



De levensvatbaarheid van de Korhoenpopulatie op de Sallandse Heuvelrug

Maja Roodbergen, Loes van den Bremer
& Henk Sierdsema

Sovon-rapport 2013/67



De levensvatbaarheid van de Korhoenpopulatie op de Sallandse Heuvelrug

Maja Roodbergen, Loes van den Bremer & Henk Sierdsema



Colofon

© Sovon 2013

ISSN 2212-5027

Dit rapport is samengesteld in opdracht van Staatsbosbeheer Regio Oost.

Wijze van citeren: Roodbergen M., van den Bremer L. & Sierdsema H. 2013. De levensvatbaarheid van de Korhoenpopulatie op de Sallandse Heuvelrug. Sovon-rapport 2013/67. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Illustratie omslag: Jacob van der Weele & Hugh Jansman

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van SOVON en/of de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

Dankwoord	3
Summary	4
Samenvatting	4
1. Inleiding	5
2. Materiaal en methoden	6
3. Resultaten	14
4. Conclusies en discussie	19
5. Aanbevelingen	21
Literatuur	22
Appendix.I: Verklaring van termen	23
Appendix.II: Handout Korhoensymposium 1 november 2013	24

Dankwoord

Het populatie-onderzoek werd begeleid door een aantal vertegenwoordigers van organisaties die zich bezig houden met de bescherming en het beheer van Korhoenders en Korhoen-onderzoekers. Dit waren Harm Schoten (Vogelbescherming), Ruud Foppen (Vogelbescherming & Sovon), Corné Balemans en Andrea

van den Berg (Staatsbosbeheer), Bart de Haan (Vereniging Natuurmonumenten), Paul ten Den (Ten Den Flora en Fauna), Freek Niewold (Niewold Wildlife Infocentre) en Hugh Jansman (Alterra). Dank voor de begeleiding en informatie-voorziening gedurende het project.

Summary

National Park 'Sallandse Heuvelrug' is the last stronghold of the Black Grouse in the Netherlands. Large efforts are made to preserve this population, mainly by habitat improvements, however, with limited effect. Important questions are how long the local population will survive, whether and how many individuals should be supplemented, and which demographic parameters should be improved to obtain a positive population growth rate.

To answer these questions, a population model is developed in Vortex, a program especially suited for analyses of small and vulnerable populations. This model can be used to determine which demographic parameters are the key parameters in the population dynamics of the Black Grouse (reproduction, survival of juveniles, survival of adults etc.). from this the most effective management measures can be deduced, to increase the population to a viable size.

Nearly one tenth (9%) of the 5000 simulated populations survived until 2011, with a mean population size of 14,8 individuals. The only scenario's with a positive stochastic population growth rate, were scenario's in which the reproduction was increased. If in addition the carrying capacity of the population was increased, this led to a further increase in population growth rate. However, without an increase in reproduction, an increased carrying capacity had no or little effect on the population growth rate or extinction probability. For a stable population (stochastic population growth rate > 0) without supplementation, the mean number of chicks per successful hen needs to increase to 4. A mean family size of 3 chicks per successful hen would be sufficient if the population would be supplemented with 5 cocks and 5 hens during 10 years (starting in 2012), together with an increase in the percentage of successful hens to 60%.

Samenvatting

In de Sallandse Heuvelrug wordt reeds lange tijd gewerkt aan habitattherstel voor het Korhoen, maar met wisselende resultaten. De vraag rijst nu hoe lang de Sallandse Korhoenpopulatie het op deze manier zal volhouden, of en zo ja hoeveel en hoe lang er dieren moeten worden bijgeplaatst, en welke demografische parameters moeten worden verbeterd om een gezonde populatie te krijgen.

Om deze vragen te kunnen beantwoorden is gebruik gemaakt van een populatiemodel. Hiervoor wordt het programma Vortex gebruikt dat speciaal is ontwikkeld om kleine en kwetsbare populaties te modelleren. Dit model kan vervolgens worden gebruikt om te bepalen welke demografische factoren het populatieverloop het sterkst beïnvloeden (reproductie, overleving jonge vogels, overleving oude vogels, etc.). Daaruit kan worden afgeleid welke beheermaatregelen de grootste kans op succes bieden om de populatie te laten groeien tot een duurzaam niveau.

Ongeveer één tiende (9%) van de 5000 gesimuleerde populaties overleefde tot 2011, met een gemiddelde populatiegrootte van 14,8 individuen. De enige scenario's waarin de populatie kon toenemen waren scenario's waarin de reproductie werd verhoogd. Als daarnaast ook de draagkracht werd vergroot, ging de populatiegroeisnelheid verder omhoog. Verhogen van de draagkracht zonder verhoogde reproductie heeft echter weinig tot geen effect op populatiegroei en extinctiekans. Voor een stabiele populatie (stochastische groeisnelheid > 0) zonder bijplaatsingen moet de gemiddelde toomgrootte per succesvolle hen toenemen naar 4. Wanneer vanaf 2012 10 jaar lang 5 hanen en 5 hennen zouden worden bijgeplaatst en het percentage succesvolle hennen toe zou nemen naar 60% volstaat ook een gemiddelde toomgrootte van 3.

1. Inleiding

Sinds de tweede helft van de vorige eeuw zijn de korhoenpopulaties in West- en Centraal-Europa sterk achteruit gegaan. Op het West-Europese vasteland zijn nog slechts enkele kleine populaties overgebleven. De Sallandse Heuvelrug is binnen Nederland de enige plek waar nog in het wild Korhoenders voorkomen. Deze populatie is de laatste decennia volledig geïsoleerd geraakt (Niewold *et al.* 2005). Tot eind jaren '90 leek de populatie min of meer stabiel, schommelend tussen de 30 en 50 individuen. Daarna is de populatie behoorlijk afgenomen, met een lichte opleving tussen 2006 en 2009, en een verdere afname nadien. Momenteel zijn er nog ca. 15 individuen over, waarvan slechts één derde uit de oorspronkelijke populatie afkomstig is. De rest zijn Zweedse Korhoenders die in 2012 en begin 2013 zijn uitgezet. Ook in Noord-Brabant, waar het Korhoen sinds 1996 is verdwenen, zijn in 2009 en 2010 Korhoenders uitgezet, maar zonder succes (Van den Bremer *et al.*, 2012).

Bij de achteruitgang van het Korhoen spelen meerdere factoren een rol, maar veranderingen in het leefgebied zijn hierbij van doorslaggevend belang. In de Sallandse Heuvelrug wordt reeds lange tijd gewerkt aan habitattherstel, maar met wisselende resultaten. De vraag rijst nu hoe lang de Sallandse Korhoenpopulatie het op deze manier zal volhouden, of en zo ja, hoeveel en hoe lang er dieren moeten worden bijgeplaatst, en welke demografische parameters moeten worden verbeterd om een

gezonde populatie te krijgen. De twee hoofdvragen van onderliggend onderzoek luiden dan ook:

1. Wat zijn de overlevingskansen van de huidige Korhoen-populatie in Nederland?
2. Aan welke voorwaarden ten aanzien van populatieparameters moet worden voldaan om te komen tot een duurzame populatie van tenminste 40 reproducerende Korhoenders op de Sallandse Heuvelrug en omgeving?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden wordt gebruikt gemaakt van een populatiemodel. Hiervoor wordt het programma Vortex gebruikt dat speciaal is ontwikkeld om kleine en kwetsbare populaties te modelleren. Dit model kan vervolgens worden gebruikt om te bepalen welke demografische factoren de jaarlijkse fluctuaties in de aantallen het sterkst beïnvloeden (reproductie, overleving jonge vogels, overleving oude vogels, etc.). Daaruit kan worden afgeleid welke beheermaatregelen de grootste kans op succes bieden om de populatie te laten groeien tot een duurzaam niveau.

Gebaseerd op de resultaten van deze studie kan dan worden besloten of in de (nabije) toekomst een uitgebreidere analyse nodig is met behulp van geïntegreerde populatiemodellen voor het schatten van populatieparameters om een situatie met meerdere populaties in Nederland en omgeving door te rekenen.

2. Materiaal en methoden

De populatiemodellering van het Korhoen op de Sallandse Heuvelrug wordt uitgevoerd in het programma Vortex (Lacy, Borbat & Pollak 2009). Dit programma simuleert effecten van zowel deterministische als stochastische (demografische, omgevings- en genetische) processen op veelal kleine en afnemende populaties van in het wild levende dieren. De populatiedynamiek wordt gemodelleerd door discrete, opeenvolgende gebeurtenissen te doorlopen, die een levenscyclus voorstellen van een zich seksueel reproducerend, diploïde organisme: partnerkeuze, reproductie, sterfte, ouder worden, dispersie, afschot en/of herintroductie en tot slot beperking van de populatie tot de *carrying capacity* (maximale populatieomvang). De verschillende stappen worden in het programma ook in deze volgorde gezet (Lacy 2000). De kans op een gebeurtenis wordt als een random variabele voorgesteld met een door de gebruiker gespecificeerde verdeling. De simulatie van een populatie wordt vele malen herhaald om een kansverdeling van de mogelijke lotgevallen van de populatie te verkrijgen (Lacy 1993). Zo wordt bijvoorbeeld duidelijk hoe groot de kans is dat een populatie na 100 jaar is uitgestorven en wanneer problemen kunnen ontstaan door inteelt.

Met Vortex kunnen door het wijzigen van de modelparameters verschillende scenario's worden doorgerekend en kan dus ook het effect van variatie in verschillende parameters op de populatiegroeisnelheid worden bepaald.

Allereerst dient het model te worden geparametriseerd, bij voorkeur met waarden uit de Sallandse Heuvelrug. Daar waar deze waarden ontbreken worden de meest relevante waarden uit de literatuur gehaald. Als censusmoment (het moment waarop de populatie wordt geteld; 'start van het jaar') wordt juli-augustus genomen, het moment waarop de kuikens zelfstandig worden.

In de scenario's wordt uitgegaan van een startpopulatie van 40 vogels in het beginjaar 1974. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de geslachtsverhouding 1:1 is, dus 20 hanen en 20 hennen en dat de populatie een stabiele leeftijdsverdeling heeft (*stable age distribution*: dit is de leeftijdsverdeling die een populatie bij de gegeven parameters op de lange termijn aanneemt). Vervolgens zijn 5000 model-runs doorgerekend voor 100 jaar om de invloed van toeval en variatie op de populatieontwikkelingen in beeld te brengen. Extinctie (uitsterven) is gedefinieerd als het moment waarop (één van) beide seksen niet meer aanwezig is/zijn.

Hieronder wordt per onderdeel en parameter uitgelegd wat deze betekent en welke waarden in de verschillende scenario's zijn gebruikt.

Inteelt en Environmental variation

Een kleine geïsoleerde populatie is gevoelig voor inteelt (Keller & Waller 2013). Bij het Korhoen op de Sallandse Heuvelrug is vastgesteld dat de genetische variatie is afgenomen (Niewold, ten Den & Jansman 2005). Bovendien vindt er geen uitwisseling plaats met andere populaties; de dichtstbijzijnde populatie ligt 200 km van de Sallandse Heuvelrug vandaan (Niewold *et al.* 2005). Volgens Lebigre (2010) wordt inteelt bij Korhoenders voornamelijk tegengegaan door dispersie van hennen en selecteren hennen bij copulaties niet op de mate van verwantschap van hun partner. Ook Höglund *et al.* (2007) toonden aan dat geïsoleerde Korhoen populaties een lagere genetische variatie hebben en dat Korhanen die een hogere mate van inbreeding vertonen een lagere kans op reproductie hebben (Höglund *et al.* 2001). De kans op inteelt en de bijbehorende negatieve effecten op de populatiegroei is in de populatie Korhoenders op de Sallandse Heuvelrug dus aanzienlijk.

De effecten van inteelt kunnen in Vortex worden meegenomen. Het programma neemt aan dat inteelt zich uit in een afname in eerstejaarsoverleving. Om het effect van inteelt te kunnen berekenen dient gespecificeerd te worden wat het gemiddelde aantal lethale of anderszins fitness-verlagende allelen ('lethale equivalenten') per individu is en welk deel daarvan uit lethale recessieve allelen bestaat. Uiteraard zijn dergelijke gegevens maar van weinig soorten bekend. Ook bij het Korhoen is hier geen onderzoek naar gedaan. Daarom worden voor deze waarden de standaardinstellingen van Vortex gehanteerd, die gebaseerd zijn op de weinige gegevens die bekend zijn (3,14 'lethale equivalenten' per individu, waarvan 50% lethale recessieve allelen). Om te zien hoe groot de invloed is van inteelt op de populatiegroei op de Sallandse Heuvelrug is ook een scenario gedraaid zonder inteelteffecten.

Daarna is een scenario (scenario 'Environmental variation') doorgerekend, om te zien hoeveel invloed de omgevingsvariatie heeft op het stochastische populatieverloop. Hierbij is de *environmental variation* voor de reproductieparameters verlaagd, omdat vooral bij deze parameters de *environmental variation* aan de hoge kant leek (zie onderdeel over reproductie).

Correlatie tussen reproductie en overleving

Aangenomen wordt dat reproductie en overleving niet met elkaar correleren, dus dat jaren met hoge reproductie niet per se samenvallen met jaren met hoge (of juist lage) overleving.

De omgevingsvariatie in mortaliteit loopt synchroon binnen leeftijdsklassen.

Reproductief systeem

Bij het Korhoen paart één haan vaak met meerdere hennen en komen sommige hanen niet aan paren toe. Het reproductieve systeem bij het Korhoen is dus polygynie (Cramp & Simmons 1980; del Hoyo, Elliott & Sargatal 1994). Volgens Hamalainen *et al.* (2012) kwam in vier gebieden in Finland gemiddeld 31,5% van de hanen aan paren toe. Ervan uit gaande dat vrijwel alle copulaties tot bevruchting leiden (Lebigre *et al.* 2007), betekent dit dat c. 31,5% van de hanen nakomelingen produceert. Niet alle nakomelingen bereiken echter de zelfstandige leeftijd. Het percentage van de hanen dat zelfstandige jongen nalaat zal dan ook waarschijnlijk lager zijn, al zullen veel van deze hanen met meerdere hennen hebben gepaard. Iepema (2000) berekende aan de hand van de gemiddelde leggroottes in de Sallandse Heuvelrug en de gegevens van Alatalo *et al.* (1992) over leggrootte en percentage copulerende hanen, een percentage adulte hanen dat aan copulaties toekomt op 50%. Ook hier zal het percentage hanen met zelfstandige jongen echter lager liggen. In het basisscenario wordt daarom gerekend met de waarde van 31,5%.

In scenario 'Hanen' wordt dit percentage verhoogd naar 50%, omdat er in de Sallandse Heuvelrug een structureel hanentekort lijkt te zijn (Niewold & Nijland 1988, *mond. meded.* F. Niewold en P. ten Den). Uit dit scenario blijkt ook hoe gevoelig het model is voor deze waarde.

De (mediane) leeftijd waarop hennen voor het eerst reproduceren is 1 jaar (Cramp & Simmons 1980). Bij hanen kan deze leeftijd sterker variëren en zal deze waarschijnlijk dichtheidsafhankelijk zijn (Ferrer, Otalora & Garcia-Ruiz 2004). Cramp & Simmons (1980) geven aan dat hanen al op eenjarige leeftijd kunnen reproduceren, maar dat dit vaak pas bij een leeftijd van drie

jaar voor het eerst gebeurt. Gezien de kleine populatie op de Sallandse Heuvelrug, de aanwijzingen dat er een tekort heerst aan hanen (Niewold & Nijland 1988) en het feit dat de meeste (maar niet alle) territoriumhoudende hanen op de Sallandse Heuvelrug ouder zijn dan één jaar (Niewold *et al.* 2005) wordt hier aangenomen dat de meeste hanen voor het eerst reproduceren op een leeftijd van twee jaar.

Voor de maximale leeftijd waarop reproductie plaats kan vinden wordt 10 jaar aangenomen (voor zowel man als vrouw), aangezien de maximaal waargenomen leeftijd in Zwitserland 8 jaar en 8 maanden is (<http://www.vogelwarte.ch/black-grouse.html?tab=0>) en in Europa (Finland) 12 jaar en 3 maanden (http://www.euring.org/data_and_codes/longevity-voous.htm) en er geen aanwijzingen zijn voor een afname in reproductie met de leeftijd.

Tot slot wordt aangenomen dat de geslachtsverhouding bij uitkomen 1:1 is (Niewold & Nijland 1988) en dus ook de geslachtsverhouding bij uitvliegen, aangezien we aannemen dat de juvenielenoverleving niet verschilt tussen hennen en hanen (zie paragraaf over mortaliteit).

Reproductie

Welk aandeel van de hennen in de Sallandse Heuvelrug succesvol broedt, oftewel zelfstandige jongen produceert, is niet bekend. Wel kan uit Niewold & Nijland (1988) het percentage succesvolle hennen worden geschat voor de jaren 1983-1985 (tabel 2.1). Dit percentage zal liggen rond de 48% (percentage hennen met grote kuikens). In het basisscenario wordt dan ook 48% gehanteerd. Dit is mogelijk aan de hoge kant voor de Sallandse Heuvelrug, aangezien de periode 1983-1985 hier een relatief productieve periode was voor het Korhoen. Aan de andere kant is dit lager dan de resultaten van Bowker *et al.* (2007), die aan de hand van gezenderde hennen in een afnemende populatie vaststelden dat 58% van de hennen kuikens had. Aan de hand van de spreiding in de percentages (16%-65%)

Tabel 2.1. Het waargenomen aantal hennen in juni/juli, het aantal hennen met uitgelopen legsel en het aantal tomen met grote kuikens in de periode 1983-1985 (bron: tabel 10 uit Niewold & Nijland 1988).

Table 2.1 the observed number of hens in June/July, the number of hens with successful nests and the number of families with large chicks in the period 1983-1985 (source: table 10 from Niewold & Nijland 1988).

Parameter	1983	1984	1985	gemiddeld
Aantal hennen in juni/juli	19	16	17	17,3
Aantal hennen in juni/juli met uitgelopen legsel	7 (37%)	11 (69%)	12 (71%)	10 (59%)
Aantal tomen met grote kuikens	3 (16%)	10 (63%)	11 (65%)	8 (48%)
Toomgrootte	5 (n=2)	3,67 (n=9)	5,27 (n=11)	4,65
Reproductieve output	0,8	2,3	3,4	2,2
Reproductie-index	51	48	50	50

en de formule uit de handleiding van VORTEX voor het bepalen van de variatie veroorzaakt door omgevingsvariabelen (*Environmental Variation*, EV) bij lage steekproefgrootte wordt geschat dat deze 29% is.

Iepema (2000) berekende aan de hand van dezelfde tabel een gemiddeld percentage broedende hennen van 39,4%. Hij deelt het geschatte aantal hennen met kuikens echter door het aantal hennen in het voorjaar, omdat dat het census moment is van zijn model.

In ons model ligt het censusmoment echter in juli-augustus, rond het vaststellen van het aantal zelfstandige jongen. Dit komt ook overeen met de volgorde waarin VORTEX de verschillende stappen doorloopt; eerst reproductie, dan mortaliteit (zie inleiding).

Om het effect van verschillende waarden voor het aandeel succesvolle hennen te bepalen wordt in scenario 'Reproductie-succes' het aandeel succesvolle hennen verlaagd naar 40% (aangezien de periode 1983-1985 een productieve periode was voor het Korhoen en deze waarde mogelijk in de andere jaren lager lag, zoals bijvoorbeeld in 1983) en verhoogd naar 60%.

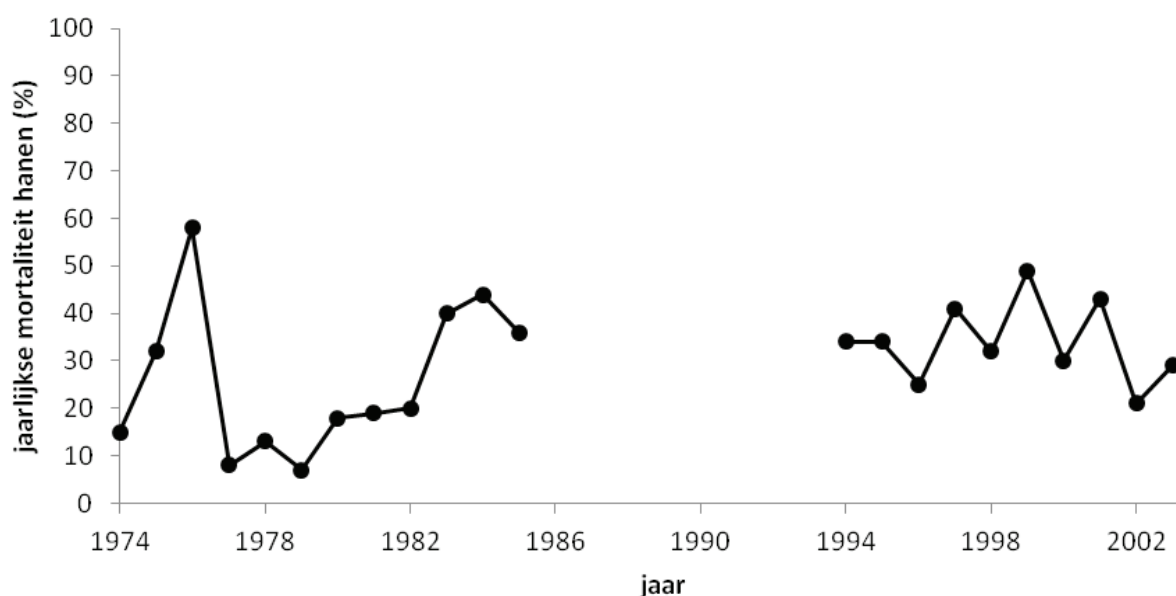
Korhoenders hebben maximaal één succesvol broedsel per jaar (Cramp & Simmons 1980).

De reproductie, het gemiddeld aantal jongen per succesvol broedsel, is berekend aan de hand van de reproductie-indexen uit Niewold *et al.* (2005, percentage jonge hanen van het totaal aantal hanen in het voorjaar) en werkelijke reproductiecijfers uit Niewold & Nijland (1988). Hierbij is voor de jaren 1983-1985 een gemiddelde reproductie-index (50, tabel x1) en een gemiddelde werkelijke reproductie (*reproductive output*: 2,2 zelfstandige jongen/hen) berekend, waarna de jaarlijkse reproductie-indexen uit de periode 1974-1985 en 1994-2003 zijn gedeeld door deze gemiddelde reproductie-index en vermenigvuldigd met de gemiddelde werkelijke reproductie (reproductie-index/50x2,2, tabel 2.2). Hierbij wordt aangenomen dat de reproductie-index correleert met de *reproductive output*. Vervolgens wordt het aantal zelfstandige jongen per succesvolle hen berekend door de *reproductive output* te delen door het percentage succesvolle hennen, waarbij wordt aangenomen dat het aandeel succesvolle hennen min of meer constant blijft. In 2011 leek alles

Tabel 2.2. De reproductie-index uit Niewold *et al.* (2005), de berekende *reproductive output* en het bijbehorende aantal zelfstandige jongen per succesvolle hen (voor berekening zie tekst).

Table 2.2. the reproduction-index from Niewold *et al.* (2005), the calculated *reproductive output* and the corresponding number of chicks fledged per successful hen.

Jaar	Reproductie-index	Reproductive output	# jongen / succesvolle hen
1974	22	0.97	2.04
1975	21	0.93	1.95
1976	32	1.42	2.97
1977	27	1.20	2.51
1978	13	0.58	1.21
1979	21	0.93	1.95
1980	5	0.22	0.46
1981	6	0.27	0.56
1982	39	1.73	3.62
1983	51	2.26	4.74
1984	48	2.13	4.46
1985	50	2.21	4.65
1994	40	1.77	3.72
1995	26	1.15	2.42
1996	33	1.46	3.07
1997	13	0.58	1.21
1998	35	1.55	3.25
1999	20	0.89	1.86
2000	21	0.93	1.95
2001	10	0.44	0.93
2002	50	2.21	4.65
2003	33	1.46	3.07
2011		0	0.00
Gemiddeld (sd)			2.49 (1.41)



Figuur 2.1. Geschatte jaarlijkse mortaliteit van adulte hanen (Niewold et al. 2005), waarvan het gemiddelde en de spreiding hieromheen zijn gebruikt voor het basisscenario.

Figure 2.1. The estimated yearly mortality rate of adult cocks (Niewold et al. 2005), of which the mean and standard deviation were used in the basic scenario.

erop te wijzen dat er geen kuikens groot zijn geworden (ten Den & Niewold 2011).

Uit deze gegevens is een gemiddelde toomgrootte van 2,5 zelfstandige jongen per succesvolle hen berekend, met een geschatte standaarddeviatie van 1,4 (tabel x2).

In scenario 'Reproductie-toomgrootte' wordt de reproductie verhoogd tot 3 jongen per succesvolle hen, een waarde die meer in de buurt komt van waarden gevonden in de North Pennines (3,2 jongen per succesvolle hen, Baines & Richardson 2007), en die ook is gehanteerd door Iepema (2000) en tot 4 jongen per succesvolle hen.

Mortaliteit

Nauwkeurige gegevens over mortaliteit ontbreken in de Sallandse Heuvelrug. Niewold & Nijland (1988) vonden in de jaren 1980 met behulp van zenders bij hennen een mortaliteit die ligt tussen 45% en 69%, met een schatting van 57%, en bij hanen van ca 43%. Dit zou betekenen dat hennen een lagere overleving hebben dan hanen, wat te maken zou hebben met verhoogde predatie tijdens het broeden. Onduidelijk is of dit verschil op toeval berust. Zowel Bowker *et al.* (2007) als Caizergues & Ellison (1997) vonden geen verschillen in mortaliteit tussen de seksen. Bovendien bestaat de indruk dat in de Sallandse Heuvelrug een tekort heerst aan hanen, een tekort dat in de laatste jaren alleen maar is toegenomen en een reden is dat er in 2012 hanen bij zijn geplaatst. Deze scheve geslachtsverhouding in het voordeel van de hennen valt moeilijk te

rijmen met een lagere overleving van hennen. Niewold & Nijland (1988) verklaren dit door te veronderstellen dat de kuiken- en/of juvenielenoverleving lager is bij hanen dan bij hennen, maar dit blijkt niet uit hun data (de gemiddelde geslachtsverhouding van kuikens in tomen in de periode 1982-1985 was 3 hanen: 2 hennen). Vooralsnog wordt hier dus aangenomen dat de jaarlijkse mortaliteit onder hanen en hennen gelijk is en rond de 54% bij juvenielen (Warren & Baines 2002) en rond de 29% bij adulten (>1 jaar oud). Deze laatste schatting is een gemiddelde voor adulte mannen uit de Sallandse Heuvelrug over de periode 1974-1985 en 1994-2003 (Niewold *et al.* 2005, figuur f10) en heeft een spreiding (EV) van 13%. Overigens komt de schatting uit deze data voor de periode 1983-1984 (40%) goed overeen met de schatting voor mannen uit Niewold & Nijland (1988; 43%). De spreiding van 13% is ook aangehouden voor de juvenielen, hoewel deze waarschijnlijk een grotere spreiding in mortaliteit zullen hebben.

In scenario 'Mortaliteit' wordt gerekend met de mortaliteit zoals gegeven door Niewold & Nijland (1988): 57% bij adulte hennen en 43% bij adulte hanen en een mortaliteit die 10% hoger ligt dan in het basis-scenario (39% voor zowel hanen als hennen), omdat de mortaliteit in de literatuur meestal hoger ligt dan 29%. Met deze scenario's is te achterhalen hoeveel invloed een hogere mortaliteit heeft op de populatie.

Draagkracht (Carrying capacity)

Er is niets bekend over de draagkracht van de Sallandse Heuvelrug. Waarschijnlijk telde het gebied in de jaren 1940 rond de 150 hanen, maar dit aantal is gekelderd tot 50 hanen in de jaren 1970 (Niewold & Nijland 1988), wat mogelijk werd veroorzaakt door een afname in draagkracht van het gebied. Aangenomen wordt daarom dat de draagkracht 100 individuen telt, maar naar alle waarschijnlijkheid zal deze nog verder zijn afgenomen. Deze mogelijkheid zal in de hierna besproken scenario's verder worden uitgewerkt. Verder wordt aangenomen dat de *environmental variation* gelijk staat aan 10 individuen.

In scenario 'Draagkracht' wordt bekeken in hoeverre de populatiegroei kan worden verhoogd door een verhoging van de draagkracht van het gebied (tot 200 individuen), door geschikte beheersmaatregelen. Daarnaast is moeilijk in te schatten hoe groot de werkelijke draagkracht is van de Sallandse Heuvelrug, daarom wordt ook met een lagere draagkracht gerekend (50 individuen). Tot slot wordt in scenario 'Draagkracht Reproductie' gerekend met een hogere draagkracht in combinatie met een hogere reproductie, om te zien of dit de populatie sterker doet toenemen dan veranderingen in de draagkracht of reproductie alleen. De *environmental variation* in de draagkracht wordt in alle gevallen constant gehouden.

Bijplaatsing

In 2012 is in verband met de sterk negatieve populatieontwikkeling besloten 5 hanen bij te plaatsen, in 2013 zijn er om dezelfde reden wederom 16 hanen en 9 hennen uit Zweden bijgeplaatst. In 2013 is gebleken dat ca 50% van de pas uitgezette Korhoenders in de eerste 3 weken overleeft, waarna de sterfte min of meer gelijk lijkt aan de sterfte van de lokale Korhoenders (mond. meded. F Niewold). Effectief zijn in deze jaren dus 2,5 hanen (2012), respectievelijk 8 hanen en 4,5 hennen (2013) bijgeplaatst. Omdat in Vortex maar één vast aantal (eventueel meerdere malen) kan worden bijgeplaatst is dit hier gesimuleerd door in zowel 2012 als 2013 2 hennen en 5 hanen aan de populatie toe te voegen.

Ook voor de bijplaatsing zijn verschillende scenario's doorberekend; een scenario waarbij vanaf 2014 10 jaar lang effectief 10 hanen worden bijgeplaatst, één waarbij 10 jaar lang 10 hennen worden bijgeplaatst en één waarbij 10 jaar lang 5 hanen en 5 hennen worden bijgeplaatst. Ten slotte wordt een scenario doorberekend zonder bijplaatsing, om te zien welk effect de huidige bijplaatsingen zullen hebben gehad.

Tot slot wordt een scenario met verbeterde reproductie (percentage succesvolle hennen 60% en 3 zelfstandige kuikens per succesvolle hen) en bijplaatsingen (gedurende 10 jaren 5 hanen en 5 hennen) doorgerekend en eenzelfde scenario met daarnaast nog verhoging van de draagkracht tot 200 individuen.

Tabel 2.3. De gebruikte parameterwaarden voor de Korhoenpopulatie op de Sallandse Heuvelrug in het basismodel en in de verschillende scenario's in Vortex. De waarden in de scenario's zijn hetzelfde als in het basismodel, behalve voor de parameters waar een andere waarde voor gegeven is. EV: Environmental variation, GI: Geen inteelt, H: Hanen, M: Mortaliteit, RS: Reproductie-Succes, RT: Reproductie-Toomgrootte, RB: Reproductie-Beide, D: Draagkracht, D+R: Draagkracht + Reproductie, B: Bijplaatsing, B+R: Bijplaatsing + Reproductie, B+R+D: Bijplaatsing + Reproductie + Draagkracht.

Tabel 2.3. The parameter values used in the basic scenario and the additional scenario's in Vortex for the Black Grouse population at the Sallandse Heuvelrug. The values in the additional scenario's are the same as the values in the basic scenario, unless stated otherwise. EV: Environmental variation, GI: no inbreeding, H: Cocks, M: Mortality, RS: Reproduction-Success, RT: Reproduction-Family size, RB: Reproduction-Both, D: Carrying Capacity, D+R: Carrying Capacity + Reproduction, B: Supplementation, B+R: Supplementation + Reproduction, B+R+D: Supplementation + Reproduction + Carrying Capacity.

Onderdeel	Parameter	Basis	EV	GI	H	M	RS	RT	RB	D	D+R	B	B+R	B+R+D
Inteelt	lethale equivalenten %recessief	3,14 50%		0										
Correlatie reproductie + mortaliteit	mortaliteit onafhankelijk van reproductie													
Leeftijd waarop voor het eerst gebroed wordt	hen haan	1 2												
Maximale leeftijd van reproductie	(hen en haan)	10												
Reproductief systeem	polygynie, % hanen met nakomelingen seks ratio in nest (aandeel hanen)	31,5 % 50%		50%										
Reproductie	% legfels succesvol EV (SD) aantal broedsels per jaar gemiddeld aantal nakomelingen per succesvolle hen EV (SD)	48 % 29 % 1 2,5	10 %				40%,60%	60%	60%	60%	60%	60%	3	3
Mortaliteit	juvenile hennen (<1jr) adulte hennen (³ 1jr) juvenile hanen (<1jr) tweedejaars hanen (³ 1jr, <2jr) adulte hanen (³ 2jr) EV (SD)	54 % 29 % 54 % 29 % 29 % 13 %			57 %,39 % 43 %,39 % 43 %,39 %			3, 4 3, 4 3, 4			3, 4		3	3
Draagkracht gebied	in individuen EV (SD)	100 10								50,200	200			200
Bijplaatsing	2jr 5m+2v											0, 10jr 10m, 10jr 10v, 10jr 5m+5v	10jr 5m+5v	10jr 5m+5v

Tabel 2.4 Resultaten van het basismodel en de verschillende scenario's (beschreven in tabel 2.3) na 100 jaar. De scenario's met een positieve stochastische groeisnelheid (stoc-r) zijn vet weergegeven, de scenario's met een uitsterfkans (PE) kleiner dan 10% zijn grijs weergegeven; de uitleg van de kolommen volgt na de tabel.

Table 2.4. Results of the basic and additional scenario's (described in table 2.3) after 100 years. Scenario's with a positive stochastic population growth rate (stoc-r) are given in bold, scenario's with an extinction probability (PE) smaller than 10% are given in grey; an explanation of the columns is given below the table.

Scenario	optie	det-r	stoc-r	SD(r)	PEN-extant	SD (Next)	N-all	GeneDiv	SD(GD)	AlleleN	SD(A)	MedTE	MeanTE
Basis		-0.026	-0.088	0.36	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20	22.9
Environmental variation		-0.026	-0.083	0.33	1.00	14.50	12.02	0.01	0.34	0.62	0.00	3.00	22 25.1
Geen inteelt		-0.026	-0.062	0.36	0.97	26.91	25.05	0.88	6.55	0.35	0.24	2.35	1.11 24 29.9
Hanen		-0.026	-0.088	0.36	1.00	6.00	2.83	0.00	0.13	0.52	0.20	2.50	0.71 20 23.1
Mortaliteit	v0.57/ m0.43	-0.351	-0.258	0.47	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6 6.6
	v0.39/ m0.39	-0.129	-0.161	0.42	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12 12.5
Reproductie-succes	40	-0.094	-0.124	0.37	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15 16.2
	60	0.035	-0.053	0.34	0.99	16.26	15.65	0.23	2.63	0.51	0.22	3.14	1.43 29 35.4
Reproductie-toomgrootte	3	0.033	-0.057	0.36	0.99	15.54	15.95	0.19	2.41	0.47	0.21	2.85	1.24 27 32.5
	4	0.138	0.007	0.36	0.74	37.13	30.12	9.57	22.24	0.51	0.20	3.35	1.34 66 52.6
Reproductie-beide	60/ 3	0.100	-0.012	0.34	0.83	32.08	27.60	5.63	16.74	0.51	0.21	3.43	1.44 57 49.9
	60/ 4	0.216	0.079	0.34	0.26	58.60	32.15	43.61	37.68	0.56	0.18	3.91	1.42 0 63.5
Draagkracht	200	-0.026	-0.087	0.36	1.00	23.67	20.43	0.01	0.71	0.36	0.31	3.00	2.00 20 23.8
	50	-0.026	-0.085	0.36	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00 19 20.2
Draagkracht Reproductie	200/ 60/ 3	0.100	-0.006	0.33	0.67	72.57	63.16	24.04	49.82	0.63	0.18	5.17	2.31 72 50.3
	200/ 60/ 4	0.216	0.099	0.33	0.08	139.77	60.53	128.09	69.66	0.71	0.13	6.50	2.06 0 50.9
Bijplaatsing	geen	-0.026	-0.107	0.34	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 20 22.4
	10jr:10m	-0.026	-0.098	0.34	1.00	25.50	13.44	0.01	0.54	0.53	0.00	3.50	0.71 21 23
	10jr:10v	-0.026	-0.091	0.34	1.00	14.24	13.40	0.06	1.25	0.59	0.17	3.95	1.69 20 24.4
	10jr:5m+5v	-0.026	-0.048	0.35	0.97	11.26	12.89	0.39	3.08	0.54	0.20	3.51	1.56 20 24.6
Bijplaatsing Reproductie	10jr:5m+5v/ 60/ 3	0.100	0.023	0.33	0.48	38.87	29.68	20.49	28.91	0.65	0.16	5.08	2.05 82 50.2
Bijplaatsing Reproductie	10jr:5m+5v/ 60/ 3/ 200	0.100	0.029	0.32	0.21	92.66	65.67	72.96	69.46	0.77	0.13	9.09	3.73 0 42.6
Draagkracht													

Uitleg kolommen (explanation of columns):

det-r	deterministische groeisnelheid (zonder stochasticeit, dus theoretisch) deterministic population growth rate
stoc-r	gemiddelde stochastische r (groeisnelheid wanneer rekening wordt gehouden met stochasticeit) stochastic population growth rate
SD(r)	SD van de stochastische r standard deviation of the stochastic population growth rate
PE	kans op uitsterven probability of extinction
N-extant	gemiddelde populatiegrootte in populaties die niet zijn uitgestorven mean population size in extant populations

SD(Next)	SD van gemiddelde populatiegrootte in populaties die niet zijn uitgestorven <i>standard deviation of the mean population size in extant populations</i>
N-all	gemiddelde populatiegrootte in alle 5000 populaties/simulaties <i>mean population size of all 5000 populations/simulations</i>
SD(Nall)	SD van gemiddelde populatiegrootte in alle 5000 populaties/simulaties <i>standard deviation of the mean population size of all 5000 populations/simulations</i>
GeneDiv	verwachte mate van heterozygositeit onder Hardy-Weinberg evenwicht, maat voor genetische variatie. Bij 1 is er maximale heterozygositeit (en diversiteit), bij 0 geen. Bij $\text{genediv} \leq 0.9$ wordt gezegd dat er een significant verlies aan genetische variatie is opgetreden.
	<i>Gene diversity/ Expected heterozygosity</i>
SD(GD)	SD van verwachte mate van heterozygositeit <i>standard deviation of the gene diversity</i>
AlleIN	aantal overlevende allelen, andere maat voor genetische diversiteit. Bij de initiële populatie wordt uitgegaan van twee keer zoveel allelen als de initiële populatie-grootte (hier dus 80 allelen). <i>Number of extant alleles</i>
SD(A)	SD van aantal overlevende allelen <i>standard deviation of the number of extant alleles</i>
MedTE	mediane duur tot extinctie, over alle 5000 populaties/simulaties. Daar waar deze niet is gegeven is minder dan 50% van de populaties uitgestorven. <i>median time to extinction, over all 5000 populations/simulations</i>
MeanTE	gemiddelde duur tot extinctie, over de populaties die zijn uitgestorven <i>mean time to extinction, over extinct populations</i>

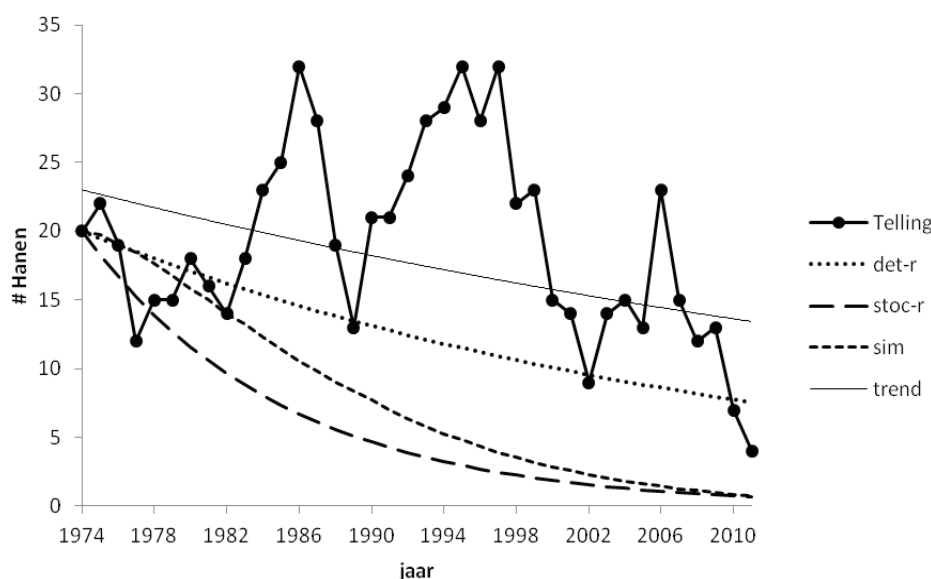
3. Resultaten

Basisscenario en effecten van environmental variation en inteelt

De resultaten van de verschillende scenario's zijn weer-gegeven in tabel 2. Duidelijk is dat het basisscenario, waarin de huidige populatie op de Sallandse Heuvelrug zo goed mogelijk benaderd wordt, een afnemende populatie modelleert. Bij afwezigheid van stochasticiteit neemt de populatie met 3% per jaar af, maar wanneer wel rekening wordt gehouden met stochasticiteit zelfs met 9% per jaar. Van de 5000 simulaties bleven geen van de populaties in leven; de uitsterfkans binnen 100 jaar is dan ook 100%. De gemiddelde duur tot uitsterven is 23 jaar, de mediane duur 20 jaar. Het bijplaatsen van de Korhoenders uit Zweden in 2012 en 2013 heeft tijdelijk (in 2013) tot een verhoging van de overlevingskans van de populatie van 8% zonder bijplaatsing naar 100% met bijplaatsing en van het aantal allelen in de populatie (van 4,3 zonder bijplaatsing naar 24,7) geleid, maar kon de uitsterfkans na 100 jaar niet verminderen.

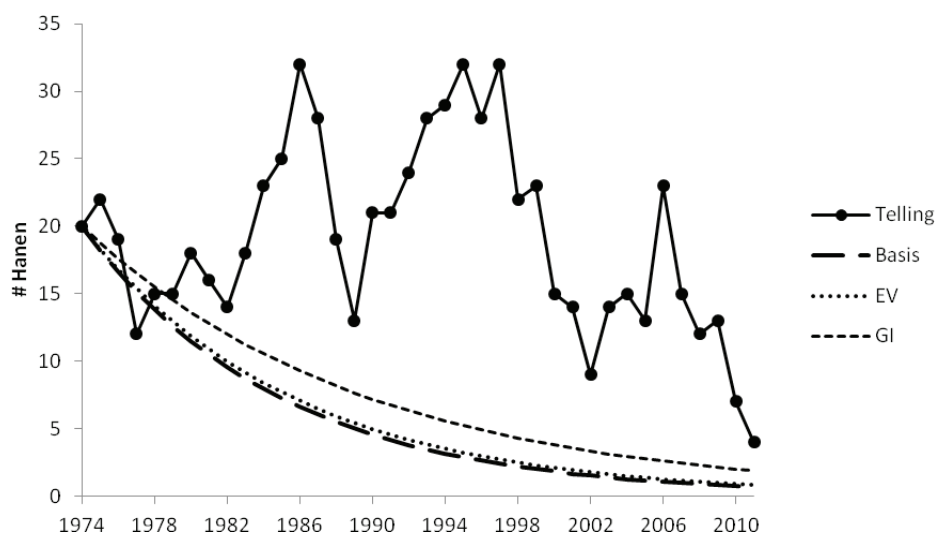
Wanneer de populatiegroeisnelheid volgens het basisscenario mét en zonder stochasticiteit wordt vergeleken met het werkelijke populatieverloop (figuur 3.1), is te zien dat de deterministische groeisnelheid uit het basisscenario het werkelijke populatieverloop tot aan 2011 goed weergeeft, behalve de pieken midden jaren

1980, 1990 en 2000. Dat is echter niet verwonderlijk, omdat de fluctuaties niet in één getal voor de populatiegroeisnelheid kunnen worden vervat. Het verschil met de door de punten berekende trendlijn is deels te verklaren doordat bij de berekeningen met de deterministische groeisnelheid 20 hanen als startwaarde zijn genomen, terwijl de berekende trendlijn zelf het intercept bepaalt. De stochastische groeisnelheid en het gesimuleerde populatieverloop lijken echter te negatief vergeleken met het werkelijke populatieverloop, al wijkt het eindresultaat in 2011 hier uiteindelijk in beide gevallen weinig van af. Ook hier is als startwaarde een populatie van 20 hanen genomen. Verder moet in het achterhoofd worden gehouden dat de stochastische groeisnelheid omgeven is door een zeer grote onzekerheidsmarge ($sd=0,36$). Dat geldt overigens voor alle scenario's en heeft waarschijnlijk te maken met de grote mate van omgevings- en demografische variatie. Verminderen van de omgevingsvariatie (van 29% naar 10% bij het percentage succesvolle hennen en van 1,4 naar 1 bij het aantal zelfstandige jongen per succesvolle hen, scenario 'environmental variation') verkleint de standaarddeviatie van de stochastische groeisnelheid maar weinig (van 0,36 naar 0,33). Ook de populatiegroeisnelheid zelf verandert weinig, van $-0,088$ naar $-0,083$ (figuur 3.2). De gemiddelde populatiegrootte over alle populaties telde 1,4 individuen.



Figuur 3.1. Het populatieverloop op de Sallandse Heuvelrug (aantallen hanen geteld in april), met bijbehorende (exponentiële) trend, het populatieverloop volgens het basisscenario zonder ($\text{det-r: } -0,026$) en met stochasticiteit ($\text{stoc-r: } -0,088$), en het gesimuleerde populatieverloop onder het basisscenario (sim).

Figure 3.1 The population trajectory at the Sallandse Heuvelrug (numbers of cocks counted in april) with the corresponding (exponential) trend, the population trend from the basic scenario without ($\text{det-r: } -0,026$) and with stochasticity ($\text{stoc-r: } -0,088$), and the simulated population trend (sim).

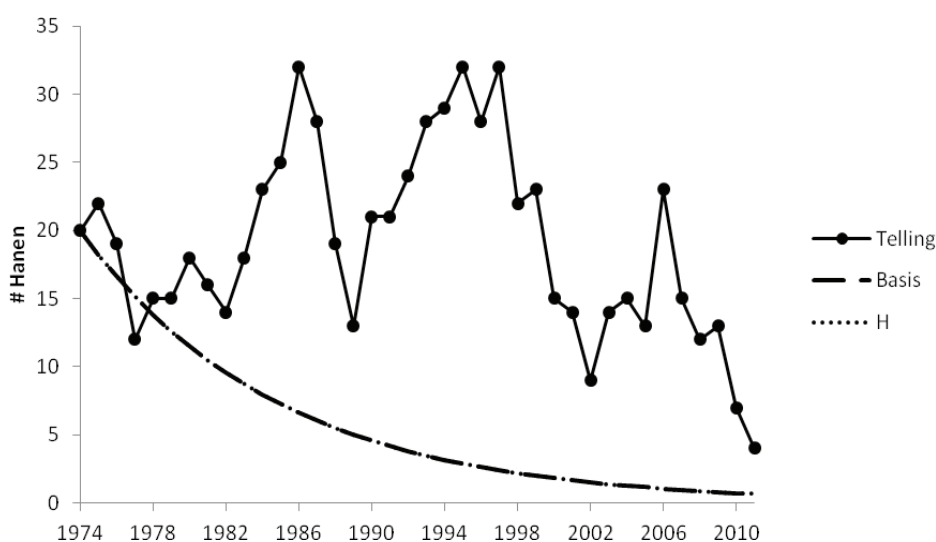


Figuur 3.2. Het populatieverloop op de Sallandse Heuvelrug (aantallen hanen geteld in april), het populatieverloop volgens het basisscenario (stoc-r: $-0,088$), volgens het scenario 'Environmental Variation' (EV, stoc-r: $-0,083$) en volgens het scenario 'Geen Inteelt' (GI, stoc-r: $-0,062$).

Figure 3.2. The population trajectory at the Sallandse Heuvelrug (numbers of cocks counted in april) with the population trend from the basic scenario with stochasticity (stoc-r: $-0,088$), from the scenario 'Environmental Variation' (EV, stoc-r: $-0,083$) and from the scenario 'No inbreeding' (GI, stoc-r: $-0,062$).

Waarschijnlijk is één of zijn enkele van de parameters onderschat, maar het werkelijke populatieverloop kan ook juist door de stochasticiteit in de parameters toevallig afwijken van het gemodelleerde populatieverloop: ongeveer één tiende (9%) van de 5000 gesimuleerde populaties overleefde tot 2011, met een gemiddelde populatiegrootte van 14,8 individuen.

In het geval de Sallandse populatie geen last heeft van inteelt, dan blijft de deterministische groeisnelheid gelijk, maar wordt de stochastische groeisnelheid iets minder negatief ($-0,062$ ipv $-0,088$, zie ook figuur 3.2). De kans op uitsterven na 100 jaar is echter nog steeds erg hoog; 97%. De mediane duur tot uitsterven schuift met 4 jaar op naar 24 jaar.



Figuur 3.3. Het populatieverloop op de Sallandse Heuvelrug (aantallen hanen geteld in april), het populatieverloop volgens het basisscenario (stoc-r: $-0,088$) en volgens het scenario 'Hanen' (H, stoc-r: $-0,088$) (de twee lijnen liggen op elkaar).

Figure 3.3. The population trajectory at the Sallandse Heuvelrug (numbers of cocks counted in april) with the population trend from the basic scenario with stochasticity (stoc-r: $-0,088$) and from the scenario 'Cocks' (H, stoc-r: $-0,088$) (the two lines overlap completely).

Hanen

Het percentage hanen dat meedoet aan de reproductie heeft vrijwel geen invloed op de populatiegroeisnelheid, noch op de kans op uitsterven van de populatie (figuur 3.3, de twee lijnen liggen op elkaar). Aangezien geen van de gesimuleerde populaties uit het basisscenario overleefden tot 100 jaar kan geen vergelijking worden gemaakt tussen de uiteindelijke genendiversiteit en het aantal overlevende allelen met het basisscenario. Wanneer deze na 50 jaar worden vergeleken blijkt dat deze weinig van elkaar verschillen; beide scenario's geven na 50 jaar een genendiversiteit van 0,74 en het aantal overlevende allelen is na 50 jaar 6,12 bij het basisscenario en 6,34 bij scenario 'Hanen'.

Het effect van meer reproducerende hanen is dus zeer gering, waarschijnlijk (deels) omdat de populaties onder beide scenario's sterk afnemen.

Mortaliteit

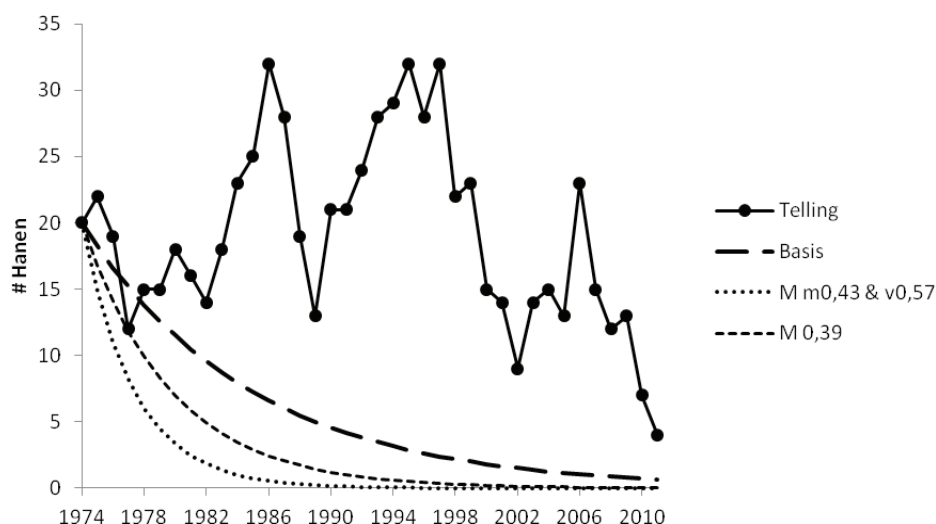
Wanneer de relatief lage mortaliteit uit het basisscenario wordt verhoogd dan is te zien dat dit een sterk negatief effect heeft op de stochastische populatiegroei (figuur 3.4). Bij een mortaliteit zoals bepaald aan de hand van gezenderde Korhoenders in de periode 1983-1985 (Niewold & Nijland 1988) neemt de populatie jaarlijks af met 26% en is de helft van de populaties al na 6 jaar uitgestorven. Deze mortaliteit lijkt dus onrealistisch hoog en is mogelijk een uitschieter die in andere jaren niet of weinig voorkwam. Maar ook een volgens de literatuur meer realistische vergroting van

de mortaliteit naar 39% (29%+10%) geeft een sterke populatieafname (16% per jaar, met mediane duur tot uitsterven van 12 jaar).

Verlagen van de mortaliteit uit het basisscenario zou ongetwijfeld een (sterk) gunstig effect hebben op de populatiegroei, maar aangezien de waarde van 29% vergeleken met de literatuur al aan de lage kant is (0,30 & 0,34, Baines & Richardson 2007; 0,56 & 0,47 & 0,46 & 0,49, Bowker, Bowker & Baines 2007; 0,48-0,72 & 0,16 & 0,32 & 0,34, Caizergues & Ellison 1997; 0,28 & 0,49, Warren & Baines 2002), lijkt het weinig realistisch dat de mortaliteit verder kan afnemen.

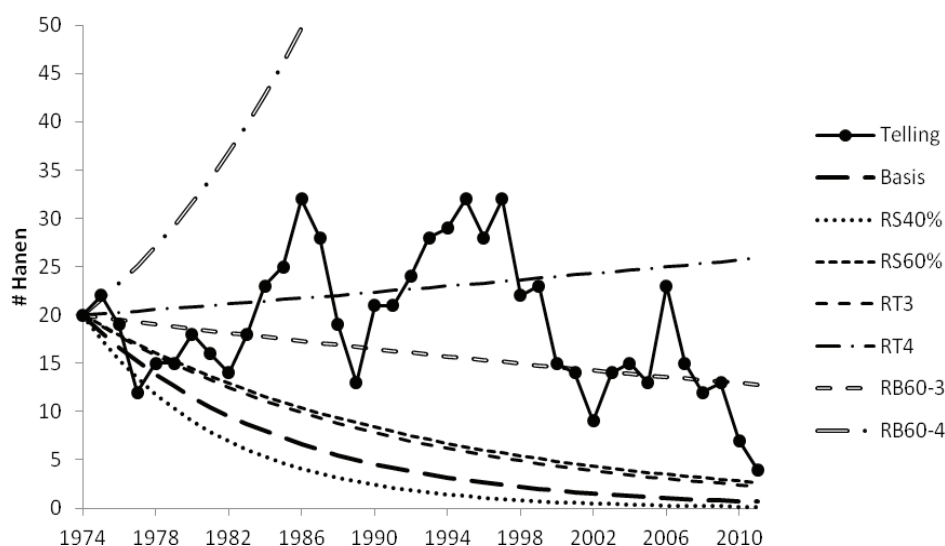
Reproductie

Verlaging dan wel verhoging van het percentage succesvolle hennen met 10% geeft een grote verandering in de deterministische groeisnelheid (van -0,026 naar -0,094 bij verlaging en naar 0,035 bij verhoging) (figuur 3.5). De verandering in de stochastische groeisnelheid is iets minder groot, waarschijnlijk door de grote EV in deze parameter, maar nog steeds aanzienlijk (van -0,088 naar resp. -0,124 en -0,053). Ook vergroting van de toomgrootte bij succesvolle hennen heeft een groot effect. Bij een toomgrootte van 4 wordt de stochastische groeisnelheid zelfs positief. De extinctiekans na 100 jaar is dan echter nog steeds hoog; 74%. Een toomgrootte van 3 levert nog steeds geen positief (stochastisch) populatieverloop op, ook niet wanneer tegelijkertijd het percentage succesvolle hennen wordt verhoogd naar 60%. De extinctiekans na 100 jaar is



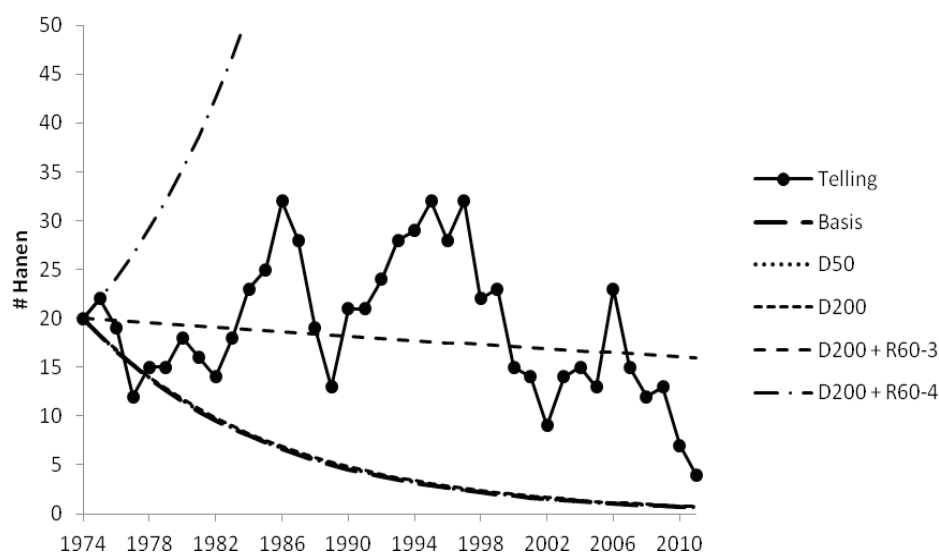
Figuur 3.4. Het populatieverloop op de Sallandse Heuvelrug (aantallen hanen geteld in april), het populatieverloop volgens het basisscenario (stoc-r: -0,088), volgens het scenario 'Mortaliteit (m0,43 & v0,57)' (M m0,43 & v0,57, stoc-r: -0,258) en volgens het scenario 'Mortaliteit (0,39)' (M 0,39, stoc-r: -0,161).

Figure 3.4. The population trajectory at the Sallandse Heuvelrug (numbers of cocks counted in april) with the population trend from the basic scenario with stochasticity (stoc-r: -0,088) and from the scenario's 'Mortality (m0,43 & f0,57)' (M m0,43 & v0,57, stoc-r: -0,258) and 'Mortality (0,39)' (M 0,39, stoc-r: -0,161).



Figuur 3.5. Het populatieverloop op de Sallandse Heuvelrug (aantallen hanen geteld in april), het populatieverloop volgens het basisscenario (stoc-r: $-0,088$), volgens het scenario 'Reproductie-succes (40)' (RS40%, stoc-r: $-0,124$), volgens het scenario 'Reproductie-succes (60)' (RS60%, stoc-r: $-0,053$), volgens het scenario 'Reproductie-toomgrootte (3)' (RT3, stoc-r: $-0,057$), volgens het scenario 'Reproductie-toomgrootte (4)' (RT4, stoc-r: $0,007$), volgens het scenario 'Reproductie-beide (60-3)' (RB60-3, stoc-r: $-0,012$) en volgens het scenario 'Reproductie-beide (60-4)' (RB60-4, stoc-r: $0,079$).

Figure 3.5. The population trajectory at the Sallandse Heuvelrug (numbers of cocks counted in april) with the population trend from the basic scenario with stochasticity (stoc-r: $-0,088$) and from the scenario's 'Reproduction-success (40)' (RS40%, stoc-r: $-0,124$) and 'Reproduction-success (60)' (RS60%, stoc-r: $-0,053$) and 'Reproduction-Family size (3)' (RT3, stoc-r: $-0,057$), and 'Reproduction-Family size (4)' (RT4, stoc-r: $0,007$) and 'Reproduction-both (60-3)' (RB60-3, stoc-r: $-0,012$) and 'Reproduction-both (60-4)' (RB60-4, stoc-r: $0,079$).



Figuur 3.6. Het populatieverloop op de Sallandse Heuvelrug (aantallen hanen geteld in april), het populatieverloop volgens het basisscenario (stoc-r: $-0,088$), volgens het scenario 'Draagkracht (50)' (D50, stoc-r: $-0,087$), volgens het scenario 'Draagkracht (200)' (D200, stoc-r: $-0,085$), volgens het scenario 'Draagkracht + Reproductie (200 + 60-3)' (D200 + R60-3, stoc-r: $-0,006$) en volgens het scenario 'Draagkracht + Reproductie (200 + 60-4)' (D200 + R60-4, stoc-r: $0,099$).

Figure 3.6. The population trajectory at the Sallandse Heuvelrug (numbers of cocks counted in april) with the population trend from the basic scenario with stochasticity (stoc-r: $-0,088$) and from the scenario's 'Carrying Capacity (50)' (D50, stoc-r: $-0,087$), 'Carrying Capacity (200)' (D200, stoc-r: $-0,085$), 'Carrying Capacity + Reproduction (200 + 60-3)' (D200 + R60-3, stoc-r: $-0,006$) and 'Carrying Capacity + Reproduction (200 + 60-4)' (D200 + R60-4, stoc-r: $0,099$).

dan respectievelijk 99% en 83%. Een verhoogd percentage succesvolle hennen in combinatie met een toomgrootte van 4 levert wederom een positieve stochastische groeisnelheid op (0,079) en een relatief lage extinctiekans van 26%.

Overigens lijken de stochastische groeisnelheden van scenario's 'Reproductie-succes (60)', 'Reproductie-toomgrootte (3)' en 'Reproductie-beide (60-3)' beter overeen te komen met het werkelijke populatieverloop. Waarschijnlijk zullen de werkelijke waarden voor de reproductieve parameters ergens tussen die van deze 3 scenario's liggen.

Draagkracht

Verhoging dan wel verlaging van de draagkracht alléén verandert weinig tot niets aan de populatiegroeisnelheid (zowel deterministisch als stochastisch), de 3 lijnen liggen op elkaar in figuur 3.6. Wanneer de draagkracht wordt verhoogd in combinatie met een verhoging van de reproductie, dan is het positieve effect van de verhoogde reproductie echter groter. Voor het eerst duikt de extinctiekans na 100 jaar dan onder de 10%, een waarde die door sommige auteurs als acceptabel wordt beschouwd (Brook, Traill & Bradshaw 2006).

Bijplaatsing

Bijplaatsing alléén verandert niets aan de deterministische groeisnelheid, die alleen afhankelijk is van de exacte parameterwaarden. De stochastische groeisnelheid verbetert wel enigszins. Dit is echter bedrieglijk, omdat de 'kunstmatige groei' door het bijplaatsen van individuen hier ook bij zit. De 'instantane' groeisnelheid zal niet veranderen, hoewel de populatie iets minder last zal hebben van stochasticiteit, omdat de totale populatie iets groter wordt. Hierbij lijkt het uitzetten van zowel hanen als hennen het meeste op te leveren (stochastische groeisnelheid gaat van -0,088 naar -0,048). Uiteraard zal de genendiversiteit en het aantal allelen in de populatie bij bijplaatsing tijdelijk toenemen, maar als de populatie vervolgens nog steeds sterk afneemt wordt dit effect snel weer teniet gedaan.

Wanneer 10 jaar lang 5 hanen en 5 hennen worden bijgeplaatst en daarnaast de reproductie wordt verhoogd naar 60% succesvolle hennen met gemiddelde toomgrootte van 3 dan wordt de stochastische groeisnelheid positief (0,023) en neemt de extinctiekans af naar 48%. Als daarnaast ook de draagkracht wordt vergroot (naar 200 individuen), dan neemt de stochastische populatiegroeisnelheid verder toe (naar 0,029) en de extinctiekans verder af naar 21%. Deze extinctiekans blijft echter nog steeds boven het geaccepteerde niveau van 10%.

De genetische diversiteit en het aantal overlevende allelen zijn onder dit scenario het grootst, maar nog steeds relatief klein.

4. Conclusies en discussie

De enige scenario's waarin de populatie kon toenemen waren scenario's waarin de reproductie werd verhoogd. Als daarnaast ook de draagkracht werd vergroot, ging de populatiegroeisnelheid verder omhoog. Verhogen van de draagkracht zonder verhoogde reproductie heeft echter weinig tot geen effect op populatiegroei en extinctiekans. Voor een stabiele populatie (stochastische groeisnelheid >0) zonder bijplaatsingen moet de gemiddelde toomgrootte per succesvolle hen echter toenemen naar 4. Wanneer vanaf 2012 10 jaar lang 5 hanen en 5 hennen zouden worden bijgeplaatst en het percentage succesvolle hennen toe zou nemen naar 60% volstaat ook een gemiddelde toomgrootte van 3.

Uit de scenario's waar de mortaliteit werd gevarieerd, bleek dat ook mortaliteit sterk van invloed is op de populatiegroei. Een goede schatting voor deze parameter is dus belangrijk. De mortaliteit uit het basisscenario is laag vergeleken met de literatuur (Baines & Richardson 2007; Bowker *et al.* 2007; Caizergues & Ellison 1997; Warren & Baines 2002). Toch lijkt deze mortaliteit realistisch, aangezien deze in de periode 1983-1985 goed overeenkomt met de mortaliteit die in dezelfde periode aan de hand van gezenderde hanen is bepaald (Niewold & Nijland 1988).

De kans dat deze reeds lage mortaliteit verder kan worden verlaagd lijkt dan ook klein.

Dit betekent ook dat als bij het basisscenario één of enkele parameters te ongunstig is/zijn ingeschat, het hier eerder zal gaan om (één van) de reproductieparameters dan om de mortaliteit. Mogelijk liggen de werkelijke parameters dichterbij de buurt van die van scenario 'Reproductie-succes (60%)' en/of 'Reproductie-toomgrootte (3)'. Ook in het meest positieve geval, dus wanneer de reproductie het meest overeenkomt met die in scenario 'Reproductie-beide (60%, 3)', is de stochastische groeisnelheid nog steeds negatief ($-0,012$) en de extinctiekans hoog, namelijk 84%. In dat geval zou het echter gemakkelijker zijn om de negatieve stochastische groeisnelheid om te buigen naar een positieve groeisnelheid, door het aantal zelfstandige kuikens per succesvolle hen te verhogen naar 4.

Uit de resultaten is duidelijk dat de huidige demografische parameters, zelfs wanneer deze in het basisscenario enigszins zijn onderschat, resulteren in een negatieve stochastische populatiegroeisnelheid. De vraag is echter in hoeverre dit een gevolg kan zijn van inteelt in de reeds kleine initiële populatie (40 individuen).

Uit het scenario 'geen inteelt' is gebleken dat ook zonder inteelt de stochastische groeisnelheid negatief is (zij het iets minder; $-0,062$ ipv $-0,088$) en de kans op uitsterven na 100 jaar nog steeds erg hoog is.

Ook wanneer de startpopulatie werd vergroot naar 100 in plaats van 40 individuen (met een gelijktijdige verhoging van de draagkracht naar 200 individuen, omdat de startpopulatie zich anders op draagkrachtniveau zou bevinden), bleef de stochastische populatiegroeisnelheid gelijk, met of zonder inteelt (deze resultaten worden hier niet getoond). Dit duidt erop dat de recente sterke achteruitgang niet alleen te wijten is aan de reeds kleine populatieomvang, maar vooral te maken heeft met te lage demografische parameters.

In de verschillende scenario's is geen rekening gehouden met eventuele verschillen in mortaliteit tussen kuikens, juvenielen of volwassenen van de twee seksen. Een verschil in overleving in één van deze stadia tussen hanen en hennen lijkt echter aannemelijk, aangezien het sterke vermoeden bestaat dat er in de populatie meer hennen dan hanen aanwezig zijn. Dit zou al sinds de jaren '70 het geval zijn, maar de verhouding zou de laatste jaren nog verder in de richting van de hennen zijn verschoven (mond. meded. Paul ten Den). Hoe scheef de geslachtsverhouding van de Sallandse populatie is, is echter moeilijk vast te stellen, omdat hennen een veel lagere waarneemkans hebben dan hanen. Een scheve geslachtsverhouding ten gunste van de hennen zou kunnen worden veroorzaakt door een lagere overleving van (adulte of juveniele) hanen, of van hanenkuikens. Voor beide is in de Sallandse Heuvelrug geen goed bewijs te vinden; in de rapportage van Niewold & Nijland uit 1988 lijkt eerder het tegendeel waar, maar deze gegevens zijn slechts gebaseerd op enkele, waarschijnlijk zeer goede, jaren. Angelstam (1984) liet zien dat in Zweden hanenkuikens een lagere overleving hebben, waarschijnlijk omdat ze meer voedsel nodig hebben om in dezelfde tijd groter te kunnen groeien. Een dergelijk mechanisme zou bij het Korhoen in de Sallandse Heuvelrug ook kunnen spelen, aangezien het erop lijkt dat de kuikenoverleving laag is (onder andere) door een laag voedselaanbod (Ten Den & Niewold, 2011). Omdat deze scheve sekse ratio en sekse afhankelijke overleving slecht is gekwantificeerd voor de Sallandse Heuvelrug is dit verschijnsel niet in het populatiemodel opgenomen. Een scheve sekse ratio kan bij kleine populaties de extinctiekans echter sterk vergroten (Ferrer *et al.* 2008).

Opvallend genoeg maakt de mate van polygynie weinig uit voor het aantal allelen in de populatie en voor de genendiversiteit. Dit zou te maken kunnen hebben met de beperkte grootte van de populatie; er is toch al weinig keus in partners. Ook op de populatiegroeisnelheid en de extinctiekans heeft de mate van polygynie weinig invloed. Dit betekent dat, hoewel de waarde

van deze parameter niet bekend is voor de Sallandse Heuvelrug, er geen prioriteit hoeft te worden gegeven aan het achterhalen hiervan.

De doorberekende bijplaatsingsscenario's leveren weinig op, zelfs wat betreft de genendiversiteit. De populatie-groeisnelheid en draagkracht (grootte van de populatie) lijken bij de huidige kleine populatie dan ook belangrijker voor de genendiversiteit dan bijplaatsingen. Dit komt waarschijnlijk omdat met de huidige combinatie aan demografische parameters de populatie sterk afneemt, waardoor bijplaatsen maar een tijdelijke oplossing is. De totale populatie neemt maar tijdelijk toe en veel van de nieuwe genen zullen weer verdwijnen. Alleen het meest positieve scenario (aandeel succesvolle hennen 60%, toomgrootte 4 en draagkracht 200) en het scenario met verhoogde reproductie en draagkracht en nieuwe bijplaatsingen (aandeel succesvolle hennen 60%, toomgrootte 3, draagkracht 200 en 10 jaar lang bijplaatsen van 5 hennen en 5 hanen) leveren een genendiversiteit op die overeen komt met de genendiversiteit in de Zweedse (gezonde) populatie (genendiversiteit >0,70, mond. meded. Hugh Jansman). Indien de populatie geïsoleerd blijft, is het vanuit genetisch oogpunt wenselijk nieuwe individuen duurzaam bij te blijven plaatsen.

Een kanttekening die tot slot bij de resultaten moet worden geplaatst is dat de variatie in de resulterende stochastische populatiegroeisnelheid (de standaarddeviatie) bij alle scenario's groot is. Dit betekent dat de resultaten vooral kwalitatief en niet zozeer kwantitatief moeten worden bekeken.

Onderzoeksvragen

1. Wat zijn de overlevingskansen van de huidige Korhoenpopulatie in Nederland?

In het basisscenario neemt de populatie met 9% per jaar af en is de kans op uitsterven na 100 jaar (2074) 100%. Zelfs wanneer vanaf 2014 10 jaar lang (effectief) 10 individuen worden bijgeplaatst, blijft de extinctiekans hoog, c. 97%.

Bij de huidige populatieparameters, zoals ingeschat in het basisscenario, is de overlevingskans van de huidige Nederlandse populatie dus erg klein.

Indien het basisscenario echter te negatief is, en de werkelijkheid beter wordt benaderd door scenario 'Reproductie-beide (60%, 3)'), neemt de populatie minder snel af, maar is de stochastische groeisnelheid nog steeds negatief (-0,012) en de extinctiekans hoog, namelijk 84%.

2. Hoe moeten de demografische parameters veranderen om een duurzame populatie te bereiken?

De reproductie moet worden verhoogd van 2,5 (3) naar minimaal 4 jongen per succesvol vrouwtje om de stochastische populatiegroeisnelheid groter dan 0 te krijgen. Om de extinctiekans naar een acceptabel niveau te verlagen dienen daarnaast echter ook het percentage succesvolle hennen en de draagkracht te worden verhoogd, naar respectievelijk 60% en 200 individuen. Daarnaast blijft de populatie kwetsbaar voor genetische verarming zolang er geen uitwisseling optreedt met andere populaties, in de vorm van dispergerende individuen of bijplaatsingen van genetisch afwijkende Korhoenders.

5. Aanbevelingen

De populatie Korhoenders op de Sallandse Heuvelrug zal onder de huidige omstandigheden naar grote waarschijnlijkheid uitsterven. Wil men dit voorkomen dan zal zowel de reproductie (voor een positieve populatiegroei), alsook de draagkracht van het gebied (voor een positieve populatiegroei en een acceptabele extinctiekans) moeten worden verhoogd. Zowel de reproductie als de draagkracht kunnen worden verhoogd door het

leefgebied op de Sallandse Heuvelrug (verder) te verbeteren, vooral door meer geschikt opgroei-habitat voor kuikens te creëren. Dit zal moeten worden aangevuld met bijplaatsingen om de populatie op peil te houden tot het habitat beter geschikt is, maar ook om de genendiversiteit te vergroten. Bijplaatsen alléén levert echter op de lange duur onder de huidige omstandigheden geen stabiele populatie op.

Bijplaatsen, een rekenoefening

Dan rijst natuurlijk de vraag hoe lang en hoeveel er moet worden bijgeplaatst. Hier kan op een vrij eenvoudige manier een (grobe) inschatting van worden gemaakt.

Optie 1: Als de reproductie 0 is, zoals in de laatste jaren het geval lijkt, moet jaarlijks minimaal net zoveel worden bijgeplaatst als dat er individuen verdwijnen door sterfte (voor een 'stabiele' populatie). Dit is dan dus volledig afhankelijk van de adultenoverleving en van de beoogde populatiegrootte. Bij een adultenoverleving van 71% (zie basisscenario) en een gewenste populatiegrootte van 40 Korhoenders (Iepema 2000) moeten komend jaar c. 60 Korhoenders worden bijgeplaatst, aangezien na het bijplaatsen ongeveer de helft van de vogels nog in leven is (mond. meded. Paul ten Den en Freek Niewold). Van de 14 lokale vogels zijn er volgend jaar namelijk nog ongeveer 10 in leven ($0,71 \times 14 = 10$). Dit aantal moet dus worden aangevuld met 30 bijgeplaatste overlevende vogels, dit betekent dus een benodigde bijplaatsing van 60 individuen. De jaren daarna blijven er steeds $0,71 \times 40 = 28$ vogels over (bij een constante overleving), dus moet je steeds 24 vogels bijplaatsen (waarvan er 12 overblijven, $28 + 12 = 40$). Beter is het om elk jaar te bepalen hoeveel vogels nog in leven zijn en het aantal uit te zetten vogels hierop aan te passen. Vindt er toch nog enige reproductie plaats dan hoeft navenant minder bij te worden geplaatst. Geschat wordt dat de voedselomstandigheden voor kuikens op de Sallandse Heuvelrug na 10-15 jaar zullen zijn verbeterd (mond. meded. Corné Balemans). Het jaarlijks bijplaatsen van deze aantallen komt dan na 10 jaar neer op $60 + 9 \times 24 = 276$ Zweedse korhoenders en na 15 jaar op $60 + 14 \times 24 = 396$ Zweedse korhoenders. Dit betekent echter wel dat de Nederlandse populatie in 10-15 jaar tijd (vrijwel) volledig is vervangen door Zweedse Korhoenders.

Optie 2: Dan is het de vraag of niet beter na 10-15 jaar 80 vogels kunnen worden uitgezet, waarbij de huidige populatie dan voorlopig wordt opgegeven. Ook dan is er na 10-15 jaar een nieuwe startpopulatie van 40 vogels, aannemende dat de overleving na uitzetten bij afwezigheid van lokale Korhoenders nog steeds 50% is. Dit betekent echter wel dat tussentijds niet kan worden vastgesteld of er inderdaad verbetering komt in de reproductie. Daarvoor in de plaats zou dan de insecten- en predatorenstand kunnen worden gemonitord, alsook eventuele andere parameters die van invloed zijn op de reproductie, om een indruk te krijgen van het verloop in habitatkwaliteit. Daarnaast is een belangrijke aanname hierbij dat een herintroductie zal slagen. Tot op heden zijn er in Europa vele pogingen gedaan om korhoenders te herintroduceren, waarvan geen enkele geslaagd (Seiler, Angelstam & Bergmann 2000; Smit & Bos 2008). Dit hangt vermoedelijk samen met het (dispersie)gedrag van de dieren, maar mogelijk ook met het feit dat het vrijwel altijd om gefokte Korhoenders gaat. Bijplaatsing is mogelijk kansrijker, gezien de resultaten uit de Rhön en van de afgelopen twee jaren in de Sallandse Heuvelrug (mond. meded. Freek Niewold). Dat is de reden dat op de Sallandse Heuvelrug tot op heden gekozen is voor bijplaatsing, zo blijft ter plekke een kernpopulatie behouden waar bijplaatsingen bij mogelijk blijven.

Optie 3: Een andere optie is dat de 'gewenste' populatie gedurende de overbruggingsperiode op een lager peil wordt gehouden, bijvoorbeeld 20 vogels, zodat nog wel kan worden gevolgd wat er met de reproductie en populatie gebeurt. Dit komt dan neer op $20 + 9 \times 12 = 128$ Zweedse Korhoenders in 10 jaar of $20 + 14 \times 12 = 188$ Zweedse Korhoenders in 15 jaar. Dan wordt de vraag echter meer: hoeveel nesten zijn er nodig om de reproductie goed te kunnen volgen? Hierop kan dan de 'gewenste' populatiegrootte worden aangepast. Dit roept echter nieuwe ethische vragen op, aangezien dan Korhoenders vooral worden bijgeplaatst om de noodzaak van herintroductie te voorkomen en om de habitatkwaliteit te meten. Mogelijk kan dan echter al eerder worden gestopt met het bijplaatsen, mocht blijken dat de reproductie eerder op gang komt.

Literatuur

- Alatalo R.V., Höglund J., Lundberg A. & Sutherland W.J. 1992. Evolution of black grouse leks: female preferences benefit males in larger leks. *Behavioral Ecology*, 3, 53-59.
- Angelstam P. 1984. Sexual and seasonal differences in mortality of the Black Grouse *Tetrao tetrix* in boreal Sweden. *Ornis Scandinavica*, 15, 123-134.
- Baines D. & Richardson M. 2007. An experimental assessment of the potential effects of human disturbance on Black Grouse *Tetrao tetrix* in the North Pennines, England. *Ibis*, 149 (Suppl.1), 56-64.
- Bowker G., Bowker C. & Baines D. 2007. Survival rates and causes of mortality in black grouse *Tetrao tetrix* at Lake Vyrnwy, North Wales, UK. *Wildlife Biology*, 13, 231-237.
- Brook B.W., Traill L.W. & Bradshaw C.J.A. 2006. Minimum viable population sizes and global extinction risk are unrelated. *Ecology Letters*, 9, 375-382.
- Caizergues A. & Ellison L.N. 1997. Survival of Black Grouse *Tetrao tetrix* in the French Alps. *Wildlife Biology*, 3, 177-186.
- Cramp S. & Simmons K.E.L. 1980. Handbook of the birds of Europe the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic. Volume 2 (Hawks to Bustards). Oxford, Oxford University Press.
- del Hoyo J., Elliott A. & Sargatal J. 1994. Handbook of the birds of the world. Lynx Edicions, Barcelona.
- Ferrer M., Otalora F. & Garcia-Ruiz J.M. 2004. Density-dependent age of first reproduction as a buffer affecting persistence of small populations. *Ecological Applications*, 14, 616-624.
- Hamalainen A., Alatalo R.V., Lebigre C., Siitari H. & Soulsbury C.D. 2012. Fighting behaviour as a correlate of male mating success in black grouse *Tetrao tetrix*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 66, 1577-1586.
- Höglund J., Larsson J.K., Jansman H.A.H. & Segelbacher G. 2007. Genetic variability in European black grouse (*Tetrao tetrix*). *Conservation Genetics*, 8, 243.
- Höglund J., Pieltney S.B., Alatalo R.V., Lindell J., Lundberg A. & Rintamäki H. 2001. Inbreeding Depression and Male Fitness in Black Grouse. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 269, 711-715.
- Iepema J. 2000. Bepaling van de minimale levensvatbare populatiegrootte van het korhoen op de Sallandse Heuvelrug. Een Vortex analyse. studentenverslag. Wageningen, Alterra.
- Keller L.K. & Waller D.M. 2013. Inbreeding effects in wild populations. *Trends in Ecology and Evolution*, 17, 230-241.
- Lacy R.C. 1993. VORTEX: A computer simulation model for Population Viability Analysis. *Wildlife Research*, 20, 45-65.
- Lacy R.C. 2000. Structure of the VORTEX simulation model for population viability analysis. *Ecological Bulletins*, 48, 191-203.
- Lacy R.C., Borbat M. & Pollak J.P. 2009. VORTEX: A Stochastic Simulation of the Extinction Process. [9.95]. Brookfield, IL, Chicago Zoological Society.
- Lebigre C., Alatalo R.V. & Siitari H. 2010. Female-biased dispersal alone can reduce the occurrence of inbreeding in black grouse (*Tetrao tetrix*). *Molecular Ecology*, 19, 1929-1939.
- Lebigre C., Alatalo R.V., Siitari H. & Parri S. 2007. Restrictive mating by females on black grouse leks. *Molecular Ecology*, 16, 4380-4389.
- Niewold F.J.J. & Nijland H. 1988. De Sallandse Heuvelrug als reservaat voor het Westeuropese heidekorhoen. RIN-rapport 88/59. Arnhem, Rijksinstituut voor Natuurbeheer.
- Niewold F.J.J., ten Den P.G.A. & Jansman H.A.H. 2005. Het Korhoen blijft in de gevarenzone. Ecologische en genetische monitoring van de populatie van de Sallandse Heuvelrug in 2003-2004. Alterra-rapport 1177. Wageningen, Alterra.
- Seiler C., Angelstam P. & Bergmann H.H. 2000. Conservation releases of captive-reared Grouse in Europe; what do we know and what do we need? *Cahiers d'Ethologie*, 20, 235-252.
- Smit R. & Bos D. 2008. Voortgangsrapportage 2007. Herintroductie Korhoen in het Nationale Park de Hoge Veluwe. A&W-rapport 1084. Veenwouden, Altenburg & Wymenga Ecologisch Onderzoek.
- ten Den P.G.A. & Niewold F.J.J. 2011. De Korhoenpopulatie van de Sallandse Heuvelrug in 2011. Rapportage eerste jaar van onderzoek. Rapport Korhoen NWI-KO.2011-04. Haarle, Ten Den-Flora & Fauna.
- Warren P.K. & Baines D. 2002. Dispersal, survival and causes of mortality in black grouse *Tetrao tetrix* in northern England. *Wildlife Biology*, 8, 91-97.

Appendix 1: Verklaring van termen

Allel: variant van een gen, zoals bijv. het allel blauwe ogen van het gen dat codeert voor oogkleur

Lethaal allel: allel dat ervoor zorgt dat een individu niet levensvatbaar is.

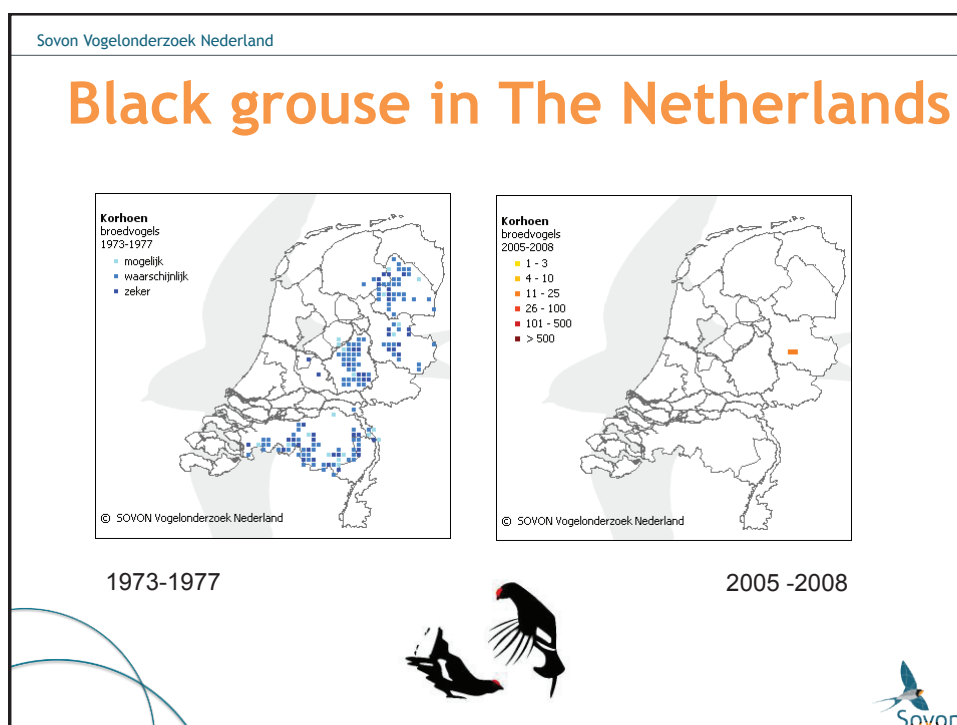
EV = environmental variation = omgevingsvariatie: variatie in demografische parameters zoals reproductie en overleving, veroorzaakt door de omgeving (bijv. het weer, voedselaanbod ed)

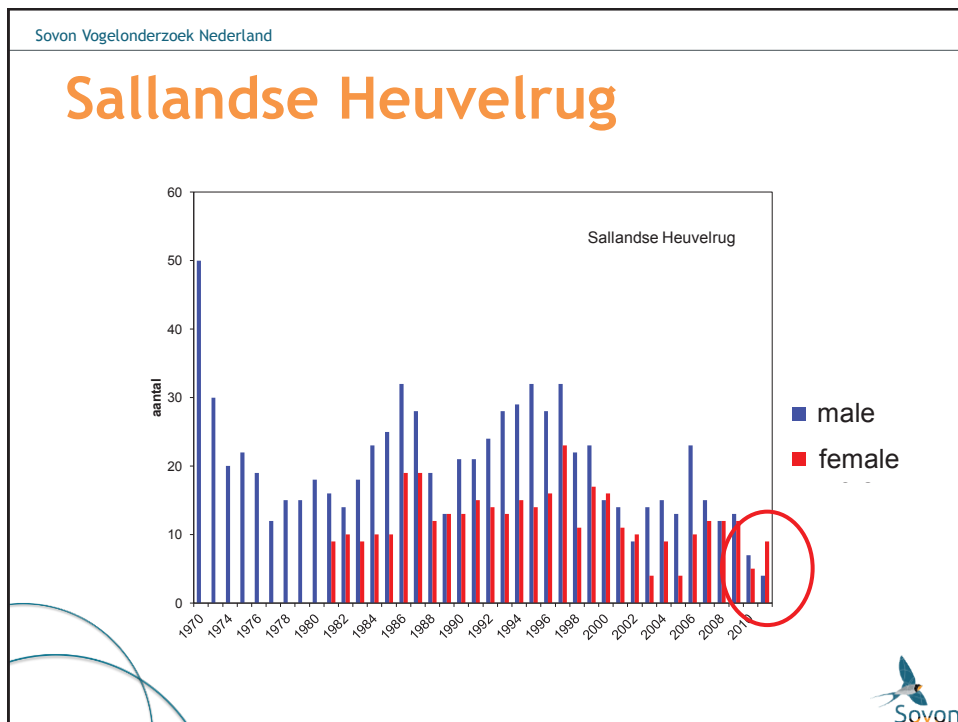
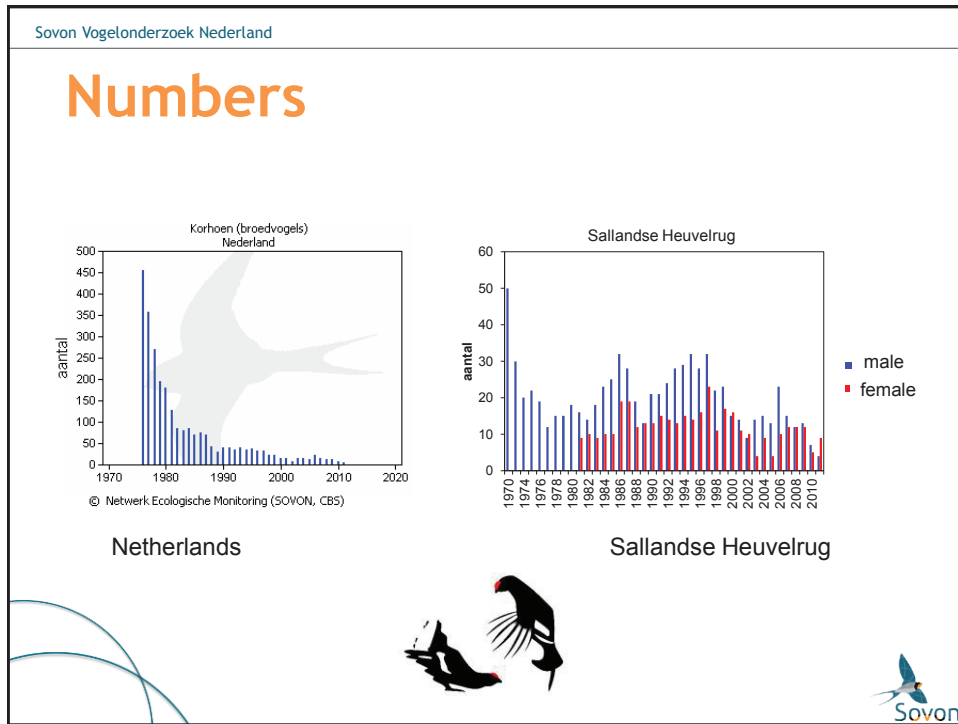
Appendix 2: Handout Korhoensymposium 1 november 2013

What is needed for a future for the Black Grouse at the Sallandse Heuvelrug ?

Henk Sierdsema
Maja Roodbergen
Loes van den Bremer

Black Grouse symposium
1 November 2013
Sallandse Heuvelrug





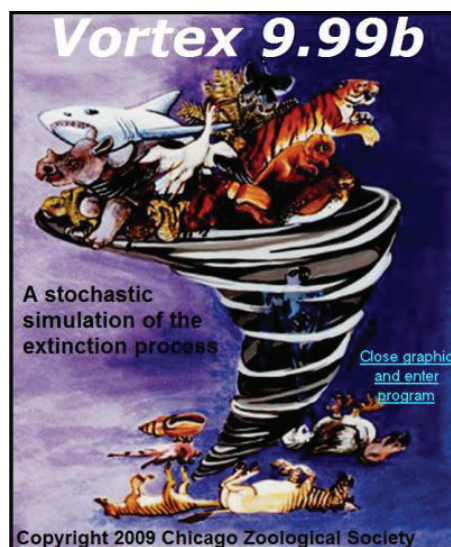
Questions

1. What are the survival probabilities of the Black Grouse in The Netherlands?
2. What demographic parameters do we need to get viable population?



Population modelling

Vortex



Sovon Vogelonderzoek Nederland

Population modelling

Vortex: stochastic simulation of extinction process



Sovon Vogelonderzoek Nederland

Vortex

- 1000 simulations over 100 year
- Start 1974, startpopulation 20 male en 20 female
- Data from Sallandse Heuvelrug, literature and most probable assumptions
- 13 different scenario's



Sovon Vogelonderzoek Nederland

Scenario's

Variation in:

- Proportion of female that reproduces (reproductive succes, RS)
- Number of fledging young ('toomgrootte', RT)
- Mortality
- Carrying capacity (CC)
- Inbreeding
- Population suppletion




Sovon Vogelonderzoek Nederland

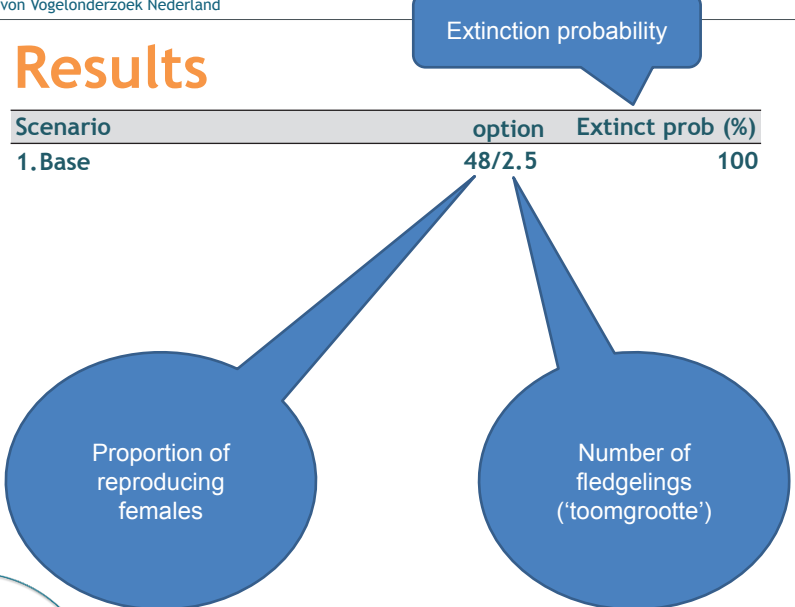
Results

Extinction probability

Scenario	option	Extinct prob (%)
1. Base	48/2.5	100

Proportion of reproducing females

Number of fledgelings ('toomgrootte')



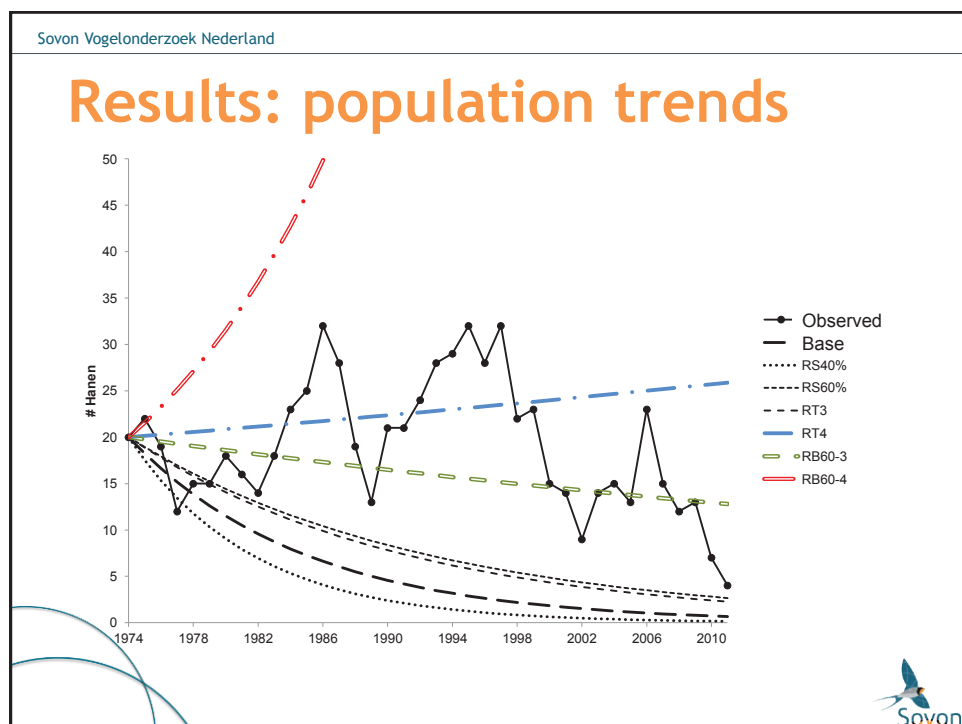

Sovon Vogelonderzoek Nederland

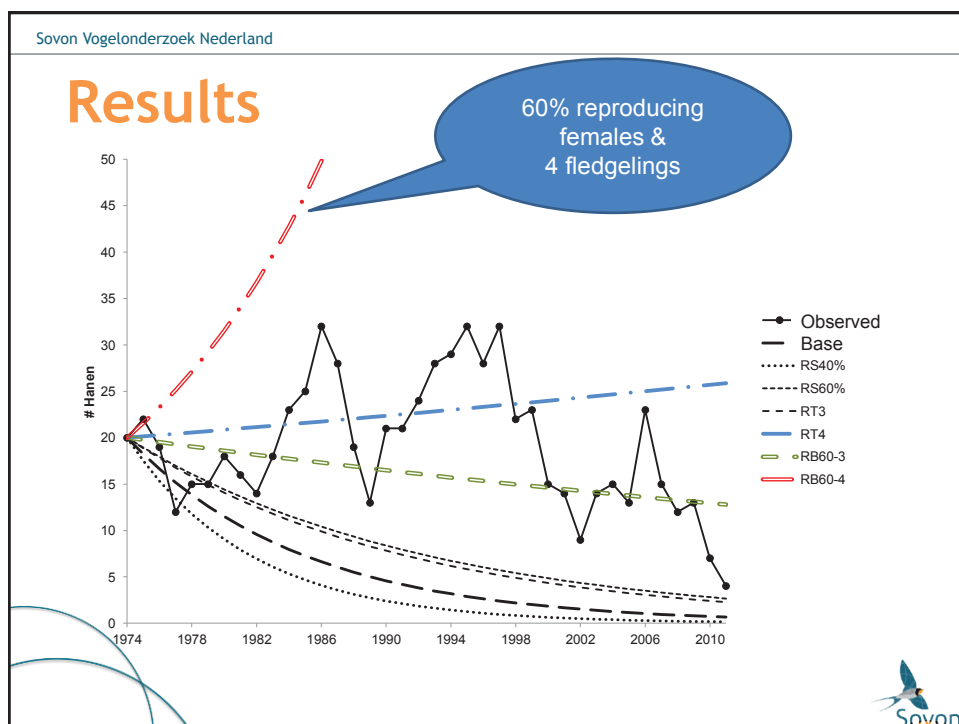
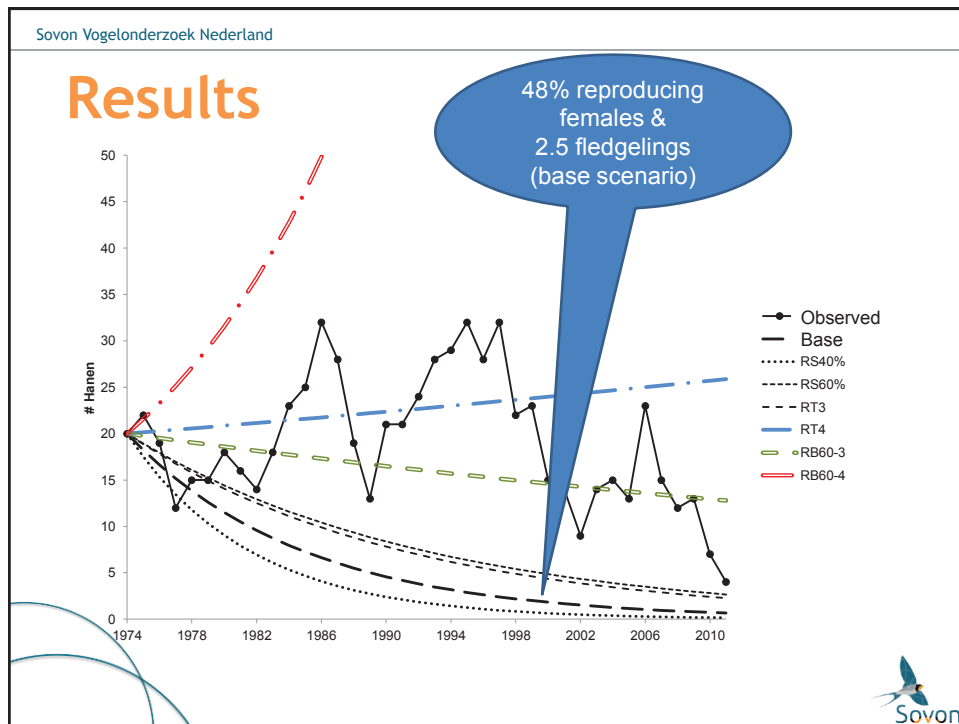
Extinction probability

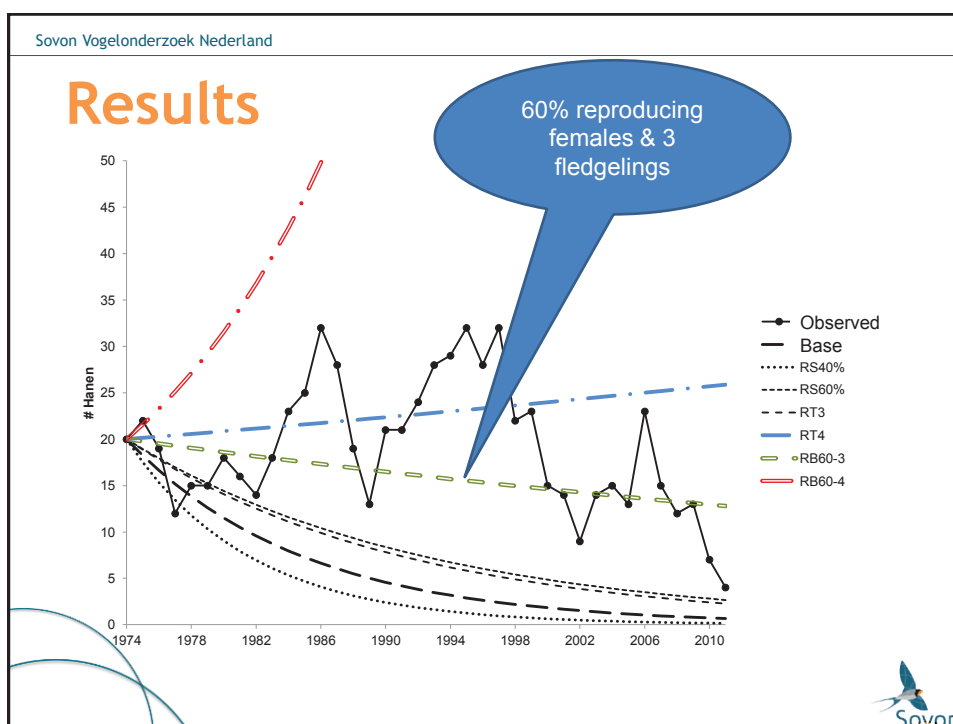
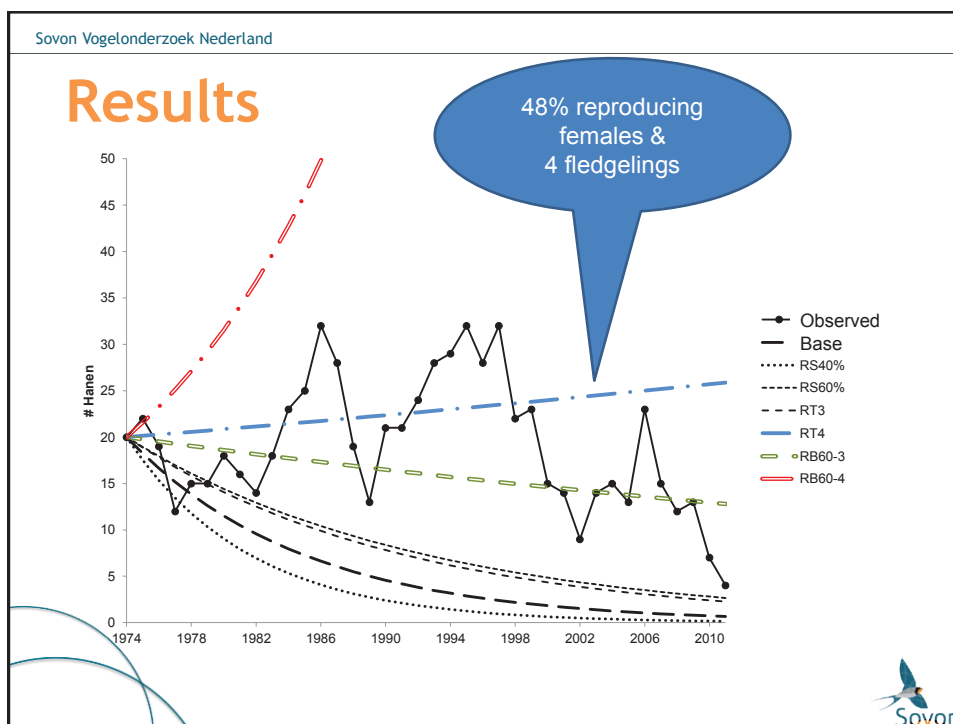
Results

Scenario	option	Extinct prob (%)
1. Base	48/2.5	100
6. # of fledgelings	3	99
	4	74
7. Reprod & # of fledgelings	60/3	83
	60/4	26
9. Caring capacity (CC)	200	100
	50	100
10. CC & Repr	200/60/3	67
	200/60/4	8
11. Suppletion ('suppl')	Geen	100
	10jr 10m	100
	10jr 10v	100
	10jr 5m+5v	97
12. Suppl & Repr	10jr 5m+5v/60/3	48
13. Suppl & Repr & CC	10jr 5m+5v/60/3/200	21

Sovon



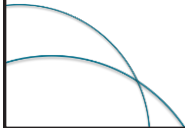




Conclusions

Mortality:

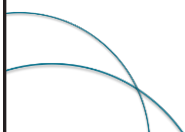
Mortality has big influence on population trajectories, but is already low



Conclusions

Inbreeding

- Only the 'optimal' scenario combined with suppletions results in a fair gene diversity.

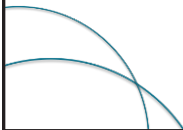


Sovon Vogelonderzoek Nederland

Conclusions

Reproduction

- Only a high(er) reproduction of at least 50-60% reproducing females and 3-4 fledgelings result in positive population growths.

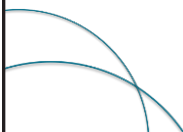


Sovon Vogelonderzoek Nederland

Conclusions

Suppletions

- Only meaningful if combined with increased reproductive success
- Useful as a bridge to better times and increase of genetic diversity



Conclusions

1. What are the survival probabilities of the Black Grouse in The Netherlands?

- Less than 10%

2. What demographic parameters do we need to get viable population?

- at least 50-60% reproducing females and 3-4 fledgelings



What is needed for a future for the Black Grouse at the Sallandse Heuvelrug ?

Mainly better reproductive success !



Sovon Vogelonderzoek Nederland

What is needed for a future for the Black Grouse at the Sallandse Heuvelrug ?

Better food quality of heath:

- more buffering
- more herbs



Sovon Vogelonderzoek Nederland

Thanks for your attention !





staatsbosbeheer

Sovon Vogelonderzoek Nederland

Postbus 6521
6503 GA Nijmegen
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
T (024) 7 410 410

E info@sovon.nl
I www.sovon.nl

