiputki, kaukasianjättiputki, rikkapalsami, lupiini, maa-artistokka, pajuasteri, syysasteri, idänhierakka, tarhasaurikki, ripsisaurikki, seljarusokki, iltahelokki ja kanadanvesirutto. Vastaavasti haitallisina vieraslajieläiminä on usein pidetty seuraavia lajeja: minkki, supikoira, pesukarhu, rämemajava, piisami, japaninkauris, afrikanhanhi, harkeliinileppäkerttu, härkäsammakko, espanjansirutana, villasaksirapu, täplärapu, vaeltajasimpukka, mustakitatokko, aurinkoahven ja saharasbora.

Kolmas huomionarvoinen näkökulma liittyy vieraslajien levinneisyshistoriaan. Viimeaikaisten tutkimuksien perusteella uusille alueille kulkeutuneilla vieraslajeilla saattaa mennä useita vuosikymmeniä, toisinaan yli sata vuotta, ennen kuin ne ovat levinneet laajalti niille ilmastollisesti soveltuvilla alueille (Welk 2004, Heikkinen ym. 2009). Weber (2001) arvioi, että Euroopassa vieraslajeina esiintyvät kolme kanadalaisista piiskulajia eivät vielä ole täyttäneet niille ilmastollisesti suotuisia alueita kokonaisuudessaan. Siten niiden leviäminen uusille alueille on mahdollista sekä nykyoloissa että etenkin lämpenevän ilmaston myötä. Vastaavasti härkäsammakolle suotuisa ilmastollinen alue on todennäköisesti laajempi kuin mitä sen tämän hetkistä esiintymistä Euroopassa voisi päätettä (Ficetola ym. 2007).

Yksinkertaistaen voidaan sanoa, että mitä viimeaikaisempi ja mitä tehokkaammin leviävä vieraslaji on kyseessä ja mitä laajempi sen luontainen esiintymisalue on, sitä todennäköisemmin se tulee leviämään tehokkaasti nykyisten sillanpääasemien lähialueille ja kauemmaksikin Euroopassa. Esimerkkejä tämänlaisista lajeista ovat kiinantukkijäärä, kalifornianripsäinen, harlekiinileppäkerttu ja saharasbora. Brown ym. (2008) tutkivat harlekiinileppäkertulle soveltuvia alueita ja ennustivat, että lajista tulee laaja-alainen haitallinen vieraslaji Euroopassa. Viimeaikaiset havainnot tästä lajista Saksasta, Norjasta ja Ruotsista osoittavat lajin todella leviävän tehokkaasti ja muodostavan uhkatekijän useilla alueille Euroopassa (http://www.verkkouutiset.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=6969%3Aatappajaleppaekerttu-uhkaa-eurooppaa&Itemid=8). Britanniassa lajin on arvioitu uhkaavan jopa yli tuhatta hyönteislajia.

Bioklimaattiset mallinnustutkimukset tukevat arvioita, joiden mukaan ilmastonmuutos mahdollistaa uusien vieraslajien saapumisen ja menestymisen Pohjois-Euroopassa. Esimerkiksi argentiinanmuurahaisella (*Linepithema humile*) tehty mallinnustyö osoitti, että ilmastoskenaarioiden perusteella lajille tulee olemaan ilmastollisesti suotuisia alueita aina Etelä-Ruotsia ja Baltian maita myöten noin vuoteen 2050 mennessä (Roura-Pascual ym. 2004). Japanintattarelle tehdyt mallinnustyöt osoittivat, että lajin suotuisin alue on ollut viime aikoina Keski-Euroopassa ja Brittein saarilla, mutta

tulevaisuudessa, noin vuoteen 2050 mennessä, suotuisimmat seudut voivat löytyä Viron, Etelä-Suomen, Keski-Ruotsin ja Norjan rannikkoseutujen alueelta (Beerling ym. 1995). Myös jättipalsamin on ennustettu hyötyvän Fennoskandiassa ilmaston lämpenemisestä (Beerling 1993), joten näiden kahden lajin haittavaikutukset mitä todennäköisemmin voimistuvat Suomessa.

Eräät toisetkin eurooppalaiset tutkimustyöt ovat osoittaneet, että vieraslajit ovat kasvava uhkatekijä luonnonvaraiselle lajistolle ja elinympäristöille Euroopassa. Esimerkiksi syrikkä (*Buddleja davidii*) menestyy invaasioalueilla Saksassa paremmin kuin luonnonvaraisilla kasvupaikoillaan Kiinassa; luontaisilta vihollisiaan karannut laji saa ilmeistä kilpailuetua ja muodostaa siten merkittävän uhkan eurooppalaisissa luonnonympäristöissä (Ebeling ym. 2008). Lisäksi tutkimuksissa on osoitettu, että kiiltotuomi leviää aktiivisesti metsäisiin luontotyypppeihin Belgiassa ja lajin haitalliset vaikutukset tulevat jatkossa voimistumaan (Vewrheyn ym. 2007). Etelänruttojuuri pystyy muodostamaan hyvin tiheitä, toiset kasvilajit poissulkevia, kasvustoja muun muassa Tanskassa.

Yllä esitetyn perusteella voidaan arvioida, että vieraslajien esiintymät ja haittavaikutukset Suomessa tulevat varsin todennäköisesti voimistumaan ilmastomuutoksen myötä, niiden esiintymisalueet laajenemaan ja myös uusien haitallisten vieraslajien leviämiseen tulee varautua. Ilmastomuutoksen ja vieraslajien yhteisvaikutuksiin ja ylipäättään vieraslajien seuranta- ja torjuntatyöhön tuleekin suunnata aiempaa laajempaa huomiota, resursseja ja tutkimustyötä. Tämä on tärkeää myös siksi, että kehityksen yksityiskohtainen ennustaminen on varsin haasteellista muun muassa seuraavien seikkojen johdosta: (1) edellä tarkasteltujen vieraslajien lisäksi on olemassa suuri joukko muita potentiaalisesti haitallisia vieraslajeja, joiden tunnistaminen on etukäteen vaikeaa ja joiden saapumista ei voi ennustaa muun muassa heikosti kontrolloidun internet-pohjaisen eliölajien kaupan takia, ja (2) ilmastoskenaariot harvoin sisältävät ennusteita ilmastollisten ääriarvojen esiintymisestä, jotka saattavat olla joidenkin vieraslajien levinneisyysmuutoksille tärkeämpiä kuin kuukausittaiset keskiarvo-olot; esimerkiksi hallat ja niiden esiintymisfrekvenssi voivat rajoittaa lajin selviytymistä enemmän kuin eri kuukausien keskilämpötilat.

4 Globaali ilmastovertailu ja vieraslajit

4.1

Taustaa

Suurilmastolliset vertailut tarjoavat yhden tärkeän näkökulman vieraslajien ennakoi-vaan torjuntaan. Globaalit ilmastoanalyysit kertovat siitä, miten samankaltainen jonkun haitallisen vieraslajin alkuperäinen esiintymisalueen ilmasto ja kohdealueen ilmasto on. Ilmastoltaan sopivien alueiden esiintyminen tai puuttuminen on ensimmäinen kynnys, joka vieraslajien täytyy ylittää kyetäkseen muodostamaan lisääntymiskykyisiä populaatioita uudella alueella (Peterson 2003; Hellmann ym. 2008). Alkuperäisen esiintymisalueen ja invaasioalueen ilmastollinen samankaltaisuus onkin osoittautunut lähes ainoaksi tekijäksi, joka monissa lajiryhmissä säännönmukaisesti selittää vieraslajien menestymistä kohdealueilla (invaasioalueilla) (Hayes & Barry 2008).

Ilmastotekijät selittävät hyvin eliölajien levinneisyyttä etenkin laajojen alueiden eliömaantieteellisissä tarkasteluissa (Beerling ym. 1995, Sykes ym. 1995, Rahel & Olden 2008). Siksi vieraslajien leviämistä ja esiintymisalueen potentiaalisia rajoja invaasioalueilla voidaan tutkia niin sanotuilla bioklimaattisilla mallinnusmenetelmillä (eliölajien levinneisyysmalleja tai 'ekologisia nissimalleja', joissa selittävinä tekijöinä ovat ilmastomuuttajat) (muun muassa McKenney ym. 2003, Petersen 2003, Thuiller ym. 2005, Heikkinen ym. 2009). Tämänlaisten mallien soveltaminen useille lajeille on kuitenkin työlästä. Yksinkertaisempi vaihtoehto on tehdä pelkästään ilmastotekijöihin perustava globaalianalyysi, jonka avulla voidaan paikantaa Suomen suhteen ilmastollisesti samankaltaiset alueet eri puolilla maapalloa. Vertailuissa voidaan käyttää sekä tämän hetkisiä ilmastotietoja että tulevaisuuden ilmasto-oloja ilmentäviä ilmastoskenaariota. Näin voidaan tutkia, kuinka laajoilta alueilta ja mistä päin maailmaa nyt ja tulevaisuudessa Suomeen saattaa tulla uusia vieraslajeja, jotka todennäköisesti pystyvät muodostamaan elinkelpoisia populaatioita. Voidaan myös selvittää, onko näiden lähdealueiden lajistossa tunnettuja haitallisia vieraslajeja, jotka saattaisivat levitä menestyksekkäästi Suomeen.

Suurilmastolliset vertailut ovat erityisen tärkeitä sellaisten haitallisten vieraslajien kohdalla, jotka eivät vielä ole täyttäneet kohdealueella kaikkia niille suotuisia seutu-ja. Viime vuosikymmenten aikana Eurooppaan saapuneiden vieraslajien laajempi globaali tarkastelu on siten Suomen vieraslajitilanteen muutosten ennakoinnin näkökulmasta tärkeää. Näillä lajeilla ei pystytä invaasioalueen esiintymien perusteella luotettavasti arvioimaan, miten laajalti ne vielä leviävät. Siksi suurilmastolliset vertailut ja alkuperäisten esiintymisalueiden tarkastelut voivat tarjota merkittävää lisätietoa lajeille suotuisista alueista, sekä yleishyödyllistä tietoa lajien vieraslajistrategian suunnitteluun siitä, mistä päin maapalloa voi Suomeen tulla luonnossa menestyviä vieraslajeja.

Menetelmät

Ilmastollisesti samankaltaisten alueiden tarkasteluun valittiin Suomesta kuusi esimerkkialuetta, jotka ovat maankäytön ja muun ihmistoiminnan vaikutuksen perusteella alttiita vieraslajien leviämislle ja lisääntymislle. Tutkimuksien perusteella laaja-alaiset asutuskeskukset, joilla on runsaasti erilaisia maankäyttöön liittyviä toimintoja (kuten puutarha-, viheralue- ja pienviljelyalueita) ja joilla ihmisen maata muokkaava toiminta on voimakasta, ovat vieraslajien saapumiselle ja leviämislle otollisia paikkoja (Weidema 2000; Gritti ym. 2006; Vila ym. 2007, Chytrý ym. 2008). Myös vesistöt voivat lisätä alueen alttiutta vieraslajeille. Esimerkiksi virtavesi- ja jokisuistoalueet, joiden ranta-alueet ovat ihmisen toiminnan voimakkaasti muokkaamia, ovat vieraslajeille suotuisia elinympäristöjä. Tämänlaisilla paikoilla myös vieraslajien leviäminen on usein tehokasta (Richardson ym. 2007).

Kuuden esimerkkialueen valinta tehtiin Corine Land Cover 2000/2006 tietokannan avulla. Corine tietokanta sisältää informaatiota maanpeiteluokista, ja sitä kautta ihmistoiminnan voimakkuuden alueellisesta vaihtelusta (esimerkiksi rakennustyö-alueet, asuinalueet, taajamien viheralueet vs. havumetsät, avosuot) Suomessa. Esimerkkialueiden valinnassa käytettiin kahta kriteeriä: (1) ihmisvaikutteisten maanpeiteluokkien ja vesistöjen osuus tuli olla alueilla keskimääräistä korkeampi ja (2) valittujen alueiden tuli kattaa esimerkin omaisesti Suomen eri osat. Esimerkkialueet olivat kooltaan 0.5 x 0.5 asteen hilaruutuja. Työssä käytettiin samaa ruudukkoa, johon globaali ilmastoaineisto oli koottu. Kuusi esimerkkialuetta olivat seuraavat:

- Tornio (ruudun vasemman alakulman leveysaste = 65.75°, ja pituusaste = 24.25°)
- Vaasa (63.25, 21.75)
- Joensuu (62.25, 29.75)
- Tampere–Toijala (61.25, 23.75)
- Hanko (59.75, 22.75)
- Helsinki–Vuosaari–Kerava (60.25, 25.25)

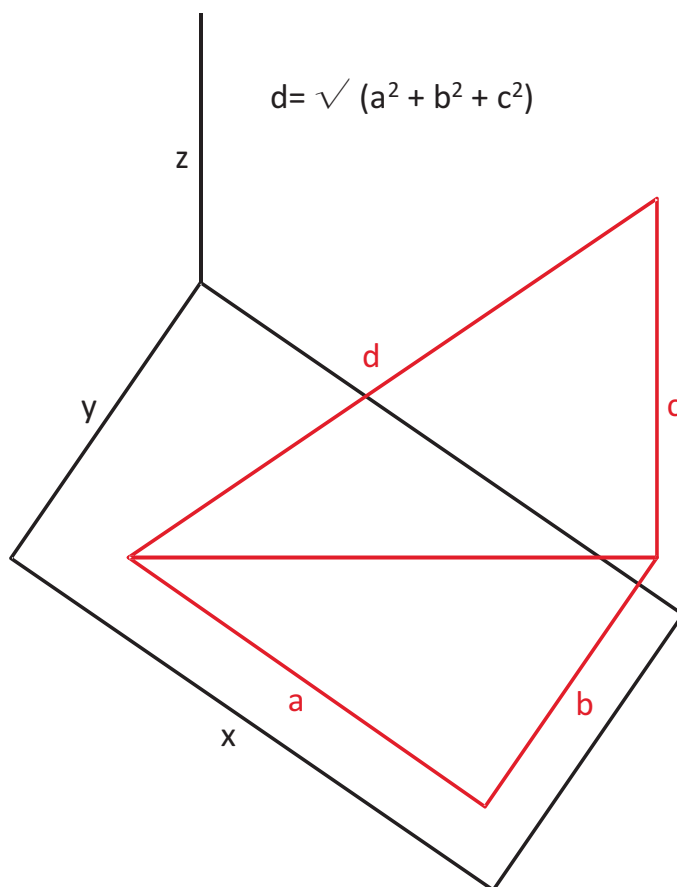
Ilmastoanalyysissä verrattiin ensin esimerkkialueiden ilmastoa vuosina 1971–2000 maapallon kaikkien muiden osien ilmastoon. Näin saatiin tunnistettua, missä muissa maapallon osissa esiintyy lähtötilanteessa samankaltaisia ilmasto-olosuhteita kuin Suomen esimerkkialueilla. Analyysi perustui Stefan Fronzekin, Tim Carterin ja Risto Heikkisen ALARM-hanketta varten kehittämään ilmastollisesti analogisten alueiden paikantamistekniikkaan (Fronzek ym. 2008). Työssä käytettiin viittä erilaista ilmastomuuttujaa: kylmimmän kuukauden keskilämpötila, mantereisuusindeksi (lämpimimmän ja kylmimmän kuukauden keskilämpötilojen ero), vuoden aikainen lämpösunnan kertymä +5 Celsius asteen raja-arvolla laskettuna (Growing degree days; GDD5), sateisuuden vuodenaikaisindeksi ja vuotuinen sademäärä. Vuosittaisen sademäärän ylärajana käytettiin analyysissä 2500 mm:ä eli tätä suuremmat arvot luettiin samaksi kuin 2500 mm (näin vältettiin trooppisten runsassateisen seutujen suhteettoman suuri vaikutus tuloksiin).

Sateisuuden vuodenaikaisindeksi ('PSEASON') laskettiin seuraavan kaavan mukaan (Sumner ym. 2001):

$$PSEASON = \frac{1}{P_{annual}} \sum_{n=1}^{12} \left| P_i - \frac{P_{annual}}{12} \right|$$

missä P_i ja P_{annual} ovat kuukausittaiset ja vuosittaiset sademäärät.

Mukaan otettujen viiden ilmastomuuttujan avulla on mahdollista määrittää Suomen esimerkkialueille ja kaikille muille 0.5 x 0.5 asteen ruuduille viisiulotteinen



Kuva 13. Euklidisen etäisyyden laskeminen kolmiulotteisessa ilmastotilassa.

ilmastotila, joiden perusteella laskettiin ruutujen väliset 'bioklimaattinen' etäisyys. Ennen varsinaisia laskutoimituksia jokaisen ilmastomuuttujan arvot standardoitiin samalle vaihteluvälille. Bioklimaattinen etäisyys laskettiin euklidisenä etäisyyden mittana (Kuva 13), joka jaettiin muuttujien lukumäärän neliöjuurella. Tätä laskutapaa käyttämällä ruutujen väliset bioklimaattiset etäisyydet vaihtelevat tuloksissa välillä 0 (ilmastomuuttujien suhteen identtiset alueet) ja 1 (ilmastoltaan mahdollisimman erilaiset alueet).

Tuloksissa esitetään esimerkkiruutujen ilmastollinen samankaltaisuus kaikkien muiden 0.5 x 0.5 asteen ruutujen kanssa eri puolilla maapalloa. Ilmastollisesti samankaltaiset eli analogiset alueet määritettiin kolmea raja-arvoa käyttäen: suuri analogia = euklidinen etäisyys < 0.01; keskivahva analogia = euklidinen etäisyys 0.01–0.05; kohtalainen analogia = euklidinen etäisyys 0.05–0.10.

Analyysissä käytettyjen ilmastomuuttujien keskiarvot vuosille 1971–2000 saatiin tutkimuslaitoksesta the Climatic Research Unit (CRU) (Mitchell ym. 2003; New ym. 2002). Käytetty ilmastoaineisto kattoi etelänapamannerta lukuun ottamatta maapallon kaikki maa-alueet.

On huomattava, että Pohjois-Euroopan oloissa vieraslajien leviämistä voi rajoittaa etupäässä kasvukauden lämpöisyys tai talven kylmyys. Siksi täydentäviä ilmasto-analogisia vertailuja tehtiin käyttämällä vertailuissa yksinomaan lämpösummaa tai kylmimmän kuukauden lämpötilaa. Ilmastoanalogisia vertailuja oli siten kolmenlaisia, perustuen joko (i) yllämainittuihin viiteen ilmastomuuttuun, (ii) pelkästään lämpösummaan, tai (iii) pelkästään kylmimmän kuukauden keskilämpötilaan.

Analogiatarkasteluissa käytettiin myös samoja ilmastoskenaarioita kuin Euroopan sisäisten ilmastomuutosten tarkasteluissa: 19 ilmastomallin keskiarvoistettu yhdistelmä SRES-kasvihuonekaasuskenaariolle A1B, lieviä muutoksia ennustava australialainen CSIRO-MK3.0 GCM ilmastomalli SRES B1 kasvihuonekaasuskenaariolle, sekä ääreviä muutoksia ennustava japanilainen MIROC (medres) GCM ilmastomalli SRES A2 kasvihuonekaasuskenaariolle (Mitchell ym. 2003; ks. Luku 3). Skenaarioihin perustuvat ilmastoanalyysit tehtiin siten, että Suomen esimerkkialueiden ilmastoskenaarioiden ennusteita verrattiin vuosien 1971–2000 ilmasto-oloihin eri puolilla maailmaa. Näin voitiin selvittää, mistä päin maapalloa nykyisin löytyy esimerkiksi Helsingin seudun tulevaa ilmastoja vastaavia alueita, ja kuinka paljon ilmastollisesti samankaltaiset alueet esimerkiksi Pohjois-Amerikassa muuttuvat. Tässä tarkastelussa painopiste oli vuoden 2031–2060 ilmastoskenaarioissa ja SRES A1B 19 GCM yhdistelmäskenaarion ennusteissa. Lievän CSIRO-MK3.0-SRES B1 ja äärevän MIROC SRES A2 skenaarion ennusteita sekä vuosien 2051–2080 skenaarioita käytettiin paikoin vertailuaineistona.

Ilmastoanalogia-tarkastelujen viimeisessä vaiheessa selvitettiin, osuvatko Suomen esimerkkialueiden suhteen ilmastollisesti samankaltaiset alueet yksin joidenkin hyvin haitallisten vieraslajien luontaisten esiintymisalueiden kanssa. Tarkastelussa käytettiin etenkin sadan globaalisti haitallisimman vieraslajin listaa (The Global Invasive Species Database, <http://www.issg.org/database/welcome/>) sekä DAISIE-hankkeen tuottamaa sadan haitallisimman Euroopan vieraslajin listaa (<http://www.europealiens.org/>). Vieraslajien levinneisyysalueiden ja ilmastoanalogioiden vertailua täydennettiin etsimällä potentiaalisia haittalajeja myös Euroopan ja Välimeren kasvien suojeleuorganisaation [the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO); <http://www.eppo.org/>] ylläpitämästä tietokannasta sekä ilmastollisesti kaikkein samankaltaisimpien alueiden paikallisista vieraslajitiedoista. Tämänlaiset tarkastelut ovat tärkeitä etenkin sellaisten lajien kohdalla, jotka ovat osoittautuneet esimerkiksi Pohjois-Amerikassa haitallisiksi vieraslajeiksi ja joiden alkuperäinen esiintymisalue ei ole Eurooppa; nämä lajit ovat potentiaalisia haittalajeja myös Euroopassa tänne kulkeutuessaan.

4.3

Tulokset

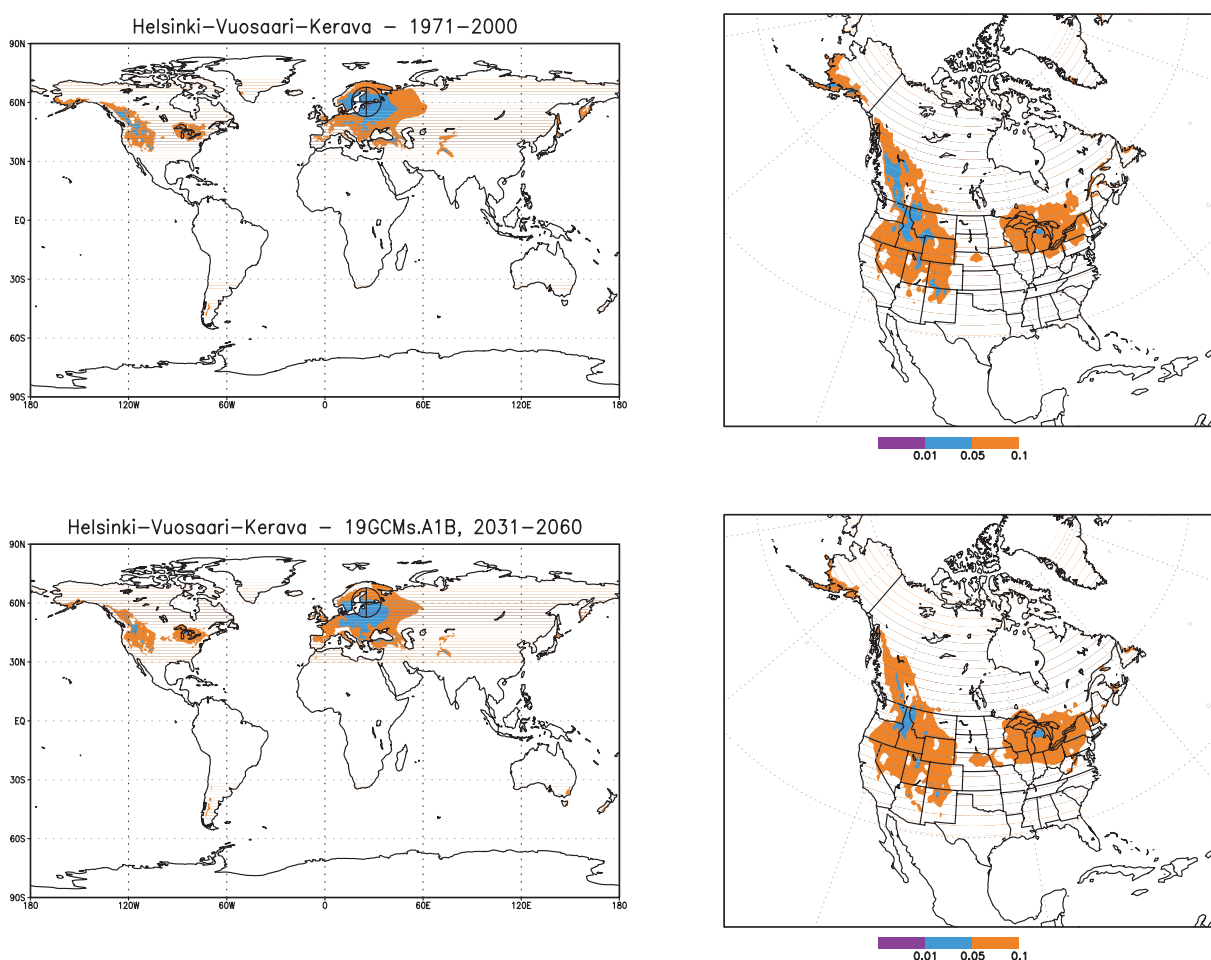
4.3.1

Ilmastollisesti samankaltaiset alueet nyt ja tulevaisuudessa

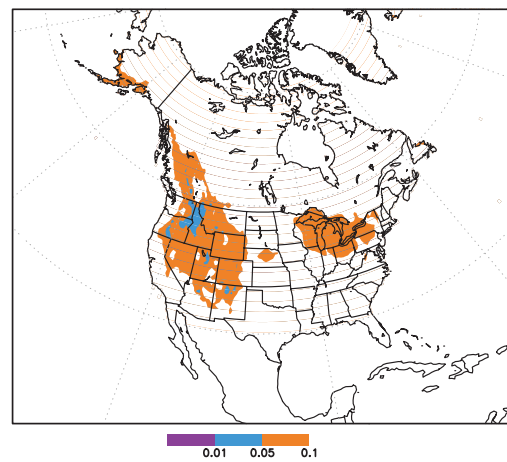
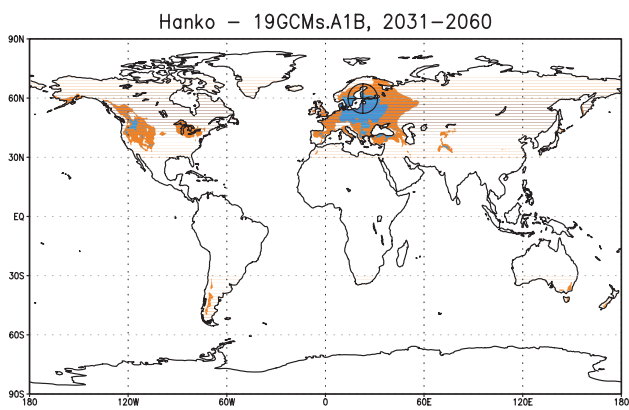
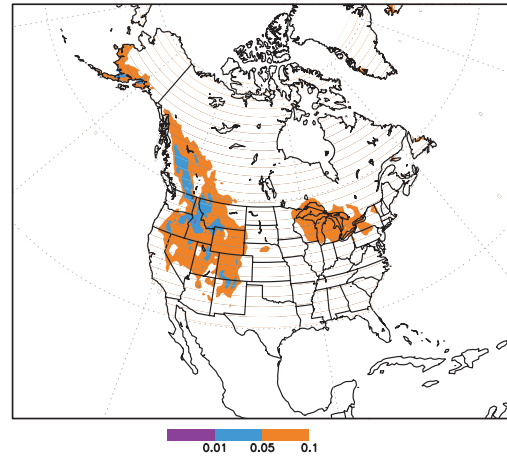
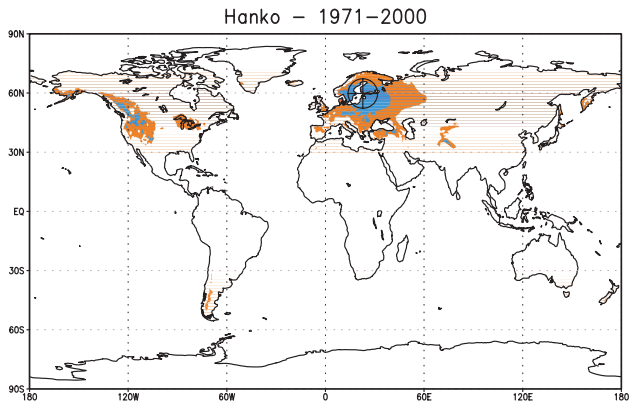
Kuvissa 14–19 esitetään Suomen kuuden esimerkkialueen ilmastollisten analogia-alueiden sijainti. Kuvissa esitetty vertailu perustuu viiteen ilmastomuuttuun. Vuosien 1971–2000 ilmastotietojen vertailu osoittaa, että esimerkkialueiden suhteen ilmastollisesti samankaltaiset alueet ovat pääpiirteissään yllättävänkin samanlaisia (Kuvat 14–19, ylärivit). Selvä valtaosa Euroopan ulkopuolisista analogia-alueista sijaitsee kaikissa tapauksissa Pohjois-Amerikassa, ja kaikkein samankaltaisimmat seudut ovat Kalliovuorten alueella. Pohjois-Amerikan itäosissa analogia-alueet keskittyvät alueelle Wisconsin–Michigan–Ohio–Indiana. Helsingin (Kuva 14) ja Hangon (Kuva 15) ilmastoja vastaavat alueet yltävät paikoin lähelle Arizonan ja Uuden Meksikon keskiosia. Joensuun ja Tornion analogia-alueita esiintyy jonkin verran myös Himalajan vuoristoseuduilla sekä Siperian keskiosissa (Kuvat 17 ja 19), ja Vaasan seudun ilmastossa on yhtäläisyyksiä joihinkin alueisiin Etelä-Amerikassa (Kuva 18). Koska erot kuuden esimerkkialueen globaalien analogia-alueiden välillä olivat suhteellisen

vähäisiä, tulosten tarkastelussa keskitytään pelkästään Tornion ja Helsingin seudun ruutuihin, jotka edustavat esimerkialueiden ilmastollisen vaihtelun vastakkaisia päitä.

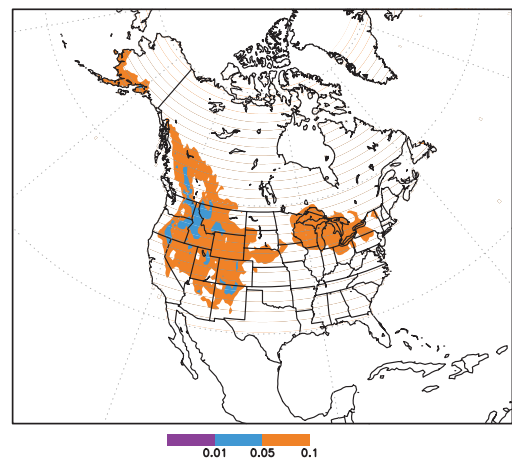
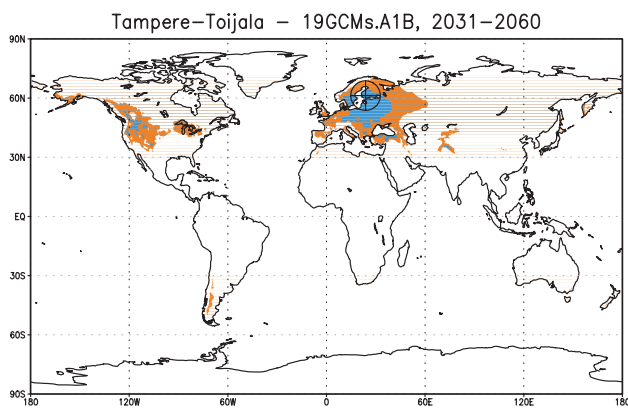
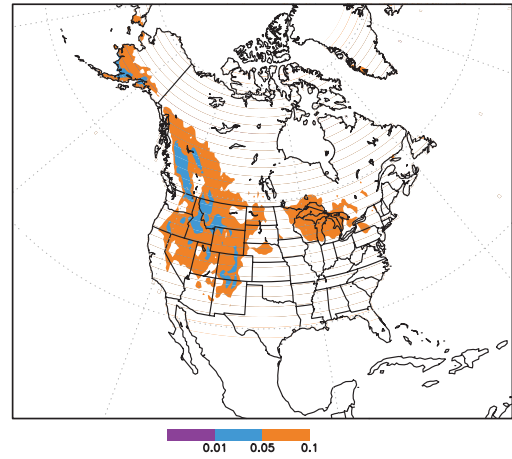
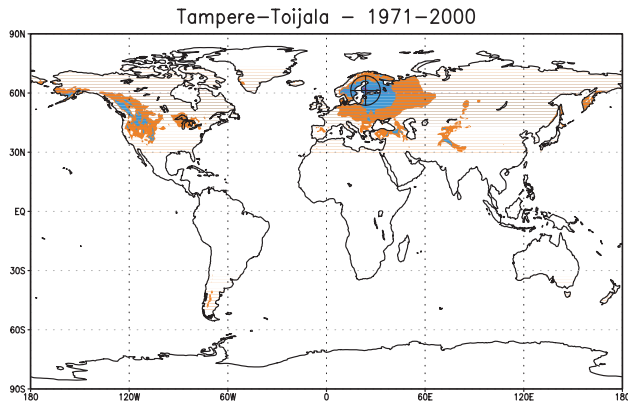
Kuvissa 14–19 esitetään (Kuvien alarivit) myös kuuden esimerkialueen ennustettu ilmasto (SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä) vuosina 2031–2060 suhteessa vuosien 1971–2000 ilmasto-oloihin muualla maailmassa. Tarkasteltaessa tarkemmin Helsingin ja Tornion seudun ilmastollisten analogia-alueiden muuttumista nähdään, että SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmän ennusteiden perusteella näiden kahden esimerkialueen analogiset alueet siirtyvät Pohjois-Amerikassa noin 200–300 kilometriä etelään vuoteen 2031–2060 mennessä (kuva 20). Muutokset ovat varsin samansuuntaisia; Kalliovuoria pitkin Uuteen Meksikoon ja Arizonaan ulottuvat analogia-alueet laajenevat hieman.



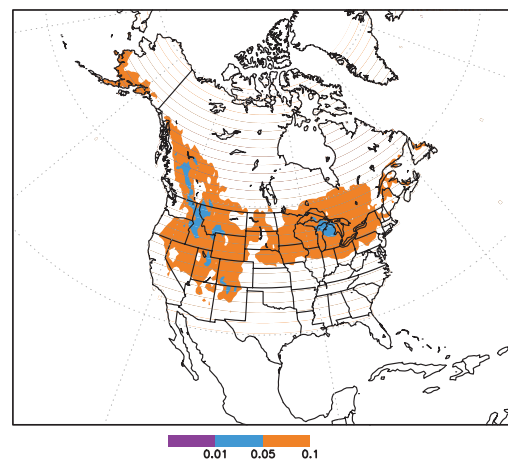
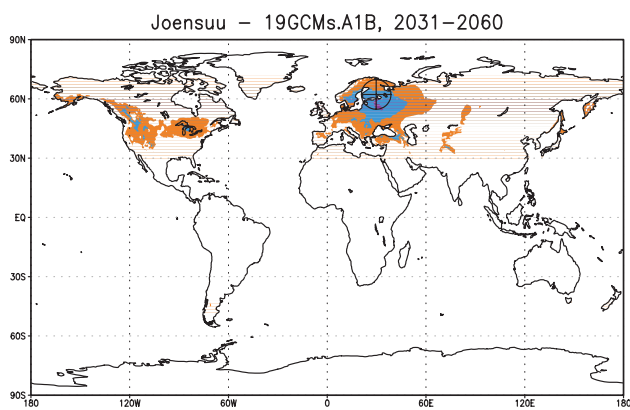
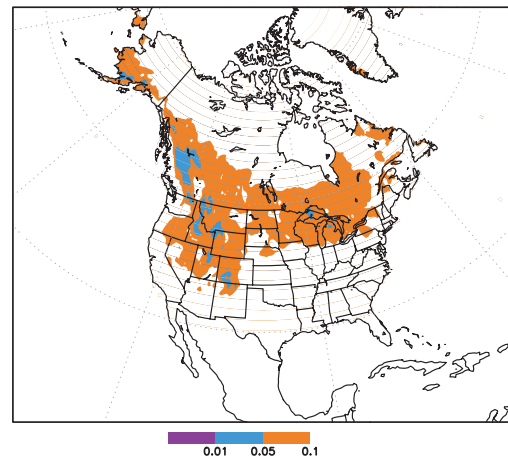
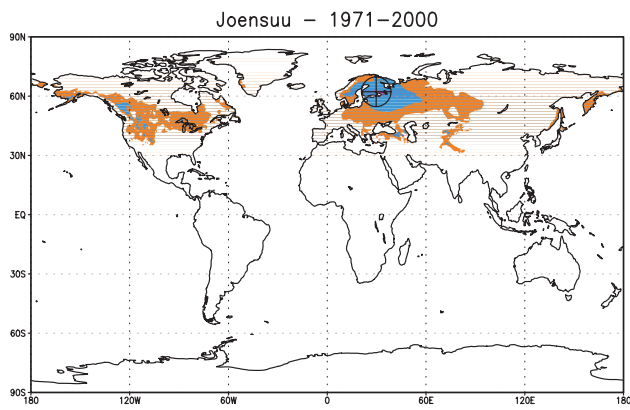
Kuva 14. Maapallon eri osien ilmastollinen samankaltaisuus Helsingin alueen kanssa. Ylärivin kuvissa esitetään ilmaston samankaltaisuus 1971–2000 tilanteessa, ja alarivin kuvissa vertailu Helsingin ilmasto-olot 2031–2060 suhteessa 1971–2000 ilmastoon kaikissa muissa 0.5×0.5 asteen ruuduissa. Analyysi perustuu viiteen ilmastomuuttajaan ja SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmän ennusteisiin. Samankaltaisuus vaihtelee välillä 0 (täysin samankaltainen ilmasto) ja 1 (suurin mahdollinen ero); oranssi = suuri analogia, euklidinen etäisyys < 0.01 ; sininen = keskivahva analogia, euklidinen etäisyys $0.01-0.05$; violetti = kohtalainen analogia, euklidinen etäisyys $0.05-0.10$. Oikean reunan kuvat esittävät erikseen Pohjois-Amerikan tulokset.



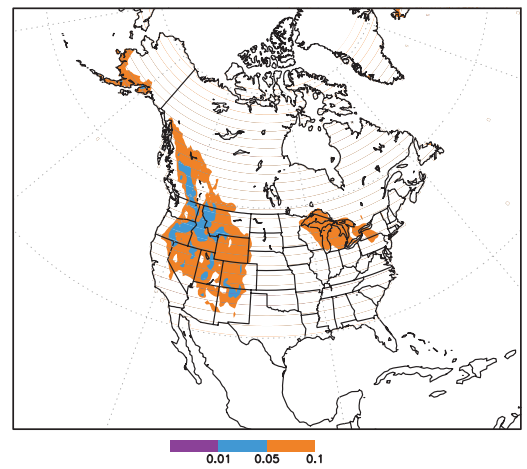
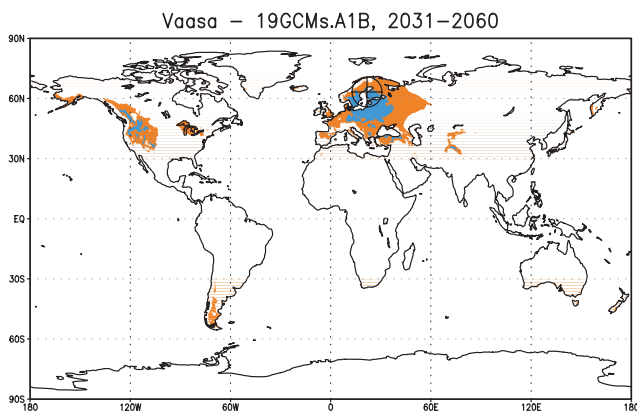
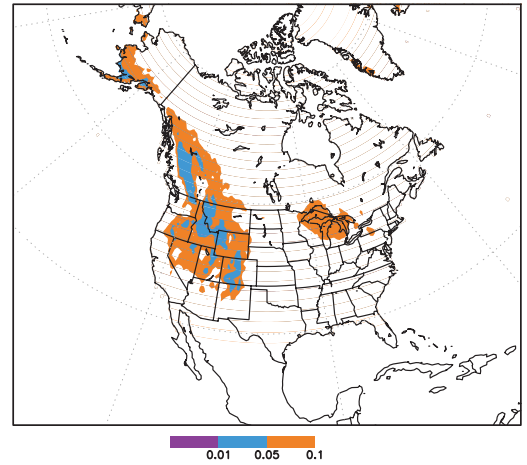
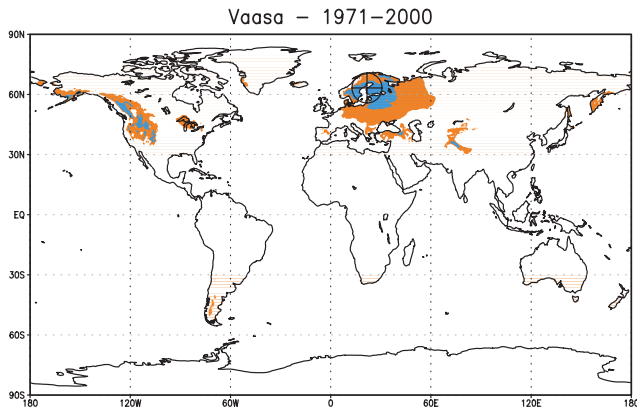
Kuva 15. Maapallon eri osien ilmastollinen samankaltaisuus Hangon alueen kanssa. Yläriivi: ilmaston samankaltaisuus 1971–2000; alarivi: Hangon ilmasto 2031–2060 (SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, 5 ilmastomuuttujaa) vs. 1971–2000 ilmasto muualla.



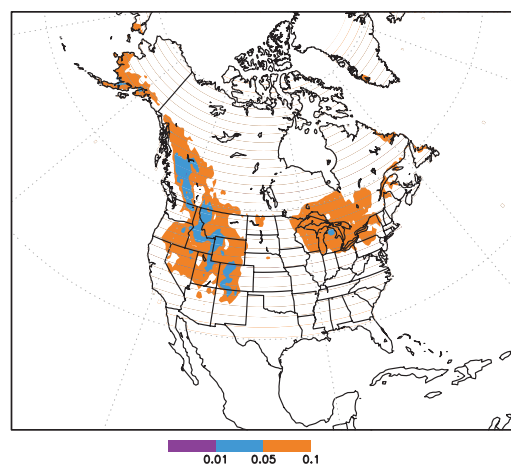
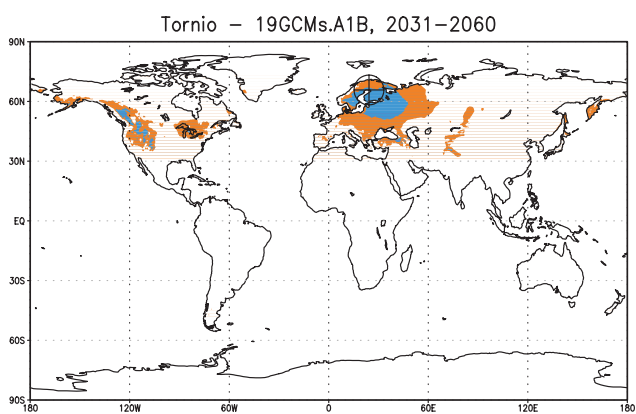
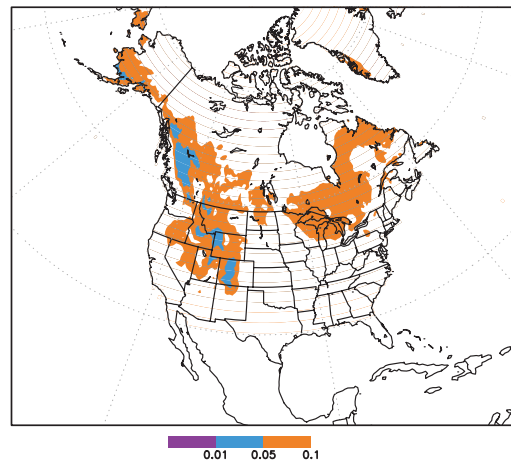
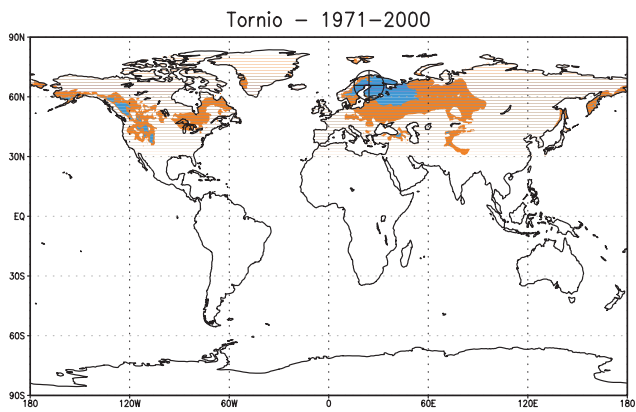
Kuva 16. Maapallon eri osien ilmastollinen samankaltaisuus Tampereen–Toijalan alueen kanssa. Yläriivi: ilmaston samankaltaisuus 1971–2000; alarivi: Tampereen–Toijalan ilmasto 2031–2060 (SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, 5 ilmastomuuttujaa) vs. 1971–2000 ilmasto muualla.



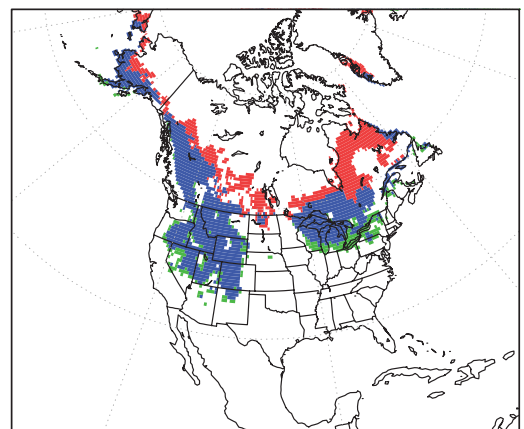
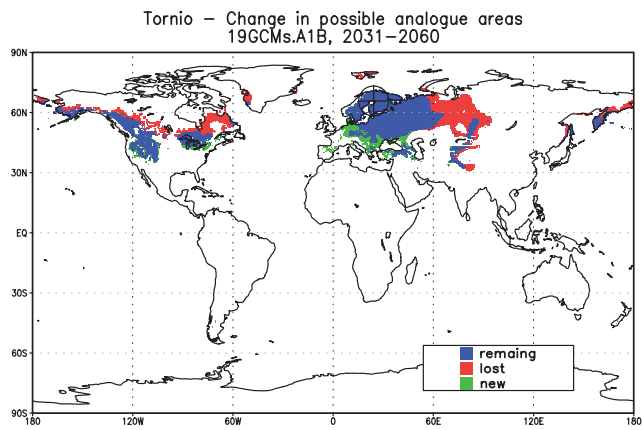
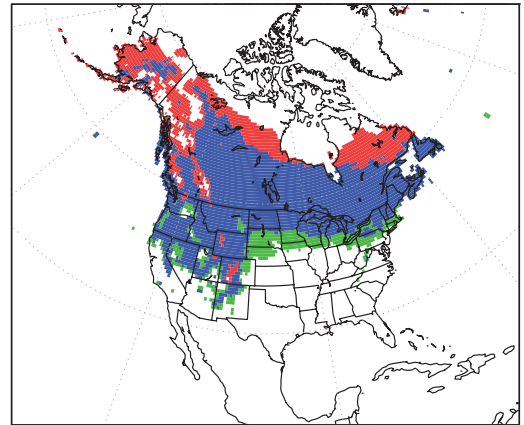
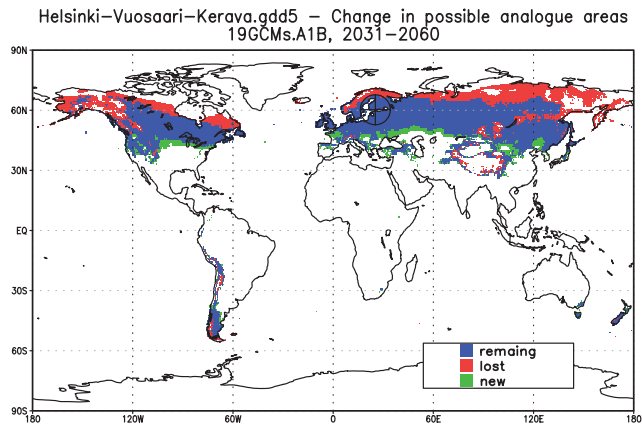
Kuva 17. Maapallon eri osien ilmastollinen samankaltaisuus Joensuun alueen kanssa. Yläriivi: ilmaston samankaltaisuus 1971–2000; alarivi: Joensuun ilmasto 2031–2060 (SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, 5 ilmastomuuttujaa) vs. 1971–2000 ilmasto muualla.



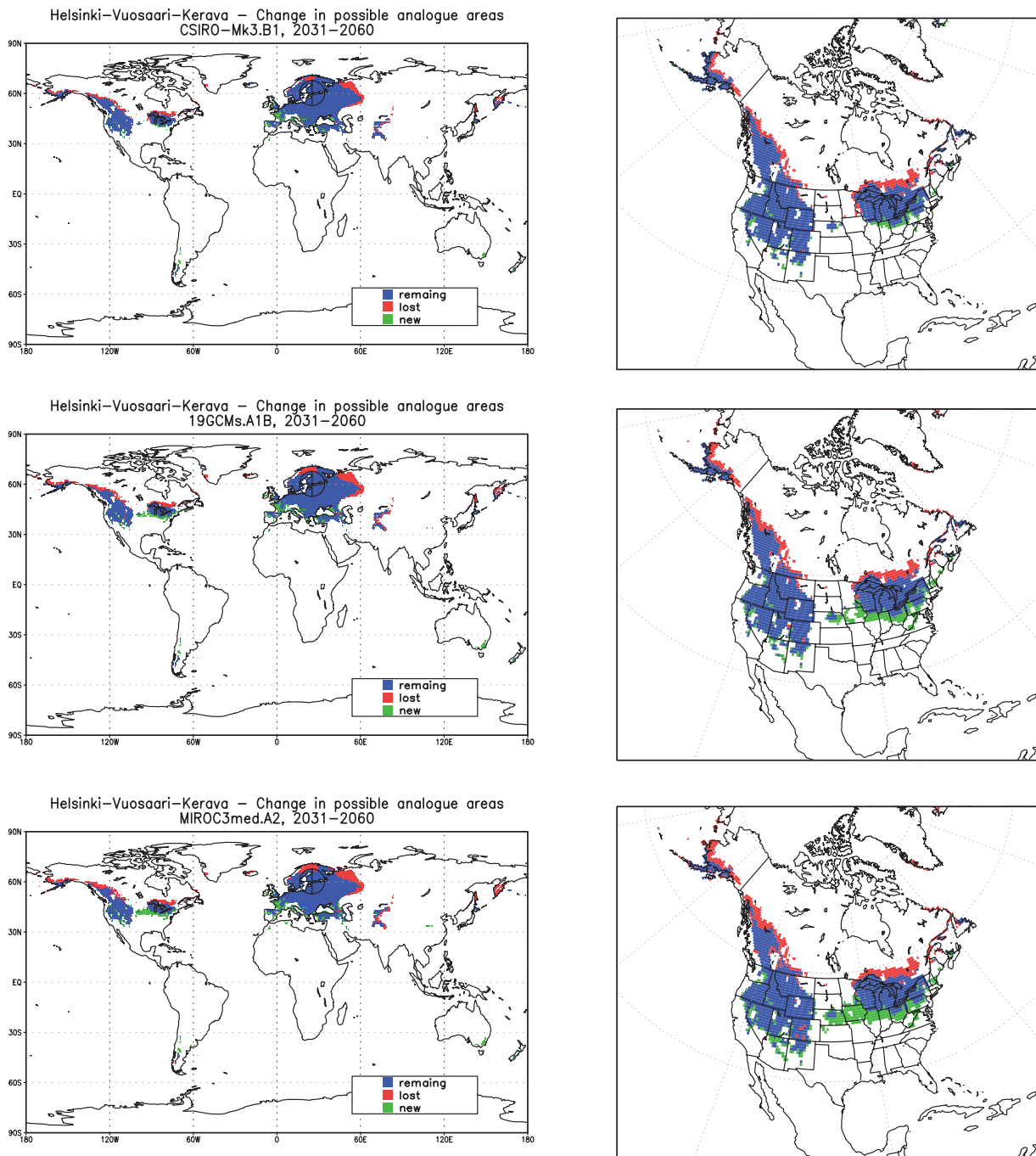
Kuva 18. Maapallon eri osien ilmastollinen samankaltaisuus Vaasan alueen kanssa. Yläriivi: ilmaston samankaltaisuus 1971-2000; alarivi: Vaasan ilmasto 2031-2060 (SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, 5 ilmastomuuttujaa) vs. 1971-2000 ilmasto muualla.



Kuva 19. Maapallon eri osien ilmastollinen samankaltaisuus Tornion alueen kanssa. Yläriivi: ilmaston samankaltaisuus 1971–2000; alarivi: Tornion ilmasto 2031–2060 (SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, 5 ilmastomuuttujaa) vs. 1971–2000 ilmasto muualla.

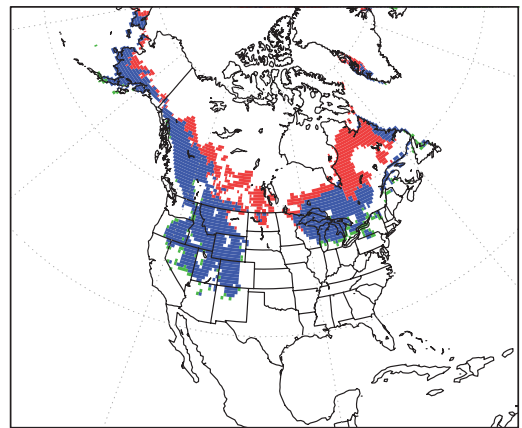
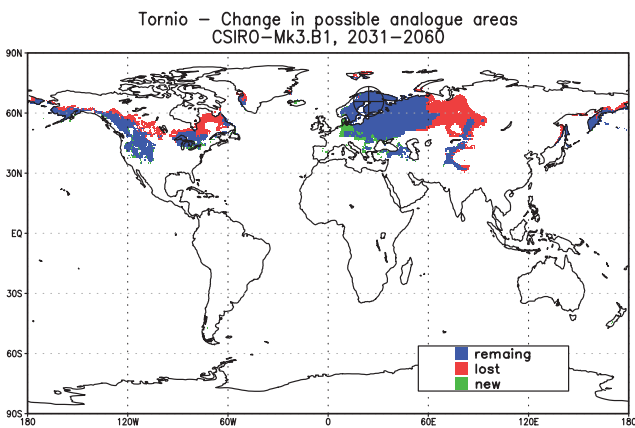
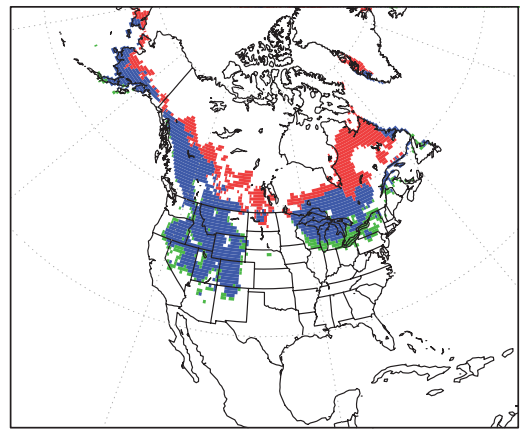
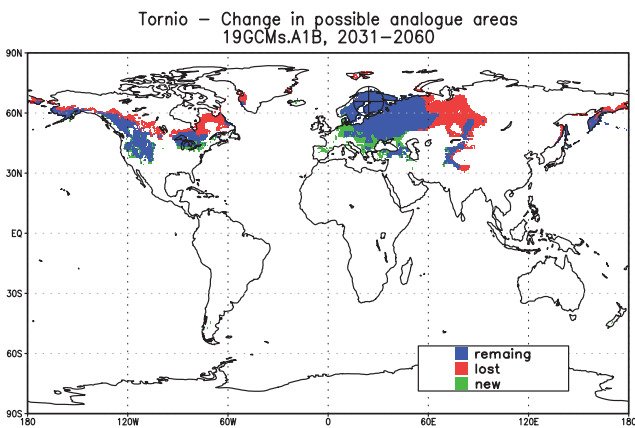
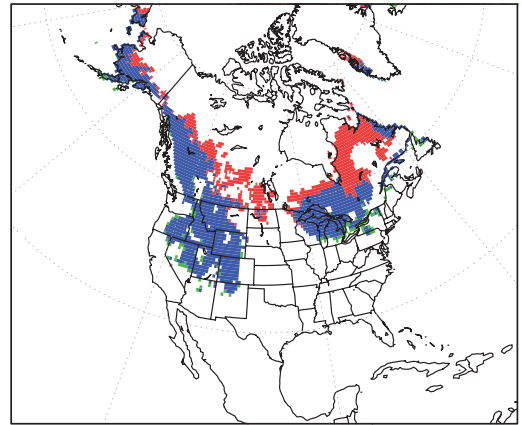
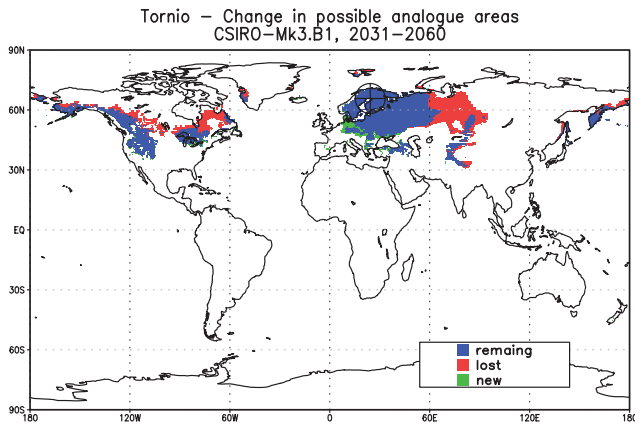


Kuva 20. Helsingin (ylärivi) ja Tornion (alarivi) seudun ilmastollisesti samankaltaisten alueiden muuttuminen: ilmastolliset analogia-alueet 1971–2000 vs. 2031–2060 (SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, 5 ilmastomuuttujaa) perusteella. Vertailussa on huomioitu korkean, keskivahvan ja kohtalaisen analogian alueet (ks. Kuva 14). Punainen = poistuva analogia, sininen = säilyvä analogia, vihreä = uudet analogiset alueet vuosina 2031–2060.

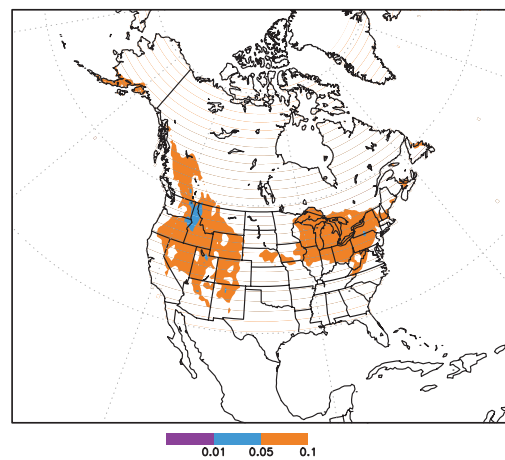
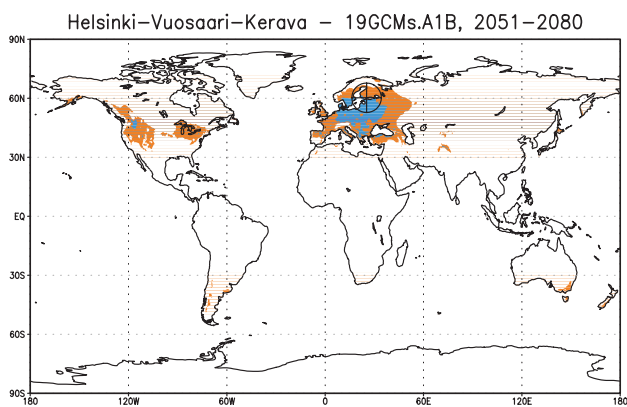
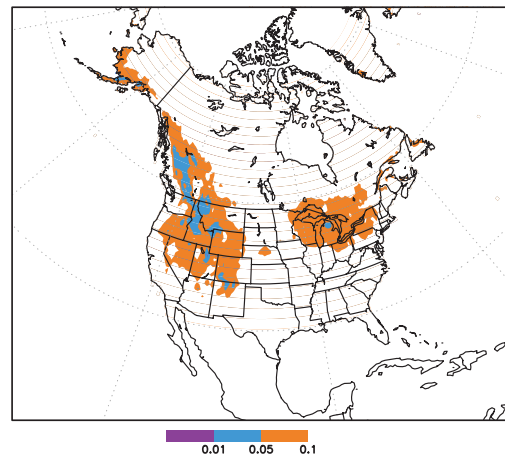
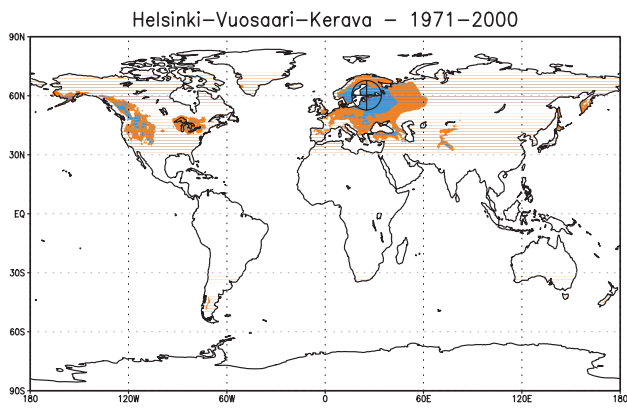


Kuva 21. Ilmastollisesti samankaltaisten alueiden muuttuminen Helsingin alueella eri ilmastoskenaarioiden perusteella: ylin rivi = ilmastolliset analogia-alueet 1971–2000 vs. 2031–2060 ennusteet / CSIRO-MK3.0 (SRES B1); keskimäinen rivi = ilmastolliset analogia-alueet 1971–2000 vs. 2031–2060 ennusteet / SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä; alin rivi = ilmastolliset analogia-alueet 1971–2000 vs. 2031–2060 ennusteet / MIROC-medres (SRES A2). Vertailu perustuu viiteen ilmastomuuttajaan ja siinä on huomioitu korkean, keskivahvan ja kohtalaisen analogian alueet. Punainen = poistuva analogia, sininen = säilyvä analogia, vihreä = uudet analogiset alueet vuosina 2031–2060.

Ilmastollisesti samankaltaisten alueiden muutoksissa on eroja eri ilmastoskenaarioiden välillä. Lievän CSIRO-MK3.0-SRES B1 skenaarion ennusteet vuosille 2031–2060 indikoivat sekä Helsingin (Kuva 21) että Tornion seudun (Kuva 22) analogia-alueille varsin lieviä muutoksia. Sen sijaan MIRO SRES A2 skenaarion perusteella ilmastollisesti samankaltaiset alueet laajenivat Pohjois-Amerikassa selvästi enemmän, sisältäen uusia alueita Iowasta, Nebraskasta ja Kansasin pohjoisosista.

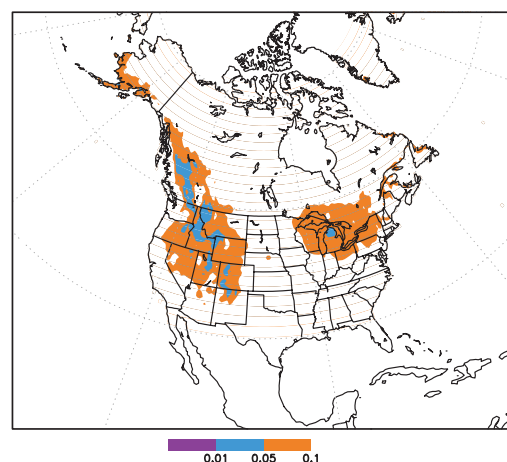
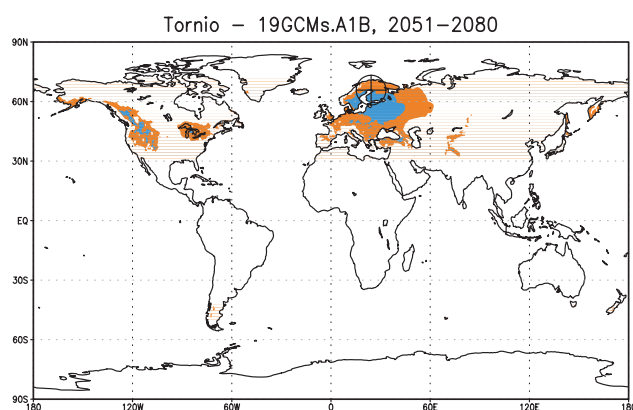
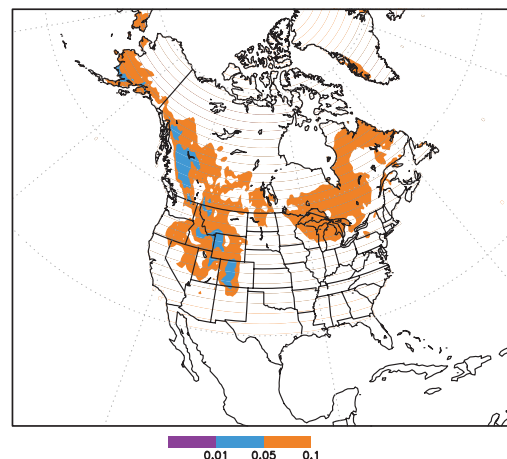
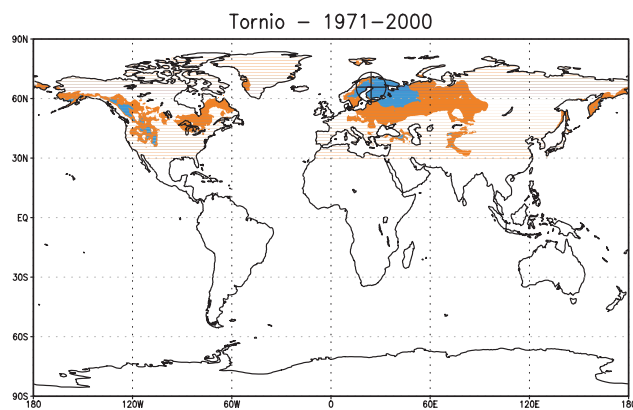


Kuva 22. Ilmastollisesti samankaltaisten alueiden muuttuminen Tornion alueella ilmastoskenaarioiden perusteella: ylin rivi = ilmastolliset analogia-alueet 1971–2000 vs. 2031–2060 ennusteet / CSIRO-MK3.0 (SRES B1); keskimäinen rivi = ilmastolliset analogia-alueet 1971–2000 vs. 2031–2060 ennusteet / SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä; alin rivi = ilmastolliset analogia-alueet 1971–2000 vs. 2031–2060 ennusteet / MIROC-medres (SRES A2). Vertailu perustuu 5 ilmastomuuttujan ja siinä on huomioitu korkean, keskivahvan ja kohtalaisen analogian alueet. Punainen = poistuva analogia, sininen = säilyvä analogia, vihreä = uudet analogiset alueet vuosina 2031–2060.



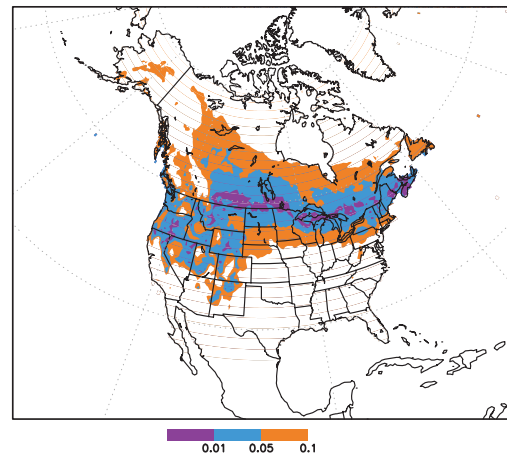
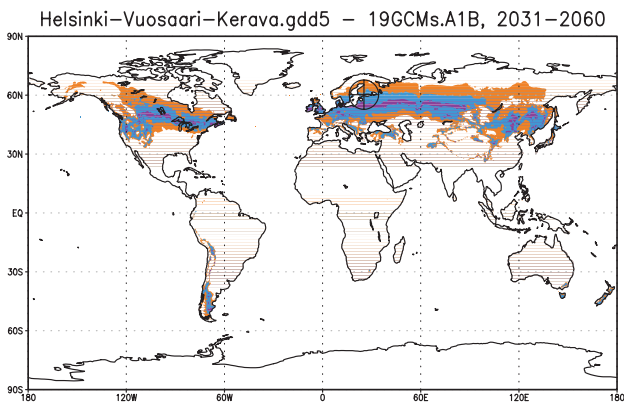
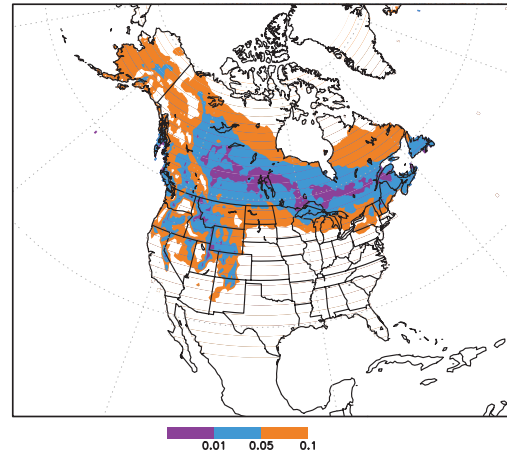
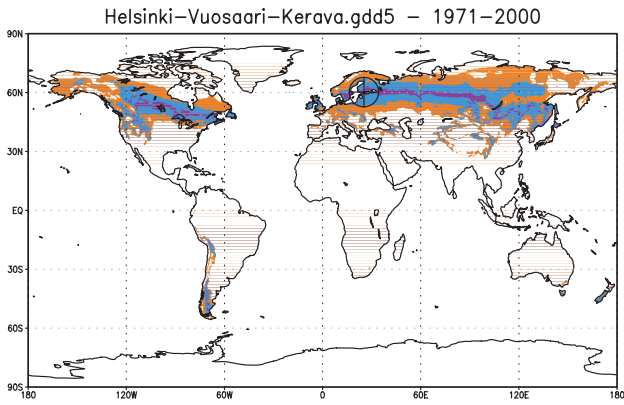
Kuva 23. Maapallon eri osien ilmastollinen samankaltaisuus Helsingin alueen kanssa. Yläriivi: ilmaston samankaltaisuus 1971–2000; alarivi: Helsingin ilmasto 2051–2080 (SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, 5 ilmastomuuttujaa) vs. 1971–2000 ilmasto muualla.

Vuosina 2051–2080 analogia-alueet muuttuvat edelleen samansuuntaisesti SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmän ennusteiden perusteella kuin 2031–2060 ennusteiden perusteella. Looginen ero on se, että ilmastollisesti samankaltaiset alueet ulottuvat jossain määrin etelämmäksi (Kuvat 23–24).

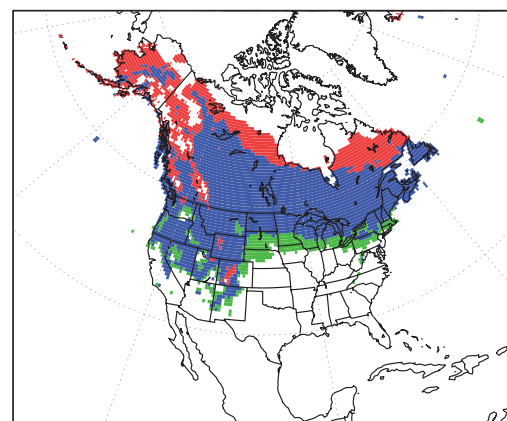
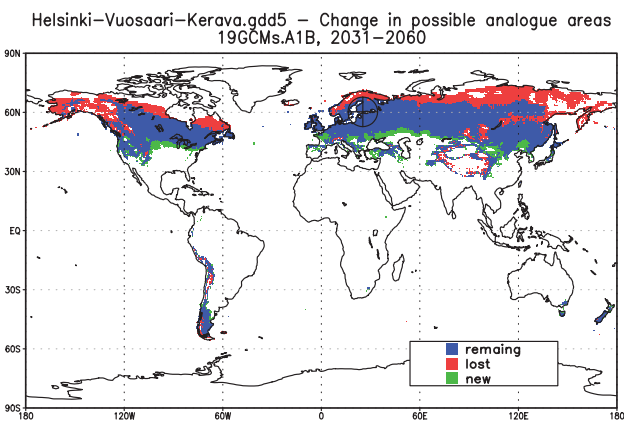


Kuva 24. Maapallon eri osien ilmastollinen samankaltaisuus Tornion alueen kanssa. Yläriivi: ilmaston samankaltaisuus 1971–2000; alariivi: Tornion ilmasto 2051–2080 (SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, 5 ilmastomuuttujaa) vs. 1971–2000 ilmasto muualla.

Kun globaalit ilmastoanalogia-vertailut tehdään pelkästään lämpösunnan (Kuvat 25–26) tai vuoden kylmimmän kuukauden lämpötilan (Kuvat 27–28) perusteella, ilmastollisesti samankaltaisia alueita löytyy huomattavan laajasti paitsi Pohjois-Amerikasta myös Aasiasta, Siperiasta, Etelä-Amerikan eteläosista, ja jossain määrin Japanista ja Uudesta Seelannista. Näiden kahden ilmastomuuttujan analogisten alueiden välillä on kuitenkin selviä eroja. Lämpösunnan suhteen Helsingin seudulle kaikkein samankaltaisimmat alueet Pohjois-Amerikassa sijaitsevat Yhdysvaltojen ja Kanadan rajan molemmiin puolin kulkevalla vyöhykkeellä ja Kalliovuorten alueella. Mantereen itäosissa ne ulottuvat etelässä Wisconsinin ja Michiganin osavaltioihin ja lännessä Kalliovuorten jaksoa seurailleen Uuteen Meksikoon. SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmän ennusteiden perusteella analogisten alueiden eteläreuna siirtyy vuoteen 2031–2060 mennessä keskimäärin 200–300 kilometriä etelämmäksi (Kuva 26).

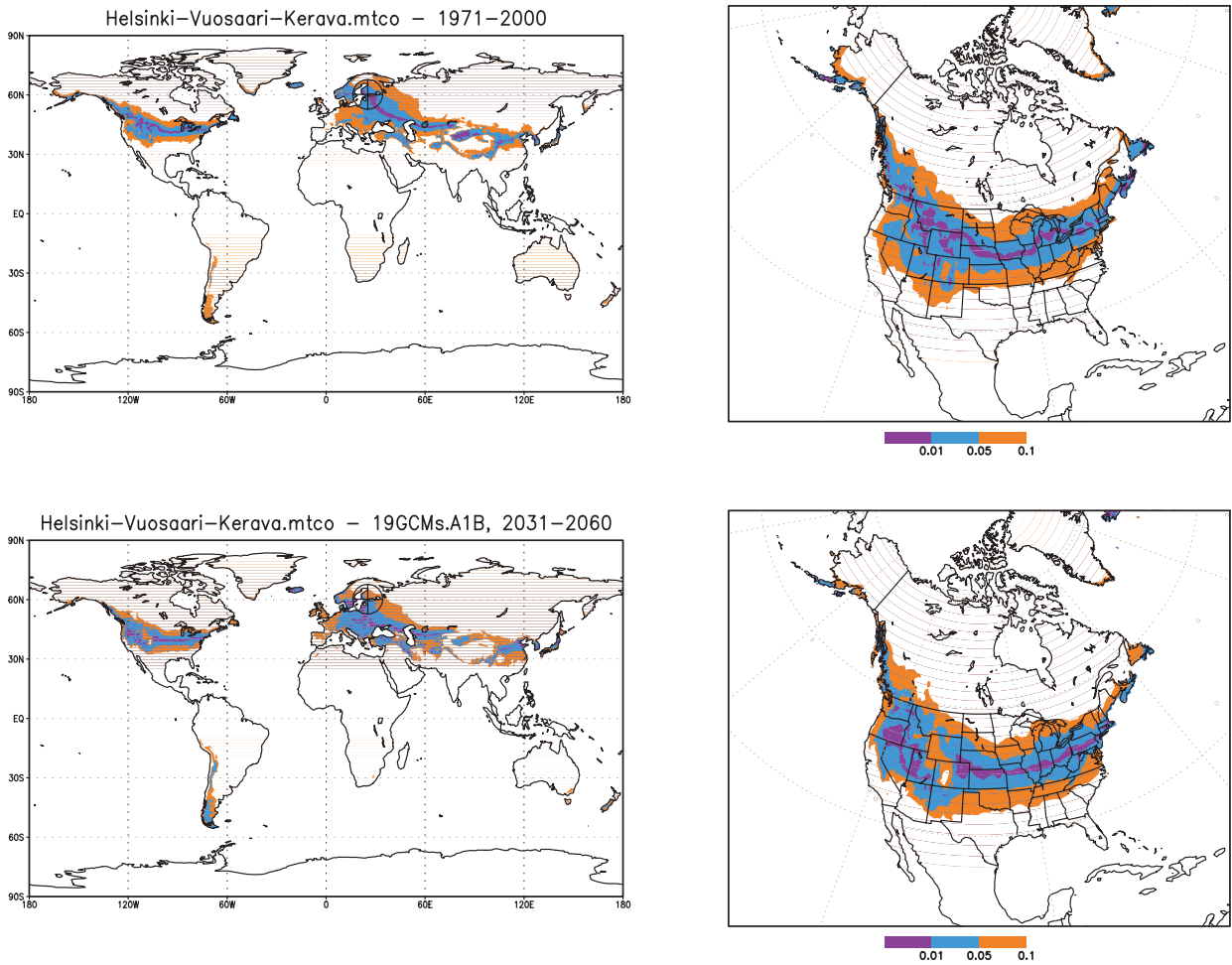


Kuva 25. Maapallon eri osien ilmastollinen samankaltaisuus Helsingin alueen kanssa; yläriivi = ilmaston samankaltaisuus 1971–2000; alarivi = Helsingin ilmasto 2031–2060 vs. 1971–2000 ilmasto muualla. Analyysin pohjana on SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, ja vertailu on tehty yksinomaan lämpösunnan perusteella.

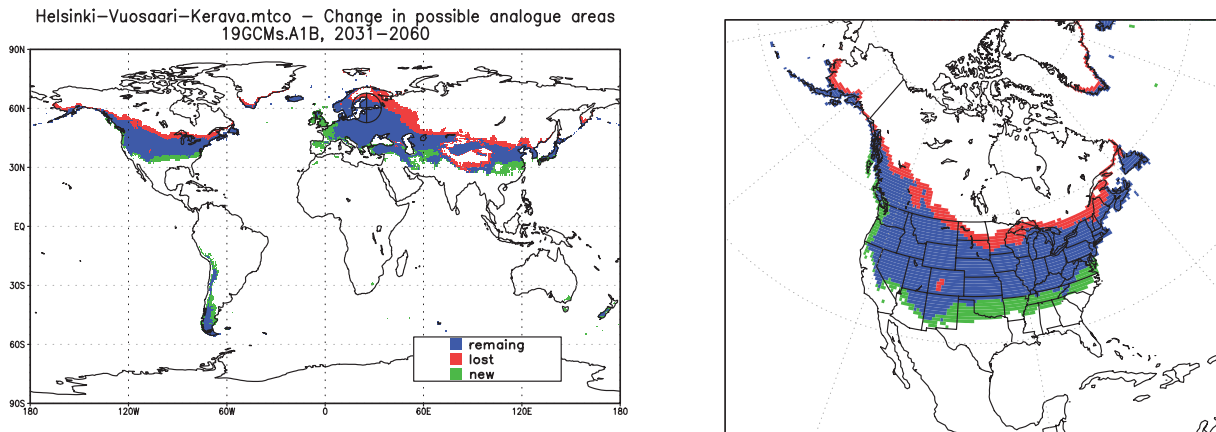


Kuva 26. Ilmastollisesti samankaltaisten alueiden muuttuminen Helsingin alueella lämpösunnan perusteella: ilmastolliset analogia-alueet 1971–2000 vs. 2031–2060 (SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä). Punainen = poistuva analogia, sininen = säilyvä analogia, vihreä = uudet analogiset alueet vuosina 2031–2060.

Kylmimmän kuukauden lämpötilan suhteen analogiset alueet sijaitsevat selvästi etelämpänä. Samankaltaisimmat seudut sijaitsevat vuosien 1971–2000 vertailussa vyöhykkeenä Kalliovuorilta Idahon–Koloradon alueelta aina Suurten Järvien eteläpuolisten osavaltioiden alueelle (Kuva 27, yläriivi), ja etelässä analogiset alueet ulottuvat Missourin, Kentuckyn ja Virginian osavaltioihin saakka. SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmän ennusteiden perusteella analogisten alueiden eteläreuna siirtyy vuosina 2031–2060 Alabaman, Missisipin ja Texasin pohjoisosiin (Kuva 28).



Kuva 27. Maapallon eri osien ilmastollinen samankaltaisuus Helsingin alueen kanssa; yläriivi ilmaston samankaltaisuus 1971–2000, alarivi Helsingin ilmasto 2031–2060 vs. 1971–2000 ilmasto muualla. Analyysin pohjana on SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä, ja vertailu on tehty yksinomaan kylmimmän kuukauden keskilämpötilan perusteella.



Kuva 28. Ilmastollisesti samankaltaisten alueiden muuttuminen Helsingin alueella kylmimmän kuukauden keskilämpötilan perusteella: ilmastolliset analogia-alueet 1971–2000 vs. 2031–2060 (SRES A1B 19 GCM skenaarioyhdistelmä). Punainen = poistuva analogia, sininen = säilyvä analogia, vihreä = uudet analogiset alueet vuosina 2031–2060.

Yhteenvedona ilmastoanalogia-tarkasteluista voidaan esittää seuraavat pääseikat:

(i) Niillä vieraslajeilla, joiden menestyminen määräytyy etupäässä tai pelkästään lämpötilatekijöiden (kasvukauden aikainen lämpösusma tai talven kylmyys) perusteella, ilmastollisesti samankaltaisia seutuja esiintyy laajalti Pohjois-Amerikassa, Euraasiassa ja osin muillakin mantereilla. Tämänkaltaisten lajien osalta tulisi siten Suomessa varautua haitallisten vieraslajien mahdolliseen kulkeutumiseen useilta alueilta eri puolilta maapalloa. Kun lähtöalue ja invaasioalue ovat ilmastollisesti hyvin samankaltaisia, on syytä varautua lajien haittavaikutuksiin luonnonympäristöissä;

(ii) Tässä työssä käytetyn viiden ilmastomuuttujan suhteen ilmastollisesti analogiset alueet edustavat keskeisiä vastinpari-alueita Suomen etelä- ja keskiosille. Korkean analogian alueet esiintyvät pääsääntöisesti Pohjois-Amerikassa. Vieraslajeille, jonka alkuperäinen esiintymisalue tai invaasioalue osuu yksin näiden analogia-alueiden kanssa, ei todennäköisesti ole merkittäviä ilmastollisia esteitä levitä ja menestyä Suomessa;

(iii) Sekä nykyilmaston vertailuissa että skenaarioiden perusteella arvioituna keskeisimmät ilmastolliset analogia-alueet sijaitsevat Suurten Järvien eteläpuolisilla alueilla tai Kalliovuorten vuoristojakson alueella. Puhtaasti lämpötilarajoitteisilla vieraslajeilla ilmastollisesti samankaltaiset alueet ovat Pohjois-Amerikassa laajempia ja ulottuvat kauemmaksi etelään.

4.3.2

Ilmastollisesti samankaltaiset alueet ja vieraslajit

The Global Invasive Species Database -tietokanta

Tietokannassa "The Global Invasive Species Database" listatuista sadasta maailman haitallisimmasta vieraslajista Suomessa esiintyy tai on esiintynyt tarhattuna, istetuna tai muuten ihmisen toiminnan myötä levinneenä yhdeksän lajia: rapurutto (leväsieni *Aphanomyces astaci*), petovesikirppu (*Cercopagis pengoi*), karppi (*Cyprinus carpio*), vaeltajasimpukka (*Dreissena polymorpha*), villasaksirapu (*Eriocheir sinensis*), japanintatar (*Fallopia japonica*), isobassi (*Micropterus salmoides*), nutria eli rämëmajava (*Myocastor coypus*) ja kirjolohi (*Oncorhynchus mykiss*). Kaspianmeren alueelta lähtöisin oleva petovesikirppu on voimakas kilpailija, joka on kulkeutunut myös Suurten Järvien alueelle Pohjois-Amerikkaan, lisääntyy siellä luonnossa ja valtaa uutta elintilaa tehokkaasti itselleen (<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=60&fr=1&sts=sss&lang=EN>). Suurten Järvien alue on ilmastollisesti hyvin samankaltaista

Suomen kanssa. Tämä viittaa siihen, että laji voisi levitä uusille paikoille Suomessa ja sen haittavaikutukset voivat voimistua.

Karppi ja **isobassi** ovat esimerkkejä Suomeen tuoduista ja vesistöihimme istutetuista kalalajeista. Kumpikaan näistä lajeista ei ole vielä muodostanut Suomessa omavaraisesti lisääntyviä kantoja. Karpin kantaa pidetään yllä toistuvilla istutuksilla (http://www.rktl.fi/kala/tietoa_kalalajeista/karppi/). Etelämpänä Euroopassa ja muualla maailmassa, kuten Pohjois-Amerikassa, karppi on levinnyt luontoon ja lajin on todettu aiheuttavan mittavia haittoja vesiympäristöille sekä alkuperäiselle lajistolle (<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=60&fr=1&sts=sss&lang=EN>). Samanlaiset haittavaikutukset saattavat yleistyä myös Suomessa, minkä vuoksi lajin lisääntymistä tulee ilmastomuutoksen edetessä arvioida kriittisesti. Isobassin aiheuttamat haitat ovat ilmeisesti astetta lievempiä ja ne keskittyvät eteläisemmille alueille.

Vaeltajasimpukka ja **villasaksirapu** ovat myös esimerkkejä vieraslajeista, joiden haittavaikutukset voivat kasvaa Pohjois-Euroopassa ilmaston lämpenemisen myötä. Vaeltajasimpukka on aggressiivisen tehokkaasti lisääntyvä laji, jonka massaesiintymiä on tavattu Pohjois-Amerikan sisävesistöissä ilmastollisesti Suomen kaltaisilla alueilla. Virossa vaeltajasimpukan on raportoitu leviävän uusille paikoille Peipsijärven seudulla (http://www.nobanis.org/files/factsheets/Dreissena_polymorpha.pdf). Puolassa ja Saksassa laji on jo yleinen, samoin kuin villasaksirapu. **Nutria** on pidetty tarhaeläimenä Suomessa ja monissa muissa Euroopan maissa; laji on karannut ja kehittännyt omavaraisia luonnonpopulaatiota Belgiassa. **Japanintatar** on levinnyt luontoon haitalliseksi vieraslajiksi myös Pohjois-Amerikassa, muun muassa Wisconsinin ja Michiganin alueella. Nämä seudut kuuluvat ilmastollisesti Suomen suhteen hyvin samankaltaisiin alueisiin.

The Global Invasive Species Database -tietokannan sadan pahimman vieraslajin joukossa on myös kahdeksan muuta laji, joihin kannattaa kiinnittää huomiota. Nämä lajit esiintyvät muualla maailmassa seuduilla, jotka ovat ilmastoltaan samankaltaisia kuin Suomen esimerkkialueet. Nämä lajit voisivat siten ilmastonsuotuisuuden takia menestyä myös Suomessa, etenkin ilmastonsuotuisuuden myötä. Lajit ovat seuraavat:

Aasian tiikerihyttynen (*Aedes albopictus*) esiintyy ensisijaisesti trooppisilla ja lauhkean ilmastonsuotuisilla alueilla, mutta esiintyy myös Kiinassa ja Japanissa ja on tavattu Pohjois-Amerikassa luonnossa lisääntyvänä muun muassa Missourin, Ohion ja Illinoisin osavaltioissa (<http://www.issg.org/database/species/distribution.asp?si=109&fr=1&sts=sss&lang=EN>). Laji levittää useita kuumetauteja, joista osa on vaarallisia (http://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/docs/1_FI_ACT_part1_v3.pdf).

***Anopheles quadrimaculatus* (Common malaria mosquito)** on Pohjois-Amerikassa varsin laajalle levinnyt laji. Sen levinneisyys ulottuu Kanadan eteläosista Floridaan (Levine et al. 2004b). Siten levinneisyysalue osittain yltää Suomelle ilmastollisesti samankaltaisten seutujen kanssa, joskin painopiste on Pohjois-Amerikan lämpimillä seuduilla. Laji on malarian pääasiallinen vektori eli levittäjä Pohjois-Amerikassa ja suosii jokisuistoja ja muita kosteita ympäristöjä.

Kiinan tukkijäärän (*Anoplophora glabripennis*) alkuperäinen levinneisyysalue sijaitsee Kiinassa, Koreassa ja Japanissa. Laji on tavattu vieraslajina Pohjois-Amerikassa muun muassa Kanadan Torontossa, New Yorkissa, Massachusettsissa, New Jerseyssä ja Illinoisissa, missä se on paikoin levinnyt laajalti taajamametsiin (<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=111&fr=1&sts=sss&lang=EN>). Osa esiintymistä sijaitsee Suomen suhteen ilmastollisesti analogisilla alueilla, joten lajin menestymiselle Suomessa ei liene merkittäviä ilmastollisia rajoitteita.

Cryphonectria parasitica on aasialainen kastanjaruttolaji, joka aiheutti laajan kastanjaruuden tuhon Pohjois-Amerikassa. Lajia on esiintynyt muun muassa Michiganin, New Jersey, New Yorkin, Pohjois-Carolinan ja Ohion osavaltioissa. Euroopassa laji esiintyy ja leviää luonnossa muun muassa Puolassa, mutta mitä ilmeisimmin se

voisi levitä pohjoisemmaksi Eurooppaan. **Hollanninjalavatauti** (*Ophiostoma ulmi sensu lato*) on vuorijalavilla ja muilla jalavilla esiintyvä tuhoisa sienitauti, jonka alkuperäinen esiintymisalue on ilmeisesti Aasia. Pohjois-Amerikassa lajia on tavattu muun muassa seuraavissa osavaltioissa: Illinois, Indiana, Iowa, Wisconsin, Ohio, Minnesota ja Pohjois-Dakota. Tämän perusteella laji omaa potentiaalia menestyä Suomen ilmasto-oloissa; Ruotsissa laji onkin jo tavattu luontoon levinneenä (<http://www.issg.org/database/species/distribution.asp?si=130&fr=1&sts=sss&lang=EN>).

Härkäsammakon (*Lithobates catesbeianus* = *Rana catesbeiana*) luontainen esiintymisalue Pohjois-Amerikassa on laaja ja ulottuu Kanadaan saakka. Yhdysvalloista se esiintyy muun muassa Suurten Järvien eteläpuolisissa osavaltioissa eli ilmastoltaan hyvin Suomen kaltaisilla alueilla. Lajilla on siten potentiaalia laajentaa esiintymisaluettaan Euroopassa, eikä sen leviämislle Suomeen ole välttämättä suurilmastollisia esteitä. Samoin on **harmaoravan** (*Sciurus carolinensis*) kohdalla, jonka luonnonvarainen esiintymisalue Pohjois-Amerikassa kattaa Yhdysvaltojen itäiset alueet sekä osia Kanadasta (Manitoba, New Brunswick, Ontario, Quebec, Saskatchewan).

Punakorvakilpikonn (*Trachemys scripta elegans*) alkuperäinen esiintymisalue Pohjois-Amerikassa painottuu mantereen eteläosiin mutta ulottuu osin myös Kentuckyn, Tennesseen, Ohion, Indianan, Illinoisin ja Iowan osavaltioihin. Euroopassa laji on pystynyt muodostamaan omavaraisia luonnonkantoja lähinnä vain Välimeren alueella. Siksi sen haittavaikutukset eivät todennäköisesti lisäänty Suomessa kovinkaan nopeasti ja merkittävästi.

DAISIE-hankkeen sata haitallisinta vieraslajia

DAISIE-hankkeessa listatuista sadasta haitallisimmasta eurooppalaisesta vieraslajista osa esiintyy Suomen suhteen ilmastollisesti samankaltaisilla seuduilla Pohjois-Amerikassa. Siten nämä lajit saattavat levitä myös Pohjois-Eurooppaan, jopa laajemmalti kuin luvussa 3 esittyjen Euroopan tarkasteluiden pohjalta voisi olettaa. Tämän kaltaisia, etupäässä maaympäristöjen tai sisävesien lajeja ovat seuraavat 15 lajia:

Jumaltenpuu (*Ailanthus altissima*) on aggressiivisesti leviävä puulaji, joka on lähtöisin Aasian ja Kiinan alueelta. Pohjois-Amerikkaan jumaltenpuu on tuotu koristekasvina, ja siellä se on levinnyt luontoon useissa osavaltioissa, muun muassa Coloradon, Illinoisin, Iowan, Nebraskan, Ohio, Oregonin ja Wisconsinin alueella. Tämän perusteella laji saattaa levitä luonnonympäristöihin myös pohjoisempaan Euroopassa kuin mitä nykylevinneisyyden pohjalta voisi päätellä. **Valeakaasian** (*Robinia pseudoacacia*) alkuperäinen esiintymisalue on Appalachien vuoristo Yhdysvalloissa. Lajia on istutettu koristekasviksi laajalti Pohjois-Amerikassa ja se on osoittautunut haitallisesti luontoon leviäväksi lajiksi suurimmassa osassa Yhdysvaltoja, paikoin myös Kanadassa (<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=11942#>; <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=572&fr=1&sts=sss&lang=EN>). Ilmastollisesta näkökulmasta laji saattaa siten hyvinkin levitä nykyisiä esiintymisalueiltaan pohjoisemmaksi myös Euroopassa.

Marunatuoksukki (*Ambrosia artemisiifolia*) esiintyy varsin laajalti Pohjois-Amerikassa (<http://data.gbif.org/species/13749043/>). Euroopassa marunatuoksukki on pystynyt tekemään siementä jo Puolassa, joten ilmaston lämpeneminen lisäänee tämän lajin haittavaikutuksia myös Pohjois-Euroopassa. **Piikkikurkun** (*Echinocystis lobata*) alkuperäinen levinneisyysalue Pohjois-Amerikassa ulottuu Kanadan eteläosiin ja sitä esiintyy Suomen ilmaston suhteen hyvin samanlaisilla alueilla Suurten Järvien alueella ja Kalliovuorten ketjun alueella (<http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=ECL0>; <http://data.gbif.org/species/13741755/>). Laji saattaa siten levitä menestyksekkäästi kohti Pohjois-Eurooppaa lähivuosina. **Kiiltotuomen** (*Prunus serotina*) luontainen esiintymisalue Pohjois-Amerikassa on hyvin laaja, ulottuen aina Kanadan Nova Scotian alueelle (<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=13913#>;

<http://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Prunus+serotina>), joten tälläkin lajilla on potentiaalia levitä uusille alueille Pohjois-Eurooppaan.

Japaninkauris (*Cervus nippon*) on kotoisin Japanin, Korean niemimaan ja Kiinan itärannikkoseuduilta (http://www.ultimateungulate.com/artiodactyla/cervus_nippon.html). Nämä alueilla on lämpösumman ja kylmimmän kuukauden lämpötilojen suhteen paljon yhtäläisyyksiä Suomen ilmaston kanssa. **Pesukarhun eli supin** (*Procyon lotor*) luontainen esiintymisalue ulottuu Kanadasta Panamaan. Laji esiintyy etenkin Kalliovuorten seudulla rinteillä, jotka sijaitsevat yli 200 metriä meren pinnan yläpuolella, eli ilmasto-oloiltaan Suomen suhteen varsin samankaltaisilla alueilla (<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=52892#>). **Ku-parisorsan** (*Oxyura jamaicensis*) alkuperäinen esiintymisalue kattaa osia Kanadasta ja Yhdysvaltojen luoteis- ja keskiosat (<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50432#>).

Anoplophora chinensis –kovakuoriaisen luontaiseen esiintymisalueeseen kuuluu muun muassa Japani ja Etelä-Korea (<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1404&fr=1&sts=sss&lang=EN>). Siten lämpösumman ja talvi lämpötilojen suhteen lajilla on potentiaalia menestyä myös Pohjois-Euroopassa. **Mäntyankeroisen** (*Bursaphelenchus xylophilus*) luontainen esiintymisalue kattaa laajat alueet Kanadassa ja Yhdysvalloissa, missä paikalliset mäntylajit ovat kehittyneet vastustuskykyiseksi tälle metsien tuhohyönteiselle (<http://plpnemweb.ucdavis.edu/Nemaplex/Taxadata/G145S1.HTM#Distribution>). Laji esiintyy ainakin 36 osavaltion alueella, joten sillä on huomattava todennäköisyys menestyä vieraslajina myös Suomen ilmasto-oloissa. **Kalifornianripsiaisen** (*Frankliniella occidentalis*) esiintymisalueisiin Pohjois-Amerikassa kuuluu osia Kanadasta (British Columbia, Manitoba, Ontario) ja useat Yhdysvaltojen osavaltiot (mm. Colorado, Idaho, Maine, Minnesota, Missouri, Pohjois-Carolina, Ohio, Oklahoma, Oregon ja Pennsylvania) (<http://www.cabi.org/dmpps/default.aspx?LoadModule=Review&ReviewID=15424&site=164&page=1173>). Laji on pohjoisissa olosuhteissa pitkälti riippuvainen kasvihuoneista, mutta ilmaston lämpeneminen edesauttaa sen leviämistä. **Harlekiinileppäkerttu** (*Harmonia axyridis*) on kotoisin Japanin, Korean niemimaan ja Kiinan itärannikon seudulta. Lajia esiintyy haitallisena vieraslajina laajalti Yhdysvalloissa, muun muassa Suurten Järvien eteläpuolisilla alueilla (<http://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Harmonia+axyridis>).

Punaravun (*Procambarus clarkii*) alkuperäiset esiintymisalueet painottuvat Pohjois-Amerikan eteläosiin, mutta lajia tavataan myös Suurten Järvien eteläpuolisissa osavaltioissa sekä Kalliovuorten alueella (<http://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Procambarus+clarkii>). **Corbicula fluminea (Asian clamp)** on makean veden simpukkalaji, jonka luontaisia esiintymisalueita ovat Etelä- ja Itä-Aasia, Korea ja Japani mukaan lukien. Laji on levinnyt vieraslajina laajalti Pohjois-Amerikassa; levinneisyyden painopiste on Yhdysvaltojen eteläosissa, mutta lajia tavataan myös Suurten Järvien eteläpuolisten osavaltioiden vesistöissä. **Saharasbora** (*Pseudorasbora parva*) on kalalaji, jonka lähtöalueisiin kuuluu muun muassa Korean niemimaa ja Japani (<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50307#>). Nämä alueet ovat lämpösummaltaan ja kylmimmän kuukauden lämpötilojen suhteen pitkälti samanlaisia kuin Suomen esimerkkialueet.

EPPO-järjestön karanteenilajien listat

Euroopan ja Välimeren maiden kasvinsuojelujärjestön [the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO); <http://www.eppo.org/>] pitää yllä karanteenilajien (<http://www.eppo.org/QUARANTINE/quarantine.htm>) tietokantaa. Tämä tietokanta sisältää listan haitallisista kasvituholaisista, joiden levinneisyysalueen muutoksia seurataan aktiivisesti ja joiden kulkeutuminen järjestön alueelle pyritään estämään. Tietokanta sisältää useita kasvituholaisia, joiden esiintymisalueet muilla

mantereilla osuvat suurelta tai ainakin osittain yksiin Suomen ilmastolle samankaltaisten alueiden kanssa.

EPPO-järjestön karanteenilistalla A1 (ao. lajit eivät esiinny EPPO-järjestön alueella) tai karanteenilistalla A2 (listan lajit esiintyvät ainakin paikoin EPPO-järjestön alueella) on mukana hieman yli sata taksononia, joita on tavattu laajalti Pohjois-Amerikassa mukaan lukien keskeisimmät ilmastollisesti samankaltaiset seudut (Suurten Järvien alue ja Kalliovuorten alue), tai joiden esiintymisalue osuu tarkasti yhteen keskeisten analogia-alueiden kanssa. Näistä tuholaislajeista valtaosa (40 lajia) on hyönteisiä, mutta myös sienilajeja ja viruksia ja virusten kaltaisia organismeja on runsaasti (Liite 13).

Esimerkkiorganismeja ovat muun muassa *Xylella fastidiosa* -bakteeri, joka on merkittävä kasvituholainen Pohjois-Amerikassa (tautien 'oleander leaf scorch' ja 'Pierce's disease' aiheuttaja), sekä tulipolteen aiheuttaja, *Erwinia amylovora* -bakteeri, 'lännen kuusen nuppumato' (*Choristoneura occidentalis*), ja *Malacosoma*-kehrääjä, joka on merkittävä Pohjois-Amerikan nuorten lehtipuumetsien tuhoaja. Suomeen levitessään myös valkomäntykärsäkäs (*Pissodes strobi*) voisi muodostua haitalliseksi vieraslajiksi, sillä laji tuhoaa kuusen latvakasvaimia. Toinen haittavaikutuksiltaan samantyyppinen laji on ruskovyökariste (*Mycosphaerella dearnessii*), joka vaivaa monia mäntylajeja Pohjois-Amerikassa ja muillakin mantereilla. Ruskovyökariste on löydetty viime vuosina Virosta ja Ruotsista (Lilja ym. 2009). On huomattava, että näiden haitallisten kasvituholaisten laajamittainen leviäminen Suomessa vaatii taksoneille sopivien välisäntä- ja isäntäkasvien laajaa esiintymistä. Tämän johdosta Liitteessä 14 listatuista lajeista osa voisi Suomeen kulkeutuessaan muodostaa lähinnä paikallisia esiintymiä, mutta haitallisimmat niistä pystyisivät leviämään männystä mäntyyn ja siten leviämään laajalti, kuten esimerkiksi läntinenpahkaruoste (*Endocronartium harknessii*) (Lilja ym. 2009).

EPPO-tietokannan perusteella Suomen ilmastoon suhteen samankaltaisilla alueilla Pohjois-Amerikassa esiintyy myös etelänjauhiainen (*Bemisia tabaci*). Tätä lajia pidetään hyvin haitallisena tuholaislajina, jonka leviäminen ympäri maailmaa on tapahtunut ihmisen välityksellä. Etelänjauhiaista on tavattu Keski-Euroopan lauhkealta vyöhykkeeltä, kuten Iso-Britanniasta ja Hollannista. Osa EPPO-karanteenilistojen lajeista on samoja yllä joko "The Global Invasive Species Database" sadan globaalisti haitallisimman vieraslajin tai DAISIEN-hankkeen sadan Euroopan pahimman vieraslajin joukkoon listatut lajit, kuten esimerkiksi Kalifornianripsiäinen (*Frankliniella occidentalis*) ja mäntyankeroinen (*Bursaphelenchus xylophilus*) (ks. Liite 13 ja yllä). Ainoa putkilokasvilaji, joka on otettu mukaan EPPO-karanteenilajien listalle ja joka esiintyy ilmastoltaan Suomen kaltaisilla seuduilla Pohjois-Amerikassa on leinikinputki (*Hydrocotyle ranunculoides*) (Liite 14).

Kasvituholaisia, joiden esiintymisalue osuu osittain yksiin Suomen ilmastoon suhteen samankaltaisten alueiden kanssa Pohjois-Amerikassa, on EPPO-listoilla 44 kappaletta. Suurilmaston näkökulmasta useilla näistä lajeista on potentiaalia menestyä Suomessa, etenkin Suomen eteläosissa. Listalle mukaan otetuista taksoneista suuri osa on hyönteisiä (19 lajia) tai sieniä (10 lajia) (Liite 14). Esimerkkitaksoneita ovat muun muassa Kanadan länsirannikoilla douglaskuusiviljelmillä pahoja tuhoja aiheuttaneet *Phellinus weirii* -sienitauti, omenapuiden tuholaisienet *Alternaria mali* ja *Phyllosticta solitaria*, talvikääriäiset-lajit *Acleris gloverana* ja *A. variana*, DAISIE-hankkeessa sadan pahimman Euroopan vieraslajin joukkoon luettu kiinantukkiäärä (*Anoplophora glabripennis*), Pohjois-Amerikan metsissä laajoja tuhoja aiheuttaneet kolme *Dendroctonus*-lajia (*Dendroctonus adjunctus*, *D. brevicornis* ja *D. frontalis*), sekä piikkikärsäkäs-laji *Pissodes nemorensis* (Liite 14).

Yllä mainittujen kasvituholaisten lisäksi EPPO-järjestön karanteenilistoilla on viisi sienitautia sekä 8 hyönteislajia, joiden esiintymisalue osuu yksiin lämpötilatekijöiden suhteen Suomen ilmastoanalogia-alueiden kanssa Pohjois-Amerikan ulkopuolella, etenkin Aasiassa, Korean niemimaalla, Japanissa ja Himalajan alueella (Liite 15). Esimerkkejä tämääntyypisistä lajeista ovat lehtikuusille tuhoja aiheuttava sienitauti *Mycosphaerella laricis-leptolepidis* ja aasialainen sarvijäärälaji *Anoplophora chinensis*. Jälkimmäinen näistä on levinnyt Euroopassa Hollantiin ja Italiaan. Silloin kun lajin menestyminen pohjoisissa oloissa määräytyy etenkin lämpösumman tai kylmimmän kuukauden olojen perusteella, nämä ja vastaavat kasvituholaiset voivat muodostaa merkittävän riskitekijän Suomenkin näkökulmasta.

Pohjois-Amerikan keskeisten ilmastoanalogia-alueiden vieraslajit

Suomen esimerkkialueiden suhteen kolme keskeistä ilmastollisesti samankaltaista osavaltiota ovat Minnesota, Michigan ja Wisconsin. Wisconsinin Department of Natural Resource -osaston kokoamalla internetsivuilla (<http://dnr.wi.gov/invasives/plants.asp>) on esitelty yli 200 osavaltiossa esiintyvää vieraskasvilajia. Näiden kasvien joukossa on useita lajeja, jotka ovat lähtöisin Euroopasta (mm. luhtalemmikki *Myosotis scorpioides*, hiirenvirna *Vicia cracca*, keltamaite *Lotus corniculata*, tervaleppä *Alnus glutinosa*, sananjalka *Pteridium aquilinum*), ja osa on lähtöisin Pohjois-Amerikan muista osista (mm. lupiini *Lupinus polyphyllus*). Joukossa on myös muilta mantereilta kuin Euroopasta tai Pohjois-Amerikasta peräisin olevia kasvilajeja, jotka Suomeen levitesään voivat tulla haitallisiksi vieraskasvilajeiksi (Taulukko 6).

Minnesotan osavaltiossa "Department of Natural Resource" -osaston tuottamassa vieraskasvilajien listassa (<http://www.dnr.state.mn.us/invasives/terrestrialplants/index.html>) esitellään 36 maaympäristöjen kasvilajia. Myös useat näistä lajeista esiintyvät alkuperäisinä ja luonnonvaraisina Euroopassa, kuten esimerkiksi vaahtera (*Acer platanoides*), sarjarimpi (*Butomus umbellatus*), keltamaite (*Lotus corniculatus*), rantakukka (*Lythrum salicaria*) ja pietaryrtti (*Tanacetum vulgare*). Osa näistä vieraskasvilajeista on kuitenkin lähtöisin joko Pohjois-Amerikan muista osista tai muilta mantereilta; nämä kasvit voisivat siten olla potentiaalisia myös Suomen suurilmastossa menestyviä vieraslajeja (Taulukko 7A).

Sama tilanne toistuu Michiganin vieraskasvien listassa (Michigan Invasive Plant Species Fact Sheets; <http://web4.msue.msu.edu/mnfi/education/factsheets.cfm>), jolla myös esiintyy monia Suomessa luonnonvaraisena esiintyviä kasveja, kuten *Acer platanoides*, *Alnus glutinosa*, *Frangula alnus*, *Alliaria petiolata*, *Lythrum salicaria*, *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Butomus umbellatus* ja *Potamogeton crispus*. Toisaalta tälläkin listalla on vieraskasvilajeja, jotka eivät esiinny alkuperäisinä Suomessa ja suurilmaston puolesta voivat kehittyä myös meillä haitallisiksi vieraslajeiksi, etenkin ilmaston lämpenemisen myötä (Taulukko 7B).

Tämän raportin ilmastoanalogia-vertailujen perusteella ei ole olemassa merkittäviä suurilmastollisia rajoitteita näiden vieraslajien menestymiselle ja leviämiselle Pohjois-Euroopassa. Tätä tukee myös se, että Michiganin, Minnesotan ja Wisconsinin osavaltion vieraskasveista merkittävä osa on lajeja, jotka ovat kotoisin Euroopasta ja jotka menestyvät hyvin Suomen ilmasto-oloissa. Koska nämä kolme osavaltiota kattavat vain osan ilmastoanalologisista alueista Pohjois-Amerikassa, potentiaalisten vieraslajien kirjo on todennäköisesti tässä esitettyä laajempi. Tämän perusteella vieraslajien hallinta ja ennakoiva torjunta Suomessa vaatiikin monien maantieteellisten näkökulmien ja vieraslajiaineistojen tarkastelua.

Taulukko 6. Wisconsinin osavaltion haitallisia vieraskasvilajeja, jotka ovat lähtöisin muualta kuin Euroopasta tai Pohjois-Amerikasta.

<i>Acer ginnala</i> (mongolianvaahtera)
<i>Ailanthus altissima</i> (jumaltenpuu) ***
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> (Porcelain berry, Amur peppervine) * / ***
<i>Azolla pinnata</i> (isolimaskasaniainen)
<i>Belamcanda chinensis</i> (leopardikukka)
<i>Berberis thunbergii</i> (japaninhappomarja) ***
<i>Caragana arborescens</i> (siperianhernepensas)
<i>Celastrus orbiculatus</i> (japaninkelasköynnös) ***
<i>Crassula helmsii</i> (Swamp Stonecrop, New Zealand Pigmyweed)
<i>Egeria densa</i> (Brazilian waterweed)
<i>Eichornia crassipes</i> (vesihyasintti)
<i>Elaeagnus angustifolia</i> (idänhopeapensas)
<i>Elaeagnus umbellata</i> (Japanese Silverberry) ***
<i>Euonymus alatus</i> (pallesorvarinpensas),
<i>Euonymus fortunei</i> (suikerosorvarinpensas)
<i>Fallopia sachalinensis</i> (jättitatar)
<i>Fallopia japonica</i> (japanintatar) ** / ***
<i>Galinsoga quadriradiata</i> (ripsisaurikki)
<i>Hemerocallis fulva</i> (rusopäivänlilja)
<i>Hygrophila polysperma</i> (intianvesitähdikki)
<i>Humulus japonicus</i> (japaninhumala) *
<i>Impatiens balfourii</i> (sarvipalsami)
<i>Lagarosiphon major</i> (kiharavesirutto, afrikanvesirutto)
<i>Landoltia punctata</i> (Dotted duckweed)
<i>Lespedeza cuneata</i> (Chinese lespedeza)
<i>Limnophila sessiliflora</i> (vedensuosikki)
<i>Lonicera japonica</i> (Japanese Honeysuckle) * / ***
<i>Lonicera tatarica</i> (rusokuusama) ***
<i>Microstegium vimineum</i> (Japanese Stiltgrass) *
<i>Miscanthus sinensis</i> (elefantiheinä)
<i>Myriophyllum aquaticum</i> (brasilianärviä, vesiärviä) *
<i>Paulownia tomentosa</i> (keisaripuu)
<i>Polygonum perfoliatum</i> (syn. <i>Persicaria perfoliata</i> , Mile-a-minute weed) *
<i>Pueraria lobata</i> (Kudzu vine) ***
<i>Pyrus calleryana</i> (The Callery Pear)
<i>Quercus acutissima</i> (The Sawtooth Oak)
<i>Rhodotypos scandens</i> (Black jet-bead)
<i>Rosa multiflora</i> (japaninköynnösruusu)
<i>Rubus phoenicolasius</i> (japaninvatukka) *
<i>Sorghum halepense</i> (jonsonindurra)
<i>Toxicodendron radicans</i> (myrkkymuratti)
<i>Typha x glauca</i> (Hybrid cattail) *
<i>Ulmus parvifolia</i> (kiinanjalava)
<i>Ulmus pumila</i> (siperianjalava)
<i>Vinca minor</i> (pikkutalvio)

* Yhdysvalloissa aggressiivisesti luontoon leviävä laji

* kuuluu 32 yleisimmän vieraskasvilajin joukkoon Wisconsinin osavaltioissa

*** arvioitu kuuluvan kymmenen kaikkien haitallisimman vieraskasvilajin joukkoon suuressa osaa Yhdysvaltoja (<http://www.thegardenlady.org/2009/05/22/top-10-invasive-plants/>)

Taulukko 7. Minnesotan ja Michiganin osavaltion haitallisia vieraskasvilajeja, jotka ovat lähtöisin muualta kuin Euroopasta tai Pohjois-Amerikasta.

(A) Minnesota

Acer ginnala (mongolianvaahtera)
Berberis thunbergii (japaninhappomarja) ***
Caragana arborescens (siperianhernepensas)
Elaeagnus umbellata (Japanese Silverberry) ***
Fallopia japonica (japanintatar) ** / ***
Lonicera tatarica (rusokuusama) ***
Lonicera morrowii (japaninkuusama)
Lonicera x bella (kaunokuusama)
Miscanthus sacchariflorus (Amur silver grass, Silver banner grass)
Robinia pseudoacacia (valeakaasia)
Ulmus pumila (siperianjalava)

(B) Michigan

Ailanthus altissima (jumaltenpuu) ***
Berberis thunbergii (japaninhappomarja) ***
Celastrus orbiculatus (japaninkelasköynnös) ***
Eichornia crassipes (vesihyasintti)
Elaeagnus umbellata (Japanese Silverberry) ***
Fallopia sachalinensis (jättitatar)
Fallopia japonica (japanintatar) ** / ***
Lonicera japonica (Japanese Honeysuckle) * / ***
Lonicera maackii (koreankuusama) ***
Lonicera tatarica (rusokuusama) ***
Microstegium vimineum (Japanese Stiltgrass) *
Polygonum perfoliatum (syn. *Persicaria perfoliata*, Mile-a-minute weed) *
Rhodotypos scandens (Black jet-bead)
Rosa multiflora (japaninköynnösruusu)

* Yhdysvalloissa aggressiivisesti luontoon leviävä laji

** kuuluu 32 yleisimmän vieraskasvilajin joukkoon Wisconsinin osavaltioissa

*** arvioitu kuuluvan kymmenen kaikkien haitallisimman vieraskasvilajin joukkoon suuressa osaa Yhdysvaltoja

Loppupäätelmiä

Globaalit ilmastovertailut tarjoavat merkittävän näkökulman vieraslajeihin liittyvien riskien arviointeihin, joka voi merkittävästi täydentää esimerkiksi Euroopan sisällä tehtyjä vieraslajien ja ilmastonmuutoksen välisiä tarkasteluja. Ilmastollisesti samankaltaisten suuralueiden sijainnin selvittäminen on vieraslajitutkimuksissa tärkeää seuraavien seikkojen johdosta: (i) Useissa vertailuissa on arvioitu, että juuri mantereelta toiselle ihmisen mukana kulkeutuneet lajit ovat kaikkein voimakkaimmin leviäviä ja haitallisimpia uusilla alueilla (Weber 2001; Forman 2003); (ii) Tilanteissa, joissa uusille alueille levinneet vieraslajit eivät ole vielä täyttäneet kaikkia niille suotuisia seutuja, lajille sopivien alueiden rajoja voidaan selvittää alkuperäisen esiintymisalueen ilmasto-olojen perusteella. Tässä työssä esitettyjen vertailujen perusteella usealla Euroopassa esiintyvällä vieraslajilla on potentiaalia levitä menestyksekkäästi uusille paikoille ja pohjoisemmaksi; (iii) Kun ilmastoanalogia-vertailuun sisällytetään myös ilmastoskenaarioiden ennusteet, voidaan selvittää miltä uusilta alueilta eri puolilta maapalloa saattaa tulevaisuudessa Suomeen kulkeutua hyvin menestyviä vieraslajeja; (iv) Ilmastovertailu tuo tietoa vieraslajeista, jotka ovat osoittautuneet haitallisesti luonnossa leviäviksi lajeiksi Suomen 'vastinpari-alueilla'. Sellaiset lajit, jotka ovat lähtöisin muualta kuin Euroopasta, saattavat osoittautua haitallisiksi myös Suomessa. Siksi niiden ennakoivaan torjuntatyöhön tulee kiinnittää huomiota; (v) Eräät Suomessa esiintyvät eurooppalaiset kasvilajit ovat ilmastollisesti analogisilla alueilla Pohjois-Amerikassa haitallisia vieraslajeja. Siten samoilla alueilla esiintyvät Aasiasta tai muilta mantereilta kuin Eurooppa kotoisin olevat vieraslajit ovat potentiaalisia haitallisia lajeja myös Suomen näkökulmasta.

Näiden näkökulmien perusteella globaali ilmastoanalogien vertailu palveleekin potentiaalisesti ongelmallisten vieraslajien ennakoivassa torjunnassa. Kun tiedetään, että muilla mantereilla esiintyvän haittalajin leviämiselle ja luonnossa menestymiselle ei ole ilmastollisia esteitä Suomessa, voidaan kiinnittää huomiota ja suunnitella varotoimia niihin toimintoihin ja mekanismeihin, joilla lajit voivat kulkeutua Suomeen (muun muassa puutarhatuotteiden kauppa, koti- ja lemmikkieläinten kuljetus, puutavara-aineksen kauppa).

5 Tiivistelmä ja toimenpidesuosituksia

Ilmastonmuutoksen ennakoitaan voimistavan vieraslajien leviämistä uusille alueille, lisäävän niiden kykyä muodostaa elinvoimaisia kantoja luonnossa ja haittoja alkuperäiselle lajistolle, sekä ylipäätään voimistavan vieraslajien ekologisia, taloudellisia ja terveydellisiä haittavaikutuksia. Tässä tutkimushankkeessa selvitettiin ilmastonmuutoksen ja vieraslajien välisiä kytköksiä sekä ilmastonmuutoksen mahdollisia vaikutuksia vieraslajien esiintymiseen Suomessa kolmesta eri näkökulmasta. Hankkeen ensimmäisessä osassa tehtiin mittava tuoreen tutkimustiedon evaluointi ja yhteenveto Suomen vieraslajiproblematiikan näkökulmasta. Tutkimusaineistona käytettiin teemaan liittyviä tieteellisiä julkaisuja sekä kahdessa laajassa EU:n 6. puiteohjelman tutkimushankkeessa (DAISIE ja ALARM) tuotettuja tutkimusraportteja. Toisessa osassa tarkasteltiin sitä, miten Suomen ilmasto muuttuu erilaisten ilmastotarkennusnaarioiden perusteella, miltä alueilta uusia vieraslajia voi ilmaston muuttuessa levitä Suomeen ja mitkä näistä lajeista ovat haittavaikutuksiltaan merkittävimpiä. Hankkeen kolmannessa osassa tehtiin globaali suurilmaston vertailu, jonka avulla tunnistettiin Suomen sekä viimeaikaisen ilmaston että tulevan ilmaston suhteen samankaltaiset alueet eri puolilla maailmaa. Näin pystyttiin arvioimaan, mitkä maantieteelliset alueet ovat kaikkein todennäköisimpiä haitallisten vieraslajien lähtöalueita eli miltä alueilta Suomeen voi nyt ja tulevaisuudessa levitä uusia Suomen luonnossa menestyviä vieraslajeja.

Näiden kolmen osan tutkimustulokset voidaan tiivistää 15 keskeiseksi johtopäätökseksi:

1. Euroopasta on löydetty jo yli 11 000 vieraslajia, ja niiden aiheuttamat haitat alkuperäiselle luonnon monimuotoisuudelle ja ekosysteemipalveluille ovat merkittäviä. Vieraslajien aiheuttamien taloudellisten menetysten arvoksi Euroopassa on arvioitu 10 miljardia euroa mutta useimpien vieraslajien aiheuttamia haittoja ei vielä tunneta.
2. Vieraslajien menestyksen taustalla on usein niiden kantoja rajoittavien luontaisten kilpailijoiden ja petojen ja loisten puuttuminen kohdealueen luonnosta. Vieraslajin haitallisuus eli sen vaikutukset kohdealueen luontoon vaihtelevat huomattavasti eri lajien välillä.
3. Lisääntynyt kansainvälinen ja erityisesti mannerten välinen kauppa ja liikenne ovat kasvattaneet vieraslajien siirtymisen todennäköisyyttä merkittävästi. Vieraslajien siirtyminen uudelle maantieteelliselle alueelle tapahtuu ns. invasiopolun kautta, jossa on neljä kynnystä, jotka lajin täytyy ylittää muuttuakseen haitalliseksi vieraslajiksi: (i) siirtyminen kohdealueelle, (ii) kohdealueen asuttaminen, (iii) kannan vakiinnuttaminen, ja (iv) levittäytyminen uusille paikoille ja muuttuminen haitalliseksi. Kolme keskeistä vieraslajien kohdealueelle siirtymismekanismia ovat kulkeutuminen kauppatavarana mukana, kulkeutuminen liikennevälineen mukana ja itsellinen leviäminen esimerkiksi

ihmisen rakentaman leviämiskäytävän kautta. Näiden eri siirtymismekanismin ja niihin liittyvien leviämisreittien summana syntyy ns. leviäinpaine, joka kuvaa vieraslajien siirtymisen todennäköisyyttä.

4. Mitä pitempi aika vieraslajin ensimmäisestä havainnosta on kulunut, sitä suuremmalla todennäköisyydellä se leviää uusille alueille ja uusiin luonnonympäristöihin ja muuttuu haitalliseksi vieraslajiksi. Tällaisilla vieraslajeilla on usein merkittäviä vaikutuksia luontaiseen lajistoon.
5. Vieraslajin haitallisuuden todennäköisyys on yleensä sitä suurempi, mitä laajempi levinneisyysalue lajilla on luontaisella esiintymisalueellaan. Vieraslajin haitallisuus kasvaa usein selvästi, mikäli sen luontainen levinneisyysalue ulottuu yli useiden ilmastovyöhykkeiden. Haitalliseksi osoittautuneilla vieraslajikasveilla tyypillisiä ominaisuuksia ovat kasviyksilön suuri korkeus, lehtien suuri pinta-ala, kasvullinen lisääntyminen, aikainen ja pitkä kukintakausi sekä viehättävyys ihmissilmään.
6. Erilaiset ihmisen toiminnan voimakkaasti muokkaamat ympäristöt ovat paikkoja, joissa vieraslajit erityisesti menestyvät. Näitä ovat esimerkiksi satamat, teollisuusalueet, kaupunki- ja taajama-alueet, liikenneväylien varret sekä peltoympäristöt. Runsaasti vieraslajeja esiintyy myös erilaisissa kosteikko- ja rantaympäristöissä. Niukkaravinteisissa alkuperäisissä elinympäristöissä kuten soilla, nummilla ja niityillä on niukasti vieraslajeja.
7. Ilmastomuutos voi lisätä vieraslajien leviämisen todennäköisyyttä invaasiopolun kautta tapahtuvan leviämisprosessin jokaisessa kynnysvaiheessa (ks. kohta 3). Tämän seurauksena vieraslajien määrät voivat kasvaa ja nykyiset vieraslajit voivat selviytyä ja lisääntyä alueilla, jotka nykyisin eivät ole niille ilmastollisesti soveliaita.
8. Keskeistä vieraslajin aiheuttamien haittojen torjunnassa on varhainen toiminta heti eli kun lajin ensimmäisistä havainnoista on kulunut vain vähän aikaa. Tällöin on mahdollista vieraslajin eradikaatio eli sen lisääntymiskykyisten yksilöiden hävittäminen luonnosta. Eradikaatiossa käytettävät menetelmät ovat usein varsin yksinkertaisia mutta työvoimaa vaativia. Mitä laajemmin laji ehtii levitä, sitä pienemmäksi käy todennäköisyys, että lajin kanta pystyttäisiin poistamaan luonnosta. Tällöin on edelleen mahdollista vieraslajin kannan säätely ja leviämisen rajoittaminen.
9. Keskiarvoistettujen skenaarioennusteiden perusteella Etelä-Suomen ilmasto vuosina 2021–2050 vastaa (lämpösumman ja kylmimmän kuukauden lämpötilan osalta) Viron, Latvian, Liettuan ja osin Tanskan viimeaikaista ilmastoa, ja vuosina 2051–2080 Puolan, Tanskan, Hollannin ilmastoa, saariston ja lounaisrannikon osalta jopa Belgian ja Keski-Saksan viimeaikaista ilmastoa. Ilmastomuutoksen vaikutukset tulevat näkymään Suomessa (1) meillä jo esiintyvien vieraslajien kantojen vahvistumisena, uusien elinkelpoisten populaatioiden kehittymisenä, lajien levittäytymisenä kokonaan uusille alueille ja niiden haittavaikutusten voimistumisena, sekä (2) uusien luonnossa lisääntymään pystyvien vieraslajien leviämisenä Suomeen.
10. Lähivuosikymmenien aikana ilmaston lämpeneminen mahdollistaa nykyään Baltian maissa ja Tanskassa esiintyvien haitallisten vieraslajien leviämisen ja menestymisen Suomessa. Näiden maiden haitallisissa vieraslajeissa on sekä jo Suomessa esiintyviä lajeja (esimerkiksi lupiini, kurttturuusu ja minkki), lajeja jotka ovat parhaillaan saamassa jalansijaa Suomessa (esimerkiksi kanadanpiisku) sekä lajeja, jotka eivät vielä sanottavammin ole karanneet luontoon tai joita ei esiinny Suomessa (esimerkiksi piikkikurkku ja harlekinileppäkerttu). Vuosien 2051–2080 ilmasto-oloissa Suomeen saattaa levitä jo vieraslajeja, jotka nykyään ovat haitallisia lajeja Puolan, Saksan, Hollannin ja Belgian alueella; monet näistä lajeista olisivat uusia vieraslajeja Suomelle.

11. Kun arvioidaan ilmastonmuutoksen mahdollisia vaikutuksia Suomen vieraslajitilanteeseen on hyödyllistä tarkastella etenkin kolmentyyppisiä lajeja: (1) DAISIE-hankkeen luetteloimista sadasta Euroopan pahimmasta vieraslajista noin 60 lajia esiintyy Suomessa, Baltian maissa, Tanskassa, Saksassa, Puolassa, Hollannissa tai Belgiassa. Nämä lajit ovat siten merkittäviä potentiaalisia haittalajeja Suomessa ilmaston lämpenemisen myötä; (2) jo nyt useassa maassa haitalliseksi vieraslajeiksi osoittautuneet lajit (esimerkiksi kiiltotuomi, kanadankoiransilmä, etelänruttojuuri, japanintatar, maa-artistokka, rämemajava, pesukarhu ja japaninkauris), jotka mitä ilmeisemmin pystyvät tulevaisuudessa kehittymään haittalajeiksi myös Suomessa; (3) Suomen lähimpien alueiden kuten Viron haitalliset vieraslajit, koska jo pienet muutokset ilmastossa edesauttavat näiden lajien menestymistä Suomessa.
12. Vieraslajien torjuntatyössä on kiinnitettävä huomiota myös lajien levinneisyshistoriaan, koska vieraslajien leviämisessä voi kulua sata vuotta tai enemmänkin ennen kuin ne ovat levinneet invaasioalueella ilmastollisesti kaikille soveltuville seuduille (vrt. kohta 5). Yksinkertaistaen voidaan arvioida, että kolmen lajiominaisuuden yhdistelmä – viimeaikainen tulokas kohdealueella, tehokkaasti leviävä laji ja laaja luontainen esiintymisalue – ilmentää vieraslajia, joka hyvin todennäköisesti pystyy tehokkaasti leviämään uusille seuduille Euroopassa, Pohjois-Eurooppa mukaan lukien.
13. Lähdealueiden ja kohdealueiden välinen suurilmastollinen vertailu auttaa vieraslajien leviämispotentiaalin arvioinnissa. Tämä on erityisen tärkeää kohdealueen uusilla vieraslajeilla, jotka eivät vielä ole ehtineet levitä invaasioalueella laajalti. Ilmastoanalogia-analyysien perusteella Suomen ilmaston suhteen kaikkein samankaltaisimmat alueet muilla mantereilla sijaitsevat Pohjois-Amerikassa, etenkin Suurten Järvien alueella sekä Kalliovuorten alueella. Suomen tulevan ilmaston (vuodet 2031–2060) suhteen analogiset alueet siirtyvät Pohjois-Amerikassa keskimäärin 200–300 kilometriä etelään. Vieraslajeilla, joiden menestyminen pohjoisessa määräytyy pelkästään lämpösunnan tai kylmimmän talvikuukauden olojen perusteella, Suomen ilmaston suhteen samankaltaisia lähdealueita on Pohjois-Amerikan lisäksi Aasiassa Himalajan seuduilta Kiinaan ja Korean niemimaalle ulottavalla alueella, Siperiassa, Etelä-Amerikan eteläisissä osissa, Japanissa ja Uudessa Seelannissa.
14. Useat esiintymisessään tällä hetkellä Keski-Eurooppaan ja Suomenlahden eteläpuolisille alueille rajoittuneet vieraslajit esiintyvät luontaisella alueellaan Pohjois-Amerikassa Etelä-Suomen kaltaisilla ilmastoalueilla. Siten nämä lajit voivat levittäytyä menestyksekkäästi pohjoisemmaksi kohti Suomea jo lähitulevaisuudessa.
15. Suomen ilmaston suhteen samankaltaisilla seuduilla Pohjois-Amerikassa tai muilla mantereilla esiintyy vajaat 20 lajia Global Invasive Species -tietokannan sadasta pahimmasta vieraslajista (esimerkiksi karppi, vaeltajasimpukka, kiinan-tukkijäärä ja harmaaorava). Osa DAISIE-hankkeen pahimmista vieraslajeista, kuten jumaltenpuu, valeakaasia, kiiltotuomi, mäntyankeroinen ja pesukarhu, esiintyvät Pohjois-Amerikassa ilmastollisesti Suomen kaltaisilla seuduilla. Euroopan ja Välimeren maiden kasviensuojelujärjestön EPPO:n kasvituholaisten karanteenilistojen lajeista yli sata esiintyy keskeisillä ilmastoanalogia-alueilla Pohjois-Amerikassa. Siten ilmaston suhteen useilla tämänkaltaisista lajeista ei välttämättä ole merkittäviä ilmastollisia esteitä levitä Pohjois-Eurooppaan ja menestyä vieraslajeina Suomessa.

Hankkeen tuloksien pohjalta voidaan lisäksi esittää seuraavat toimenpidesuosituksat:

1. Vieraslajien kulkeutumisreittien valvontaa on tehostettava huomattavasti nykyisestä. Tämän avulla voidaan pienentää leviäinpainetta ja sitä kautta niiden vieraslajien määrää, jotka pystyvät asuttamaan ja myöhemmin vakiinnuttamaan kantansa Suomessa. Erityistä huomiota tulee kiinnittää kauppatavarana ja liikennevälineiden mukana tahattomasti leviävien vieraslajien torjuntaan, sillä nämä jäävät nykyisin pääosin kansainvälisten sopimusten ja lainsäädännön ulkopuolelle. Myös vieraslajien tietoisuuden siirtämisen (esim. kauppatavarana) valvontaa tulee tiukentaa nykyisestä, esimerkiksi kieltämällä haitallisten vieraslajien kauppa koristekasveina.
2. On luotava edellytykset sille, että toimenpiteet potentiaalisesti haitallisen vieraslajien kannan poistamiseksi voidaan aloittaa välittömästi kun ensimmäiset havainnot lajista on tehty. Menestyksellisen eradikaation edellytyksenä on toimiva ennakkovarointijärjestelmä, jossa tieto haitallisen vieraslajin esiintymästä tulee nopeasti vastuullisen viranomaisen tietoon. Toimien suuntaamista voidaan kehittää ottamalla käyttöön tilastollinen menetelmä, jonka avulla voidaan ennustaa havaitun vieraslajin potentiaalinen haitallisuus. Eradikaatio toimien suorittajaksi tulee osoittaa viranomainen, jolla on käytettävissä riittävät voimavarat tehtävän loppuunsaattamiseksi.
3. Vieraslajien torjuntatyössä on tärkeää pyrkiä tunnistamaan sekä ilmastonmuutoksen myötä Suomeen mahdollisesti leviävät uudet haitalliset vieraslajit että Suomessa kantaansa ja haittavaikutuksiaan vahvistavat lajit. Tässä työssä tulee kiinnittää huomiota etenkin tällä hetkellä Virossa hyvin haitallisina pidettyihin lajeihin, Baltian maista Saksaan ja Belgiaan ulottuvalla alueella useissa arvioissa haitallisina pidettyihin lajeihin, sekä DAISIE-hankkeen sadan pahimman vieraslajin (lajeja, jotka ovat osoittautuneet hyvin haitallisiksi useassa Euroopan maassa) luetteloon.
4. Sellaisten puutarhakasvien ja muiden eliölaajien, joiden tiedetään aiheuttaneen merkittäviä haittoja Suomenlahden eteläpuolisilla alueilla ja joiden haittavaikutukset todennäköisesti kasvavat Suomessa ilmastonmuutoksen myötä, myyntiä, kotipuutarhakäyttöä ja levittämistä tulisi tarkasti kontrolloida. Tapauskohtaisen harkinnan jälkeen tulisi rajoittaa ja tarvittaessa kokonaan kieltää hyvin haitallisiksi tiedettyjen lajien myynti ja levittäminen. Esimerkkejä tämänkaltaisista lajeista ovat jättiputket, japanintatar ja kanadanpiisku ja muut vastaavat aggressiivisesti luontoon leviävät lajit, joiden haittavaikutukset suurella todennäköisyydellä kasvavat ilmaston lämpenemisen myötä.
5. Sellaisten vieraslajien, jotka ovat suhteellisen tuoreita tulokkaita Euroopassa, mutta jotka ovat jo nyt osoittautuneet aggressiivisesti levittäytyviksi ongelmalajeiksi ja joiden luontainen esiintymisalue on laaja, ennakoivaan torjuntatyöhön tulisi suunnata resursseja. Yksi esimerkki tämän tyyppisistä lajeista on harlekiniileppäkerttu. Näiden lajien kohdalla pitäisi vaaratekijät pystyä arvioimaan jo etukäteen, jotta torjuntatoimet saataisiin tarvittaessa nopeasti liikkeelle.
6. Globaalien ilmastovertailujen perusteella tunnistetuilta Suomen analogia-alueilta Suomeen ihmistoiminnan myötä leviävien vieraslajien ennakoivaan torjuntatyöhön tulee kiinnittää huomiota, koska näiden alueiden lajiston leviämiseksi ja luonnossa menestymiseksi ei ole ilmastollisia esteitä Suomessa. Tässä työssä tulee kiinnittää huomiota ja suunnitella varotoimia niihin toimintoihin ja mekanismeihin, joilla lajit voivat kulkeutua kyseisiltä alueilta Suomeen, kuten puutarhatuotteiden kauppa, koti- ja lemmikkieläinten kuljetus, sekä puutavara-aineiden kauppa.

7. Vieraslajien keskeisten toimijoiden, etenkin puutarhasektorin toimijoiden, tietoisuutta ilmastonmuutoksen myötä Suomeen mahdollisesti leviävistä uusista haitallisista vieraslajeista, niiden haittavaikutuksista, sekä maassamme jo esiintyvien lajien kasvavista riskeistä tulisi lisätä tiedotuksella, koulutuksella ja ohjeistuksella.
8. Pyritään ohjeistuksella ja tiedottamisella suuntaamaan puutarhakasvien, akvaarioeläimien ja -kasvien ja muiden vastaavien ihmisten käyttämien hyötyeliölaajien valintaa haittavaikutuksiltaan vähäisempiin lajeihin, joihin liittyvät riskit eivät todennäköisesti lisäänty ilmastonmuutoksenkaan myötä.
9. Kootaan potentiaalisesti Suomeen saapuvista uusista haitallisista vieraslajeista opetusmateriaalia internettiin ja levitettäväksi alan toimijoille. Näillä toimilla voidaan edistää uusien lajien esiintymien havaittavuutta ja nopeuttaa tarvittavien hoitotoimien aloittamista.

6 Kirjallisuus

- Beerling, D.J. 1993. The impact of temperature on the northern distribution limits of the introduced species *Fallopia japonica* and *Impatiens glandulifera* in north-western Europe. *Journal of Biogeography* 20: 45–53.
- Beerling D.J., Huntley B. & Bailey J.P. 1995. Climate and the distribution of *Fallopia japonica*: use of an introduced species to test the predictive capacity of response surfaces. *Journal of Vegetation Science* 6: 269–282.
- Blumenthal, D., Mitchell, C.E., Pysek, P. & Jarosik, V. 2009. Synergy between pathogen release and resource availability in plant invasion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106: 7899–7904.
- Brown, P.M.J., Adriaens, T. Bathon, H., Cuppen, J., Goldarazena, A., Hägg, T., Kenis, M., Klausnitzer, B.E.M., Kovář, I., Loomans, A.J.M., Majerus, M.E.N., Nedved, O. Pedersen, J., Rabitsch, W., Roy, H.E., Ternois, V. Zakharov, I.A. & Roy, D.B. 2008. *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid. *BioControl* 53: 5–21.
- Bucharova, A. & van Kleunen, M. 2009. Introduction history and species characteristics partly explain naturalization success of North American woody species in Europe. *Journal of Ecology* 97: 230–238.
- Chytrý, M., Maskell, L.C., Pino, J., Pysek, P., Vilà, M., Font, X. & Smart, S.M. 2008. Habitat invasions by alien plants: a quantitative comparison among Mediterranean, subcontinental and oceanic regions of Europe. *Journal of Applied Ecology* 45: 448–458.
- Colautti, R.I., Ricciardi, A., Grigorovich, I.A. & MacIsaac, H.J. 2004. Is invasion success explained by the enemy release hypothesis? *Ecology Letters* 7: 721–733.
- Daehler, C.C., Denslow, J.S., Ansari, S. & Kuo, H.C. 2004. A risk-assessment system for screening out invasive pest plants from Hawaii and other Pacific Islands. *Conservation Biology* 18: 360–368.
- Davis, M.A. 2003. Biotic globalization: Does competition from introduced species threaten biodiversity? *Bioscience* 53: 481–489.
- Dukes, J.S. & Mooney, H.A. 1999. Does global change increase the success of biological invaders? *Trends in Ecology & Evolution* 14: 135–139.
- Ebeling, S.K., Hensen, I. & Auge, H. 2008. The invasive shrub *Buddleja davidii* performs better in its introduced range. *Diversity and Distributions* 14: 225–233
- Ficetola, G.F., Thuiller, W. & Maud, C. 2007. Prediction and validation of the potential global distribution of a problematic alien invasive species - the American bullfrog. *Diversity and Distributions* 13: 476–485.
- Forman, J. 2003. The introduction of American plant species into Europe: issues and consequences. *Julk. Child LE, Brock JH, Brundu G, Prach K, Pysek P, Wade PM, Williamson M (toim.) Plant invasions: Ecological threats and management solutions*, s. 17–39. Backhuys Publishers, Leiden, the Netherlands.
- Fronzek, S., Carter, T. R., Heikkinen, R. K., Hulme, P. E., Pysek, P. & Pergl, J. 2008. Defining bioclimatic analogue areas to study risks of invasive species under climate change. *ALARM Deliverable report 3.2.2.2*.
- Gherardi, F., Gollasch, S., Minchin, D., Olenin, S. & Panov, V. E. 2009. Alien Invertebrates and Fish in European Inland Waters. *Julk. Hulme, P. E., Nentwig, W., Pysek, P. & Vilà, M. (toim.) Handbook of Alien Species in Europe*. Springer. *Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology*, s. 81–92. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-8280-1_6.
- Gritti, E.S., Smith, B. & Sykes, M.T. 2006. Vulnerability of Mediterranean Basin ecosystems to climate change and invasion by exotic plant species. *Journal of Biogeography* 33: 145–157.
- Hayes, K.R. & Barry, S.C. 2008. Are there any consistent predictors of invasion success? *Biological Invasions* 10: 483–506.
- Heikkinen, R.K., Leikola, N., Fronzek, S., Lampinen, R. & Toivonen, H. 2009. Predicting distribution patterns and recent northward range shift of an invasive aquatic plant: *Elodea canadensis* in Europe. – *BioRisk* 2: 1–32, doi: 10.3897/biorisk.2.4.
- Hejda, M. & Pysek, P. 2006. What is the impact of *Impatiens glandulifera* on species diversity of invaded riparian vegetation? *Biological Conservation* 132: 143–152.
- Hejda, M., Pysek, P. & Jarosik, V. 2009a. Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *Journal of Ecology* 97: 393–403.

- Hejda, M., Pyšek, P., Pergl, J., Sadlo, J., Chytrý, M. & Jarosík, V. 2009b. Invasion success of alien plants: do habitat affinities in the native distribution range matter? *Global Ecology and Biogeography* 18: 372–382.
- Hellmann, J.J., Byers, J.E., Bierwagen, B.G. & Dukes, J.S. 2008. Five potential consequences of climate change for invasive species. *Conservation Biology* 22: 534–543.
- Hulme, P.E. 2007. Biological invasions in Europe: Drivers, pressures, states, impacts and responses. *Julk. Hester, R. E. & Harrison, R. M. (toim.). Biodiversity under threat. London, The Royal Society of Chemistry. Issues in Environmental Science and Technology, s. 56–80.*
- Hulme, P.E. 2008. Contrasting alien and native plant species-area relationships: the importance of spatial grain and extent. *Global Ecology and Biogeography* 17: 641–647.
- Hulme, P.E. 2009. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology* 46: 10–18.
- Hulme, P.E., Bacher, S., Kenis, M., Klotz, S., Kühn, I., Minchin, D., Nentwig, W., Olenin, S., Panov, V., Pergl, J., Pyšek, P., Roques, A., Sol, D., Solarz, W. & Vila, M. 2008. Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. *Journal of Applied Ecology* 45: 403–414.
- Hulme, P.E., Nentwig, W., Pyšek, P. & Vilà, M. (toim.). 2009a. *Handbook of Alien Species in Europe. Springer. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology. 399 s.*
- Hulme, P.E., Pyšek, P., Nentwig, W. & Vila, M. 2009b. Will threat of biological invasions unite the European Union? *Science* 324(5923): 40–41.
- Hulme, P.E., Roy, D.B., Cunha, T. & Larsson, T.-B. 2009c. A pan-European Inventory of Alien Species: Rationale, Implementation and Implications for Managing Biological Invasions. *Julk. Hulme, P. E., Nentwig, W., Pyšek, P. & Vilà, M. (toim.). Handbook of Alien Species in Europe. Springer. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology, s. 1–14. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-8280-1_1.*
- Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Ruokolainen, L., Saku, S. & Seitola, T. 2009. Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. *ACCLIM-hankkeen raportti 2009. Raportteja 2009:4. Ilmatieteen laitos, Helsinki.*
- Keane, R.M. & Crawley, M.J. 2002. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in Ecology & Evolution* 17: 164–170.
- Keller, R.P., Philine S.E. & Aldridge, D.C. 2009. Vectors and Timing of Freshwater Invasions in Great Britain. *Conservation Biology*: doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01249.x.
- Korsu, K. 2005. Tulokaslajit leviävät – globaali haaste ekologeille. *Tieteessä Tapahtuu* 4: 29–32.
- Krivánek, M. & Pyšek, P. 2006. Predicting invasions by woody species in a temperate zone: a test of three risk assessment schemes in the Czech Republic (Central Europe). *Diversity and Distributions* 12: 319–327.
- Krivánek, M., Pyšek, P. & Jarosík, V. 2006. Planting History and Propagule Pressure as Predictors of Invasion by Woody Species in a Temperate Region. *Conservation Biology* 20: 1487–1498.
- Küster, E.C., Kühn, I., Bruelheide, H. & Klotz, S. 2008. Trait interactions help explain plant invasion success in the German flora. *Journal of Ecology* 96: 860–868.
- La Sorte, F.A. & Pyšek, P. 2009. Extra-regional residence time as a correlate of plant invasiveness: European archaeophytes in North America. *Ecology* 90: 2589–2597.
- Lambdon, P.W., Pyšek, P., Basnou, C., Hejda, M., Arianoutsou, M., Essl, F., Jarošík, V., Pergl, J., Winter, M., Anastasiu, P., Andriopoulos, P., Bazos, I., Brundu, G., Celesti-Grapow, L., Chassot, P., Delipetrou, P., Josefsson, M., Kark, S., Klotz, S., Kokkoris, Y., Kühn, I., Marchante, H., Perglová, I., Pino, J., Vila, M., Zikos, A., Roy, D. & Hulme, P.E. 2008. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia* 80: 101–149.
- Lankau, R.A., Nuzzo, V., Spyreas, G. & Davis, A.S. 2009. Evolutionary limits ameliorate the negative impact of an invasive plant. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*: doi:10.1073/pnas.0905446106.
- Lavergne, S. & Molofsky, J. 2007. Increased genetic variation and evolutionary potential drive the success of an invasive grass. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104: 3883–3888.
- Levine, J.M., Adler, P.B. & Yelenik, S.G. 2004a. A meta-analysis of biotic resistance to exotic plant invasions. *Ecology Letters* 7: 975–989.
- Levine, R.S., Peterson, A.T. & Benedict, M.Q. 2004b. Distribution of Members of *Anopheles quadrimaculatus* Say s.l. (Diptera: Culicidae) and Implications for Their Roles in Malaria Transmission in the United States. *Journal of Medical Entomology* 41: 607–613.
- Lilja, A., Hantula, J., Rytönen, A., Müller, M. & Pouttu, A. 2009. Vieraslajit, jotka voivat olla uhka tulevaisuudessa. *Taimiuutiset* 2/2009: 19–21.
- Liu, H. & Stiling, P. 2006. Testing the enemy release hypothesis: a review and meta-analysis. *Biological Invasions* 8: 1535–1545.
- Lockwood, J.L., Cassey, P. & Blackburn, T. 2005. The role of propagule pressure in explaining species invasions. *Trends in Ecology & Evolution* 20: 223–228.
- Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H., Clout, M. & Bazzaz, F.A. 2000. Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications* 10: 689–710.
- Maron, J.L. & Vila, M. 2001. When do herbivores affect plant invasion? Evidence for the natural enemies and biotic resistance hypotheses. *Oikos* 95: 361–373.
- Maskell, L.C., Bullock, J.M., Smart, S.M., Thompson, K. & Hulme, P.E. 2006. The distribution and habitat associations of non-native plant species in urban riparian habitats. *Journal of Vegetation Science* 17: 499–508.

- Mattson, W., Vanhanen, H., Veteli, T., Sivonen, S. & Niemelä, P. 2007. Few immigrant phytophagous insects on woody plants in Europe: legacy of the European crucible? *Biological Invasions* 9: 957–974.
- McKenney, D., Hopkin, A.A., Campbell, K.L., Mackey, B.G. & Foottit, R. 2003. Opportunities for improved risk assessments of exotic species in Canada using bioclimatic modeling. - *Environmental Monitoring and Assessment* 88: 445–461
- McKinney, M.L. & Lockwood, J.L. 1999. Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology & Evolution* 14: 450–453.
- Mitchell, T.D., Carter, T.R., Jones, P.D., Hulme, M. & New, M. 2003. A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record (1901–2000) and 16 scenarios (2001–2100). Tyndall Centre Work Paper 55. 29 s.
- Moron, D., Lenda, M., Skórka, P., Szentgyörgyi, H., Settele, J. & Woyciechowski, M. 2009. Wild pollinator communities are negatively affected by invasion of alien goldenrods in grassland landscapes. *Biological Conservation* 142: 1322–1332.
- Myers, J.H., Simberloff, D., Kuris, A.M. & Carey, J.R. 2000. Eradication revisited: dealing with exotic species. *Trends in Ecology & Evolution* 15: 316–320.
- Müller-Schärer, H. & Schaffner, U. 2008. Classical biological control: exploiting enemy escape to manage plant invasions. *Biological Invasions* 10: 859–874.
- Nentwig, W., Kühnel, E. & Bacher, S. 2010. A generic impact-scoring system applied to alien mammals in Europe. *Conservation Biology* 24: 302–311.
- New, M., Lister, D., Hulme, M. and Makin, I. 2002. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. *Climate Research* 21: 1–25.
- Niemelä, P. & Mattson, W.J. 1996. Invasion of North American forests by European phytophagous insects - Legacy of the European crucible? *Bioscience* 46: 741–753.
- Pearson, R.G. & Dawson, T.P. 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology & Biogeography* 12: 361–371.
- Pejchar, L. & Mooney, H.A. 2009. Invasive species, ecosystem services and human well-being. *Trends in Ecology & Evolution* 24: 497–504.
- Peterson, A.T. 2003. Predicting the geography of species' invasions via ecological niche modeling. *The Quarterly Review of Biology* 78: 419–433.
- Peterson, A.T., Stewart, A., Mohamed, K.I. & Araújo, M.B. 2008. Shifting global invasive potential of European plants with climate change. *PLoS ONE* 3: e2441.
- Pheloung, P.C., Williams, P.A. & Halloy, S.R. 1999. A weed risk assessment model for use as a biosecurity tool evaluating plant introductions. *Journal of Environmental Management* 57: 239–251.
- Pimentel, D., Lach, L., Zuniga, R. & Morrison, D. 2000. Environmental and economic costs associated with non-indigenous species in the United States. *BioScience* 50: 53–65.
- Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O'Connell, C., Wong, E., Russel, L., Zern, J., Aquino, T. and Tsomondo, T. 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture Ecosystems & Environment* 84: 1–20.
- Pimentel D. 2002 (toim.). *Biological Invasions. Economic and environmental costs of alien plant, animal, and microbe species.* CRC Press.
- Pimentel, D. 2005. Aquatic nuisance species in the New York State Canal and Hudson River systems and the Great Lakes Basin: An economic and environmental assessment. *Environmental Management* 35: 692–701.
- Pyšek, P., Bacher, S., Chytrý, M., Jarosík, V., Wild, J., Celesti-Grapow, L., Gassó, N., Kenis, M., Lambdon, P.W., Nentwig, W., Pergl, J., Roques, A., Sádlo, J., Solarz, W., Vilà, M. & Hulme, P.E. 2010. Contrasting patterns in the invasions of European terrestrial and freshwater habitats by alien plants, insects and vertebrates. *Global Ecology and Biogeography*: doi:10.1111/j.1466-8238.2009.00514.x.
- Pyšek, P. & Hulme, P.E. 2005. Spatio-temporal dynamics of plant invasions: Linking pattern to process no access. *Ecoscience* 12(3): 302–315.
- Pyšek, P., Jarosík, V., Pergl, J., Randall, R., Chytrý, M., Kühn, I., Tichý, L., Danihelka, J., Chrtekjun, J. & Sádlo, J. 2009. The global invasion success of Central European plants is related to distribution characteristics in their native range and species traits. *Diversity and Distributions* 15: 891–903.
- Pyšek, P., Krinke, L., Jarosik, V., Perglova, I., Pergl, J. & Moravcova, L. 2007. Timing and extent of tissue removal affect reproduction characteristics of an invasive species *Heracleum mantegazzianum*. *Biological Invasions* 9: 335–351.
- Pyšek, P., Lambdon, P.W., Arianoutsou, M., Kühn, I., Pino, J. & Winter, M. 2009. Alien Vascular Plants of Europe. *Julk.: Hulme, P. E., Nentwig, W., Pyšek, P. & Vilà, M. (toim.). Handbook of Alien Species in Europe.* Springer. *Invading Nature - Springer Series In Invasion Ecology*, s. 43–61. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-8280-1_4.
- Pyšek, P. & Richardson, D.M. 2007. Traits Associated with Invasiveness in Alien Plants: Where Do we Stand? *Julk.: Nentwig, W. (toim.). Biological Invasions.* Springer. *Ecological studies*, s. 97–125. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-36920-2_7.
- Pyšek, P., Richardson, D.M., Pergl, J., Jarosík, V., Sixtová, Z. & Weber, E. 2008. Geographical and taxonomic biases in invasion ecology. *Trends in Ecology & Evolution* 23: 237–244.
- Raghu, S. & Walton, C. 2007. Understanding the ghost of *Cactoblastis* past: Historical clarifications on a poster child of classical biological control. *Bioscience* 57: 699–705.
- Rahel, F.J. & Olden, J.D. 2008. Assessing the effects of climate change on aquatic invasive species. *Conservation Biology* 22: 521–533.

- Richardson, D.M., Holmes, P.M., Esler, K.J., Galatowitsch, S.M., Stromberg, J.C., Kirkman, S.P., Pysek, P. & Hobbs, R.J. 2007. Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Diversity and Distributions* 13: 126–139
- Richardson, D.M. & Thuiller, W. 2007. Home away from home - objective mapping of high-risk source areas for plant introductions. *Diversity and Distributions* 13: 299–312.
- Roura-Pascual, N., Suarez, A.V., Gómez, C., Pons, P., Touyama, Y., Wild, A.L. & Peterson, A.T. 2004. Geographical potential of Argentine ants (*Linepithema humile* Mayr) in the face of global climate change. *Proceedings of the Royal Society London B* 271: 2527–2534.
- Roberts, P.D. & Pullin, A.S. 2007. The effectiveness of management interventions used to control Ragwort species. *Environmental Management* 39: 691–706.
- Roques, A., Rabitsch, W., Rasplus, J.-Y., Lopez-Vaamonde, C., Nentwig, W. & Kenis, M. 2009. Alien Terrestrial Invertebrates of Europe. *Julk.: Hulme, P. E., Nentwig, W., Pysek, P. & Vilà, M. (toim.). Handbook of Alien Species in Europe. Springer. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology*, s. 63-79. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-8280-1_5.
- Saarinen, K., Jantunen, J. & Valanti, M. 2010. Niittokaan ei hillitse lupiinia. *Lutukka* 26: 10–15.
- Saarinen, K. & Mertanen, T. 2010. Jättiputkitaistelu jatkuu Imatralla. *Lutukka* 26: 17–22.
- Sala, O.E., Chapin, F.S.I., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M. & Wall, D.H. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770–1774.
- Sax, D.F. & Gaines, S.D. 2008. Species invasions and extinction: The future of native biodiversity on islands. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105: 11490–11497.
- Simberloff, D. 2003. How much information on population biology is needed to manage introduced species? *Conservation Biology* 17: 83–92.
- Simberloff, D. 2009. We can eliminate invasions or live with them. Successful management projects. *Biological Invasions* 11: 149–157.
- Sykes, M.T., Prentice, I.C. and Cramer, W. 1996. A bioclimatic model for the potential distributions of north European tree species under present and future climates. - *Journal of Biogeography* 23: 203–233.
- Thuiller, W., Richardson, D., Pyšek, P., Midgley, G.F., Hughes, G.O. & Rouget, M. 2005. Niche-based modeling as a tool for predicting the risk of alien plant invasions at a global scale. *Global Change Biology* 11: 2234–2250.
- Valtonen, A., Jantunen, J. & Saarinen, K. 2006. Flora and lepidoptera fauna adversely affected by invasive *Lupinus polyphyllus* along road verges. *Biological Conservation* 133: 389–396.
- Van der Veken, S., Hermy, M., Vellend, M., Knapen, A. & Verheyen, K. 2008. Garden plants get a head start on climate change. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6: 212–216.
- Verheyen, K., Vanhellemont, M., Stock, T. & Hermy, M. 2007. Predicting patterns of invasion by black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.) in Flanders (Belgium) and its impact on the forest understorey community. *Diversity and Distributions* 13: 487–497.
- Vesperinas, E.S., Moreno, A.G., Elorza, M.S., Sánchez, E.D., Mata, D.S. & Gavilán, R. 2001. The expansion of thermophilic plants in the Iberian Peninsula as a sign of climatic change. *Julk. Walther, G.R., Burga, C.A. & Edwards, P.J. (toim.) "Fingerprints" of climate change. Adapted behaviour and shifting species ranges. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers*, s. 163–184.
- Vilà, M., Bartomeus, I., Dietzsch, A. C., Petanidou, T., Steffan-Dewenter, I., Stout, J. C. & Tscheulin, T. 2009. Invasive plant integration into native plant-pollinator networks across Europe. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276: 3887–3893.
- Vila, M., Maron, J.L. & Marco, L. 2005. Evidence for the enemy release hypothesis in *Hypericum perforatum*. *Oecologia* 142: 474–479.
- Vila, M., Pino, J. & Font, X. 2007. Regional assessment of plant invasions across different habitat types. *Journal of Vegetation Science* 18: 35–42.
- Walther, G.R., Carraro, G. & Klötzli, F. 2001. Ever-green broad-leaved species as indicators for climate change. *Julk. Walther, G.R., Burga, C.A. & Edwards, P.J. (toim.) "Fingerprints" of climate change. Adapted behaviour and shifting species ranges. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers*, s. 151–162.
- Walther, G.R., Gritti, E.S., Berger, S., Hickler, T., Tang ZY & Sykes, M.T. 2007. Palms tracking climate change. *Global Ecology and Biogeography* 16: 801–809.
- Walther, G.-R., Roques, A., Hulme, P.E., Sykes, M.T., Pysek, P., Kühn, I., Zobel, M., Bacher, S., Botta-Dukát, Z., Bugmann, H., Czúcz, B., Dauber, J., Hickler, T., Jarosik, V., Kenis, M., Klotz, S., Minchin, D., Moora, M., Nentwig, W., Ott, J., Panov, V.E., Reineking, B., Robinet, C., Semchenko, V., Solarz, W., Thuiller, W., Vilà, M., Vohland, K. & Settele, J. 2009. Alien species in a warmer world: risks and opportunities. *Trends in Ecology & Evolution* 24: 686–693.
- Ward, N.L. & Masters, G.J. 2007. Linking climate change and species invasion: an illustration using insect herbivores. *Global Change Biology* 13: 1605–1615.
- Weber, E. 2001. Current and potential ranges of three exotic goldenrods (*Solidago*) in Europe. - *Conservation Biology* 15: 122–128.
- Weidema IR (toim.) 2000. Introduced species in the Nordic countries. Nordic Council of Ministers, Århus.

- Welk, E. 2004. Constraints in range predictions of invasive plant species due to non-equilibrium distribution patterns: Purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) in North America. *Ecological Modelling* 179: 551–567.
- Williamson, M., Dehnen-Schmutz, K., Kühn, I., Hill, M., Klotz, S., Milbau, A., Stout, J. & Pysek, P. 2009. The distribution of range sizes of native and alien plants in four European countries and the effects of residence time. *Diversity and Distributions* 15: 158–166.
- Williamson, M., Pysek, P., Jarosik, V. & Prach, K. 2005. On the rates and patterns of spread of alien plants in the Czech Republic, Britain, and Ireland no access. *Ecoscience* 12: 424–433.
- Wilson, J.R.U., Dormontt, E.E., Prentis, P.J., Lowe, A.J. & Richardson, D.M. 2009. Something in the way you move: dispersal pathways affect invasion success. *Trends in Ecology & Evolution* 24: 136–144.
- Winter, M., Schweiger, O., Klotz, S., Nentwig, W., Andriopoulos, P., Arianoutsou, M., Basnou, C., Delipetrou, P., Didziulis, V., Hejda, M., Hulme, P.E., Lambdon, P.W., Pergl, J., Pysek, P., Roy, D.B. & Kühn, I. 2009. Plant extinctions and introductions lead to phylogenetic and taxonomic homogenization of the European flora. *Proceedings of the National Academy of Sciences*: doi:10.1073/pnas.0907088106.

Liite I. Tietolähteet, joista kerättiin tähän hankkeeseen tietoja eri Euroopan maiden vieraslajeista

(A) Maakohtaisia vieraslajien listoja tai vieraslajien mustia ja/tai harmaita lajilistoja sisältävät internet-sivustot

1. The Belgian Forum on Invasive Species; <http://ias.biodiversity.be/>
2. Neoflora, Invasive gebietsfremde Pflanzen in Deutschland, Die wichtigsten invasiven Pflanzenarten; <http://www.floraweb.de/neoflora/handbuch.html>
3. Alien species in Poland; <http://www.iop.krakow.pl/ias/Baza.aspx>
4. Dyr og planter: Sortlisten – de værste invasive arter i Danmark, Skov- og Naturstyrelsen, Tanska; <http://www.skovognatur.dk/DyrOgPlanter/invasivearter/Arter/Sortlisten/Sortlisten.htm>
5. Invasive plant species, Latvia, List of most dangerous invasive plant species, Brigita Laime, Faculty of Biology, University of Latvia; http://www.lva.gov.lv/daba/eng/biodiv/invazivas_sugas_e.htm#sar
6. Overview of biodiversity of the Netherlands - The Dutch Species Catalogue; <http://www.nederlandsesoorten.nl/nlsr/nlsr/i000368.html>

(B) Valtiollisia vieraslajilistoja tai vieraslajien mustia ja/tai harmaita lajilistoja sisältävät julkaisut

1. Gederaas, L., Salvesen, I. & Viken, Å. (toim.) 2007. Norsk svarteliste 2007 – Økologiske risikovurderinger av fremmede arter. 2007 Norwegian Black List – *Ecological Risk Analysis of Alien Species*. Artsdatabanken, Norway.
2. Handlingsplan for invasive arter, Skov- og Naturstyrelsen, Tanska; <http://www.skovognatur.dk/Udgivelser/2009/handlingsplanInvArter.htm>
3. Kull, K., Kukk, T., Kull, T. 2001. Eesti taimede must raamat räägib bioinvasioonist. *Eesti Loodus* (5): 170–173

(C) Muut vieraslajitietoja sisältävät internet-sivustot

1. PlantNetwork / The European Botanic Gardens Consortium - Sharing information, and policy, on potentially invasive alien plants in Botanic Gardens / <http://www.plantnetwork.org/aliens/index.html>).
2. The North European and Baltic Network on Invasive Alien Species; <http://www.nobanis.org/default.asp>
3. Delivering Alien Invasive Species In Europe (DAISIE) project funded by the sixth framework programme of the European Commission, DAISIE European Invasive Alien Species Gateway 2008; <http://www.europe-aliens.org/>

(D) Muut vieraslajitietoutta sisältävät julkaisut

1. Gjershaug, J.O., Rusch, G.M., Öberg, S. & Qvenild, M. 2009. Alien species and climate change in Norway: An assessment of the risk of spread due to global warming - NINA Report 468. 55 pp.
2. Franz Essl & Wolfgang Rabitsch 2004. Austrian Action Plan on Invasive Alien Species. Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management Stubenbastei 5, 1010 Vienna, Austria. www.lebensministerium.at.

(E) Henkilökohtaiset tiedustelut haitallisista vieraslajeista

Viro: Merike Linnamagi, Meelis Tambets, Jaan Luig, Kaarel Roht, Tiit Maran

Latvia: Agnese Priede

Liettua: Viktoras Didziulis

Puola: Wojciech Solarz

Saksa: Frank Klingenstein, Ingolf Küh, Marten Winter, Stefan Nehring

Belgia: Etienne Branquart

Hollanti: Wiebe Lammers

Itävalta: Wolfgang Rabitsch

Norja: Esten Odegaard

Liite 2. Virossa haitallisten vieraslajien 'mustalle listalle' kirjatut lajit

Lajeista on arvioitu niiden maantieteellinen levinneisyys Virossa (yleinen – paikallinen – harvakseltaan – harvinainen – satunnainen), elinvoimaisten luonnonpopulaatioiden ("naturalisation", "establishment") määrä (yleisesti – paikka paikoin – harvakseltaan – harvoin – yksittäisiä tapauksia), ja arvioitu niiden kategoria mustalla listalla. Kategoriat ovat: 0 – kanta vakiintunut luontoon, laajalle levinnyt laji, eradikaatio hyvin vaikeaa tai mahdotonta; 1 – erityisen vaarallinen laji, muodostaa helposti luonnossa menestyviä populaatioita; 2 – laji, jolla on suuri potentiaali muodostaa suuria kolonioita luonnossa, mutta vielä levinneisyydeltään rajoittunut; 3 – vaarallinen laji, jonka esiintymiä on hankala poistaa, leviää pääasiassa kasvullisesti eikä leviä pitkiä matkoja nopeasti. Lähde: Kull, K., Kukkk, T., Kull, T. 2001. Eesti taimede must raamat räägib bioinvasioonist. Eesti Loodus (5): 170–173 ja Merike Linnamagi (henk.koht. tiedonanto).

Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Levinneisyys Virossa	Luonnossa lisääntyviä kantoja	Kategoria mustalla listalla
<i>Amelanchier spicata</i>	isotuomipihlaja	harvakseltaan	harvakseltaan	0
<i>Aquilegia vulgaris</i>	lehtoakileija	paikallinen	paikka paikoin	0
<i>Bellis perennis</i>	kaunokainen	yleinen	harvakseltaan	0
<i>Bromus inermis</i>	idänkattara	yleinen	harvakseltaan	0
<i>Chamomilla suaveolens</i>	pihasaunio	yleinen	harvakseltaan	0
<i>Conyza canadensis</i>	kanadankoiransilmä	yleinen	harvakseltaan	0
<i>Elodea canadensis</i>	kanadanvesirutto	yleinen	yleisesti	0
<i>Epilobium adenocaulon</i>	amerikanhorsma	harvakseltaan	harvakseltaan	0
<i>Sambucus racemosa</i>	terttuselja	yleinen	harvakseltaan	0
<i>Senecio viscosus</i>	tahmavillakko	paikallinen	harvoin	0
<i>Aster ×salignus</i>	pajuasteri	harvinainen	harvoin	1
<i>Aster lanceolatus</i>	"säiläästeri"	harvinainen	harvoin	1
<i>Bunias orientalis</i>	idänukonpalko	yleinen	harvakseltaan	1
<i>Cotoneaster lucidus</i>	kiiltotuhkapensas	harvakseltaan	harvoin	1
<i>Heracleum sosnowskyi</i>	-	harvakseltaan	harvakseltaan	1
<i>Impatiens parviflora</i>	rikkapalsami	harvakseltaan	harvakseltaan	1
<i>Juncus tenuis</i>	nurmivihvilä	harvinainen	harvoin	1
<i>Lactuca serriola</i>	piikkisalaatti	paikallinen	harvoin	1
<i>Lactuca tatarica</i>	tataarisinivalvatti	paikallinen	harvoin	1
<i>Lolium perenne</i>	englanninraiheinä	harvakseltaan	harvoin	1
<i>Lupinus polyphyllus</i>	lupiini	paikallinen	paikoin	1
<i>Medicago ×varia</i>	rehumailanen	harvakseltaan	harvakseltaan	1
<i>Populus balsamifera</i>	palsamipoppeli	harvakseltaan	harvoin	1
<i>Rosa rugosa</i>	kurtturuuus	paikallinen	paikka paikoin	1
<i>Rumex confertus</i>	idänhierakka	harvakseltaan	harvakseltaan	1
<i>Saponaria officinalis</i>	suopayrtti	harvakseltaan	harvakseltaan	1
<i>Solidago canadensis</i>	kanadanpiisku	harvakseltaan	harvoin	1
<i>Trifolium hybridum subsp. hybridum</i>	rehualseikeapila	harvakseltaan	harvakseltaan	1
<i>Abies alba</i>	saksanpihta	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Abies balsamea</i>	palsamipihta	harvakseltaan	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Abies sibirica</i>	siperianpihta	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Alyssum alyssoides</i>	hietakilpiruoho	harvakseltaan	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Carex praecox</i>	idänsara	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Cerasus avium</i>	imeläkirsikka	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Cerasus tomentosa</i>	nukkakirsikka	harvinainen	harvoin	2
<i>Cichorium intybus</i>	sikuri	harvakseltaan	harvakseltaan	2
<i>Diplotaxis muralis</i>	pikkuhietasinappi	paikallinen	harvoin	2
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	valkopallo-ohdake	harvinainen	harvoin	2
<i>Galega orientalis</i>	rehuvuorenherne	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	kaukasianjättiputki	harvinainen	harvoin	2

Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Levinneisyys Virossa	Luonnossa lisääntyviä kantoja	Kategoria mustalla listalla
<i>Hieracium koehleri</i>	-	satunnainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Lathyrus tuberosus</i>	mukulanätkelmä	harvinainen	harvoin	2
<i>Lilium martagon</i>	varjolilja	harvinainen	harvoin	2
<i>Lonicera alpigena</i>	alppikuusama	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Lonicera caprifolium</i>	tuoksuköynnöskuusama	harvinainen	harvoin	2
<i>Mahonia aquifolium</i>	mahonia	satunnainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Medicago romanica</i>	sirppimailanen	harvinainen	harvoin	2
<i>Myosotis sylvatica</i>	puistolemmikki	harvakseltaan	harvakseltaan	2
<i>Potentilla canescens</i>	-	satunnainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Potentilla goldbachii</i>	saksanhanhikki	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Prunus cerasifera</i> var. <i>Divaricata</i>	kirsikkaluumu	harvinainen	harvoin	2
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	douglaskuusi	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Reseda lutea</i>	keltareseda	harvinainen	harvoin	2
<i>Ribes uva-crispa</i>	karviainen	harvakseltaan	harvakseltaan	2
<i>Rosa glabrifolia</i>	venäjänruusu	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Rosa pomifera</i>	luumuruusu	satunnainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Sanguisorba minor</i>	pikkuluppio	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Sisymbrium volgense</i>	volganpernaruoho	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Sisyrinchium montanum</i>	kuovinkukka	satunnainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Swida alba</i>	idänkanukka	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Viola odorata</i>	tuoksuorvokki	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	2
<i>Armoracia rusticana</i>	piparjuuri	yleinen	harvoin	3
<i>Asparagus officinalis</i>	ruokaparsa	harvinainen	harvoin	3
<i>Bromus erectus</i>	pystykattara	satunnainen	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Dianthus barbatus</i>	harjaneilikka	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Elaeagnus commutata</i>	lännehopeapensas	harvakseltaan	harvoin	3
<i>Euphorbia cyparissias</i>	tarhatyräkki	harvakseltaan	harvoin	3
<i>Inula helenium</i>	isohirvenjuuri	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Lilium bulbiferum</i>	ruskolilja	harvakseltaan	harvoin	3
<i>Lonicera tatarica</i>	rusokuusama	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Lychnis chalconica</i>	palavarakkaus	harvinainen	harvoin	3
<i>Myrrhis odorata</i>	saksankirveli	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Petasites hybridus</i>	etelänruttojuuri	harvakseltaan	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Physocarpus opulifolius</i>	länneheisiangervo	harvakseltaan	harvoin	3
<i>Populus alba</i>	hopeapoppeli	harvakseltaan	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Prunus domestica</i> subsp. <i>insititia</i>	kriikunapuu	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Reynoutria japonica</i> syn. <i>Fallopia japonica</i>	japanintatar	harvakseltaan	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Reynoutria sachalinensis</i> syn. <i>Fallopia sachalinensis</i>	jättitatar	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Rosa glauca</i>	punalehtiruusu	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Rosa pimpinellifolia</i>	juhannusruusu	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Sambucus nigra</i>	mustaselja	paikallinen	paikka paikoin	3
<i>Scilla siberica</i>	idänsinililja	harvakseltaan	harvoin	3
<i>Sedum spurium</i>	kaukasianmaksaruoho	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Senecio fluviatilis</i>	jokivillakko	harvinainen	harvoin	3
<i>Sorbaria sorbifolia</i>	viitapihlaja-angervo	harvakseltaan	harvoin	3
<i>Spiraea chamaedryfolia</i>	idänvirpiangervo	harvakseltaan	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Spiraea media</i>	taiganvirpiangervo	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Spiraea salicifolia</i>	pajuangervo	harvinainen	harvoin	3
<i>Swida stolonifera</i>	lännekanukka	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Symphoricarpos albus</i>	lumimarjapensas	harvakseltaan	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Syringa josikaea</i>	unkarinsyreeni	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Syringa vulgaris</i>	pihasyreeni	harvakseltaan	harvoin	3
<i>Viburnum lantana</i>	villaheisi	harvinainen	yksittäisiä tapauksia	3
<i>Vinca minor</i>	pikkutalvio	harvakseltaan	yksittäisiä tapauksia	3

Liite 3. Vieraslajit, joiden maahantuominen, levittäminen tai niiden myyntitoiminta on lailla kielletty Virossa

(Lähde: NOBANIS ja <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=12828512>)

Kasvit

Heracleum mantegazzianum (kaukasianjättiputki)
Heracleum sosnowskyi (armenianjättiputki)
Acroptilon repens (arokaunokki)
Ambrosia spp (tuoksukit)
Bidens frondosa (seljarusokki)
Impatiens glandulifera (jättipalsami)
Solidago canadensis (kanadanpiisku)
Solidago gigantea (isopiisku)
Reynoutria japonica (syn. *Fallopia japonica*, *Polygonum cuspidatum*) (japanintatar)
Reynoutria sachalinensis (syn. *Fallopia sachalinensis*, *Polygonum sachalinense*) (jättitatar)
Reynoutria x bohémica (hörtsätatar)
Egeria densa (aasianvesirutto)
Elodea nuttallii (kiehkuravesirutto)

Eläimet

Castor canadensis (kanadanmajava)
Cervus nippon (japaninkauris)
Dama dama (kuusipeura)
Lutra canadensis (amerikansaukko)
Mustela vison (minkki)
Nyctereutes procyonoides (supikoira)
Odocoileus virginianus (valkohäntäpeura)
Ondatra zibethicus (piisami)
Oryctolagus cuniculus (kaniini)
Ovis ammon (mufloni)
Sciurus carolinensis (harmaaorava)
Oxyura jamaicensis (kuparisorsa)
Umbra pygmaea (pikkukoirakala)
Pseudorasbora parva (sahasborra)
Opsariichthys uncirostris (ahmattibarbi)
Ameiurus nebulosus (piikkimonni)
Ameiurus melas (mustapiikkimonni)
Lepomis auritus
Lepomis gibbosus (aurinkoahven)
Lepomis macrochirus (isoaurinkoahven)
Perccottus glenii (rohmutokko)
Neogobius fluviatilis (jokitokko)
Neogobius gymnotrachelus (paljaskaulatokko)
Astacus leptodactylus (kapeasaksirapu)
Orconectes limosus ("North American spiny-cheek crayfish")
Pacifascatus leniusculus (täplärapu)
Globodera rostochiensis (keltaperuna-ankeroinen)
Bursaphelenchus xylophilus (mäntyankeroinen)
Hyphantria cunea
Megachile rotundata (apilaverhoilijamehiläinen)

Liite 4. Alustava musta lista haitallisimmista vieraslajeista Latviassa

Lähde: Agnese Priede, Nature Protection Agency, Latvia (henk.koht. tiedonanto)

Kasvit ja sienet

Acer negundo (saarnivaahtera)
Amelanchier spicata (isotuomipihlaja)
Aster salignus (pajuasteri)
Bunias orientalis (idänukonpalko)
Elodea canadensis (kanadanvesirutto)
Galinsoga parviflora (tarhasaurikki)
Galinsoga quadriradiata (ripsisaurikki)
Heracleum sosnowskyi -jättiputki
Impatiens glandulifera (jättipalsami)
Impatiens parviflora (rikkapalsami)
Lupinus polyphyllus (lupiini)
Phytophthora infestans (perunarutto)
Rosa rugosa (kurtturuusu)
Rumex confertus (idänhierakka)
Solidago canadensis (kanadanpiisku)
Sorbaria sorbifolia (viitapihlaja-angervo)

Eläimet

Dreissena polymorpha (vaeltajasimpukka)
Mustela vison (minkki)
Nyctereutes procyonoides (supikoira)
Pacifastacus leniusculus (täpläräpu)
Leptinotarsa decemlineata (koloradonkuoriainen)

Liite 5. Liettuan vieraslajien tietokannassa haitallisimmaksi arvioidut vieraslajit

Tässä listatut lajit on tietokannassa sijoitettu kriteerin 'Status' perusteella luokkaan 'established', kriteerin 'Invasiveness' perusteella luokkaan 'invasive', ja kriteerin 'Frequency' ('Yleisyys') perusteella joko luokkaan 'Common' tai 'Local'. Lähde: Viktoras Didziulis (henk.koht. tiedonanto) ja NOBANIS (<http://www.nobanis.org/default.asp>).

Lajinimi	Lajiryhmä	Ensimmäinen havaintovuosi	Yleisyys
<i>Acer negundo</i> (saarnivaahtera)	Koppisiemeniset	1963	Yleinen
<i>Acer pseudoplatanus</i> (vuorivaahtera)	Koppisiemeniset	1950	Yleinen
<i>Acorus calamus</i> (kalmojuuri)	Koppisiemeniset	1500-luku	Yleinen
<i>Amaranthus retroflexus</i> (viherrvonhäntä)	Koppisiemeniset	1886	Yleinen
<i>Asclepias syriaca</i> (mesisilkkiyrtti)	Koppisiemeniset	1964	Paikallinen
<i>Aster novi-belgii</i> (syysasteri)	Koppisiemeniset	1953	Yleinen
<i>Bidens frondosa</i> (seljarusokki)	Koppisiemeniset	1983	Yleinen
<i>Conyza canadensis</i> (kanadankoiransilmä)	Koppisiemeniset	1826	Yleinen
<i>Galinsoga parviflora</i> (tarhasaurikki)	Koppisiemeniset	1828	Yleinen
<i>Galinsoga quadriradiata</i> (ripsisaurikki)	Koppisiemeniset	1924	Yleinen
<i>Helianthus tuberosus</i> (maa-artisokka)	Koppisiemeniset	1988	Yleinen
<i>Heracleum sosnowskyi</i> -jättiputki	Koppisiemeniset	1987	Yleinen
<i>Lactuca serriola</i> (piikkisalaatti)	Koppisiemeniset	1926	Yleinen
<i>Lactuca tatarica</i> (tataarisinivalvatti)	Koppisiemeniset	1975	Paikallinen
<i>Matricaria matricarioides</i> (pihasaunio)	Koppisiemeniset	1884	Yleinen
<i>Petasites hybridus</i> (etelänruttojuuri)	Koppisiemeniset	1791	Yleinen
<i>Phalacrolooma septentrionale</i>	Koppisiemeniset	1931	Yleinen
<i>Senecio vernalis</i> (kevätvillakko)	Koppisiemeniset	1830	Yleinen
<i>Solidago canadensis</i> (kanadanpiisku)	Koppisiemeniset	1983	Yleinen
<i>Solidago serotinoidea</i>	Koppisiemeniset	1977	Yleinen
<i>Xanthium albinum</i>	Koppisiemeniset	1953	Paikallinen
<i>Impatiens glandulifera</i> (jättipalsami)	Koppisiemeniset	1959	Yleinen
<i>Impatiens parviflora</i> (rikkapalsami)	Koppisiemeniset	1934	Yleinen
<i>Armoracia rusticana</i> (piparjuuri)	Koppisiemeniset	1791	Yleinen
<i>Bunias orientalis</i> (idänukonpalko)	Koppisiemeniset	1885	Yleinen
<i>Erucastrum gallicum</i> (kaalisinappi)	Koppisiemeniset	1933	Yleinen
<i>Lepidium densiflorum</i> (ratakrassi)	Koppisiemeniset	1937	Yleinen
<i>Sisymbrium altissimum</i> (unkarinpernaruohto)	Koppisiemeniset	1840	Yleinen
<i>Dianthus barbatus</i> (harjaneilikka)	Koppisiemeniset	1958	Yleinen
<i>Gypsophila paniculata</i> (morsiusharso)	Koppisiemeniset	1858	Paikallinen
<i>Corispermum leptopterum</i> (rikkakurmio)	Koppisiemeniset	1940	Yleinen
<i>Echinocystis lobata</i> (piikkikurkku)	Koppisiemeniset	1987	Yleinen
<i>Euphorbia cyparissias</i> (tarhatyräkki)	Koppisiemeniset	1883	Yleinen
<i>Cytisus scoparius</i> (jänönvihma)	Koppisiemeniset	1898	Yleinen
<i>Lupinus polyphyllus</i> (lupiini)	Koppisiemeniset	1931	Yleinen
<i>Robinia pseudoacacia</i> (valeakaasia)	Koppisiemeniset	1958	Yleinen
<i>Quercus rubra</i> (punatammi)	Koppisiemeniset	1971	Paikallinen
<i>Juncus tenuis</i> (nurmivihvilä)	Koppisiemeniset	1933	Yleinen
<i>Epilobium adenocaulon</i> (amerikanhorsma)	Koppisiemeniset	1926	Yleinen
<i>Oenothera biennis</i> (iltahelokki)	Koppisiemeniset	1791	Yleinen
<i>Oenothera rubricaulis</i> (täplähelokki)	Koppisiemeniset	1952	Yleinen
<i>Oxalis stricta</i> (nurmikäenkaali)	Koppisiemeniset	1910	Yleinen
<i>Anisantha tectorum</i> (kattokattara)	Koppisiemeniset	1865	Yleinen
<i>Glyceria striata</i> (viirusorsimo)	Koppisiemeniset	1956	Paikallinen
<i>Rumex confertus</i> (idänhierakka)	Koppisiemeniset	1931	Yleinen
<i>Amelanchier spicata</i> (isotuomipihlaja)	Koppisiemeniset	1934	Yleinen

Lajinimi	Lajiryhmä	Ensimmäinen havaintovuosi	Yleisyys
<i>Prunus serotina</i> (kiiltotuomi)	Koppisiemeniset	1976	Paikallinen
<i>Potentilla norvegica</i> (peltohanhikki)	Koppisiemeniset	1830	Yleinen
<i>Prunus cerasifera</i> (kirsikkaluumu)	Koppisiemeniset	1955	Yleinen
<i>Rosa rugosa</i> (kurtturuusu)	Koppisiemeniset	1937	Yleinen
<i>Sorbaria sorbifolia</i> (viitapihlaja-angervo)	Koppisiemeniset	1890	Yleinen
<i>Sambucus nigra</i> (mustaselja)	Koppisiemeniset	1791	Yleinen
<i>Sambucus racemosa</i> (terttuselja)	Koppisiemeniset	1885	Yleinen
<i>Veronica filiformis</i> (kaukasiantädyke)	Koppisiemeniset	1968	Yleinen
<i>Veronica persica</i> (persiantädyke)	Koppisiemeniset	1907	Yleinen
<i>Vinca minor</i> (pikkutalvio)	Koppisiemeniset	1959	Yleinen
<i>Marezzelleria viridis</i> (amerikanmonisukasmato)	Nivelmadot	1988	Paikallinen
<i>Acanthoscelides obtectus</i> (papupiilokas)	Niveljalkaiset	-	Yleinen
<i>Alphitobius diaperinus</i> (kanalakuoriainen)	Niveljalkaiset	1982	Yleinen
<i>Alphitophagus bifasciatus</i>	Niveljalkaiset	-	Yleinen
<i>Carpophilus hemipterus</i> (mehukuoriainen)	Niveljalkaiset	1983	Yleinen
<i>Gronops inaequalis</i>	Niveljalkaiset	-	Yleinen
<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (koloradonkuoriainen)	Niveljalkaiset	1956	Yleinen
<i>Tribolium destructor</i> (rohmuksiäinen)	Niveljalkaiset	1957	Yleinen
<i>Trogoderma versicolor</i>	Niveljalkaiset	1984	Yleinen
<i>Balanus improvisus</i> (merirokko)	Niveljalkaiset	1844	Paikallinen
<i>Cercopagis pengoi</i> (petovesikirppu)	Niveljalkaiset	1999	Paikallinen
<i>Orconectes limosus</i> ("North American spiny-cheek crayfish")	Niveljalkaiset	1994	Paikallinen
<i>Pacifastacus leniusculus</i> (täpläräpu)	Niveljalkaiset	1972	Paikallinen
<i>Cordylophora caspia</i> (kaspianpolyppi)	Polttiaiseläimet	1800-luku	Paikallinen
<i>Carassius gibelio</i> (hopearuutana)	Kalat	1600-luku	Yleinen
<i>Neogobius melanostomus</i> (mustakitatokko)	Kalat	2002	Paikallinen
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (kirjolohi)	Kalat	1885, 1965	Paikallinen
<i>Salvelinus fontinalis</i> (puronieriä)	Kalat	1885	Paikallinen
<i>Mustela vison</i> (minkki)	Nisäkkäät	1950	Paikallinen
<i>Nyctereutes procyonoides</i> (supikoira)	Nisäkkäät	1948	Yleinen
<i>Dreissena polymorpha</i> (vaeltajasimpukka)	Nilviäiset	1800-luku	Yleinen
<i>Prorocentrum minimum</i> (panssarisiimalevä)	Kasviplankton	-	Paikallinen

Liite 6. Tanskassa esiintyvien haitallisten vieraslajien musta lista

Lähde: Dyr og planter: Sortlisten – de værste invasive arter i Danmark, Skov- og Naturstyrelsen (<http://www.skovognatur.dk/DyrOgPlanter/invasivearter/Arter/Sortlisten/Sortlisten.htm>)

Maaympäristöjen lajit

Putkilokasvit

pukinpensas (*Lycium barbarum*) **
 isotuomipihlaja (*Amelanchier spicata*) **
 vuorimänty (*Pinus mugo* spp. poislukien *P. mugo* var. *rostrata*) **
 marunatuoksukki (*Ambrosia artemisiifolia*) ***
 koiransilmä (*Conyza canadensis*) **
 kanadanpiisku (*Solidago canadensis*) ja isopiisku (*Solidago gigantea*) **
 kiiltotuomi (*Prunus serotina*) **
 keltapeippi (*Lamium galeobdolon*) **
 japaninruttojuuri (*Petasites japonicus*) **
 japanintatar (*Fallopia japonica*) ja jättitatar (*Fallopia sachalinensis*) **
 hörtsätatar (*Fallopia x bohémica*) **
 kontortamänty (*Pinus contorta*) **
 jättipalsami (*Impatiens glandulifera*) **
 jättiputki (*Heracleum mantegazzianum*) **
 lupiini (*Lupinus polyphyllus*) **
 palsternakka (*Pastinaca sativa*) **
 kurturuusu (*Rosa rugosa*) **
 etelänruttojuuri (*Petasites hybridus*) **
 rikkapalsami (*Impatiens parviflora*) **
 auringontähti (*Telekia speciosa*) **

Linnut

kuparisorsa (*Oxyura jamaicensis*) **
 kanadanhanhi (*Branta canadensis*) **
 afrikanhanhi (*Alopochen aegyptiacus*) **

Sammalet

Campylopus introflexus *

Eläimet

minkki (*Mustela vison*) **
 piisami (*Ondatra zibethica*) **
 isorotta (*Rattus norvegicus*) **
 supikoira (*Nyctereutes procyonoides*) ***
 nutria eli rämemajava (*Myocastor coypus*) ***
 pesukarhu eli supi (*Procyon lotor*) ***
 espanjansiruetana (*Arion lusitanicus*) **
 harlekiinileppäkerttu (*Harmonia axyridis*) *
 kastanjamiinakoi (*Cameraria ohridella*) **

Sienitaudit

hollanninjalavatauti (*Ophiostoma novo-ulmi*) *

Akvaattiset lajit

Kasvit

kanadanvesirutto (*Elodea canadensis*) *

marskiheinä (*Spartina anglica*) **

Crassula helmsii **

kiehkuravesirutto (*Elodea nuttallii*) *

Eläimet

kapeasaksirapu (*Astacus leptodactylus*) **

villasaksirapu (*Eriocheir sinensis*) *

täpläräpu (*Pacifastacus leniusculus*) **

laivamato (*Teredo navalis*) *

huotrasimpukka (*Ensis americanus* (*E. directus*)) *

vaeltajasimpukka (*Dreissena polymorpha*) **

japaninosteri (*Crassostrea gigas*) *

amerikankampamaneetti (*Mnemiopsis leidyi*) *

sahasbora (*Pseudorasbora parva*) **

aurinkoahven (*Lepomis gibbosus*) **

kultakala (*Carassius auratus*) **

Levät

Sargassum muticum -ruskolevä *

Gracilaria vermiculophylla -punalevä *

Sienitaudit ja loiset

rapurutto (*Aphanomyces astaci*) *

Pseudodactylogyrus anguillae -loislaji *

ankeriaan uimarakkoloinen (*Anguicicola crassus*) *

* lajin paikalliset esiintymät voidaan toisinaan saada kontrolloitua sopivalle tasolle mutta esiintymien hävittäminen (eradikaatio) on hyvin vaikeaa

** lajin esiintymiä voidaan hoitotoimin kontrolloida paikallisesti, mutta sen eradikaatio koko maasta ei ole mahdollista

*** laji voidaan hävittää hoitotoimin sekä paikallisesti että valtakunnallisesti

Liite 7. Hankkeessa 'The European Botanic Gardens Consortium - Sharing information, and policy, on potentially invasive alien plants in Botanic Gardens' (<http://www.plantnetwork.org/aliens/index.html>) Virossa, Latviassa, Liettuassa ja/tai Tanskassa hyvin haitallisiksi (kategoria xxx = osoittautunut luontoon leviäväksi tai aggressiivisesti luontoon leviäväksi lajiksi) arvioidut vieraskasvit.

saarnivaahtera (*Acer negundo*; Latvia, Liettua)
 vuorivaahtera (*Acer pseudoplatanus*; Liettua)
 rohtokalmojuuri (*Acorus calamus*; Liettua)
 viherrevonhäntä (*Amaranthus retroflexus*; Liettua)
 isotuomipihlaja (*Amelanchier spicata*; Latvia, Liettua)
 kattokattara (*Anisantha tectorum*; Liettua)
 lehtoakileija (*Aquilegia vulgaris*; Latvia)
 piparjuuri (*Armoracia rusticana*; Liettua)
 koiruoho (*Artemisia absinthium*; Latvia)
 mesisilkkiyrtti (*Asclepias syriaca*; Liettua)
 syysasteri (*Aster novi-belgii*; Liettua)
 kaunokainen (*Bellis perennis*; Viro)
 seljarusokki (*Bidens frondosa*; Liettua)
 idänukonpalko (*Bunias orientalis*; Viro, Liettua)
 kevättähti (*Chionodoxa luciliae*; Viro)
 kanadankoiransilmä (*Conyza canadensis*; Viro, Liettua)
 rikkakurmio (*Corispermum leptopterum*; Liettua)
 jänönvihma (*Cytisus scoparius*; Liettua)
 harjaneilikka (*Dianthus barbatus*; Liettua)
 isohietasinappi (*Diplotaxis muralis*; Viro)
 kananhirssi (*Echinochloa crus-galli*; Viro)
 piikkikurkku (*Echinocystis lobata*; Liettua)
 kanadanvesirutto (*Elodea canadensis*; Viro, Liettua, Tanska)
 amerikanhorsma (*Epilobium adenocaulon*; Liettua)
 kaalisinappi (*Erucastrum gallicum*; Viro, Liettua)
 tarhatyräkki (*Euphorbia cyparissias*; Liettua)
 japanintatar (*Fallopia japonica*; Tanska)
 jättitatar (*Fallopia sachalinensis*; Tanska)
 tarhasaurikki (*Galinsoga parviflora*; Liettua)
 ripsisaurikki (*Galinsoga quadriradiata*; Liettua)
 viirusorsimo (*Glyceria striata*; Liettua)
 morsiusharso (*Gypsophila paniculata*; Liettua)
 maa-artistokka (*Helianthus tuberosus*; Liettua)
 kaukasianjättiputki (*Heracleum mantegazzianum*; Liettua)
Heracleum sosnowskyi –jättiputki (Viro, Latvia, Liettua)
 jättipalsami (*Impatiens glandulifera*; Liettua)
 rikkapalsami (*Impatiens parviflora*; Viro, Liettua)
 nurmivihvilä (*Juncus tenuis*; Liettua)
 piikkisalaatti (*Lactuca serriola*; Liettua)
 tataarisinivalvatti (*Lactuca tatarica*; Liettua)
 ratakrassi (*Lepidium densiflorum*; Liettua)
 lupiini (*Lupinus polyphyllus*; Liettua)

pihasaunio (*Matricaria matricarioides*; Liettua)
 rehumailanen (*Medicago sativa subsp. Varia*; Latvia)
 valkomesikkä (*Melilotus albus*; Viro)
 täpläapinankukka (*Mimulus guttatus*; Latvia)
 puistolemmikki (*Myosotis silvatica*; Latvia)
 iltahelokki (*Oenothera biennis*; Viro, Liettua)
 täplähelokki (*Oenothera rubricaulis*; Liettua)
 tarhakäenkaali (*Oxalis corniculata*; Viro)
 nurmikäenkaali (*Oxalis stricta*; Liettua)
 kiiltotuomi (*Prunus serotina*, syn. *Padus serotina*; Liettua, Tanska)
 etelänruttojuuri (*Petasites hybridus*; Liettua, Tanska)
Phalacrolooma septentrionale (Liettua)
 vuorimänty (*Pinus mugo*; Tanska)
 peltohanhikki (*Potentilla norvegica*; Liettua)
 kirsikkaluumu (*Prunus cerasifera*; Liettua)
 punatammi (*Quercus rubra*; Liettua)
 kurtturuusu (*Rosa rugosa*; Latvia, Liettua, Tanska)
 idänhierakka (*Rumex confertus*; Liettua)
 terijoensalava (*Salix fragilis*; Latvia)
 mustaselja (*Sambucus nigra*; Liettua)
 terttuselja (*Sambucus racemosa*; Latvia, Liettua)
 suopayrtti (*Saponaria officinalis*; Latvia)
 idänsinililja (*Scilla siberica*; Viro)
 kevätvillakko (*Senecio vernalis*; Liettua)
 unkarinpernaruoho (*Sisymbrium altissimum*; Liettua)
 kanadanpiisku (*Solidago canadensis*; Viro, Liettua, Tanska)
Solidago serotinoidea (Liettua)
 viitapihlaja-angervo (*Sorbaria sorbifolia*; Liettua)
 alsikeapila (*Trifolium hybridum*; Latvia)
 kaukasiantädyke (*Veronica filiformis*; Viro, Liettua)
 persiantädyke (*Veronica persica*; Liettua)
 pikkutalvio (*Vinca minor*; Liettua)
 tuoksuorvokki (*Viola odorata*; Latvia)
Xanthium albinum (Liettua)

Liite 8. (A) Haitallisiksi arvioidut vieraslajit Puolassa

Lähde: Alien species in Poland -tietokanta (<http://www.iop.krakow.pl/ias/Baza.aspx>) ja Wojciech Solarz (henk.koht. tiedonanto). Tässä listatut lajit on arvioitu kriteerin 'Status' perusteella luokkaan 'Naturalized and expanding' tai 'Naturalized and stable', ja kriteerin 'Invasiveness' perusteella luokkaan 'Invasive', tai ne on luettu mukaan Puolan haitallisten vieraslajien Mustan listan luonnokseen (Wojciech Solarz, henk.koht. tiedonanto).

Kasvit

Acer negundo (saarnivaahtera)
Acorus calamus (kalmojuuri)
Ambrosia artemisiifolia (marunatuoksukki)
Amaranthus retroflexus (viherrevonhätä)
Artemisia annua (koiruoho)
Aster lanceolatus (säiläästeri)
Aster novae-angliae (tuoksuasteri)
Aster novi-belgii (syysasteri)
Aster salignus (pajuasteri)
Aster tradescantii ("Shore aster")
Brassica nigra (mustasinappi)
Bromus carinatus ("California brome")
Bryonia alba (mustakoiranköynnös)
Bidens frondosa (seljarusokki)
Bunias orientalis (idänukonpalko)
Chenopodium strictum (intiansavikka)
Clematis vitalba (saksankärhö)
Crepis aurea (kultakeltto)
Datura stramonium (hulluruoho)
Digitalis purpurea (sormustinkukka)
Echinochloa crus-galli (kanahirssi)
Echinocystis lobata (piikkikurkku)
Echinops sphaerocephalus (valkopallo-ohdake)
Elodea canadensis (kanadanvesirutto)
Epilobium ciliatum (vaalea-amerikanhorsma)
Eragrostis pilosa (hoikkaröllinurmikka)
Erigeron annuus (sädekallioinen)
Erigeron ramosus ("Prairie fleabane")
Fraxinus pennsylvanica (punasaarni)
Galinsoga ciliata (ripsisaurikki)
Galinsoga parviflora (tarhasaurikki)
Geranium pyrenaicum (pyreneidenkurjenpolvi)
Helianthus tuberosus (maa-artisokka)
Heracleum mantegazzianum (kaukasianjättiputki)
Heracleum sosnowskyi -jättiputki
Impatiens capensis (lännenpalsami)
Impatiens glandulifera (jättipalsami)
Impatiens parviflora (rikkapalsami)

Kochia scoparia (kesäsypressi)
Lupinus polyphyllus (lupiini)
Lycium barbarum (pukinpensas)
Medicago sativa (sinimailanen)
Mimulus guttatus (täpläapinankukka)
Mimulus moschatus (myskiapinankukka)
Myrrhis odorata (saksankirveli)
Onobrychis viciifolia (esparsetti)
Prunus serotina (kiiltotuomi)
Parthenocissus inserta (säleikkövilliviini)
Portulaca oleracea (vihannesportulakka)
Quercus rubra (punatammi)
Reynoutria japonica (japanintatar)
Reynoutria sachalinensis (jättitatar)
Robinia pseudacacia (valeakaasia)
Rosa rugosa (kurtturuusu)
Rudbeckia laciniata (kultapallo)
Sedum spurium (kaukasianmaksaruoho)
Solidago canadensis (kanadanpiisku)
Solidago gigantea (isopiisku)
Symphoricarpos albus (valkolumimarja)
Xanthium albinum (sappiruoholaji)

Eläimet

Ameiurus nebulosus (piikkimonna)
Anguillicola crassus (ankeriaan uimarakkoloinen)
Arion distinctus ("Darkface arion")
Arion lusitanicus (espanjansiruetana)
Aristichthys nobilis (marmoripaksuotsa)
Bothriocephalus acheilognathi ("Asian carp tapeworm")
Carassius auratus gibelio (hopearuutana)
Cervus nippon (japaninkauris)
Columba livia (kesykyyhky)
Coregonus peled (peledsiika)
Ctenopharyngodon idella (ruohokarppi)
Diabrotica virgifera ("Western corn rootworm")
Dreissena polymorpha (vaeltajasimpukka)
Eriocheir sinensis (villasaksirapu)
Eriosoma lanigerum ("Woolly apple aphid")
Glischrochilus quadrisignatus ("Four-spotted sap beetle")
Hypophthalmichthys molitrix (hopeakarppi)
Khawia sinensis ("Asian tapeworm")
Lepomis gibbosus (aurinkoahven)
Lignyodes bischoffi ("Ash seed weevil")
Limax flavus ("Yellow slug")
Limax maximus (jättietana)
Megastigmus spermatrophus ("Douglas fir seed chalcid")
Mustela vison (minkki)
Nectarosiphon (Myzus) persicae (persikkakirva)

Neogobius fluviatilis (jokitokko)
Neogobius gymnotrachelus (paljaskaulatokko)
Neogobius melanostomus (mustakitatokko)
Nyctereutes procyonoides (supikoira)
Orconectes limosus ("North American spiny-cheek crayfish")
Oxychilus draparnaudi (iso-opaalikotilo)
Perccottus glenii (rohmutokko)
Potamopyrgus antipodarum (vaeltajakotilo)
Procyon lotor (pesukarhu)
Pseudorasbora parva (sahasbora)
Pacifastacus leniusculus (täpläräpu)
Sinanodonta woodiana ("Chinese pond mussel")
Trialeurodes vaporariorum (ansarijauhiainen)

Liite 9. Tärkeimmät haitalliset vieraskasvilajit Saksassa

Lähde: Neoflora-hanke (Neoflora. Invasive gebietsfremde Pflanzen in Deutschland; <http://www.floraweb.de/neoflora/handbuch.html>)

Acer negundo (saarnivaahtera)
Ailanthus altissima (jumaltenpuu)
Ambrosia artemisiifolia (marunatuoksukki)
Buddleja davidii (syrikki)
Bunias orientalis (idänukonpalko)
Campylopus introflexus -sammal
Crassula helmsii
Elodea canadensis (kanadanvesirutto)
Elodea nuttallii (kiehkuravesirutto)
Fallopia japonica (japanintatar)
Fallopia sachalinensis (jättitatar)
Fallopia x bohemica (hörtsätatar)
Fraxinus pennsylvanica (punasaari)
Helianthus tuberosus (maa-artisokka)
Heracleum mantegazzianum (kaukasianjättiputki)
Hydrocotyle ranunculoides (leinikinputki)
Impatiens glandulifera (jättipalsami)
Impatiens parviflora (rikkapalsami)
Lupinus polyphyllus (lupiini)
Lysichiton americanus (keltamajavankaali)
Pinus nigra (mustamänty)
Pinus strobus (strobusmänty)
Populus x canadensis (kanadanpoppeli)
Prunus serotina (kiiltotuomi)
Pseudotsuga menziesii (douglaskuusi)
Quercus rubra (punatammi)
Robinia pseudoacacia (valeakaasia)
Rosa rugosa (kurtturuusu)
Rhus hirta (samettisumakki)
Senecio inaequidens (buurivillakko)
Solidago canadensis (kanadanpiisku)
Solidago gigantea (isopiisku)
Spartina anglica (marskiheinä)
Symphoricarpus albus (lumimarjapensas)
Vaccinium angustifolium x corymbosum (pensasmustikka)
Amaranthus retroflexus (viherrevonhätä)
Cyperus esculentus (maakastanja)

Liite 10. Tunnettuja esimerkkejä Hollannissa luontoon levinneistä haitallisista vieraslajeista, joita arvioidaan olevan kaiken kaikkiaan 925 lajia

Lähde: <http://www.nederlandsesoorten.nl/nlsr/nlsr/i000385.html>

Kasvit

Ambrosia artemisiifolia (marunatuoksukki)

Ambrosia psilostachya (tuoksukki-laji)

Hydrocotyle ranunculoides (leinikinputki)

Prunus serotina (kiiltotuomi)

Fallopia japonica (japanintatar)

Heracleum mantegazzianum (kaukasianjättiputki)

Ludwigia peploides

Lagarosiphon major (kiharavesirutto)

Eläimet

Psittacula krameri (kauluskaija)

Oxyura jamaicensis (kuperisorsa)

Corvus splendens (intianvaris)

Sciurus carolinensis (harmaaorava)

Procyon lotor (pesukarhu)

Muntiacus reevesi (kiinanmuntjakki)

Rana catesbeiana (härkäsammakko)

Trachemys scripta elegans (punakorvakilpikonna)

Lepomis gibbosus (aurinkoahven)

Procambarus clarkii (punarapu)

Dreissena polymorpha (vaeltajasimpukka)

Dreissena rostriformis bugensis

Crassostrea gigas (japaninosteri)

Aphanomyces astaci (rapurutto)

Mnemiopsis leidyi (amerikankampamaneetti)

Harmonia axyridis (harlekiinileppäkerttu)

Agrilus planipennis ("the emerald ash borer")

Lasius neglectus -muurahaislaji

Liite I I. Belgian virallisen mustan ja harmaan listan sisältämät vieraslajit

Lajien haittavaikutukset on arvioitu niiden invaasiotilanteen sekä niiden tuottamien ekologisten haittojen ja ympäristöhaittojen voimakkuuden mukaan. Lajit on luokiteltu seuraaviin kuuteen luokkaan: musta lista – A1 = haittavaikutukset voimakkaat, yksittäisiä populaatioita, A2 = haittavaikutukset voimakkaat, maantieteellisesti rajoittuneella alueella, A3 = haittavaikutukset voimakkaat, laajalle levinnyt; harmaa lista – B1 = haittavaikutukset kohtalaiset, yksittäisiä populaatioita, B2 = haittavaikutukset kohtalaiset, maantieteellisesti rajoittuneella alueella, A3 = haittavaikutukset kohtalaiset, laajalle levinnyt. Lähde: Harmonia, The Belgian Forum on Invasive Species (<http://ias.biodiversity.be/>).

(A) Musta lista (“Black list”)

Lajinimi	elinympäristö	ensimmäinen havainto	levinneisyys	kategoria
Kasvit				
<i>Acer negundo</i> (saarnivaahtera)	terrestrinen	1955	rajoittunut	A2
<i>Ailanthus altissima</i> (jumaltenpuu)	terrestrinen	1952	rajoittunut	A2
<i>Aster lanceolatus</i> (säiläästeri)	terrestrinen	1830	laaja	A3
<i>Aster novi-belgii</i> (syysasteri)	terrestrinen	1830	laaja	A3
<i>Aster salignus</i> (pajuasteri)	terrestrinen	1830	laaja	A3
<i>Baccharis halimifolia</i> (“Eastern baccharis”)	terrestrinen	1924	rajoittunut	A2
<i>Cotoneaster horizontalis</i> (sulkatuhkapensas)	terrestrinen	1982	rajoittunut	A2
<i>Crassula helmsii</i> (“Australian swamp stonecrop”)	sisävesistöt	1982	yks.populaatioita	A1
<i>Cornus sericea</i> (lännenkanukka)	terrestrinen	1885	rajoittunut	A2
<i>Egeria densa</i> (argentiinan vesirutto)	sisävesistöt	1999	yks.populaatioita	A1
<i>Elodea canadensis</i> (kanadanvesirutto)	sisävesistöt	1860	laaja	A3
<i>Elodea nuttallii</i> (kiehkuravesirutto)	sisävesistöt	1939	laaja	A3
<i>Fallopia japonica</i> (japanintatar)	terrestrinen	1888	laaja	A3
<i>Fallopia sachalinensis</i> (jättitatar)	terrestrinen	1888	laaja	A3
<i>Fallopia x bohemica</i> (hörtsätatar)	terrestrinen	1888	laaja	A3
<i>Helianthus tuberosus</i> (maa-artisokka)	terrestrinen	1893	laaja	A3
<i>Heracleum mantegazzianum</i> (kaukasianjättiputki)	terrestrinen	1938	laaja	A3
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> (leinikinputki)	sisävesistöt	1992	rajoittunut	A2
<i>Impatiens glandulifera</i> (jättipalsami)	terrestrinen	1939	laaja	A3
<i>Lagarosiphon major</i> (kiharavesirutto)	sisävesistöt	1993	yks.populaatioita	A1
<i>Ludwigia grandiflora</i> (“largeflower primrose willow”)	sisävesistöt	1983	rajoittunut	A2
<i>Ludwigia peploides</i> (“creeping water primrose”)	sisävesistöt	1995	yks.populaatioita	A1
<i>Mahonia aquifolium</i> (mahonia)	terrestrinen	1906	laaja	A3
<i>Myriophyllum aquaticum</i> (tähkä-ärviä)	sisävesistöt	1983	rajoittunut	A2
<i>Myriophyllum heterophyllum</i> (“Variable watermilfoil”)	sisävesistöt	1993	yks.populaatioita	A1
<i>Persicaria wallichii</i> (“Himalayan knotweed”)	terrestrinen	1898	rajoittunut	A2
<i>Prunus serotina</i> (kiiltotuomi)	terrestrinen	1890	laaja	A3
<i>Rhododendron ponticum</i> (alppiruusu)	terrestrinen	1920	rajoittunut	A2
<i>Rosa rugosa</i> (kurtturuusu)	terrestrinen	1934	laaja	A3
<i>Solidago canadensis</i> (kanadanpiisku)	terrestrinen	1863	laaja	A3
<i>Solidago gigantea</i> (isopiisku)	terrestrinen	1869	laaja	A3
<i>Spiraea douglasii</i> (pajuangervo)	terrestrinen	1803	rajoittunut	A2
<i>Spiraea alba</i> (valkopajuangervo)	terrestrinen	1803	rajoittunut	A2
<i>Spiraea x billardii</i> (rusopajuangervo)	terrestrinen	1803	rajoittunut	A2

Lajinimi	elinympäristö	ensimmäinen havainto	levinneisyys	kategoria
Eläimet				
<i>Alopochen aegyptiacus</i> (afrikanhanhi)	sisävesistöt	1984	laaja	A3
<i>Branta canadensis</i> (kanadanhanhi)	sisävesistöt	1973	laaja	A3
<i>Callosciurus erythraeus</i> (oliiviselkäorava)	terrestrinen	2005	yks.populaatioita	A1
<i>Carassius gibelio</i> (hopearuutana)	sisävesistöt	1750	laaja	A3
<i>Harmonia axyridis</i> (harlekiinileppäkerttu)	terrestrinen	2000	laaja	A3
<i>Myocastor coypus</i> (rämemajava)	sisävesistöt	1975	yks.populaatioita	A1
<i>Ondatra zibethicus</i> (piisami)	sisävesistöt	1928	laaja	A3
<i>Pelophylax ridibundus</i> (mölysammakko)	sisävesistöt	1975	rajoittunut	A2
<i>Procyon lotor</i> (pesukarhu)	terrestrinen	1986	rajoittunut	A2
<i>Pseudorasbora parva</i> (sahasborra)	sisävesistöt	1989	rajoittunut	A2
<i>Rana catesbeiana</i> (härkäsamakko)	sisävesistöt	1996	yks.populaatioita	A1
<i>Rattus norvegicus</i> (isorotta)	sisävesistöt	1730	laaja	A3

(B) Harmaa lista ("Watch list")

Lajinimi	elinympäristö	ensimmäinen havainto	levinneisyys	kategoria
Kasvit				
<i>Acer rufinerve</i> (viiruvaahtera)	terrestrinen	-	yks.populaatioita	B1
<i>Amelanchier lamarckii</i> (rusotuomipihlaja)	terrestrinen	1876	rajoittunut	B2
<i>Azolla filiculoides</i> (limaskasaniainen)	sisävesistöt	1912	rajoittunut	B2
<i>Bidens frondosa</i> (seljarusokki)	terrestrinen	1886	rajoittunut	B2
<i>Buddleja davidii</i> (syrikki)	terrestrinen	1942	laaja	B3
<i>Cyperus eragrostis</i> (sädekaisla –laji)	terrestrinen	1896	yks.populaatioita	B1
<i>Duchesnea indica</i> (valemansikka)	terrestrinen	1950	rajoittunut	B2
<i>Elaeagnus angustifolia</i> (idänhopeapensas)	terrestrinen	1939	isolated	B1
<i>Epilobium ciliatum</i> (vaalea-amerikanhorsma)	terrestrinen	-	laaja	B3
<i>Impatiens parviflora</i> (rikkapalsami)	terrestrinen	1868	laaja	B3
<i>Lemna minuta</i> ("Minute duckweed")	sisävesistöt	1983	laaja	B3
<i>Lupinus polyphyllus</i> (lupiini)	terrestrinen	1882	laaja	B3
<i>Lysichiton americanus</i> (keltamajavankaali)	terrestrinen	2006	yks.populaatioita	B1
<i>Mimulus guttatus</i> (täpläapinankukka)	terrestrinen, sisävesistöt	1953	rajoittunut	B2
<i>Oenothera biennis</i> (iltahelokki)	terrestrinen	1792	laaja	B3
<i>Oenothera deflexa</i>	terrestrinen	1792	laaja	B3
<i>Oenothera glazioviana</i> (oranssihelokki)	terrestrinen	1792	laaja	B3
<i>Oenothera subterminalis</i>	terrestrinen	1792	laaja	B3
<i>Prunus laurocerasus</i> (aakerikirsikka)	terrestrinen	1994	yks.populaatioita	B1
<i>Quercus rubra</i> (punatammi)	terrestrinen	1950	laaja	B3
<i>Rhus typhina</i> (samettisumakki)	terrestrinen		yks.populaatioita	B1
<i>Robinia pseudoacacia</i> (valeakaasia)	terrestrinen	1856	laaja	B3
<i>Rudbeckia laciniata</i> (kultapallo)	terrestrinen	1849	yks.populaatioita	B1
<i>Senecio inaequidens</i> (buurivillakko)	terrestrinen	1892	laaja	B3
Eläimet				
<i>Aix galericulata</i> (mandariinisorsa)	sisävesistöt	1953	yks.populaatioita	B1
<i>Ameiurus nebulosus</i> (piikkimonni)	sisävesistöt	1871	rajoittunut	B2
<i>Anser indicus</i> (tiibetinhani)	sisävesistöt	1966	yks.populaatioita	B1
<i>Castor canadensis</i> (kanadanmajava)	sisävesistöt	2009	yks.populaatioita	B1
<i>Dama dama</i> (kuusipeura)	terrestrinen	1850	yks.populaatioita	B1
<i>Lepomis gibbosus</i> (aurinkoahven)	sisävesistöt	1884	rajoittunut	B2
<i>Pimephales promelas</i> (rasvapäämutu)	sisävesistöt	1986	rajoittunut	B2
<i>Psittacula krameri</i> (kauluskaija)	terrestrinen	1966	rajoittunut	B2
<i>Tamias sibiricus</i> (maaorava)	terrestrinen	1969	yks.populaatioita	B1

Liite 12. Norjan mustan listan 'high risk' kategorian lajit

Lähde: Ederaas, L., Salvesen, I. & Viken, Å. (toim.) 2007. Norsk svarteliste 2007 – Økologiske risikovurderinger av fremmede arter. 2007 Norwegian Black List – Ecological Risk Analysis of Alien Species. Artsdatabanken, Norway.

Bakteerit

Aeromonas salmonicida ssp. salmonicida (Lehmann & Neumann) Griffin et al.
 Erwinia amylovora (Burrill) Winslow et al.
 Xanthomonas translucens pv. graminis (Egli, Goto, Schmidt) Dye, Vauterin, Hoste, Kerstens & Swings

Levät

Codium fragile ssp. tomentosoides (van Goor) Silva, 1955
 Heterosiphonia japonica Yendo, 1920
 Polysiphonia harveyi Bailey, 1848 Rb(ii) Se M
 Fucus evanescens (C. Agardh) Rosenvinge, 1893
 Sargassum muticum (Yendo) Fensholt, 1955
 Coscinodiscus wailesii Gran & Angst, 1931
 Chattonella aff verruculosa Y. Hara & Chihara, 1994
 Karenia mikimotoi (Miyake et Kominami ex Oda) Hansen & Mostrup, 2000
 Karlodinium micrum (Leadbeater & Dodge) Larsen, 2000
 Alexandrium tamarense (Lebour) Balech, 1992
 Prorocentrum minimum (Pavillard) Schiller, 1933

Sienet ja sienitaudit

Synchytrium endobioticum (Schilb.) Percival
 Phytophthora fragariae Wilcox & Duncan var. fragariae
 Phytophthora fragariae Wilcox & Duncan var. rubi
 Phytophthora ramorum S. Werres & A. W. A. M. de Cock
 Aphanomyces astaci Schikora, 1906
 Aphanomyces euteiches Drechsler
 Colletotrichum acutatum J. H. Simmonds ex J. H. Simmonds
 Kabatina thujae R. Schneid. & Arx
 Podosphaera leucotricha (Ellis & Everh.) Salmon
 Podosphaera mors-uvae (Schwein.) U. Braun & S. Takamatsu
 Sclerotinia trifoliorum Erikss.
 Sclerotium cepivorum Berk.
 Ophiostoma novo-ulmi Brasier
 Ophiostoma ulmi (Buisman) Nannf.
 Cronartium ribicola J.C. Fischer
 Gymnosporangium tremelloides Hartig

Sammalet

Campylopus introflexus (Hedw.) Brid.
 Ricciocarpus natans Linnaeus

Siemenkasvit

Acer pseudoplatanus L.
Heracleum mantegazzianum Sommier & Levier
Heracleum persicum Desf. ex Fisch.
Myrrhis odorata (L.) Scop.
Vincetoxicum rossicum (Kleopow) Barbar.
Petasites hybridus (L.) P.Gaertn., B.Mey. & Scherb.
Impatiens glandulifera Royle
Barbarea vulgaris W.T.Aiton var. *arcuata* (Opiz ex J. & C.Presl) Fr.
Bunias orientalis L.
Lupinus polyphyllus Lindl.
Elodea canadensis L.
Epilobium ciliatum Raf. ssp. *ciliatum*
Fallopia japonica (Houtt.) Ronse Decr.
Fallopia sachalinensis (F.Schmidt ex Maxim.) Ronse Decr.
Fallopia x bohémica (Chrtek & Chrtková) J.P.Bailey
Aruncus dioicus (Walter) Fernald s. lat.
Rosa rugosa Thunb. ex Murray

Eläimet

Mnemiopsis leidyi A. Agassiz, 1865
Pseudodactylogyrus anguillae (Yin & Sproston) Gusev, 1965
Pseudodactylogyrus bini (Kikuchi) Gusev, 1965
Gyrodactylus salaris Malmberg, 1957
Anguillicola crassus Kuwahara, Niimi and Hagaki 1974
Pacifastacus leniusculus (Dana, 1852)
Eriocheir sinensis H. Milne-Edwards, 1854
Paralithodes camtschatica Tilesius, 1815
Chinocetes opilio Fabricius 1780
Homarus americanus H. Milne Edwards 1837
Mysis relicta Lovén, 1862
Balanus improvisus Darwin, 1854
Crassostrea gigas Thunberg, 1793
Ensis directus Conrad, 1843
Tapes philippinarum Adams & Reeve, 1850
Phoxinus phoxinus L., 1758
Rutilus rutilus L., 1758 Mort
Scardinius erythrophthalmus (L., 1758)
Tinca tinca (L., 1758)
Esox lucius (L., 1758)
Micropterus dolomieu Lacepède, 1802
Cottus gobio (L., 1758)
Coregonus albula (L., 1758)
Oncorhynchus gorbuscha (Walbaum, 1792)
Oncorhynchus keta (Walbaum, 1792)
Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1792)
Salmo salar L., 1758

Salvelinus fontinalis (Mitchill, 1815)
Salvelinus namaycush (Walbaum, 1792)
Molgula manhattensis DeKay, 1843
Dermacentor albipictus (Packard, 1869)
Crepidula fornicata (L., 1758)
Potamopyrgus antipodarum (Gray, 1843)
Arion lusitanicus (Mabille, 1868)
Erinaceus europaeus L., 1758
Oryctolagus cuniculus (L., 1758)
Microtus rossiaemeridionalis Ondrias, 1966
Mustela vison Schreber, 1777
Procyon lotor L., 1758
Ips amitinus (Eichhoff, 1872)
Contarinia pisi (Loew, 1850)
Aphrastasia pectinatae (Cholodkovsky, 1888)
Bemisia tabaci (Gennadius, 1889)
Frankliniella occidentalis (Pergande, 1895)

Liite 13. Euroopan ja Välimeren maiden kasvinsuojelujärjestön [the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO); <http://www.eppo.org/>] karanteenilajien (<http://www.eppo.org/QUARANTINE/quarantine.htm>) listan sisältämät kasvituholaislajit, joita on tavattu laajalti Pohjois-Amerikassa mukaan lukien Suomen suhteen ilmastollisesti kaikkein samankaltaiset seudut (Suurten Järvien alue ja Kalliovuorten alue), tai joiden esiintymisalue osuu tarkasti yhteen keskeisten analogia-alueiden kanssa.

Bakteerit ja phytoplasma-lajit

EPPO:n karanteenilista A1

Phytoplasma ulmi
Peach yellows phytoplasma
Potato purple-top wilt agent
Western X disease phytoplasma
Xylella fastidiosa

EPPO:n karanteenilista A2

Burkholderia caryophylli
Clavibacter michiganensis subsp. Insidiosus
Clavibacter michiganensis subsp. Michiganensis
Clavibacter michiganensis subsp. Sepedonicus
Curtobacterium flaccumfaciens pv. Flaccumfaciens
Erwinia amylovora
Pantoea stewartii
Xanthomonas arboricola pv. Pruni
Xanthomonas translucens pv. Translucens

Sienilajit

Karanteenilista A1

Anisogramma anomala
Apiosporina morbosa
Atropellis pinicola
Atropellis piniphila
Ceratocystis fagacearum
Chrysomyxa arctostaphyli
Cronartium coleosporioides
Cronartium comandrae
Cronartium comptonia
Cronartium quercuum
Davidiella (Mycosphaerella) populorum
Endocronartium harknessii
Gymnosporangium clavipes
Gymnosporangium globosum
Gymnosporangium juniperi-virginianae
Puccinia hemerocallidis
Sirococcus clavigignenti-juglandacearum
Stegophora ulmea

Karanteenilista A2
 Cryphonectria parasitica
 Didymella ligulicola
 Melampsora medusae
 Monilinia fructicola
 Mycosphaerella dearnessii
 Phytophthora fragariae var. Fragariae
 Stenocarpella maydis
 Verticillium dahliae (hop-infecting strains)

Loiskasvit

Karanteenilista A1
 Arceuthobium laricis

Hyönteiset

Karanteenilista A1
 Anthonomus signatus
 Choristoneura conflictana
 Choristoneura fumiferana
 Choristoneura occidentalis
 Choristoneura rosaceana
 Conotrachelus nenuphar
 Cydia prunivora
 Dendroctonus ponderosae
 Dendroctonus pseudotsugae
 Dendroctonus rufipennis
 Diabrotica barberi
 Dryocoetes confusus
 Epitrix tuberis
 Helicoverpa zea
 Ips calligraphus
 Ips pini
 Ips plastographus
 Malacosoma americanum
 Malacosoma disstria
 Melanotus communis
 Orgyia pseudotsugata
 Pheletes (Limonius) californicus
 Pissodes strobi
 Pissodes terminalis
 Rhagoletis fausta
 Rhagoletis indifferens
 Rhagoletis pomonella
 Scaphoideus luteolus (vektori lajille *Ophiostoma ulmi*)
 Spodoptera frugiperda

Karanteenilista A2
 Agrilus planipennis
 Bemisia tabaci
 Diabrotica virgifera

Frankliniella occidentalis
 Leptinotarsa decemlineata
 Liriomyza sativae
 Liriomyza trifolii
 Popillia japonica
 Quadraspidiotus perniciosus
 Rhagoletis cingulata
 Viteus vitifoliae

Sukkulamadot

Karanteenilista A1

Bursaphelenchus xylophilus (sekä lajin vektori, suku Monochamus)
 Nacobbus aberrans
 Xiphinema americanum sensu strict

Karanteenilista A2

Ditylenchus dipsaci
 Heterodera glycines
 Xiphinema rivesi

Virukset ja virusten kaltaiset organismit

Karanteenilista A1

American plum line pattern virus (Ilarvirus)
 Cherry rasp leaf virus (Cheravirus)
 Peach rosette mosaic virus (Nepovirus)
 Potato yellow dwarf virus (Nucleorhabdovirus)
 Raspberry leaf curl virus (Nepovirus)

Karanteenilista A2

Beet necrotic yellow vein virus (Benyvirus)
 Blueberry leaf mottle virus (Nepovirus)
 Chrysanthemum stunt viroid (Pospiviroid)
 Impatiens necrotic spot virus (Tospovirus)
 Potato spindle tuber viroid (Pospiviroid)
 Tobacco ringspot virus (Nepovirus)
 Tomato ringspot virus (Nepovirus)
 Tomato spotted wilt virus (Tospovirus)

Vieraskasvilajit

Karanteenilista A2

Hydrocotyle ranunculoides

Liite 14. Euroopan ja Välimeren maiden kasvinsuojelujärjestön [the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO); <http://www.eppo.org/>] karanteenilajien (<http://www.eppo.org/QUARANTINE/quarantine.htm>) listan sisältämät kasvituholaislajit, joiden esiintymisalue osuu osittain yksiin Suomen ilmasto-analogia alueiden kanssa Pohjois-Amerikassa.

Bakteerit ja phytoplasma-lajit

Karanteenilista A2

Dickeya (Erwinia) chrysanthemi

Xanthomonas axonopodis pv. Phaseoli

Xanthomonas axonopodis pv. vesicatoria ja Xanthomonas vesicatoria

Xanthomonas fragariae

Sienilajit

Karanteenilista A1

Alternaria mali

Cronartium fusiforme

Diaporthe vaccinii

Melampsora farlowii

Ophiostoma wagneri

Phellinus weirii

Phyllosticta solitaria

Phymatotrichopsis omnivore

Karanteenilista A2

Glomerella gossypii

Stenocarpella macrospora

Loiskasvit

Karanteenilista A1

Arceuthobium abietinum

Arceuthobium americanum

Arceuthobium campylopodum

Arceuthobium douglasii

Arceuthobium pusillum

Arceuthobium vaginatum

Hyönteiset ja punkit

Karanteenilista A1

Acleris gloverana

Acleris variana

Anoplophora glabripennis

Blitopertha orientalis

Cydia packardi

Dendroctonus adjunctus

Dendroctonus brevicomis

Dendroctonus frontalis

Diabrotica undecimpunctata
Epitrix cucumeris
Gnathotrichus sulcatus
Ips confuses
Ips grandicollis
Pissodes nemorensis
Pseudopityophthorus minutissimus ja P. pruinus
(molemmat mahdollisia vektoreita lajille Ceratocystis fagacearum)
Rhagoletis mendax

Karanteenilista A2
Dryocosmus kuriphilus
Lopholeucaspis japonica

Sukkulamadot

Karanteenilista A2
Meloidogyne chitwoodi

Virukset ja virusten kaltaiset organismit

Karanteenilista A1
Strawberry latent C virus
Tomato mottle virus (Begomovirus)

Karanteenilista A2
Strawberry veinbanding virus (Caulimovirus)
Tomato infectious chlorosis virus (Crinivirus)

Liite 15. Euroopan ja Välimeren maiden kasvinsuojelujärjestön [the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO); <http://www.eppo.org/>] karanteenilajien (<http://www.eppo.org/QUARANTINE/quarantine.htm>) listan sisältämät kasvituholaislajit, joiden esiintymisalue osuu yksiin etenkin lämpötilatekijöiden suhteen Suomen ilmaston samankaltaisten alueiden kanssa Pohjois-Amerikan ulkopuolella (Aasia, Korean niemimaan, Japani, Himalaja ym.).

Sienilajit

Karanteenilista A1

Cronartium himalayense
Gymnosporangium yamadae
Mycosphaerella gibsonii
Mycosphaerella laricis-leptolepidis

Karanteenilista A2

Gymnosporangium asiaticum

Hyönteiset

Karanteenilista A1

Oligonychus perditus
Spodoptera litura

Karanteenilista A2

Aleurocanthus spiniferus
Anoplophora chinensis
Carposina sasakii
Cydia inopinata
Lymantria mathura
Toxoptera citricida

KUVAILELEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus (SYKE)	Julkaisu-aika Helmikuu 2012		
Tekijä(t)	Risto Heikkinen, Juha Pöyry, Stefan Fronzek & Niko Leikola			
Julkaisun nimi	Ilmastonmuutos ja vieraslajien leviäminen Suomeen – Tutkimustiedon synteesi ja suurilmastollinen vertailu			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 7/2012			
Julkaisun teema	Luonto			
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana ainoastaan internetistä: www.ymparisto.fi/syke/julkaisut			
Tiivistelmä	<p>Vieraslajit ovat maailmanlaajuinen ympäristöongelma, joilla on huomattavia ekologisia, taloudellisia ja terveydellisiä haittavaikutuksia. Aggressiivisesti leviävät haitalliset vieraslajit ovat elinympäristöjen häviämisen jälkeen toiseksi suurin syy luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen. Ilmastonmuutos tulee voimistamaan useilla alueilla vieraslajien leviämistä, sekä vahvistamaan niiden kykyä muodostaa elinvoimaisia populaatioita luonnossa ja aiheuttaa merkittäviä haittoja alkuperäiselle lajistolle. Tätä kehitystä voimistaa kasvava kansainvälinen kauppa ja liikenne.</p> <p>Tässä työssä selvitetään ilmastonmuutoksen ja vieraslajien yhteyksiä sekä ilmastonmuutoksen vaikutuksia Suomen vieraslajien tilanteeseen kolmesta eri näkökulmasta; (1) Laaja kirjallisuusselvitys kokoaa yhteen tuoreen tiedon Euroopan vieraslajeista. Erityisesti tarkastellaan mihin seikkoihin vieraslajien voimakas leviäminen perustuu, minkälaisista lajeista tulee haitallisesti luonnonympäristöihin leviäviä vieraslajeja ja miten ilmastonmuutos vaikuttaa vieraslajien leviämiseen ja niiden torjuntaan; (2) Euroopan ilmastoskenaarioiden perusteella arvioidaan sitä, miltä alueilta uusia vieraslajeja voi levitä Suomeen ilmastonmuutoksen myötä ja mitkä näistä lajeista ovat haittavaikutuksiltaan merkittävimpiä; (3) Globaalien suurilmastollisten vertailujen avulla selvitetään mitkä maantieteelliset alueet ovat kaikkein todennäköisimpiä haitallisten vieraslajien lähtöalueita eli miltä alueilta voi nykyään ja tulevaisuudessa levitä uusia Suomen luonnossa menestyviä vieraslajeja.</p>			
Asiasanat	ilmastonmuutokset, ilmasto, skenaariot, vaikutukset, vieraslajit, leviäminen, torjunta			
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE)			
	ISBN (nid.)	ISBN 978-952-11-3987-1 (PDF)	ISSN 1238-7312 (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkoj.)
	Sivuja 117	Kieli Suomi	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta (sis. alv 8 %)
Julkaisun myynti/ jakaja				
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, 00251 Helsinki Sähköposti: neuvonta.syke@ymparisto.fi , www.ymparisto.fi/syke			
Painopaikka ja -aika				

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)	Datum	Februari 2012	
Författare	Risto Heikkinen, Juha Pöyry, Stefan Fronzek & Niko Leikola			
Publikations titel	Ilmastonmuutos ja vieraslajien leviäminen Suomeen – Tutkimustiedon synteesi ja suurilmastollinen vertailu (Klimatförändringen och spridningen av främmande arter i Finland – Syntes av forskningsdata och makroklimatisk jämförelse)			
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 7/2012			
Publikationens tema	Natur			
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig endast på internet: www.ymparisto.fi/syke/publikationer			
Sammandrag	<p>Främmande arter är ett globalt miljöproblem som medför avsevärda skadliga effekter på ekologin, ekonomin och hälsan. De aggressivt fortplantande främmande arterna är efter habitatförlusten den näst största orsaken till reduceringen av biodiversiteten. Klimatförändringen kommer att öka spridningen av främmande arter i många områden samt att förbättra deras förmåga att bilda livskraftiga populationer i naturen och orsaka avsevärda skador för det inhemska artbeståndet. Denna utveckling förstärks av den allt livligare internationella handeln och trafiken.</p> <p>I denna studie utreds sambanden mellan klimatförändringen och de främmande arterna samt klimatförändringens effekter på läget för de främmande arterna i Finland ur tre synvinklar; (1) En omfattande litteraturstudie samlar den nyaste kunskapen om de främmande arterna i Europa. Särskild uppmärksamhet får orsakerna till den kraftiga spridningen av främmande arter, hurdana arter blir sådana som breder ut sig i skadlig omfattning i naturmiljön och hur klimatförändringen påverkar spridningen av främmande arter och hur de bekämpas; (2) Utgående från europeiska klimatscenarier bedöms från vilka områden nya främmande arter kan tränga in i Finland som en följd klimatförändringen och vilka av dessa arter som är mest skadliga; (3) Med hjälp av jämförelser på global makroklimatisk skala utreds vilka geografiska områden som är de mest sannolika ursprungsområdena för skadliga främmande arter, med andra ord från vilka områden det idag och i framtiden kan sprida sig nya arter som trivs i Finland.</p>			
Nyckelord	klimatförändringar, klimat, scenarier, effekter, främmande arter, spridning, bekämpning			
Finansiär/ uppdragsgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)			
	ISBN (hft.)	ISBN 978-952-11-3987-1 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	Sidantal 117	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %)
Beställningar/ distribution				
Förläggare	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, 00251 Helsingfors Epost: neuvonta.syke@ymparisto.fi , www.miljo.fi/syke			
Tryckeri/tryckningsort och -år				

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)	Date February 2012		
<i>Author(s)</i>	Risto Heikkinen, Juha Pöyry, Stefan Fronzek & Niko Leikola			
<i>Title of publication</i>	Ilmastonmuutos ja vieraslajien leviäminen Suomeen – Tutkimustiedon synteesi ja suurilmastollinen vertailu (Climate change and the spread of alien species in Finland – Synthesis of research data and macroclimatic comparison)			
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 7/2012			
<i>Theme of publication</i>	Nature			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available only on the internet: www.ymparisto.fi/syke/publications			
<i>Abstract</i>	<p>Alien species are a global environmental problem that has significant ecological, financial and health effects. Aggressively spreading harmful alien species are the second most important reason for biodiversity decline after habitat loss. In many areas, climate change will accelerate the spread of alien species, as well as strengthen their ability to form viable populations in the wild and cause major harm to native species. This trend is reinforced by the growth of global trade and transport.</p> <p>This study examines connections between climate change and alien species as well as the impact of climate change on the status of alien species in Finland from three perspectives: (1) An extensive account of literature brings together recent knowledge of European alien species. Particular attention is paid to establishing the factors on which the aggressive spread of alien species is based, what kind of species become harmful alien species that spread to natural environments, and how climate change affects the spread of alien species and combating them; (2) On the basis of European climate scenarios, it is estimated from which regions new alien species may spread to Finland as climate change advances and which of these species will have the most significant harmful impact; (3) By means of global macroclimatic comparisons, it is studied which geographical regions are the most likely source regions of harmful alien species, i.e. from which regions new alien species that will thrive in Finnish nature may spread to Finland today and in the future.</p>			
<i>Keywords</i>	climate change, climate, scenarios, effects, alien species, spread, combating			
<i>Financier/ commissioner</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)			
	ISBN (pbk.)	ISBN 978-952-11-3987-1 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	No. of pages 117	Language Finnish	Restrictions Public	Price (incl. tax 8 %)
<i>For sale at/ distributor</i>				
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute (SYKE), P.O.Box 140, 00251 Helsinki, Finland Email: neuvonta.syke@ymparisto.fi , www.environment.fi/syke			
<i>Printing place and year</i>				

Vieraslajit ovat globaali ympäristöongelma, joilla on huomattavia ekologisia, taloudellisia ja terveydellisiä hättävää vaikutuksia. Ilmastonmuutos tulee voimistamaan vieraslajien leviämistä, sekä vahvistamaan niiden kykyä muodostaa elinvoimaisia populaatioita luonnossa ja aiheuttaa merkittäviä haittoja alkuperäiselle lajistolle. Vieraslajien haitat voimistuvat pohjoisilla alueilla etenkin kasvukauden pitenemisen ja talvien leudontumisen myötä. Tässä työssä selvitetään laajan kirjallisuuskatsauksen, ilmastoskenaarioiden ja globaalien ilmastoverailujen perusteella ilmastonmuutoksen ja vieraslajien yhteyksiä, sekä ennakoitaan ilmastonmuutoksen mahdollisia vaikutuksia Suomen vieraslajien tilanteeseen.



ISBN 978-952-11-3987-1 (PDF)

ISSN 1238-7312 (pain.)

ISSN 1796-1637 (verkkokj.)