



**TURUN
YLIOPISTO**

Matemaattis-luonnontieteellinen
tiedekunta

Linnunpönttötyyppien mikroilmastojen vaikutus kolopesijöiden pesintään

Venla Westerlund

Biologia
LuK-tutkielma
Laajuus: 8 op

11.11.2025

Turku

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

LuK-tutkielma

Pääaine: Biologia (ekologia ja evoluutiobiologia)

Tekijä: Venla Westerlund

Otsikko: Linnunpönttötyyppien mikroilmastojen vaikutus kolopesijöiden pesintään

Ohjaaja: Tapio Eeva

Sivumäärä: 15 sivua

Päivämäärä: 11.11.2025

Linnunpönttöjen asennus ja ylläpito ovat helpottaneet kolopesijöiden pesinnän ja poikastuoton tutkimusta sekä lisänneet tietoa pesän rakentamisesta, pesinnän etenemisestä ja onnistumisesta. Eri pönttötyypeillä on havaittu erilaisia ääriarvoja sekä lämpötilassa että suhteellisessa kosteudessa, jotka voivat vaikuttaa muninnan aloitukseen, emojen käyttäytymiseen sekä poikasten kasvuun ja selviytymiseen. Tutkimuksia varten valituilla pönttötyypeillä voi olla vaikutus paikallisten populaatioiden kokoon ja elinkiertoosiin. Tämän tutkielman tarkoituksena on selvittää, havaitaanko pönttötyyppien välillä eroja lämpötilassa tai suhteellisessa ilmankosteudessa, ja vaikuttavatko mahdolliset erot lentopoikastuottoon. Tutkimuksen havainnot tehtiin Turun Maariassa koalueella, jonne oli asennettu viittä erilaista linnunpönttötyyppiä, joita kutakin oli 10 kappaletta. Pönttötyypit ovat peräisin Suomesta, Ruotsista, Iso-Britanniasta, Tšekistä ja Alankomaista. Pönttöjä on käytetty kussakin maassa tutkimustarkoituksissa ja niiden välisiä eroja on syytä selvittää tutkimusten vertailukelpoisuuden tarkastelua varten. Tutkimuslajeiksi rajattiin alueen linnunpöntöissä yleisimmin pesivät lajit kirjosiippo (*Ficedula hypoleuca*) ja talitiainen (*Parus major*). Pönttöjen seiniin asennettiin kosteus- ja lämpötilamittari, joka mittasi ja tallensi arvoja kolmen tunnin välein toukokuun alusta heinäkuun loppuun. Pesintää seurattiin viikoittain ja poikastuotto arvioitiin maastohavaintojen perusteella. Pönttöjen läheisyyden puiden latvuspeittävyys arvioitiin silmämääräisesti ja pöntön ilmansuunta mitattiin kompassilla. Korkeimmat lämpötilat mitattiin alankomaalaisissa pöntöissä. Muuten pönttötyypillä, ilmansuunnalla tai latvuspeittävyydellä ei havaittu yhteyttä lämpötilaan tai kosteuteen pöntön sisällä. Kosteus tai lämpötila eivät vaikuttaneet kummankaan tutkimuslajin lentopoikastuottoon. Tutkimus on samanaikaisesti käynnissä muualla Euroopassa, joten tuloksien tarkastelu kansainvälisesti voi paljastaa eroja, joita ei havaita tarkasteltaessa paikallisia populaatioita. Euroopan välisiä tuloksia tarkasteltaessa voi myös ilmetä eroja eri pönttötyyppien lämpötila- ja kosteusarvoissa eri ilmastoissa.

Avainsanat: Kolopesijä, mikroilmasto, linnunpönttö, lentopoikastuotto, talitiainen, *Parus major*, kirjosiippo, *Ficedula hypoleuca*

Sisällys

| | |
|-------------------------------|----|
| 1 Johdanto | 1 |
| 2 Aineisto ja menetelmät..... | 3 |
| 3 Tulokset..... | 6 |
| 4 Pohdinta..... | 9 |
| Kiitokset | 13 |
| Lähteet..... | 14 |

1 Johdanto

Linnunpönttöjen asennus ja ylläpito ovat tärkeä osa lintujen tutkimusta sekä suojelua niin Suomessa kuin muualla Euroopassa. Pönttöjen käyttö kolopesijöiden tutkimisessa on helpottanut pesinnän seurantaan, lisännyt tietämystä pesinnän onnistumisesta ja pesän rakennuksesta sekä lisää yleensä tutkittavien kolopesijöiden määrää paikallisesti (Lambrechts ym. 2010). Linnunpönttötyypin valinta on tärkeä osa linnuilla suoritettavien tutkimusten toteutusta, koska pönttötyypit ja niiden olosuhteet vaikuttavat, paitsi pesivään lintulajiin, myös pesintään ja sen onnistumiseen ja täten myös paikallisten populaatioiden kokoihin (Bueno-Enciso ym. 2016).

Eri materiaaleista rakennetuissa pöntöissä on merkittäviä eroja kosteuden ja lämpötilan ääriarvoissa. Erilaiset pönttötyypit vaikuttavat myös muninnan aloitusajankohtaan, munamäärään, poikasten kasvuun ja niihin kohdistuvaan saalistukseen sekä emojen käyttäytymiseen, energiankulutukseen ja päiväaktiivisuuteen (Ardia ym. 2009; Bueno-Enciso ym. 2016). Eri lajien välillä on havaittu preferenssejä eri pönttötyypeille, joissa on erilaisia lämpötila- ja kosteusarvoja. Preferenssiä voivat kuitenkin selittää myös muut eroavaisuudet, kuten pönttöjen koko ja valoisuus (Bueno-Enciso ym. 2016).

Alhainen kosteus lisää veden haihtumista munan kuoren läpi. Haihtumisen seurauksena munan massa pienentyy, jonka on huomattu aiheuttavan lisääntyntä poikaskuolevuutta (Hamdy ym. 1991). Matalan lämpötilan ja liian matalan suhteellisen kosteuden on havaittu vaikuttavan myös kuoriutumisen jälkeiseen kasvuun. Poikasten paino jää odotettua alhaisemmaksi vähentyneen ruuansaannin takia, koska viileät lämpötilat hidastavat hyönteisten kehitystä (Gardner ym. 2025) ja vähentävät niiden aktiivisuutta (Kenneth 1939). Viileässä ilmastossa myös hedelmöitettyjen munien kuoriutuvuus vähenee. Alhaisella kosteudella ja lämpötilalla oli kuitenkin vähäinen vaikutus poikasten laatuun tai kuoriutumisen jälkeiseen selviytymiseen (van der Pol ym. 2013).

Liian korkeat lämpötilat voivat johtaa hypertermiaan, eli poikasten ylikuumentumiseen, lisäten poikaskuolevuutta (Hamdy ym. 1991; Bueno-Enciso ym. 2016). Ardian ym. (2009)

tutkimuksessa havaittiin, että lämmitetyissä pöntöissä kelopääskynaaraat (*Tachycineta bicolor*) käyttivät enemmän aikaa hautomiseen. Erityisen vahva vaikutus havaittiin niihin yksilöihin, jotka aloittivat pesinnän myöhässä. Lämmityksen on havaittu myös lisäävän synkroniaa poikasten kuoriutumisen, vaikuttaen lajin elinkierto- ja pesintäsuorituksen sekä pesinnän kulkuun (Ardia ym. 2009). Energia, joka säästetään lämmönsäätelyssä, voidaan käyttää suuremman poikueen tuottamiseen. Viilennetyissä linnunpöntöissä tutkitut tiaisnaaraat tuottivat puolestaan vähemmän ja pienempiä munia verrattuina lämmitettyjen pönttöjen naaraisiin (Nager ja Van Noordwijk 1992). Välimerellä liian kuumien olosuhteiden on havaittu vaikuttavan myös lentopoikasten selviytymiseen pesästä lähtemisen jälkeen (Greño ym. 2008).

Pönttötyypin valinta ei siis ole yhdentekevä kysymys, vaan sillä voi olla merkittäviä vaikutuksia paikallisiin populaatioihin, mikä on huomioitava tutkimusta suunniteltaessa (Lambrechts ym. 2010; Møller ym. 2014a; Bueno-Enciso ym. 2016). Pönttöjen erilaiset rakenteet vaikuttavat myös lintujen kiinniottomenetelmiin, ja tämän kautta linnuille kiinniotosta aiheutuvaan stressin määrään (Lambrechts ym. 2010). Lämpötilan vaikutuksen ymmärtäminen auttaa myös ennustamaan ilmastonmuutoksen aiheuttaman lämpenevän ympäristön vaikutuksia lintujen lisääntymiseen. Tähän mennessä lämpimillä vuosilla on yleensä ollut positiivinen vaikutus lisääntymismenestykseen (McCarty 2001), mutta liian kuumat olosuhteet voivat kuitenkin vaikuttaa negatiivisesti esimerkiksi pesästä lähteneiden poikasten elossa säilymiseen. Liian korkean lämpötilan aiheuttama stressi sekä vähentynyt hyönteisten määrä heikentää talitiaisten elossa säilymisen todennäköisyyttä pesästä lähteneillä poikasilla (Greño ym. 2008).

Tämän tutkielman tavoitteena on selvittää erilaisten linnunpönttötyyppien vaikutusta kosteus- ja lämpötila-arvoihin sekä kolopesijöiden pesinnän onnistumiseen, jota arvioidaan lentokykyisten poikasten tuotannon perusteella. Oletuksena on, että erilaisissa pönttömalleissa esiintyy toisistaan poikkeavia lämpötila- ja kosteusarvoja, joilla on vaikutuksia tuotettujen lentopoikasten määrään. Tutkielma tuottaa jatkumoa muutamia vuosia kestäneelle seurannalle Maarian tutkimusalueella ja syventää tietoa juuri kosteuden ja lämpötilojen vaikutuksista pesintään. Tutkimusta tehdään samanaikaisesti myös neljässä eri Euroopan maassa (Ruotsi, Iso-Britannia, Tšekki ja Alankomaat), joten kokonaisuudessaan tutkimus mahdollistaa laajan kuvan luomisen eri pönttötyyppien vaikutuksista pesintään ja sen onnistumiseen eri

ympäristöolosuhteissa eri puolilla Eurooppaa. Tässä tutkielmassa keskityn kuitenkin suomalaisella tutkimuspopulaatiolla toteutettuun mikroilmaston vaikutusten selvittämiseen.

2 Aineisto ja menetelmät

Tutkimusalueen linnunpöntöissä on aikaisempina vuosina pesinyt talitiaisia (*Parus major*), sinitiaisia (*Cyanistes caeruleus*), kuusitiaisia (*Periparus ater*) sekä kirjosiippoja (*Ficedula hypoleuca*). Pönttöjen yleisimmät asukkaat, talitiainen ja kirjosiippo, rajattiin tutkimuslajeiksi. Kumpikin tutkimuslajeista on ns. toisiokolopesijöitä (secondary hole-nesting birds), eli ne eivät kaiverra omaa pesäkoloaan, vaan käyttävät pesintään valmiita onkaloita (Møller ym. 2014b; Lambrechts ja Deeming 2024). Talitiainen on Suomen suurin ja yleisin tiaislaji ja erittäin yleinen pönttölintu. Talitiainen rakentaa pesän sammaleesta, karvasta, villasta ja höyhenistä joko luonnonkoloon tai linnunpönttöön ja munii 6–12 munaa huhti-toukokuussa. Toisen poikueen tekeminen kesä-heinäkuussa on tavallista (Luontoportti 2025a). Kirjosiepot käyttävät talitiaisen tavoin joko luonnollisia onkaloita tai linnunpönttöjä pesintään. Ne rakentavat pesän kuivista lehdistä, puun kuoresta, jouhista sekä kuivasta heinästä ja munivat toukokuussa 5–8 munaa. Kirjosiepot talvehtivat trooppisessa Afrikassa, mutta varsinkin koiraat ovat pesäpaikkauskollisia ja palaavat toukokuun alussa pesäpaikoille ympäri Suomea (Luontoportti 2025b).

Linnunpönttöjä oli Turussa Maarian koalueella yhteensä 50 kappaletta. Pönttöjä oli viittä erilaista tyyppiä viidestä maasta (Suomi, Ruotsi, Iso-Britannia, Alankomaat, Tšekki) ja kutakin oli kymmenen kappaletta. Pöntöt ovat tutkimuskäytössä yllä mainituissa maissa, jonka takia niiden välisten eroavaisuuksien selvittäminen on tärkeää tutkimusten vertailukelpoisuuden tarkastelua varten. Pöntöt ovat rakennettu eri tavoilla ja erilaisista materiaaleista (Taulukko 1, Kuva 1). Myös pönttöjen pohjapinta-alat poikkeavat toisistaan (Taulukko 1). Kaikkien pönttöjen lentoaukon halkaisija on 32 mm.

Taulukko 1. Eri pönttötyyppien pohjapinta-ala, materiaali, katon kaltevuus sekä avautumissuunta esitetty maakohtaisesti.

| Pöntön alkuperämaa | Pohjapinta-ala (cm ²) | Materiaali | Katon kaltevuus | Pöntön avautuminen |
|--------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------|--------------------|
| Ruotsi | 100 | Puu | Eteenpäin | Ylhäältä |
| Tšekki | 132 | Puu (bitumihuopakatto) | Taaksepäin | Edestä |
| Iso-Britannia | 113 | Puubetoni | Kartio | Edestä |
| Alankomaat | 108 | Puu (bitumihuopakatto) | Tasainen | Ylhäältä |
| Suomi | 144 | Puu (vesivanerikatto) | Tasainen | Ylhäältä |



Kuva 1. Pönttötyypit ja niiden valmistusmaat järjestyksessä vasemmalta oikealle: Ruotsi, Tšekki, Iso-Britannia, Alankomaat, Suomi.

Asensin pönttöjen seiniin ennen pesinnän alkamista kosteus- ja lämpötilamittarit (DA1923-F5# Hygrochron, Maxim integrated products), jotka ohjelmoitiin Thermodata Viewer 3.2.12 -sovelluksella tekemään mittaus kolmen tunnin välein toukokuun alusta kesäkuun loppuun. Kiinnitin mittarit pönttöjen vasemman seinän keskipisteeseen nastalla, jotta ne olisivat samalla tasolla pesäkupin ja poikasten kanssa. Betonisiin pönttöihin liimasin asennusliimalla (Würth 5100) pienen puukappaleen, johon mittari saatiin kiinnitettyä nastalla (Kuva 2). Lisäksi arvioin silmämääräisesti latvuston peittävyuden noin kahden metrin päästä pöntön suuaukosta katsoen, sekä pesäpöntön ilmansuunnan kompassin avulla. Pesinnän etenemistä seurattiin viikoittain toukokuun alusta lähtien pesän rakentamisesta alkaen, kunnes poikaset lensivät pesästä.

Tutkimuksessa huomioitiin onnistuneen pesinnän indikaattorina pesästä lentävien poikasten määrä, joka arvioitiin pesäkohtaisesti kesän aikana kerättyjen maastomuistiinpanojen perusteella.



Kuva 2. Kosteus- ja lämpötilamittari isobritannialaisessa puubetonipöntössä asennuksen jälkeen.

Tein tilastotestit SAS Enterprise Guide 8.3 -ohjelmalla. Pönttötyyppien ominaisuuksien eroa tarkasteltaessa käytin lineaarisia malleja sekä Tukeyn testiä. Poikastuotannon ja lämpötila- ja kosteusarvojen vertailussa käytin Pearsonin korrelaatiotestiä. Tarkastin aineiston normaalijakautuneisuus residuaalien avulla.

Mittareiden data purettiin Thermodata Viewer (3.2.12) -sovelluksella. Havaittiin kosteusdatassa useita mittausvirheitä, jotka johtuivat mittareiden teknisestä viasta. Vian takia kosteus sai joinain mittauskertoina negatiivisia arvoja, jotka jätin pois vertailusta. Toimivista mittareista määritettiin alin mitattu kosteus, joka toimi raja-arvona viallisten mittareiden kosteusarvoille, jotta analyysiin ei sisältyisi virheellisen pieniä arvoja. Poikastuotantovertailuista jätettiin pois pöntöt, joissa poikasaika oli kosteus- ja lämpötilamittareiden poiston jälkeen. Tutkimuslajien poikastuottoa koskevat analyysit tehtiin lajikohtaisesti eriävän kokoisten poikueiden takia. Poikastuotannon vertailuissa lämpötilan ja kosteuden keskiarvoja käytettiin poikasajalta, eli kahden viikon ajan poikasten kuoriutumisen lähtien. Ilman poikasia jääneet pöntöt jätettiin pois poikastuottovertailusta, mutta ei pönttötyyppianalyyseistä. Pönttötyyppien vertailuissa

käytettiin lämpötila- ja kosteuskeskiarvoja, jotka laskettiin 09:00-18:00 välisenä aikana tehdyistä mittauksista. Päiväkeskiarvot laskettiin koko kesäkuun ajalta, jolloin suurimmissa osissa pesistä oli poikasia. Ilman pesää jääneiden pönttöjen lämpötila- ja kosteusarvoja ei käytetty missään analyyseissa.

3 Tulokset

Maarian tutkimusalueen linnunpöntöissä oli pesimäkauden aikana yhteensä 43 poikuetta. Näistä poikueista lentokykyisiksi asti selvisi 27 ja yhteensä lentopoikasia syntyi kesän aikana 135. Eniten onnistuneita pesintöjä ja eniten lentopoikasia syntyi suomalaisissa linnunpöntöissä (Taulukko 2). Lämpötilamittauksia saatiin 33 pöntöstä ja kosteusmittauksia 31 pöntöstä. Mittaustieto jakautui hieman epätasaisesti pönttötyyppien välille siten, että ruotsalaisista pöntöistä oli eniten mittaustietoa (lämpötila n=9, kosteus n=9) ja alankomaalaisista vähiten (lämpötila n=3, kosteus n=3). Muista pönttötyypeistä saatiin havaintoja tasaisemmin (lämpötilan ja kosteuden n=6 tai 7) (Taulukko 3).

Taulukko 2. Pönttötyyppien onnistuneiden pesintöjen ja lentokykyisiksi selvinneiden lentopoikasten määrä.

| Pönttötyypin alkuperämaa | Onnistuneiden pesintöjen määrä | Lentopoikasten määrä |
|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| Ruotsi | 4 | 21 |
| Tšekki | 5 | 22 |
| Iso-Britannia | 4 | 19 |
| Alankomaat | 5 | 31 |
| Suomi | 8 | 42 |

Taulukko 3. Pönttötyyppikohtaiset lämpötilan ja kosteuden otoskoot (n), vaihteluväli (minimi- ja maksimiarvot) sekä keskiarvot ja keskihajonnat.

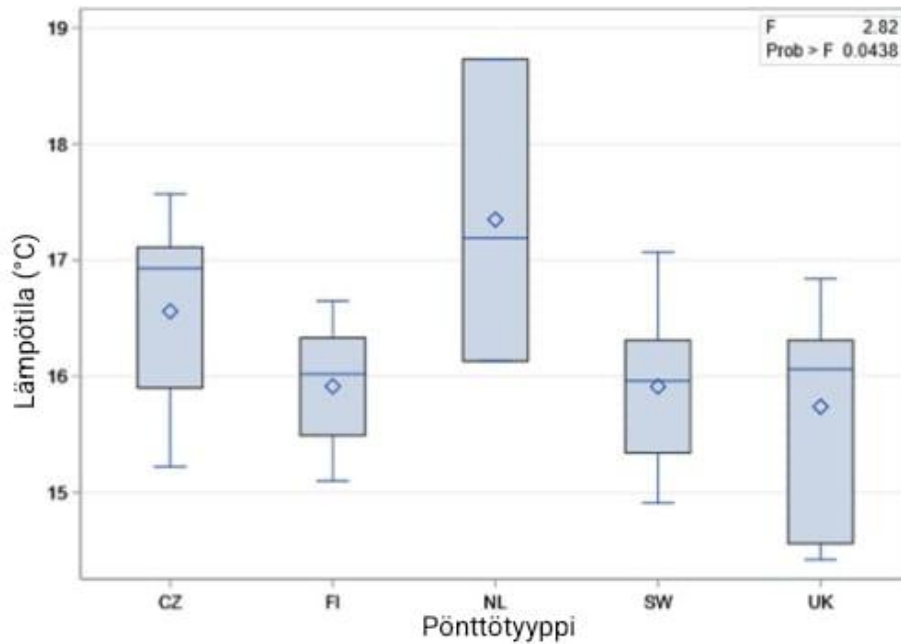
| Pöntön alkuperämaa (lämpötila n/kosteus n) | Lämpötilan vaihtelu (°C) | Lämpötilan keskiarvo ± keskihajonta (°C) | Kosteuden vaihtelu (%) | Kosteuden keskiarvo ± keskihajonta (%) |
|---|---------------------------------|---|-------------------------------|---|
| Ruotsi (9/8) | 14,9–17,1 | 15,9 ± 0,7 | 69,8–89,4 | 77,7 ± 6,5 |
| Tšekki (7/7) | 15,2–17,6 | 16,6 ± 0,82 | 65,6–81,9 | 77,3 ± 5,8 |
| Iso-Britannia (7/7) | 14,4–16,8 | 15,7 ± 0,9 | 73,2–86,6 | 77,3 ± 4,6 |
| Alankomaat (3/3) | 16,1–18,7 | 17,4 ± 1,3 | 69–75,4 | 72,4 ± 3,4 |
| Suomi (7/6) | 15,1–16,7 | 15,9 ± 0,5 | 75,3–88,6 | 80,6 ± 5,2 |

Pönttötyyppien välisiä lämpötilaeroja tutkittiin varianssianalyysillä, jossa selittävinä muuttujina olivat pönttötyypin lisäksi pöntön ilmansuunta sekä ympäröivän puuston latvuspeittävyys. Varianssianalyysin perusteella pönttötyyppi ei vaikuta lämpötilaan merkitsevästi ($F=2,64$; $df=4, 24$; $p=0,059$; $n=33$), vaikka tulos olikin erittäin lähellä merkitsevyyden rajaa. Ilmansuunnan ($F=0,14$; $df=3, 24$; $p=0,94$; $n=33$) tai peittävyuden ($F=0,92$; $df=1, 24$; $p=0,35$; $n=33$) vaikutukset lämpötilaan eivät myöskään olleet merkitseviä.

Kosteuseroja pönttötyypeittäin analysoitiin myös varianssianalyysillä. Selittävinä muuttujina analyysissa olivat pönttötyypin lisäksi ilmansuunta ja ympäröivän puuston peittävyys. Analyysin perusteella pönttötyyppi ei selitä suhteellista kosteutta merkitsevästi ($F=2,51$; $df=4, 22$; $p=0,071$; $n=31$). Vastaavasti ilmansuunnan ($F=4,17$; $df=1, 22$; $p=0,053$; $n=31$) tai latvuspeittävyuden ($F=1,9$; $df=3, 22$; $p=0,16$; $n=31$) vaikutukset kosteuteen eivät olleet merkitseviä.

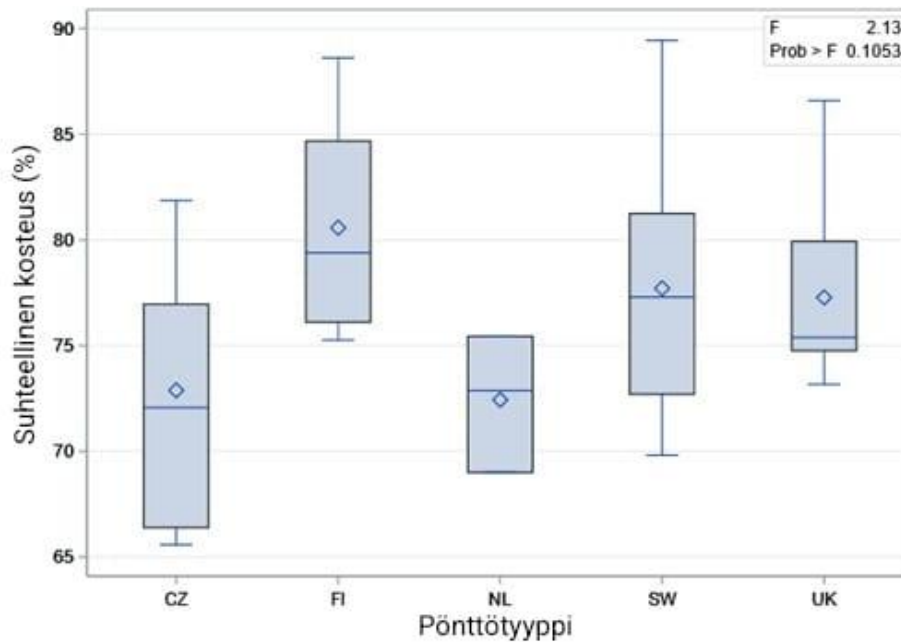
Koska puiden latvuston peittävyys tai pöntön ilmansuunta eivät testien mukaan vaikuttaneet lämpötilaan tai kosteuteen, analyysit toistettiin jättämällä muuttujat pois mallista. Tällöin pönttötyypillä havaittiin mallin perusteella tilastollisesti merkitsevä vaikutus pöntön sisälämpötilaan. ($F=2,82$; $df=4, 28$; $p=0,044$; $n=33$; Kuva 3). Korkeimmat lämpötilat havaittiin

alankomaalaisessa pöntössä, joskaan Tukeyn testissä minkään pönttöparin välillä ei havaittu merkitseviä eroavaisuuksia. Lämpötilaa vertailtiin myös maalattujen (tšekkiläiset ja alankomaalaiset) ja maalaamattomien (suomalaiset ja ruotsalaiset) pönttöjen välillä. Merkitsevää eroa ei kuitenkaan havaittu ($F=0,00$; $df=1, 19$; $p=0,98$, $n=21$).



Kuva 3. Kuvaajassa esitettyinä pönttötyyppien päivälämpötilojen keskiarvot (vinoneliö), mediaani (viiva), kvartiilit (sininen suorakaide) sekä minimi- ja maksimi-arvot. X-akselilla lyhenteet maille, joista pöntöt ovat kotoisin: CZ=Tšekki, FI=Suomi, NL=Alankomaat, SW=Ruotsi, UK=Iso-Britannia.

Kosteuden ja pönttötyypin välillä ei havaittu merkitsevää yhteyttä ilman latvuston peittävyden tai pöntön ilmansuunnan vaikutusta ($F=2,13$; $df=4, 26$; $p=0,11$; $n=31$; Kuva 4).



Kuva 4. Kuvaajassa esitettynä pöytätyyppien sisäilman päivän kosteuskeskiarvot (vinoneliö), mediaani (viiva), kvartiilit (sininen suorakaide) sekä minimi- ja maksimi-arvot. X-akselilla lyhenteet maille, joista pöytöt ovat kotoisin: CZ=Tšekki, FI=Suomi, NL=Alankomaat, SW=Ruotsi, UK=Iso-Britannia.

Lentopoikastuotannon sekä lämpötilan yhteyttä tutkittiin Pearsonin korrelaatiotestillä. Kirjosieppojen poikastuotto ei korreloinut merkitsevästi lämpötilan kanssa ($n=15$; $r=0,0173$; $p=0,95$). Myöskään talitiaisten poikasmäärän ei havaittu korreloivan lämpötilan kanssa merkitsevästi ($n=6$; $r=-0,38$; $p=0,458$), mikä voi osittain johtua pienestä otoskoosta. Lentopoikastuottoa vertailtiin myös kosteusarvojen kanssa Pearsonin korrelaatiotestillä. Kirjosieppojen poikastuotannon ja kosteusarvojen välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ($n=15$; $r=0,366$; $p=0,16$). Myöskään talitiaisten poikasmäärä ei merkitsevästi korreloinut kosteuden kanssa ($n=6$; $r=0,507$; $p=0,30$).

4 Pohdinta

Toistojen määrä jäi useamman sattuman takia odotettua pienemmäksi. Tutkimusalueen pöytöistä muutama jäi täysin ilman pesää ja useammassa pesintä epäonnistui, eikä pesän poikasista yksikään selviytynyt lentoikään. Koska kesäkuu oli viileä ja heinäkuu taas poikkeuksellisen lämmin, myöhäisten poikueiden poikasaika oli mittarien poiston jälkeen.

Myöhäisten poikueiden poikasajalta ei siis saatu tietoa lämpötilan tai kosteuden vaihtelusta, mikä pienensi otoskokoja. Mittareissa havaittiin myös teknisiä ongelmia datan eristämisen yhteydessä, jolloin selvisi, että monen mittarin akku oli loppunut pitkän käyttöikänsä takia. Rikkinäisistä mittareista ei saatu eristettyä lämpötila- tai kosteusarvoja, mikä pienensi toistojen määrää entisestään.

Linnunpöntön läheisyyden puiden latvustopeittävyydellä tai pöntön ilmansuunnalla ei ollut merkitsevää vaikutusta pöntön ilmankosteuteen tai lämpötilaan. Pönttötyyppien välillä kuitenkin oli analyysien perusteella merkitseviä eroja lämpötiloissa, mikä voi olla selitettävissä pönttöjen rakennusmateriaalien eroilla. Alankomaalaisen pöntön korkeampia lämpötiloja voisi mahdollisesti selittää pöntön katon tiivis sulkumenetelmä, joka poikkesi muista pöntöistä. Alankomaalaisen pöntön katto suljettiin lankahaan avulla, jonka takia katto saattoi sulkeutua tiiviimmin. Pönttöjen seinien paksuutta ei otettu huomioon vertailuissa, mutta eroavaisuudet voisivat selittää lämpimämpiä olosuhteita. Alankomaalaisen pöntön tummempi maalattu pinta ei selittänyt korkeita lämpötiloja pöntön sisällä. Lämpimimmässä alankomaalaisessa pöntössä havaittiin matalia suhteellisen kosteuden arvoja. Maalipinta on voinut hylkiä kosteutta tehokkaammin kuin pelkkä puupinta, vaikka sillä ei ollut vaikutusta pöntön lämpötilaan. Korkeimpia kosteusarvoja mitattiin suomalaisessa pöntössä, mitä saattaa selittää tasakatto ja katon suhteellisen pieni koko pönttöön verrattuna. Suomalaisen pöntön katto on vettä hylkivää vesivaneria, mutta sen kyky pitää pesä kuivana voi olla huonompi verrattuna bitumihuopakattolisiin pönttötyyppeihin. Peittävyuden ja ilmansuunnan mahdollinen vaikutus pönttöjen suhteelliseen kosteuteen voisi olla selitettävissä niiden sijainnilla. Varjoisimmissa ja viileimmissä paikoissa, joihin aurinko ei paista yhtä vahvasti, voi olla kosteamat olosuhteet kuin paikoissa, jossa pönttö on alttiimpi auringon paahteelle. Pönttötyyppi ei kuitenkaan selittänyt kosteuseroja merkitsevästi, joten mahdollisen kosteusvaihtelun syyt jäävät pelkäksi spekulatioksi.

Tutkielman pieni otoskoko on mitä luultavammin vaikuttanut lämpötilaerojen tilastolliseen merkitsevyyteen (esim. alankomaalaisessa pöntössä $n=3$). Johtopäätöksiä tehtäessä tämän tutkimuksen tuloksista on siis syytä käyttää varovaisuutta, sillä vahvasti merkitseviä tuloksia ei havaittu. Tulokset antavat kuitenkin suuntaa antavia viitteitä eroavaisuuksista pönttötyyppien mikroilmastojen välillä. Tukeyn testin mukaan yhdenkään pönttöparin välillä ei ollut

merkitseviä eroja lämpötiloissa tai kosteusarvoissa, mikä johtuu todennäköisesti siitä, että saadut tulokset olivat lähellä merkitsevyyden rajaa.

Tutkimuslajeina toimitteet kirjosiippo ja talitiainen ovat paikallisia lajeja Etelä-Suomessa ja ovat hyvin sopeutuneita vallitsevaan ilmastoon. Tutkimukset pönttöjen lämmittämisestä ja viilentämisestä paljastavat epäsoivivan mikroilmaston vaikutuksia selkeämmin (Nager ja Van Noordwijk 1992; Ardia ym. 2009), kuin luonnonoloissa mitatut lämpötilat ja kosteusarvot. Pöntön mikroilmaston vaihtelulla ei havaittu yhteyttä poikastuottoon, mutta on mahdollista, että yhden pesimäkauden sisäinen vaihtelu ei ole tarpeeksi suuri yhteyden havaitsemiseen, ottaen huomioon pieneksi jääneen otoskoon sekä vuosien välisen vaihtelun sekä säässä, että pesimämenestyksessä. Tämän lisäksi talitiaisten poikastuottoa tarkastellessa otoskoko jäi erittäin pieneksi, mikä vaikutti tuloksiin. Tutkielma keskittyi vain pieneen osakokonaisuuteen suomalaisista populaatioista paikallisissa olosuhteissa, mutta se on osa suurempaa eurooppalaista kokonaisuutta. Tuloksia tarkasteltaessa mittakaava ja vaihtelu voivat olla liian pieniä. Meneillään oleva laajempi tutkimus voi paljasta selkeämpiä vaikutuksia vasta tarkastellessamme dataa useiden maiden välillä.

Bueno-Encisco ym. (2016) havaitsivat tutkimuksissaan, että puubetonipönttöjen tiaspoikasilla oli lyhyemmät siivet verrattuna puisten linnunpönttöjen poikasiin. Syyksi ehdotettiin betonipönttöjen lämpenemisestä johtuvaa ylikuumentumista, eli hypertermiaa, joka vaikutti negatiivisesti poikasten kasvuun. Maarian tutkimusalueella ei havaittu puubetonipönttöjen kuumentuvan muita pönttöjä enemmän, vaan päinvastoin ne osoittautuivat viileimmäksi pönttötyypiksi aineistomme perusteella. Siiven mittaa ei kuitenkaan otettu huomioon omissa analyyseissani pesimämenestyksen indikaattorina. Vaikka Bueno-Encisco ym. havaitsivat poikasten jäävän pieneksi, poikasten koon vaikutus kehitykseen on kuitenkin vähäinen (van der Pol ym. 2013). Yhteenvetona voi siis todeta, että linnunpöntön laadusta johtuvan lämpötila- ja kosteusarvojen vaihtelun vaikutus poikasten laatuun tai selviytymiseen on vähäistä (van der Pol ym. 2013).

Tulosten perusteella lämpötilalla ei ollut vaikutusta kirjosiipon lentopoikastuottoon. Møller ym. (2014b) ehdotti, että sinitiaisten pesäpoikaset voisivat olla alttiimpia hypertermialle suuren

poikasmäärän vuoksi. Koska kirjosiapoilla on keskimäärin pienemmät poikuekoot tiisiin verrattuna (Luontoportti 2025a, b), tämä voisi tarkoittaa, että kirjosiapot ovat pienemmän poikuekoon takia vähemmän alttiita hypertermian aiheuttamille negatiivisille vaikutuksille poikasten selviämiseen lentokykyisiksi asti. Tutkielmassani kyseiselle hypoteesille voisi olla tukea, sillä lämpötilalla ei ollut lainkaan vaikutusta kirjosiapon lentopoikastuottoon ja merkitsevyys oli erittäin kaukana merkitsevyyden raja-arvosta. Sharpe ym. (2021) tutkivat Australiassa pesiviä pensassieppojen heimoon kuuluvia ruskokerttusieppoja (*Microeca fascians*), joilla hypertermiaa ilmeni, kun lämpötilat olivat yli 35 °C. Rodríguez ym. (2016) havaitsivat vastaavia hypertermian haittavaikutuksia talitiaisten poikueisiin, kun lämpötila oli 39,8 °C. Tutkimukseni lämpimimmän pöntön maksimilämpötila oli 18,7 °C, joka on kuitenkin erittäin kaukana hypertermiaa aiheuttavista lämpötiloista.

Talitiaisten tekemä toinen poikue on usein kooltaan pienempi kuin ensimmäinen ja tämän takia lentopoikasten määrä jää usein myös pienemmäksi (Pimentel ja Nilsson 2007). Tulevissa tutkimuksissa voisi olla perusteltua jättää toiset poikueet pois analyyseistä tai käyttää suhteellisia arvoja lentopoikastuottoa tarkasteltaessa. Samojen lintuyksilöiden tekemät poikueet eivät myöskään ole toisistaan riippumattomia toistoja, mutta tätä ei huomioitu tutkielmassa jo muutenkin pienen otoskoon takia. Myös pesien korkeus vaihtelee pesäkohtaisesti, mahdollisesti vaikuttaen pesän eristäviin ominaisuuksiin. Pesien vaihteleva korkeus aiheutti myös sen, että osa lämpötila- ja kosteusmittareista jäi pesämateriaalin alle, vaikka tavoitteena oli saada mittauksia pesäkupin tasalta. Pesien korkeuden mittaaminen ja vaikutusten analysointi pesän lämpötilaan voisi tarkentaa tuloksia entisestään.

Pöntöt eroavat luontaisista pesäkoloista monilla tavoilla, joka voi aiheuttaa vinouman kaikkiin linnunpöntöillä suoritettaviin tutkimuksiin. Tämä voi vaikeuttaa johtopäätösten laajentamista koskemaan täysin luonnollisissa oloissa asuvia toisiokolopesijäpopulaatioita tai toisia lintulajeja, jotka eivät asu linnunpöntöissä (Møller 1989; Lambrechts ym. 2010). Ihmisen rakentamat ja ylläpitämät linnunpöntöt ovat vähentäneet saalistuksen riskiä (Møller 1989) ja vaikuttaneet pesivien lintujen parasiittikuormaan. Linnunpönttöjen on havaittu olevan kuivempia ja lämpimämpiä luonnollisiin onkaloihin verrattuna (Maziarz ym. 2017), jolloin ne tarjoavat otolliset olosuhteet lintukirpuille. Kirput karttavat kosteita ympäristöjä (Heeb ym. 2000), minkä takia kirput ovat harvinaisia kosteammissa luonnononkalossa (Hebda ja

Wesolowski 2012). Pöntöt on myös rakennettu siten, että tutkijat pääsevät pesään ja poikasiin helposti käsiksi. Tutkijoiden suorittama pesien avaaminen voi lisäksi aiheuttaa äkillisiä muutoksia pesän mikroilmastoon, jota ei esiinny luonnollisissa pesäkoloissa (Lambrechts ym. 2010), vaikuttaen pesäpoikasten kokemaan kosteuteen sekä lämpötilaan pöntön sisällä. Vaikutukset ovat kuitenkin lyhytaikaisia, joten niiden vaikutus poikasten kehitykseen ja selviytymiseen on luultavasti vähäinen.

Sään ääri-ilmiöt tulevat lisääntymään ilmastonmuutoksen myötä. Vaikka lämpimillä säillä on yleensä ollut positiivinen vaikutus lintujen poikastuottoon (McCarty 2001), sään ääri-ilmiöillä, kuten erityisen pitkillä hellejaksoilla, voi olla lisääntyvässä määrässä negatiivinen vaikutus poikasten selviytymiseen. Ilmiöstä löytyy jo nykyisin havaittavissa olevia esimerkkejä. Vuoden 2025 heinäkuussa erityisen kuumat ja pitkäkestoiset helteet lämmittivät tervapääskyn pesiä jopa 70 °C lämpötilaan, jolloin poikaset pakenevat tukalia olosuhteita ja lähtevät pesästä liian aikaisin. Lentokyvyttömät poikaset eivät pysty hankkimaan ravintoa ja menehtyvät ilman ihmisen apua (Koskinen 2025). Poikastuotannon ja lämpötilan suhde ei siis ole lineaarinen, vaan liian korkeat (Hamdy ym. 1991; Bueno-Enciso ym. 2016) tai matalat lämpötilat (Nager ja Van Noordwijk 1992) voivat molemmat vaikuttaa negatiivisesti poikasten kasvuun ja selviytymiseen. Ilmastonmuutoksen aiheuttama ääriolosuhteiden lisääntyminen voi heikentää pesimämenestystä monilla lintulajeilla jo lähitulevaisuudessa. Tämän vuoksi linnunpönttöjen materiaaliin ja väritykseen on syytä kiinnittää huomiota varsinkin sellaisissa ympäristöissä, jotka ovat alttiita auringonpaahteelle.

Kiitokset

Kiitokset Tapio Eevalle kandidaattitutkielman ohjaamisesta sekä maastotöissä opastamisesta. Kiitän myös Tuukka Ståhlbergiä maastotöissä sekä aineiston keräämisessä auttamisesta.

Lähteet

- Ardia, D. R., Pérez, J. H., Chad, E. K., Voss, M. A. ja Clotfelter, E. D. 2009. Temperature and life history: experimental heating leads female tree swallows to modulate egg temperature and incubation behaviour. - *Journal of Animal Ecology* 78: 4–13.
- Bueno-Enciso, J., Ferrer, E. S., Barrientos, R. ja Sanz, J. J. 2016. Effect of nestbox type on the breeding performance of two secondary hole-nesting passerines. - *Journal of Ornithology* 157: 759–772.
- Gardner, A. S., Maclean, I. M. D., Rodríguez-Muñoz, R., Ojanguren, A. F. ja Tregenza, T. 2025. How Air Temperature and Solar Radiation Impact Life History Traits in a Wild Insect. - *Ecology and Evolution* 15: e71135.
- Greño, J. L., Belda, E. J. ja Barba, E. 2008. Influence of temperatures during the nestling period on post-fledging survival of great tit *Parus major* in a Mediterranean habitat. - *Journal of Avian Biology* 39: 41–49.
- Hamdy, A. M. M., Van Der Hel, W., Henken, A. M., Galal, A. G. ja Abd-Elmoty, A. K. I. 1991. Effects of Air Humidity During Incubation and Age After Hatch on Heat Tolerance of Neonatal Male and Female Chicks. - *Poultry Science* 70: 1499–1506.
- Hebda, G. ja Wesolowski, T. 2012. Low flea loads in birds' nests in tree cavities. - *Ornis Fennica* 89: 139–144.
- Heeb, P., Kolliker, M. ja Richner, H. 2000. Bird-Ectoparasite Interactions, Nest Humidity, and Ectoparasite Community Structure. - *Ecology* 81: 958–968.
- Kenneth, M. 1939. Low temperature and insect activity. - *Proceedings of the Royal Society of London. Series B - Biological Sciences* 127: 473–487.
- Koskinen, H. 2025. Tervapääskyn poikasia putoilee joukoittain pesistä – helteet ruuhkauttivat Pyhtään lintuhoitolan. - *Yle Uutiset*
- Lambrechts, M. M. ja Deeming, D. C. 2024. Nest Design and Breeding Success: Replicability of Methodologies and Research Findings in Secondary Hole Nesting Passerines. - *Birds* 5: 278–307.
- Lambrechts, M. M., Adriaensen, F., Ardia, D. R., Artemyev, A. V., Ziane, N., ym. 2010. The design of artificial nestboxes for the study of secondary hole-nesting birds: A review of methodological inconsistencies and potential biases. - *Acta Ornithologica* 45: 1–26.
- Luontoportti 2025a, Talitiainen, *Parus major* - Linnut, Luettu 30.6.2025
<https://luontoportti.com/t/750/talitiainen>
- Luontoportti 2025b, Kirjosieppo, *Ficedula hypoleuca* - Linnut, Luettu 26.5.2025
<https://luontoportti.com/t/645/kirjosieppo>
- Maziarz, M., Broughton, R. K. ja Wesolowski, T. 2017. Microclimate in tree cavities and nest-boxes: Implications for hole-nesting birds. - *Forest Ecology and Management* 389: 306–313.

- McCarty, J. P. 2001. Ecological Consequences of Recent Climate Change. - Conservation Biology 15: 320–331.
- Møller, A. P. 1989. Parasites, Predators and Nest Boxes: Facts and Artefacts in Nest Box Studies of Birds? - Oikos 56: 421–423.
- Møller, A. P., Adriaensen, F., Artemyev, A., Bañbura, J., Lambrechts, M. M., ym. 2014a. Variation in clutch size in relation to nest size in birds. - Ecology and Evolution 4: 3583–3595.
- Møller, A. P., Adriaensen, F., Artemyev, A., Bañbura, J., Lambrechts, M. M., ym. 2014b. Clutch-size variation in Western Palaearctic secondary hole-nesting passerine birds in relation to nest box design. - Methods in Ecology and Evolution 5: 353–362.
- Nager, R. G. ja Van Noordwijk, A. J. 1992. Energetic Limitation in the Egg-Laying Period of Great Tits. - Proceedings: Biological Sciences 249: 259–263.
- Pimentel, C. ja Nilsson, J.-Å. 2007. Breeding patterns of great tits (*Parus major*) in pine forests along the Portuguese west coast. - Journal of Ornithology 148: 59–68.
- Rodríguez, S., Diez-Méndez, D. ja Barba, E. 2016. Negative Effects of High Temperatures During Development on Immediate Post-Fledging Survival in Great Tits *Parus major*. - Acta Ornithologica 51: 235–244.
- Sharpe, L. L., Bayter, C. ja Gardner, J. L. 2021. Too hot to handle? Behavioural plasticity during incubation in a small, Australian passerine. - Journal of Thermal Biology 98: 102921.
- van der Pol, C. W., van Roover-Reijrink, I. A. M., Maatjens, C. M., van den Brand, H. ja Molenaar, R. 2013. Effect of relative humidity during incubation at a set eggshell temperature and brooding temperature posthatch on embryonic mortality and chick quality. - Poultry Science 92: 2145–2155.