

Validatie methodiek leeftijdsbepaling steenuilenjongen

Een verkorte versie van dit artikel is verschenen in *Uilen* 9 (2019).

Door: Pascal Stroeken & Ronald van Harxen

Een gestandaardiseerde methode voor het bepalen van de leeftijd van nestjongen is een belangrijk element binnen het reproductie-onderzoek. Als we de leeftijd kennen (en het aantal eieren), kunnen we de legselstart en de uitkomstdatum berekenen, en daarnaast de conditie van de nestjongen kwantificeren. Bovendien biedt het de mogelijkheid om de momenten waarop we de nesten bezoeken scherp te plannen. In dit artikel bespreken we een validatie-onderzoek van de methode voor het bepalen van de leeftijd van steenuilenjongen.

In 2003 beschreven we een methode om de leeftijd van nestjonge steenuilen te bepalen aan de hand van de vleugellengte, ook wel de 'Zuidoost-Achterhoek (ZOA)-methode' genoemd (Stroeken & Van Harxen 2003). De praktische toepassing van deze methode was vervolgens vanaf 2006 onderdeel van de Invulinstructie Nestkaart Steenuil (Stroeken 2008) en is sinds 2011 opgenomen in de twee edities van de Handleiding broedbiologisch onderzoek steenuil, uit 2011 en 2016 (Van Harxen & Stroeken 2016).

De kern van de ZOA-methode is een vleugelgroei-model voor de leeftijdsbepaling van steenuilenjongen in de leeftijd van 10 tot en met 25 dagen, toe te passen op het grootste nestjong (het jong met de grootste vleugel). In die periode groeit de vleugel lineair met de leeftijd (ca. 4 mm per dag), waardoor het mogelijk is de leeftijd nauwkeurig te bepalen aan de hand van de vleugellengte (de maximaal gestrekte vleugel; zie voor details Van Harxen & Stroeken 2016). De leeftijd wordt vervolgens afgelezen uit de vleugelmaattabel (tabel 1 van de ZOA-methode, in hoofdstuk 3 van de handleiding broedbiologisch onderzoek).

De methode gaat uit van de expliciete aanname dat alle jongen in een nest dezelfde leeftijd hebben en dat de leeftijdsbepaling van het grootste nestjong aldus maatgevend is. Verder is de impliciete aanname dat de methode toepasbaar is op beide geslachten.

Materiaal en methode

Validatie vleugelgroei-model

De ZOA-methode is gebaseerd op gegevens uit de jaren 1999-2001. Bij de introductie van de methode in 2003 hebben we aangegeven het onderliggende vleugelgroei-model verder in de praktijk te valideren en zo nodig bij te stellen. Op basis van veldgegevens uit de periode 2002 tot en met 2018, verzameld in ons studiegebied in de Zuidoost-Achterhoek, hebben we het model uitvoerig getoetst.

Selectie van onderzochte nesten en de maatgevende grootste nestjongen

In die periode 2002-2018 verrichtten we bij een 950 nesten reproductie-onderzoek in de Zuidoost-Achterhoek. Overeenkomstig het ideale bezoekschema uit de broedbiologiehandleiding (Van Harxen & Stroeken 2016) streefden we er naar om de nesten te bezoeken in de kleine jongenfase. Bij veel nesten slaagden we daarin, en bij een aantal nesten hadden we het geluk het nest te bezoeken, of te observeren, op de geboortedag (leeftijdsgedag 0; dag van uitkomen van de eieren). Dit betrof nesten:

- (1) waarvan de jongen net uit het ei waren gekropen (nog niet opgedroogd) en/of er ook nog eieren werden aangetroffen die op het punt stonden om uit te komen ("piepende eieren");
- (2) waarvan alle nestjongen het geboortegewicht hadden, rond 10-12 gram;
- (3) die onder camera-observatie stonden en waar het uitkomen van de eieren is vastgesteld (video en webcam).

Van die nesten weten we de exacte leeftijd van de jongen en alleen deze nesten zijn gebruikt voor dit validatie-onderzoek. De vleugel- en gewichtsmetingen van alle nestjongen in de leeftijd 10 tot en met 25 dagen uit deze nesten zijn op een rij gezet en vervolgens zijn per nest de metingen aan het grootste nestjong (het jong met de grootste vleugelmaat) geselecteerd. De gewichten zijn gebruikt om de conditie van de nestjongen te kunnen vaststellen. In de veldboeken werden ook bijzonderheden genoteerd, bijvoorbeeld als jongen een zichtbaar slechte conditie of een ogenschijnlijke groeiachterstand hadden.

Aantal nesten en metingen aan de grootste nestjongen

In de onderzoeksperiode hebben we van 76 nesten waarvan we de exacte leeftijd van de nestjongen wisten, de jongen kunnen meten en wegen op een leeftijd van 10 tot en met 25 dagen. Elk nest leverde één grootste jong per meetdag (nestbezoek). Twee nesten zijn tweemaal bezocht in de periode 10-25 dagen, zodat in totaal van 78 "grootste nestjongen" de biometrie is gemeten (zie tabel 1).

jaar	aantal nesten	aantal metingen dag 10-25
2002	2	3
2003	0	0
2004	4	4
2005	4	4
2006	3	3
2007	4	4
2008	7	7
2009	5	5
2010	8	8
2011	1	1
2012	3	3
2013	6	6
2014	4	4
2015	6	7
2016	6	6
2017	4	4
2018	9	9
<i>totaal</i>	<i>76</i>	<i>78</i>

Tabel 1. Aantal bemeten nesten in 2002-2018 waarvan de exacte uitkomst bekend is en het aantal grootste nestjongen in de leeftijd van 10-25 dagen waarvan de biometrie is gemeten

Uitselecteren van niet-representatieve metingen

De vleugelgroeimethode is gebaseerd op metingen aan nestjongen met een normale groei-ontwikkeling en conditie. Soms zien we bij nesten een forse groeiachterstand, meestal veroorzaakt door voedseltekort. Dit uit zich in eerste plaats door lage lichaamsgewichten; de jongen zijn aanmerkelijk te licht voor hun leeftijd. Als er sprake is langdurig voedseltekort of jongen die om andere redenen in een slechte conditie zijn, dan kan ook de lichaamsgroei stagneren en zien we dat de vleugelgroei achterblijft. De jongen zijn dan niet alleen te licht voor hun leeftijd, maar ook te klein. Zulke nestjongen met een structurele groeiachterstand zijn niet representatief voor het valideren van het vleugelgroei-model. Om te voorkomen dat we in het validatie-onderzoek nestjongen betrokken met een structurele groeiachterstand of een slechte conditie, hebben we de nesten waar we dit vermoedden, nader bekeken.

Op basis van ervaring zijn nesten met in groei achtergebleven jongen vaak goed te herkennen, ook als de exacte leeftijd niet bekend is. De jongen maken bijvoorbeeld een iele indruk, waarbij de ontwikkeling van de vleugelgroei niet correspondeert met het algehele voorkomen, zoals de ontwikkeling van het verenkleed of de oogkleur. In het voorliggende validatie-onderzoek wisten we uiteraard de exacte leeftijd van de nestjongen, zodat de structurele groeiachterstand behalve op basis van de indruk die de nestjongen maakten, ook gestaafd kon worden op basis van het gewicht en de vleugelgrootte. Omdat de vleugelmaat nu juist onderwerp van voorliggend onderzoek was, hebben we die buiten beschouwing gelaten bij het bepalen van een eventuele groeiachterstand.

Van de grootste nestjongen uit de 10 nesten waar we in het veld een structureel achterblijvende groei veronderstelden op basis van aantekeningen in de veldboeken, hebben we ter objectivering van deze groeiachterstand de conditie-index vergeleken met de overige 68 grootste nestjongen. De conditie-index is een maat voor de conditie, uitgedrukt als een verhoudingsgetal tussen het gemeten gewicht en het referentiegewicht dat bij de leeftijd hoort (Stroeken et al. 2010; Van Harxen & Stroeken 2016). De gemeten 78 grootste nestjongen bleken gemiddelde een conditie-index van 1,05 te hebben, 5% zwaarder dan het referentiegewicht. De 68 jongen (uit nesten) zonder structurele groeiachterstand hadden een gemiddelde conditie-index van 1,07. De 10 jongen waarvan we een structurele groeiachterstand noteerden zaten op twee na beduidend onder hun referentiegewicht, resulterend in een relatief lage conditie-index van gemiddeld 0,88. Deze 10 jongen waren daarmee gemiddeld 19% lichter dan de 68 grootste nestjongen die een normale groei-ontwikkeling vertoonden.

De aldus geconstateerde structurele groeiachterstand van deze 10 jongen was aanleiding om de vleugelmetingen van deze jongen verder buiten beschouwing te laten omdat we deze als niet-representatief veronderstelden voor de validatie van het vleugelgroeimodel. In totaal hebben we dus 68 metingen gebruikt voor de validatie.

Verdeling van de metingen over de leeftijden

De 68 metingen aan de grootste nestjongen op leeftijdsdag 10 tot en met 25 waren niet netjes verdeeld over die leeftijdsperiode. We zien een duidelijk zwaartepunt op/rond dag 14 en op/rond dag 21. De logische verklaring hiervoor is dat wij voor ons veldwerk hoofdzakelijk aangewezen zijn op de zaterdag (en soms de vrijdag) wat resulteert in een bezoekeninterval van circa 7 dagen en het meervoud daarvan (zie tabel 2 en figuur 1 verderop in dit artikel).

Leeftijden nestjongen

Voor een onderbouwing van de aanname dat alle nestjongen dezelfde leeftijd hebben, konden we gebruik maken van een recent gepubliceerde analyse van video- en webcamopnames (Van Harxen *et al.* 2018).

Geslachten van het grootste nestjongen

Tot slot hebben we gekeken naar de verdeling van de maatgevende grootste nestjongen over beide geslachten: zijn de grootste nestjongen even vaak vrouw als man? In de onderzoeksjaren 2013 tot en met 2017 hebben we van vrijwel alle nestjongen enkele borstveertjes afgenomen en kon met behulp van DNA-analyse het geslacht worden vastgesteld (publicatie in voorbereiding).

Resultaten

Validatie vleugelgroei-model

Meetwaarden getoetst aan de ZOA-methode

In tabel 2 zijn per leeftijdsgedag de gemiddelde en mediane meetwaarde, en de kleinste en grootste vleugelmaat uit het voorliggend validatie-onderzoek vergeleken met de ZOA-methode (tabel 1 uit de ZOA-methode, in Van Harxen & Stroeken 2016, blz. 36).

leeftijd (dag)	aantal metingen	vleugelmaat (in mm)				
		gemiddeld	mediaan	kleinste	grootste	ZOA-tabel
10	0					33-37
11	0					38-42
12	0					43-47
13	5	51	51	48	54	48-52
14	31	55	55	44	66	53-57
15	0					58-62
16	1	65	65	65	65	63-68
17	1	60	60	60	60	69-73
18	1	75	75	75	75	74-78
19	2	86	86	81	90	79-83
20	5	87	86	84	95	84-88
21	14	94	94	88	102	89-93
22	4	95	96	90	98	94-98
23	0					99-103
24	2	101	101	98	104	104-108
25	2	114	114	112	116	109-114

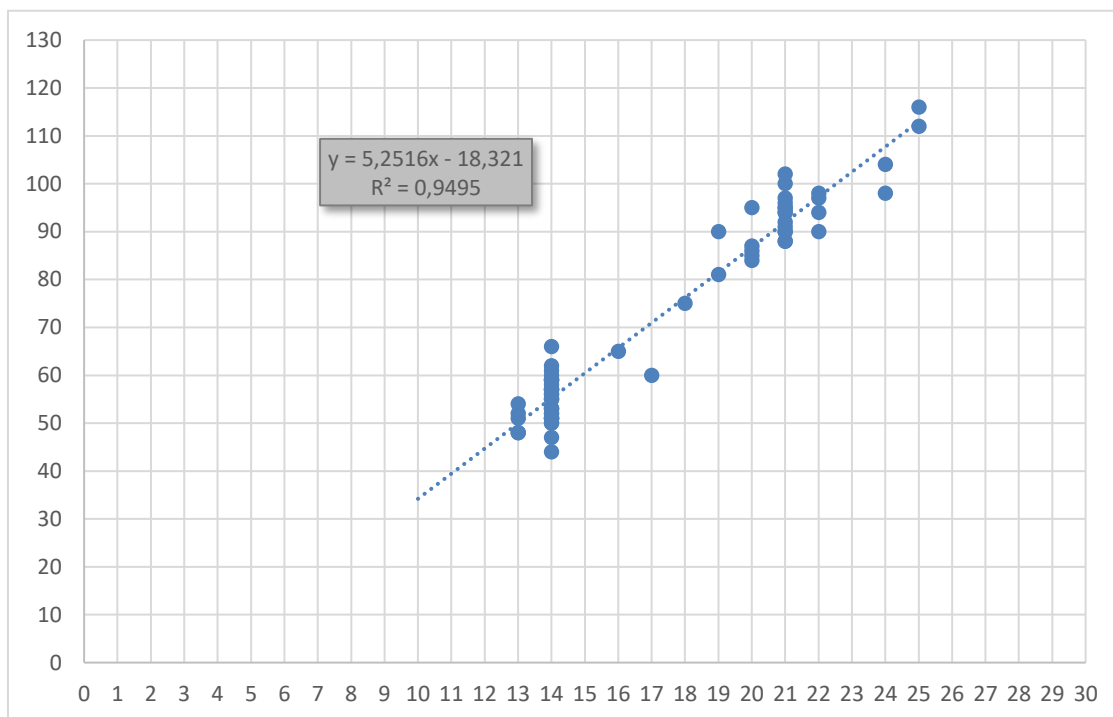
Tabel 2. Resultaten validatiemetingen aan de grootste nestjongen vergeleken met de ZOA-methode (kolom "ZOA-tabel").

Uit deze analyse blijkt dat de gemiddelde en de mediane meetwaarden meestal binnen de range van de ZOA-methode vallen. Op leeftijdsgedag 21 zien we dat de gemiddelde en mediane meetwaarde over 14 vleugels (94 mm) juist boven de range van 89-93 mm ligt. Ook voor enkele andere leeftijdsgedagen zien we dat de gemeten waarden niet binnen de range vallen, maar dat heeft dan betrekking op slechts een beperkt aantal metingen (bijv. leeftijdsgedag 19: 2 metingen met een gemiddelde en mediane waarde van 86 mm, die buiten de range van 79-83 mm vallen).

Kijken we echter naar spreiding van de meetwaarden per leeftijdsgedag dan zien we een minder gunstig beeld (zie ook de kolommen "kleinste" en "grootste" in tabel 1). 32 van alle 68 metingen (47%) vallen binnen de range van de ZOA-methode. Neem bijvoorbeeld leeftijdsgedag 14: van de 31 metingen vallen 12 metingen binnen de range van 53-57 mm. Figuur 1, hierna, illustreert de spreiding van de metingen per leeftijdsgedag.

Toetsing vleugelgroei-model

In figuur 1 in het artikel zijn de 68 vleugelmetingen uit dit validatie-onderzoek grafisch weergegeven.



Figuur 1. De grafische weergave van de 68 meetwaarden van de vleugelmaten (in mm; y-as) aan de grootste nestjongen als functie van de leeftijd (in dagen; x-as) met de lineaire trendlijn en de bijbehorende formule en de correlatiecoëfficiënt R^2 .

De uit de lineaire trendlijn (ijklijn) afgeleide formule van de vleugelgroei op de leeftijdsdagen 10 tot en met 25 is:

$$y = 5,2516x - 18,321$$

waarin:

y is de vleugellengte in mm

x is de leeftijdsdag

De leeftijd is vervolgens te berekenen met de formule:

$$\text{leeftijd} = (\text{vleugel} + 18,32) / 5,2516$$

Met deze formule hebben we de leeftijd berekend en deze uitkomsten voor de leeftijdsdagen 10 tot en met 25 vervolgens vergeleken met ZOA-methode uit de handleiding voor broedbiologisch onderzoek.

leeftijds- dag	vleugel ZOA	vleugel validatie
10	33-37	32-36
11	38-42	37-42
12	43-47	43-47
13	48-52	48-52
14	53-57	53-57
15	58-62	58-63
16	63-68	64-68
17	69-73	69-73
18	74-78	74-78
19	79-83	79-84
20	84-88	85-89
21	89-93	90-94
22	94-98	95-99
23	99-103	100-105
24	104-108	106-110
25	109-114	111-115

Tabel 3. Het vleugelgroei-model uit de Handleiding broedbiologisch onderzoek (kolom "vleugel ZOA"; tabel 1 uit de ZOA-methode) vergeleken met het vleugelgroei-model gebaseerd op de validatiemetingen uit 2002-2018 in dit artikel (kolom "vleugel validatie"; zie ook figuur 1). Vleugelmaat in mm.

Uit tabel 3 blijkt dat het vleugelgroei-model dat is gebaseerd op dit validatie-onderzoek, overeenkomstige resultaten geeft als het vleugelgroei-model uit de ZOA-methode.

Leeftijden nestjongen

Met behulp van video- en webcamobservaties bij 10 nesten is gebleken dat de eieren gemiddeld binnen een tijdsbestek van ruim 15 uur uitkomen (Van Harxen *et al.* 2018). In 2 van die 10 nesten was het tijdsverloop tussen het uitkomen van het eerste en laatste ei maximaal een etmaal (24:01 uur) of iets meer (26:08 uur). Dit betekent dat de nestjongen in de meeste gevallen (ruim) binnen een etmaal geboren worden.

Geslachten van de grootste nestjongen

Van 20 van de 68 grootste nestjongen die we in deze validatie hebben betrokken, weten we uit het DNA-onderzoek het geslacht (het gaat om 20 nesten / grootste nestjongen uit de jaren 2013-17 toen we sexe-onderzoek verrichten). Van deze 20 grootste nestjongen waren er 12 meisjes en 8 jongens. Dit is echter een kleine steekproef, omdat we in de validatie immers alleen het beperkte aantal nesten konden betrekken waarvan we de exacte leeftijd kenden.

Interessanter is om voor alle nesten uit 2013-17 te kijken hoe de geslachtsverdeling was onder de grootste nestjongen. Dat verschaft immers informatie over het geslacht van het grootste nestjong (jong met de grootste vleugelmaat) dat aldus op basis van de ZOA-methode de leeftijd voor zijn of haar nestgenootjes bepaalde. Hiertoe beschikten we over een veel grotere, robuuste steekproef van 253 nesten. Voor nesten waarin twee (of drie) jongen dezelfde grootste vleugelmaat hadden, hebben we een weegfactor per geslacht toegepast zodat ook voor die nesten kon worden bepaald welk geslacht in welke mate de leeftijd van de nestjongen bepaalde. Uit deze analyse volgt een nagenoeg gelijke verdeling: in 50,3% van de nesten was een vrouwelijk nestjong het grootste, tegenover 49,7% van de nesten waarin een mannelijk nestjong de grootste vleugelmaat had.

Discussie en conclusies

Validatie bevestigt de bruikbaarheid van het vleugelgroei-model

Uit de analyse blijkt dat, gemiddeld genomen, het vleugelgroei-model uit de ZOA-methode een betrouwbare methode is om de leeftijd van steenuilenjongen te bepalen. In veel gevallen geeft het model de juiste, werkelijke leeftijd. Tegelijk zien we een vrij grote spreiding rond de gemiddelde waarden en zijn er dus individuele jongen (nesten) waarvan de vleugelmaat niet correspondeert met de maten uit de tabel 1 van de ZOA-methode. Zulke afwijkingen waren evenwel al bekend bij het opstellen van de methodiek en zijn inherent aan modellering. Elk model geeft immers een zo'n goed mogelijke benadering van de - grillige - werkelijkheid. Vanwege de onvermijdelijke individuele verschillen in groei zal immers niet elk 'grootste nestjong' een vleugelmaat hebben die exact samenvalt met de ijklijn.

Indien we op basis van de resultaten uit dit validatie-onderzoek een nieuw vleugelgroei-model zouden ontwikkelen, geeft dat overeenkomstige vleugelmaten per leeftijdsgedag als in tabel 1 uit de ZOA-methode.

Uit de validatie volgt dat de ZOA-methode nog altijd volstaat om aan de hand van de vleugelmaat van het grootste nestjong met een onbekende werkelijke leeftijd, de leeftijd zo nauwkeurig mogelijk te bepalen.

Het grootste nestjong is representatief voor de leeftijd van de nestjongen

Binnen de ZOA-methode bepaalt het grootste nestjong de leeftijd voor alle nestgenootjes. Hieraan ligt de aanname ten grondslag dat alle jongen in een steenuilennest dezelfde leeftijd hebben omdat ze op dezelfde dag (etmaal; binnen 24 uur) uit het ei kruipen. Deze aanname was bij het opstellen van de methode in 2003 gebaseerd op literatuuronderzoek. Nieuw onderzoek op basis van video- en webcamobservaties heeft bevestigd dat steenuilenjongen in de meeste gevallen (ruim) binnen een etmaal geboren worden. De aanname dat alle nestgenootjes dezelfde leeftijd hebben, is juist.

Het vleugelgroei-model is toepasbaar op jongens en meisjes

Bij veel uilensoorten zijn de (volwassen) vrouwen groter en zwaarder dan de mannen. Ook voor steenuilen geldt, zij het in veel mindere mate dan voor andere uilensoorten, dat de volwassen vrouwen doorgaans iets langere vleugels hebben en gemiddeld genomen zwaarder zijn (Van Nieuwenhuysen *et al.* 2008; Van Harxen & Stroeken 2016).

Bij de ontwikkeling van de ZOA-methode in 2003 waren er geen betrouwbare onderzoeksgegevens beschikbaar over een eventueel verschil (of niet) in de vleugelgroei en de gewichtsontwikkeling tussen mannelijke en vrouwelijke nestjongen. Omdat we bij steenuilen de geslachten van de nestjongen niet (in het veld) kunnen vaststellen, is het vleugelgroei-model gebaseerd op 'grootste nestjongen' waarvan het geslacht niet bekend is. Het model wordt vervolgens toegepast op 'grootste nestjongen' waarvan het geslacht evenmin bekend is. Feitelijk is dus onbekend of de leeftijdsmethodiek op basis van de vleugellengte zonder meer van toepassing is op beide geslachten.

Uit ons onderzoek blijkt dat de het vleugelgroei-model - om maar eens een modewoord te gebruiken - genderneutraal is. De analyse wijst immers uit dat het grootste nestjong even vaak een man is als een vrouw. Dit bevestigt dat het vleugelgroei-model toepasbaar is op beide geslachten en dus bruikbaar is voor alle nesten.

Literatuur (een aantal bronnen is met een link te downloaden)

Stroeken P. & van Harxen R. 2003. Een methode voor de leeftijdsbepaling van steenuiljongen. [Athene 7: 33-41](#).

Stroeken P. 2008. Invulinstructie Nestkaart Steenuil, diverse versies 2006-2008. STONE Steenuilenoverleg Nederland (www.steenuil.nl)

Stroeken P., van Harxen R., Hallmann C. 2010. Een methode voor het bepalen van de conditie van steenuiljongen. [Uilen 1: 40-45](#).

Van Harxen R. & Stroeken P. 2016. Handleiding broedbiologisch onderzoek steenuil. [Uitgave STONE Steenuilenoverleg Nederland, Heiloo](#).

Van Harxen R., Stroeken P., Sterringa G. 2018. Nieuwe gegevens over de eileg, broeden, uitkomst van de eieren en uitvliegen van de jongen bij de steenuil. *Uilen* 8: 76-89.

Van Nieuwenhuysen D., Génot J-C., Johnson D.H. 2008. The little owl: conservation, ecology and behavior of *Athene noctua*. Cambridge University Press.