

Amiraaliperhosen vaellukset ja siipikuviovariaatiot Pohjois-Pohjanmaalla vuosina 2015–2021

Eira Ainalinpää

Suomen pohjoisosat saavat vuosittain lisätäydennystä vaeltajaperhosista. Kesällä 2021 amiraaliperhosia tavattiin maassamme paikoitellen hyvin runsaasti. Tässä kirjoituksessa tarkastelen Pohjois-Pohjanmaan maaseudulle sijoittuvan tutkimuspaikan amiraaliperhosen esiintymistä 7-vuoden päiväperhosseurantakauden aikana. Lisäksi teen huomiota kesän 2021 amiraaliperhosten siipikuvioiden variaatioista. Amiraaliperhosen siipikuvioista löytyi yksilökohtaista vaihtelua kesän 2021 otannasta.

Johdanto

Maailmalla vaeltajaperhosten arvioidut maksimilukumäärät näyttävät suurempina kuin Suomessa. Esimerkiksi ohdakeperhosia (*Vanessa cardui*) arvioitiin olevan Afrikan keskiosissa noin 20 000 yksilöä hehtaarilla ja Välimeren seudulla puhuttiin jo miljoonista yksilöistä (Talavera & Vila 2017). Myös Israelissa ohdakeperhosen yksilömäärien tiedotettiin olevan useita satoja miljoonia (Dobronosov 2019). Suomen paikallisuutisoinneissa ilmoitettiin amiraaliperhosia (*Vanessa atalanta*) nähdyn kesällä 2021 parhaimmillaan satoja yksilöitä metsäteiden varsilla Satakunnassa (Satakunnan Kansa 2021). Suomen ympäristökeskuksen maatalousalueiden päiväperhosseurannan tulokset kesällä 2021 osoittivat amiraali- ja ohdakeperhosen esiintyvän runsaslukuisena, vaikka lukumäärällisesti niitä ilmoitettiin paikallisiin maksimiesiintymiin nähden huomattavasti vähemmän (Suomen ympäristökeskus 2021a). Kesällä 2021 kyseisen seurannan yksilömäärä oli 22 laskentalinjalla yhteismäärältään 101 amiraalia ja 22 ohdakeperhosta (Suomen ympäristökeskus 2021b). Suomessa pitkäaikaishavainnot näyttävät amiraaliperhosen lukumäärien runsastuneen kesää kohden aikavälillä 1970–2021 (Jalava & Suomen Lajitietokeskus 2021). Myös tässä tutkimuksessa Pohjois-Pohjanmaalla kesän 2021 amiraalien lukumäärä oli

aikaisempiin havaintovuosiin 2015–2020 nähden poikkeuksellisen korkea.

Vaeltajaperhosten dokumentointiin vaikuttavat havainnoitsijamäärien, laskentatapojen ja -määrien erot. Vaeltajaperhosten kannanarvioinneissa pystytään harvoin havainnoimaan hehtaarin kokoista aluetta ilman yksilöiden pyydystämistä, koska pienien nopeasti lentävien lajien laskeminen tunnistettavasti pienemmälläkin alueella on vaikeaa. Kansainvälisissä tutkimuksissa otokset kerätään pienemmältä alalta ja suhteutetaan laskennallisesti isommalle alueelle. Tähän laskentamenetelmään kuitenkin sisältyy virhemarginaalin mahdollisuus suhteessa elinympäristön laatuun. Lajit eivät sijoitu elinympäristötyypeille tasaisesti, sillä ne liikkuvat usein lajikohtaisesti tietyntyyppisillä alueilla.

Tässä tutkimuspaikassa päiväperhosia on vuosittain laskettu eniten puutarhaelinympäristössä, jossa kasvilajeja on lähiympäristöä enemmän ja mesikasvien kukinta ajoittuu tasaisemmin kasvukauden koko pituudelle. Kesän 2021 elokuussa amiraalit oleskelivat vain noin kymmenen neliömetrin suuruisella alueella. Dobronosov (2019) ilmoitti käyttäneensä aikayksikköön suhteutettua laskentaa ja digitaalikuvausta laskennan tukena, koska menetelmä mahdollisti eettisemmän perhoshavainnoinnin ilman pyyntiä. Myös tässä tutkimuksessa pyydystäminen korvattiin digi-

valokuvauksella, joka toimi havainnointiapuna selvitetessä perhosen ilmiä, siipikuvioita ja niiden muita rakenteita.

Perhosten siipirakenteiden ja -kuvioiden tutkimusta sovelletaan nykyään myös tekniikan alalla. Siipirakenteiden toimintaa hyödynnetään muun muassa drone-lennokkien ja piipohjaisten aurinkokennojen rakenteiden suunnittelussa (Johansson & Henningsson 2021; Huang ym. 2020). Luonnossa perhosten siipirakenteet ja kuvat ovat moninaisia. Määrällisten ominaisuuksien syntyä (esim. ruumiin rakenne) ohjaavat polygeenit eli useat geenit samanaikaisesti. Niiden myötä keskivertoyksilöitä syntyy yleensä ääriyoppiominaisuuksia enemmän. Oman lisävaikutuksensa yksilön ominaisuuksiin aiheuttavat ympäristökijät (Beldade & Brakefield 2002; Papa ym. 2008).

Ulkonäöllisesti siipirakenteet kuvioineen muuttuvat perhosen elinkaaren aikana mm. ympäristöolosuhteiden vaikuttaessa värityksen voimakkuuteen ja siiven pintarakenteeseen (Beldade & Brakefield 2002). On tyypillistä, että loppukesällä monien lajien siipiväriytyminen on huomattavan kulunut alkukesän väritykseen nähden. Perhospopulaation yksilöissä saattaa syntyä harvakseltaan myös gynandromorfeja, jolloin yksilön ilmiäsuun tulee todennäköisesti solunjakautumisen mitoosivaiheessa näkyviin puolet koiraan ja puolet naaraan ilmiäsuusta (Heikkinen 2021).

Siivillä yhdessä täydellisen muodonmuutoksen kanssa on arvioitu olevan tärkeä merkitys hyönteisten heimotason makroevoluutioon (Nicholson ym. 2014). Merkityksen laajuus vaatii kuitenkin lisätutkimuksia. Siivet antavat lentokykymahdollisuuden, joka edistää lajin levittäytymistä ja vähentää siten lajin sukupuutoriskiä (Mayhew 2002). Toisaalta hyönteisen ruumiin rakenne ja lajin ekologinen erikoistuminen voivat heikentää lajin levittäytymistä ja vaarantaa siten lajin selviytymisen elinympäristömuutoksissa (Mattila ym. 2011).

Tutkija Ossi Nokelaisen mukaan siipirakenteet ja niiden väripigmentit heijastavat eri

tavoin valoa ja niiden lähettämä viesti voidaan tulkita eri tavoin saalistajan ja lajitoverin näkökulmasta. Esimerkiksi täpläsiilikään (*Arctia plantaginis*) punaiset ja keltaiset värit ovat varoitussignaaleja saalistajille, mutta lyhyet ja ultraviolettia heijastavat sävyt ovat tehokkaita viestimiä lajitovereille. Värien havaittavuus ei silti aina toimi suoraan suhteessa saalistajan käyttäytymiseen vaan taustalla arvioidaan olevan myös kognitiivisia toimintoja. Joillakin perhoslajeilla on siipikuvioissa maantieteellistä vaihtelua, mutta myös vaihtelua populaation sisällä. Suomessa täpläsiilikällä on kaksi valkoista ja yksi keltainen koiraan siipien värimuoto, ja naaraissa on puna-, oranssi- ja keltasiipisiä yksilöitä. (Nokelainen ym. 2012; Nokelainen ym. 2014; Heikkinen 2019.)

Tutkimuskysymykset, tutkimusalue ja menetelmät

Tässä tutkimuksessa tarkastelen amiraalin ja ohdakeperhosen esiintymisrunsautta Pohjois-Pohjanmaalla vuosina 2015–2021 ja hyödynnän kesän 2021 poikkeuksellista amiraalien vaelluspysähdyksen suomaa tilaisuutta tarkastella yksilöiden siipikuvioita yhdellä ajankohdalla tietyllä yhdellä paikalla. Siipikuvioilla tarkoitetaan yleensä päiväperhosten yhteydessä värin voimakkuuden ja sävyn vaihteluita, pieniä tai keskisuuria pilkkuja, isompia täpliä, kaarevia juomuja, ohuita viiruja tai leveämpiä juovia (vrt. Silvonen ym. 2014, 38). Tutkimus antaa lisätietoa amiraalien siipikuvioista ja Pohjois-Suomessa esiintyvistä amiraalien joukkoesiintymisistä.

Tarkastelen asiaa seuraavin tutkimuskysymyksin:

- 1) Millaisia vaeltajaperhosten runsauden vaihtelut ovat Pohjois-Pohjanmaan maaseutalueen tutkimuspaikalla?
- 2) Onko amiraalien siipikuvioinneissa vaihtelua tietyllä alueella ja jos on, niin millaista?
- 3) Löytyykö alustavia yhteyksiä amiraalien siipirakenteiden ja sudenkorentojen saalistuspaineeseen välillä?

Elokuun paikallisessa joukkoesiintymisessä amiraalit pysyivät paikallaan noin kahden viikon ajan. Tällaisia tilaisuuksia ilmenee Suomen pohjoisosissa harvoin ja tälläkin tutkimuspaikalla se tapahtui vasta seitsemäntenä päiväperhosten havaintokesänä.

Tutkimusalue sijoittuu Pohjois-Pohjanmaan maaseutualueelle (64° 8' 15" N, 25° 22' 0" E) ja kuuluu eläinmaantieteellisesti Keski-Pohjanmaahan. Päiväperhosten määrä on tutkimuspaikalla laskettu vuodesta 2015 alkaen, ja mikroilmastollisia mittauksia on tehty vuodesta 2014 alkaen. Näiden ohella paikalla tehdään myös putkilokasvien sekä kimalaisten, jänisten ja sudenkorentojen monivuotisia lajiseurantoja. Tässä artikkelissa sivutaan sudenkorentohavaintoja saalistuspainetta suhteessa siipivariaatioihin pohdintakappaleen yhteydessä. Seuranta on osa tutkimuskohteen monitieteistä kestävyystutkimusta. Paikka sijoittuu metsien ja peltoalueiden reunavyöhykkeelle ja on kahden hehtaarin kokoinen. Siihen sisältyy noin 500 kasvilajin tutkimus- ja kasvitaidealue, niin kutsuttu Taidearboretum (Ainalinpää 2019; Ainalinpää 2020a). Paikan luonnontieteelliset tutkimukset ovat lähtökohdiltaan alfadiversiteettitutkimusta. Seurannan saadessa ajallista laajuutta ja verrokkeja, tutkimus muotoutuu betadiversiteettitutkimukseksi (Anderson ym. 2011).

Kesällä 2021 päiväperhosten linjalaskentahavaintoja tehtiin tutkimusalueella 72 päivänä. Amiraalien lukumäärä varmistettiin kolminkertaisena otantana alueen lajirunsaimmista kasvillisuuspaikoista ja yksilöt valokuvattiin ja videoitiin. Näin kerätiin lisätietoa tutkimusalueella esiintyvien lähinnä toisen sukupolven amiraaliperhosten paikallisen populaation siipikuvioiden vaihtelusta. Siipikuvioiden vertailuun käytettiin 16 valokuvaa siiven yläpuolen etusiivistä ja 15 valokuvaa yläpuolen takasiivistä. Alapuolen siipikuvioita ei tässä yhteydessä tutkittu. Tässä kirjoituksessa esitetään kooste keskeisimmistä siipikuvion muutoskohdista. Paikallaan ruokailevilta amiraaleilta mitattiin

viivaimella myös satunnaisotantana siivenkärkiväli. Tutkimusalueelta on kerätty myös mikroilmastotilastoja vuodesta 2014 alkaen.

Tutkimuksessa amiraaleja ei pyydystetty eikä huumattu tarkasteluja varten, sillä ne viivivät tuntikausia päivässä samoilla paikoilla ruokailemassa. Tarkastelussa huomioitiin perhosen siipien liikehdinnän vaikutus kuvaan eli miten valo osui siipiin, ovatko siivet taipuneina tai limittäin, onko siipi kulunut tai vaikuttaako repeämä kuvion muodostumiseen. Lähempään tarkasteluun hyväksyttiin vain selkeästi siipensä avanneet perhoset, jotta eliön asento ei tuottaisi erilaisia heijastumia ja siten vaikeutta siiven pintarakenteen tulkintaa. Sävyjen samankaltaisena pysymisen vuoksi kuvista valikoitiin myös ottamisajaltaan kirkkaimpina säähetkinä otetut tarkimmat kuvat.

Amiraalien paikallispopulaation osuutta kauempaa vaeltaneesta kannasta ei selvitetty, mutta todennäköisesti mukana oli molempia. Pohjoismaissa syksyajan amiraalipopulaatio koostuu usein sekä lähialueelta että muualta tulleista yksilöistä (Brattström ym. 2010). Tutkimusta voidaan hyödyntää ekologisissa lajisopeutumisen seurantatutkimuksissa, mikäli vastaavia aineistoja ajan kuluessa saataisiin lisää.

Tutkimuskysymys kolme tarkastelee alustavasti amiraalien siipikuvioiden merkitystä saalistukselle. Kesällä 2021 alkaneiden sudenkorentoseurannoilla kerätään tietoa sudenkorentojen käyttäytymisestä ja määristä paahde-elinympäristössä. Tilastoituja laskentoja edelsi kolme vuotta yleishavaintoja, joiden pohjalta laskennat aloitettiin tutkimusalueella. Yleensä sudenkorentojen elinympäristöt sijoituvat erityyppisiin vesiympäristöihin. Laskennat kestivät koko kasvukauden ja niitä tehtiin 33 päivänä kello 10.00–22.00 välisenä aikana siten, että päivään kertyi kolme otantaa sudenkorentojen keskeisimmältä lentoalueelta. Otantojen keskiarvo tilastoitiin. On kuitenkin huomattava, että sudenkorennot ovat vain yksi amiraalien potentiaalinen saalistajaryhmä, jonka saalistukseen saaliin siipiominaisuudet

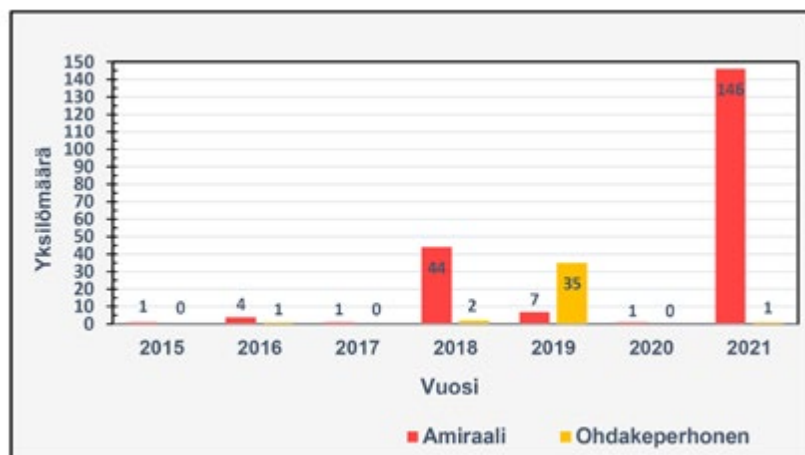
voisivat vaikuttaa. Sudenkorennot ovat ekosysteemeissä huippupetoja, jotka saalistavat suuria määriä hyönteisiä elinympäristöstään (Kaunisto ym. 2020). Esimerkiksi sirokeijukorennon (*Lestes ponsa*), okatytönkorennon (*Enallagma cyathigerum*) ja tummasyyskorennon (*Sympetrum danae*) aikuisvaiheen ruokavaliosta on löydetty 41 hyönteislajia. Niistä pääosa koostuu harso- ja surviaissääskistä, mutta mukana on myös yökkösiä, mittariperhosia, kovakuoriaisia ja toisia sudenkorentoja (Kaunisto ym. 2017; Vesterinen ym. 2020).

Tulokset

Vaeltajaperhosten runsauden vaihtelut tutkimuspaikalla

Pohjois-Pohjanmaalla Taidearboretumin tutkimusalueella kesä 2021 osoittautui amiraaliperhosille seitsenvuotiskauden parhaimmaksi ajaksi, ohdakeperhosella vuosi oli tavanomainen (Kuva 1). Kesän 2021 aikana tehtiin 146 amiraalihavaintoa. Havaintopäiviä oli 72, joista amiraaleja havaittiin 35 havaintokerralla. Määrä oli huomattavasti suurempi kuin kesällä 2018, jolloin amiraaleja laskettiin 44 yksilöä. Amiraaleilla seitsemän vuoden aikana havaittujen yksilöiden yhteismäärä oli 204 yksilöä.

Ohdakeperhosten runsaimmat määrät on



Kuva 1. Amiraaliperhosten ja ohdakeperhosten 7-vuotiskauden esiintymiset (2015–2021) Pohjois-Pohjanmaan tutkimusalueella.

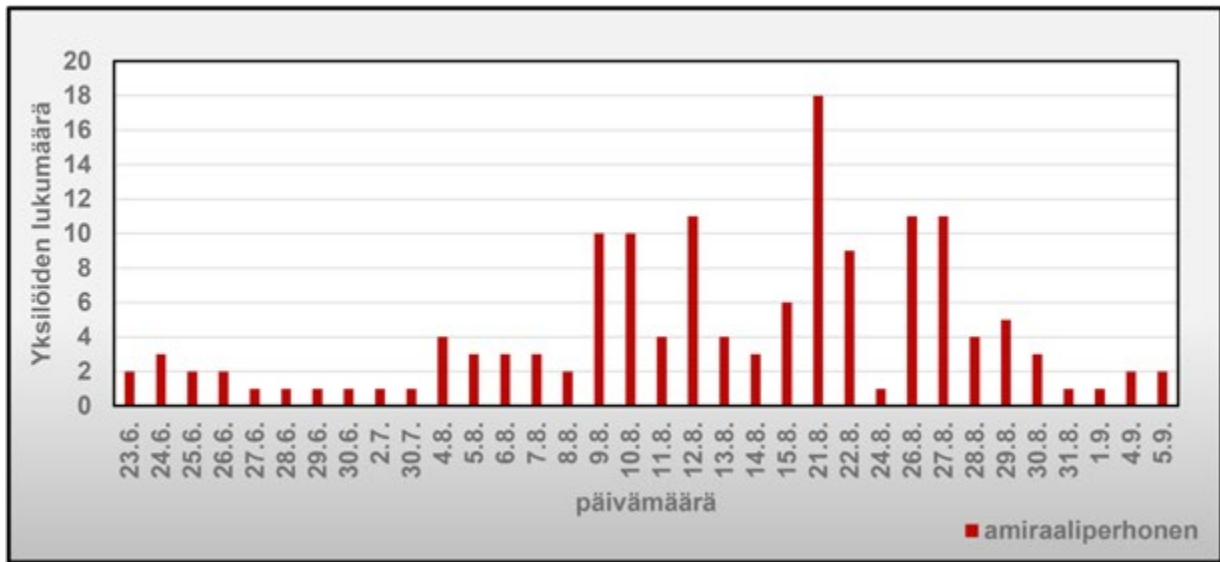
laskettu tähän mennessä tutkimusalueella 2019, jolloin havaintoja kertyi 35 yksilöstä. Seitsemän vuoden havaintokauden havaintojen yhteismäärä on vain 39 yksilöä. Keskimäärin aiempina vuosina näiden molempien vaeltajaperhosten kesää kohden lasketut yksilömäärät ovat jääneet alle kymmeneen yksilöön. Runsaimmin amiraaleja eri vuosina on esiintynyt elokuussa, jolloin suurin osa yksilöistä edustaa toista sukupolvea. Suurin päiväkohtainen määrä amiraaleja, 18 yksilöä, laskettiin vuoden 2021 elokuun lopulla (21.8.) (Kuva 2).

Ohdakeperhosten esiintyminen tutkimuspaikalla on ollut keskimäärin niukkaa jääden alle viiden yksilön kesää kohden. Vuoden 2019 ohdakeperhosten runsaampi esiintyminen osoitti yksilöiden lentävän alueelle tasaisemmin sekä kesä- että elokuun aikana. Amiraalihavaintoja tehtiin joka havaintovuosi myös syyskuussa. Myöhäisin amiraalin lentoajankohta kirjattiin 24.9.2017.

Amiraaliperhosten etusiipien yläpinnan kuviovariaatiot

Kesän 2021 Taidearboretumin amiraalien etusiipien yläpinnan kuviovariaatio jakautui havaintoaineistossa seuraaviin neljään siipi-kohtaan.

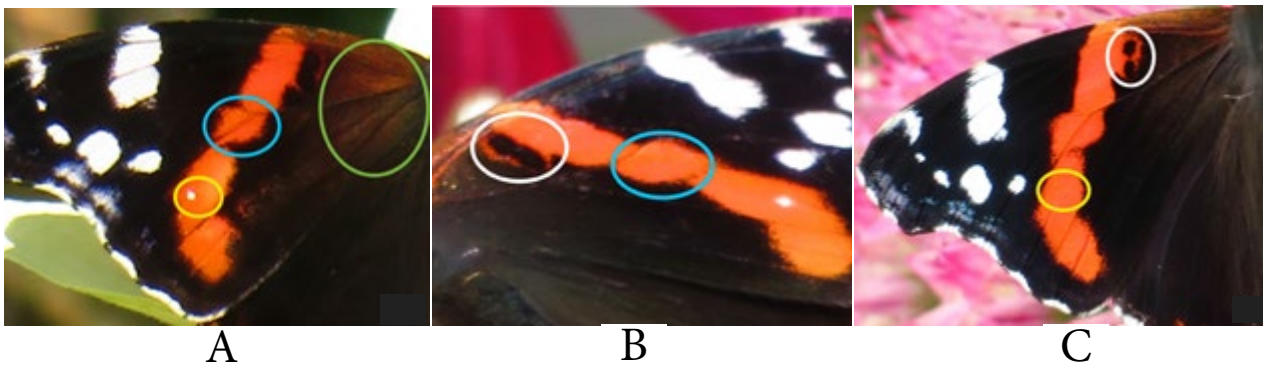
- 1) Etusiipien yläpinnan mustan värialueen punaisen sävyn laajuudessa ja erottuvuudessa ilmeni amiraaleilla vaihtelua. Tämä kuitenkin edellytti, ettei siiven kallistuskulma vaikuttanut punaisen sävyn havaittavuuteen. Laajahko punaisen sävy mustalla alueella oli yleisempää kuin se, että siiven pinta olisi ollut pelkästään mustasävyinen (Kuva 3A, vihreä ympyrä). Täysin ilman punaista laajentumaa oli vain yksi 16 yksilöstä. Tutkitun yksilön siivet eivät olleet kuluneita ja siiven lähes olemaan kallistuskulma ei vaikuttanut punaisen alan ilmenemiseen.



Kuva 2. Amiraaliperhosen päiväkohtainen esiintyminen Pohjois-Pohjanmaan tutkimusalueella kesällä 2021.

2) Etusiipien yläpinnan viiden valkean täplän jonossa esiintyi joillakin yksilöillä kuudes pieni valkea pilkku punaisen juovan alueella. Pilkku erottui punaiselta alueelta keskimäärin hyvin, ollen noin 0,5–1 mm halkaisijaltaan. Kuluneiden yksilöiden kohdalla pilkun erottaminen onnistuu vain lähietäisyydeltä katsottuna tai digikuvana voimakkaasti suurentamalla. Kuudes valkea pilkku näkyi valokuvassa kuudella yksilöllä

juovan yläosa oli toisinaan yksilöllisesti muotoutunut. Tällöin mustavärialue rikkoi punaisen leveän juovan muodostaen joko pienehkön punaisen "salamaviivan", tai musta väri näyttäytyi yhtenä tai kahtena mustana pisteenä leveän punaisen juovan alueella. Toisinaan mustat pisteet olivat yhdistyneet, jolloin ne muodostivat mustan lyhyen viivan. (vrt. kuva 3B ja 3C valkeat ympyrät).



Kuvat 3A–C. Amiraalin etusiipien yläpinnan siipikuvion variaatiokohdat. Kuviomuutoksia sisältävät kohdat on merkitty kuviin värillisin rengastuksin. Valokuvat: Eira Ainalinpää.

kuudestatoista. Se, että mukana oli vastakuoriutuneita voimakassävyisiä yksilöitä, joilla kuudetta valkeaa pilkkua ei ollut, kertoi ettei kyseessä ollut kulumisen vaikutus. (vrt. Kuvat 3A ja 3C, keltaiset ympyrät).

3) Etusiiven yläpinnan leveän punaisen

4) Punaisen juovan keskikohdassa muoto voi ilmetä hieman irrallisena punaisena kuviona tai jatkua verrattain yhtenäisenä myös keskikohdassa. (vrt. Kuva 3A ja 3B, siniset ympyrät).



Kuvat 4A–C. Amiraalin takasiipien yläpinnan siipikuvion variaatio-kohtat. Kuviomuutoksia sisältävät kohdat on merkitty kuviin värillisin rengastuksin. Valokuvat: Eira Ainalinpää.

Amiraaliperhosen takasiipien yläpinnan kuviovariaatiot

Amiraalien havaintoaineistossa takasiipien yläpinnan siipikuviot kesällä 2021 voitiin jakaa seuraaviin kahteen siipikohtaan.

1) Mustat pisteet takasiiven punaisella juovalla.

a) Näistä yksi mahdollisuus oli, että mustat pisteet olivat tavanomaista pienempiä alle 0,5 mm (Kuva 4A). Tutkimusvalokuvista näitä heikosti näkyviä pikkupisteitä esiintyi neljällä yksilöllä 15 yksilöstä.

b) Yleisimmin takasiipikuvioissa mustat pis-

teet olivat selkeitä ja pyöreähköjä yli 0,5 mm halkaisijaltaan.

c) Aineistossa ilmeni myös kuviovaihtoehto, joissa oli 1–3 pistemäistä kuviota ja lisäksi 1–3 kolmiomuotoa (Kuvat 4A ja 4B, vihreät ympyrät).

d) Osa kolmiomuodoista oli selkeästi muotoutunut sydämenmuotoisiksi (Kuva 4C). Sydänkuviot oli harvinaisin ja sitä näkyi vain yhdellä 15 yksilöstä tutkimuskuvissa.

2) Takasiiven punaisen juovan yläreunan muodon vaihtelu jakaantui kahteen muotoon, joko aaltoreunaiseen tai tasareunaiseen muotoon (vrt. kuvat 4A ja 4B, valkeat ympyrät).

Amiraaliperhosen koon vaihtelu

Amiraaliperhosissa kaksi perhosta kymmenestä oli selvästi pienempikokoisia. Keskimääräinen amiraalien siiven kärkivälin vaihteluväli oli 4,6–6,6 senttimetriä (Jalava & Lajitietokeskus 2021). Kesän 2021 mittauksissa pienimmän yksilön yhden siiven korkeus oli vain 3,3 cm. Amiraaleissa oli nähtävissä kolme kokoluokkaa, joista suurimpien siipien kärkiväli oli 5–6,6 cm (Kuva 5). Kesäkauden kuivuus voi vaikuttaa paitsi kokonaisen perhospopulaation selviytymiseen, myös perhosyksilöiden kokoon (Saastamoinen 2015).

Taidearboretumilla kesä-, heinä- ja elokuun sadannan keskiarvo kahdeksan vuoden aikana (2014–2021) on yhteensä 233 mm. Viiteen viimeisimpään vuoteen sisältyy kolme vuotta (2017–2019), joiden kuukautta kohden tulevan sadannan yhteismäärä on jäänyt alle 70 mm. Myös vuonna 2021 sadanta jäi alle 70 mm kesä- ja heinäkuussa ja vasta elokuussa satoi 161 mm. Hyvin kuiva alkukesä lienee vaikuttanut alueella kesän 2021 amiraalien pienikokoisten toisen sukupolven yksilöiden määrään.

Amiraalin siipirakenteen mahdollinen yhteys saalistuspaineeseen

Perhosten siipikuvioilla on todettu usein olevan merkitystä lajin suojautumiselle saalistajilta. Silmäkuvioilla ajatellaan olevan pelotevaikutus joihinkin saalistajiin. Tässä tutkimuksessa ilmenneet siipikuviot olivat niin vähäisiä,



Kuva 5. Kolmen kokoluokan amiraaleja Pohjois-Pohjanmaalla kesällä 2021. Valokuva: Eira Ainalinpää.

etteivät ne ainakaan nykyisessä ilmiössä vaikuttaa lajin suojautumiseen. Pois ei voida kuitenkaan sulkea mahdollisuutta, että ne saattavat olla amiraaliyksilöillä jonkinasteisia tunnisteita toisilleen. Tutkimusalueella esiintyvien sudenkorentojen saalistukselle amiraalien siipikuvioinnilla ei näyttänyt olevan merkitystä yhden havaintokesän perusteella. Perhosten pääsaalistajia olivat isoimmat ukonkorennot ja vain näiden lajien lentoaikana.

Esimerkiksi rakennusten seinustalla ollessaan amiraalit ja sudenkorennot oleilivat toisistaan 50 senttimetrin etäisyydellä, reagoimatta mitenkään toisiinsa. Myöskään kasveilla ruokaileviin amiraaleihin sudenkorennot eivät kohdistaneet saalistusta. Elokuussa maasta löytyi vain yhden amiraalin jäännökset, mitä ilmeisimmin sudenkorennon saalistuksen jäljiltä. Alkukesällä "perhossiepparina" toiminut harmaasieppo (*Muscicapa striata*) ei ollut enää uhka perhosille loppukesällä. Myöskään alueella pesineet räystäspääsky (*Delichon urbicum*) ja haarapääsky (*Hirundo rustica*) eivät pyydys-

täneet missään vaiheessa perhosia, sillä niiden ravinto koostuu etupäässä muista hyönteisistä.

Nopeasti lentävä amiraali ei ole ilmeisen helppo saalis sudenkorennonle. Takaa-ajosta johtuen sudenkorennon puraisu kohdistuu yleensä takasiipiin (Kuva 6). Laajatkään siipirepeämät ja siipipintojen kuluminen eivät kuitenkaan estäneet perhosen lentämistä.

Tästä on tutkimusalueella satunnaishavaintoja amiraalin osalta, mutta myös keisarinviitalta (*Argynnis paphia*) ja nokkosperhoselta (*Aglais urticae*). Nokkosperhosen on myös nähty pakenevan sudenkorentoa rakennuksen räystäsrakenteisiin, jonne sudenkorento ei kuitenkaan seurannut saalistaan. Pienemmistä päiväperhosista loistokultasiiven (*Lycaena virgaureae*) havaittiin olevan useana kesänä sudenkorentojen saalistuskohteena. Sudenkorentojen määrät tutkimuspaikalla olivat enimmillään elokuussa eli samoihin aikoihin kuin amiraalien toinen sukupolvi oli liikkeellä (kuvat 2 ja 7). Kesällä 2021 tutkimusalueella sudenkorentoja laskettiin 33 päivänä ja päivittäin avoimella piha-alueella lensi keskimäärin kaksi sudenkorentoa. Enimmillään sudenkorentoja lensi piha-alueella kuusi yksilöä elokuun kuudes päivä iltapäivällä. Reilut viikko myöhemmin (14.8.) alueella lensi neljä sudenkorentoa samanaikaisesti. Isoimmat sudenkorennot "skannasivat" saalistusaluetta edestakaisin lentäen noin 10 metrin korkeudella maasta ja vastaavalla taval-

la keskikokoiset sudenkorennot lensivät 3–5 metrin korkeudella niiden alapuolella. Samaan aikaan paikalla olleet päiväperhoset välttelivät lentämistä ja pysyivät paikoillaan. Myöhäisimmät havainnot sudenkorennoista pihalla olivat elokuussa vielä kello 22 jälkeen iltahämärissä. Viimeisimmät sudenkorentohavainnot olivat 19. päivä syyskuulta (Kuva 7).

Sudenkorentojen vaikutus muihin hyönteislajeihin on merkittävä maailman laajuisesti tarkasteltuna, sillä ne sijoittuvat hyönteismaailman ravintoverkon huipulle (Aaltonen 2018). Lisäksi niiden saalistusmatkat ulottuvat vesistöalueiden ulkopuolelle (Karjalainen 2010). Tutkimusalueen avoimella osalla sudenkorennot oleilivat toistuvasti päivittäin pitkiä aikoja, vaikka mikroilmasto maksimilämpötiloiltaan vastaa paahteista elinympäristöä (ks. Kuva 7). Ilmeisesti soveltuva ja runsas hyönteisravinto



Kuva 6. Saalistajien jälkiä amiraalien siivissä. Valokuva: Eira Ainalinpää.

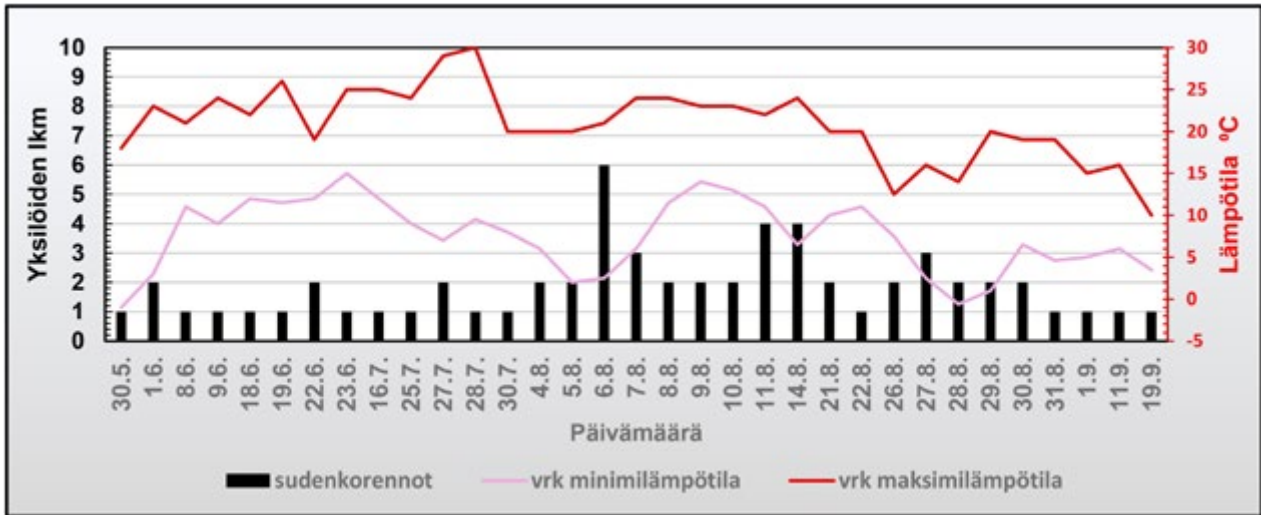
houkuttaa ne paikalle. Alueen sudenkorentojen lajihavaintoja on kertynyt ruskoukkorennoista (*Aeshna grandis*), siniukkonorennoista (*Aeshna juncea*), tummista syyskorennoista (*Sympetion danae*) sekä keihästytkorennoista (*Coenagrion hastulatum*). Näistä ainakin kahden jälkimmäisen lajin on aiemmin todettu käyttävän perhosravintoa (Vesterinen ym. 2020, 3).

Pohdinta

Siipikuvioidin ja siiven rakenteen merkitys muuttuvissa luonnon oloissa

Ilmastonmuutos luo perhosille muuttopainetta löytää sopivia elinympäristöjä. Tilanteen arvellaan olevan hankala etenkin kylmään ilmanalaan sopeutuneille perhoslajeille, jotka hyötyvät laajempialaisista elinympäristöistä lämpimään sopeutuneita lajeja enemmän (Fourcade 2021). Luonnonolot muuttuvat ilman ilmastonmuutostakin ja vieläpä hyvin nopeasti. Perhosten, kuten monien muidenkin hyönteisten ongelmana on pitkään todettu olevan maatalouden tehostuminen, jolloin muun muassa kasvinsuojeluaineiden runsas käyttö ja pientareiden häviäminen ovat vaikuttaneet pölyttäjähönteisten selviämiseen (vrt. Hyvönen ym. 2020, 73; Powney ym. 2019). Oman muutoksensa elinympäristöolosuhteisiin tuo geodiversiteetin liikakäyttö, joka osaltaan johtaa biodiversiteetin vähenemiseen (Ainalinpää 2021). Elinympäristön muutos jättää monille lajeille, kuten perhosille, vaihtoehdoksi vain joko sopeutua, paeta tai hävitä.

Päiväperhosten vuosien välisen esiintymiseen vaikuttavat etenkin lämpötilat ja sadanta. Lajien kantojen nousun syyt on kytketty vallitsevan tai edellisen kesän suotuisiin lämpötiloihin, mutta myös vähäiseen sadantaan vallitsevana kesänä ja runsassateiseen edeltävään kesään (Roy ym. 2001). Toisaalta hyvin pienialainenkin mikroilmasto voi vaikuttaa monien hyönteislajien, kuten päiväperhosten ja kimalaisten selviytymiseen alueella. Elämänkaaren eri vaiheissa perhosella on erilaiset elinympäristötarpeet ja ainakin osalle lajeja on eduksi, jos elinympäristölaikut ovat vaihtelevia olosuhteiltaan (Rytteri 2021; Ainalinpää 2019). Maa- ja kallioperän ominaisuudet sekä kasvilisuuden koostumus säätelevät mikroilmastoa paikalla. Jo hyvin pienialainenkin alue, kuten hiekkainen maaperä, voi vaikuttaa päiväperhosten käyttäytymiseen. Päiväperhoset voivat käyttää ison osan ajastaan oleiluun muilla kuin



Kuva 7. Sudenkorentojen yksilömäärät ja havaintopäivien paikallisilmaston maksimi- ja minimilämpötilat tutkimusalueella Pohjois-Pohjanmaan tutkimusalueella kesällä 2021.

kasvipinnoilla. (Ainalinpää 2020b.)

Ilmiasun variaatiot ovat yksi keino sopeutua ympäristön muutoksiin ja välttyä saalistajilta (Perveen & Khan 2017). Esimerkiksi jotkut perhoslajit ovat sopeutuneet kaupunkiympäristöjen muuttuviin olosuhteisiin juuri tiettyjen ulkoisten ilmasujen toimiessa suojakeinona saastuneilla kaupunkialueilla. Usein uusiin elinolosuhteisiin sopeutuminen vie aikaa. Nyt emme tiedä, riittääkö perhosilla aikaa sopeutua ilmastonmuutoksen synnyttämiin toisenlaisiin elinolosuhteisiin. Pieniä populaation sisäisiä yksilöeroja ilmasussa kuitenkin muodostuu kaiken aikaa. Myös lajin käyttäytymisessä tapahtuu muutoksia sattuman tai opitun käyttäytymisen kautta. Uusimpien tutkimusten valossa yli sadan eläinlajin käyttäytyminen (aggressiivisuus, sosiaalisuus, ympäristön tarkkailu, rohkeus, aktiivisuus) on todettu muuttuneen ihmisen aiheuttamien ympäristön muutosten vuoksi (Gunn ym. 2021). Suomessa päiväperhosista esimerkiksi neitoperhonen, on muuttunut vaeltajaperhosesta paikalliseksi talvehtimisten onnistuttua toistuvasti. Nähtäväksi jää, laajenevatko amiraalien siivissä lämpöä säätelevät värikohtat eli kasvaako esimerkiksi viilentävien vaaleiden siipivärien osuus lämpenevässä ilmastossa. Samoin herää kysymys, riittävätkö siipikuviomuutokset auttamaan

lajeja selviämään rajuista ja nopeista elinympäristömuutoksista. Osalla eliöitä sopeutumiseen tarvitaan enemmän aikaa.

Ilmaston lämpenemisen arvellaan olevan vaeltajaperhoslajeille eduksi, sillä niiden perimä ja käyttäytyminen sisältää kokemuksen pohjoismaita lämpimämmistä olosuhteista. Toisaalta sään ääriolosuhteiden nopeat muutokset ja yhteydet kasvillisuuteen, sairaudet, peto-saalissuhteiden muutokset ja ihmisen nopean aikataulun muutokset elinympäristöihin tuovat omat lisähaasteensa perhosten ilmastonmuutokseen sopeutumiseen. Osalla perhosia erityisesti kuivien kesien vaikutus voi heijastua kielteisesti perhosten populaation määrään (Bergen ym. 2020). Osa yksittäisistä perhospopulaatioista voi hävitä, mutta metapopulaatiossa laji voi säilyä ja välttyä häviämislähtöiseltä siirtymällä toiseen populaatioon, mikäli sellainen on tarjolla (vrt. Nieminen päiväämätön artikkeli). Kaikkiaan kuitenkin lajien selviytymisen kannalta ympäristön kokonaisvaikutukset ovat erittäin ratkaisevia (Hanski 2007). Ympäristömuutoksissa olisi huomioitava muun muassa kulutuksen ja maankäytönkytkökset yhteydet toisiinsa ja edelleen lajikatoihin. Isojen suojelualueiden rinnalla on tärkeää vaalia myös pieniä ja paikallisia elinympäristötyyppien kohteita raken-

netuissa tai luontaisemmissa ympäristöissä, joiden populaatioiden häviämiskahva on suuri. Esimerkiksi omalla tutkimusalueellani päiväperhoslajistossa on havaittu lajien ja niiden lukumäärän kasvua muuttamalla paljas maa-alue monipuoliseksi elinympäristöksi kasvittamalla sekä avaamalla hiekkapintoja ja raivaamalla umpeen kasvanut lähimetsä valoisammaksi (Ainalinpää 2019). Seitsemässä vuodessa (2015–2021) linjalaskennoissa päiväperhosten lukumäärä on noussut 22 päiväperhosyksilöstä 1064 yksilöön ja lajimäärä on kasvanut 14 lajista keskimäärin 35 lajiin.

Johtopäätökset

Luonnontieteellinen tutkimus kohtaa erilaisia luonnon satunnaistapahtumia, jotka kumpuavat sekä lajien perinnöllisistä ominaisuuksista että lukuisista fysikaalisista ympäristöilmiöistä. Pohjois-Pohjanmaan Taidearboretumilla tehtävän tutkimuksen yksi perustarkoituksista on ollut keskittyä lajien pitkäaikaisseurantoihin ja lajienvälisten vuorovaikutusten selvittämiseen. Toisinaan kuitenkin lajien satunnaisilmiöt, kuten päiväperhosten joukkoesiintymät, rikastuttavat sen tuloksia.

Kesän 2021 tutkimustulokset olivat päiväperhoslajien ja lajimäärien osalta hyvin samansuuntaisia kuin aikaisempina kuutena vuonna, mutta elokuussa paikalla havaittiin poikkeuksellinen amiraaliperhosten joukkoesiintyminen. Perhosyksilöitä oleili samalla paikalla noin viikon ajan enimmillään 10–18 yksilöä. Tämä mahdollisti amiraalin kakkosukupolven siipikuviointien tarkemman tarkastelun. Tarkastelussa hyödynnettiin myös kesän 2021 sudenkorentohavaintoja.

Tuloksista voitiin havaita amiraalien siipikuvioiden pieniä yksilökohtaisia eroja, jotka toistuivat tutkimuksessa otannassa. Kuvioerot voitiin jakaa yläpinnan etusiivissä neljään ja yläpinnan takasiivissä kahteen kohtaan. Muutokset näkyivät etusiivissä etenkin punaisen juovan erisuuruuksina laajentumina ja punaisen juovan valkean pisteen vaihteluina. Takasiiven alareu-

nan mustissa pisteissä ilmeni vaihtelua koossa, pistemuodoissa kolmiosta jopa sydänmuotoihin, sekä punaisen juovan yläreunan vaihtelua tasaisesta aaltomaiseen. Pienestä otannasta johtuen tutkimuksesta ei voi tehdä laajoja johtopäätöksiä, mutta se antoi alustavia todisteita amiraalin siipikuvioiden muunteluista.

Amiraalien siipien kärkivälissä esiintyi keskimääräiseen normaaliin kokoon nähden pienisiipisyyttä. Pienimpien yksilöiden siiven kärkiväli oli 3,3 cm. Pienikokoisuus saattoi johtua alueen vähäisestä sadannasta viimeisten viiden vuoden aikana, ja etenkin alkukesän 2021 kuivuus saattoi vaikeuttaa ravintokasvien hyödyntämistä ja amiraalin muodonmuutosta. Määrällisesti amiraalin ravintokasvia nokkosta (*Urtica dioica*) ja ohdakeita (*Cirsium*) esiintyi alueella yleisesti, joten kyse ei liene ravintokasvin häviämisestä vaan pikemminkin ravinnon laadun muutoksesta.

Sudenkorentojen ja amiraalien petosallisuhteesta tulokset ovat vielä alustavia. Kahden harvinaisen ilmiön yhteensattuma: sudenkorentojen esiintyminen paahdealueella ja amiraalien joukkoesiintyminen samanaikaisesti samalla paikalla antavat suuntaa-antavia tuloksia. Sudenkorentojen amiraaleihin kohdistamalla saalistuksella ja havaituilla siipikuvioidella ei havaittu laajempaa yhteyttä. Siipirepeämät eivät estäneet yksilöiden lentoa. Amiraalien ja sudenkorentojen runsaimmat esiintymisajankohdat olivat alustavan tutkimuskierroksen valossa samanaikaisia, mikä lisännee amiraaleille saalistusuhkaa. Ennen varsinaista sudenkorentojen laskentaseurantaa yleishuomiona havaittiin pienikokoisempien päiväperhosten altistuvan sudenkorentojen saalistukselle. Jälkimmäiset huomiot kuitenkin antavat syyn jatkaa tutkimusta tulevinä kesinä.

Kirjallisuus

Aaltonen H 2018 DNA-tutkimus selvitti sudenkorentojen ruokavalion. *Loimu-lehti* 4/2018. <https://www.loimu.fi/lehti/artikkelit/2018/4/DNA-tutkimus_selvitti_suden-

- korentojen_ruokavalion>. [Viittauspäivä 25.11.2021.]
- Ainalinpää E. 2019 Kasvitaiteen ekologiset ulottuvuudet. Elämäsidonnoisista vuorovaikutustarkasteluista kestävyystavoitteiseen taidetoimintaan. Väitöskirja. Acta Universitatis Lapponiensis 386, Lapin yliopisto, Rovaniemi.
- Ainalinpää E 2020a Kohti hiljaista suojelua. *Lajivuorovaikutukseen kasvaminen lähiympäristössä*. EA, Lahti.
- Ainalinpää E 2020b Maa siipien alla – geodiversiteetin merkityksiä päiväperhosten ja ihmisen elämään. *Sahlbergia* 26: 1–2 ja 29–33. <http://koivu.luomus.fi/sahlbergia/2020/sahlbergia_26_1-2_2020.pdf>. [Viittauspäivä 23.2.2021].
- Ainalinpää E 2021 Ilmastotekojen energiavalinnat törmäävät geo- ja biodiversiteetin suojelutarpeisiin. Maantieteen, yhteiskuntatieteen ja ympäristötutkimuksen *Versus*-verkkojulkaisu 4.5.2021. <<https://www.versuslehti.fi/kriittinen-tila/ilmastotekojen-energiavalinnat-tormaavat-geo-jabiodiversiteetin-suojelun-tarpeisiin/>>. [Viittauspäivä 7.3.2022.]
- Anderson M J, Christ, T O, Chase J M, Vellend M, Inouye B D, Freestone A L 2011 Navigating the multiple meanings of β diversity: a road map for the practicing ecologist. *Ecol Lett* 14: 19–28. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01552.x>
- Beldade P & Brakefield P M 2002 The genetics and evo-devo of butterfly wing patterns. *Nat Rev Gen* 3: 442–452. DOI: 10.1038/nrg818
- van Bergen E, Dallas T, DiLeo M F, Kahilainen A, Mattila A L K & Luoto M 2020 The effect of summer drought on the predictability of local extinctions in a butterfly metapopulation. *Cons Biol* 34: 6, 1503–1511. <https://doi.org/10.1111/cobi.13515>
- Brattström O, Bensch S, Wassenaar L I, Hobson K A & Åkesson S 2010 Understanding the migration ecology of European red admirals *Vanessa atalanta* using stable hydrogen isotopes. *Ecography* 33: 720–729. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.05748.x>
- Dobronosov V 2019 About Mass Migration of Painted Lady Butterfly (*Vanessa cardui* L.) to Eurasia in 2019. *Cons Dairy Vet Sci* 2: 244–248. DOI: 10.32474/CDVS.2019.02.000149
- Fourcade Y, Wallis De Vries M, Kuussaari M, van Swaay C A M, Heliölä J & Öckinger E 2021 Habitat amount and distribution modify community dynamics under climate change. *Ecol Lett* 24: 950–957. <https://doi.org/10.1111/ele.13691>
- Gunn R L, Hartley I R, Algar A C, Niemelä P & Keith S A 2021 Understanding behavioural responses to human-induced rapid environmental change: a meta-analysis. *OIKOS*: 1–13. <https://doi.org/10.1111/oik.08366>
- Hanski I 2007 Kutistuva maailma. Elinympäristöjen häviämisen populaatioekologiset seuraukset. Gaudeamus, Helsinki.
- Heikkinen T 2021 Kahden sukupuolen gynandromorfi yllätti perhoslaboratoriossa. Jyväskylän yliopiston *JYUNITY-lehti* 7.9.2021. <<https://jyunity.fi/ajassa/kahden-sukupuolen-gynandromorfi-yllatti-perhoslaboratoriossa/>>. [Viittauspäivä 24.11.2021.]
- Heikkinen T 2019 Perhosen siipi iskee kohtalokkaan viestin. Jyväskylän yliopiston *JYUNITY-lehti* 19.6.2021. <<https://jyunity.fi/tieteessa/perhosen-siipi-iskee-kohtalokkaan-viestin/>>. [Viittauspäivä 24.11.2021.]
- Huang Z, Wang G, Leukunen P, Huttula M & Cao W 2020 Antireflective design of Si-based photovoltaics via biomimicking structures on black butterfly scales. *Solar Energy* 204: 738–747. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.05.031>
- Hyvönen T, Heliölä J, Koikkalainen K, Kuussaari M, Lemola R, Miettinen A, Rankinen K, Regina K. & Turtola E 2020 Maatalouden ympäristötoimenpiteiden ympäristö- ja kustannustehokkuus (MYTTEHO). Loppuraportti. Luonnonvarakeskus. <<http://urn.fi/>

- URN:ISBN:978-952-326-919-4>. [Viittauspäivä 25.11.2021.]
- Jalava H & Suomen Lajitietokeskus 2021 *Amiraali – Vanessa atalanta*. <<https://laji.fi/taxon/MX.60910/biology?showTree=true>>. [Viittauspäivä 23.11.2021.]
- Johansson L C & Henningsson P 2021 Butterflies fly using efficient propulsive clap mechanism owing to flexible wings. *R S Pub* 18: 1–10. <https://doi.org/10.1098/rsif.2020.0854>
- Karjalainen S 2010 Suomen Sudenkorennot. Uudistettu painos. Tammi, Helsinki.
- Kaunisto K M, Roslin T, Forbes M R, Morrill A, Sääksjärvi I E, Puisto A I E, Lilley T M, & Vesterinen E J 2020 Threats from the air: damselfly predation on diverse prey taxa. *J Anim Ecol* 89: 1365–1374. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13184>
- Kaunisto K M, Roslin T, Sääksjärvi I E & Vesterinen E J 2017 Pellets of proof: First glimpse of the dietary composition of adult odonates as revealed by metabarcoding of feces. *Ecol Evol* 7: 8588–8598. <http://dx.doi.org/10.1002/ece3.3404>
- Mattila N, Kaitala V, Komonen A, Päivinen J & Kotiaho J S 2011 Ecological correlates of distribution change and range shift in butterflies. *Ins Cons Div* 4: 239–246. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2011.00141.x>
- Mayhew P J 2002 Shifts in hexapod diversification and what Haldane could have said. *Proc R Soc B* 269: 969–974. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.1957>
- Nicholson D B, Ross A J & Mayhew P J 2014 Fossil evidence for key innovations in the evolution of insect diversity. *Proc R Soc B* 281: 1823. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2014.1823>
- Nieminen M (päiväämätön artikkeli) Täpläverkkoperhosen metapopulaatio Ahvenanmaalla – populaatiobiologian hiukaskiihdytin. <<https://journal.fi/tt/article/download/57921/19665/58067>>. [Viittauspäivä 30.11.2021.]
- Nokelainen O, Hegna R H, Reudler J H, Lindstedt C, & Mappes J 2012 Trade-off between warning signal efficacy and mating success in the wood tiger moth. *Proc R Soc B* 279: 257–265. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.0880>
- Nokelainen O, Valkonen J, Lindstedt C, & Mappes J 2014 Changes in predator community structure shifts the efficacy of two warning signals in Arctiid moths. *J Anim Ecol* 83: 598–605. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12169>
- Papa R, Martin A & Reed R D 2008 Genomic hotspots of adaptation in butterfly wing pattern evolution. *Curr Op in Gen Dev* 18: 559–564. <https://doi.org/10.1016/j.gde.2008.11.007>
- Perveen F K & Khan A 2017 *Lepidoptera*. DOI: 10.5772/intechopen.70452
- Powney G D, Carvell C, Edwards M, Morris R K A, Roy H E, Woodcock & Isaac N J I 2019 Widespread losses of pollinating insects in Britain. *Nat Comm* 10 (1018). <<https://www.nature.com/articles/s41467-019-08974-9>>. [Viittauspäivä 25.11.2021.]
- Roy D B, Rothery P, Moss D, Pollard E & Thomas J A 2001 Butterfly numbers and weather: predicting historical trends in abundance and the future effects of climate change. *J Anim Ecol* 70: 201–217. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2001.00480.x>
- Rytteri S 2021 Butterflies in changing weather conditions: implications for ecology and conservation. Väitöskirja. Helsingin yliopisto. <<https://ethesis.helsinki.fi>>. [Viittauspäivä 10.11.2021.]
- Saastamoinen M 2015 Ympäristön aiheuttama stressi – Kuinka perhonen siitä selviää? Tietysti.fi. <<https://www.aka.fi/tietysti/luonto-ja-ymparisto/nyt-pinnalla1/ympariston-aiheuttama-stressi-kuinka-perhonen-siita-selviaa/#1cc9176d>>. [Viittauspäivä 30.11.2021.]
- Satakunnan Kansa 2021 Noormarkun amiraaliperhosarmeija herätti hämmennystä – Alkukesä saattaa selittää suurta esiintymää.

- 5.8.2021. <<https://www.satakunnankansa.fi/satakunta/art-2000008171015.html>>. [Viit-
tauspäivä 22.10.2021.]
- Silvonen K, Top-Jensen M & M Fibiger 2014
Suomen päivä- ja yöperhoset – maastokä-
sikirja. A field guide to the butterflies and
Moths of Finland. Bugbook Publishing, Øs-
termarie.
- Suomen ympäristökeskus 2021a Päiväper-
hoset ovat nauttineet helteisestä kesästä.
Tiedote 18.8.2021. <[https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Paivaperhoset_ovat_nauttineet_helteisest\(61306\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Paivaperhoset_ovat_nauttineet_helteisest(61306))>. [Viittauspäivä
19.11.2021.]
- Suomen ympäristökeskus 2021b Maatalo-
usympäristön päiväperhosseurannan en-
nakkotiedot perhoskesästä 2021. <www.syke.fi>. [Viittauspäivä 19.11.2021.]
- Talavera G & Vila R 2017 Discovery of mass
migration and breeding of the painted lady
butterfly *Vanessa Cardui* in the Sub-Saha-
ra: the Europe-Africa migration revisited.
Biol J Linn Soc 120: 274–2865. <https://doi.org/10.1111/bij.12873>
- Vesterinen E J, Kaunisto K M & Lilley T M 2020
A Global class reunion with multiple groups
feasting on the declining insect smorgas-
bord. Scientific Reports 10: 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73609-9>
- Eira Ainalinpää (TaT, FM) on vapaa tutkija ja Oulun yliopiston affiliaatti. Hänen tutkimuksensa pääkiinnostuksen kohteita ovat lajivuorovaikutukset, ympäristöfilosofia ja kestävyystutkimus.*