



**HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI**

Kandidatkielma
Maantiede
Luonnonmaantiede

**Ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomessa esiintyviin arktisen alueen
lintuihin**

Pilvi Toijonen

2025

Ohjaaja:

Olli Ruth

**HELSINGIN YLIOPISTO
GEOTIETEIDEN JA MAANTIETEEN OSASTO
MAANTIETEEN KANDIOHJELMA**

**PL 64 (Gustaf Hällströmin katu 2)
00014 Helsingin yliopisto**

Tiivistelmä

Tiedekunta: Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Koulutusohjelma: Maantieteen kandiohjelma

Opintosuunta: Maantiede

Tekijä: Pilvi Toijonen

Työn nimi: Ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomessa esiintyviin arktisen alueen lintuihin

Työn laji: Kandidaatintutkielma

Kuukausi ja vuosi: 5/2025

Sivumäärä: 29

Avainsanat: Ilmastonmuutos, arktinen alue, linnut, Suomen linnut, lajien uhanalaisuus

Ohjaaja tai ohjaajat: Olli Ruth

Säilytyspaikka: Elektronisena maantieteen kandiohjelman toimesta

Tiivistelmä:

Biodiversiteetti on ihmisen toiminnan takia uhattuna, monimuotoisuus köyhtyy ja lajit uhanalaistuvat kiihtyvään tahtiin. Ilmastonmuutos on yksi merkittävimmistä biodiversiteettiä uhkaavista tekijöistä. Voimakkaimmin ilmastonmuutos vaikuttaa arktisella alueella. Siksi juuri arktiset lajit ovat erityisen haavoittuvaisia ilmastonmuutoksen aiheuttamille muutoksille.

Arktisella alueella ilmastonmuutos aiheuttaa esimerkiksi merijään ja ikiroudan sulamista, tundran pensastumista sekä taigabiomin siirtymistä kohti pohjoisnapaa. Tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkastelen näitä ongelmia arktisella alueella pesivien lintujen näkökulmasta. Pyrin selvittämään, miten edellä mainitut ongelmat vaikuttavat lintulajien elämänvaiheisiin kuten pesintään ja migraatioon.

Suomessa eniten uhanalaisia lintulajeja löytyy tunturipaljakoilta. Käsittelen tässä tutkielmassa nimenomaan Suomen Tunturi-Lapissa pesiviä lintuja sekä satunnaisesti Suomessa tavattavia muita arktisia lintulajeja. Aluksi kuvaan lintujen roolin ekosysteemeissä, ja esittelen arktisen alueen määritelmän sekä Suomessa esiintyvät arktiset lintulajit ja niiden uhanalaisuuden. Tämän jälkeen perehdyn ilmastonmuutoksen aikaansaamiin uhkiin ja selvitän, miten nämä uhat vaikuttavat lintuihin.

Sisällys

1. Johdanto	1
2. Biodiversiteetin merkitys ja lintujen rooli ekosysteemeissä.....	3
3. Arktinen alue ja sen linnut	4
3.1. Arktisen alueen määritelmä.....	5
3.2. Arktinen alue elinympäristönä.....	6
3.3. Arktisen alueen lintulajit	8
4. Ilmastonmuutoksen vaikutukset	13
4.1. Taigabiomin siirtyminen kohti pohjoisnapaa	15
4.2. Tundran pensastuminen.....	17
4.3. Ikiroudan sulaminen ja lisääntyvät tulvat	18
4.4. Merijään sulaminen	20
5. Yhteenveto	24
6. Kirjallisuus	26

1. Johdanto

Maapallon biodiversiteetti eli luonnon monimuotoisuus on vakavasti uhattuna, ja lajien määrä maailmassa vähenee hälyyttävää tahtia. Uhanalaisten lajien määrässä on havaittu nouseva trendi viimeisen kahden vuosikymmenen ajalta (Habibullah ym., 2022). Lisäksi WWF:n Living Planet –raportin (2016) mukaan selkärankaisten lajien populaatiot ovat pienentyneet 58 % vuodesta 1970 vuoteen 2012. Biodiversiteettikato on kaikkialla maailmassa erittäin huolestuttava, nopeasti tapahtuva sekä merkittävä ongelma, joka juontaa juurensa monesta eri tekijästä.

Ilmastonmuutos on yksi tärkeimmistä näistä biodiversiteettiä uhkaavista tekijöistä (Habibullah ym., 2022). Olennaisia asioita ilmastonmuutoksessa ovat maapallon lämpötilan sekä ilmakehän hiilidioksidimäärän nousu, jotka vaikuttavat negatiivisesti biodiversiteettiin aiheuttamalla muutoksia muun muassa sadannassa ja haihdunnassa sekä lisäämällä äärimmäisiä sääilmiöitä kuten tulvia, sykloneja ja kuivuutta (Habibullah ym., 2022). Habibullahin ym. (2022) mukaan ilmastonmuutos uhkaa biodiversiteettiä edellä mainittujen tekijöiden lisäksi vaikuttamalla merien happamoitumiseen sekä maankäytön ja ravinteiden muutoksiin ja mahdollistamalla vieraslajien liikkumisen uusille elinalueille. On esitetty, että ilmastonmuutos saattaa johtaa yli miljoonan terrestrisen lajin sukupuuttoon seuraavan viidenkymmenen vuoden aikana (Habibullah ym., 2022).

Tällä hetkellä suurin biodiversiteettiä uhkaava tekijä globaalilla tasolla ei ole kuitenkaan ilmastonmuutos, vaan luonnonvarojen liiallinen hyödyntäminen eli ylikulutus sekä holtiton maankäyttö, kuten maatalouden nopea laajentaminen, joka johtaa metsäkatoon sekä elinympäristöjen tuhoutumiseen ja fragmentoitumiseen (Caro ym., 2022). Tässä tutkielmassa keskityn kuitenkin nimenomaan ilmastonmuutokseen, sillä se on jo nyt yksi merkittävimmistä uhista. Voimakkainta ilmastonmuutos on arktisilla alueilla (Smith ym., 2020), minkä takia ilmastonmuutos lienee arktisten lajien merkittävin uhka.

Tulevaisuudessa ilmastonmuutos tulee mitä todennäköisimmin olemaan huomattava uhka lajeille myös globaalisti.

Arktinen alue on hyvin haavoittuvainen ilmastonmuutokselle kylmien olosuhteidensa vuoksi. Siellä ilmastonmuutos vaikuttaa voimakkaammin kuin missään muualla; verrattuna koko maapallon keskiarvoon arktinen alue lämpenee yli kaksi kertaa nopeammin (Grémillet ym., 2015). Siksi ilmastonmuutos on luultavasti keskeisin lajeja uhkaava tekijä pohjoisilla leveysasteilla jo nyt. Lumen ja jään sulaessa arktinen elinympäristö kutistuu ja arktinen eliöstö joutuu uhatuksi, ja eliöiden on sopeuduttava muuttuviin olosuhteisiin. Punainen kirja 2019 –raportin (Hyvärinen ym., 2019) mukaan Suomessa tunturipaljakoilla ilmastonmuutos on pääasiallinen syy lajien uhanalaistumiseen.

Myös Suomessa ilmastonmuutos uhkaa lajien selviytymistä, etenkin Lapissa, josta osa sijoittuu arktiselle vyöhykkeelle. Suomessa elävistä lajeista hieman yli kymmenesosa, 11,9 %, luokitellaan uhanalaisiksi (Hyvärinen ym., 2019). Suomessa elävistä linnuista uhanalaisiksi luokitellaan 35,0 % lintulajeista (Hyvärinen ym., 2019), mikä on kaikkien lajien keskiarvoon verrattuna huomattavasti suurempi osuus. Linnuissa on siis paljon uhanalaisia lajeja verrattuna muihin eliöryhmiin, minkä lisäksi niillä on tärkeä rooli ekosysteemeissä. Tämä tekeekin linnuista mielenkiintoisen ja tärkeän tarkastelukohteen.

Tässä tutkielmassa käsittelen ilmastonmuutoksen vaikutuksia arktisissa ekosysteemeissä lintujen näkökulmasta. Rajaan käsiteltävät linnut Suomessa, tarkemmin Lapin pohjoisosassa, esiintyviin lintuihin ja käsittelen niihin vaikuttavia tekijöitä ja uhkia. Aluksi pohdin biodiversiteetin tärkeyttä sekä lintujen roolia ekosysteemeissä. Seuraavaksi esittelen alueen maantieteellisen rajauksen, tällä alueella elävän linnuston sekä valitun alueen arktisena elinympäristönä. Näiden pohjatietojen perusteella käsittelen ilmastonmuutoksen aiheuttamia muutoksia lintujen elinympäristöissä. Pyrin selvittämään, miten ilmaston lämpeneminen vaikuttaa lintujen eri elämänvaiheisiin kuten pesintään ja migraatioon ja sitä kautta lintulajien selviytymiseen. Tarkastelen muutoksia yleisellä tasolla sekä tarkemmin lintulajiesimerkkien kautta. Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on lisätä ymmärrystä siitä, miten arktinen elinympäristö muuttuu ilmaston lämmetessä, ja miten sen linnusto kykenee selviytymään muutosten keskellä.

2. Biodiversiteetin merkitys ja lintujen rooli ekosysteemeissä

Biodiversiteetillä tarkoitetaan biologista moninaisuutta eli luonnon monimuotoisuutta (Habibullah ym., 2022). Monimuotoisuuden suuruutta voidaan mitata ekosysteemissä elävien lajien määrän ja lajien erilaisuuden perusteella (Habibullah ym., 2022). Kuten johdannosta kävi ilmi, biodiversiteetti on uhattuna useiden ihmisten aiheuttamien tekijöiden vuoksi, joista yksi merkittävimmistä on ilmastomuutos. Biodiversiteettiä tulisi suojella lajien itsensä, mutta myös ihmiskunnan terveyden takia. Sen säilyminen on ihmisten hyvinvoinnin kulmakivi, sillä se tarjoaa ihmisille niin taloudellisia, ympäristöllisiä kuin kulttuurillisia hyötyjä (Habibullah ym., 2022).

Habibullah ym. (2022) luettelevat artikkelissaan tarkemmin biodiversiteetin tarjoamia hyötyjä ihmisille. Heidän mukaansa taloudellisia hyötyjä ovat muun muassa luonnosta saatavat resurssit, kuten puu ja öljy, ruoan lähteet, makea vesi sekä puhdas hengitysilma, kun puolestaan kulttuurillisesti biodiversiteetti on tärkeä esimerkiksi ihmisten fyysisen ja henkisen hyvinvoinnin tukemisessa. Biodiversiteetillä on myös elintärkeä rooli ympäristötekijöiden säätelyssä (Habibullah ym., 2022). Voidaan siis todeta, että biodiversiteetin säilyminen on ihmiskunnalle erittäin tärkeää.

Linnut ovat tärkeitä ekosysteemeille, sillä ne toimivat esimerkiksi saalistajina, pölyttäjinä, tehokkaina siementen levittäjinä, haaskansyöjinä ja ekosysteemi-insinööreinä (Whelan ym., 2008). Ekosysteemi-insinöörillä tarkoitetaan lajia, joka omilla elintavoillaan muokkaa ja luo elinympäristöjä, vaikuttaen merkittävästi alueen resursseihin ja muihin eliöihin ja siten useimmissa tapauksissa lisäten alueen lajirikkautta (Boughton & Boughton, 2014).

Ekosysteemi-insinöörilajit ovat siksi usein kriittisiä tietyille ekosysteemille. Lentokyky tekee linnuista uniikkeja, koska sen vuoksi ne pystyvät vastaamaan esimerkiksi resurssien saatavuuteen paremmin kuin muut selkärangaiset ja levittämään kasvien siemeniä tehokkaammin (Whelan ym., 2008). Lisäksi muuttolinnut liittävät kaukanakin toisistaan sijaitsevia ekosysteemejä ja niissä tapahtuvia prosesseja toisiinsa (Whelan ym., 2008). Siten linnuilla on hyvin ratkaiseva asema ympäristölle ja biodiversiteetille.

Luonnon mekanismit ovat monimutkaisia ja eliöt ovat vuorovaikutuksessa keskenään, joten linnuissa tapahtuvat muutokset heijastuvat luonnollisesti myös muihin saman alueen lajeihin. Koska linnut ovat niin tärkeitä ekosysteemeille, on niiden tarkastelu koko biodiversiteetin kannalta tärkeää. Valitsin tämän aiheen tähän kirjallisuuskatsaukseen juuri siksi, että niin lintujen uhanalaisuus kuin biodiversiteetin köyhtyminen ja ilmastonmuutos ovat hyvin ajankohtaisia teemoja, jotka nivoutuvat tiukasti yhteen.

3. Arktinen alue ja sen linnut

Kuten johdannossa todettiin, Suomessa elävistä kaikista lajeista 11,9 % luokitellaan uhanalaiseksi (Hyvärinen ym., 2019). Punaisen kirjan (Hyvärinen ym., 2019) mukaan termi “uhanalainen” kattaa kaikki kansainvälisen luonnonsuojeluliiton IUCN:n määrittelemiin CR (äärimmäisen uhanalainen), EN (erittäin uhanalainen) ja VU (vaaraantunut) -luokkiin kuuluvat lajit. Lisäksi raportissa todetaan, että Punaiselle listalle luetaan 29,8 % kaikista Suomen lajeista. Punainen lista kattaa uhanalaisten lajien lisäksi hävinneet ja silmälläpidettävät lajit (Hyvärinen ym., 2019).

Eniten uhanalaisia lajeja eliryhmittäin löytyy sammaleiden ohella linnuista (Hyvärinen ym., 2019). Kuten aiemmin tässä tutkielmassa mainittiin, Suomen lintulajeista uhanalaisia on 35,0 %. Yhteensä Suomessa pesii noin 250 lintulajia (Koskimies, 2019), mikä tarkoittaa, että uhanalaisia lintulajeja on noin 87. Tässä tutkielmassa käsittelem Suomen arktisia lintulajeja yleisellä tasolla ja syvennyn muutamaan lajiin tarkemmin, ottaen huomioon lajien uhanalaisuuden. Perehdyn näihin lajeihin luvussa 3.3.

Punaisen kirjan (Hyvärinen ym., 2019) mukaan Suomen uhanalaisista lajeista valtaosa elää metsissä ja perinneympäristöissä, mutta suhteessa eniten uhanalaisia lajeja on tunturipaljakoilla, joilla uhanalaisuusprosentti on jopa 37,9 %. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että metsissä elää ylipäätään eniten lajeja, mikä nostaa myös uhanalaisten lajien määrää, kun taas tuntureilla lajeja on kokonaisuudessaan vähemmän. Tästä voidaan päätellä, että tunturipaljakat ovat suurimman paineen alla verrattuna muihin

elinympäristöihin. Punaisessa kirjassa (Hyvärinen ym., 2019) mainitaan, että tunturilajien uhanalaisuuteen vaikuttaa vahvasti nimenomaan ilmastonmuutos.

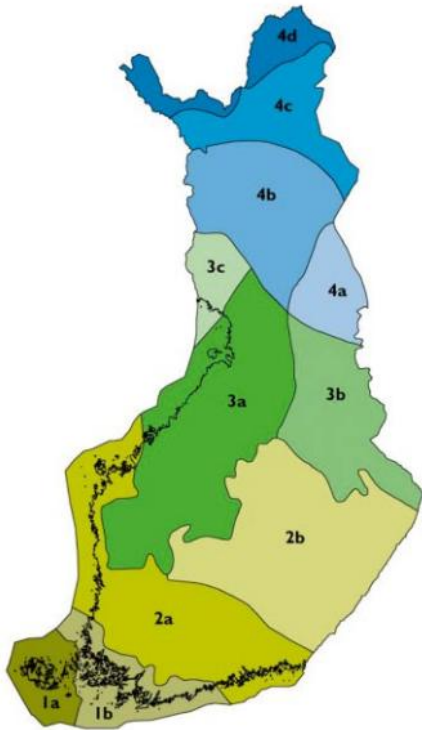
Tässä luvussa käsittelen tämän kirjallisuuskatsauksen aihealueen rajauksen. Kappaleessa 3.1 määrittelen arktisen alueen. Esittelen myös tässä tutkielmassa käytettävän maantieteellisen rajauksen eli alueen Suomesta, jolla pesiviä lintuja ja niihin vaikuttavia tekijöitä tarkastelen. Kappaleessa 3.2 kuvailen, millainen tämä alue on elinympäristönä linnuille. Kappaleessa 3.3. esittelen valitulla alueella eläviä lintuja, joihin tulen keskittymään myöhemmin tässä kirjallisuuskatsauksessa.

3.1. Arktisen alueen määritelmä

Arktisen alueen määritelmä ei ole aivan yksiselitteinen. Se voidaan määritellä esimerkiksi pohjoisen napapiirin, puurajan, vuoden lämpimimmän kuukauden keskilämpötilan tai jääpeitteen perusteella (National Snow and Ice Data Center, 2025). Yleisimmin käytetty määritelmä lienee pohjoisen napapiirin sijaintiin perustuva. Pohjoinen napapiiri sijaitsee $66^{\circ} 33'$ pohjoista leveyttä, jonka pohjoispuolelle jää arktinen alue (NSIDC, 2025). Tällä alueella aurinko ei nouse lainkaan talvipäivänseisauksena eikä laske kesäpäivänseisauksena. Arktinen alue on olosuhteiltaan hyvin uniikki.

Vaikka yleisimmän määritelmän mukaan koko napapiirin pohjoispuolinen alue on arktista aluetta, olosuhteet voivat olla kovinkin erilaiset eri alueilla ilmastotekijöiden vuoksi. Esimerkiksi Suomessa vaikuttaa Golfvirta, jonka takia Suomen arktinen alue ei ole yhtä kylmä kuin alueet muualla maailmassa napapiirin pohjoispuolella (Arktinen keskus, n.d.-b). Siksi Suomen tapauksessa napapiirin sijaan arktisen alueen määrittelemisessä järkevämpää on käyttää puurajaa ja keskittyä tunturialueille. Esittelen seuraavaksi Suomesta valitun alueen, joka toimii tämän kirjallisuuskatsauksen suuntaa antavana tarkastelukohteena.

Vuoden 2012 Linnut-vuosikirja (Rajasärkkä ym., 2012) käsittelee valtakunnallisesti tuotettua alueellista uhanalaisarviointia. Tutkimusta varten Suomi on jaettu



maantieteellisesti kasvillisuuden mukaan eri alueisiin, jotka näkyvät viereisessä kartassa (kuva 1) (Rajasärkkä ym., 2012). Tässä kirjallisuuskatsauksessa käytän ilmastonmuutoksen vaikutuksia tutkiessa tarkastelun kohteena kyseisen aluejaon pohjoisinta aluetta 4d eli Tunturi-Lappia. Valitsen tämän alueen siksi, että sen luonto nimensä mukaisesti koostuu tuntureista, jotka ovat määrittelemäni arktisen alueen tarkastelukohteena eli puurajan yläpuolella. Käytän aluetta suuntaa antavasti rajana arktiselle alueelle ja sovellan tätä aluerajaa kappaleessa 3.3, jossa esittelen tällä alueella esiintyvät linnut.

Kuva 1. Suomen kasvillisuuden aluejako. Tässä tutkielmassa tarkastelun kohteena on alue 4d eli Tunturi-Lappi. Lähde: Rajasärkkä ym., 2012.

3.2. Arktinen alue elinympäristönä

Elinympäristönä arktinen alue on omalaatuinen, mikä johtuu sen saamasta vähäisestä auringon säteilystä. Keskimäärin lämpöasteita arktisella alueella on kesällä noin 10°C, kun taas talvella jopa alle -40°C (NSIDC, 2025). Alueella elävien lajien, mukaan luettuna lintujen, on siis täytynyt sopeutua erittäin kylmään ilmastoon. Arktiset lajit ovat erityisen herkkiä ilmastonmuutokselle juuri siksi, että ne ovat sopeutuneet sellaisiin ilmasto-olosuhteisiin, joita ei välttämättä tulevaisuudessa ole tai jotka ovat tulevaisuudessa kutistuneet merkittävästi (Hof ym., 2016).

Habitaatit arktisella alueella vaihtelevat meri- ja rannikkoalueista tundraan. Globaalista arktisesta alueesta 70 % onkin merialuetta (Grémillet ym., 2015), minkä takia myöhemmin

tässä tutkielmassa otan huomioon merijään sulamisen. Tundra toimii elinympäristönä hyvin uunikille lintukannalle (Smith ym., 2020). Vain 2 % maailman linnuista pesii arktisilla alueilla ja vielä harvempi on arktisen alueen spesialisti (Smith ym., 2020). Smithin ym. (2020) mukaan monimuotoisuus arktisella alueella on matalaa verrattuna muuhun maailmaan, mutta osa lajiryhmistä, muun muassa hanhet (*Anserini*) saavuttavat korkeimman monimuotoisuutensa juuri pohjoisilla leveysasteilla. Lisäksi Smith ym. (2020) painottavat, että arktisista linnuista tekee erittäin uniikin se, että lähes kaikki lajeista ovat muuttolintuja.

Suomen tapauksessa tämän tutkielman erityisenä kiinnostuksen kohteena ovat tunturipaljakat eli puurajan yläpuoliset alueet tunturien lailla, koska Suomesta ei löydy varsinaista tundraa. Tunturipaljakoita luonnehtivat yksittäisiä paljakan alaosassa kasvavia puita lukuun ottamatta puuttomuus, kasvipeitteen laikkuisuus sekä matalat lajit (Havas, 1999). Havas (1999) painottaa, ettei aitoa arktista kasvillisuutta eli tundraa Suomessa esiinny, vaikka tunturipaljakoilla kasvaa joitakin arktis-alpiinisiä kasveja. Havaksen (1999) mukaan kuitenkin Skandien lähellä Suomestakin löytyy yläalpiinista kasvillisuutta. Paljakoilla sen sijaan esiintyy monia jäkäliä, vaivaiskoivuja sekä varpuja (Havas, 1999). Lisäksi tuntureihin saattaa muodostua paksuja lumikerroksia, joiden takia kasvukausi saattaa jäädä jopa vain kuukauden mittaiseksi (Havas, 1999). Suomen tunturikasvillisuus ja ilmasto-olosuhteet tuntureilla siis muistuttavat jonkin verran tundraa.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa tunturipaljakat ja puuraja toimivat Suomen arktisen alueen määritelmänä, ja tunturipaljakat sekä kosteikot luonnehtivat käsiteltävien lintulajien elinympäristöjä. Tarkastelen lintulajeja, jotka pesivät kappaleessa 3.1 esitellyllä Tunturi-Lapin alueella, mutta käsittelen myös sellaisia arktisia lintuja, joita esiintyy Suomessa vain läpimuuttajina. Vaikkei Suomessa Havaksen (1999) mukaan esiinnykään aitoa tundraa, on hyvin todennäköistä, että Suomessa esiintyvät tunturipaljakat ja niiden lajisto, kuten linnut, kohtaavat samankaltaisia uhkia kuin tundra-alueet ja niiden lajit.

3.3. Arktisen alueen lintulajit

Kuten aiemmin tässä tutkielmassa mainitsin, Suomessa pesii säännöllisesti noin 250 lintulajia, mutta yhteensä Suomessa on havaittu kokonaisuudessaan lähes 500 lintulajia (Koskimies, 2019). Tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkastelenkin Suomessa, tarkemmin ottaen kappaleessa 3.1 esitellyllä alueella 4d, pesiviä lintuja. Niiden lisäksi tutkin myös arktisia läpimuuttajalajeja. Nyt perehdyn kyseisen alueen lintulajeihin. Kutsutaan aluetta selvyuden vuoksi Tunturi-Lapiksi.

Tutkin lintujen pesimäalueita Suomen 4. Lintuatlaksen (2022-2025) (Luonnontieteellinen keskusmuseo, n.d.) avulla. Kävin läpi kaikki atlaksessa mukana olevat lintulajit ja kokosin taulukon lajeista, joiden pesimäalue sijaitsee kokonaan Tunturi-Lapin alueella tai painottuu sinne merkittävästi. Näitä lajeja voidaan kutsua arktisiksi lajeiksi. Kyseiset lajit on listattu alla olevaan taulukkoon (taulukko 1). Tarkistin kunkin listalle päässeen lajin Punaisessa kirjassa 2019 määritellyn uhanalaisuusluokituksen Suomen Lajitietokeskuksesta (n.d). Selkeyden vuoksi merkitsin elinvoimaiseksi luokitellut lajit rastilla, jotta Punaiselle listalle kuuluvat lajit ovat helpommin nähtävissä.

Laji	Latinankielinen nimi	Uhanalaisuusluokitus
Alli	<i>Clangula hyemalis</i>	NT
Jänkäkurppa	<i>Lymnocyptes minimus</i>	x
Jänkäsirriäinen	<i>Calidris falcinellus</i>	NT
Keräkurmitsa	<i>Charadrius morinellus</i>	VU
Kiiruna	<i>Lagopus muta</i>	x
Kiljuhanhi	<i>Anser erythropus</i>	CR
Lapinkirvinen	<i>Anthus cervinus</i>	EN
Lapinsirkku	<i>Calcarius lapponicus</i>	NT
Lapinsirri	<i>Calidris temminckii</i>	EN
Merisirri	<i>Calidris maritima</i>	EN
Mustalintu	<i>Melanitta nigra</i>	x
Piekana	<i>Buteo lagopus</i>	EN
Pikkusirri	<i>Calidris minuta</i>	CR
Pulmunen	<i>Plectrophenax nivalis</i>	VU
Punakuiri	<i>Limosa lapponica</i>	NT

Sepelrastas	<i>Turdus torquatus</i>	VU
Sinirinta	<i>Luscinia svecica</i>	x
Suosirri	<i>Calidris alpina</i>	NT
Tundraurpiainen	<i>Acanthis hornemanni</i>	x
Tunturihaukka	<i>Falco rusticolus</i>	CR
Tunturikihu	<i>Stercorarius longicaudus</i>	NT
Tunturikiuru	<i>Eremophila alpestris</i>	CR
Tunturipöllö	<i>Bubo scandiacus</i>	CR
Vesipääsky	<i>Phalaropus lobatus</i>	VU
Vuorihemppo	<i>Linaria flavirostris</i>	CR

Taulukko 1. Tunturi-Lapissa pesivät arktiset linnut ja niiden uhanalaisuusluokitukset. Lähde: Listaus tehty itse Suomen 4. Lintuatlaksen (2022-2025) (Luomus, n.d.) lintujen pesimäaluekarttojen perusteella. Uhanalaisuusluokitus perustuu IUCN:n kansainväliseen uhanalaisuusluokitteluun: NT=silmälläpidettävä, VU=vaaraantunut, EN=erittäin uhanalainen, CR=äärimmäisen uhanalainen, x kuvaa tässä elinvoimaista lajia. Tieto lajien uhanalaisuudesta kerätty Suomen Lajitietokeskuksesta (n.d.).

Listalla on yhteensä 25 lintulajia, joista vain 5 on elinvoimaisia. Tämä tarkoittaa, että Suomen lajeista, jotka pesivät vain tai pääosin Tunturi-Lapissa, jopa noin 80 % lukeutuu Punaiselle listalle. Silmälläpidettäviä lajeja listallani on 6. Kuten aiemmin tässä tutkielmassa kerroin, silmälläpidettäviä lajeja ei luokitella uhanalaisiksi. Loput 14 lajia ovat vaaraantuneita, erittäin uhanalaisia tai äärimmäisen uhanalaisia. Tämä tarkoittaa, että yli puolet listaamistani lajeista on uhanalaisia, mikä on erittäin huolestuttavaa. Ilmastonmuutos on arktisilla alueilla yksi merkittävimmistä uhanalaistumisen syistä (Lehtiniemi ym., 2021). Tarkemmin ilmastonmuutoksen aiheuttamiin uhkiin perehdyn kappaleessa 4.

On tärkeää ottaa huomioon, että taulukkoon 1 listatut lajit eivät ole ainoita lintulajeja, jotka pesivät Tunturi-Lapissa. Tunturi-Lapissa pesii myös paljon lintuja, joiden pesimäalueet kattavat koko tai ainakin lähes koko Tunturi-Lapin mutta ulottuvat suuremmalle alueelle, esimerkiksi koko Lappiin tai jopa koko Suomeen laikuittaisina alueina tai rantaviivan mukaisena kaistaleena. Tällaisia lajeja keräsin Lintuatlaksesta (Luomus, n.d.) noin 40, mutta niitä on varmasti enemmänkin. Näistä lajeista poimin seuraavalla sivulla olevaan taulukkoon (taulukko 2) esimerkkilinnut sen perusteella, minkälainen lajin suosima

elinympäristö on ja kuinka läheisesti se vastaa tunturiympäristöä. Esimerkiksi osa lajeista, joka Lintuatlaksen (Luomus, n.d.) mukaan esiintyy Tunturi-Lapissa, suosii elinympäristönään vain metsiä, jolloin en ottanut lajia mukaan taulukkoon. Otin lajien valinnassa huomioon myös, kuinka suuri linnun levinneisyysalue oli. Jätin pois esimerkiksi ne lajit, joita esiintyy koko Suomen alueella, koska tällöin laji ei ole kovin arktinen. Tiedot lintujen elinympäristöistä sain Suomen Lajitietokeskuksesta (n.d.).

Laji	Latinankielinen nimi	Uhanalaisuusluokitus
Kapustarinta	<i>Pluvialis apricaria</i>	x
Kivitasku	<i>Oenanthe oenanthe</i>	x
Lapasotka	<i>Aythya marila</i>	EN
Lapintiira	<i>Sterna paradisaea</i>	x
Lapinuunilintu	<i>Phylloscopus borealis</i>	EN
Mustaviklo	<i>Tringa erythropus</i>	NT
Niittykirvinen	<i>Anthus pratensis</i>	x
Pilkkasiipi	<i>Melanitta fusca</i>	VU
Riekko	<i>Lagopus lagopus</i>	VU
Suokukko	<i>Calidris pugnax</i>	CR
Suopöllö	<i>Asio flammeus</i>	x
Tylli	<i>Charadrius hiaticula</i>	x

Taulukko 2. Tunturi-Lapissa pesiviä lintuja ja niiden uhanalaisuusluokitukset. Lähde: Listaus tehty itse Suomen 4. Lintuatlaksen (2022-2025) (Luomus, n.d.) lintujen pesimäaluekarttojen sekä Suomen Lajitietokeskuksen (n.d.) tietojen perusteella. Uhanalaisuusluokitus perustuu IUCN:n kansainväliseen uhanalaisuusluokitteluun: NT=silmälläpidettävä, VU=vaaraantunut, EN=erittäin uhanalainen, CR=äärimmäisen uhanalainen, x kuvaa tässä elinvoimaista lajia. Tieto lajien uhanalaisuudesta kerätty Suomen Lajitietokeskuksesta (n.d.).

Kun verrataan tässä taulukossa (taulukko 2) esiintyviä lintuja taulukossa 1 esiintyviin lintuihin huomataan, että taulukon 1 linnut ovat keskimäärin uhanalaisempia. Taulukossa 2 on 12 lajia, joista 6 on elinvoimaisia. Punaiselle listalle lukeutuu siis 50 % lajeista, kun taulukon 1 linnuista Punaiselle listalle lukeutui 76 % linnuista. Uskon, että tähän syynä on se, että uhanalaisuutta lisää suppeampi elinalue. Taulukon 2 lajit pesivät laajemmalla maantieteellisellä alueella kuin taulukon 1. Mitä suurempi ja vaihtelevampi pesintäalue ja mitä sopeutuvampi lintu on erilaisiin ympäristöihin, sitä pienempi mahdollisuus sillä on

uhanalaistua. Jos lintu on puolestaan hyvin vaativa arktisen alueen spesialisti, se on todennäköisesti nykyään uhanalainen.

Suomessa esiintyy pesimälintujen lisäksi satunnaisesti muita arktisia lintulajeja. Tällaiset lajit ovat usein läpimuuttajia (Suomen Lajitietokeskus, n.d.), eli ne pesivät esimerkiksi tundralla tai Jäämeren rannikolla ja muuttoaikaan niitä voi havaita Suomessa. Vaikka nämä lajit eivät pesi Suomessa, on Suomenkin ympäristöolosuhteet ja niissä tapahtuvat muutokset näille linnuille olennaisia. Muuttolinnut ovat riippuvaisia esimerkiksi saatavilla olevasta ravinnosta sekä levähdyspaikoista pesintäkohteen lisäksi myös muuttomatkan varrella olevissa kohteissa (Lehtiniemi ym., 2021).

Läpimuuttajien lisäksi myös muita satunnaisesti Suomen alueelle harhailevia lajeja esiintyy (Suomen Lajitietokeskus, n.d.). Alla olevaan taulukkoon (taulukko 3) on kerätty Suomessa tavattavia lajeja, jotka pesivät muualla kuin Suomessa arktisilla alueilla.

Uhanalaisuusluokitusta ei ole mukana taulukossa, koska lajeille, jotka eivät pesi Suomessa, ei ole omaa valtakunnallista uhanalaisuusluokitusta (Hyvärinen ym., 2019). Taulukko on koottu kokonaan Suomen Lajitietokeskuksen (n.d.) lintutietojen perusteella.

Laji	Latinankielinen nimi	Esiintyminen
Allihaahka	<i>Polysticta stelleri</i>	läpimuuttaja
Isolokki	<i>Larus hyperboreus</i>	satunnainen harhailija
Kyhmyhaahka	<i>Somateria spectabilis</i>	satunnainen harhailija
Lunni	<i>Fratercula arctica</i>	satunnainen harjailija
Lyhytnokkahanhi	<i>Anser brachyrhynchus</i>	läpimuuttaja
Pikkuruokki	<i>Alle alle</i>	satunnainen harhailija
Pulmussirri	<i>Calidris alba</i>	läpimuuttaja
Tundrahanhi	<i>Anser albifrons</i>	läpimuuttaja
Tundrakurmitsa	<i>Pluvialis squatarola</i>	läpimuuttaja

Taulukko 3. Suomessa satunnaisesti esiintyviä lintuja, jotka pesivät muualla arktisella alueella. Lähde: Taulukko koottu Suomen Lajitietokeskuksen (n.d.) lintutietojen perusteella.

Kuten jo aiemmin tästä tutkielmasta kävi ilmi, arktisilla alueilla pesivistä linnuista lähes kaikki on muuttolintuja (Smith ym., 2020). Loput ovat paikkalintuja eli lintuja, jotka talvehtivat arktisella alueella. Tällaisilla paikkalinnuilla on usein sopeutumia kylmiin ja karuihin olosuhteisiin. Sopeutumia ovat esimerkiksi höyhenpuvun värin vaihtaminen valkoiseksi, ravinnon varastointi, lumikieppiin suojautuminen sekä kyky alentaa ruumiinlämpöä energian säästämiseksi (Arktinen keskus, n.d.-a). Muun muassa kiiruna (*Lagopus muta*) vaihtaa höyhenpeitteeseensä valkoisen suojavärin talven ajaksi (Arktinen keskus, n.d.-a).

Taulukoihin 1, 2 ja 3 listatuista arktisista lajeista hyvin huomattava osa on Suomen Lajitietokeskuksen (n.d.) mukaan vesiympäristöissä viihtyviä lintuja kuten kosteikko-, rannikko- tai merilintuja. Wauchopen ym. (2016) artikkelin mukaan rannikkolinnut ovatkin yksi arktisen alueen lajirunsaimmista ja lajirikkaimmista linturyhmistä. Vaikka kahlaajat, sorsat ja hanhet dominoivat taulukoita, joukosta löytyy myös petolintuja, kanalintuja ja pieniä varpuslintuja. Kahlaajien ja rannikkolintujen merkittävä osuus johtuu todennäköisesti siitä, että arktisesta vyöhykkeestä suuri osa on rannikko- ja merialuetta. Seuraavassa kappaleessa perehdyn tarkemmin näiden lintujen elintapoihin, kuten pesintään ja muuttoon. Esittelen ilmastonmuutoksen vaikutuksia arktisissa elinympäristöissä ja otan ongelmien käsittelyyn esimerkkilajeja tekemistäni taulukoista 1, 2 ja 3. Pyrin muodostamaan käsityksen siitä, miten ilmastonmuutos uhkaa taulukoissa 1, 2 ja 3 mainittuja lintulajeja.

Täytyy huomioda, että taulukoiden listaukset ovat itse tekemiäni Suomen 4. lintuatlaksen (Luomus, n.d.) sekä Suomen Lajitietokeskuksen (n.d.) tietojen pohjalta, eivätkä perustu mihinkään viralliseen luokitteluun. Mahdollisuus virheisiin ja epätarkkuuteen on siis olemassa. Taulukoista saa kuitenkin käsityksen siitä, mitä lintuja ja kuinka uhanalaisia Tunturi-Lapissa pesii, sekä mitä lintulajeja käsittelen myöhemmin tässä kirjallisuuskatsauksessa.

4. Ilmastonmuutoksen vaikutukset

Ilmastonmuutos on suuri uhka valtavalle määrälle lajeja. Sen on todettu vaikuttavan merkittävästi lajien levinneisyyksiin ja lajirikkauteen (Hof ym., 2016) ja vaikuttavan negatiivisesti biodiversiteettiin useiden eri tekijöiden kautta (Habibullah ym., 2022). Hof ym. (2016) huomauttavat, että ilmastonmuutos uhkaa ajaa monen lajin sukupuuttoon, mikä indikoi aiheen vakavuudesta ja kiireellisyydestä. Habibullah ym. (2022) puolestaan toteavat ilmastonmuutoksen muuttavan eliöiden elinkaaria ja muuttoliikkeitä, siirtämällä biomien rajoja ja aiheuttamalla muutoksia lajien levinneisyyksissä ja runsauksissa sekä lisäämällä haitallisten tuholaisten määrää. Lisäksi Habibullahin ym. (2022) mukaan lämpötilan ja sademäärän nousu johtavat biodiversiteetin vähenemiseen. Lämpötila ja sadanta ovatkin tärkeät taustalla olevat ilmastotekijät, joiden muuttuminen johtaa muiden ongelmien syntymiseen.

Arktisilla alueilla yksi merkittävimmistä ilmastonmuutoksen vaikutuksista on taigabiomin siirtyminen pohjoisnapaa kohti, mikä johtaa tundran kutistumiseen (Phoenix & Lee, 2004). Pohjoisessa tundraa rajoittaa Jäämeri, minkä takia arktinen alue tulee mitä todennäköisimmin supistumaan huomattavasti. Ilmastonmuutos aiheuttaa myös ikiroudan sulamista, tundran pensastumista (Phoenix & Lee, 2004), uusien lajien liikkumista pohjoista kohti ja siten kilpailun ja preedation lisääntymistä sekä muiden lajienvälisten vuorovaikutussuhteiden muuttumista (Hof ym., 2016). Sadannan lisääntyminen voi lisätä tulvia ja niiden voimakkuutta arktisella alueella, uhaten alueen lajiston selviytymistä (Haverkamp ym., 2022). Lisäksi ilmastonmuutos tutkitusti sulattaa merijäätä (Grémillet ym., 2015), jolla on erittäin tärkeä rooli muuttolinnuille levähdyspaikkana ja ravinnon etsimisessä (Morten ym., 2023).

Monet edellä mainituista ongelmista ovat havaittavissa myös Suomessa, mikä käy ilmi seuraavista kappaleista. WWF Suomen (2020) mukaan Suomen tuntureilla ilmastonmuutoksen aiheuttamia uhkia ovat niin lumen vähentyminen, saaliseläinten määrän lasku, puurajan nousu tunturien rinteitä ylöspäin sekä vieraslajien ja tuholaisten

lisääntyminen. Näihin uhkiin perehdyn tulevissa kappaleissa syvällisemmin. Otan huomioon, millä tavalla myös Suomen ulkopuolella, tundralla ja merijäällä, tapahtuvat ongelmat vaikuttavat Suomessa esiintyviin lintuihin.

Koska ilmasto lämpenee arktisilla alueilla nopeammin kuin missään muualla maailmassa, arktisen alueen linnut ovat suuren pesimäpaikoillaan suuren paineen ja uhan alla (Wauchope ym., 2016). Wauchopen ym. (2016) mukaan ilmastonmuutos johtaa muutoksiin miljoonien lintujen osalta niin muuttolinnuille sopivien pesäpaikkojen spatiaalisessa distribuutiossa kuin muuttomatkojen ajoittamisessa ja reiteissä. Linnuille suotuisat pesäpaikat saattavat vähentyä niin radikaalisti, että seuraavan 70 vuoden aikana jopa yli 80 % arktisista linnuista menettää enemmistön tällä hetkellä suotuisista paikoista (Wauchope ym., 2016). Tämä johtaa tiheisiin pesimiskeskittymiin, mikä johtaa uuden lentoreitin valitsemiseen tai alkuperäisen pidentämiseen (Wauchope ym., 2016). Reitin muuttaminen tai pidentäminen todennäköisesti vie enemmän energiaa ja siten lisää kuolemisen riskiä.

Koska lähes kaikki arktiset linnut ovat muuttolintuja, on muutto ja siihen vaikuttavat tekijät olennainen osa ilmastonmuutoksen vaikutusten tarkastelua, vaikka ne tapahtuisivat Suomen Tunturi-Lapin ulkopuolella. Linnut liikkuvat ja luonnossa tapahtuvat ilmiöt eivät noudata valtioiden rajoja, minkä takia on olennaista käsitellä maantieteellisesti myös laajempaa mittakaavaa. Muuttolinnut ovatkin paikkalintuja herkempiä ilmastonmuutokselle juuri sen takia, että ne ovat vuoden aikana riippuvaisia useista eri ilmastoalueista (Hof ym., 2016).

Tässä kappaleessa käsittelen edellämainittuja ilmastonmuutoksen aiheuttamia uhkia ja tarkastelen niitä lajiesimerkkien kautta sekä lintujen elintapoja ongelmiin soveltamalla. Kappaleessa 4.1 puhun biomien ja lajien siirtymisestä pohjoisnapaa kohti. Kappaleessa 4.2 käsittelen tundran pensastumista, kappaleessa 4.3 ikiroudan sulamista ja tulvien lisääntymistä ja kappaleessa 4.4 merijään sulamista.

4.1. Taigabiomin siirtyminen kohti pohjoisnapaa

Taigabiomi eli boreaalinen havumetsävyöhyke on useiden eri lähteiden mukaan siirtymässä ilmaston lämpenemisen vuoksi kohti pohjoisnapaa. Borealisissa havumetsissä on havaittu esimerkiksi muutoksia lajien levinneisyyksissä, puurajan sijainnissa sekä tuholaisaalloissa (Montesano ym., 2009). Montesanon ym. (2009) mukaan puuraja on liikkumassa niin pohjoisnapaa kohti kuin ylöspäin rinteitä pitkin. Tällöin puut valtaavat alueita, joilla aiemmin oli tundraa, ja tundran pinta-ala pienenee. Vastaavasti rinteitä ylöspäin nouseva puuraja kutistaa vuoristo- ja tunturikasvillisuusvyöhykkeiden kokoa. Ikiroudan sulaminen saattaa kuitenkin aiheuttaa myös puurajan vetäytymistä etelää kohti, kun maaperä vettyy ja suot mahdollisesti korvaavat metsiä (Montesano ym., 2009). Joka tapauksessa ilmaston lämpeneminen aiheuttaa biomien rajoissa muutoksia, joihin eliöiden, kuten lintujen, täytyy sopeutua selviytyäkseen. Myös Suomessa Tunturi-Lapissa tällaiset muutokset ovat todennäköisiä. On oletettavaa, että avotunturikasvillisuus Suomessakin vähenee, kun puuraja siirtyy korkeammille altitudeille.

Taigavyöhykkeen siirtyminen pohjoisempaan tarkoittaa sitä, että alueelle, joka oli aiemmin tundraa, tulee suuri joukko uusia lajeja. Kasvillisuus ja eläinlajisto siis muuttuvat tietyllä alueella. Hofin ym. (2016) mukaan uusien lajien liikkuminen pohjoisnapaa kohti uhkaa monia arktisia lintuja, sillä ne eivät välttämättä pysty sopeutumaan näiden uusien lajien aiheuttamaan kilpailuun, predaatioon ja tauteihin. Wauchope ym. (2016) huomauttavatkin, että predaatio ja kilpailu sekä tundran pensastuminen johtavat kaikkien lajien siirtymiseen kohti pohjoisnapaa. Tämä tarkoittaa, että arktiset linnut menettävät vanhoja elinalueitaan ja niille sopivien habitaattien määrä pienenee. Tundran pinta-ala kutistuu. Suomessa tällainen tilanne voi näyttää siltä, että lajit, jotka ovat aiemmin pesineet Tunturi-Lapissa, ajautuvat niin pohjoiseen, ettei niitä enää löydy Suomesta pesivänä lajina ollenkaan. Ottaen huomioon arktisen alueen kutistumistrendin, tällaisten tapausten määrä on luultavasti kasvussa.

Hof ym. (2016) tutkivat artikkelissaan 180 subarktisessa ja arktisessa Euroopassa pesivän lintulajin herkkyyttä ilmastonmuutokselle ja kykyä sopeutua siihen. Heidän tutkimusalueestaan suuri osa oli Suomea. Hof ym. (2016) ilmoittavat tutkimuksessa mukana olleista lajeista kuusi, jotka heidän tulostensa perusteella tarvitsevat erityisiä suojelutoimenpiteitä. Nämä lajit ovat heinäkurppa (*Gallinago media*), piekana (*Buteo lagopus*), lapinkirvinen (*Anthus cervinus*), tervapääsky (*Apus apus*), tunturikiuru (*Eremophila alpestris*) ja punakuiri (*Limosa lapponica*). Piekana, lapinkirvinen, tunturikiuru ja punakuiri ovat arktisilla alueilla, nimenomaan tuntureilla ja paljakoilla (Suomen Lajitietokeskus, n.d.) pesiviä lintuja, jotka löytyvät tekemästani taulukosta 1. Kuten taulukon 1 koostamisen yhteydessä mainitsin, kyseisen taulukon lajit pesivät Suomessa ainoastaan tai hyvin painottuneesti Tunturi-Lapin alueella. Kaikki nämä neljä lajia kuuluvat lisäksi Punaiselle listalle, kuten taulukon 1 uhanalaisuusluokitus-sarakkeesta nähdään. Tutkimuksessa kaikista haavoittuvaisimpien lajien joukkoon kuuluvat puolestaan tunturikiuru (*Stercorarius longicaudus*), mustalintu (*Melanitta nigra*) sekä sepelrastas (*Turdus torquatus*) (Hof ym., 2016). Nämä kaikki lajit löytyvät myös taulukosta 1.

Lisäksi Hofin ym. (2016) tutkimuksen mukaan muun muassa riekon (*Lagopus lagopus*) on arvioitu menettävän 90% nykyisestä pesimäalueestaan. Silti riekko ei ole Hofin ym. (2016) tutkimuksen mukaan yhtä herkkä muutoksille kuin aiemmin mainitut lajit. Pesimäalueiden raju menetys johtuu todennäköisesti nimenomaan biomien ja lajiston kuten kasvillisuuden muuttumisesta. Tästä kuitenkin nähdään, että osa lajeista on sopeutumiskykyisempiä kuin toiset. Riekon hyvästä sopeutumiskyvystä on merkki höyhenpuvun värin vaihtaminen valkoiseksi talvella (Arktinen keskus n.d.-a). Toisaalta, lumen vähenemisen takia riekon suojaväristä ei ole hyötyä vaan pikemminkin haittaa, minkä takia lumen määrän lasku todennäköisesti vaikuttaa myös riekon selviytymiseen.

Hofin ym. (2016) tutkimuksen tulokset osoittavat, että nimenomaan monet arktiset lintulajit ovat ilmastonmuutokselle hyvin haavoittuvia. Tähän vaikuttaa varmasti moni tekijä, mutta biomien siirtymisellä eli lajiston muuttumisella on todennäköisesti hyvin merkittävä rooli, etenkin Suomessa, jossa esimerkiksi merijäätä tai arktista rannikkoa ei ole.

Tunturi-Lapissa puurajan siirtyminen tunturin rinteitä ylöspäin ja siten tunturipaljakoiden pienentyminen on relevantti uhka. WWF Suomen (2020) mukaan puuraja nousee 100 metriä ylöspäin jokaista nousevaa 0,6 lämpöastetta kohti. Siten matalat tunturit saattavat metsittyä kokonaan (WWF Suomi, 2020). Tämän takia tunturipaljakoihin erikoistuneet lintulajit ovat erityisessä vaarassa. Tällaisia tunturipaljakoilla pesiviä lajeja ovat aiemmin mainittujen punakuirin, piekanan ja lapinkirvisen lisäksi esimerkiksi keräkurmitsa (*Eudromias morinellus*), sepelrastas (*Turdus torduatus*) sekä tunturipöllö (*Bubo scandiacus*) (Koskimies, 2019).

4.2. Tundran pensastuminen

Tundran pensastumisella tarkoitetaan ilmaston lämpenemisestä johtuvaa perustuotannon lisääntymistä ja nousua kasvien biomassassa (Ims ym., 2019). Pensastuminen muuttaa tundran lajistoa, lajien välisiä vuorovaikutussuhteita ja erityisesti nostaa linnuilla petojen saaliiksi jäämisen riskiä (Ims ym., 2019). Imsin ym. (2019) mukaan linnun munat ja poikaset ovat erittäin haavoittuvaisia predaatiolle. Linnunpesät ovat lähtökohtaisesti pedoille helppoja kohteita, sillä arktiset linnut rakentavat pesänsä maahan (Ims ym., 2019). Pesät ovat siis näkyvillä ja kasvillisuuden tuoma suoja on minimaalinen.

Ims ym. (2019) tutkivatkin artikkelissaan linnunpesien predaatoriskiä arktisella tundralla. He saivat selville, että perustuotannon kasvaessa predaatoriski nousee. Tutkimusalueilla, joilla perustuotanto oli korkea, predaatoriski oli 72% suurempi verrattuna alueisiin, joilla oli matala perustuotanto. Tulos on kiinnostava, koska kasvillisuuspeitteen olettaisi tuovan pesille suojaa. Kuitenkin, pensastumisen takia esimerkiksi kaikkiruokaisten eläinten määrän tundralla havaittiin Imsin ym. (2019) tutkimuksessa kasvavan, minkä takia linnunpesien predaatoriski kasvoi. Ims ym. (2019) painottavat, ettei perustuotannon ja predaation välinen korrelaatio liittynyt esimerkiksi tundran ympärillä olevaan kasvillisuuteen tai jyrksijäpopulaatioiden vaihteluun. Pelkästään ilmaston lämpenemisestä johtuva tundran pensastuminen siis lisäsi petojen, kuten kettujen ja varisten, määrää alueella ja siten kasvatti arktisten lintujen pesien predaatoriskiä.

Imsin ym. (2019) tutkimuksessa myös havaittiin, että korkeammilla altituteilla sijaitsevien pesien predaatoriski on suurempi kuin matalalla sijaitsevien. Tämä ei johtunut Imsin ym. (2019) mukaan pienemmästä kasvillisuussuojasta, vaan kasvavasta saalis-peto-suhteesta korkeammilla altituteilla. Vähäinen kasvillisuus ei siis lisää saaliiksi jäämisen riskiä, vaan nimenomaan kasvillisuuden lisääntyminen.

Pensastumista on havaittu ja tutkittu myös Suomessa. Kolari ym. (2019) tutkivat pensastumista ja porojen vaikutusta pensastumiseen Suomen ja Norjan rajalla. Heidän mukaansa ikivihreiden pensaiden määrä kyseisellä alueella sekä Skandinavian vuorilla on ilmaston lämpenemisen takia lisääntynyt. Lisäksi Kolari ym. (2019) huomioivat, että pensastuminen nostaa maaperän lämpötilaa talvella sekä voimistaa albedoa, kun auringon valoa heijastava pinta eli kasvillisuuden pinta-ala lisääntyy. Pensastuminen on siis uhka myös Suomessa, joskin hyvin suppealla alueella. Tällä alueella elävät tunturipaljakoiden linnut voivat joutua pensastumisesta johtuvien vaikutusten, juuri esimerkiksi kasvavan predaatoriskin, kohteeksi. Predaatoriskin nousun lisäksi kasvillisuuden muuttuminen saattaa vaikuttaa kokonaisuudessaan tundran lajeihin ja niiden vuorovaikutussuhteisiin, koska ravintoketjuissa ja ekosysteemeissä asiat ovat aina yhteyksissä toisiinsa.

4.3. Ikiroudan sulaminen ja lisääntyvät tulvat

Lajien pohjoista kohti siirtymisen sekä tundran pensastumisen lisäksi arktisella alueella lintuihin kohdistuvia uhkia ovat lisääntyvät tulvat (Haverkamp ym., 2022) sekä ikiroudan sulaminen (Fronzek ym., 2006). Tulvien lisääntyminen johtuu hyvin nopeasta lumen ja jään sulamisesta yhdistettynä ikiroudan sulamiseen, minkä lisäksi kasvava lumisateen määrä nostaa tulvien määrää (Haverkamp ym., 2022). Haverkampin ym. (2022) mukaan lämpötilan ja sademäärän noustessa tulvien esiintymistiheys ja mittakaava kasvaa, mikä uhkaa arktisia lajeja aiheuttamalla häiriöitä niiden habitaateissa sekä laskemalla selviytymismahdollisuuksia.

Kausittaisten tulvien esiintyminen arktisella alueella ei ole normaaliolosuhteissakaan harvinaista, ja jotkin lajit ovat sopeutuneet tulviin elintavoillaan (Haverkamp ym., 2022). Haverkamp ym. (2022) kuitenkin korostavat artikkelissaan, etteivät linnut pysty välttämättä sopeutumaan tulviin, kun niiden volyyymi kasvaa ilmaston lämpenemisen myötä. Siksi etenkin uhanalaiset lajit ovat uhattuna ja vaarassa hävitä.

Haverkamp ym. (2022) tutkivat artikkelissaan tulvien vaikutusta lintujen pesintään ja poikasten määrään. He käyttivät indikaattorilajina äärimmäisen uhanalaista lumikurkea (*Grus leucogeranus*). Laji ei esiinny Suomessa (Suomen Lajitietokeskus, n.d.), mutta sen elintavat vastaavat monia Suomessa pesiviä lajeja. Haverkampin ym. (2022) artikkelissa mainitaan, että lumikurki pesii kosteikkoalueilla ja tekee pesänsä maahan, samalla tavalla kuin moni Suomen Tunturi-Lapissa pesivä lintu (Koskimies, 2019). Tällaisia ovat esimerkiksi jänkäkurppa (*Lymnocyptes minimus*), jänkäsirriäinen (*Limicola falcinellus*) sekä lapinsirri (*Calidris temminckii*) (Koskimies, 2019). Siksi lumikurkea voidaan verrata Suomen arktisiin lintuihin ja olettaa, että tulvien aiheuttamat uhat ovat vastaavanlaisia myös Suomen linnuilla.

Haverkamp ym. (2022) toteavat, että maan tasalle rakennetut pesät ovat hyvin haavoittuvaisia. He saivatkin tutkimuksessaan selville, että tulvat tuhoavat linnunmunia, mistä johtuen aikuiset linnut eivät ehdi kasvattamaan uusia poikasia ollenkaan tai aika poikasten kehittymiseen ja kasvamiseen ennen migraatiota jää liian lyhyeksi. Tämä johtaa poikasten kasvavaan kuolleisuusriskiin. Lisäksi Haverkampin ym. (2022) tutkimuksen tulokset osoittivat, että suuret tulvat vuosina 2017 ja 2018 alensivat sopivien pesäpaikkojen määrän puoleen. Tulvineiden pesintäalueiden prosentuaalinen osuus korreloi nuorten lintuyskilöiden lukumäärän kanssa (Haverkamp ym., 2022). Käytännössä tämä tarkoittaa, että mitä useampi pesäpaikka oli joutunut tulvan alle, sitä vähemmän nuoria yksilöitä havaittiin. Tutkimuksen tulokset olivat erittäin huolestuttavia arktisten lintujen, etenkin uhanalaisten lintupopulaatioiden, kannalta.

Ikiroudan sulamisella, joka Haverkampin ym. (2022) mukaan vaikuttaa osittain tulvien lisääntymiseen, on myös muita vaikutuksia lintujen selviytymiseen. Ikiroudalla tarkoitetaan

maata, joka pysyy vähintään kahden vuoden ajan jatkuvasti alle 0 °C:ssa. (Chadburn ym., 2017). Chadburnin ym. (2017) mukaan ilmaston lämpenemisen takia ikirouta on alkanut sulaa, mutta tutkimuksista ilmenee eriäviä tuloksia siitä, kuinka nopeasti ja voimakkaasti. Ikiroudan sulaminen joka tapauksessa aiheuttaa muutoksia ekosysteemeissä.

Fronzekin ym. (2006) artikkelissa käsitellään ilmastonmuutoksen vaikutuksia palsasoiden esiintymiseen Fennoskandiassa. Artikkelissa kerrotaan, että palsasuot, joita luonnehtivat ikiroutaytimiset palsat, ovat vähenemässä todennäköisesti ilmaston lämpenemisen takia. Jopa 10 % sademäärän ja yhden lämpötila-asteen nousun takia palsojen muodostumiseen sopivat alueet vähenevät huomattavasti (Fronzek ym., 2006).

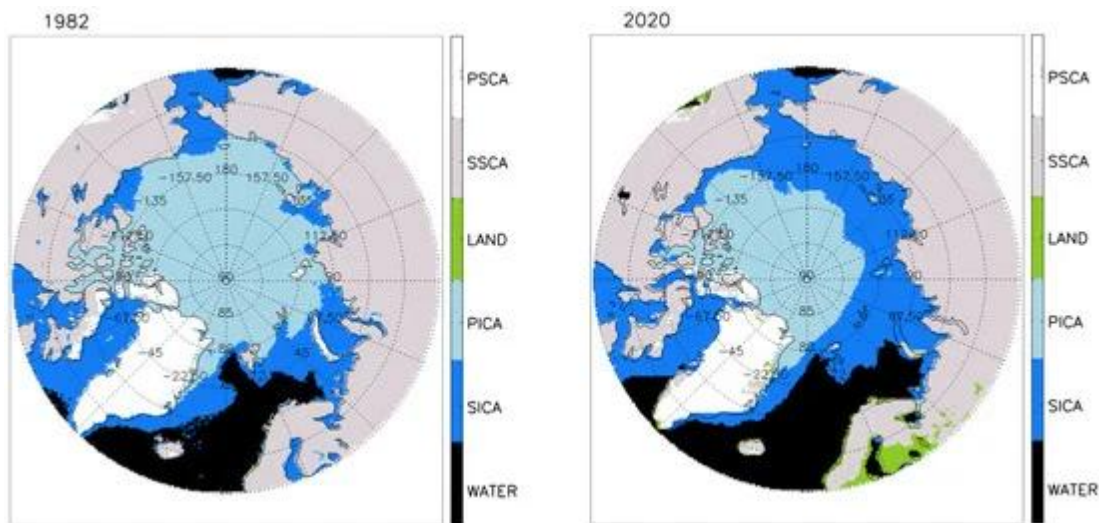
Fronzekin ym. (2006) mukaan palsasoilla esiintyy erityisesti monimuotoinen lintukanta. Siksi ikiroudan sulaminen ja sen kautta palsojen väheneminen vaikuttaa moniin eri lintuihin, mukaan luettuna arktisiin. Ikiroudan sulaminen muuttaa maaperän rakennetta, joka vaikuttaa kasvillisuuteen ja linnuille sopivan elinympäristön esiintymiseen (Fronzek ym., 2006). Vuoteen 2100 mennessä palsasoille sopivat olosuhteet saattavat hävitä kokonaan, millä olisi suuri vaikutus erityisesti lintujen lajirikkauteen (Fronzek ym., 2006). Lehtiniemen ym. (2021) mukaan suolintujen määrä Suomessa on jo tippunut puolella 1980-luvun jälkeen. Esimerkiksi suokukko (*Philomachus pugnax*), joka on nykyään äärimmäisen uhanalainen, on menettänyt 95 % lintuyksilöistä tällä aikavälillä (Lehtiniemi ym., 2021). Palsasoilla pesiviä muita Tunturi-Lapin lajeja ovat muun muassa punakuiri (*Limosa lapponica*), suosirri (*Calidris alpina*) ja vesipääsky (*Phalaropus lobatus*) (Koskimies, 2019), jotka löytyvät taulukosta 1.

4.4. Merijään sulaminen

Arktinen merijää on vähenemässä huolestuttavaa vauhtia. Sen pinta-ala on laskenut viimeisten vuosikymmenten aikana kiihtyvään tahtiin, minkä lisäksi jään paksuus on pienentynyt ja jäästä on tullut hyvin altista luonnossa tapahtuville ilmiöille ja olosuhteiden vaihteluille (Perovich & Richter-Menge, 2009). Perovichin ja Richter-Mengen (2009)

mukaan merijään väheneminen johtuu nimenomaan ilmaston lämpenemisestä, ja siihen vaikuttavat heidän mukaansa myös muun muassa pilvipeitteen muutokset, ilmakehän virtaukset sekä jäähän liittyvä albedoefekti. Jään sulaminen kiihdyttää albedoa, koska jään heijastuskyky on merta korkeampi. Kun auringon säteilyä tehokkaasti pois heijastava jää vähenee, se paljastaa altaan heikosti säteilyä heijastavaa merta, jolloin ilmaston lämpeneminen voimistuu entisestään (Copernicus-meripalvelu, n.d.).

Wang ym. (2022) kuvaavat artikkelissaan arktisen merijään pinta-alan muutosta vuodesta 1982 vuoteen 2020. Kuten kuvasta 2 näkyy, ikuisen merijään (PICA) määrä on vähentynyt tällä aikavälillä huomattavasti. Myös kausittaisen merijään eli vuodenaikojen mukaan esiintyvän jään (SICA) pinta-ala on pienentynyt. Käytännössä tämä tarkoittaa, että alueille, joille aiemmin talvella muodostui merijäättä, ei enää pysty lämpimämmän ilmaston takia merijäättä muodostumaan edes vuoden kylmimpänä aikana. Lisäksi vuoden 1982 kartassa lumetonta maa-aluetta (LAND) ei esiinny lainkaan, mutta vuonna 2020 sitä on esimerkiksi Suomen alueella (kuva 2).



Kuva 2. Arktisen merijään pinta-alat vuosina 1982 ja 2020. WATER = avoin merialue, SICA = kausittainen merijää, PICA = ikuisen merijää, LAND = lumeton maa-alue, SSCA = kausittaisen lumen peittämä alue, PSCA = ikuisen lumen peittämä maa-alue. Lähde: Wang ym., 2022.

Koska merijään määrä on vähentymässä kuvan 2 osoittamalla huolestuttavalla tavalla, arktisten lajien elinympäristö kutistuu ja todennäköisesti lajit joutuvat kilpailemaan tilasta sekä resursseista. Jos kilpailu on liian kovaa ja resurssit sekä tila liian vähäisiä, heikommassa asemassa olevien populaatioiden koot oletettavasti pienenevät. Merijään lisäksi myös lumen vähentymisellä on oma vaikutuksensa lajeihin esimerkiksi Suomessa, sillä osa lajeista on sopeutunut lumisiin olosuhteisiin. WWF Suomen (2020) mukaan lumen määrän lasku uhkaa etenkin lumenviipymistä riippuvaisia lajeja.

Linnut käyttävät merijäätä moniin eri tarkoituksiin, ja sen tärkeys korostuu etenkin lintujen muuttomatkoissa. Merijää on tärkeä linnuille, koska se luo niille ihanteellisen ympäristön muutolla lepäämistä sekä ravinnon etsimistä varten (Morten ym., 2023). Arktiset merilinnut vaeltavat manneralueille pesimään, mutta kaikkina muina vuoden aikoina merijäällä ja merialueilla on niille elintärkeä merkitys (Morten ym., 2023). Siksi muuttolinnut ovatkin alttiita niin maa- kuin merialueiden uhille. Vaikka Suomessa ei esiinny arktista merijäätä, useat Suomessa esimerkiksi läpimuuttajina tai satunnaisina harhailijoina esiintyvät linnut ovat luultavasti merijäähän liittyvien uhkien alaisena. Muun muassa taulukosta 3 löytyvä pikkuruokki (*Alle alle*) esiintyy Suomessa satunnaisena harhailijana (Suomen lajitietokeskus, n.d.) ja on hyvin riippuvainen arktisesta merijäältä ja siihen liittyvistä saaliseliöistä (Grémillet ym., 2015).

Morten ym. (2023) tutkivat artikkelissaan ilmastonmuutoksen vaikutuksia lapintiiran (*Sterna paradisaea*) muuttomatkaan. Heidän tutkimuksensa tuloksissa korostui nimenomaan merijään vähentyminen. Mortenin ym. (2023) mukaan pesimäkauden ulkopuolisina aikoina lapintiirat pysyttelevät Antarktisen fragmentoituneella jäävyöhykkeellä korkeiden etelänkrillin (*Euphausia suberba*) runsauksien takia. Nopeasta jään sulamisesta johtuen etelänkrillit ovat kuitenkin vähentymässä huomattavasti, mikä vaikuttaa globaalilla tasolla lapintiirujen populaatioiden kokoon negatiivisesti (Morten ym., 2023). Tämä tarkoittaa, että lapintiirat voivat vähentyä tulevana vuosina.

Lapintiira esiintyy Suomessa säännöllisenä pesijänä, pääasiassa Itämeren rannikolla sekä Tunturi-Lapissa (Suomen Lajitietokeskus, n.d.). Suomen Lajitietokeskuksen (n.d.)

havaintokartan perusteella lapintiiraa esiintyy Jäämerellä ja Atlantin valtamerellä sekä näiden läheisillä maa-alueilla kuten Huippuvuorilla, Grönlannissa, Islannissa, Skandinaviassa ja Kanadassa. Lapintiiran muuttomatka on yksi maailman pisimmistä, sillä laji vaeltaa vuosittain pohjoisnavalta etelänavalle ja takaisin (Morten ym., 2023). Voidaan olettaa, että pitkällä muuttomatalla lapintiira on riippuvainen useista eri jääalueista. Siksi niiden vähentyminen ja katoaminen uhkaa lajin selviytymistä.

Grémilletin ym. (2015) tutkimuksessa saatiin Mortenin ym. (2023) tutkimusta vastaavia tuloksia pikkuruokista. Grémillet ym. (2015) havaitsivat pikkuruokin menettävän ravinnonlähteensä, kun kesällä esiintyvä merijää väheni. Merijään sulaminen siis vaikuttaa usein arktisten lintujen ravintona käyttämiin eliöihin ja sitä kautta itse lintuihin. Pikkuruokki onkin erinomainen tutkimuskohde ilmastonmuutoksen vaikutuksia tarkastellessa, ja Grémillet ym. (2015) käyttivät sitä indikaattorilajina tutkimaan ilmastonmuutoksen vaikutuksia arktiseen ekosysteemiin. Indikaattorilajilla tarkoitetaan ympäristön olosuhteille herkkää lajia, jolla on uniikkeja ominaisuuksia ja kyky vastata muutokseen nopeasti (Shi ym., 2025). Tällaisia lajeja tutkimalla voidaan arvioida koko ympäristön tilaa ja vaihtelua (Shi ym., 2025).

Pikkuruokki on arktisen alueen endeeminen laji sekä arktisen Atlantin runsaslukuisin merilintu, ja yksilöitä on yli 40 miljoonaa (Grémillet ym., 2015). Grémilletin ym. (2015) mukaan pikkuruokilla on siksi hyvin olennainen rooli merellisessä ekosysteemissä. Artikkelissa kerrotaan myös pikkuruokin reagoivan herkästi merijään esiintymisen sekä pintaveden lämpötilan muutokseen. Lisäksi Grémilletin ym. (2015) tuloksista käy ilmi, että pikkuruokki on tärkeä laji koko ekosysteemille, sillä se kuljettaa tehokkaasti orgaanista ainesta merialueelta mantereelle. Tämä orgaanisen aineen kuljetus rikastaa tundran ravinneköyhää maaperää, parantaen kasvien kasvua sekä houkuttellen alueelle selkärangattomia ja kasvillisuutta ravintonaan käyttäviä eläimiä (Wojczulanis-Jakubas ym., 2021). Pikkuruokkien populaatioissa tapahtuvat muutokset siis heijastuvat koko ekosysteemiin ja sen muihin sen eliöihin.

Meren lämpenemisellä sekä kryosfäärin eli maapallon jääkehän kutistumisella on havaittu negatiivinen vaikutus pikkuruokkiin (Grémillet ym., 2015). Grémilletin ym. (2015) tutkimuksessa aikuisten lintujen kehonpaino pieneni 4:llä prosentilla, kun jäätikön sulaminen johti eläinplanktonin esiintymien muutoksiin. Wojczulanis-Jakubas ym. (2021) toteavat, että epäihanteelliset ravinnonlähteet johtavat hitaampaan poikasten kasvuun sekä huonompaan aikuisten lintujen selviytymisasteeseen. Vaikka pikkuruokki on melko joustava ravinnon suhteen, on ilmaston lämpeneminen ja sen aiheuttamat muutokset uhka koko suuren lintupopulaation tulevaisuudelle (Wojczulanis-Jakubas ym., 2021). Jos suuret pikkuruokin kaltaiset populaatiotkin ovat uhattuna, pienet ja uhanalaiset lintupopulaatiot ovat mitä todennäköisimmin hyvin suuressa vaarassa vähentyä huomattavasti ja jopa kadota lopulta kokonaan.

5. Yhteenveto

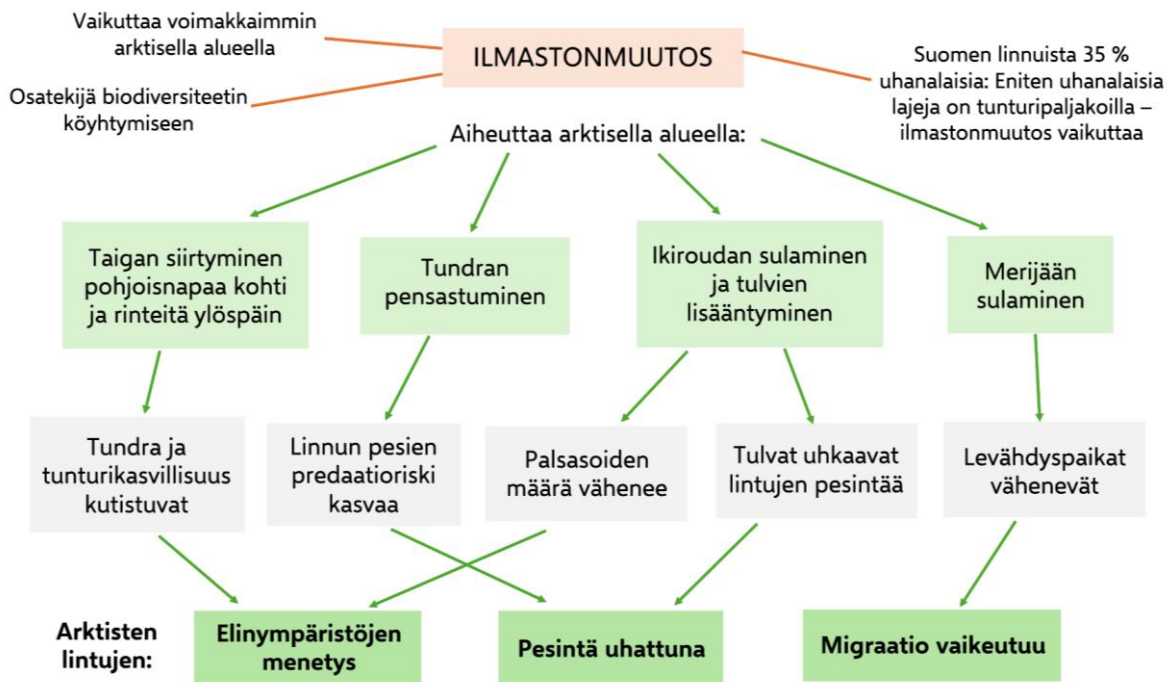
Ilmaston lämpenemisellä on havaittu negatiivinen vaikutus biodiversiteettiin eli luonnon monimuotoisuuteen (Habibullah ym., 2022). Ilmastonmuutos uhkaa lajien selviytymistä etenkin arktisella alueella, joka lämpenee yli kaksinkertaisesti muuhun maailmaan verrattuna (Grémillet ym., 2015). Linnulla on tärkeä rooli ekosysteemeissä (Whelan ym., 2008), minkä takia ne ovat erinomainen tarkastelukohde ilmastonmuutoksen vaikutuksille arktisella alueella.

Suomessa elävistä linnuista 35 % luokitellaan uhanalaiseksi, ja suhteessa eniten uhanalaisia lajeja löytyy tunturipaljakoilta (Hyvärinen ym., 2019). Tunturipaljakoidella ilmastonmuutos onkin pääsyy lajien uhanalaistumiseen (Hyvärinen ym., 2019). Moni Suomessa esiintyvä arktinen laji on kahlaaja, meri- tai rannikkolintu (Suomen Lajitietokeskus, n.d.), ja suurin osa arktisista linnuista on muuttolintuja (Smith ym., 2020). Tämä takia monet arktiset linnut ovat riippuvaisia useiden eri alueiden muutoksista. Lisäksi vaikei Suomessa esiintyä aitoa tundraa (Havas, 1999), kohtaavat Suomen lajit samanlaisia ongelmia kuin tundralla esiintyvät lintulajit.

Arktisella alueella ilmastonmuutoksen aiheuttamia uhkia ovat muun muassa taigabiomin siirtyminen pohjoisnapaa kohti, tundran pensastuminen, ikiroudan sulaminen, tulvien lisääntyminen, merijään sulaminen sekä lumen määrän vähentyminen. Puuraja liikkuu niin pohjoisnapaa kohti alueille, joilla on aiemmin tundraa, kuin ylöspäin rinteitä pitkin (Montesano ym., 2009). Arktiset linnut menettävät elinalueitaan, kun tundra ja tunturikasvillisuus kutistuvat taigan tieltä. Suomessa tunturien metsittyminen uhkaa tunturipaljakoiden lajeja (WWF Suomi, 2020). Tundran pensastuminen muuttaa tundran lajistoa ja altistaa arktisia lintujen pesät korkeammalle predaatoriskille (Ims ym., 2019). Ikiroudan sulaminen vähentää linturikkaiden palsasoiden määrää (Fronzek ym., 2006) sekä vaikuttaa tulvien lisääntymiseen. Lisääntyvät tulvat uhkaavat lintujen pesintää ja tuhoavat linnunmunia, mikä alentaa linnunpoikasten selviytymisastetta (Haverkamp ym., 2022). Merijään sulaminen puolestaan muokkaa paljon arktista maisemaa, koska 70 % globaalista arktisesta alueesta on merta (Grémillet ym., 2015). Merijäällä on tärkeä rooli linnuille ravinnon etsimisessä sekä levähdyspaikkana muutoilla, minkä takia sen häviäminen uhkaa arktisia lintuja (Morten ym., 2023).

Tiivistettynä, ilmastonmuutoksen takia arktisille linnuille sopivat pesäpaikat vähenevät radikaalisti ja arktisten lintujen nykyisiä elinympäristöjä katoaa tai ne kutistuvat. Pesintä hankaloituu. Muuttoreitit ja muuton ajoitus saattavat muuttua, lisäten energian kulutusta ja kuoleman riskiä. Arktiset linnut joutuvat, ja ovat jo nyt joutuneet, ahdinkoon. Tämän tutkielman perusteella voidaan sanoa, että arktisten lintujen tila niin Suomessa kuin koko maailman mittakaavalla on hyvin huolestuttava.

Seuraavalla sivulla olevaan kaavioon (kuva 3) on koottu tämän kirjallisuuskatsauksen olennaisimpia asioita yksinkertaistettuun muotoon.



Kuva 3. Yksinkertaistettu kaavio ilmastonmuutoksen vaikutuksista arktisen alueen lintuihin. Piirretty itse.

6. Kirjallisuus

Arktinen keskus, Lapin yliopisto (n.d.-a). *Lentävä arktis*. (Viitattu 24.4.2025). Saatavilla: https://www.arcticcentre.org/FI/arktinenalue/kasvit_elaimet/lentava

Arktinen keskus, Lapin yliopisto (n.d.-b). *Arktinen alue*. (Viitattu 27.4.2025). Saatavilla: <https://www.arcticcentre.org/FI/arktinenalue>

Boughton, E. H. & Boughton, R. K. (2014). Modification by an invasive ecosystem engineer shifts as wet prairie to a monotypic stand. *Biological Invasions*, 16, 2105-2114. <https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1007/s10530-014-0650-0>

Caro, T., Rowe, Z., Berger, J., Wholey, P. & Dobson, A. (2022). An inconvenient misconception: Climate change is not the principal driver of biodiversity loss. *Conservation Letters*, 15, e12868. <https://doi.org/10.1111/conl.12868>

- Chadburn, S. E., Burke, E. J., Cox, P. M., Friedlingstein, P., Hugelius, G. & Westermann, S. (2017). An observation-based constraint on permafrost loss as a function of global warming. *Nature Climate Change*, 7, 340-344.
<https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1038/nclimate3262>
- Copernicus-meripalvelu. (n.d.). *Merijää*. (Viitattu 28.4.2025). Saatavilla:
<https://marine.copernicus.eu/fi/explainers/why-ocean-important/sea-ice>
- Fronzek, S., Luoto, M. & Carter, T. R. (2006). Potential effect of climate change on the distribution of palsa mires in subarctic Fennoscandia. *Climate Research*, 32, 1-12. DOI 10.3354/cr032001 <https://www-int-res-com.libproxy.helsinki.fi/articles/cr2006/32/c032p001.pdf>
- Grémillet, D., Fort, J., Amélineau, F., Zakharova, E., Le Bot, T., Sala, E. & Gavrilov, M. (2015). Arctic warming: nonlinear impacts of sea-ice and glacier melt on seabird foraging. *Global Change Biology*, 21, 1116-1123.
<https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1111/gcb.12811>
- Habibullah, M. S., Din, B. H., Tan, S. & Zahid, H. (2022). Impact of climate change on biodiversity loss: global evidence. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 1073-1086.
<https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1007/s11356-021-15702-8>
- Havas, P. (toim.) (1999). *Pohjoinen luontomme*. Oulun yliopisto. (Viitattu 26.3.2025). Saatavilla: <https://www oulu.fi/northnature/finnish/Suomi/tunturit1.html>
- Haverkamp, P. J., Bysykatova-Harmey, I., Germogenov, N. & Schaepman-Strub, G. (2022). Increasing arctic tundra flooding threatens wildlife habitat and survival: Impacts on the critically endangered Siberian crane (*Grus leucogeranus*). *Frontiers in Conservation Science*, 3:799998.
<https://doi.org/10.3389/fcosc.2022.799998>
- Hof, A. R., Rodríguez-Castañeda, G., Allen, A. M., Jansson, R. & Nilsson, C. (2016). Vulnerability of Subarctic and Arctic breeding birds. *Ecological Applications*, 27, 219-234. <https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1002/eap.1434>
- Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.) (2019). *Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019*. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Saatavilla: <http://hdl.handle.net/10138/299501>
- Ims, R. A., Henden, J., Stromeng, M. A., Thingnes, A. V., Garmo, M. J. & Jepsen, J. U. (2019). Arctic greening and bird nest predation risk across tundra ecotones.

- Nature Climate Change*, 9, 607-610.
<https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1038/s41558-019-0514-9>
- Kolari, T. H. M., Kumpula, T., Verdonen, M., Forbes, B. C. & Tahvanainen, T. (2019). Reindeer grazing controls willows but has only minor effects on plant communities in Fennoscandian oroarctic mires. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, 51, 506-520. <https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1080/15230430.2019.1679940>
- Koskimies, P. (2019). *Linnut lajiopas* (4. painos). Readme.fi.
- Lehtiniemi, T., Toivanen, T. & Södersved, J. (toim.) (2021). *Linnuston tila Suomessa*. BirdLife Suomi. Saatavilla: <https://tiedostot.birdlife.fi/julkaisut/linnuston-tila-suomessa-verkkoversio.pdf>
- Luonnontieteellinen keskusmuseo Luomus (n.d.). *Suomen 4. Lintuatlas (2022-2025)*. (Vierailtu usean lajin sivulla). Saatavilla: <https://lintuatlas.fi/>
- Montesano, P. M., Nelson, R., Sun, G., Margolis, H., Kerber, A. & Ranson, K. J. (2009). MODIS tree cover validation for the circumpolar taiga-tundra transition zone. *Remote Sensing of Environment*, 113, 2130-2141.
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.05.021>
- Morten, J. M., Buchanan, P. J., Egevang, C., Glissenaar, I. A., Maxwell, S. M., Parr, N., Screen, J. A., Vigfúsdóttir, F., Vogt-Vincent, N. S., Williams, D. A., Williams, N. C., Witt, M. J., Hawkes, L. A. & Thurston, W. (2023). Global warming and arctic terns: Estimating climate change impacts on the world's longest migration. *Global Change Biology*, 29, 5596-5614.
<https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1111/gcb.16891>
- National Snow and Ice Data Center (NSIDC). (2025). *Arctic weather and climate*. (Viitattu 26.3.2025). Saatavilla: <https://nsidc.org/learn/parts-cryosphere/arctic-weather-and-climate>
- Perovich, D. K. & Richter-Menge, J. A. (2009). Loss of Sea Ice in the Arctic. *Annual Review of Marine Science*, 1, 417-441.
<https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1146/annurev.marine.010908.163805>
- Phoenix, G. K. & Lee, J. A. (2004). Predicting impacts of Arctic climate change: Past lessons and future challenges. *Ecological Research*, 19, 65-74.
<https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1111/j.1440-1703.2003.00609.x>

- Rajasärkkä, A., Below, A., Hario, M., Lehikoinen, A., Lehikoinen, E., Lehtiniemi, T., Mikkola-Roos, M., Tiainen, J., Valkama, J. & Väisänen, R. A. (2013). Lintujen alueellinen uhanalaisuus Suomessa. Teoksessa *Linnut-vuosikirja 2012* (s. 44-49). BirdLife Suomi, Luonnontieteellinen keskusmuseo & Suomen ympäristökeskus. https://lintulehti.birdlife.fi:8443/pdf/artikkelit/1831/tiedosto/Linnut_VK2012_044-049_Alue-UHEX_artikkelit_1831.pdf#view=FitH
- Shi, Y., Fan, J., Guo, F., Li, A. & Ao, Y. (2025). Fish indicator species and ecological restoration measures in the Three Gorges Reservoir. *Ecological Engineering*, 211, 107465. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2024.107465>
- Smith, P. A., McKinnon, L., Meltofte, H., Lanctot, R. B., Fox, A. D., Leafloor, J. O., Soloviev, M., Franke, A., Falk, K., Golovatin, M., Sokolov, V., Sokolov, A. & Smith, A. C. (2020). Status and trends of tundra birds across the circumpolar Arctic. *Ambio*, 49, 732-748. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01308-5>
- Suomen Lajitietokeskus (n.d.). (Vierailtu usean lajin sivulla). Saatavilla: <https://laji.fi/>
- Wang, X., Liu, Y., Key, J. R. & Dworak, R. (2022). A New Perspective on Four Decades of Changes in Arctic Sea Ice from Satellite Observations. *Remote Sensing*, 14, 1846. <https://doi.org/10.3390/rs14081846>
- Wauchope, H. S., Shaw, J. D., Qystein, V., Lappo, E. G., Boertmann, D., Lanctot, R. B. & Fuller, R. A. (2016). Rapid climate-driven loss of breeding habitat for Arctic migratory birds. *Global Change Biology*, 23, 1085-1094. <https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1111/gcb.13404>
- Whelan, C. J., Wenny, D.G. & Marquis, R. J. (2008). Ecosystem services provided by birds. *The Year in Ecology and Conservation Biology 2008*, 1134, 25-60. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.003>
- Wojczulanis-Jakubas, K., Jakubas, D. & Stempniewicz, L. (2021). The Little Auk *Alle alle*: an ecological indicator of a changing Arctic and a model organism. *Polar Biology*, 45, 163-176. <https://doi.org/10.1007/s00300-021-02981-7>
- WWF. (2016). *Living Planet Report 2016*. WWF International, Gland, Switzerland. Saatavilla: <https://www.worldwildlife.org/pages/living-planet-report-2016>
- WWF Suomi (2020). *Ilmastonmuutos ajaa Lapin tuntureiden eläimet ja kasvit ahdinkoon – katso, miten tunturiluonto muuttuu*. (Viitattu 26.4.2025). Saatavilla: <https://wwf.fi/uutiset/2020/02/ilmastonmuutos-ajaa-lapin-tuntureiden-elaimet-ja-kasvit-ahdinkoon-katso-miten-tunturiluonto-muuttuu/>