

Simulatie

PW.H. Voorhaar



Inleiding

Wat is simulatie en hoe kunnen wij dit in onze vogelstudie gebruiken? Hoe gebruiken wij deze methode specifiek in de relatie vogelstudie-automatisering?

Simulatie is zeker niet nieuw. Eeuwenlang heeft de mens geprobeerd met modellen situaties na te bootsen. De windtunnelproeven en de werkzaamheden van het Waterloopkundig Laboratorium zijn daar een voorbeeld van. Simulatie met behulp van de computer is ook zo'n voorbeeld. Ook hier wordt als het ware een model gemaakt, dat de werkelijkheid nabootst.

De omschrijving van simulatie is 'het berekenen van continue dynamische systemen'. Een nogal moeilijke omschrijving voor een uiterlijk ingewikkeld lijkende materie.

Een bepaalde gedachte of theorie kan men met een simulatieprogramma toetsen aan de werkelijkheid. Dit kunnen heel complexe of heel eenvoudige theorieën zijn. Hiermee zijn alle ingrediënten gegeven, die simulatie zinvol maken.

Als voorbeeld is er gekozen voor de relatie tussen Torenvalken en muizen. Onderzoekingen hebben aangetoond, dat de schommelingen in de aantallen Torenvalken afhankelijk lijken van het aantal beschikbare prooidieren (muizen).

De vraag die wij ons stelden was: zijn Torenvalken in staat een muizenplaag te voorkomen? Op zich een duidelijke vraag, maar er aan rekenen is een onbegonnen, tijdrovende zaak.

Met behulp van simulatie is het mogelijk om een pasklaar antwoord te krijgen op het samenspel van factoren, die bepalend zijn voor de schommelingen in aantallen. Een strenge winter bijvoorbeeld of langdurige regenval zijn moeilijk in formules samen te vatten. Simulatie kan hierdoor nooit gebruikt worden als voorspelling van wat er gaat komen. Het is wél geschikt voor het bekijken van het 'achterliggende mechanisme' van de relatie tussen prooi en predator.

Om die relatie te kunnen bepalen moet men eerst nagaan hoe de reproductie van prooi en predator op zichzelf verloopt. Vervolgens kunnen wij zien hoe de factoren elkaar beïnvloeden. Zie figuur 1a.

Een stuk land kan maar een zeker aantal muizen herbergen. Dit noemt men de biomassa van een gebied. In ons rekvoorbeeld hebben wij voor dit stuk land deze biomassa gesteld op 30.000 muizen. Boven dit maximum zullen de muizen door voedselgebrek, allerlei ziekten en stress vertonen waardoor er meer muizen sterven dan normaal. Dit is een vorm van zelfregulering binnen de soort. In ons voorbeeld zijn wij uitgegaan van een geïsoleerd systeem, dat wil zeggen er is geen wisselwerking met Torenvalken en/of muizen uit andere gebieden.

De volgende waarden hebben wij als waar aangenomen (de waarden zijn hier min of meer willekeurig gekozen):

- de hoogst voorkomende dichtheid van de muizen is 30.000, de laagste 100
- voor de Torenvalken is dit respectievelijk 200 en 5
- de muizen zijn na 35 dagen geslachtsrijp en krijgen twee jongen per dag
- het werpen begint op de zestigste dag en eindigt op de 240ste dag van het jaar
- de Torenvalken broeden 21 dagen tussen half april en half mei (in ons model tussen de

130ste en 150ste dag) en het legsel telt gemiddeld 2,8 jongen

- iedere Torenvalk eet per dag gemiddeld 2,4 muizen
- voor de berekening van de sterfte hebben wij het volgende in ogenschouw genomen: bij een constant blijvend aantal Torenvalken, zullen er over een jaar gerekend evenveel doodgaan als er geboren worden. Bij een legsel van 2,8 jongen, zullen er dus 2,8 Torenvalken doodgaan. Met de ouders meegerekend is dit 2,8/4,8 deel. Na dat jaar blijft dus 2/4,8 deel over. Per dag gerekend is dit een overlevingskans van 0,99757. Blijft het aantal niet constant, maar neemt de overleving met 0,03% toe dan wordt de dagelijkse overleving 0,99787.
- Als (2,4 maal het aantal Torenvalken) groter is dan (het aantal muizen + 2), sterft er één Torenvalk (hierdoor zal bij een tekort aan muizen additionele sterfte onder de Torenvalken plaatsvinden).

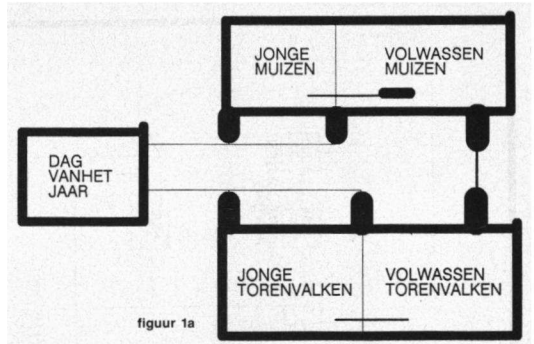
Nu gaan wij eerst de juiste structuur van het model opzetten. Dit doen wij door iedere bewerking een uniek nummer te geven, om zo ons hele theoretische model stap voor stap te schematiseren (zie figuur 1b). Deze methode van simulatie werkt met 'bouwstenen', die ieder een specifieke tie hebben. Er is bijvoorbeeld een bouwsteen 'SUM' (blokje 5); deze telt de waarde van 4 en 2 bij elkaar op. Zo zijn er ook bouwstenen voor het delen (DIV); een limiet (LIM) en ga zo maar door. Nadat wij het schema hebben samengesteld, kan het geheel worden ingevoerd in het computerprogramma. Gemakshalve gaan wij in dit artikel aan de invoer zelf voorbij.

Figuur 2 geeft in een grafiek de resultaten van het model van figuur 1b weer. Hier is duidelijk een regulerende werking te zien van de Torenvalken op de muizen en andersom. Een terugkerend patroon wordt zichtbaar. Na vijf jaar wordt een natuurlijk evenwicht bereikt.

Het aanpassen van het basis-model

Wij gaan nu de waarden in het model van de Torenvalken veranderen (verandering A). De legselgrootte van 2,8 jongen wordt verhoogd tot 4. Bij een lengte van de broedduur van 21 dagen

Figuur 1a. Beknopt simulatiemodel.



komen er per dag $4/21 = 0,1905$ jongen bij. Het invoeren van deze geleidelijke toename is nodig, omdat de pas uitgekomen jongen in het begin niet zoveel eten als een volwassen Torenvalk.

Met vier jongen wordt het overlevingsgetal 0,99699. Het resultaat van deze gegevens vindt u in figuur 3. Hoewel er in feite meer Torenvalken zijn, zien wij dat de regulerende werking van de muizenstand dusdanig werkt, dat de sterfte onder de Torenvalken ook toeneemt. Zelfs zo sterk, dat de muizenstand meer uitgroeit.

Verder aanpassen van het model

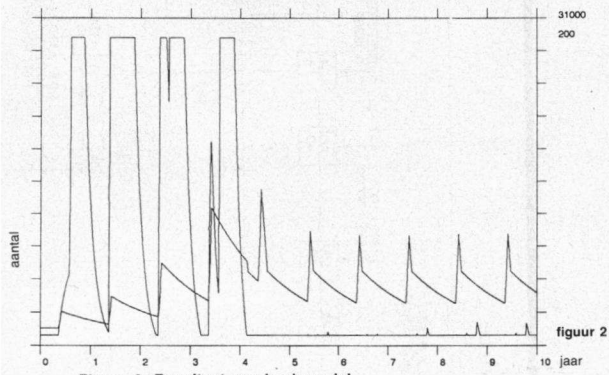
Bekijken wij ons model nauwkeurig, dan zien wij dat de jongen meetellen met het aantal broedende Torenvalken, waardoor hoge pieken in figuren 2 en 3 ontstaan. Om dit te vermijden doen wij alsof de Torenvalken eerder in het jaar broeden (verandering B). Het aantal jongen dat nu geboren wordt, wordt tijdelijk in het geheugen opgeslagen en later, wanneer de broedtijd werkelijk begint, bij het aantal Torenvalken opgeteld. De fout die nu nog rest, is dat er een aantal Torenvalken tussentijds doodgaat, die toch geacht worden jongen te krijgen. Deze fout is te verwaarlozen, daar het aantal jongen ook nooit gelijk is.

Het resultaat is af te lezen in figuur 4. Wij zien daarin een gelijkmatig patroon. Ieder jaar heerst er een muizenplaag. Er is géén regulerende werking door de Torenvalken op de muizen.

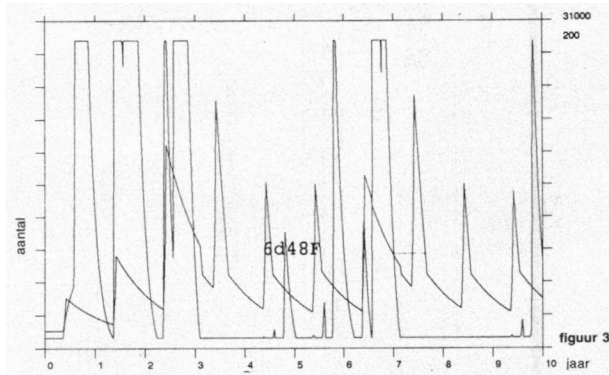
Wij veranderen nu opnieuw een aantal waarden bij de Torenvalken (verandering C). Dit zijn de volgende gegevens:

- wij verlengen de broedtijd tot 35 dagen
- wij verhogen het aantal jongen naar vijf
- wij verhogen de overlevingskans met 0,03%
- wij verhogen het aantal te eten muizen per dag tot vijf

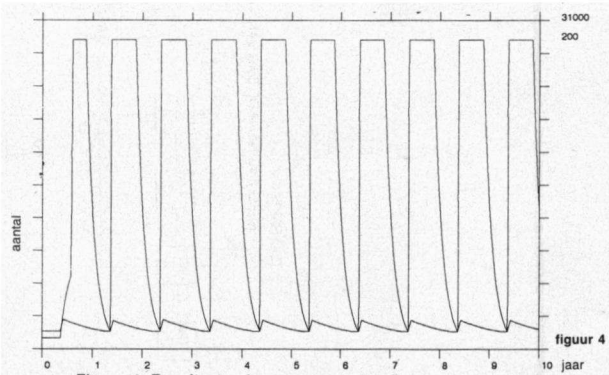
In de grafiek van figuur 5 zien wij na het tweede jaar een terugkerend patroon ontstaan met een cyclus van drie jaar. In het vierde, zevende en tiende jaar is er door muizengebrek een grote sterfte van torenvalkenjongen in het nest. Hiervan is een vergroting gemaakt (zie figuur 6). Men kan zien dat het aantal Torenvalken nauwelijks toe- of afneemt gedurende de broedtijd.



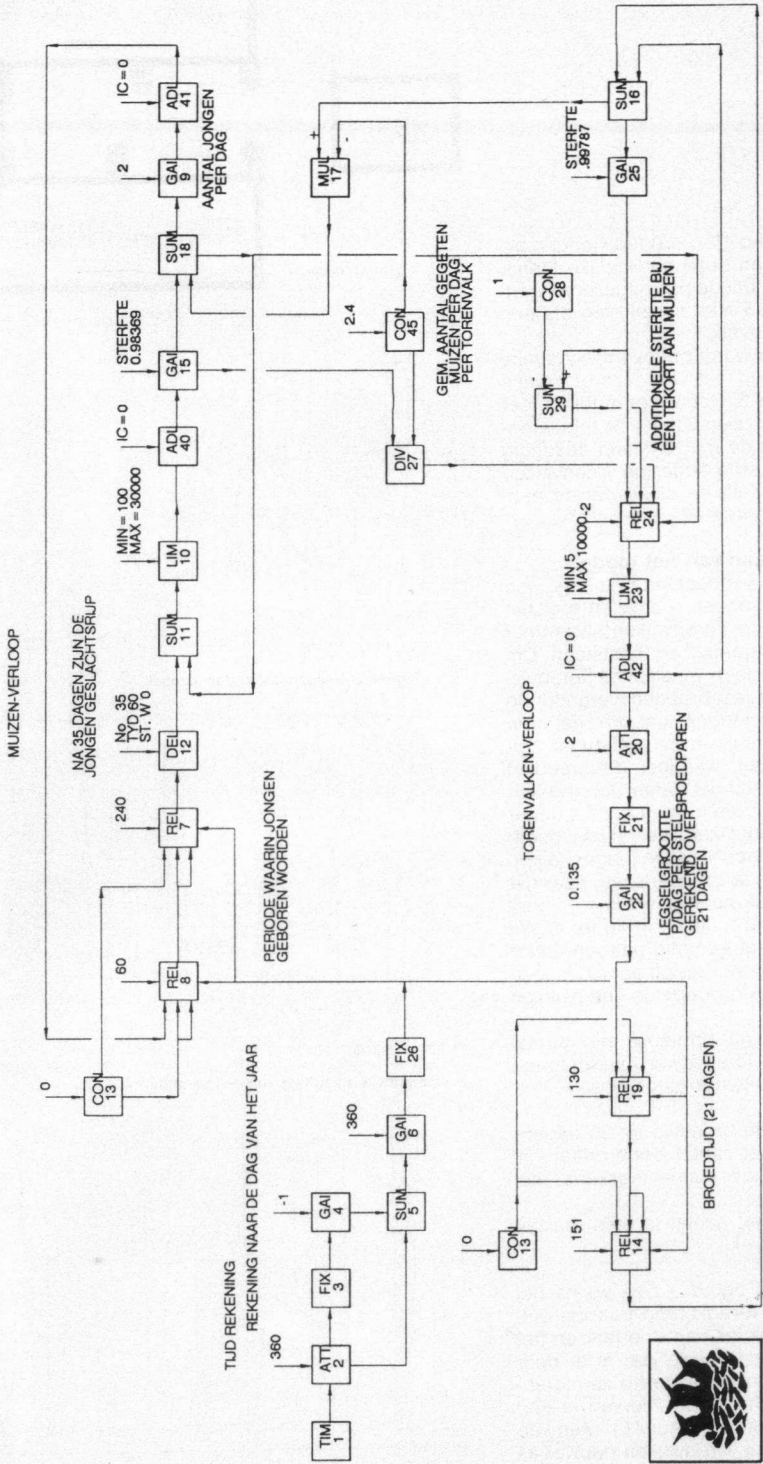
Figuur 2. Resultaat van basismodel.



Figuur 3. Resultaat volgens verandering A.



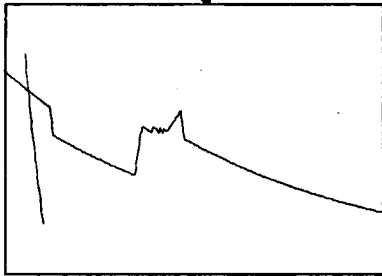
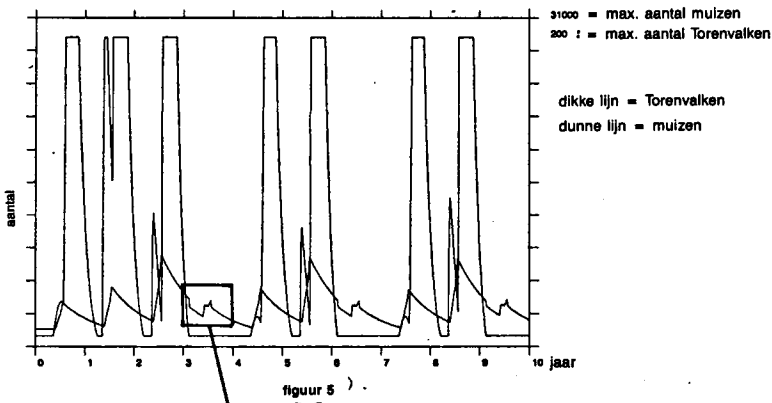
Figuur 4. Resultaat volgens verandering B.



COPYRIGHT P. VOORHAAR 1987

Figuur 1b. Schematische voorstelling van het simulatiemodel.

Figuur 5.
Resultaat van
verandering C.



figuur 6

Uitvergroting van een detail van grafiek van figuur 5.

Evaluatie

De structuur van het model is net zo belangrijk als de ingevoerde aantallen. Als één van beide niet klopt, krijgt men géén goede resultaten. Ook als beide correct zijn ingevoerd, moet men voorzichtig blijven met de interpretatie van de resultaten.

De resultaten zelf zijn namelijk net zo betrouwbaar als de juistheid van het model.

Uit de hier gegeven voorbeelden blijkt, dat een drastische sterfte onder de Torenvalken deel uitmaakt van het 'achterliggende mechanisme', en dat een muizenplaag alleen optreedt als het aantal Torenvalken niet te sterk schommelt.

Voordelen

Door middel van een simulatiemodel is het mogelijk op eenvoudige wijze aan complexe systemen te rekenen. De resultaten kunnen in een grafiek worden bekeken. Op deze manier kan men makkelijk begrijpen, wat het resultaat van die aanname is.

Na het opstellen van een simulatiemodel is het uitermate eenvoudig om getalwaarden te veranderen en de gevolgen van die veranderingen te bekijken. Voor kleine veranderingen in de structuur geldt nagenoeg hetzelfde.

De toepassingen van simulatie zijn enorm uitgebreid, veel uitgebreider dan hier (in een notedop) kan worden verteld. Toch hoop ik enigszins duidelijk te maken wat de mogelijkheden zijn, zodat (amateur) ornithologen er hun eigen toepassing voor kunnen vinden.

Aangenomen dat genoemde waarden niet volledig met de werkelijkheid overeenkomen, zie ik elk commentaar of aanvulling gaarne tegemoet.

■ P.W.H. Voorhaar, Ambachtsdreef 13, 3421 VM Oudewater.

LITTERATUUR:

- Begon, M., J.L. Harper the III & C.R. Townsend (1986): Ecology. Oxford.
 Boon, K. (1983): Epson HX20. Enschede.
 Krebs, C.J. (1978): Ecology the Experimental analysis of Distribution and Abundance. New York/London.
 Perrins, C. (1979): British Tits. London.
 Wit, C.T. de J. Goudriaan (1978): Simulation of ecological processes. Wageningen.