



Het Jaar van de Patrijs: kennisupdate



Maja Roodbergen

Sovon-rapport 2013/12



Het Jaar van de Patrijs: kennisupdate

Maja Roodbergen



Sovon-rapport 2013/12
Dit rapport is samengesteld
in opdracht van
Vogelbescherming Nederland



Colofon

Wijze van citeren: Roodbergen M. 2013. Het Jaar van de Patrijs: kennisupdate. Sovon-rapport 2013/12, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Dit rapport is samengesteld in opdracht van Vogelbescherming Nederland

Foto's: Harvey van Diek, Peter Eekelder & Menno Hornman

Sovon Vogelonderzoek Nederland
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
e-mail: info@sovon.nl
website: www.sovon.nl

© 2013 Sovon Vogelonderzoek Nederland

ISSN 2212-5027

Inhoud

Samenvatting	5
Inleiding	7
Deel 1. Demografie	9
1.1. Inleiding: trends	9
1.2. Opzet populatiemodel	10
1.3. Reproductie	10
1.3.1 Kans op broeden	10
1.3.2 Nestsucces	11
1.3.3 Legselgrootte en aantal uitgekomen eieren per succesvol (her)legsel	11
1.3.4 Kans op herleg	11
1.3.5 Kuikenoverleving	12
1.4. Overleving	13
1.5. Immigratie en emigratie	13
1.6. Populatiemodellen	14
1.6.1 Model 1	14
1.6.2 Model 2	16
1.7. Onderzoeksvragen	17
1.8. Methodologie	18
1.8.1 Tellingen	18
1.8.2 Zenderen	19
Deel 2. Beheermaatregelen	23
2.1. Inleiding	23
2.2. Review Kuiper et al	23
2.2.1 Predatorenbeheer	23
2.2.2 Braak	23
2.2.3 Inzaaien met gewasmengsels	23
2.2.4 Verminderen pesticidengebruik	23
2.2.5 Grootte en ligging percelen met beheermaatregelen	23
2.2.6 Bepalen effectiviteit	24
2.3. Een Veldleeuwerik zingt niet voor niets!	24
2.3.1 'Vliegvlugge' jongen per broedpoging	24
2.3.2 Kuikenoverleving	24
2.3.3 Adulte en juveniele overleving	25
2.4. Recentere studies	31
2.5. Gesprek met Eckhard Gottschalk	31
2.6. Samenvatting en aanbevelingen	32
Literatuur	33

Samenvatting

Het Jaar 2013 is door Sovon Vogelonderzoek Nederlanden Vogelbescherming Nederland uitgeroepen tot het Jaar van de Patrijs. Directe aanleiding is de afname met 95% sinds de zestiger jaren waardoor de soort dreigt te verdwijnen uit Nederland. Dat willen we niet laten gebeuren. Ter voorbereiding van het Jaar van de Patrijs is een literatuurstudie uitgevoerd naar de demografie van en beheermaatregelen voor de Patrijs.

Demografie

De Patrijs is in heel Europa sterk afgenomen. Het populatieverloop kan worden onderverdeeld in drie perioden:

1. De periode vóór de zestiger jaren, met zeer hoge dichtheden, vooral gestuurd door de kuikenoverleving.
2. De periode na 1960 en vóór 1970/1980 waarin de populatie sterk afneemt door een afname in kuikenoverleving (voedseltekort door pesticiden) en geschikt broedhabitat (schaalvergroting).
3. De periode na 1970/1980, met een verdere maar langzamere afname, vooral door predatie van broedende hennen en nesten, doordat de jacht op predatoren is afgenomen. Ook de adultenoverleving in de winter lijkt in deze periode belangrijk. Deze factoren komen bovenop de nog steeds lage kuikenoverleving.

Om te achterhalen welke demografische factoren de grootste invloed hebben op de populatieontwikkeling van de Patrijs werden populatiemodellen gebruikt. Op basis van een literatuurstudie is onderzocht welke modellen hiervoor het meest geschikt zijn. Vervolgens werden twee modellen opgesteld en werd in de literatuur gezocht naar relevante parameterwaarden.

In Groot-Brittannië werd een kans op broeden gevonden van 90-100%. Het nestsucces van eerste legsel was in Frankrijk 50-60%, dat van herlegsels was lager, 30-40%. Het aantal uitgekomen eieren per succesvol legsel was in Groot-Brittannië en Frankrijk 12-14, per succesvol herlegsel 9 (Frankrijk). De kans op herleg was in Frankrijk 70-80%. De kuikenoverleving van gezenderde kuikens lag tussen de 30 en 40% (Groot-Brittannië en Frankrijk). In Frankrijk was de overleving tijdens het broedseizoen 25-65%, buiten het broedseizoen was deze 48-92% in Frankrijk en 50-52% in Groot-Brittannië. De jaarlijkse overleving was in Polen 25%.

Een elasticiteitsanalyse laat zien welk effect de verandering in een demografische parameter heeft op de populatiegroeisnelheid, dus welke parameters de populatiegroeisnelheid het sterkst beïnvloeden. Aangezien er geen recente parameterwaarden uit Nederland voorhanden zijn, werden de resultaten van een elasticiteitsanalyse van een populatiemodel uit de literatuur gebruikt. Hieruit bleek dat de winteroverleving de grootste invloed had, dan de overleving van hennen tijdens incubatie van het eerste legsel, gevolgd door het nestsucces van eerste legsels, het aantal eieren dat uitkomt per succesvol eerste legsel en de kuikenoverleving van kuikens uit het eerste legsel. De aanwezigheid en het succes van herlegsels was van secundair belang ten opzichte van eerste legsels. Verder vonden de auteurs dat het belang van de overleving van hennen tijdens incubatie van het eerste legsel toenam naarmate de populatiegroeisnelheid afnam.

Tot slot werd in de literatuur gevonden dat de minimaal benodigde kuikenoverleving voor een stabiele populatie 35% tot 39% bedraagt en dat voor een levensvatbare populatie een minimumdichtheid van 5-10 Patrijzen/km² nodig is.

Onderzoek in Nederland dient zich in eerste instantie te richten op (in volgorde van belangrijkheid):

1. Het verzamelen van gegevens over demografische parameters, met name kuikenoverleving, overleving van broedende hennen en winteroverleving,
2. Het verzamelen van gegevens over ruimtegebruik van patrijzen en de consequenties voor overleving en reproductie
3. Bepalen of in Nederlandse populaties sprake is van dichtheidsafhankelijkheid in één of meerdere demografische parameters en de effecten hiervan op de populatiegroeisnelheid

Beheer

Het tweede deel van dit rapport bevat een overzicht van potentieel geschikte beheermaatregelen op basis van een literatuurverkenning. De belangrijkste daarvan zijn:

- Beheer ten behoeve van Patrijzen dient gericht te zijn op verschillende stadia van de levenscyclus en ruimtelijk geconcentreerd te worden op plekken met hoge patrijzendichtheden. De percelen met beheermaatregelen dienen bovendien ver genoeg van bosranden verwijderd te zijn in verband

met predatie.

- Het aantal broedpogingen en aantal jongen per broedpoging kan worden verhoogd door brede (minimaal 10m, bij voorkeur 20m) randen of blokken aan te leggen met struweelhagen, heggen en/of meerjarige braak.
- De kuikenoverleving kan worden verhoogd door insectenrijk habitat te bieden, in de vorm van onbespoten graan- of braakranden of –blokken (wederom minimaal 10m breed, bij voorkeur 20m), met ijle en heterogene vegetatie met open plekken, eventueel dun ingezaaid met een geschikt zaadmengsel.

- De winteroverleving van juveniele en adulte Patrijzen is gebaat bij structuur- en zadenrijke gewasstopfels.
- Predatorenbeheer kan een aanvulling zijn op, maar geen vervanging zijn van habitatverbeteringen.

Het beheer dient te worden geëvalueerd en geoptimaliseerd door middel van onderzoek naar de reproductie en overleving in de gebieden met beheermaatregelen. Dit kan door middel van zenderonderzoek of populatietellingen.

Inleiding

Het jaar 2013 is uitgeroepen tot het Jaar van de Patrijs. Ter voorbereiding hiervan is een literatuurstudie uitgevoerd om een zo compleet mogelijk overzicht te krijgen van de huidige kennis omtrent de Patrijs. De resultaten hiervan worden in dit rapport beschreven. Het overzicht bestaat uit twee delen.

Deel één richt zich vooral op de demografie van de Patrijs.

Om te weten wat we aan de achteruitgang kunnen doen is het belangrijk te achterhalen welke demografische factoren een rol spelen in de populatieontwikkeling van de Patrijs en welke daarvan de grootste invloed hebben. Dit kan het beste gebeuren aan de hand van een populatiemodel waarin de effecten van de verschillende demografische factoren kun-

nen worden doorgerekend. Op basis van een literatuurstudie is onderzocht welke modellen hiervoor het meest geschikt zijn. Vervolgens is gezocht naar kwantitatieve gegevens voor de parameters en hoe deze met elkaar samenhangen. Dit geeft een eerste beeld van de problemen die de Patrijs mogelijk moet overwinnen. De resultaten van de literatuurstudie naar de demografie van de Patrijs zijn terug te vinden in het eerste deel van dit rapport. Daarnaast worden verschillende methodieken om deze parameters te verzamelen behandeld.

Het tweede deel beschrijft welke beheermaatregelen ten behoeve van de Patrijs tot dusverre al dan niet succesvol zijn toegepast en geeft aanbevelingen ten aanzien van het beheer.

Deel 1. Demografie

1.1. Inleiding: trends

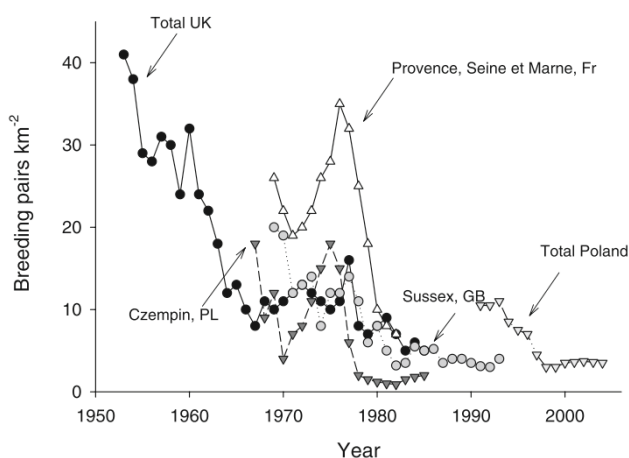
Net als de meeste boerenlandvogels neemt de patrijs in Nederland en de rest van Europa sterk in aantal af. Een uitvoerige beschrijving van de trends in verschillende Europese landen en de onderliggende oorzaken wordt gegeven door Kuijper *et al.* (2009). In Groot-Brittannië, waar verreweg de meeste studies naar Patrijzen zijn uitgevoerd, kan onderscheid worden gemaakt in drie perioden met verschillend verloop in dichtheden:

1. De periode vóór 1950, met zeer hoge dichtheden, die vooral gestuurd worden door de kuikenoverleving.
2. De periode 1950-1970, waarin de populatie sterk afneemt, waarschijnlijk door een toename in pesticidengebruik, waardoor akkeronkruiden en daarmee insecten, voedsel voor jonge kuikens, afnemen en dus ook de kuikenoverleving. Daarnaast neemt in deze periode de habitatkwaliteit af door schaalvergroting waardoor er minder en smallere perceelsranden, belangrijk broedhabitat, overblijven.
3. De periode na 1970, met een verdere maar langzamere afname, vooral door predatie van broedende hennen en nesten, doordat de jacht op predatoren is afgenomen, maar ook door het uitzetten van fazanten en rode patrijzen en de jacht daarop. Deze laatste factor zorgt ervoor dat de laatste aanwezige patrijzen bij de jacht worden opgedreven en afgeschoten, waardoor de jacht niet meer dichtheidsafhankelijk is. Daarnaast

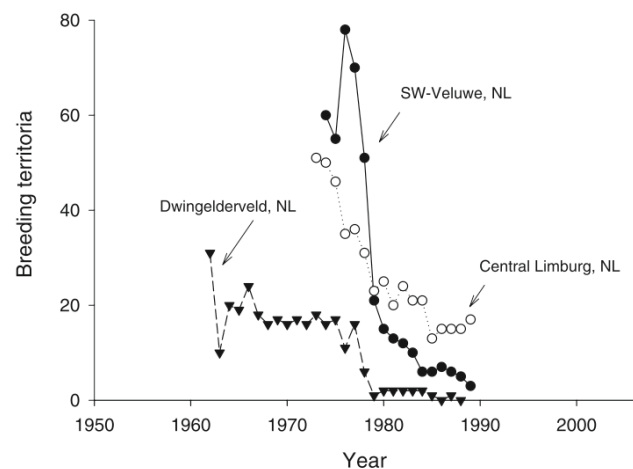
delen Fazanten en Patrijzen een parasiet die vaker voorkomt in Fazanten, maar schadelijker is voor Patrijzen. In Nederland is het uitzetten van jachtwild echter verboden, waardoor deze factor in Nederland (vrijwel) geen rol zal spelen. Tot slot lijkt ook de adultenoverleving in de winter in deze periode belangrijk. Deze factoren komen bovenop de reeds in de vorige periode afgenomen en nog steeds lage kuikenoverleving.

In de rest van Europa valt hetzelfde patroon in aantalsverloop waar te nemen, maar dan 10 jaar later, waarschijnlijk omdat de intensivering van de landbouw in Groot-Brittannië eerder heeft plaatsgevonden (figuur 1.1). Ook uit schaarse gegevens uit Nederland blijkt dat aantallen rond 1980 drastisch zijn gedaald (figuur 1.2). Vóór die tijd, in de periode 1929-1964, constateert Doude van Troostwijk (1968) ondanks grote schommelingen en een lage stand vlak na de Tweede Wereldoorlog geen afname in dichtheden. In de periode 1990-2010 is de Patrijs met gemiddeld bijna 7% per jaar afgenomen, maar in de laatste vier jaar van deze periode (2006-2010) is de achteruitgang versneld naar ca 13% per jaar. Dit maakt de Patrijs tot de snelst achteruitgaande soort uit het weidevogelmeetnet (data Sovon).

De patrijs is een in het buitenland (vooral Groot-Brittannië, Frankrijk en Polen) uitvoerig onderzochte soort, maar gegevens uit Nederland ontbreken grotendeels. Wat ontwikkelingen in de landbouw betreft kunnen parallellen worden getrokken met andere Europese landen, maar de precieze oorzaken



Figuur 1.1. Het aantalsverloop van Patrijzen in Europa, in de periode 1952-2004 (uit: Kuijper, Oosterveld, & Wymenga 2009).



Figuur 1.2. Het aantalsverloop van Patrijzen in delen van Nederland, in de periode 1962-1989 (uit: Kuijper, Oosterveld, & Wymenga 2009, met gegevens van Bijlsma 1990).

van de achteruitgang in Nederland blijven onbekend. Onderzoek naar de populatiedynamiek van de soort is daarom noodzakelijk, willen we de soort voor Nederland behouden.

Dit onderdeel van het rapport richt zich vooral op de demografie van de soort. In de volgende paragrafen (1.2, 1.3 en 1.4) wordt de opzet voor een populatiemodel gemaakt en wordt op basis van literatuuronderzoek besproken welke kwantitatieve gegevens bekend zijn over de demografische parameters en met welke factoren zij samenhangen. Daarnaast wordt aandacht besteed aan immigratie en emigratie (paragraaf 1.5). In paragraaf 1.6 worden twee populatiemodellen uitgewerkt en wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste demografische parameters die in de modellen worden gebruikt. In paragraaf 1.7 worden aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek.

1.2. Opzet populatiemodel

Voor de Patrijs is reeds eerder een populatiemodel opgesteld (Topping *et al.* 2010; Bro *et al.* 2000; De Leo *et al.* 2004; Potts 1986). Het model van Potts is intuïtief en redelijk eenvoudig en kan het aantalsverloop goed voorspellen. Het model van Topping *et al.* is een agent-based model, aangevuld met pattern oriented modelling en is behoorlijk ingewikkeld, maar daarmee ook zeer gedetailleerd. Bro *et al.* gebruiken een stochastisch model om een population viability en elasticiteitsanalyse uit te voeren. Het model van De Leo *et al.* tenslotte is ook een stochastisch model en beschrijft het aantalsverloop gedurende het jaar aan de hand van basale demografische parameters uit de literatuur. De vier modellen waren deels bedoeld om de effecten van jacht te kwantificeren, wat in Nederland niet (meer) nodig is.

Als eerste aanzet voor populatieonderzoek aan de Patrijs in Nederland kan worden gewerkt met een aangepaste versie van het populatiemodel van Bro *et al.* (in het vervolg model 1) en met een simpel populatiemodel dat met behulp van maart- en augustustellingen (zie methodologie) de populatiegroeisnelheid kan berekenen (in het vervolg model 2).

Met het eerste model kan worden bepaald wat het belang is van verschillende demografische parameters voor de populatiegroeisnelheid (elasticiteitsanalyse). De aanpassing ten opzichte van het model van Bro *et al.* is dat bij ons model 1 geen effecten van jacht worden meegenomen en dat de mogelijkheid wordt opgehouden dat de juvenielenoverleving in de winter verschilt van de volwassenoverleving. Ook wordt in eerste instantie stochastische niet gemo-

delleerd, maar aangezien dit een belangrijke factor lijkt in de jaarlijks sterk schommelende aantallen Patrijzen is aan te raden het model in een tweede stadium, wanneer het model kan worden geparameteriseerd met waarden uit Nederland, stochastisch te maken.

We gaan bij beide modellen uit van een gesloten populatie, wat betekent dat er geen (netto) immigratie of emigratie plaatsvindt over de grenzen van het studiegebied. De voor het model relevante demografische parameters zijn dan de jaarlijkse productie van jonge vogels per paar (reproductiesucces) en de jaarlijkse overlevingskansen van juveniele en volwassen vrouwtjes. Voor model 1 kunnen de volgende demografische parameters worden onderscheiden:

Reproductie

1. de kans dat een éénjarige of oudere vogel een partner verwerft en tot broeden komt,
2. de uitkomstkans van het eerste en de herlegsel(s)
3. het aantal eieren in het eerste en de vervolglegsel(s), en het aantal uitgekomen eieren per succesvol (her)legsel
4. de kans op herleg wanneer het eerste legsel in het eistadium mislukt
5. de kuikenoverleving
6. *Overleving*
7. de overlevingskansen van juveniele Patrijzen
8. de overlevingskansen van volwassen vrouwtjes

In de volgende paragrafen worden de demografische parameters uit de literatuur besproken.

1.3. Reproductie

1.3.1 Kans op broeden

Potts (1986) vond dat 84% van de mannen een partner vond en dus hoogstwaarschijnlijk tot broeden kwam. Bij vrouwen was dit 100%, daar vrouwen een lagere overleving hadden gerelateerd aan het broeden en er dus een mannenoverschot was. Ook Bro *et al.* (2000) vonden een lage overleving van broedende vrouwen.

Blank *et al.* (1967) geven een kans voor het vinden van een partner (waarbij geen onderscheid werd gemaakt tussen mannen en vrouwen) van tussen de 95% en 100%.

Van 58 in Norfolk gezenderde vrouwtjes die tot het broedseizoen overleefden produceerden er 54 een legsel, wat neerkomt op een kans op broeden van 93% (Browne *et al.* 2005). Er wordt niet vermeld waarom de overige vier vrouwtjes niet tot broeden kwamen.

1.3.2 Nestsucces

In de studie aan gezenderde Patrijzen vinden Browne *et al.* (2005) een waarde voor nestsucces van 63%. Het merendeel van de legfels dat verloren ging werd gepreedeerd (24% van alle legfels, zowel succesvolle als mislukte). Daarnaast was het aandeel legfels dat werd verlaten opvallend hoog (9% van alle legfels, 25% van de mislukte legfels). Bro *et al.* (2000) vonden een nestsucces van 31-73% (alle gebieden samen: 56%) van eerste legfels en van 0-53% van herlegfels (alle gebieden samen: 37%) in 10 gebieden in Frankrijk in de periode 1995-1997. Van 150 mislukte eerste legfels met bekende verliesoorzaak werd 70% gepreedeerd en 22% ging verloren door agrarische werkzaamheden. Bij herlegfels waren de percentages respectievelijk 51% predatie en 43% werkzaamheden (vooral tijdens de oogst). 83% van de gepreedeerde broedende hennen was gepreedeerd door een zoogdier (o.a. vos, marterachtige, huiskat) en 17% door een roofvogel, waarschijnlijk vooral Blauwe Kiekendief. Van de gepreedeerde legfels met bekende predator werd 80% door zoogdieren gepreedeerd (vooral marterachtigen en egels), en 20% door kraaiachtigen.

Potts (1986) berekent het aantal succesvolle nesten per paar (BPR, brood production rate = aantal succesvolle nesten per paar per jaar ~ nestsucces, maar inclusief jongen uit herlegfels) aan de hand van het aantal in augustus in het veld waargenomen jongen. Het BPR wordt vaak gebruikt, omdat in veel studies geen individuele paren worden gevolgd, maar de reproductie wordt berekend aan de hand van maart- en augustustellingen (zie paragraaf over methodologie). Potts & Aebischer (1994) geven aan dat de BPR in de periode 1968-1993 in Groot-Brittannië is afgenomen (van ca 57% naar ca 38%). In die periode is volgens de auteurs de predatie van nesten toegenomen door een verminderd predatorenbeheer. Aebischer & Ewald (2004) geven een BPR van 62%, gebaseerd op de Sussex data uit 1990-2000. Panek (1997a) geeft een gemiddelde BPR van 45% voor een gebied in Polen in de jaren 1993-1995 (n=27, min. 28% en max. 75%). Hij stelde vast dat de BPR negatief gecorreleerd was met de broeddichtheid (verklaarde variantie van 58-71%) en positief met de lengte van het nesthabitat (km/km²). Volgens de auteur wordt de negatieve dichtheidsafhankelijkheid veroorzaakt doordat bij hogere dichtheden ook inferieur habitat wordt bezet, waar het broedsucces lager is. In een latere studie, in meer gebieden (10) en over een langere periode (1991-2004) werd door de auteur een gemiddeld BPR van 37% gevonden

(Panek 2005). De populaties in deze gebieden waren in de periode 1993-1998 sterk afgenomen, evenals de BPR (50% in 1991-1993 vs 35% in 1998-2003) en enkele andere populatieparameters (zie overige paragrafen). In een geherintroduceerde populatie in Italië bedroeg de BPR 33,9% en was deze negatief gecorreleerd met de gemiddelde temperatuur in juni (Vidus Rosin *et al.* 2009). In Nederland vond Doude van Troostwijk (1968) in 1964 en 1965 een vrij hoog BPR van ca 83%.

1.3.3 Legselgrootte en aantal uitgekomen eieren per succesvol (her)legsel

De legselgroottes van individuele paren kunnen sterk variëren, van 4 tot 29 eieren (Cramp & Simmons 1980), met een gemiddelde van 15 eieren per nest in Nederland en Engeland (Potts 1986; Cramp & Simmons 1980; Browne *et al.* 2005; Glutz Von Blotzheim, Bauer, & Bezzel 1973). De legselgrootte neemt binnen het verspreidingsgebied toe van zuidwest naar noordoost. Zij neemt af gedurende het seizoen en is bij herlegfels kleiner dan bij eerste legfels (10 - 12,5, Cramp & Simmons 1980). In de studie van Browne *et al.* (2005) kwamen per eerste legsel gemiddeld 13,5 eieren uit. Potts (1986) vond een vergelijkbare waarde van 13,8 uitgekomen eieren per succesvol legsel. Deze waarde was vrij constant over jaren en gebieden.

1.3.4 Kans op herleg

Wanneer een legsel binnen 10 dagen na voltooiing verloren gaat kan een herlegsel worden gemaakt. Paren die hun kuikens verliezen beginnen niet meer opnieuw (Jenkins 1961). Volgens deze auteur wordt tot vier keer toe een herlegsel gemaakt na mislukking, maar dit aantal is gebaseerd op legdata, niet op individuele waarnemingen, waardoor het onzeker blijft of het hier inderdaad om vier keer herleg gaat, of om een natuurlijke spreiding in legdata. Daarnaast wordt dus ook niet aangegeven welk percentage van de paren met mislukte legsel tot herleg overgaat. Potts berekent aan de hand van een experiment waarbij eerste legfels werden verwijderd, dat de kans op herleg ongeveer 27% moet bedragen. Het gaat hier om de absolute kans op herleg, dus inclusief eventuele 3^{de} en 4^{de} herlegfels. Dit is slechts een grove berekening, waarbij bijvoorbeeld geen rekening is gehouden met mogelijke verschillen in uitkomstkans van eerste en herlegfels. Ook hier zijn geen individuele paren gevolgd. Als de uitkomstkans van herlegfels lager is dan die van eerste legfels, dan betekent dat dat deze 27% een minimumschatting is.

Bro *et al.* (Bro *et al.* 2000; Bro *et al.* 2000) hebben voor het vullen van hun populatiemodel 1009 gezenderde Patrijzenhennen gevolgd. Van deze hennen hebben ze 407 eerste legfels kunnen volgen, waarvan er 181 mislukt zijn. 141 van deze hennen (78%) hebben een herlegsel gehad.

1.3.5 Kuikenoverleving

De meeste auteurs zijn het erover eens dat de kuikenoverleving is afgenomen en dat dit de belangrijkste oorzaak is van de sterke afname in Patrijzen, in elk geval in de jaren '70 (Groot-Brittannië) en jaren '80 (rest Europa) (o.a. Kuijper, Oosterveld, & Wymenga 2009; Potts & Aebischer 1994; Potts 1986; Aebischer & Ewald 2004).

Aebischer & Ewald (2004) vonden een positieve relatie tussen de aantalsverandering tussen twee jaren en de kuikenoverleving ($r = 0.83$):

$$\text{Aantalsverandering} = 2 \times \text{kuikenoverleving (\%)} - 70$$

Dit betekent dat voor een stabiele populatie een kuikenoverleving van minimaal 35% nodig is.

Ook Vidus-Rosin *et al.* (2009) vonden in een geïntroduceerde patrijzenpopulatie in Italië in de periode 1995-2005 een relatie tussen kuikenoverleving en aantalsverandering ($r=0.76$, $n=9$, 58% verklaarde variantie):

$$\text{Aantalsverandering} = 1,5 \times \text{kuikenoverleving (\%)} - 57,8$$

Uit deze formule volgt een minimale kuikenoverleving van 39% voor een stabiele populatie.

De afname in kuikenoverleving wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een sterke afname in het voedselaanbod voor jonge kuikens, namelijk insecten. Het toegenomen pesticidengebruik, de toegenomen perceelsgrootte alsmede de veranderingen in gewaskeuze (sterke toename in wintergranen en afname in zomergranen) en de daarmee samenhangende veranderingen in de timing en frequentie van grondbewerkingen, hebben ervoor gezorgd dat akkeronkruiden en (daarmee) insecten geen kans krijgen (Potts 1986; Panek 1992; Rands 1985). Patrijzenkuikens hebben op jonge leeftijd (< 10 dagen) insecten nodig om goed te kunnen groeien (Richard, Southwood, & Cross 2002; Liukkonen-anttila, Putaala, & Hissa 2002). Church (1980 in Potts 1986) geeft een dagelijkse overlevingskans van 0,979 voor kuikens jonger dan 10 dagen en van 0,995 voor oudere kuikens. Enk (in Potts 1986) vond waarden van 0,984, respectievelijk 0,997. In beide gevallen zou het verschil

veroorzaakt worden doordat patrijzenkuikens jonger dan 10 dagen nog geen zaden kunnen fijnmalen en dus aangewezen zijn op insecten.

De kuikenoverleving in Sussex (gebaseerd op familietellingen in augustus) werd sterk bepaald door de dichtheden (geometrisch gemiddelde aantallen) van geprefereerde insecten: wantsen, kleine dagactieve loopkevers (bijv. *Trechus quadristriatus*), bladhaantjes en snuitkevers, bladwespenlarven en rupsen, sprinkhaan(larven), mieren(larven) en bladluizen (Potts 1986; Potts & Aebischer 1991). Ook Green (1984) vond in Norfolk en West-Suffolk een relatie tussen dichtheden geprefereerde insecten en kuikenoverleving (berekend op basis van gezenderde kuikens). Beide auteurs vonden daarnaast een positieve relatie tussen kuikenoverleving en gemiddelde temperatuur in juni en juli. Volgens Potts (1986) is deze relatie in de jaren '80 sterker geworden, waarschijnlijk doordat het insectenaanbod toen drastisch is verlaagd.

Door herbicidengebruik is het aandeel bladluizen in de insectenfauna gestegen. Borg & Toft (1999; 2000) laten zien dat een groter aandeel bladluizen in het kuikendieet leidt tot verminderde groei en veerontwikkeling.

In een aantal gebieden in Polen, in de periode 1991-2004, bedroeg de kuikenoverleving (gebaseerd op familiegroottes in augustus) gemiddeld 43%. Deze was afgenomen van 47% in 1991-1993 naar 42% in 1998-2003 (Panek 2005). In de periode 1987-1989 was de kuikenoverleving hoger, gemiddeld 56%. Deze was positief gecorreleerd met de gemiddelde temperatuur en negatief met het aantal regendagen in juni. De kuikenoverleving bij Bro *et al.* bedroeg 40% (zenderstudie, mond. meded. E.Bro, "Etude nationale Perdrix Grise 1995-1997", ONC - UNFDC / FDC10,45,51,59,62,72,76,80). Potts & Aebischer (1994) vonden een kuikenoverleving (gebaseerd op familiegroottes in augustus) in Groot-Brittannië van 28% in de periode 1968-1993. In een andere dataset (National Game Census) bleek de kuikenoverleving vóór 1952 gelijk aan 49% en ná 1962 gelijk aan 32%, een afname die samenviel met de introductie van herbiciden. In de periode 1990-2000 bedroeg de kuikenoverleving 29% (Aebischer & Ewald 2004). Browne *et al.* (2005) vonden een kuikenoverleving van 31% in de periode 2001-2003 in Norfolk (zenderstudie). In de reeds eerder genoemde populatie in Italië was de kuikenoverleving 40% (Vidus Rosin *et al.* 2009, zenderstudie).

1.4. Overleving

Potts (1986) geeft aan dat de overleving van juveniele patrijzen na 6 weken nauwelijks verschilt van die van volwassen vogels. Church & Porter (1980, in Bro *et al.* 2000) en Birkan & Jacob (1988, in Bro *et al.* 2000) vonden bij juveniele Patrijzen echter een lagere winteroverleving dan bij volwassen vogels. Kaiser *et al.* (2006) vonden in de periode januari - april dat gepredeerde Patrijzen relatief vaak in grasland zaten. Patrijzen die overleefden zaten vaker in braakpercelen en randen. In de studie van Bro *et al.* (2001) varieerde de overleving van gezenderde hennen in voorjaar en zomer (van half maart tot half september) van 25 tot 65%. Deze werd vooral bepaald door de dichtheden van Kiekendieven in de studiegebieden, ondanks dat zoogdieren een groter deel van de predatie voor hun rekening namen. De predatiedruk was het hoogst tijdens de eileg en incubatie (mei, juni en juli), hetgeen reeds eerder door Potts (1986) werd vastgesteld. Predatie door roofvogels in voorjaar en zomer vond vooral in de periode april-juni plaats, predatie door zoogdieren in de periode april-september. De lokale overleving van de hennen in de winter (begin december – half maart), bepaald aan de hand van tellingen in herfst en voorjaar, varieerde in Frankrijk van 48 tot 92% (Bro *et al.* 2000a). In Groot-Britannië was de overleving van hennen in het broedseizoen in de periode 1990-2000 gelijk aan 70% (Aebischer & Ewald 2004). Potts & Aebischer (1994) stelden vast dat de lokale winteroverleving (september – maart) in de periode 1968-1993 in Sussex is toegenomen van ca 50% naar 75%, waarschijnlijk door een afname in emigratie en/of toename in immigratie, vooral in de laatste jaren van de studie. Aebischer & Ewald vonden een winteroverleving van 59% (2004). Watson (2004) vond bij gezenderde mannen een winteroverleving (september – eind maart) van 50%. De auteur vond geen verschil in overleving tussen de periode dat Patrijzen in groepen voorkomen en de periode dat ze gepaard zijn. Dit lijkt echter in tegenspraak met de latere bevinding dat de overleving tijdens de paarperiode lager is dan in de periode met groepen en positief gecorreleerd met groepsgrootte (Watson, Aebischer, & Cresswell 2007). Op basis van andere gegevens (tellingen in september en maart) berekenen Watson *et al.* (2007) een winteroverleving in '99/'00 van 52%. Van de sterfgevallen werd ca 61% door jacht veroorzaakt (incl verwondingen was dit 68%) en de rest waarschijnlijk door predatie. Predatie door roofvogels (40-56% van predatie) vond vooral (84%) plaats in de periode februari-maart. Watson (2004) vond een vergelijkbaar resultaat:

72% van slachtoffers van roofvogels werden in de periode januari-maart gevonden. Daarnaast vond hij bij een patrijzendichtheid < 5 Patrijzen/km² een positief effect van de dichtheid op het aantal Patrijzen dat door roofvogels werd gegrepen. Boven deze dichtheid neemt de predatie door roofvogels niet meer toe met patrijzendichtheid. Hij beargumenteert aan de hand van een simulatiemodel van predatie door roofvogels dat voor een levensvatbare populatie een minimumdichtheid van 5-10 Patrijzen/km² nodig is. De gemiddelde temperatuur in de winter lijkt van weinig belang voor de winteroverleving; deze wordt wel beïnvloed door de hoeveelheid en duur van sneeuwbedekking (Potts 1986).

Panek (2005) vond een afname in de jaarlijkse adultenoverleving van 38% in de periode 1991-1993 tot 25% in de periode 1998-2003, met een gelijktijdige afname in populatiedichtheid. De overleving werd berekend aan de hand van tellingen in maart en augustus en de formule van Reitz (1992, in Panek 2005, zie paragraaf over methodologie). Doude van Troostwijk (1968) schat een jaarlijkse adultenoverleving van 18,8% op grond van Nederlandse ringgegevens en van 22,8% op grond van de vergelijking tussen het aantal juvenielen en adulten in 1964 met het aantal adulten in 1965. De mortaliteit door jacht bedroeg in die studie 30%. Indien deze additief was betekent dit dat de overleving zonder jacht ca 50% bedroeg. De auteur vond een negatieve correlatie van de lokale overleving met de gemiddelde groepsgrootte in het voorgaande jaar. De reproductie was weer negatief gecorreleerd met de lokale overleving in het voorgaande jaar. De auteur constateert dat de afschotpercentages in Nederland onafhankelijk zijn van de dichtheid, maar het blijft onduidelijk in hoeverre deze percentages afhangen van de groepsgrootte. Bovendien wordt de lokale overleving mede bepaald door immigratie en emigratie. De zenderstudie van Watson (2007) vond juist een positief effect van groepsgrootte op de winteroverleving (zie boven).

1.5. Immigratie en emigratie

Bij Patrijzen vindt dispersie vooral plaats aan het einde van de winter door jonge ongepaarde mannetjes (Jenkins 1961; Watson 2004). Er is weinig bekend over de uitwisseling van individuen tussen gebieden. De meeste studies die hebben gekeken naar dispersie door Patrijzen laten zien dat Patrijzen behoorlijk honkvast zijn. Jenkins nam waar dat van de 393 gemarkeerde Patrijzen er 41 het studiegebied van ca 260 ha verlieten. Hiervan werden slechts

twee vogels meer dan 8 km van het studiegebied aangetroffen. In zijn studie bedroeg de home-range enkele honderden vierkante meters. In een gebied met hoge dichtheden in Tsjechië bedroeg de home-range tijdens het broedseizoen gemiddeld 3,7 ha met weinig overlap in home-ranges. Buiten het broedseizoen was de gemiddelde home-range 8,7 ha. Watson (2004) vond een home-range variërend van ca 4,5 tot 90 ha.

De home-range van familiegroepen was kleiner in gebieden met meer heggen en kleinere percelen. De home-range van paren nam af met de patrijzen-dichtheid. Patrijzen dispergeerden ook over grotere afstanden bij lagere dichtheden (van gemiddeld ca 150-200 m bij dichtheden van 18 paren/km² tot ca 400 m bij dichtheden van bijna 0 paren/km²). Hij stelde in zijn 20 studiegebieden in Groot-Brittannië weinig emigratie vast.

Volgens Jenkins (1961) en Potts (1986) hebben Patrijzen de neiging zich tijdens het broedseizoen min of meer gelijkmatig over geschikt broedhabitat te verspreiden, waardoor in gebieden met hoge dichtheden in de winter de dichtheden omlaag gaan en in gebieden met lage dichtheden de dichtheden omhoog gaan. De resulterende dichtheden waren daardoor in het broedseizoen vrij constant, ondanks variatie in sterfte en reproductie.

1.6. Populatiemodellen

1.6.1 Model 1

In het model beschouwen we de populatie als gesloten, wat betekent dat er geen immi- of emigratie plaatsvindt. We modelleren alleen het vrouwelijke deel van de populatie, en veronderstellen daarbij

een geslachtsverhouding van 1:1 (reproductiecijfers worden om deze reden door 2 gedeeld). Het model is geparametriseerd als een *pre-breeding survey*: het beschrijft de aantallen en leeftijdsopbouw van de populatie in het voorjaar, direct voorafgaande aan het broedseizoen.

We onderscheiden twee leeftijdsklassen: vogels geboren in het voorafgaande jaar, die voor het eerst gaan broeden ('eenjarige'), en oudere vogels ('adulte'). Beide leeftijdsgroepen nemen deel aan de reproductie, waarbij we aannemen dat broedsucces en overleving bij de twee leeftijdsgroepen gelijk zijn. Dit betekent dat, gegeven het aantal vogels in de twee leeftijdsklassen in jaar t , het aantal in het volgende jaar ($t+1$) wordt beschreven als:

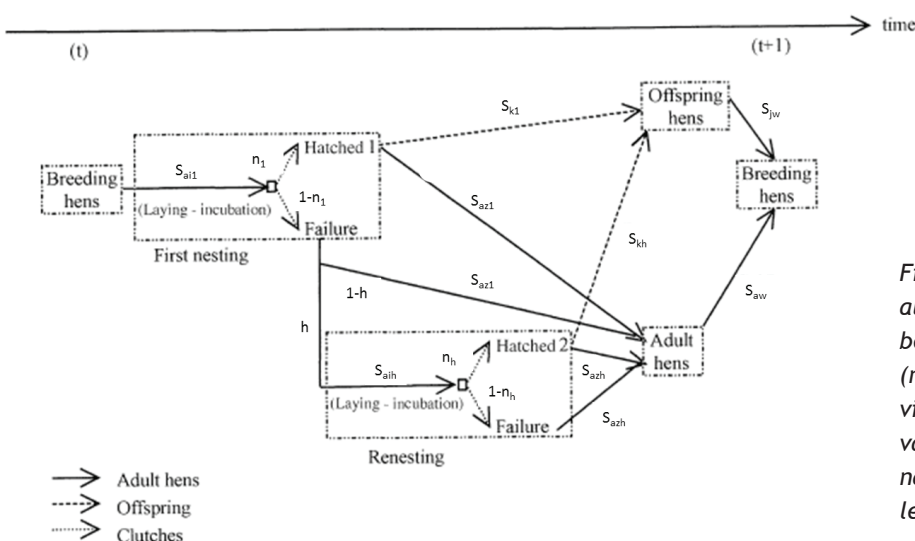
$$N_{j,t+1} = \frac{P_{jr}}{2} \times (N_{j,t} + N_{a,t})$$

$$N_{a,t+1} = S_{ab} \times S_{aw} \times (N_{j,t} + N_{a,t})$$

Hierin zijn N_j en N_a respectievelijk het aantal eenjarige en adulte vogels, P_{jr} het aantal uitgevlogen jongen geproduceerd per adult per jaar, S_{ab} de overleving van hennen tijdens het broedseizoen en S_{aw} de overleving van hennen tijdens de winter.

Populatiemodellen worden vaak in een matrixnotatie geschreven, onder meer omdat dit het berekenen van een aantal afgeleide grootheden, zoals de populatiegroeisnelheid, eenvoudig maakt (Caswell 2001). In matrixnotatie ziet hetzelfde model er zo uit:

$$\begin{bmatrix} N_j \\ N_a \end{bmatrix}_{t+1} = \begin{bmatrix} \frac{P_{jr}}{2} & \frac{P_{jr}}{2} \\ S_{ab} \times S_{aw} & S_{ab} \times S_{aw} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} N_j \\ N_a \end{bmatrix}_t$$



Figuur 1.3. Het model van Bro et al. (2000a), aangepast voor wat betreft de overleving in de winter, (niet meer uitgesplitst naar overleving van het jachtseizoen en de rest van de winter, maar wel gesplitst naar winteroverleving van juvenielen en volwassen vogels, zie tekst).

De middelste term is de *transitiematrix*. De 2 x 2 elementen van de matrix beschrijven wat de bijdrage is van elk van de twee leeftijdsklassen in jaar t aan elk van de twee klassen in jaar t+1.

De jongenproductie P_{jr} bestaat uit de som van twee termen: de productie van jongen uit eerste legfels plus de productie van jongen uit herlegfels. Beide worden beschreven als product van de overleving van de hen tijdens de incubatie van het eerste legfel, de kans op broeden/leggen van een herlegfel (b en h), het nestsucces (n_1 en n_h), aantal uitgekomen eieren per legfel (u_1 en u_h), de kuikenoverleving tot een leeftijd van 6 weken (S_{k1} en S_{kh}) en de juvenielen overleving in de winter, tot het censusmoment. De productie van jongen uit herlegfels moet bovendien vermenigvuldigd worden met de overleving van de hen tijdens de incubatie van het herlegfel en de kans dat een eerste legfel mislukt ($1-n_1$), aangezien een herlegfel pas wordt gemaakt als het eerste legfel is mislukt. In formulevorm ziet P_{jr} er dan als volgt uit:

$$P_{jr} = S_{ai1} \times (b \times n_1 \times u_1 \times S_{k1} + S_{aih} \times (1 - n_1) \times h \times n_h \times u_h \times S_{kh}) \times S_{jw}$$

De overleving van hennen tijdens het broedseizoen is op te splitsen als product van de overleving tijdens de incubatie van eerste legfels en de overleving daarna. De laatste bestaat uit de overleving van hennen met jongen uit het eerste legfel plus de overleving van hennen die hun eerste legfel hebben verloren, plus de overleving van hennen tijdens en na de incubatie van herlegfels. In formulevorm ziet de overleving van hennen in de broedperiode er als volgt uit:

$$S_{ab} = S_{ai1} \times ((1 - h + n_1 \times h) \times S_{az1} + (1 - n_1) \times h \times S_{aih} \times S_{azh})$$

Tabel 1.1. Demografische parameters uit het model van data verkregen van Elisabeth Bro ("Etude nationale Perdrix Grise 1995-1997", ONC - UNFDC / FDC10,45,51,59,62,72,76,80), met daarnaast de parameterwaarden uit Browne et al. (2005) voor East Anglia. Daar waar in de laatste studie gegevens ontbreken (vooral waarden die betrekking hebben op herlegfels) zijn dezelfde waarden aangehouden als bij Bro. In de laatste kolom staan de maximale (realistische) waarden uit de literatuur (zie tekst).

code	parameter	Frankrijk	East Anglia	max
b	kans op broeden	1	0.93	1
n_1	nestsucces eerste legfel	0.46	0.63	0.73
u_1	aantal uitgekomen eieren per eerste legfel	12.3	13.5	13.8
S_{k1}	overleving van kuikens uit een eerste legfel	0.4	0.31	0.78
h	kans op herleg	0.78	0.78	0.78
n_h	nestsucces herlegfel	0.4	0.4	0.53
u_h	aantal uitgekomen eieren per herlegfel	9	9	10
S_{kh}	overleving van kuikens uit een herlegfel	0.4	0.31	0.78
S_{ai1}	overleving hen tijdens incubatie 1e legfel	0.78	0.78	0.78
S_{az1}	overleving hen zomer zonder herlegfel	0.8	0.8	0.8
S_{aih}	overleving hen tijdens incubatie herlegfel	1	1	1
S_{azh}	overleving hen met herlegfel	0.9	0.9	0.9
S_{jw}	overleving juvenielen tijdens winter	0.68	0.52	0.68
S_{aw}	overleving adulten tijdens winter	0.68	0.52	0.68
λ	populatiegroei	1.01	0.90	2.75

De transitiematrix wordt daarmee:

$$\begin{bmatrix} S_{ai1} \times \frac{(b \times n_1 \times u_1 \times S_{kl} + (1-n_1) \times h \times n_h \times u_h \times S_{kh})}{2} \times S_{jw} & S_{ai1} \times \frac{(b \times n_1 \times u_1 \times S_{kl} + (1-n_1) \times h \times n_h \times u_h \times S_{kh})}{2} \times S_{jw} \\ S_{ai1} \times ((1-h+n_1) \times h) \times S_{az1} + (1-n_1) \times h \times S_{aih} \times S_{azh} \times S_{aw} & S_{ai1} \times ((1-h+n_1) \times h) \times S_{az1} + (1-n_1) \times h \times S_{aih} \times S_{azh} \times S_{aw} \end{bmatrix}$$

Voor een schematische weergave van het model zie figuur 1.3. In tabel 1.1 staan de verschillende demografische parameters uit Bro *et al.* (2000a) en Browne *et al.* (2005) samengevat, met daarnaast de maximum waarden gevonden in de literatuur. Onderaan is de resulterende populatiegroeisnelheid (λ) gegeven. Wanneer deze groter is dan één neemt een populatie toe, bij een λ kleiner dan één neemt een populatie af.

Bro *et al.* (2000) maakten dit model stochastisch, wat relatief eenvoudig te doen is en wenselijk is gezien de grote jaarlijkse schommelingen in de Patrijzenstand. In vijf van de 10 Franse populaties werd een deterministische λ groter dan één gevonden. Wanneer het model stochastisch werd gemaakt hadden alle populaties een λ kleiner dan één (Bro *et al.* 2000c). Stochasticiteit zorgt in het algemeen voor een afname in populatiegroeisnelheid (Tuljapurkar 1990). Dit pleit voor het opnemen van stochasticiteit in de modellen.

Uit Nederland zijn er vooralsnog nauwelijks tot geen demografische gegevens voorhanden. Daarom wordt hier volstaan met een bespreking van de resultaten van elasticiteitsanalyses van Bro *et al.* (2000). In hun stochastische model had de winteroverleving de grootste elasticiteit ($S_{aw}=S_{jw}$), dan de overleving van hennen tijdens incubatie van het eerste legsel (S_{ai1}), gevolgd door het nestsucces van eerste legfels (n_1), het aantal eieren dat uitkomt per succesvol eerste legsel (u_1) en de kuikenoverleving van kuikens uit het eerste legsel (S_{kl}). De aanwezigheid en het succes van herlegfels was van secundair belang ten opzichte van eerste legfels. Verder vonden zij dat het belang van de overleving van hennen tijdens incubatie van het eerste legsel (S_{ai1}) toenam naarmate de populatiegroeisnelheid afnam.

In Frankrijk werd echter nog gejaagd (de jachtdruk varieerde in 10 gebieden tussen 0,2 en 27,1 geschten vogels/km²), wat de winteroverleving verlaagt (met gemiddelde factor 0,8). In Nederland zou de winteroverleving daarom hoger kunnen zijn. De waarden van de demografische parameters zijn van invloed op hun elasticiteit, dus mogelijk verschilt de elasticiteit in Nederlandse populaties van die in Franse populaties. Deze kan echter pas worden be-

rekend wanneer de waarden van de parameters voor Nederlandse populaties bekend worden.

1.6.2 Model 2

Naast het bovenstaande gedetailleerde model, waarmee het belang van elk onderdeel in de levenscyclus van de Patrijs apart kan worden bekeken, kan een simpel model worden opgesteld dat aan de hand van maart- en augustustellingen kan aangeven of een populatie naar verwachting toe- of afneemt:

$$N_{t+1} = \left(\frac{BPR \times U \times S_k}{2} + S_z \right) \times S_w \times N_t$$

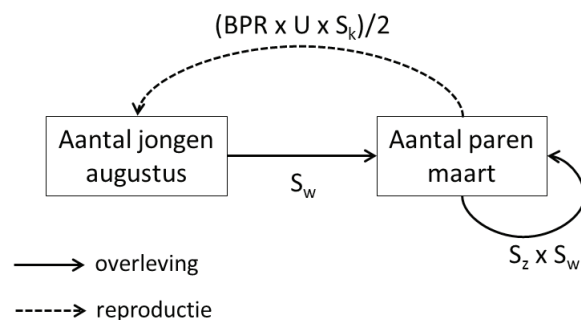
N_t is hierbij het aantal paren in maart van jaar t , BPR de brood production rate (zie paragrafen over nestsucces en methodologie), U het aantal uitgekomen eieren per succesvol legsel, S_k de kuikenoverleving, S_z de overleving in de zomer en S_w de winteroverleving.

Het BPR kan uit de parameters voor model 1 worden berekend aan de hand van de formule:

$$BPR = S_{ai1} \times (n_1 + S_{aih} \times (1-n_1) \times h \times n_h)$$

Het model is schematisch weergegeven in figuur 1.4.

De parameterwaarden uit verschillende landen en perioden uit de literatuur zijn gegeven in tabel 1.2. Deze waarden zijn gebruikt voor het model. De resulterende populatiegroeisnelheden zijn ook in



Figuur 1.4. Schematische weergave van een simpel model (model 2) om de populatiegroeisnelheid te berekenen aan de hand van tellingen in maart en augustus.

Tabel 1.2. Demografische parameters uit de literatuur voor verschillende periodes in verschillende landen. Voor Polen en Nederland werden alleen jaarlijkse overlevingsgetallen gegeven. Hier wordt aangenomen dat de overleving in de winter en in de zomer gelijk zijn. Voor beide landen werd ook geen U gegeven, deze is voor Polen berekend uit het aantal jongen in augustus/paar, S_k en BPR met de formule: $U = \# \text{ jongen in augustus} / (S_k \times \text{BPR})$. Voor Nederland kwamen hier onrealistisch hoge waarden uit ($U=46$), wat waarschijnlijk te maken heeft met immigratie. Voor Nederland werd daarom de waarde uit Engeland aangehouden. In Groot-Brittannië in 1968 en 1993 werd geen zomeroverleving gegeven, hier is aangenomen dat deze gelijk is aan de zomeroverleving in 1990-2000.

code	parameter	Nederland	Groot-Brittannië			Frankrijk	Polen	
		1964-1965 ¹	1968 ²	1993 ²	1990-2000 ³	1995-1997 ⁴	1991-1993 ⁵	1998-2003 ⁵
BPR	aantal succesvolle nesten/ paar/ jaar	0.83	0.57	0.38	0.62	0.49	0.50	0.50
U	aantal eieren uit per legsel	13.8	13.8	13.8	13.8	12	14.6	14.6
S_k	overleving van kuikens	0.56	0.28	0.28	0.29	0.4	0.47	0.42
S_z	overleving zomer		0.70	0.70	0.70	0.60		
S_w	overleving winter	0.20	0.50	0.75	0.59	0.57	0.38	0.25
λ	populatiegroeisnelheid	1.65	0.90	1.08	1.14	1.01	1.45	1.02

¹(Doude Van Troostwijk 1968); ²(Potts & Aebischer 1994); ³(Aebischer & Ewald 2004); ⁴(Bro et al. 2000a en "Etude nationale Perdrix Grise 1995-1997", ONC - UNFDC / FDC10,45,51,59,62,72,76,80); ⁵(Panek 2005)

tabel 1.2 gegeven. De populatiegroeisnelheid λ voor Frankrijk uit model 2 is gelijk aan de λ uit model 1 berekend met dezelfde gegevens. Aebischer & Ewald (2004) berekenden met de hier gegeven parameterwaarden een λ van 0.93 voor de periode 1990-2000 in Sussex. Deze waarde is veel lager dan de hier berekende waarde; een λ van 0.93 betekent een jaarlijkse afname met 7%, een λ van 1.14 een jaarlijkse toename met 14%, een wezenlijk verschil. Onduidelijk is welk model werd gebruikt door Aebischer & Ewald, maar hun waarde komt goed overeen met de populatietrend voor Groot-Brittannië in die periode. Dit betekent dat óf model 2 de werkelijkheid niet goed beschrijft, bijvoorbeeld doordat geen rekening is gehouden met dichtheidsafhankelijkheid, óf dat de gegeven parameterwaarden niet volledig overeenkomen met onze definitie van deze parameters. Opvallend is verder dat de meeste λ 's groter zijn dan één, wat zou betekenen dat deze populaties toenemen. Dit geldt niet voor de λ van de populatie uit Groot-Brittannië eind jaren '60. De kuikenoverleving was toen al afgenomen (49% vóór 1952, 32% na 1962) en de hogere overleving in de winter in de jaren '90, die compenseert voor de in die periode verlaagde BPR, werd waarschijnlijk vooral veroorzaakt door immigratie (Potts & Aebischer 1994). Als deze waarde in werkelijkheid lager is (bijvoorbeeld 50% zoals in 1968), dan is de werkelijke λ ook lager (0.72 bij 50% winteroverleving). Ook in de andere studies kan de (winter)overleving beïnvloed zijn door immigratie en emigratie. De hoge λ in de Nederlandse

studie is bovendien gebaseerd op parameters in de periode vóóordat de populatie sterk achteruitging. De relatief positieve waarden voor de populatiegroeisnelheid kunnen tot slot te maken hebben met het feit dat in dit model geen stochasticiteit is opgenomen. Ook hier kan overwogen worden stochasticiteit in het model op te nemen.

1.7. Onderzoeksvragen

Uit de literatuurstudie is gebleken dat er vrijwel geen gegevens over demografische parameters voorhanden zijn uit Nederland, ook niet in de grijze literatuur. Dit betekent dat allereerst de basale gegevens over reproductie en overleving dienen te worden verzameld. Door middel van een zenderstudie zijn dezelfde gegevens te verzamelen als in de studie van Bro *et al.* (2000a, zie hiervoor de paragraaf over methoden).

Van de oorzaken voor populatieafname die door Kuijper *et al.* (2009) genoemd worden, zouden de volgende factoren in Nederland ook van belang te kunnen zijn:

- een afgenomen kuikenoverleving (door voedselgebrek en/of toegenomen predatie),
- een toegenomen predatie van broedende hennen en nesten en
- een afgenomen winteroverleving (door gebrek aan voedsel en dekking)

Aan deze parameters dient dus extra aandacht be-

steed te worden.

Verder is er in de literatuur weinig te vinden over de relatie tussen habitat (bijvoorbeeld gewastype) en demografische parameters. Dit soort informatie is cruciaal voor effectief beheer ten behoeve van Patrijzen en kan het beste worden verzameld door gebruikt te maken van radiozenders of GPS-loggers. Zo vonden Kaiser *et al.* (2006) dat in de periode januari - april gepredeerde Patrijzen relatief vaak in grasland zaten en Patrijzen die overleefden vaker in braakpercelen en randen. Bro *et al.* (2011) vonden juist dat in speciaal voor Patrijzen ingerichte perceelsranden de predatiedruk hoger is, waardoor de beheermaatregelen geen positief effect hadden op de dichtheden.

Tot slot is het van belang vast te stellen in hoeverre in de Nederlandse populaties dichtheidsafhankelijkheid een rol speelt. Verscheidene auteurs vonden dichtheidsafhankelijkheid in één of meerdere populatieparameters: BPR (Potts 1986; Panek 1997), kuikenoverleving (Blank, Southwood, & Cross 1967), reproductie (Rands 1987) en overleving (Potts 1986; Watson 2004; Watson, Aebischer, & Cresswell 2007; Tapper, Potts, & Brockless 1996; Blank, Southwood, & Cross 1967; Doude Van Troostwijk 1968). Bro *et al.* (2000) troffen geen dichtheidsafhankelijkheid aan in 10 populaties in Frankrijk, maar bij een meta-analyse van 85 gebieden constateerden zij toch dichtheidsafhankelijkheid in de reproductie (Bro *et al.* 2003), waarbij de mate van dichtheidsafhankelijkheid per gebied verschilde. Bij de studies waar de populatieparameters bepaald zijn aan de hand van maart- en augustustellingen, is het de vraag in hoeverre de geconstateerde dichtheidsafhankelijkheid in reproductie en overleving in werkelijkheid wordt veroorzaakt door dichtheidsafhankelijke immigratie en emigratie. Dichtheidsafhankelijkheid werd echter ook in sommige zenderstudies waargenomen (Watson, Aebischer, & Cresswell 2007).

Dichtheidsafhankelijkheid kan twee kanten op werken. In de meeste studies was er een negatieve correlatie tussen dichtheid en reproductie (bijvoorbeeld doordat bij hogere dichtheden ook marginaal habitat met lagere reproductie wordt bezet, Panek 1997a) of overleving (bijvoorbeeld doordat een predator zich gaat specialiseren op prooien die in hoge dichtheden voorkomen, Watson 2004). In deze gevallen werkt dichtheidsafhankelijkheid stabiliserend op de populatiegroeisnelheid en zal deze niet tot een lange termijn afname van de populatie kunnen leiden. Watson *et al.* (2007) vonden echter een indirecte positieve dichtheidsafhankelijkheid in de

winteroverleving van Patrijzen. Zij zagen de winteroverleving toenemen met toenemende groeps grootte en constateerden bovendien dat groeps grootte toenam met toenemende dichtheid. Daarnaast is groeps grootte positief gecorreleerd met de reproductie in het voorgaande broedseizoen. Dit betekent dat bij lage dichtheden en/of een lage reproductie de winteroverleving ook kan afnemen. Een dergelijk effect zal een reeds afnemende populatie sneller doen afnemen en kan dus zorgen voor versneld uitsterven van een populatie. Het is dus belangrijk om te onderzoeken of er dichtheidsafhankelijke effecten spelen in een populatie en of deze positief dan wel negatief zijn. Dit kan het beste door gebruik te maken van zenders (Watson, Aebischer, & Cresswell 2007) en/of door meerjarig onderzoek (Bro *et al.* 2003).

Samenvattend dient onderzoek in Nederland zich in eerste instantie te richten op (in volgorde van belangrijkheid):

1. Het verzamelen van gegevens over demografische parameters, met name kuikenoverleving, overleving van broedende hennen en winteroverleving,
2. Het verzamelen van gegevens over ruimtegebruik van patrijzen en de consequenties voor overleving en reproductie
3. Het bepalen of in Nederlandse populaties sprake is van dichtheidsafhankelijkheid in één of meerdere demografische parameters en de effecten hiervan op de populatiegroeisnelheid

1.8. Methodologie

1.8.1 Tellingen

Om de aantallen Patrijzen te kunnen bepalen worden tellingen in maart uitgevoerd, vlak voordat de Patrijzen gaan broeden. De Patrijzen zijn dan al gepaard en de vegetatie is nog laag, waardoor ze makkelijker waar te nemen zijn. Een veel gebruikte methode is het met een landrover doorkruisen van een gebied en daarbij alle waargenomen Patrijzen in te tekenen, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen mannen en vrouwen. Dit kost ca 2,5 uur per 200 ha. In Sussex bleek 85% van de waargenomen paren te gaan broeden binnen 200m van waar deze in maart gezien zijn (studie aan geringde vogels, Potts 1986). Een andere manier is om op meerdere punten in een studiegebied (1 punt/km², met een minimum van 3 punten in gebieden < 3km² en een maximum van 10 punten in gebieden > 10km²) roepende patrijzenmannen te tellen, gebruik makend van elkaar uitsluitende waarnemingen (Panek 1998). De roepactiviteit

is min of meer constant in de periode half maart - half april, het grootst 30-15 min vóór zonsopkomst en 15-30 min na zonsondergang en afhankelijk van het weer (het hoogst bij windstil, droog weer). Bij elk punt werd gedurende de hele periode van verhoogde roepactiviteit geluisterd. Per punt werd één bezoek gebracht in de periode half maart - half april. Schoppers (1996) bracht twee tot drie avondbezoeken (á 90-130 min) per gebied in de periode maart – mei. Hierbij werd een vaste route gereden en werd om de 300-500 m één minuut lang geluisterd. De roepactiviteit was het hoogste tussen zonsondergang en één uur daarna.

Bij de methode van Panek (1998) kan de dichtheid aan Patrijzen vervolgens worden berekend met de formules:

$$\# \text{individue}/\text{km}^2 = 3.38 \times (\text{gemiddeld aantal roepende mannetjes}/\text{km}^2)^{1.11}$$

En voor paren:

$$\# \text{paren}/\text{km}^2 = 1.45 \times (\text{gemiddeld aantal roepende mannetjes}/\text{km}^2)^{1.16}$$

Om de detectiekans te vergroten kan geluid worden afgespeeld (de waarneemkans neemt dan met 33-60% toe, (Schoppers 1996; Kasprzykowski & Goławski 2009), maar dit kan problemen veroorzaken bij vergelijkingen tussen gebieden; Kasprzykowski & Goławski vonden in gebieden waar vossen voorkomen geen verhoogde roepactiviteit na het afspelen van geluid.

Tot slot kunnen Patrijzen worden opgespoord met behulp van een getrainde hond (Besnard, Novoa, & Gimenez 2010; Panek 1997; Panek 1998).

Om naast de aantallen ook iets te weten te komen over de reproductie en broed- en winteroverleving kunnen bovendien families in augustus (na de oogst) worden geteld. Deze tellingen worden op dezelfde manier uitgevoerd als de voorjaarstellingen, met dien verstande dat naast het onderscheid man/vrouw ook het onderscheid juveniel/adult wordt gemaakt en men geen roepende patrijzenmannen kan tellen, aangezien de roepactiviteit na half april sterk afneemt. Bij berekeningen aan reproductie wordt aangenomen dat de mannendichtheid in augustus gelijk staat aan de paardichtheid in maart. De mortaliteit van mannen in het voorjaar en de zomer (april-augustus, 15% voor gepaarde en 46% voor ongepaarde mannen) wordt namelijk min of meer gecompenseerd door ongepaarde mannen die tot augustus overleven en door de verhoogde detectiekans in augustus.

Uit de familie grootte in augustus kan de kuikenoverleving worden bepaald met behulp van de formule van Potts (1986):

$$\text{Kuikenoverleving} = 3.665 \times (\text{familiegrootte})^{1.293} \text{ bij familie groottes } \leq 10$$

$$\text{Kuikenoverleving} = (\text{familiegrootte})/13.84 \times 100 \text{ bij familie groottes } > 10$$

of Green (1984):

$$\text{Kuikenoverleving} = -7.81 + 7.81 \times (\text{familiegrootte})$$

Of Rands (in Potts 1986):

$$\text{Kuikenoverleving} = 3.07 + 5.89 \times (\text{familiegrootte})$$

In alle drie de formules wordt voor de familie grootte de geometrisch gemiddelde familie grootte genomen. De resultaten van de drie formules ontlopen elkaar weinig.

Met behulp van de kuikenoverleving en het gemiddelde aantal eieren dat per nest uitkomt kan ook het aantal succesvolle nesten per paar (BPR, brood production rate ~ nestsucces, maar inclusief herlegsels):

$$\text{BPR} = \text{aantal in augustus waargenomen jongen}/\text{kuikenoverleving}/\text{gemiddelde aantal eieren dat per nest uitkomt}/\text{aantal mannen in augustus}$$

Ook de jaarlijkse adultenoverleving kan worden berekend aan de hand van de maart- en augustustellingen (Reitz 1992, in Panek 2005):

$$\text{Overleving}_z = [(\text{dichtheid in maart}_{t+1}) \times 100] / [(\text{dichtheid in maart}_t) \times (1 + \text{aantal jongen per adult in augustus}_t)]$$

De winteroverleving van vrouwtjes kan worden berekend met de formule:

$$\text{Overleving}_w = (\text{aantal volwassen mannen in augustus}_{t+1}) / (\text{aantal volwassen vrouwen in augustus}_t)$$

Hierbij wordt aangenomen dat het aantal mannetjes in augustus gelijk staat aan het aantal paren (en dus vrouwtjes) in maart van hetzelfde jaar (Potts 1986).

1.8.2 Zenderen

Mits emigratie en immigratie kunnen worden uitgesloten of te verwaarlozen zijn, lenen maart en augustustellingen zich prima voor het volgen van dichtheden en voor overlevings- en reproductieschattingen. De tellingen zijn relatief eenvoudig en dus eventueel door vrijwilligers uit te voeren en zijn geschikt om populaties op een groot schaalniveau,

zoals Nederland, te volgen.

Wanneer wél sprake is van aanzienlijke emigratie en immigratie en/of wanneer men geïnteresseerd is in onderliggende mechanismen en het belang van onderliggende demografische parameters voor de populatiegroeisnelheid, is het noodzakelijk individuele Patrijzen te volgen. Patrijzen hebben echter een zeer verscholen levenswijze, wat het moeilijk maakt om individuele vogels te volgen zonder gebruik te maken van elektronische hulpmiddelen. Potts (1986) beschrijft het gebruik van back-tabs (rugnummers) en/of back fin-tabs (rugvinnen'). Parish & Sotherton (2007) gebruikten een stoffen halsband met plastic coating voor herkenning van geherintroduceerde vogels. Met deze methoden kunnen Patrijzen echter alleen in lage vegetatie worden gevolgd, wat het onderzoek zeer beperkt, zeker tijdens het broedseizoen, wanneer Patrijzen hogere vegetatie opzoeken (Watson, Aebischer, & Cresswell 2007). Daarom is het raadzaam om zenders te gebruiken. Radiozenders zijn over het algemeen licht en reeds vaak gebruikt voor Patrijzen (Besnard, Novoa, & Gimenez 2010; Parish & Sotherton 2007; Rantanen *et al.* 2010; Bro *et al.* 1999; Rands 1986; Watson, Aebischer, & Cresswell 2007; Sálek, Marhoul, & Pintír 2002; Browne *et al.* 2005; Kaiser, Storch, & Carroll 2006) en leveren veel informatie over belangrijke populatieparameters zoals de kans op broeden, het nestsucces, de kans op herleg en de kuikenoverleving (zie bijv. Browne *et al.* 2005 en Bro, Sarrazin, *et al.* 2000). Informatie over het ruimtegebruik van Patrijzen blijft echter beperkt. GPS-loggers leveren naast informatie over populatieparameters zeer gedetailleerde informatie over het ruimtegebruik van Patrijzen. Gecombineerd met bemonstering van het habitat op voedsel (in het broedseizoen insecten voor kuikens, in de winter akkeronkruiden en hun zaden, alsook de dichtheden aan graankorrels) geeft dergelijke informatie belangrijke aanknopingspunten voor habitatverbetering. Een nadeel van GPS-loggers is hun vaak grotere gewicht en de prijs.

Volwassen Patrijzen wegen gemiddeld tussen de 358 en 398 gram, met een in Nederland in september waargenomen minimum van 320 gram (Cramp & Simmons 1980; Glutz Von Blotzheim, Bauer, & Bezzel 1973). De gewichten nemen in de loop van de herfst toe en vertonen een maximum in de winter (november-februari, Glutz Von Blotzheim, Bauer, & Bezzel 1973). Uitgaande van een maximum van 5% van het lichaamsgewicht, mag een zender inclusief bevestiging maximaal 16 gram wegen voor een vogel met het minimumgewicht van 320 gram, en maximaal 18 gram voor een gemiddelde vogel

in september in Nederland (369 gram, Glutz Von Blotzheim, Bauer, & Bezzel 1973). In de meeste studies zijn zenders met een maximaal gewicht van 10 gram (± 1 gram) gebruikt, behalve in de studies van Green (1984) en Rands (1986), waar het gewicht van de zender varieerde tussen 10 en 18 gram. In de studie van Bro *et al.* (1999) werd in één van twee onderzoeksjaren een negatief effect van de zenders gevonden op gewicht, overleving en reproductie. Zij concluderen dat effecten van zenders tussen jaren en tussen gebieden kunnen verschillen. Watson (2004) vond bij 7 van de 181 gezenderde Patrijzen een direct effect van stress door de zender. Van deze 7 zijn 5 Patrijzen aan stress overleden. Daarnaast stelde hij vast dat de winteroverleving (september – eind maart) met 9% werd verlaagd door directe en indirecte effecten van de zender. Parish & Sotherton (2007) vonden geen negatief effect van zenders op de conditie noch de overleving. Carroll vond een groot effect van zenders gedurende de eerste week na zenderen. De mortaliteit door de zenders bedroeg in de eerste week 34%.

Voor de bevestiging van de zenders kan worden gekozen voor een halsband (Besnard, Novoa, & Gimenez 2010; Rantanen *et al.* 2010; Bro *et al.* 1999; Watson, Aebischer, & Cresswell 2007; Browne *et al.* 2005; Kaiser, Storch, & Carroll 2006), een rugzakje of poncho (Parish & Sotherton 2007; Carroll 1990; Rands 1986; Green 1984), of het opplakken van de zender (Rands 1986). Dit laatste kan op de rug of aan de stevigere staartpenen. Een nadeel (maar ook voordeel) van de laatste methode is dat de zender bij de rui zal afvallen. De rui vindt bij Patrijzen plaats na de incubatie en begint in juni/juli, bij vrouwtjes op het moment van het uitkomen van de eieren. De binnenste staartpenen worden daarbij als één van de eerste geruid. Dit betekent dus dat als de zender aan de staartpenen wordt bevestigd, een belangrijk deel van het broedseizoen wordt gemist.

Alvorens een zender kan worden omgedaan moet een Patrijs eerst worden gevangen. In de literatuur worden verschillende manieren beschreven om Patrijzen te vangen:

- inloopvallen met lokvoer in de winter (effectiviteit 1,5 Patrijzen/vangstdag bij ca 50 cm sneeuw, maar slechts 0,006 Patrijzen/vangstdag bij 4 cm sneeuw, Smith, Hupp, & Ratti 1981)
- inloopvallen met lokvogel vlak voor het broedseizoen (maart-april, effectiviteit 0,3 mannen/vangstdag, Besnard *et al.* 2010; Smith, Hupp, & Ratti 1981)
- gaas met inloopkooien aan beide uiteinden in de zomer (juli-augustus, effectiviteit 0,3 Patrijzen

- per vangstdag, Smith, Hupp, & Ratti 1981)
- op het nest met inloopkooi of klapnet in de laatste fase van incubatie (Green 1984; Potts 1986)
 - Nesten kunnen worden gevonden door langs vegetatieranden/heggen te lopen en te letten op wildsporen die naar het nest kunnen leiden. Bij 1 paar/600m is de vindkans ca 20%, bij 1 paar/200m is deze ca 70% (Potts 1986)
 - 's nachts met een spotlamp en handnet/landing net in het voor- en najaar (Besnard, Novoa, & Gimenez 2010; Bro *et al.* 1999; Watson, Aebischer, & Cresswell 2007; Browne *et al.* 2005)

- mistnetten in de herfst (Kaiser, Storch, & Carroll 2006), eventueel met geluid (mond. meded. Hans Schekkerman)
- slagnet in voorjaar met geluid (mond. meded. Hans Schekkerman)

De vangstmethode is dus sterk afhankelijk van de periode waarin de Patrijzen gevangen dienen te worden.

Deel 2. Beheermaatregelen

2.1. Inleiding

Dit onderdeel richt zich specifiek op de literatuur over beheermaatregelen ten behoeve van de Patrijs. Het bevat een samenvatting van de review door Kuijper *et al.* (2009, paragraaf 2.2) en het rapport van Bos *et al.* (2010, paragraaf 2.3), aangevuld met recentere literatuur (paragraaf 2.4) en het verslag van een gesprek met Eckhardt Gottschalk (paragraaf 2.5), die in Duitsland onderzoek heeft gedaan aan Patrijzen. Tot slot wordt in paragraaf 2.6 een samenvatting gegeven en worden aanbevelingen gedaan ten aanzien van het te voeren beheer.

Omdat hier zoveel mogelijk informatie over beheermaatregelen is gebundeld, zal dit deel hier en daar overlappen met het eerste onderdeel van het rapport.

2.2. Review Kuiper *et al.*

Volgens Kuijper *et al.* (2009) moeten maatregelen gericht zijn op het verbeteren van de adultenoverleving, voedselbeschikbaarheid in de winter, de dekking voor nesten en bovenal de voedselbeschikbaarheid voor kuikens. De informatie in de hiernavolgende paragraaf is een samenvatting van het onderdeel over beheer in Kuijper *et al.* (2009).

2.2.1 Predatorenbeheer

De studie van Tapper *et al.* (1996) heeft laten zien dat in goed habitat intensief predatorenbeheer van Vos, Hermelijn, Zwarte kraai en Ekster de reproductie bij Patrijzen verhoogt. De aantallen in het gebied met predatorenbeheer namen in drie jaar tijd in het voorjaar met factor 2,6 en in het najaar met factor 3,5 toe. De auteurs concluderen dat intensief predatorenbeheer effectief is, naast habitatverbetering en vermindering van pesticidengebruik. Het blijft de vraag of dit ook geldt in gebieden met lage habitatkwaliteit. Kuijper *et al.* (2009) pleiten ervoor allereerst de habitatkwaliteit te verbeteren, aangezien dit de primaire reden is van de achteruitgang van Patrijzen.

2.2.2 Braak

Tijdelijke braaklegging zonder gebruik van bestrijdingsmiddelen (rotational set aside, RSA, Sotherton *et al.*, 2008 in Kuijper *et al.*, 2009) kan de voedsel-

beschikbaarheid voor Patrijzen vergroten. Naast plantaardig voedsel voor volwassen Patrijzen bieden dergelijke percelen een 3 keer zo hoog aanbod aan insecten voor kuikens in vergelijking met gangbare percelen (Moreby & Aebischer 1992 in Kuijper *et al.*, 2009). Hierdoor kan de reproductie toenemen van 6,6 kuikens per hen in gewone velden naar 9,4 kuikens per hen in braakpercelen (Sotherton *et al.*, 2008 in Kuijper *et al.*, 2009). Bij braaklegging is belangrijk dat de percelen niet verruigen.

2.2.3 Inzaaien met gewasmengsels

In de winter kunnen percelen worden ingezaaid met boerenkool, in combinatie met zaaddragende planten als quinoa, millet, boekweit en zonnebloem. Om het insectenaanbod voor kuikens te vergroten kunnen percelen worden ingezaaid met graansoorten en/of bloemenmengsels (Triticale, Haver, Lijnzaad, Mosterd of andere koolsoorten, Rode klaver, Sotherton, 1998).

2.2.4 Verminderen pesticidengebruik

Het voedselaanbod voor kuikens kan worden verbeterd door minder of geen pesticiden (zowel insecticiden als herbiciden) te gebruiken (o.a. Boatman *et al.*, 2004; Potts, 1986; Taylor *et al.*, 2006), of door selectiever te spuiten (Rands, 1985). Henderson *et al.* (2009) vonden dat het vergroten van de gewasdiversiteit binnen 1 km², het toevoegen van zomergraan en braak, alsook het niet of pas laat bespuiten van braak een positief effect hadden op patrijzen-dichtheden.

2.2.5 Grootte en ligging percelen met beheermaatregelen

Naast het inzaaien of braakleggen van volledige percelen of perceelsranden kunnen ook op gangbare akkers maatregelen getroffen worden. Het laten staan van stoppels kan zorgen voor een verhoogd voedselaanbod in de winter (Hotker *et al.*, 2004 in Kuijper *et al.*, 2009; Potts, 1970). Blokken met beheermaatregelen zijn waarschijnlijk effectiever dan smalle randen, omdat de laatste de predatiekans kunnen vergroten (Bro *et al.*, 2004). Sotherton (1998) noemt een minimale grootte van 0,3 ha, met een minimale breedte van 20 meter. De territoriumgrootte kan kleiner zijn dan 2 ha in goede gebieden met hoge dichtheden (Sálek *et al.*, 2002), maar neemt toe

tot 6-10 ha in slechte gebieden (Buner *et al.*, 2005; Novoa *et al.*, 2006). Habitatverbeteringen dienen daarom verspreid te worden over een groot gebied, zodat meerdere paartjes van de maatregelen kunnen profiteren (Sotherton, 1998).

Aebischer & Ewald (2004) berekenden voor Groot-Brittannië dat bij 4 km²/km² geschikt nesthabitat en in afwezigheid van predatorenbeheer voor een stabiele populatie minstens 3% van het akkerareaal ingericht moet worden als insectenrijk kuikenhabitat. Deze berekeningen gelden voor populaties waar nog jacht op Patrijzen plaatsvindt (jaarlijks afschot van ca 3-22%).

2.2.6 Bepalen effectiviteit

De studie van Bro *et al.* (2004) laat zien dat tellingen alléén misleidende informatie kunnen leveren wanneer men geïnteresseerd is in de effectiviteit van maatregelen. Hier werden grotere aantallen Patrijzen geteld in percelen met maatregelen, maar de overleving was er juist lager door verhoogde predatie. Om een uitspraak te kunnen doen over de effectiviteit van een maatregel dient dan ook aanvullende informatie over reproductie en overleving te worden verzameld.

2.3. Een Veldleeuwerik zingt niet voor niets!

In 2010 is het rapport verschenen 'Een Veldleeuwerik zingt niet voor niets! Schatting van kosten van maatregelen voor akkervogels in de context van een veranderend Gemeenschappelijk Landbouwbeleid' (Bos *et al.*, 2010). In dit rapport wordt bepaald welke maatregelen met welke intensiteit dienen te worden getroffen om enkele akkervogelsoorten, waaronder de Patrijs, toe te laten nemen en wordt ingeschat hoeveel deze maatregelen zouden gaan kosten. Hieronder worden de belangrijkste conclusies en aanbevelingen uit dat rapport besproken.

De door Bos *et al.* (2010) uitgevoerde analyses zijn gebaseerd op een door Vickery *et al.* (Vickery *et al.*, 2008 in Bos *et al.* 2010) beschreven methode, die is gebaseerd op een eenvoudig populatiemodel. In dit populatiemodel wordt het aantal Patrijzen in jaar $t+1$ berekend aan de hand van het aantal in jaar t en de demografische parameters overleving van adulte vogels (0,415), kuikens (0,300) en juvenielen (0,415), het aantal vliegvlugge jongen per broedpoging (8,60) en het aantal broedpogingen per jaar (1,00). Aangezien de waarden voor de demografische parameters in Nederland ontbreken, worden door Bos *et al.* de waarden uit Engeland gebruikt, uit de studie van

Vickery *et al.* Met deze waarden werd een populatieafname van 5% per jaar berekend. Per demografische parameter werd vervolgens berekend hoe deze moet verbeteren om een populatiegroei van 1% te bereiken. Ook werd berekend welk deel van de populatie minimaal bereikt moet worden met de te treffen maatregelen, indien in de rest van de populatie de waarde op het oude lage niveau blijft en men toch een populatiegroei van 1% wil bereiken (kerngebiedenbenadering). Tot slot werd ingeschat welke maatregelen nodig zijn om dit te bereiken.

Het rapport behandelt meerdere akkervogelsoorten, in deze review beperken we ons echter tot de Patrijs.

2.3.1 'Vliegvlugge' jongen per broedpoging

Voor 1% populatiegroei moet het gemiddelde aantal kuikens per gestart legsel dat het nest verlaat toenemen tot 9,6, een toename van 11%. Een populatiegroei van 1% wordt ook behaald als in 16% van de patrijzenpopulatie het aantal 'vliegvlugge' kuikens per broedpoging toeneemt tot de maximum haalbare waarde. Hierbij wordt echter een maximum haalbare waarde van c. 14,6 'vliegvlugge' jongen per broedpoging gehanteerd, wat weinig realistisch lijkt. Er is momenteel niet genoeg kennis voorhanden over kwantitatieve relaties tussen het areaal hoogwaardig nesthabitat en het aantal 'vliegvlugge' kuikens per broedpoging. Daarom kan hier slechts worden uitgegaan van de door Aebischer & Ewald (2004) beschreven aanbeveling om per 100 ha 4,3 km geschikt nesthabitat aan te leggen. Bij een breedte van 10m komt dit overeen met ruim 4% van het areaal akkerbouw.

2.3.2 Kuikenoverleving

De kuikenoverleving zou in de gehele populatie moeten toenemen tot 0,33 voor een populatiegroei van 1%, een toename van 11% ten opzichte van de huidige aangenomen waarde (0,30). De maximale waarde voor kuikenoverleving gevonden in de literatuur bedroeg 0,50. Een populatiegroei van 1% werd ook behaald als in 18% van de patrijzenpopulatie de kuikenoverleving toenam tot de maximum haalbare waarde. Voor het bereiken van de maximale kuikenoverleving zou, op grond van gegevens uit de literatuur over kuikenoverleving in onbespoten graanranden (Aebischer & Ewald, 2004), 10,5% van het areaal granen als onbespoten graanrand (6m breed) beheerd moeten worden. Bij een gemiddeld aandeel van granen in akkerbouwmatige teelten van 70%, betekent dit op gebiedsniveau een aandeel van 7,5%. Als dus 7,5% van het leefgebied van 18% van

de Nederlandse patrijpopulatie bestaat uit onbespoten graanranden, dan zou de kuikenoverleving in dit deel van de populatie zodanig moeten toenemen dat op nationale schaal sprake zou moeten zijn van 1% populatiegroei in jaar t+1. De kuikenoverleving hoeft minder sterk toe te nemen indien de maatregelen over een groter deel (dan de 18%) van de Nederlandse patrijzenpopulatie worden gespreid.

2.3.3 Adulte en juveniele overleving

Voor 1% populatiegroei in jaar t+1 moet de (winter) overleving van adulte en juveniele Patrijzen toenemen tot 0,44, een toename van 6%. Bij een maximale waarde voor deze overleving van 0,60 moet voor 1% populatiegroei in minimaal 14 % van de populatie deze waarde bereikt worden. Wederom is niet genoeg informatie beschikbaar over relaties tussen omgevingsvariabelen en de adulte en juveniel overleving. Wel is uit de literatuur (voor verwijzingen zie Bos *et al.*, 2010) bekend dat geschikt winterhabitat voedsel en dekking biedt gedurende de winter, in de vorm van structuur- en zadenrijke stoppels.

In tabel 2.1, een uitsnede uit tabel 7.10 uit Bos *et al.*, wordt een samenvatting gegeven van de benodigde maatregelen en hun intensiteit voor een populatiegroei van 1%, alsook het deel van de populatie dat met de maatregelen bereikt dient te worden. De schattingen hebben een grote onzekerheidsmarge. Voor zover gekwantificeerd resulteert elke maatregel in eenzelfde verondersteld effect op de populatie. De maatregelen kunnen dus worden beschouwd als alternatieven waaruit gekozen kan worden om een

populatiegroei van 1% te behalen. Indien alle maatregelen met de aangegeven intensiteit gelijktijdig worden uitgevoerd, dan zullen de effecten daarvan naar verwachting leiden tot een populatiegroei die groter is dan 1%.

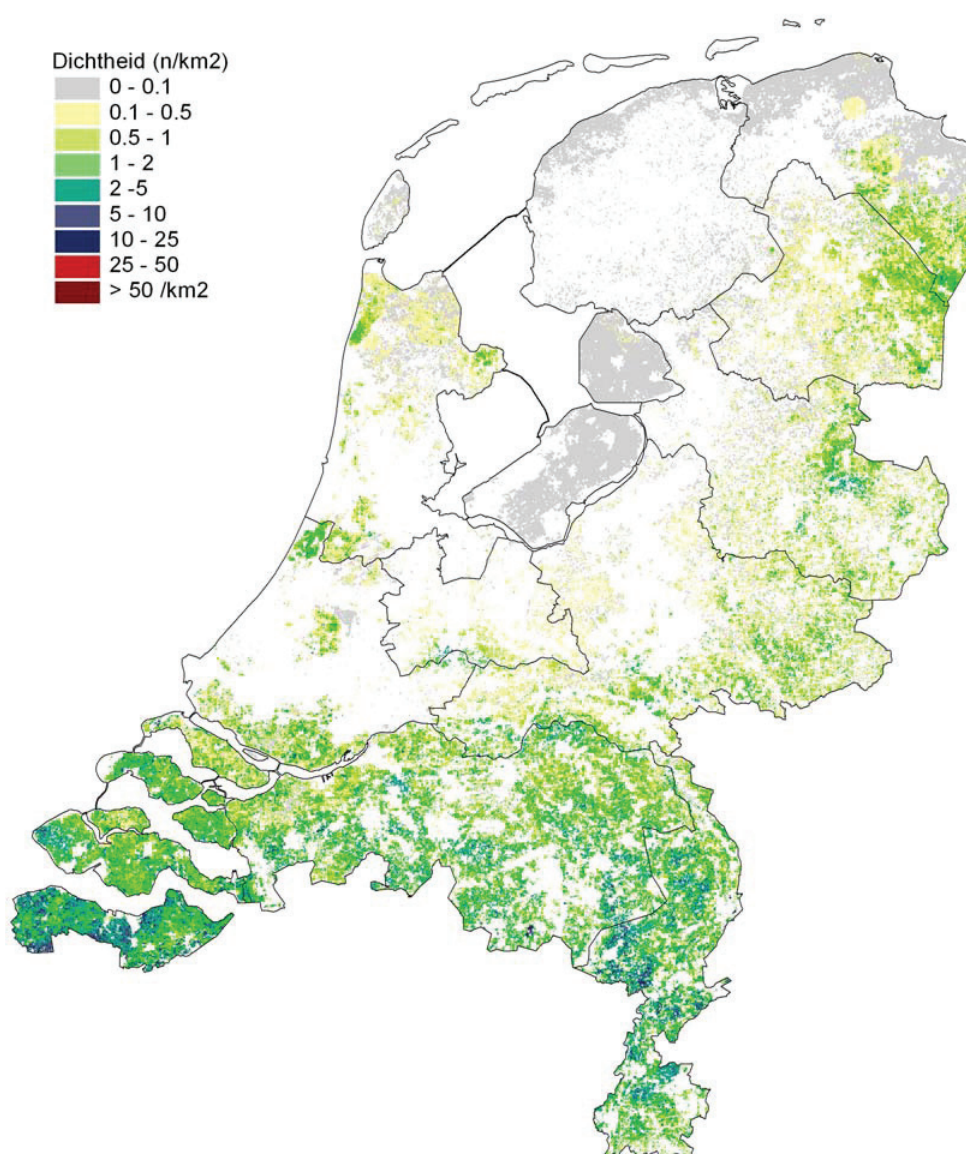
Met behulp van habitatassociatiemodellen werden aantallen territoria voorspeld voor het akker- en regionaal gemengde landbouwgebied in Nederland (figuur 2.1, overeenkomend met figuur 8.1a uit Bos *et al.*). Hierbij zijn graslandgebieden dus buiten beschouwing gelaten, omdat de dichtheden in dergelijke gebieden erg laag zijn. Vervolgens werden kerngebieden geïdentificeerd, die bestaan uit het kleinst mogelijke verspreidingsareaal van 20% van de populatie (de minimaal te bereiken percentages van de totale populatie naar boven afgerond, figuur 2.2, overeenkomend met figuur 8.2a uit Bos *et al.*). Wanneer de maatregelen binnen deze gebieden worden geconcentreerd, dient hier de maximale waarde van één van de demografische parameters bereikt te worden. In tabel 2.2 is het oppervlak van het landelijk verspreidingsareaal gegeven, alsook het totale oppervlak van de kerngebieden. Tot slot wordt in figuur 2.3 getoond binnen welke gebieden de kerngebieden dienen te worden gerealiseerd (de zogenaamde zoekgebieden).

Tabel 2.1. Maatregelen en benodigde maatregelintensiteit voor het bereiken van 1% populatiegroei op korte termijn. Bij een kerngebiedenbenadering worden maatregelen geconcentreerd in een kleiner gebied waarbij in een minimaal deel van de populatie maximale demografische parameters bereikt moeten worden. Daarvoor is binnen dit kleinere gebied een hogere maatregelintensiteit nodig dan wanneer de hele populatie in staat wordt gesteld te profiteren van maatregelen (landelijke implementatie). De tabel is een uitsnede uit tabel 7.10 uit Bos *et al.* De maatregelintensiteit is gebaseerd op Aebischer & Ewald (2004).

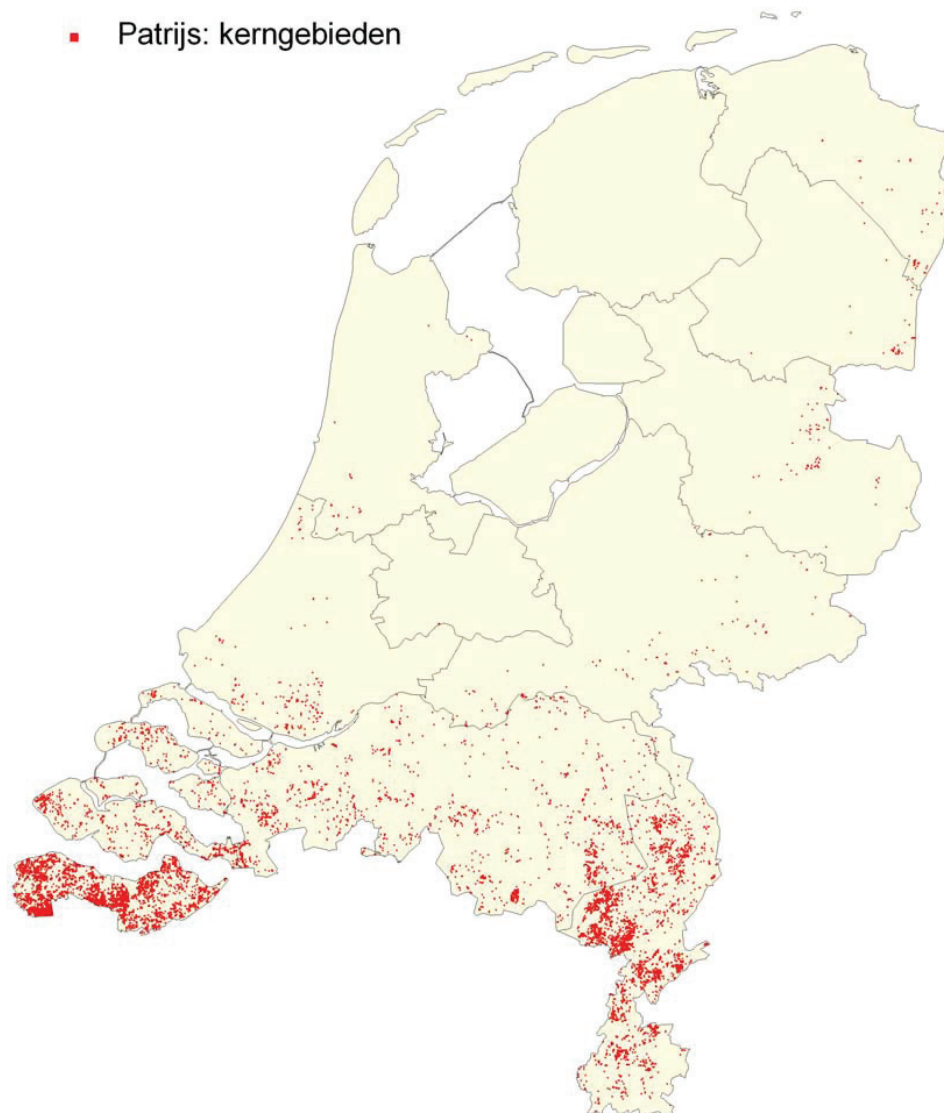
Demografische parameter	Maatregel	Vereiste maatregelintensiteit bij landelijke implementatie	Vereiste maatregelintensiteit bij kerngebieden	Te bereiken % van totale populatie
Aantal 'vliegvlugge' jongen per broedpoging	Brede struweelhagen, heggen of randen/stroken met polvormende grassen	Ca. 4% van het areaal landbouwgrond als hoogkwalitatief nesthabitat	?	16%
Kuikenoverleving	Onbespoten graanranden of ander insectenrijk habitat	Ca. 3% van het areaal als insectenrijk habitat	Ca. 7.5% van het areaal beheerd als onbespoten graanrand	18%
Adulte en juveniele overleving	Structuur- en zadenrijke gewasstoppels	?	?	14%

Tabel 2.2. Absolute oppervlakten van het landelijk verspreidingsareaal en van kerngebieden van Patrijs binnen het akker- en regionaal gemengde landbouwgebied, tevens uitgedrukt als percentage van het totale areaal cultuurgrond in 2007. De kerngebieden herbergen 20% van de totale populatie in akker- en regionaal gemengde landbouwgebieden. Alle oppervlakten afgerond tot het naaste duizendtal. De totale oppervlakte cultuurgrond bestaat uit akkerbouwgewassen (inclusief braakland), grasland en tuinbouwgewassen (inclusief bloemen, sierplanten, blijvende teelten; open grond en onder glas). De gegevens komen uit tabel 8.2 uit het rapport van Bos et al.

	Oppervlak (in ha)	% van totale cultuurgrond	% van landelijk verspreidingsareaal
Landelijk verspreidingsareaal	584000	30	100
Kerngebieden (20% van populatie)	34000	1,8	6



Figuur 2.1. Modelmatige voorspelling van verspreiding en dichtheden van de Patrijs binnen het akker- en regionaal gemengde landbouwgebied. De kaart toont voorspelde dichtheden in 250 x 250 m gridcellen. Niet-agrarisch gebied en graslandregio's zijn wit weergegeven. Deze figuur komt overeen met figuur 8.1a uit Bos et al.



Figuur 2.2. Voorspelling van de ligging van kerngebieden van de Patrijs binnen het akker- en regionaal gemengde landbouwgebied met daarin 20% van de totale populatie binnen het akker- en regionaal gemengde landbouwgebied, gebaseerd op voorspelde dichtheden in 250 x 250 m gridcellen. Niet-agrarisch gebied en graslandregio's zijn wit weergegeven. Deze figuur komt overeen met figuur 8.2a uit Bos et al.



Figuur 2.3. Zoekgebieden voor de Patrijs, gebaseerd op modelmatige voorspelling van regionale dichtheden. Deze figuur komt overeen met figuur 8.3a uit Bos et al.

Op grond van de literatuur en de eerdere berekeningen wordt in het rapport geschat wat de kosten zullen zijn van beheermaatregelen gericht op verhoging van de verschillende demografische parameters, bij zowel landelijke implementatie als implementatie in kerngebieden (tabel 2.3). Hierbij werd voor kuikenopgroeihabitat uitgegaan van €60,- per hectare onbespoten graanrand en €1652,- per ha akkerrand en voor nesthabitat van €236,- per strekkende meter struweelhaag (10 m breed) en €2184,- per ha akkerrand (op kleigrond).

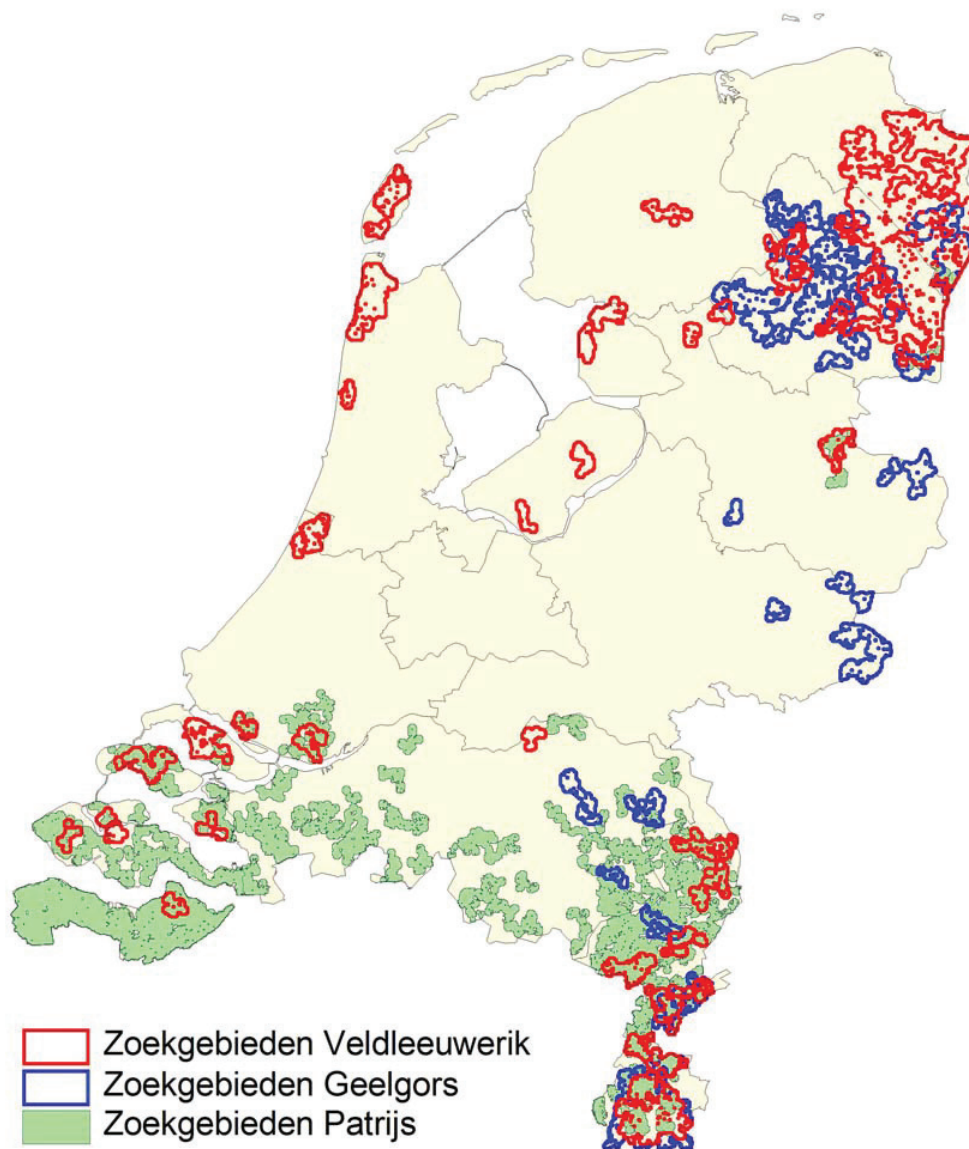
De grote spreiding in kosten bij kuikenoverleving komt doordat gerekend wordt met twee varianten.

In de eerste variant wordt de inrichting van 3% van het areaal als insectenrijk habitat gerealiseerd door middel van de aanleg van onbespoten graanranden in het bestaande areaal granen, aangevuld met akkerranden. In de tweede variant wordt de aanleg van onbespoten graanranden in het bestaande areaal granen aangevuld door omzetting van maïs in extra graanareaal met onbespoten graanranden. De tweede variant is duidelijk duurder.

Voor de kosten van het verhogen van de adulte en juveniele overleving worden geen waarden gegeven, aangezien onbekend is wat de vereiste maatregelingensiteit is van de benodigde beheermaatregelen.

Tabel 2.3. Overzicht van schattingen van kosten van soortgerichte maatregelen voor akkervogels voor 1% populatiegroei op korte termijn bij landelijke implementatie en bij implementatie in kerngebieden (samenvatting uit tabellen 8.3 en 8.4 uit Bos et al.). Zie voor de toelichting op de berekeningen Bos et al.

Demografische parameter	Landelijke implementatie	Kerngebieden
Kuikenoverleving	€11,7-64,4 miljoen	€2,6-9,3 miljoen
Aantal vliegvlugge kuikens per broedpoging	€53,3 miljoen	€6,1 miljoen
Adulte en juveniele overleving	?	?



Figuur 2.4. Overlay van zoekgebieden voor de Patrijs, Veldleeuwerik en Geelgors, gebaseerd op modelmatige voorspelling van regionale dichtheden. De figuur komt overeen met figuur 8.3d uit het rapport van Bos et al.

Tabel 2.4. Soortoverstijgend maatregelenpakket voor akkervogels in het Nederlandse akkerbouw- en regionaal gemengde landbouwgebied. Bij landelijke implementatie wordt de gehele populatie blootgesteld aan maatregelen en in staat gesteld demografische parameters te verbeteren. Bij een kerngebiedenbenadering worden maatregelen geconcentreerd in een kleiner gebied waarbij in een minimaal deel van de populatie maximale demografische parameters bereikt moeten worden. Daarvoor is binnen dit kleinere kerngebied een hogere maatregelintensiteit nodig. Deze tabel komt overeen met tabel 8.6 uit Bos et al. Zie Bos et al. (2010) voor toelichting.

Maatregel	Maatregelintensiteit		Hectarebehoefte		Kosten per jaar	
	Landelijk	Kerngebied	Landelijk	Kerngebied	Landelijk	Kerngebied
Insectenrijk habitat: onbespotten graanranden en akkerranden	3% insectenrijk habitat	7.5% insectenrijk habitat	11.000 ha onbespotten graanranden in bestaande graanareaal 6700 ha akkerranden	1150 ha onbespotten graanranden in bestaande graanareaal 1400 ha akkerranden	€11,7 miljoen	€2,6 miljoen
Vervanging van regionaal dominerende gewassen door zomergranen	5-10% zomergranen	15-20% zomergranen	5% zomergranen: uitbreiding met 4600 ha 10% zomergranen: uitbreiding met 27800 ha	15% zomergranen: uitbreiding met 1700 ha 20% zomergranen: uitbreiding met 2600 ha	€4,9 à 21,0 miljoen	€1,0 à 1,5 miljoen
Aanleg brede akkerranden	5-10% brede akkerranden	10-20% brede akkerranden	5% akkerranden: 34.000 ha 10% akkerranden: 68.000 ha	10% akkerranden: 4000 ha 20% akkerranden: 8000 ha	€64,9 à 129,9 miljoen	€7,2 à 14,3 miljoen
Teelt wintervoedselgewassen	1-2% wintervoedselgewas	2-4% wintervoedselgewas	1% wintervoedselgewas: 4000 ha 2% wintervoedselgewas: 8000 ha	2% wintervoedselgewas: 400 ha 4% wintervoedselgewas: 800 ha	€6,6 à 13,2 miljoen	€0,7 à 1,4 miljoen
Totale kosten					€88,1 à 175,8 miljoen	€11,5 à 19,8 miljoen

Aangezien in het rapport ook andere soorten worden besproken en het wenselijk is dat de te treffen maatregelen voor Patrijzen ook voor andere akkervogels gunstig zijn, is in tabel 2.4 een soortoverstijgend maatregelenpakket weergegeven met bijbehorende kosten, zoals gegeven in tabel 8.6 van het rapport.

De soortoverstijgende maatregelen (c. €90-175 miljoen bij landelijke implementatie en €10-20 miljoen bij implementatie in kerngebieden), zijn twee tot negen keer zo duur als de maatregelen die alleen voor Patrijzen bestemd zijn (resp. €10-65 en €3-10 miljoen), maar bedienen ook de Geelgors en de Veldleeuwerik.

Daarnaast is in figuur 2.4 het zoekgebied voor kerngebieden van de drie soorten Patrijs, Veldleeuwerik en Geelgors te zien. De zoekgebieden voor Patrijzen overlappen het meest met de andere soorten in Limburg en Zeeland, met een paar kleinere gebieden in oost Groningen, oost Drenthe en oost Overijssel. Echter, in het rapport wordt de kanttekening geplaatst dat de kaarten met globale zoekgebieden niet te gebruiken zijn voor beleidsmatige aanwijzing van gebieden waar maatregelen voor akkervogels zich toe zouden moeten beperken. Bij de begrenzing van de zoekgebieden is immers geen rekening gehouden met landschapskenmerken en daarom valt niet uit te sluiten dat delen van het zoekgebied niet geschikt zijn voor de doelsoort, ook al is het onderliggende centraal gelegen kerngebied dat wel (zie het verschil tussen figuur 2.2 en figuur 2.3).

2.4. Recentere studies

De review van Kuijper *et al.* (2009) en de studie van Bos *et al.* (2010) kunnen nog worden aangevuld met informatie uit de studie van Ewald *et al.* (2010). Zij pleiten voor het ruimtelijk geconcentreerd inzetten van maatregelen gericht op verschillende stadia van de levenscyclus, aangezien dit de effectiviteit lijkt te vergroten. Daarnaast is in 2012 een artikel verschenen over een studie naar de aantallen en biomassa aan arthropoden in verschillende gewassen op 40 percelen in Engeland (Holland *et al.*, 2012). Zij vonden dat de gemiddelde dichtheden arthropoden in akkers maximaal de helft waren van de minimale dichtheid nodig voor een overleving van patrijzenkuikens die voldoende is om een stabiele populatie te waarborgen. De hoogste dichtheid en biomassa aan arthropoden werden aangetroffen op granen, de laagste op aardappelen. Dit wordt deels verklaard doordat wortel- en knolgewassen veelvuldige en intensieve grondbewerking vereisen, de grond pas

laat in het seizoen bedekken en relatief veel bespoten worden met insecticiden. Volgens de auteurs dienen beheermaatregelen gericht te zijn op het verhogen van de hoeveelheid arthropoden in de akker, door een open gewas met veel onkruiden na te streven. Grasranden herbergen veel arthropoden, maar hebben vaak een te dichte vegetatie voor foeragerende vogels.

2.5. Gesprek met Eckhard Gottschalk

Naast informatie uit de literatuur heeft er een gesprek plaatsgevonden met Eckhard Gottschalk (<http://www.uni-goettingen.de/en/118592.html>) uit Göttingen, waar in 2005 een project is gestart om Patrijzen te beschermen (<http://www.rebhuhnschutz-projekt.de/index.html>). In het kader van agrarisch natuurbeheer werden in het studiegebied bloemenstrips aangelegd (strips die worden ingezaaid met een bodembedekkend mengsel en niet worden bespoten). Door middel van het zenderen van Patrijzen werd geëvalueerd in hoeverre deze strips geschikt zijn voor broedende Patrijzen en hoe de strips voor Patrijzen kunnen worden geoptimaliseerd. Het doel van het zenderen was om het terreingebruik en de demografische parameters van de Patrijzen te bepalen, om zo de maatregelen te kunnen verbeteren. In eerste instantie werd gedacht dat kuikenmortaliteit de belangrijkste factor was. Door het zenderonderzoek bleek dat de nestoverleving in combinatie met de henoverleving tijdens het broeden belangrijker waren (hen en nest werden meestal tegelijkertijd gepakt). De meeste nestpredatie vond plaats door vossen, zoals vastgesteld aan de hand van de resten van gezenderde vogels. De predatie was twee keer zo hoog in smalle strips (<10m) als in brede strips (>10m). Door gebruik te maken van de resultaten van het onderzoek werden de strips aangepast: elk jaar wordt de helft van de strip opnieuw ingezaaid, wat resulteert in een strip die voor de ene helft één- en andere helft tweejarig is. Het nieuwe zaadmengsel bestaat uit planten die een open vegetatie opleveren en wordt dun ingezaaid (max 7kg zaden/ha, minder bij vruchtbare bodems). De tweejarige helft bleek belangrijk als nesthabitat. Er werden meer territoria in bloemenstrips aangetroffen dan in andere habitattypen. Ook de dichtheid aan insecten en het foerageersucces van tamme kuikens waren hoger in de bloemenstrips. Naast nestgelegenheid en kuikenopgroeihabitat levert de bloemenstrip in de winter dekking en voedsel, al lijkt de laatste functie minder belangrijk aangezien er geen aanwijzingen waren voor voedseltekorten. In een gebied van 5x5km met

in het beste jaar 6-7% van het gebied met bloemenstrips was de populatie tijdens de studie van 4 naar 40 paren toegenomen.

Volgens Eckhard is in verband met mobiliteit een minimum oppervlak van 100km² nodig, met daarbinnen 3-5% van het oppervlak met maatregelen. Patrijzen leggen grotere afstanden af in gebieden met lage dichtheden (tot wel 2km/dag). Dit geldt vooral voor eenzame mannetjes die op zoek gaan naar een partner. Paartjes blijven meer op één plek (totale homerange van ca 2km).

In de handleiding voor de maatregelen, die te vinden is op de website van het project, worden de volgende aanwijzingen gegeven voor effectieve maatregelen:

1. Geen herbiciden of insecticiden gebruiken (meer insecten)
2. Een heterogene vegetatiestructuur (dichte vegetatie voor dekking, open plekken voor opwarmen en open vegetatie voor foerageren; de samenstelling van een geschikt zaadmengsel dat een dergelijke vegetatie oplevert is in de handleiding te vinden)
3. Minimale breedte van 10 meter, bij voorkeur breedte van 20m
4. De ligging: In het landschap dienen reeds andere lijnvormige elementen aanwezig te zijn, de percelen dienen ver genoeg van bosranden verwijderd te zijn ivm predatie en dienen in groter verband te worden aangelegd, bij voorkeur in patrijzenteritoria
5. De dichtheden aan Patrijzen dienen voldoende hoog te zijn ivm natuurlijke populatieschommelingen

2.6. Samenvatting en aanbevelingen

Beheer ten behoeve van Patrijzen dient gericht te zijn op verschillende stadia van de levenscyclus/demografische parameters en ruimtelijk geconcentreerd te worden. De percelen met beheermaatregelen dienen bovendien ver genoeg van bosranden verwijderd te zijn in verband met predatie. De goedkoopste en meest realistische optie lijkt het toepassen van optimaal beheer in kerngebieden (20% van de populatie, figuur 2.2), waarbij minimaal één van de demografische parameters de maximale waarde dient te behalen.

Het aantal broedpogingen en aantal jongen per broedpoging kan worden verhoogd door brede (minimaal 10m, bij voorkeur 20m) randen of blokken aan te leggen met struweelhagen, heggen en/of meerjarige braak. De kuikenoverleving kan worden verhoogd door insectenrijk habitat te bieden, in de vorm van onbespoten graan- of braakranden of -blokken, met ijle en heterogene vegetatie met open plekken, eventueel dun ingezaaid met een geschikt zaadmengsel. Ook deze randen of blokken dienen minimaal 10m en bij voorkeur 20m breed te zijn. De winteroverleving van juveniele en adulte Patrijzen is gebaat bij structuur- en zadenrijke gewasstoppels. Predatorenbeheer kan een aanvulling zijn op, maar geen vervanging zijn van de habitatverbeteringen. Het beheer dient te worden geëvalueerd en geoptimaliseerd door middel van onderzoek naar de reproductie en overleving in de gebieden met beheermaatregelen, bij voorkeur gecombineerd met observaties van terreingebruik om onderliggende mechanismen te begrijpen.

Literatuur

- AEBISCHER, N.J. & EWALD, J.A. (2004) Managing the UK Grey Partridge *Perdix perdix* recovery : population change , reproduction , habitat and shooting. *Ibis*, **146**, 181- 191.
- BESNARD, A., NOVOA, C. & GIMENEZ, O. (2010) Hunting impact on the population dynamics of Pyrenean grey partridge *Perdix perdix hispaniensis*. *Wildlife Biology*, **16**, 135-143.
- BIJLSMA, R.G. (1990) De bestandsontwikkeling van korhoen, patrijs, fazant en kwartel in Nederland. *De toekomst van de wilde hoenderachtigen in Nederland*. Lumeij, J. & Hoogeveen, Y.),p. 262. Organisatiecommissie Nederlandse Wilde Hoenders, Amersfoort.
- BLANK, T., SOUTHWOOD, T. & CROSS, D.J. (1967) The ecology of the partridge: I. Outline of population processes with particular reference to chick mortality and nest density. *Journal of Animal Ecology*, **36**, 549-556.
- BOATMAN, N.D., BRICKLE, N.W., HART, J.D., MILSOM, T.I.M.P., MORRIS, A.J., MURRAY, A.W.A., MURRAY, K.A., & ROBERTSON, P.A., 2004. Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds. *Ibis* 146: 131-143
- BORG, C. & TOFT, S. (2000) Importance of insect prey quality for grey partridge chicks *Perdix perdix* : a self-selection experiment. *Journal of Applied Ecology*, **37**, 557-563.
- BORG, C. & TOFT, S. (1999) Value of the aphid *Rhopalosiphum padi* as food for grey partridge *Perdix perdix* chicks. *Wildlife Biology*, **5**, 55-58.
- BOS, J.F.F.P., SIERDSEMA, H., SCHEKKERMAN, H., & VAN SCHARENBURG, C., 2010. Een Veldleeuwerik zingt niet voor niets! Schatting van kosten van maatregelen voor akkervogels in de context van een veranderend Gemeenschappelijk Landbouwbeleid. WOt-rapport 107, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen
- BRO, E., CLOBERT, J., REITZ, F., THE, S., MANAGEMENT, W., JUL, N. & PRESS, A. (1999) Effects of Radiotransmitters on Survival and Reproductive Success of Gray Partridge. *The Journal of Wildlife Management*, **63**, 1044-1051.
- BRO, E., DELDALLE, B., MASSOT, M., REITZ, F. & SELMI, S. (2003) Density dependence of reproductive success in grey partridge *Perdix perdix* populations in France : management implications. *Wildlife Biology*, **2**, 93-102.
- BRO, E., MAYOT, P., CORDA, E. & REITZ, F. (2004) Impact of habitat management on grey partridge populations: Assessing wildlife cover using a multi-site BACI experiment. *Journal of Applied Ecology*, **41**, 846-857.
- BRO, E., REITZ, F. & CLOBERT, J. (2000) Nest-site selection of Grey Partridge (*Perdix perdix*) on agricultural lands in North-Central France. *Game and Wildlife Science*, **17**, 1-16.
- BRO, E., REITZ, F., CLOBERT, J. & MAYOT, P. (2000) Nesting success of Grey Partridges (*Perdix perdix*) on agricultural land in North-Central France: relation to nesting cover and predator abundance. *Game and Wildlife Science*, **17**, 199-218.
- BRO, E., REITZ, F., CLOBERT, J. & MAYOT, R. (2000) Nesting success of grey partridges (*Perdix perdix*) on agricultural land in north-central France : Relation to nesting cover and predator abundance. *Game & wildlife science*, **17**, 199-218.
- BRO, E., REITZ, F., CLOBERT, J., MIGOT, P. & MASSOT, M. (2001) Diagnosing the environmental causes of the decline in Grey Partridge *Perdix perdix* survival in France. *Geographical*, 120-132.
- BRO, E., SARRAZIN, F., CLOBERT, J. & REITZ, F. (2000) Demography and the decline of the grey partridge *Perdix perdix* in France. *Journal of Applied Ecology*, **37**, 432-448.
- BROWNE, S.J., AEBISCHER, N.J., MOREBY, S.J. & TEAGUE, L. (2005) The diet and disease susceptibility of grey partridges *Perdix perdix* on arable farmland in East Anglia, England. *Wildlife Biology*, **12**, 3-10.
- BUNER, F., JENNY, M., ZBINDEN, N. & NAEFDAENZER, B. (2005) Ecologically enhanced areas – a key habitat structure for re-introduced grey partridges *Perdix perdix*. *Biological Conservation*, **124**, 373-381.
- CARROLL, J.P. (1990) Winter and spring survival of radio-tagged gray partridge in North-Dakota.

Conservation of Farmland Birds Faces Different Challenges in Western and Central-Eastern Europe, **54**, 657-662.

CASWELL, H. (2001) *Matrix population models; construction, analysis and interpretation*. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts.

CRAMP, S. & SIMMONS, K.E. (1980) *Handbook of the birds of Europe the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic. Volume 2 (Hawks to Bustards)*.

DE LEO, G.A., FOCARDI, S., GATTO, M. & CATTADORI, I.M. (2004) The decline of the grey partridge in Europe: comparing demographics in traditional and modern agricultural landscapes. *Ecological Modelling*, **177**, 313-335.

DOUDE VAN TROOSTWIJK, W. (1968) Das Rebhuhn (Perdix perdix) in den Niederlanden. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, **14**, 1-12.

EWALD, J.A., AEBISCHER, N.J., RICHARDSON, S.M., GRICE, P.V., & COOKE, A.I., 2010. The effect of agri-environment schemes on grey partridges at the farm level in England. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **138**: 55-63

GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N., BAUER, K.M. & BEZZEL, E. (1973) *Handbuch der Vögel Mitteleuropas; band 5: Galliformes und Gruiformes*.

GREEN, R.E. (1984) The Feeding Ecology and Survival of Partridge Chicks (*Alectoris rufa* and *Perdix perdix*) on Arable Farmland in East Anglia. *Journal of Applied Ecology*, **21**, 817-830.

HENDERSON, I., RAVENSCROFT, N., SMITH, G., & HOLLOWAY, S., 2009. Effects of crop diversification and low pesticide inputs on bird populations on arable land. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **129**: 149-156

HOLLAND, J.M., SMITH, B.M., BIRKETT, T.C., & SOUTHWAY, S., 2012. Farmland bird invertebrate food provision in arable crops. *Annals of Applied Biology* **160**: 66-75

JENKINS, D. (1961) Population control in protected partridges (*Perdix perdix*). *Society*, **30**, 235-258.

KAISER, W., STORCH, I. & CARROLL, J.P. (2006) Habitat

Use and Survival of Gray Partridge Pairs in Bavaria , Germany. *Gamebird 2006: Guail VI and Perdix XII. 31 May - 4 June 2006*. Cederbaum, S., Faircloth, B., Terhune, T., Thompson, J. & Carroll, J.), pp. 172-177. Warnell School of Forestry and Natural Resources, Athens, GA, USA.

KASPRZYKOWSKI, Z. & GOŁAWSKI, A. (2009) Does the use of playback affect the estimates of numbers of grey partridge *Perdix perdix* ? *Wildlife Biology*, **15**, 123-128.

KUIJPER, D.P., OOSTERVELD, E. & WYMENGA, E. (2009) Decline and potential recovery of the European grey partridge (*Perdix perdix*) population—a review. *European Journal of Wildlife Research*, **55**, 455-463.

LIUKKONEN-ANTTILA, T., PUTAALA, A. & HISSA, R. (2002) Feeding of hand-reared grey partridge *Perdix perdix* chicks - importance of invertebrates. *Wildlife Biology*, **8**, 11-19.

NOVOA, C., DUMAS, S., RESSEGUIER, J., NOVOA, C., DUMAS, S. & RESSEGUIER, J. (2006) Home-range size of Pyrenean grey partridges *Perdix perdix hispaniensis* during the breeding season. *Wildlife Biology*, **12**, 11-18.

PANEK, M. (2005) Demography of grey partridges *Perdix perdix* in Poland in the years 1991-2004: reasons of population decline. *European Journal of Wildlife Research*, **51**, 14-18.

PANEK, M. (1997) Density-dependent brood production in the Grey Partridge *Perdix Perdix* in relation to habitat quality. *Bird Study*, **44**, 235-238.

PANEK, M. (1997) The effect of agricultural landscape structure on food resources and survival of grey partridge *Perdix perdix* chicks in Poland. *Journal of Applied Ecology*, **34**, 787-792.

PANEK, M. (1992) The effect of environmental factors on survival of grey partridge (*Perdix perdix*) chicks in Poland during 1987-1989. *Journal of Applied Ecology*, **29**, 745-750.

PANEK, M. (1998) Use of call counts for estimating spring density of the Grey Partridge *Perdix perdix*. *Acta Ornithologica*, **33**, 143-148.

PARISH, D.M. & SOTHERTON, N.W. (2007) The fate of released captive-reared grey partridges *Perdix perdix* : implications for reintroduction programmes. *Wild-*

life Biology, **13**, 140-149.

POTTS, G.R., 1970. Recent Changes in the Farmland Fauna with Special Reference to the Decline of the Grey Partridge. *Bird Study* 17: 145-166

POTTS, G. & AEBISCHER, N.J. (1991) Modelling the population dynamics of Grey Partridge: conservation and management. *Bird population studies; relevance to conservation and management*. Perrins, C., Lebreton, J. & HIRONS, G.), pp. 373-. Oxford University Press, Oxford.

POTTS, G.R. & AEBISCHER, N.J. (1994) Population dynamics of the Grey Partridge *Perdix perdix* 1793-1993: monitoring, modelling and management. *Ibis*, **137**, S29-S37.

POTTS, G. (1986) *The Partridge: pesticides, predation and conservation*.

RANDS, M.R. (1987) Hedgerow management for the conservation of partridges *Perdix perdix* and *Alectoris rufa*. *Biological Conservation*, **40**, 127-139.

RANDS, M.R. (1985) Pesticide Use on Cereals and the Survival of Grey Partridge Chicks: A Field Experiment. *The Journal of Applied Ecology*, **22**, 49.

RANDS, M. (1986) The survival of gamebird (Galliformes) chicks in relation to pesticide use on cereals. *Ibis*, **128**, 57-64.

RANTANEN, E.M., BUNER, F., RIORDAN, P., SOTHERTON, N. & MACDONALD, D.W. (2010) Habitat preferences and survival in wildlife reintroductions: an ecological trap in reintroduced grey partridges. *Journal of Applied Ecology*, **47**, 1357-1364.

RICHARD, T., SOUTHWOOD, E. & CROSS, D.J. (2002) Food requirements of grey partridge *Perdix perdix* chicks. *Wildlife Biology*, **3**, 175-183.

SÁLEK, M., MARHOUL, P. & PINTÍR, J. (2002) Spring to autumn home range and habitat use of a high density population of the grey partridge (*Perdix perdix*) in Praha. *October*, **51**, 299-306.

SÁLEK, M., MARHOUL, P., & PINTÍR, J., 2002. Spring to autumn home range and habitat use of a high density population of the grey partridge (*Perdix perdix*) in Praha. *October* 51: 299-306

SCHOPPERS, J. (1996) Cassetterecorder goed hulpmiddel bij inventarisatie Patrijs *Perdix perdix* in het broedseizoen. *October*, **69**, 180-181.

SMITH, L.M., HUPP, J.W. & RATTI, J.T. (1981) Gray Partridge Trapping Techniques. *Journal of Field Ornithology*, **52**, 63-65.

SOTHERTON, N.W., 1998. Land use changes and the decline of farmland wildlife: An appraisal of the set-aside approach. *Biological Conservation* 83: 259-268

TAPPER, S., POTTS, G. & BROCKLESS, M. (1996) The effect of an experimental reduction in predation pressure on the breeding success and population density of grey partridges *Perdix perdix*. *October*, **33**, 965-978.

TAYLOR, R.L., MAXWELL, B.D., & BOIK, R.J., 2006. Indirect effects of herbicides on bird food resources and beneficial arthropods. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 116: 157-164

TOPPING, C.J., HØYE, T.T., ODDERSKÆR, P. & AEBISCHER, N.J. (2010) A pattern-oriented modelling approach to simulating populations of grey partridge. *Ecological Modelling*, **221**, 729-737.

TULJAPURKAR, S. (1990) *Population dynamics in variable environments*. Springer-Verlag, New York, USA.

VICKERY, J., CHAMBERLAIN, D., EVANS, A., EWING, S., BOATMAN, N., PIETRAVALLE, S., NORRIS, K., & BUTLER, S., 2008. Predicting the impact of future agricultural change and uptake of Entry Level Stewardship on farmland birds. BTO Research Report 485, British Trust for Ornithology, The Nunnery, Thetford, Norfolk, UK

VIDUS ROSIN, A., MERIGGI, A., PELLA, F. & ZACCARONI, M. (2009) Demographic parameters of reintroduced grey partridges in central Italy and the effect of weather. *European Journal of Wildlife Research*, **56**, 369-375.

WATSON, M., AEBISCHER, N.J. & CRESSWELL, W. (2007) Vigilance and fitness in grey partridges *Perdix perdix*: the effects of group size and foraging-vigilance trade-offs on predation mortality. *The Journal of animal ecology*, **76**, 211-21.

WATSON, M., AEBISCHER, N.J., POTTS, G.R. & EWALD, J.A. (2007) The relative effects of raptor predation and shooting on overwinter mortality of grey

partridges in the United Kingdom. *Journal of Applied Ecology*, **44**, 972-982.

WATSON, M. (2004) The effects of raptor predation on Grey Partridges *Perdix perdix*. PhD thesis. Lincoln College, University of Oxford.



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

