



**TURUN
YLIOPISTO**

Matemaattis-luonnontieteellinen
tiedekunta

Tuulen nopeuden vaikutus kirjosiepon (*Ficedula hypoleuca*) pesimätulokseen

Topias Tiihonen

Biologia (ekologia)

LuK-tutkielma

Laajuus: 8 op

Ohjaaja:

Tapio Eeva

4.3.2025

Turku

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

LuK-tutkielma

Pääaine: Biologia

Tekijä: Topias Tiihonen

Otsikko: Tuulen nopeuden vaikutus kirjosiepon (*Ficedula hypoleuca*) pesimätulokseen

Ohjaaja: Tapio Eeva

Sivumäärä: 11 sivua

Päivämäärä: 4.3.2025

Ilmaston lämpenemisen myötä tuulen keskinopeuden on ennustettu kasvavan maailmalla. Tuulen nopeuden on tutkittu vaikuttavan lentävien hyönteisten esiintymiseen. Mikäli hyönteisiä saalistava lintu käyttää lentäviä hyönteisiä poikastensa ravintona, voi tuulen nopeus näin ollen vaikuttaa linnun pesimätulokseen. Kirjosieppo (*Ficedula hypoleuca*) on hyönteisiä syövä kolopesijä. Tässä tutkimuksessa selvitin, onko tuulen keskinopeus kasvanut Harjavallan alueella tutkimuksen aikana vuosina 2000–2021, sekä onko tuulen nopeudella vaikutusta kirjosiepon pesimätulokseen. Tutkimusaineisto kerättiin Harjavallan kuparisulaton lähistöltä, ja tutkimusalue jaettiin Saastuneeseen (< 2,5 km sulatosta) sekä Kontrolliin (> 2,5 km sulatosta). Kirjosiepon pesiltä laskettiin pesimäajalta touko-heinäkuulta munittujen munien, kuoriutuneiden poikasten ja lentokykiseksi selvinneiden poikasten määrä. Tuulen nopeus (m/s) mitattiin Kokemäen sääasemalta tasatunnein. Hyödynsin vain klo 6:00-18:00 välistä dataa, sillä kirjosieppo on päiväaktiivinen. Tutkimusaikana tuulen keskinopeus kasvoi noin 1 m/s. Tuulen nopeus ei vaikuttanut kirjosiepon pesimätulokseen merkitsevästi. Lentävät hyönteiset eivät ole kirjosiepon ainoa ravintolähde, joten tuulen keskinopeuden kasvu ei välttämättä hankaloita sen ravinnonhankintaa. Muiden sääilmiöiden, kuten sateen ja lämpötilan, on todettu aiheuttavan kirjosiepon poikasissa stressiä. Tuulen nopeudella voi siis olla yhteysvaikutus poikasten selviytymiseen muiden sääilmiöiden kanssa.

Avainsanat: kirjosieppo, *Ficedula hypoleuca*, tuulen nopeus

Sisällys

1 Johdanto.....	1
1.1 Tuuli ja sen vaikutus lintujen pesintämenestykseen.....	1
1.2 Kirjosieppo (<i>Ficedula hypoleuca</i>).....	2
1.3 Tutkielman tavoite	2
2 Aineisto ja menetelmät.....	3
2.1 Aineiston keruu	3
2.2 Aineiston tilastollinen analyysi	4
3 Tulokset.....	5
4 Pohdinta	7
Kiitokset.....	9
Lähteet	10

1 Johdanto

1.1 Tuuli ja sen vaikutus lintujen pesintämenestykseen

Tuuli on ilman liikettä, joka aiheutuu ilmanpaineen alueellisista eroavaisuuksista. Tuulen nopeus on yhteydessä ilmanpaineeseen; kun alueelliset ilmanpaine-erot kasvavat, myös tuulen nopeus kasvaa. Ilmanpaine on yhteydessä ilman lämpötilaan, joten ilmastonmuutoksen aiheuttama maapallon ilmaston lämpeneminen voisi johtaa tuulen keskinopeuden kasvuun.

Ilmatieteen laitoksen julkaiseman raportin mukaan tuulen nopeuden kuukausittainen keskiarvo ei ole kasvanut Suomessa merkittävästi ajanjaksolla 1959–2015. Tulevaisuudessa Pohjois-Euroopassa tuulen nopeuden on ennustettu kuitenkin kasvavan etenkin syksyllä (Gregow ym., 2020). Suomessa mitattiin ensimmäinen hirmumyrskylukema 1.11.2024, kun Raumalla mitattiin 10 minuutin keskimääräiseksi tuulen nopeudeksi 33,5 metriä sekunnissa (Ilmatieteen laitos, 2025). Onkin siis mahdollista, että tuulen keskinopeus olisi sittenkin nousussa Suomessa ainakin paikallisesti. Ilmastonmuutos voi lisätä erityisesti sään ääri-ilmiöitä, joten vaikka keskimääräinen tuulen nopeus pysyisi tasaisena, hirmumyrskynopeudet voivat tulevaisuudessa yleistyä tai tuulen nopeus voi muuttua paikallisesti tai tiettyinä vuodenaikoina.

Ilmastonmuutoksen aiheuttavan ilmaston lämpenemisen on todettu vaikuttavan selkärangattomien esiintymisajankohtaan ja sitä kautta niitä ravintonaan käyttävien lintujen poikasten painoon, jos emot eivät löydä poikasilleen niiden tavanomaista ravintoa (Burger ym., 2012). Myös tuulen nopeuden kasvamisen on todettu vähentävän lentävien hyönteisten määrää (Møller, 2013). Tuulen nopeudella voisi näin ollen myös olla vaikutusta hyönteissyöjien poikasten selviytymiseen etenkin sellaisilla lintulajeilla, jotka saalistavat lentäviä hyönteisiä.

1.2 Kirjosieppo (*Ficedula hypoleuca*)

Kirjosieppo (*Ficedula hypoleuca* Pallas) on koloissa pesivä varpuslintu, jonka ruokavalio koostuu lähinnä hyönteisistä. Se suosii lehti- ja sekametsiä. Kirjosieppo munii huhti-kesäkuussa keskimäärin neljästä kahdeksaan munaa. Koska kirjosieppo pesii mielellään linnunpöntöissä, sen pesintää on helppo seurata. Se on siis oiva tutkimuslaji (BirdLife International, 2022).

Koska kirjosieppo saalistaa lentäviä hyönteisiä (BirdLife International, 2022), tuulen nopeuden kasvaminen voi vaikuttaa sen metsästystulokseen negatiivisesti. Tämä voisi ilmentyä populaatioissa vähentyneenä aikuiseksi selviävien poikasten määränä, jos emot eivät löydä poikasilleen tarpeeksi ruokaa.

Kirjosiepon pesimätuloksen yhteyttä sääilmiöihin, kuten lämpötilaan ja sademäärään, on jo tutkittu (mm. Sanz, 1995 ja Skwarska ym., 2022), mutta tuulen vaikutuksista poikasten selviytymiseen ei ole vielä julkaistu tutkimustietoa.

1.3 Tutkielman tavoite

Tämän tutkielman tavoitteena on selvittää, onko tuulen nopeudella ja sen muutoksilla vaikutusta kirjosiepon pesimätulokseen. Lisäksi selvitän, onko tuulen keskinopeus kasvanut kirjosiepon pesäpoikasaikana tutkimusalueella Harjavallassa vuosina 2000–2021.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Aineiston keruu

Tapio Eeva tutkimusryhmineen keräsi pesäpönttöaineiston Harjavallan kuparisulaton lähistöltä (61°20'N, 22°10'E) vuosina 2000 sekä 2002–2021. Tiimi oletti aiempien tutkimusten perusteella (Eeva & Lehikoinen, 1996) kuparisulaton saasteiden vaikuttavan kirjosiiepon pesimätulokseen, joten tutkimusalue jaettiin kahteen osaan: saastuneeseen alueeseen, jonka pesät sijaitsivat alle 2,5 kilometrin säteellä kuparisulatoista, sekä kontrollialueeseen, jonka pesät sijaitsivat yli 2,5 kilometrin säteellä sulatoista. Otin kaikissa tilastomalleissa huomioon kuparisulaton läheisyyden.

Tutkimustiimi mittasi pesiltä munittujen munien, kuoriutuneiden poikasten sekä lentokykyiseksi selvinneiden poikasten määrän. Mittasin pesinnän onnistumista lentokykyiseksi selvinneiden poikasten määrällä, sillä epäilin tuulen nopeuden vaikuttavan poikasten ravinnsaantiin ja sitä kautta niiden selviämiseen lentokykyiseksi. Tutkimustiimi seurasi pesäpönttöjä vuosittain toukokuusta heinäkuuhun, jolloin kirjosiieppo lisääntyy Harjavallan alueella.

Tutkimuksessa käyttämäni tuulidata on Ilmatieteen laitoksen latauspalvelusta (Ilmatieteen laitos, 2024). Tuulen nopeus mitattiin tutkimuspaikkaa lähimmältä sääasemalta Kokemäeltä. Sääasema sijaitsi Rausenkulmalla (61°15'N, 22°13'E) toukokuuhun 2010 asti, jolloin sen sijainti siirtyi noin kuusi kilometriä itään Tulkkilaan (61°15'N, 22°21'E). Tässä tutkimuksessa en huomionnut sääaseman sijainnin muutosta, sillä sääasema ei alun alkaenkaan sijainnut tutkimuspaikalla.

Ilmatieteen laitoksen sääasemat mittaavat tuulen nopeuden (m/s) tasatunnein. Hyödynsin tässä tutkimuksessa vain klo 6:00-18:00 välistä tuulidataa, koska oletin kirjosiiepon saalistavan lähinnä päiväsaikaan.

2.2 Aineiston tilastollinen analyysi

Huomioin tuulen nopeuden tutkimuksessa jokaiselle poikueelle yksilöllisesti koko poikasajan tuulen nopeuden keskiarvon. Laskin pöntöille ensin tuulen nopeuden päivittäisen keskiarvon poikasten ensimmäisten 14 elinvuorokauden ajalta mukaan lukien kuoriutumispäivän. Laskin sitten näistä päivittäisistä keskiarvoista koko poikasajan keskiarvon. Kirjosiepon pesäpoikas aika on noin 15–16 vuorokautta (LuontoPortti, 2021), mutta tässä tutkimuksessa vakioin ajan 14 vuorokauteen.

Analysoin aineiston SAS Enterprise Guide 8.3 -ohjelmalla (SAS Institute Inc., 2020). Sekä pesäpoikasaineisto että tuuliaineisto olivat normaalisti jakautuneita. Analysoin tuulen nopeuden muutosta Pearsonin korrelaatiotestillä. Korreloin tuulen nopeuden vuosittaiset keskiarvot vuosiluvun kanssa. Tässä testissä en huomionnut tutkimusalueen kah-tiajakoa, sillä tuulen nopeutta ei mitattu erikseen noilta tutkimusalueilta, eikä tuulen no-peudessa ollut odotettavissa merkittäviä eroja noin lyhyellä etäisyydellä.

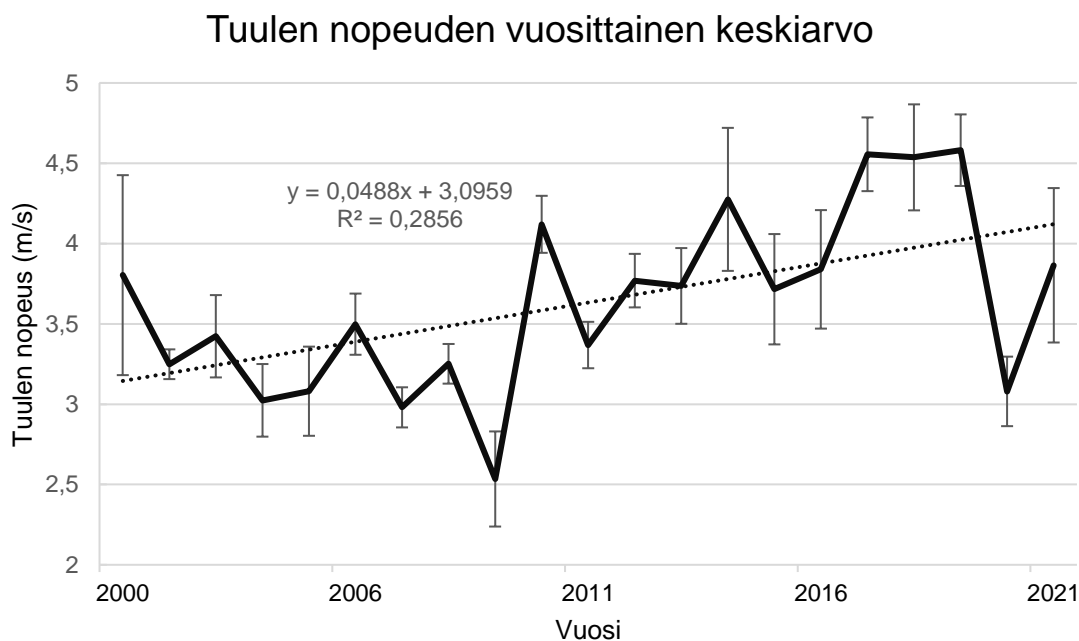
Käytin pesäpoikasaineiston analysoinnissa lineaarista regressioanalyysia selvittääkseni tuulen nopeuden yhteyttä lentopoikasten määrään. Lisäksi vertasin saastuneen ja kontrollialueen lentopoikasten määriä keskenään t-testillä selvittääkseni, oliko kuparisulaton läsnäololla vaikutusta poikasten selviytymiseen. Tein molemmat testit käyttäen sekä pe-sässä laskettujen lentopoikasten vuosittaisia keskiarvoja, että kaikkia tutkimuksessa käytettyjä pesiä (n = 3684). Taulukko 1 esittää lentopoikasaineiston tunnuslukuja. Len-topoikasaineistoa analysoidessani otin huomioon tutkimusalueen jaon Saastuneeseen ja Kontrolliin.

Taulukko 1. Tutkimuksessa käyttämäni lentopoikasaineisto. Aineisto jaettu alueisiin Saastunut (etäisyys kuparisulattoon < 2,5 km) ja Kontrolli (etäisyys kuparisulattoon > 2,5 km). Kirjosiepon pesien kokonaismäärä, pesän keskimääräinen lentopoikasmäärä, pe-sän maksimi- ja minimilentopoikasmäärä sekä keskihajonta.

Alue	n	Keskiarvo	Max	Min	Hajonta
Saastunut	1810	4,62	10	0	1,98
Kontrolli	1874	5,26	9	0	1,70
Yht.	3684	4,94	10	0	1,87

3 Tulokset

Pearsonin korrelaatiotestin mukaan tuulen keskinopeus muuttui merkitsevästi Harjavallassa tutkimusaikana ($n = 21$; korrelaatiokerroin = 0,52; $p = 0,015$). Positiivinen korrelaatiokerroin osoittaa muutoksen olevan kasvava (Kuva 1).



Kuva 1. Tuulen nopeuden vuosittainen keskiarvo Harjavallassa laskettuna kirjositsepon pesäpoikasajan (14 vrk) keskiarvosta touko-heinäkuulta aikavälillä 6:00–18:00. Regressiosuora (pisteviiva) esittää tuulen nopeuden muutoksen lineaarisesti. Muutos noin 1 m/s. Aineisto Ilmatieteen laitoksen latauspalvelusta (Ilmatieteen laitos, 2024).

Saastuneen alueen ja kontrollialueen lentopoikasten määrissä oli havaittavissa eroavaisuutta. Koko aineistoa tarkasteltaessa alueiden välinen ero lentopoikasten määrässä oli merkitsevä ($n = 3358$; t -arvo = -10,05; $p < 0,0001$). Kontrollialueen pesyeet tuottivat keskimäärin 0,65 poikasta enemmän (pesän keskimääräinen lentopoikasmäärä, saastunut alue = 4,61; kontrollialue = 5,26). Lentopoikasten vuosikeskiarvoja tarkasteltaessa alueiden välillä ei löytynyt merkitsevää eroa ($n = 42$; t -arvo = -2,72; $p = 0,60$).

Tuulen nopeuden yhteys kirjositsepon lentopoikasten määrään ei ollut tilastollisesti merkitsevä (Taulukko 2). Näin ollen tuulen nopeus ei selitä lentopoikasten selviytymistä. Sen

sijaan koko aineistoa käytettäessä löytyi saastuneella alueella heikko positiivinen yhteys (Taulukko 2).

Taulukko 2. Tuulen nopeuden yhteys kirjosiepon lentopoikasten määrään analysoituna lineaarisella regressioanalyysillä. Analyysi toteutettu sekä pesässä laskettujen lentopoikasten vuosittaisella keskiarvolla (Vuosikeskiarvot) että kaikilla tutkimuksessa käytetyillä pesillä (Koko aineisto). Aineisto jaettu alueisiin Saastunut (etäisyys kuparisulattoon < 2,5 km) ja Kontrolli (etäisyys kuparisulattoon > 2,5 km). Kulmakerroin osoittaa yhteyden suunnan (positiivinen tai negatiivinen). Lisäksi havaintojen lukumäärä, 95 %:n luottamusväli sekä p-arvo. Tilastollisesti merkitsevä p-arvo lihavoitu.

		Kulmakerroin	n	95 %	p
Vuosikeskiarvot					
	Saastunut	0,18	21	-0,44–0,80	0,56
	Kontrolli	-0,14	21	-0,70–0,41	0,60
Koko aineisto					
	Saastunut	0,24	1810	0,09–0,40	0,002
	Kontrolli	0,02	1874	-0,11–0,16	0,72

4 Pohdinta

Tuulen keskinopeus kasvoi Harjavallan alueella tutkimusaikana noin metrillä sekunnissa. Koska käytin tutkimuksessa vain kirjosiepon pesäpoikasajan tuuliaineistoa, en voi varmasti todeta tuulen nopeuden kasvaneen alueella tutkimusajan ulkopuolella. Koska sääasema ei sijainnut tutkimuspaikalla, on toisaalta myös mahdollista, että juuri kirjosiepon reviirillä tuulen nopeus ei muuttunut tai se muuttui enemmän kuin mittausaasemalla. Kirjosieppo suosii metsäistä elinympäristöä, jossa puut voivat vaimentaa tuulta.

Kirjosiepon pesimätulos oli parempi kontrollialueella, joka sijaitsi kauempana kuparisulatasta. Kuten aiemmin on tutkittu (Eeva & Lehikoinen, 1996), kuparisulaton läheisyydellä voi olla vaikutusta poikasten selviytymiseen. Poikasten ravintoon kertyvät raskasmetallit voivat aiheuttaa kuolleisuutta herkemmin lähempänä saasteiden lähdettä, tai ne voivat altistaa poikasia sääilmiöiden haitallisille vaikutuksille herkemmin.

Tuulen nopeudella ei näytä olevan vaikutusta kirjosiepon poikasselviytymiseen. Analyysissä havaitsemani heikko positiivinen yhteys saastuneen alueen poikasten ja tuulen välillä voidaan todennäköisemmin selittää aineiston keskinäisenä korreloitumisena. Samana vuonna havaitut poikaset, eli tässä tutkimuksessa käyttämäni vuosikeskiarvot, ovat toisistaan jossain määrin riippuvaisia.

Käytin tutkimuksessani melko yksinkertaisia tilastollisia malleja. En esimerkiksi analysoinut eri sääilmiöiden, kuten sateen ja lämpötilan yhteisvaikutusta kirjosieppoihin tuulen kanssa. Koska ilman lämpötila, ilmanpaine ja tuuli ovat yhteydessä toisiinsa, tuulen nopeus ja muut sääilmiöt ovat voineet seurata samanlaisia trendejä. Sade ja lämpötila voivat aiheuttaa kirjosiepon poikasissa stressiä (Skwarska ym., 2022), joten poikasten selviytymisessä havaittavat muutokset voivat hyvin johtua tuulen sijaan muista tekijöistä.

Kirjosieppo saalistaa myös maasta (Eeva ym., 1997), joten tuulen nopeuden muutoksilla ei välttämättä ole suurta vaikutusta niiden ravinnonhankintaan. Tutkimusalueella ei myöskään laskettu lentävien hyönteisten määrää, joten en voi olla varma tuulen vaikutuksesta ravintohyönteisten saatavuuteen.

Tässä tutkimuksessa en huomionnut kuoriutumattomien munien ja nuorena kuolleiden poikasten määrää, vaan keskityin pelkästään aikuiseksi selvinneisiin poikasiin. En siis voi sanoa varmasti, johtuuko poikasten kuolleisuus niiden poikasaikana saaman ravinnon puutteesta, vai kenties jo haudonta-aikaisista haasteista. Kirjosiepponaaraiden pesimätulos on pienempi, jos niiden puoliso on polygyninen. Erityisesti toissijaiseksi jäävien naaraiden poikasten selviytyminen on heikentynyt, koska koiras keskittyy ensisijaisen pesyeensä hoitamiseen. Kirjosieppokoiraat ruokkivat puolisoitaan jo haudonta-aikana, joten pesän korkea kuoriutumattomien munien määrä voisi olla yhteydessä koiraan polygyniaan (Huk & Winkel, 2006).

Mikäli tutkimus halutaan tulevaisuudessa toistaa, koepaikan voisi mahdollisesti siirtää lähemmäs sääasemaa, jotta tuuliaineisto olisi mahdollisimman tarkka, tai mahdollisesti mitata tuulen nopeus suoraan tutkimusalueelta omilla laitteilla. Koepaikan olisi myös hyvä olla kauempana raskasmetallisaasteista, jotta tässä tutkimuksessa havaitulta mahdolliselta seuraussuhteelta vältyttäisiin. Monimutkaisempien sääilmiöiden yhdysvaikutusta analysoivien tilastollisten mallien käyttö olisi todennäköisesti hyödyksi.

Kiitokset

Kiitos ohjaajalleni Tapio Eevalle korvaamattomasta avusta työn jokaisessa vaiheessa, sekä hänen työryhmälleen aineiston keräämisestä.

Lähteet

- BirdLife International. (2022). *Species factsheet: Ficedula hypoleuca*. <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/european-pied-flycatcher-ficedula-hypoleuca/text> [Luettu 30.9.2023]
- Burger, C., Belskii, E., Eeva, T., Laaksonen, T., Mägi, M., Mänd, R., Qvanström, A., Slagsvold, T., Veen, T., Visser, M. E., Wiebe, K. L., Wiley, C., Wright, J., & Both, C. (2012). Climate change, breeding date and nestling diet: how temperature differentially affects seasonal changes in pied flycatcher diet depending on habitat variation. *Journal of Animal Ecology*, 81(4), 926–936. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2012.01968.x>
- Eeva, T., & Lehikoinen, E. (1996). Growth and mortality of nestling great tits (*Parus major*) and pied flycatchers (*Ficedula hypoleuca*) in a heavy metal pollution gradient. *Oecologia*, 108(4), 631–639. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28307795/>
- Eeva, T., Lehikoinen, E., & Pohjalainen, T. (1997). Pollution-related variation in food supply and breeding success in two hole-nesting passerines. *Ecology*, 78(4), 1120–1131. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1997\)078\[1120:PRVIFS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1997)078[1120:PRVIFS]2.0.CO;2)
- Gregow, H., Rantanen, M., Laurila, T. K., & Mäkelä, A. (2020). *Review on winds, extra-tropical cyclones and their impacts in Northern Europe and Finland*. Ilmatieteen laitos. <http://hdl.handle.net/10138/320298>
- Huk, T., & Winkel, W. (2006). Polygyny and its fitness consequences for primary and secondary female pied flycatchers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1594), 1681–1688. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3485>
- Ilmatieteen laitos. (2024). *Havaintojen lataus - Ilmatieteen laitos*. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus> [Luettu 27.11.2024]
- Ilmatieteen laitos. (2025). *Tuuliennätyksiä - Ilmatieteen laitos*. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tuuliennatyksia> [Luettu 6.1.2025]
- LuontoPortti. (2021). *Kirjosieppo*. <https://luontoportti.com/t/645/kirjosieppo> [Luettu 16.5.2023]
- Sanz, J. J. (1995). Environmental restrictions on reproduction in the Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca*. *ARDEA*, 83(2), 421–430.

SAS Institute Inc. 2020. SAS® Enterprise Guide® 8.3: User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Skwarska, J., Podstawczyńska, A., Bańbura, M., Gładalski, M., Kaliński, A., Markowski, M., Wawrzyniak, J., Zieliński, P., & Bańbura, J. (2022). Effects of ambient temperature during the nestling stage on a stress indicator in nestling pied flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *International Journal of Biometeorology*, 66, 139–148. <https://doi.org/10.1007/s00484-021-02199-6>