



**TURUN
YLIOPISTO**

Matemaattis-luonnontieteellinen
tiedekunta

Ympäristöolosuhteiden vaikutus neidonkorentojen (Calopterygidae) laskeutumisorientaatioon

Feeliks Hietamäki

Biologia (ekologia)

LuK-tutkielma

Laajuus: 8 op

25.4.2025

Turku

Turun yliopiston laatu järjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin
OriginalityCheck -järjestelmällä.

LuK-tutkielma

Pääaine: Biologia

Tekijä: Feeliks Hietamäki

Otsikko: Ympäristöolosuhteiden vaikutus neidonkorentojen (*Calopterygidae*) laskeutumisorientaatioon

Ohjaajat: Sami Merilaita, Jukka Suhonen, Markus Rantala

Sivumäärä: 14 sivua

Päivämäärä: 25.4.2025

Monilla erilaisilla eläimillä on havaittu orientaatiokäyttäytymistä, jossa eläimellä on jokin sen suosima, preferoitu suunta. Eläin muuttaa kehonsa asentoa niin, että sen antero-posteriorinen ruumiinakseli osoittaa tiettyyn suuntaan. Tämä saattaa kuulostaa itsestään selvältä, mutta orientaatiokäyttäytymistä tutkimalla voidaan selvittää käyttäytymisen syntyyn vaikuttavia evolutiivisia tekijöitä ja jopa sitä, mitä eläimen on mahdollista aistia ympäristöstään. Tämän kandidaatin tutkielman tavoitteena on tutkia, onko neidonkorentojen laskeutumisorientaatiolla jokin satunnaisesta poikkeava, preferoitu suunta, ja onko sillä yhteyttä auringon valon tai veden virtauksen suuntaan. Virtaavan veden äärellä esiintyviä neidonkorentoja tavataan Suomessa kahta lajia, neidonkorento (*Calopteryx virgo*) ja immenkorento, (*Calopteryx splendens*). Tutkimuksen tarkoituksena on keräsin dataa molempien lajien laskeutumisorientaatioista. Keräsin tutkimusaineistoksi astelukudataa näiden korentolajien yksilöiden horisontaalisesta orientaatiosta sekä ympäristömuuttujista karttakompassin avulla heinä-elokuussa 2024 Turun lähiseudulta. Tutkimuksen hypoteeseina on, että korennot suosivat jotakin suuntaa laskeutuessaan ja edelleen että tähän suuntaan vaikuttaa auringon tai veden virtauksen suunta. Analysoin aineiston Rstudio-ohjelmalla, testaten ensin orientaatiosuuntien satunnaisuutta. Sitten selvitin, vaikuttivatko ympäristömuuttujien suunnat korentojen suuntiin. Analyysissä havaittiin, että korentojen laskeutumis suunnat eivät olleet satunnaisia. Tulokset viittaavat siihen, että korennot orientoituvat virtaavan veden vastaisesti sekä kohtisuoraan aurinkoon. Mahdollisia selityksiä tällaiselle käyttäytymiselle löytyy neidon- ja immenkorentojen lajityypillisestä käyttäytymisestä lämmitellä auringossa, sekä saalistuskäyttäytymisestä.

Avainsanat: neidonkorento, orientaatio, etologia, käyttäytymisekologia, ympyrädata.

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Orientaatiokäyttäytyminen	1
1.2	Neidonkorennot ja immenkorennot	1
1.3	Tutkielman tutkimuskysymykset ja tavoitteet.....	2
2	Aineisto ja menetelmät	4
2.1	Aineisto ja datan keruu.....	4
2.2	Aineiston tilastollinen analysointi Rstudiolla.....	5
3	Tulokset	6
4	Pohdinta	9
4.1	Tuloksista yleisesti	9
4.2	Auringon suunnan vaikutus	9
4.3	Veden virtaussuunnan vaikutus.....	10
4.4	Jatkotutkimuksesta.....	11
	Lähdeluettelo	13

1 Johdanto

1.1 Orientaatiokäyttäytyminen

Lähes koko eläinkunnassa havaitaan jonkinlaista orientaatiokäyttäytymistä. Tällä tarkoitetaan sitä, että eläimellä on oman elinympäristönsä ilmiöiden vuoksi jokin sen suosima, preferoitu suunta. Eläin muuttaa kehonsa asentoa niin, että sen antero-posteriorinen ruumiinakseli osoittaa kussakin tilanteessa edulliseen suuntaan (Wiltschko and Wiltschko 2005).

Orientaatiokäyttäytymistä tutkimalla voidaan selvittää erilaisten käyttäytymismallien syntyyn vaikuttaneita evolutiivisia tekijöitä. Ei siis ihme, että monenlaisten eläinten orientaatiosta on tehty paljon tutkimusta. Jopa eläinten mahdollisuuksia aistia ympäristöään voidaan tutkia tällä tavoin, esimerkiksi magneettiaistin tutkimiseen on hyödynnetty muuttolintujen ja jopa nisäkkäiden orientaation tutkimista (Wiltschko and Wiltschko 2005).

1.2 Neidonkorennot ja immenkorennot

Suomessa tavataan kahta neidonkorentojen heimoon (*Calopterygidae*) kuuluvaa lajia, neidonkorento *Calopteryx virgo*, ja immenkorento *Calopteryx splendens* (Karjalainen 2010, Suomen Lajitietokeskus 2025). Tässä tekstissä tarkoitan ”neidonkorennoista” puhuessani heimoa, ja kun puhun lajeista, tuon sen tekstissä esille mahdollisimman selkeästi. Lajeilla on paljon yhteistä, mutta pieniä eroavaisuuksiakin löytyy. Molemmat lajit elävät suurimman osan elämästään toukkavaiheessa akvaattisena petona, jonka jälkeen nousevat vedestä muuntautumaan aikuiseksi neidonkorennoksi ilman koteloitumista (Askew 1988, Karjalainen 2010, 2013). Neidonkorennoilla on siis muiden sudenkorentojen tapaan osittainen muodonvaihdos.

Aikuiset koiraat ovat väriltään tummansinisiä molemmilla lajeilla, mutta immenkorentokoirailta (*C. splendens*) siiven väri rajoittuu tummansiniseen siipivyöhön ja on muuten läpinäkyvä, kun taas neidonkorentokoiraan (*C. virgo*) siipi on kokonaan tai lähes kokonaan tummansininen. *C. splendens* -naaraat ovat väriltään kellertävän vihreitä ja siivet kokonaan läpikuultavat, kun taas *C. virgo* -naaraat ovat ruskeita, siivet kuitenkin läpikuultavat. (Karjalainen 2010). Immenkorentojen ja neidonkorentojen on havaittu risteytyvän luonnossa, mikä kertoo lajien läheisestä sukulaisuudesta ja samankaltaisuudesta (Tynkkynen et al. 2008, Karjalainen 2010).

Molemmat neidonkorentolajit saalistavat lentämällä, ja saaliiksi kelpaavat monenlaiset hyönteiset (Karjalainen 2013, s.65). Enimmäkseen ne syövät kaksisiipisiä, kuten kärpäsiä, hyttysiä ja sääskiä, mutta ravinnoksi kelpaavat esimerkiksi vesiperhoset ja päivänkorennotkin (Karjalainen 2013). Korennot saalistavat tekniikalla, jossa niiden kuusi raajaa muodostavat eräänlaisen korin (samaa tapaan kuin ihmisen saman käden sormet muodostavat kupin), jolla ne kahmaisevat yleensä kohti lentävän saaliin kiinni. Joissain tapauksissa korento voi myös jahdata pois päin lentävää saalista tai napata paikallaan olevan saaliin kiinni (Karjalainen 2013).

Neidonkorennot eivät ole ainoastaan silmiinpistäviä olentoja, jotka tunnetaan metallinhohtoisesta sinisestä väristään sekä perhosmaisesta, sudenkorennoille epätyypillisestä lentotavastaan (Karjalainen 2013, s.36). Ne toimivat myös tärkeinä bioindikaattoreina, ollen hyvin tarkkoja elinympäristöstään (Karjalainen 2010, s.51). Ne ovat ravintoketjussa vähintäänkin toisen tai ylemmän asteen petoja sekä vaativat ympäristöltään tietynlaisia ominaisuuksia, kuten tarpeeksi virtaavaa, mutta kapeaa joen uomaa, sekä toukkien kehittymiselle sopivaa munintapaikkaa (Corbet 1999, Karjalainen 2010, 2013). Neidonkorennot ovat erityisen herkkiä virtavesien rantojen raivaamiselle, koska lentävät hitaasti ja laskeutuvat usein (Askew 1988). Nämä ovat vain muutamia syitä sille, miksi neidonkorentojen tutkiminen on tärkeää ja merkityksellistä.

Neidonkorentoja havainnoidessa voidaan todeta, että laskeuduttuaan niillä ei ole tapana ottaa askeleita tai pyöriä paikallaan, vaan istua samassa asennossa, pituussuuntaista ruumiinakselia muuttamatta. Asentoa vaihtaakseen, ne nousevat uudelleen lentoon ja laskeutuvat uuteen asentoon. Tämä tekee neidonkorennoista hyvän tutkimuskohteen orientaatiokäyttäytymisen tutkimiseen, koska jokaista laskeutumistapahtumaa voidaan käyttää yhtenä havaintona.

1.3 Tutkielman tutkimuskysymykset ja tavoitteet

Tutkielmassani on kaksi tutkimuskysymystä: 1. Ovatko neidonkorentojen laskeutumisten suunnat eli laskeutumisorientaatiot satunnaisia, vai onko jokin suunta muita suosittu? 2. Jos laskeutuminen ei ole satunnaisesti suuntautunutta, vaikuttavatko auringon suunta ja vesistön veden virtaussuunta neidonkorentojen laskeutumisorientaatioon? Näiden kysymysten ympärillä olen tämän tutkielman kontekstissa kiinnostunut lähinnä neidonkorentolajien koiraiden orientaatiota, koska oletan orientaation liittyvän energiatehokkuuden lisäksi läheisesti reiviirikäyttäytymiseen, jossa koiraan rooli on

keskeinen. Neidonkorenoista koiraat ovat niitä yksilöitä, jotka havittelevat tai puolustavat reviiriä (Karjalainen 2013). Orientaatio voi paljastaa koiraiden lisääntymismenestystä parantavia, adaptiivisia käyttäytymismalleja (May 1976, Karjalainen 2013).

Käytin tutkielmaani Nicholas A. Masonin tutkimusta pohjatutkimuksena (Mason 2017). Sain siitä paljon apua ja ideoita esimerkiksi oman aineistoni keräämiseen, sekä tutkittujen sukulaislajien hieman toisistaan eroavan käyttäytymisen pohdintaan. Hänen tutkimuksessaan tarkasteltiin Pohjois-Amerikassa esiintyvää tytönkorentolajia *Enallagma doubledayi*, joka on neidonkorentojen lähisukulaislaji ja kuuluu samaan alalahkoon, hentosudenkorentoihin, *Zygoptera* (Suomen Lajitietokeskus 2025). Mason lähestyi havaintojaan käyttäen hypoteesinaan energiatehokkuuteen tähtäävää energian kulutuksen minimointia. Hän havaitsi tutkimustulostensa osoittavan, että korennot lensivät sitä aktiivisemmin, mitä heikompa tuuli oli. Ne myös näyttivät muuttavan laskeutumisten orientaationsuuntaa minimoidakseen energian turhan kulumisen (Mason 2017).

Toisin kuin Masonin tutkimuksessa, tässä tutkielmassa ei siis havainnoida lentoaktiivisuutta tai -käyttäytymistä, eikä tuulen vaikutusta korentojen käyttäytymiseen, vaan ainoastaan laskeutumistapahtumia ja niiden orientaatioiden yhteyksiä tarkasteltaviin ympäristömuuttujiin, eli auringon suhteelliseen sijaintiin ja korentojen elinympäristönä toimivan veden virtauksen suuntiin. Laskeutumisorientaatioista Mason tutki lämpötilan sekä auringon ja tuulen suuntien ja tuulen voimakkuuden vaikutusta tytönkorentojen orientaationsuuntiin (Mason 2017).

Tutkimuskysymysten perusteluna ovat osittain pohjatutkimuksessakin esille nostetut käyttäytymismallit, joita korenoilla on havaittu. Neidonkorennot lämmittelevät tarvittaessa availemalla siipiään, jolloin suurin siipien pinta-ala on näkyvillä kohtisuoraan korennon edestäpäin (Karjalainen 2013). Toisaalta tällainen käyttäytyminen kuluttaa korennon energiaa siipien availuun. Tällöin Masonin ehdottama korentojen lämmittelytapa, jossa korento on paikallaan kylki aurinkoon päin saattaisi olla energiatehokkaampi tapa lämmitellä (Mason 2017). Näin ollen oletan, että lämmittelykäyttäytyminen voisi aiheuttaa korrelaation neidonkorentojen laskeutumisorientaatioiden ja auringon suunnan välille. On myös mahdollista, että veden virtaussuunnan ja korentojen laskeutumisorientaatioiden välillä on korrelaatio. Perustelu tälle on mahdollisen virran tuoman saaliin havainnointi ja saaliin perään lähteminen. Syitä ja seurauksia tarkastelen lisää pohdinnassa. Tutkittaessa ympäristötekijöiden vaikutuksia neidonkorentojen laskeutumiskäyttäytymiseen, voimme ymmärtää myös niiden mukautumisstrategioita ja käyttäytymisekologia entistä paremmin.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Aineisto ja datan keruu

Keräsin aineiston 26.7.-13.8.2024. Suoritin yhteensä kahdeksan mittausta neljänä eri päivänä, ja mittauspaikat sijaitsivat Turun Koroisissa, Mietoisissa ja Vahdossa. Mittauspaikkoina ja samalla neidonkorentojen luonnollisena elinympäristönä toimivat kapeat jokien kohdat, jossa veden virtaus on suhteellisen voimakasta. Sain tarkempia tietoja korentojen esiintymispaikoista ohjaajaltani sekä nettisivulta www.Laji.fi. Saapuessani tutkimuspaikalle otin muistiinpanot kellonajasta, sijainnista, sääoloista ja mahdollisista muista korentojen esiintyvyyteen ja käyttäytymiseen vaikuttavista tekijöistä, esimerkiksi puiden varjostuksesta jokeen nähden. Tavoitteenani oli kerätä havaintoja erityisesti virtavesien äärellä reviiriään puolustavista koiraista. Kun saavuin sellaiseen kohtaan jokea, jossa havaitsin korentoja, etsin joen rannasta kohdan, josta näin mahdollisimman laajalle alueelle joelle. Pysyin paikallani vähintään minuutin ajan ennen havaintojen merkkäämistä aloittamista, jotta korennot ehtivät tottua läsnäolooni (Mason 2017). Sitten merkitsin jokaisen havaitsemani laskeutuvan korennon ruumiin pituusakselin ilmansuunnan ylös viiden asteen tarkkuudella vertaamalla karttakompassia mahdollisimman tarkasti korennon orientaatioon (Mason 2017). Yksittäinen havaintokerta kesti viisi minuuttia, poikkeuksena yksi havaintokerta, joka kesti kymmenen minuuttia.

Käytin karttakompassia myös auringon valon suunnan sekä veden virtaussuunnan mittaamisessa, osoittamalla kompassin valon ja virtauksen suuntaisesti. Suoritin mittaukset pitäen kompassia suoralla kädellä mahdollisimman kaukana itsestäni, ettei kompassi ota häiriötä esimerkiksi puhelimestani. Keräsin datan muistiinpanoihin puhelimeni muistiosovellukseen, josta siirsin sen myöhemmin tietokoneelle Microsoft Excel -ohjelmaan taulukoksi säilytystä ja myöhempää analyysiä varten.

En sisällyttänyt tutkimukseeni sellaisia laskeutumisia, joissa korento pysähtyi selvästi ei-horisontaaliselle, tai selvästi liikkeessä olevalle pinnalle, esimerkiksi pystysuoralle tai tuulessa heiluvalla heinäkorrelle. Mittasin siis orientaation suunnan ainoastaan horisontaalisella tasolla samoin kuin pohjatutkimuksessani, en kolmiulotteisesti (Mason 2017). En eritellyt havaintoja koiras- ja naarasyksilöistä enkä neidonkorento- ja immenkorentoyksilöistä. Pääsyy tähän on se, että *Calopterygidae*- heimon sisällä näiden

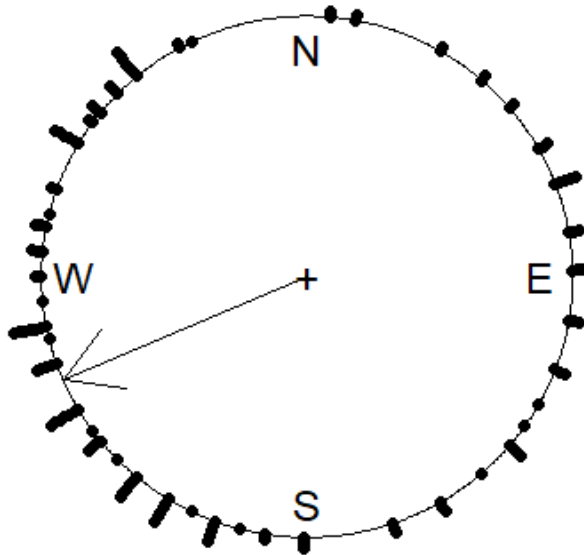
hyönteisten ekologia on hyvin samanlaista, eivätkä tutkielmani menetelmät ole niin tarkkoja, että tällaisesta erottelusta olisi merkittävää hyötyä. Lisäksi aikaa aineiston keräämiselle oli vähän, ja immenkorentoja tai naaraita oli havainnoista niin pieni murto-osa, ettei sillä olisi ollut merkitystä lopullisiin tuloksiin.

2.2 Aineiston tilastollinen analysointi Rstudiolla

Suoritin tilastoanalyysin R-ohjelmalla ja Rstudio-käyttöliittymällä, käyttäen R-ohjelman Circular -pakettia (R Core Team 2023). Tämä helpotti Excel-datataulukon käsittelyä ja erityisesti datan muuttamista ympyrädataksi huomattavasti. Tilastollinen analyysi ja testaus tapahtui kahdessa vaiheessa: Ensin käsittelin neidonkorentojen laskeutumisorientaatioiden suunnat ja vertasin niitä keskenään, jonka jälkeen käsittelin ympäristömuuttujien suunnat ja vertasin niitä korentojen laskeutumisorientaatioiden suuntiin sekä toisiinsa. Suuntamuuttujien luonteen vuoksi on niitä analysoitaessa käytettävä ympyrädatan analysointiin tarkoitettuja menetelmiä. Tämä mahdollistaa esimerkiksi sellaisten laskennallisten tosiasioiden huomioimisen, että suunnat 1° ja 360° eroavat vain 1° verran. Testasin havaittujen laskeutumisten orientaatioiden keskinäistä yhtenevyyttä Rayleigh'n tilastollisella testillä (Rayleigh Test of Uniformity, General Unimodal Alternative). Tämä testi testaa orientaation poikkeavuutta satunnaisesta suuntautumisesta.

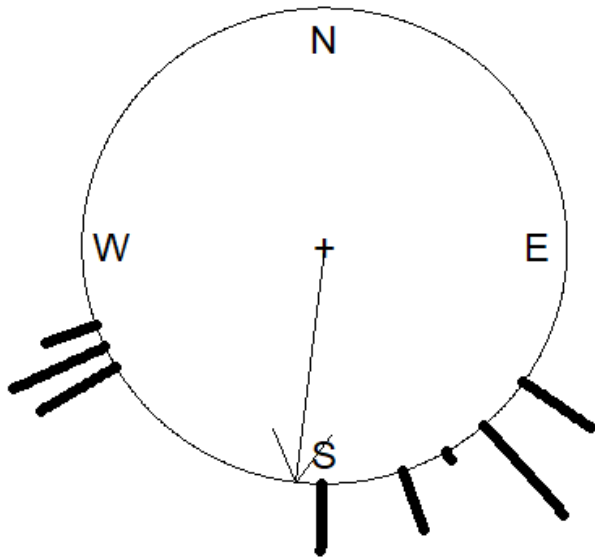
Analyysin toisessa vaiheessa käsittelin ympäristömuuttujiin liittyvää dataa ja vertasin sitä korentojen orientaatioihin. Testasin korentojen orientaationsuuntien korrelaatiota auringon ja veden virtaussuuntiin ympyrädataan perustuvan korrelaatiotestin avulla.

3 Tulokset

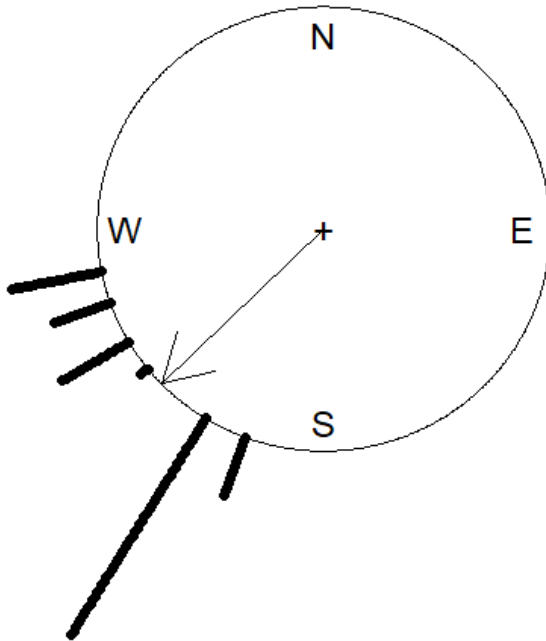


Kuva 1. Neidonkorentojen laskeutumisorientaatiot kompassikuvaajalla. Jokainen musta piste kuvaa yhtä havainnoitua laskeutumisorientaation suuntaa. Kirjaimet kuvaavat ilmansuuntia pohjoinen (N), itä (E) etelä (S), ja länsi (W). Nuoli osoittaa laskeutumisorientaatioiden keskiarvon.

Ensimmäisen vaiheen analyysi Rayleighn tilastollisella testillä osoitti, että havaitut laskeutumissuunnat eivät olleet satunnaisia, eli kaikki laskeutumisorientaatioiden ilmansuunnat eivät olleet yhtä todennäköisiä (Rayleighn testi: $z = 0.26$, $n = 124$, $p < 0.0001$) Havaittujen laskeutumisten suunnan keskiarvo on 247° . Testituloksen yhdessä laskeutumisorientaatioita kuvaavan kompassikuvaajan (kuva 1) tarkastelun kanssa osoittaa, että korennot suosivat tutkimuspisteillä laskeutuessaan keskimäärin ilmansuuntaa luode-lounas.



Kuva 2. Auringon suunnat kompassikuvaajalla. Jokainen musta piste kuvaa yhtä laskeutumisen yhteydessä havainnoitua auringon suuntaa. Kirjaimet kuvaavat ilmansuuntia pohjoinen (N), itä (E) etelä (S), ja länsi (W). Nuoli osoittaa suuntien keskiarvon (187°).



Kuva 3. Vesistöjen veden virtauksen suunnat kompassikuvaajalla. Jokainen musta piste kuvaa yhtä laskeutumisen yhteydessä havainnoitua virtaussuuntaa. Kirjaimet kuvaavat ilmansuuntia pohjoinen (N), itä (E) etelä (S), ja länsi (W). Nuoli osoittaa suuntien keskiarvon (226°).

Analyysin toisessa vaiheessa tutkin ympäristömuuttujien vaikutusta laskeutumisten suuntiin. Tuloksena on, että neidonkorentojen laskeutumissuunta on positiivisesti yhteydessä auringon suuntaan, ($r = 0.45$, $n = 124$, $p < 0.0001$) sekä negatiivisesti yhteydessä veden

virtaussuuntaan ($r = -0.51$, $n = 124$, $p < 0.0001$). Tulokset olivat molempien ympäristömuuttujien kohdalla tilastollisesti merkitsevät.

Myös korrelaatio auringon ja virtauksen suuntien välillä oli negatiivinen ($r = -0.74$, $n = 124$, $p < 0.0001$). Negatiivinen suhde muuttujien välillä selittyy sillä, että toisen muuttujan astelukuarvon kasvaessa toinen pienenee. Koko tutkimuksen aikana datan keruuhetkinä ilmaan lämpötila vaihteli hyvin vähän, välillä 20–24°C.

4 Pohdinta

4.1 Tuloksista yleisesti

Aineiston analysointi osoitti, että neidonkorennot eivät orientoidu satunnaisesti laskeutuessaan, vaan suuntaavat vartalonsa antero-posteriorisen akselin keskimäärin kohti aurinkoa, ja veden virtaussuunnan vastaisesti. Neidonkorennot siis laskeutuivat keskimäärin päätä aurinkoa kohti, ja vesistön yläjuoksua kohti.

Tämän tutkielman teoriapohjana hyödynnän ensinnä etologiaa, joka tutkii eläinten käyttäytymistä niiden luonnollisessa ympäristössään sekä korostaa käyttäytymismallien evolutiivista merkitystä suhteessa ympäristön vaikutuksiin. Se selittää korrelaatiota auringon suunnan kanssa, korostamalla evoluution mahdollisuutta muokata neidonkorentojen laskeutumisstrategioita niiden energiatehokkuuden maksimoimiseksi. Toiseksi pohdin negatiivista korrelaatiota orientaatio-suuntien ja veden virtaussuunnan välillä optimaalisen ravinnonhaun teorian kautta. Se saattaa osaltaan selittää saamiani tuloksia, vaikka en mitannutkaan suoranaisesti saalistamista. Näiden lisäksi käytän pohdinnan tukena muita aiheeseen liittyviä aikaisempia tutkimuksia ja niiden tuloksia. Käsittelen myös lyhyesti seksuaalisen valinnan teoriaa, jonka avulla pohdin laskeutumiskäyttäytymisen mahdollisia vaikutuksia kumppanin saamiseen ja lisääntymismenestykseen. Hyödyntämällä erilaisia lähestymistapoja, voin saamieni tulosten pohjalta parantaa ymmärrystä ekologisesta ja evolutiivisesta dynamiikasta, joka vaikuttaa Calopterygidae-heimon neidonkorentojen laskeutumiskäyttäytymiseen.

4.2 Auringon suunnan vaikutus

Lähtökohtaisesti sudenkorennot lentävät auringonpaisteessa. Koska sudenkorennot ovat vaihtolämpöisiä eläimiä, niiden pääasiallinen tapa säädellä ruumiinlämpöään on kehon asennon muuttaminen auringon suhteen (Karjalainen 2010, s.47). Neidonkorentokoiraiden on aiemmassa tutkimuksessa havaittu lämmittelevän availemalla siipiään (May 1976, Karjalainen 2013). Neidonkorentojen siipien pinta-ala on suurin aurinkoon nähden, kun se levittää siipensä ja osoittaa samalla kohtisuoraan aurinkoon. Tämän tutkimuksen myöhäiskesän ajankohta ja suhteellisen alhainen lämpötila huomioiden, voidaan olettaa, että tutkimukseen valikoiduilla korennoilla oli tarve nimenomaan lämmittelylle, eikä kehonsa

viilentämiselle. Tulokseni korentojen orientaatiosta aurinkoa kohti tukee tämän lämmittelyyn liittyvän käyttäytymisen esiintymistä. Masonin esittämä tapa korentojen lämmittelystä kylki aurinkoon päin johtuu todennäköisesti tutkittavien lajien välisistä rakenteellisista eroista. Hänen tutkimuskohteenaan olevien *Enallagma* -suvun korentojen siivet ovat kirkkaat ja läpinäkyvät, toisin kuin tämän tutkielman neidonkorentojen siivet, jotka ovat kokonaan tai suurelta osin tummat (Karjalainen 2013). Kirkkaiden siipien levittely aurinkoon päin ei olisi tehokas tapa lämmitellä, ja se selittäisi Masonin havaitseman lämmittelykäytöksen, jossa korento orientoituu kylki aurinkoa kohti (Mason 2017).

Neidonkorentojen aikuiselämä kestää vain reilun kuukauden ajan. Verrattuna yhden tai jopa kahden vuoden mittaiseen toukkavaiheeseen, korentojen aikuiselämä on hyvin lyhyt (Karjalainen 2013, s.59). Muiden eläinten tavoin, paritteleminen on yksittäiselle korenolle sen aikuisvaiheen tärkein prioriteetti. Neidonkorentojen on todettu keskittyvän saalistamiseen pilvisinä päivinä enemmän kuin reviiri- ja lisääntymiskäyttäytymiseen, kun taas aurinkoisella säällä kamppailu koiraiden välillä ja kilpailu naaraista ja otollisista reviiereistä on aktiivisinta (Karjalainen 2013, s.52). Parhaan lentosään käyttäminen reviirikilpailuun tukee edelleen käsitystä siitä, että aikuiselämänsä aikana korennot käyttävät resurssejaan voimakkaasti lisääntymiseen. Tämä saattaa olla toinen selittävä tekijä korrelaatiolle laskeutumisorientaatioiden ja auringon suuntien välillä. Tämä saattaa selittää myös sitä, miksi en saanut pilvisellä säällä havaintoja ollenkaan. Sen perusteella saamani havainnot laskeutumisten suunnista siis todennäköisesti korostavat koiraiden välisissä kilpailutilanteissa tapahtuneita laskeutumisia.

On mahdollista, että neidonkorentokoiraiden sijoittuminen suotuisille reviiereille ei tarkoita ainoastaan parasta lämmittelypaikkaa, vaan myös parasta näkyvyyttä mahdollisille parittelukumppaneille tai mahdollisesti kilpailevien koiraiden havainnointiin. Sauseng et al. havaitsivat tarkoilla mittauksilla, että toinen sudenkorentolaji, *Libellula quadrimaculata*, orientoituu hyvinkin tarkasti auringon paikan suhteen optimoidakseen koko taivaan näkökenttäänsä (Sauseng et al. 2013). Tosin tämä käyttäytyminen liittyy tällä lajilla saalistuskäyttäytymiseen, saaliin havaitsemisen todennäköisyyden maksimointiin. Lisäksi kyseinen laji vaanii saalistaan paikoillaan toisin kuin neidonkorennot, jotka useimmiten jahtaavat saalistaan lentämällä (Karjalainen 2013, Sauseng et al. 2013).

4.3 Veden virtaussuunnan vaikutus

Laskeutumissuunnan ja veden virtaussuunnan negatiivinen korrelaatio tukee ajatusta siitä, että myös veden virtaussuunnalla on vaikutusta neidonkorentojen käyttäytymiseen. Oli kyseessä sitten myötä- tai vastavirta, niin veden virran suuntaisesti orientoituminen selittyy ympäristön havainnoinnin tärkeydellä. Neidonkorentojen kaksi massiivista verkkosilmää antavat niille laajan, lähes 360 asteen näkökentän. Ne, sekä niiden välissä sijaitsevat kolme pistesilmää osoittavat näköaistin olevan korentojen tärkeimpiä aisteja, joten sijoittuminen joen suuntaisesti mahdollistaa hyvät tähytysmahdollisuudet (Karjalainen 2013).

Tutkimuksen tuloksista on pääteltävissä, että korentokoiraiden orientoituminen tietyllä tavalla voi palvella montaa tarkoitusta. Koiraiden on kelpoisuutensa maksimoimiseksi syytä maksimoida oma toimintakykynsä edistämällä onnistunutta saalistamista sekä optimoimalla kumppanien ja kilpailijoiden havainnointia niiden lentoaikana. Tällöin valintapaine suosii edukseen toimivia koiraita jotka pääsevät parittelemaan, jolloin luonnonvalintaa pääsee tapahtumaan ja lajilla tapahtuu kehitystä (Corbet 1999, Karjalainen 2013, Mason 2017). Tämä on esimerkki saalistuskäyttäytymisen ja lisääntymisstrategioiden monimutkaisesta vuorovaikutuksesta, mikä korostaa käyttäytymisekologisen tutkimuksen merkitystä.

Yhteenvedona voin todeta, että tutkielmani ei ainoastaan paranna ymmärtämystä Calopterygidae- heimon neidonkorenoista, vaan myös havainnollistaa useiden teoreettisten näkökulmien yhdistämisen arvoa, jotta saadaan kokonaisempi kuva havaitun käyttäytymisen kehittymisestä ja neidonkorentojen toiminnasta.

4.4 Jatkotutkimuksesta

Tutkielman tekoon liittyy niukan ajan ja resurssien puitteissa joitakin virhelähteitä, jotka on hyvä tiedostaa tuloksia tarkastellessa. Keräämässäni datassa melkein jokaisella mittauspaikalla vesi virtasi sattumalta jotakuinkin lounaan suuntaan, ja auringon ollessa keskimäärin etelässä havainnointien aikaan, eroa näiden kahden muuttujan välillä on suhteellisen vähän. Tällä saattaa olla myös vaikutusta havaittuun auringon ja veden virtaussuunnan väliseen korrelaatioon. En siis voi varmuudella päätellä, vaikuttaako korentojen laskeutumissuuntautumiseen vain auringon tai veden virtauksen suunta, vai molemmat. Lisäksi Mietoisten sillan mittauspiste on tässä datassa yliedustettuna, koska suoritin siellä useamman mittauskerran.

Jos toteuttaisin tutkimuksen uudestaan, niin muuttaisin siinä seuraavia asioita:

Ensimmäiseksi erottelisin neidon- ja immenkorennot, sekä koiraat ja naaraat tarkemmin, jotta lajien ja sukupuolten välisiä eroja olisi mahdollista tarkastella tutkimustuloksista. Toisena asiana erottelisin selkeät reviiiritaisteluun liittyvät laskeutumiset muista laskeutumisista, koska ne saattavat vääristää keskimääräisiä laskeutumissuuntia ollen riippuvaisia toisista korennoista ja niiden liikkeistä. Jos olisi mahdollista, niin keräisin aineistoa pidemmältä aikaväliltä kuten koko korentojen lentoajan laajuudelta, että data olisi luotettavampaa. Samasta syystä keräisin määrällisesti enemmän dataa, että lajien ja sukupuolten väliset erot olisivat nähtävissä paremmin. Valikoin tutkimuspaikoiksi sellaisia kohteita, joissa veden virtaussuunta vaihtelisi enemmän, sekä suorittaisin mittauksia tasaisesti eri kellonaikoihin erisuuntaisten auringon sijaintien saamiseksi. Näin tuloksista saataisiin eroteltua erityisesti auringon ja virtauksen yhteys ja sitä kautta vaikutus laskeutumisorientaatioihin.

Tämän lisäksi keräisin dataa muillakin tavoin eriävissä sääoloissa, että niiden vaikutukset näkyisivät selkeämmin tuloksissa. Tässä tutkimuksessa sääolot, kuten tuulisuus, aurinkoisuus ja lämpötila olivat suhteellisen samanlaisia eikä pilvisellä säällä havaintoja tullut ollenkaan. Auringossa lämmittelyn hypoteesiin sisältyy se oletus, että viileämmällä säällä korennoilla on kovempi tarve lämmitellä. Tällöin lämpötilan ollessa alhainen, korrelaation orientaatiosuunnan ja auringon välillä voisi olettaa näkyvän vahvempana. Tutkimuksen oli tarkoitus sisältää myös ilman lämpötilan vaikutus korentojen laskeutumisorientaatioon, erityisesti korrelaatioon laskeutumisorientaatioiden ja auringon suunnan välillä. Sain havaintoja kuitenkin ainoastaan sellaisina päivinä, joiden lämpötilat olivat erittäin lähellä toisiaan. Lämpötilan vaikutusta neidonkorentojen laskeutumisorientaatioon ei siis tällä aineistolla voinut luotettavasti tutkia.

Viimeisenä lisäyksenä ottaisin mukaan kokonaan uutena muuttujana maan magneettikentän suunnan, jonka vaikutuksia korentojen orientaatiokäyttäytymiseen oli myös alun perin tarkoitus tutkia. Sen vaikutuksen havaitsemiseksi edellä mainitut muutokset tutkimukseen olisivat todennäköisesti tarpeellisia, koska voidaan olettaa magneettikentän vaikuttavan orientaatioon muita muuttujia huomattavasti heikommin. Magneettikentän vaikutusten tutkiminen antaisi tietoa korentojen magneettiaistista ja sen mahdollisista hyödyistä korennoille. Tulevan tutkimuksen kannattaisi keskittyä tarkempiin ja pitkäaikaisempiin tutkimuksiin, jotka tutkivat ympäristön muuttujien suhdetta neidonkorentojen laskeutumisorientaatioiden suuntiin edelleen. Näin saataisiin tarkemmin selville, miten kukin muuttuja vaikuttaa kussakin aikuisvaiheessa olevan korennon käyttäytymistä. Hyödyntämällä laajasti käyttäytymisekologian, etologian, ja optimaalisen ravinnonhaun teorioita, voitaisiin käyttäytymismallien taustalla olevia vuorovaikutussuhteita analysoida paremmin.

Lähdeluettelo

- Askew, R. R. 1988. The dragonflies of Europe. Harley books, Colchester.
- Corbet, P. S. 1999. Dragonflies: Behavior and Ecology of Odonata. Comstock Pub. Associates.
- <https://www.ilmatieteenlaitos.fi>. (n.d.). Etusivu - Ilmatieteen laitos.
- <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/>.
- Karjalainen, S. 2010. Suomen sudenkorennot. Uud. laitos. Tammi, Helsinki.
- Karjalainen, S. 2013. Neidonkorennot: solisevien vetten lentävät jalokivet = Demoiselle damselflies : winged jewels of silvery streams. Caloptera, Helsinki.
- Mason, N. A. 2017. Effects of wind, ambient temperature and sun position on damselfly flight activity and perch orientation. *Animal Behaviour* 124:175–181.
- May, M. L. 1976. Thermoregulation and Adaptation to Temperature in Dragonflies (Odonata: Anisoptera). *Ecological Monographs* 46:1–32.
- R Core Team (2023). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>. (n.d.). .
- Sää Suomeen ja ulkomaille. (n.d.). . <https://www.foreca.fi/>.
- Sauseng, M., M.-A. Pabst, and K. Kral. 2013. The dragonfly *Libellula quadrimaculata* (Odonata: Libellulidae) makes optimal use of the dorsal fovea of the compound eyes during perching. *EJE* 100:475–479.
- Suomen Lajitietokeskus. 2025, March. . <https://laji.fi/>.
- Tynkkynen, K., A. Grapputo, J. S. Kotiaho, M. J. Rantala, S. Väänänen, and J. Suhonen. 2008. Hybridization in *Calopteryx* damselflies: the role of males. *Animal Behaviour* 75:1431–1439.

Wiltschko, W., and R. Wiltschko. 2005. Magnetic orientation and magnetoreception in birds and other animals. *Journal of Comparative Physiology A* 191:675–693.