

Føderesursernes betydning for bestand og reproduktion hos Duehøg i Vendsyssel 1977-2016

JAN TØTTRUP NIELSEN



(With a summary in English: Effect of food resources on population size and reproduction of Northern Goshawk *Accipiter gentilis* in Vendsyssel, Denmark 1977-2016)

Indledning

Føderesurserne spiller en stor rolle for reproduktion og bestandsstørrelse hos rovfugle (Newton 1979, 1998, 2003). For rovfugle, der er fødespecialister, findes der således en del undersøgelser omhandlende føderesursernes indflydelse på bestande og deres reproduktion (fx Korpimäki & Norrdahl 1991, Ó.K. Nielsen 2011 og review i Newton 2003). Men få undersøgelser har hidtil fokuseret på ændringer i føderesursernes indflydelse på bestand og ungeproduktion hos rovfugle, som er udprægede generalister (Rutz & Bijlsma 2006, Millon *et al.* 2009, Lehikoinen *et al.* 2013, Tornberg *et al.* 2013). Pga. manglende data har man i stedet for føderessourcerne selv anvendt surrogater såsom bonitet, klima og frøsætning hos træer som indikation for føderesurser (fx Weber 2001, Nielsen & Møller 2006). Duehøgen *Accipiter gentilis* er en udpræget generalist (Kenward 2006), som i Centraleuropa lever af duer, hønsefugle, drosler og kragefugle, med duer som vigtigste byttedyr (Opdam *et al.* 1977, Looft & Busche 1981, Bijlsma *et al.* 1993, Bezzel *et al.* 1997, Olech 1997, Nielsen & Drachmann 1999a, Rutz 2004).

Problemet med at måle effekten af begrænsede føderesurser for generalister er, at de kan skifte til andre

arter, hvis bestanden af deres hovedbyttedyr falder/bryder sammen. Ud over kendskab til demografien for rovfuglen kræver det således også kendskab til hele fødespektret og ændringer i dette for at kunne undersøge fødebegrænsningens eventuelle indflydelse.

Her fremlægges data fra en langtidsundersøgelse af en duehøgebestand i Vendsyssel, som faldt kraftig efter 1994 pga. bekæmpelse i forbindelse med fasanudsætning (Drachmann & Nielsen 2002, J.T. Nielsen 2011). Men efter 2002, hvor bekæmpelsen var minimeret, voksede bestanden mod forventning ikke igen. Her undersøges, om der er en sammenhæng mellem fødeudbuddet, Duehøgens bestandsudvikling og dens reproduktion.

Materiale og metoder

Undersøgelsesområde

Duehøgebestanden i undersøgelsesområdet i Vendsyssel (2417 km²) er blevet undersøgt siden 1976 som et led i en langtidsundersøgelse af Duehøgens bestandsregulerende faktorer. I 1998 var andelen af skov i området 8,4 %, men det har siden været stigende pga. skovrejsning og var i 2013 på ca. 9,7 % (egne data). Området består af otte delområder (B1-8) inddelt efter landskabsform,

bonitet og skovtype. I parentes angives areal og skovprocent i 1998: (B1) Klitplantager på sandjord; statskov med langsomt groende nåletræer (347 km²; 17,8 %). (B2) Overvejende løvskov på bakket moræne; ekstensivt skovbrug (230 km²; 6,4 %). (B3) Nordlige del overvejende nåleskov på dårlig bonitet og sydlige del overvejende løvskov på god bonitet; ekstensivt skovbrug (231 km²; 6,6 %). (B4) Løvskov på hævet havbund (325 km²; 7,2 %). (B5) Hammer Bakker; bakket moræne med nåleskov; intensivt skovbrug (55 km²; 23,6 %). (B6) Jyske Ås; bakket morænelandskabe med nåleskov; intensive skovbrug (134 km²; 23,0 %). (B7) Y-formet ås; bakket morænelandskabe med nåleskov; intensive skovbrug (312 km²; 10,3 %). (B8) Åbent landbrugsland med spredte små plantager, sjældent over 25 ha; ekstensivt skovbrug (782 km²; 1,6 %). Skovene i delområde B2-8 var næsten alle privatejede (se Nielsen & Drachmann 1999b).

Beregning af tilgængelig biomasse

Da der ikke foreligger direkte undersøgelser af byttedyrenes bestandsstørrelser i undersøgelsesområdet, er der ud fra lokale bestandstætheder angivet i Grell (1998) og de årlige indekser baseret på DOF's punktællinger (Moshøj *et al.* 2017), samt vægten for de enkelte byttedyr beregnet et årligt biomasseindeks. For 38 ynglefugle, der er registreret med tilstrækkeligt materiale som byttedyr i yngleperioden for Duehøgen i undersøgelsesområdet, er ynglefugleindekset ganget med den lokale bestandstæthed, uddraget fra kortene i Grell (1998). Grundige analyser af fejlkilder i Grell (*op. cit.*) viser, at informationer ud fra systematiske punktællinger over tid kan vise troværdige årlige bestandsændringer i ynglefuglenes sammensætning (se også Millon *et al.* 2009). Dette lokale ynglefugleindeks er omregnet til et biomasseindeks ved multiplikation med vægten for arten, angivet i Snow & Perrins (1998). Biomasseindeksværdien for Tamdue *Columba livia domesticus* er beregnet ud fra De Danske Brevdueforeningers (DDB) årlige ringlister, hvori antallet af brevduer og årlige ungetillæg er angivet. Ved at interpolere data i listerne er den relative tæthed for Tamdue i undersøgelsesområdet i 1996 vurderet til 0,45 (se Appendiks 1 for at sammenligne med de øvrige arter) og vægten for et individ er sat til 400 g.

For at se, hvor udsatte de enkelte arter er for prædation fra Duehøgen, er et logaritmisk prædationsindeks (selektionsindeks) beregnet ved hjælp af \log_{10} (antal byttedyr) – \log_{10} (forventet antal byttedyr), hvor det forventede antal byttedyr er det samlede antal byttedyr ganget med populationstætheden for en given art divideret med summen af tætheden af alle arter. Prædationsindekset har værdien 0, hvis byttedyret bliver taget i forhold til dets bestandstæthed. En værdi på +1

indikerer en overrepræsentation med en faktor 10 i forhold til bestandstætheden, og en værdi -1 indikerer en underrepræsentation med en faktor 10.

Opgørelse af bestand og produktion

Samtlige potentielle ynglelokaliteter blev gennem søgt for yngleaktivitet hvert år i marts-maj. Som definition på et yngleforsøg er anvendt: Mindst et par registreret med påbegyndt rede eller udbedring af en gammel rede. I perioden 1977-2016 blev der registreret 114 forskellige ynglelokaliteter anvendt mellem en og 40 gange. Enkelte yngleforsøg blev først registreret det efterfølgende år, og der regnes med en årlig dækning på 95-100 % (Nielsen & Drachmann 1999b).

Hver lokalitet med yngleforsøg undersøges 3-5 gange årligt. Produktionen af unger registreres i forbindelse med ringmærkningen i juni, og under det sidste besøg i juli-august, 2-4 uger efter at ungerne har forladt reden, opgøres årets produktion af udføjne unger. Alle ungeproduktionstal er udføjne unger. Det samlede antal udføjne unger angiver produktiviteten de enkelte år. Det årlige antal Duehøge i juli måned beregnes som $2 \times$ antal ynglepar + antallet af udføjne unger. Dertil skal reelt lægges et antal ukendte ikke ynglende 2K- og 3K-fugle, som ikke er med i disse beregninger (for yderlig information om registrering af ynglebestand, se Nielsen & Drachmann 1999b).

Byttedyr

Under alle besøgene blev skovbunden og Duehøgens ædepladser scannet for føderester. Under ringmærkningen og under det sidste besøg efter ungerne har forladt reden, blev der også indsamlet føderester i reden.

Alle byttedyr blev noteret med art, køn og alder, plukkested og med et skøn for hvor gammelt plukket var. Der blev kun medtaget byttedyr, der vurderes at være under en måned gamle. Ubestemte arter blev indsamlet til senere identifikation (for yderlige oplysninger om byttedyrsindsamling og bias ved indsamlingsmetode, se Nielsen & Drachmann 1999a).

Ved biomasseberegningen er anvendt gennemsnit svægt for fugle angivet i Snow & Perrins (1998) og for pattedyr er Aulagnier *et al.* (2009) anvendt. Vægten af ikke fuldt udvoksede redeunger er sat til halvdelen af de fuldt udvoksede. Der blev ikke indsamlet byttedyr i 1987. Byttedyrene blev grupperet samt inddelt i vægtklasser for at se, om der var forandringer i vægtklasserfordelingen af Duehøgens byttedyr over tid.

Til at vise statistiske signifikante sammenhænge blev benyttet regressionser og F-test.

Resultater

Biomasseudvikling i Duehøgens byttedyr

Biomasseindekset for de 38 byttedyrsarter viste en polynomial trend med stigning frem til årtusindskiftet og derefter et fald ($r = 0,863$; $F = 53,8$; $df = 2,37$; $P < 0,0001$; Fig. 1). De 38 byttedyrsarter med de beregnede biomasseindekser udgjorde 91,8 % i antal og 89,7 % i biomassen af det samlede antal byttedyr.

For de otte hyppigste byttedyr, hver med mindst 3 % i antal og tilsammen henholdsvis 73,0 % af antallet og 69,8 % af biomassen, viste Ringdue *Columba palumbus*, Solsort *Turdus merula*, Husskade *Pica pica* og Krage *Corvus corone* en signifikant positiv lineær trend, mens Tamdue, Skovskade *Garrulus glandarius* og Hættemåge *Chroicocephalus ridibundus* viste en signifikant negativ lineær trend (Tab. 1). For Sangdrossel *Turdus philomelos* var trenden polynomial med et fald i bestanden i første halvdel af perioden efterfulgt af en stigning i sidste halvdel ($r = 0,549$; $F = 8,0$; $df = 2,37$; $P = 0,001$).

Ringdue og Tamdue, som var de to vigtigste byttedyr for Duehøgen med henholdsvis 19,0 % og 16,8 % i antal og 28,6 % og 20,3 % i vægt, viste størst udsving i

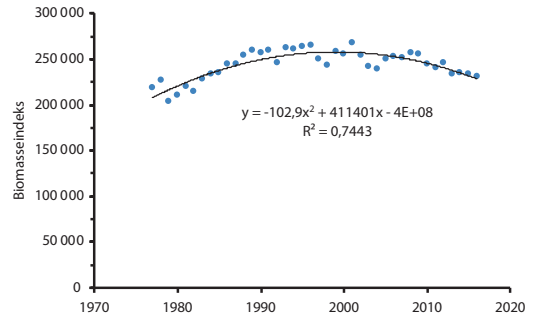


Fig. 1. Det samlede beregnede biomasseindeks for 38 byttedyr (fugle) i undersøgelsesområdet Vendsyssel 1977-2016 (for beregning se teksten).

Total estimated biomass index for 38 prey species (birds) in the study area in Vendsyssel 1977-2016 (see summary text for calculation of biomass index)

perioden. Først faldt ringduebestanden, og tamduebestanden steg, men fra midt i 1980'erne begyndte tamduebestanden at falde, og ringduebestanden steg næsten uafbrudt. I begyndelsen komstærkede stigningen

Tab. 1. Populationsudviklingen og fordelingen for Duehøgens otte vigtigste byttedyr (> 3 % i antal; $N = 34645$) i undersøgelsesområdet Vendsyssel 1977-2016 (ingen byttedyr i 1987). Populationsudviklingen for Sangdrossel var polynomial, de øvrige lineære. Rækkefølgen i byttedyrsarterne er arrangeret efter deres antal i Duehøgens byttedyr. Bestandsudviklingen er beregnet ud fra DOF-punkttællinger i perioden 1977-2016, Tamdue ud fra DDB-ringlister (se teksten). Variationen i fordeling af antal og biomasse for Duehøgens byttedyr er angivet i (). Prædationsindekset (\log_{10}) angiver, hvor ofte arten præderes i forhold til artens hyppighed (se teksten for beregning). *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$.

Population development and distribution of the eight most important Goshawk prey species (> 3% in numbers; $N = 34645$) in the study area in Vendsyssel 1977-2016 (no data available for 1987). The population trend for Song Thrush was polynomial, while the others were linear. The order of prey species is organized according to their frequency among all recorded prey items, with the most frequent species first. The population trends of avian prey species were based on DOF point counts from 1977 to 2016, while the trend for Domestic Pigeon was based on homing pigeon ring data. The variation in distribution of numbers and biomass for the different prey species is in brackets. Predation index (\log_{10}) indicates how often a given species was predated relative to its abundance (see text for calculation). *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$.

Populations-trend 1977-2016 Population trend 1977-2016	Andel af Duehøgens byttedyr 1977-2016 Distribution of Goshawk prey species 1977-2016					
	r	Koefficient (SE) Coefficient (SE)	Antal (%) Number (%)	Biomasse (%) Biomass	Rank Rank Rank biomass	Prædations- indeks Log ₁₀ Predation index
Ringdue <i>Columba palumbus</i>	0,915	1,62 (0,12)***	19,04 (6,6-29,4)	28,59 (10,0-43,0)	1	0,54
Tamdue <i>Columba livia domesticus</i>	-0,759	-1,65 (0,23)***	16,75 (3,7-37,2)	20,35 (4,5-44,0)	2	0,79
Skovskade <i>Garrulus glandarius</i>	-0,559 ¹	-5,56 (1,46)***	10,29 (6,2-17,7)	4,94 (2,6-8,7)	4	1,38
Solsort <i>Turdus merula</i>	0,532	0,57 (0,15)***	9,49 (1,3-15,6)	2,68 (0,3-4,5)	10	0,17
Husskade <i>Pica pica</i>	0,334	0,30 (0,14)*	6,57 (3,9-9,9)	4,58 (2,5-7,5)	6	0,43
Sangdrossel <i>Turdus philomelos</i>	0,549 ²	0,06 (0,01)**	4,04 (0,9-11,0)	0,90 (0,1-2,5)	13	0,67
Hættemåge <i>Chroicocephalus ridibundus</i>	-0,832	-2,90 (0,28)***	3,33 (0,1-8,6)	2,84 (0,1-8,6)	9	0,34
Krage <i>Corvus corone</i>	0,679	0,61 (0,11)***	2,98 (1,8-10,8)	4,81 (0,7-10,6)	5	-0,21

¹ Fra 1983-2016, ² polynomial fordeling ¹ From 1983-2016, ² polynomial distribution

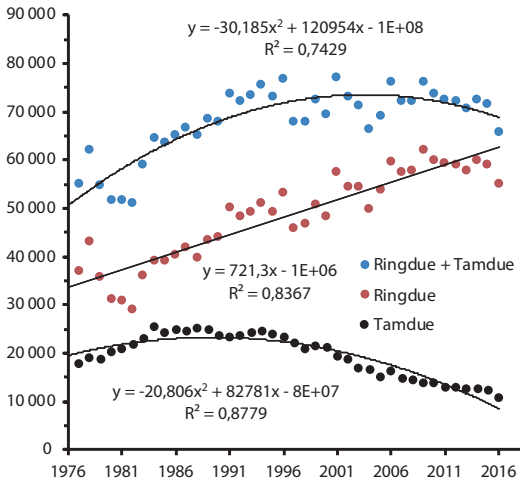


Fig. 2. Udviklingen i biomasseindekset for Ringdue *Columba palumbus* og Tamdue *Columba liva domesticus* i undersøgelsesområdet Vendsyssel 1977-2016. Biomass index for Wood Pigeon *Columba palumbus* and Domestic Pigeon *Columba liva domesticus* in the study area in Vendsyssel 1977-2016.

i ringduebestanden tamduebestandens fald, men fra omkring år 2000 begyndte den samlede biomasse for de to arter at falde (Fig. 2).

Prædationsindekssværdierne viste, at Duehøgens byttevalg ikke er tilfældigt. Der var præference for bestemte arter, hvor de vigtigste (indekssværdier) var Skovskade (1,38), Agerhøne *Perdix perdix* (1,01), Tamdue (0,79), Misteldrossel *Turdus viscivorus* (0,74), Sangdrossel (0,67) og Ringdue (0,54) (Appendiks 1).

Potentielle byttedyr som Sølvmåge *Larus argentatus*, Krage og Råge *Corvus frugilegus* viste alle betydelige stigende bestande i undersøgelsesperioden, men prædationsindekssværdier på henholdsvis -0,38, -0,21 og -0,30 viste, at disse arter ikke var så profitable for Duehøgen.

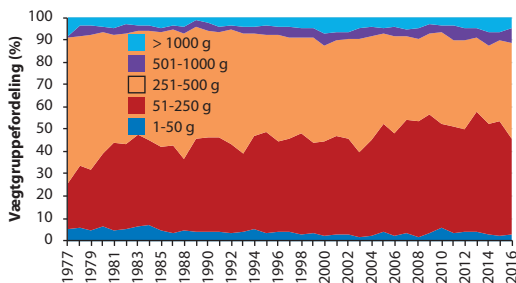


Fig. 3. Den årlige vægtgruppedeling for Duehøgens byttedyr i perioden 1977-2016 (-1987). Annual weight class distribution of Goshawk prey species in the period 1977-2016 (-1987).

Byttedyrssammensætning i perioden 1977-2016

Der blev i alt indsamlet 34645 byttedyr med et årligt gennemsnit (SD) på 888 (296). Vægtinddelingen viste, at de foretrukne byttedyr som Ringdue, Tamdue, Skovskade, Solsort, Husskade og Sangdrossel lå mellem 51 og 500 g og udgjorde i alt 88,4 % af antallet og 76,8 % af biomassen. Byttedyr under 50 g udgjorde 3,8 % (0,4 % i biomasse), og byttedyr over 500 g udgjorde 7,8 % (22,8 i biomasse). Der var et signifikant fald i byttedyr i vægtklassen 251-500 g i undersøgelsesperioden (b(SE): -0,52(0,05); $F = 99,7$; $df = 37$; $P < 0,0001$) og en signifikant stigning i byttedyr i vægtklassen 51-250 (b(SE): 0,50(0,06); $F = 75,9$; $df = 37$; $P < 0,0001$; Fig. 3).

Artsgruppedelingen af Duehøgens byttedyr fluktuerede en del gennem undersøgelsesperioden (Fig. 4). Antallet af duer faldt således drastisk ($F = 87,7$; $df = 38$; $P < 0,001$), mens andelen af måger først steg, men fra sidst i 1980'erne faldt andelen kontinuerligt (polynomiale fordeling $F = 26,5$; $df = 38$; $P < 0,001$). Andelen af drossler-stære-lærker var stærkt stigende ($F = 49,4$; $df = 38$; $p < 0,001$), hvorimod kragefuglene kun viste en svag lineær stigende tendens ($F = 6,0$; $df = 38$; $p = 0,02$). Hønsefugle viste ingen samlet trend ($F = 0,0002$; $df = 38$; $P = 0,989$), men efter sammenbrud i agerhønebestanden og en nedgang i fasanusindelingen (egne data) ser hønsefuglenes andel ud til at have været faldende siden årtusindskiftet. Den polynomiale kurve for pattedyr skyldes sammenbruddet i egernbestanden *Sciurus vulgaris* sidst i 1970'erne og en kontinuerlig nedgang i harebestanden *Lepus europaeus*. Efter årtusindskiftet steg egernbestanden kraftigt igen, hvilket var den væsentlige årsag til stigningen i andelen af pattedyr (egne data; $F = 13,0$; $df = 38$; $P < 0,001$).

Byttedyrsfordelingen af de otte hyppigste byttedyr i Vendsyssel i perioden 1977-2016 viste en signifikant positiv lineær trend for fem af arterne (Ringdue, Skovskade, Solsort, Sangdrossel og Krage) og en negativ lineær trend for de andre tre arter (Tamdue, Husskade og Hættemåge), mens Husskade ikke var signifikant (Tab. 2; se også Tab. 1).

Sammenfaldet mellem udviklingen i bestandsindekset og andelen i byttedyr for de otte hyppigste arter var signifikant for syv af arterne. Kun Skovskade viste ingen sammenfald (Tab. 3).

Udvikling i ynglebestand og produktion

Duehøgebestanden voksede kontinuerligt fra 31 par i 1977 til et maksimum på 72 par i 1994, hvorefter kurven knækkede, og bestanden faldt kontinuerligt til 32 par i 2011. Efterfølgende steg bestanden langsomt igen til 46 par i 2016 (lineær regression 1977-1993: $r = 0,915$; $F = 77,0$; $df = 15$; $P < 0,0001$. Lineær regression 1995-2016: $r = 0,818$; $F = 40,4$; $df = 20$; $P < 0,0001$; toppunktet 1994

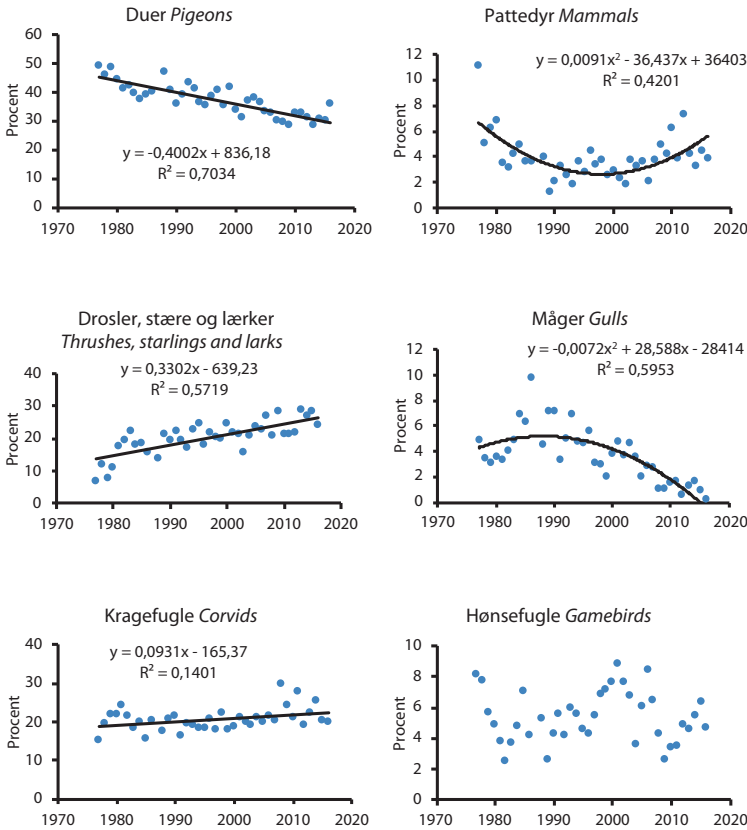


Fig. 4. Årlig gruppefordeling af Duehøgens byttedyr i yngletiden i undersøgelsesområdet Vendsyssel 1977-2016 (-1987). Annual distribution (%) of the main Goshawk prey species during the breeding season in Vendsyssel 1977-2016 (-1987).

ikke medregnet; Fig. 5). Det samlede antal Duehøge (2 × antal ynglepar + antal udflyjende unger) i juli steg fra 5,3/100 km² i 1977-78 til 11,5/100 km² i 1994-95 for derefter at falde til 5,0/100 km² i 2013-14 (Fig. 5).

Den samlede årlige ungeproduktion var stærkt positivt korreleret med bestandsstørrelsen ($r = 0,807$; $F = 71,0$; $df = 38$; $P < 0,0001$; Fig. 5).

Der var en signifikant sammenhæng mellem bestandsudviklingen og det gennemsnitlige antal unger/

par; jo større bestandsstigning jo lavere ungeproduktion ($b = (SE) -0,032 (0,01)$; $F = 7,9$; $df = 37$; $P = 0,008$). Der var også en signifikant sammenhæng mellem bestandsudviklingen og andelen af mislykkede yngleforsøg; jo større bestandsstigning jo flere 0-kuld ($b(SE) = 0,83 (0,33)$; $F = 6,3$; $df = 37$; $P = 0,017$).

Den gennemsnitlige produktion (SD) af æg og unger var i perioden 1977-97 stabil (gennemsnitlige antal æg/kuld 3,02 (0,65; $N = 654$); gennemsnitlig antal unger/

Tab. 2. Regression af den årlige andel af de otte vigtigste byttedyr mod år 1977-2016 (-1987). Regression of the annual proportion of the eight most frequent prey species against year 1977-2016 (-1987).

	r	Koefficient (±SE)	F	P
Ringdue <i>Columba palumbus</i>	0,796	0,38 (0,05)	63,8	<0,0001
Tamdue <i>Culumba liva domesticus</i>	-0,950	-0,79 (0,04)	345,1	<0,0001
Skovskade <i>Garrulus glandarius</i>	0,383	0,08 (0,03)	6,4	=0,016
Solsort <i>Turdus merula</i>	0,861	0,25 (0,02)	105,7	<0,0001
Husskade <i>Pica pica</i>	-0,298	-0,04 (0,02)	3,6	=0,065
Sangdrossel <i>Turdus philomelos</i>	0,745	0,16 (0,02)	46,2	<0,0001
Hættemåge <i>Chroicocephalus ridibundus</i>	-0,575	-0,10 (0,02)	18,3	=0,0001
Krage <i>Corvus corone</i>	0,652	0,07 (0,01)	27,4	<0,0001

Tab. 3. Regression mellem det årlige biomasseindeks og andelen i byttedyr hos Duehøgen 1977-2016 (-1987).
Regression of annual biomass index against proportion of Goshawk prey species during 1977-2016 (-1987).

	r	Koefficient (±SE)	F	P
Ringdue <i>Columba palumbus</i>	0,825	1374,6 (154,6)	79,0	<0,0001
Tamdue <i>Culumba liva domesticus</i>	0,633	293,6 (59,1)	24,7	<0,0001
Skovskade <i>Garrulus glandarius</i>	-0,056	-2,8 (8,3)	0,1	=0,735
Solsort <i>Turdus merula</i>	0,602	218,0 (47,5)	21,1	<0,0001
Husskade <i>Pica pica</i>	0,357	244,7 (105,3)	5,4	=0,026
Sangdrossel <i>Turdus philomelos</i>	0,382	20,2 (8,0)	6,3	=0,016
Hættemåge <i>Chroicocephalus ridibundus</i>	0,585	804,0 (183,4)	19,2	<0,0001
Krage <i>Corvus corone</i>	0,392	1475,5 (569,7)	6,7	=0,014

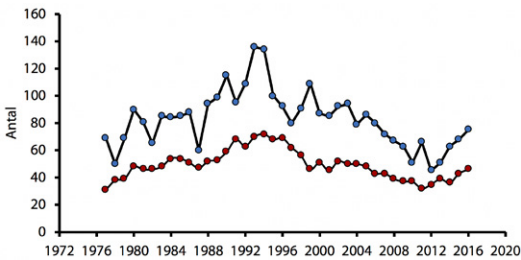


Fig. 5. Duehøgens bestandsudvikling (antal par; rød) og ungeproduktion (udfløjne unger; blå) i undersøgelsesområdet i Vendsyssel 1977-2016.

Goshawk population development (number of breeding pairs; red) and reproduction (fledged young; blue) in the study area in Vendsyssel 1977-2016.

kuld 1,64 (1,41; N = 1079); gennemsnitlig antal unger/kuld med mindst en unge 2,57 (0,86; N = 688), men i perioden fra 1998 til 2016 var alle tre produktionstal signifikant faldende (gennemsnitlig antal æg/kuld: b (SE) = -0,023(0,006); F = 17,4; df = 17; P = 0,0006. Gennemsnitlig antal unger/kuld: b (SE) = -0,020 (0,010); F = 4,3; df = 17; P = 0,053. Gennemsnitlig antal unger/kuld med mindst en unge: b (SE) = -0,020 (0,008); F = 9,1; df = 17; P = 0,008; Fig. 6).

Fødeudbud, bestand og produktion

Duehøgens bestandsudvikling var positivt korreleret med udviklingen i biomasseindekset for de 38 ynglende byttedyr (r = 0,479; F = 11,3; df = 38; P = 0,002). Den samlede ungeproduktion var også positivt korreleret med biomasseindekset (r = 0,455; F = 9,9; df = 38; P = 0,003). Der var ingen sammenhæng mellem biomasseindekset og de gennemsnitlige produktionsdata eller med den årlige andel af 0-kuld.

Andelen af byttedyr i vægtgruppen 251-500 var positivt korreleret med det gennemsnitlige antal æg/kuld (b (SE) = 0,02 (0,07); F = 6,6; df = 36; P = 0,01), og det årlige gennemsnitlige antal unger/par var positivt kor-

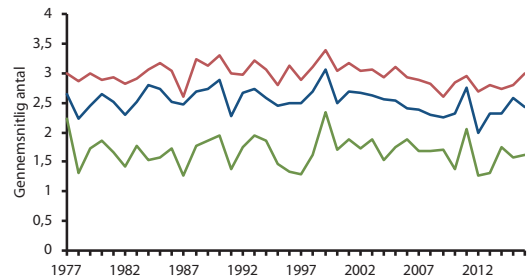


Fig. 6. Årlige gennemsnitlige produktionsdata for Duehøg i undersøgelsesområdet Vendsyssel 1977-2016. Rød: gennemsnitligt antal æg/kuld; blå: gennemsnitligt antal udflyjne unger/par med mindst en udflyjning unge; og grøn: gennemsnitligt antal udflyjning unge/par.

Annual mean reproductive success of the Goshawk in the study area in Vendsyssel 1977-2016. Red: mean number of eggs/clutch; blue: mean number of fledged young per pair with at least one fledged young; green: mean number of fledged young/pair.

releret med andelen af byttedyr i vægtgruppen 251-500 (r = 0,326; F = 4,4; df = 37; P = 0,04). Jo højere andel af byttedyr i vægtgruppe 251-500 g des større produktion.

Diskussion

Her fremlægges for første gang i Danmark data for Duehøgens bestandstørrelse i forhold til fødeudbuddet, og der fremlægges beregnede bestandsdata for byttedyrsarter, som udgør over 90 % af Duehøgens byttedyr i yngletiden. Undersøgelsen viste, at der i perioden 1977-2016 var store ændringer i de enkelte byttedyrs bestandsstørrelser (Fig. 1, 2 og Tab. 1), og at det samlede biomasseindeks for 38 byttedyrsarter var signifikant korreleret med udviklingen i duehøgebestanden. I syv ud af otte tilfælde var byttedyrenes andel i føden hos Duehøgen sammenfaldende med deres andel i de enkelte byttedyrs bestandsstørrelse. Fremgang resulterede således i øgede andele blandt Duehøgens byttedyr, og tilbagegang resulterede tilsvarende i en formindsket andel blandt Duehøgens byttedyr. Fra 1977 til



I begyndelsen skyldtes nedgangen i duehøgebestanden i Vendsyssel ulovlig bekæmpelse, men siden er det tilsyneladende nedgange blandt byttedyrene, der har været hovedårsagen. Foto: John Larsen.

1994 steg duehøgebestanden med 232 % for derefter at falde til næsten samme niveau som sidst i 1970'erne, og bestandsstigningen var sammenfaldende med en stigning i det samlede fødeudbud, ligesom den også faldt igen med faldende fødeudbud (Fig. 1 og 5).

Fra udenlandske undersøgelser vides, at mængden af føde er en af de vigtigste regulerende faktorer i rovfugles bestandsudvikling (Newton 1998, 2003), og analysen af duehøgebestanden i Vendsyssel viser i overensstemmelse hermed, at fødemangel de senere årtier kan være en væsentlig forklaring på Duehøgens bestandsudvikling i området. De sidste 15 års faldende kuld størrelse for par, der producerer mindst en unge, indikerer også fødemangel. Andelen af store kuld (4 unger) faldt fra 8,1 % i perioden 1977-2001 til 4,2 % i perioden 2002-16, og i 2007, 2008, 2010 og 2012 var der som de eneste år ingen 4-kuld.

Biomasseindekset for Fasan viste en signifikant negativ trend, men jagtudbyttet for Fasaner i Nordjylland viste en stærk stigning i antallet af nedlagte Fasaner frem til midten af 00'erne. I perioden 1994-2005 var der en stigende og stor fasanudsætning i store dele af undersøgelsesområdet, men efter 2005 har fasanudsæt-

ningen været faldende (se J.T. Nielsen 2011). Uden for områder med fasanudsætning var fasanbestanden dog faldende i hele perioden (egne data sammenfaldende med DOF's punktællinger).

Byttedyrenes bestandsændringer antages at være relateret til især klimaforandringer og omlægninger i landbruget (Moshøj *et al.* 2017). Nedgangen i tamduebestanden skyldes ændringer i landbruget (EU-krav til renlighed i produktionsapparatet) og en generel nedgang i brevduesporten (Nielsen 1998).

Duer udgør den væsentligste del af Duehøgens byttedyr i det centrale Europa, og andelen af duer i byttedyrene spiller en stor rolle for bestand og reproduktion (Kenward 2006, Rutz & Bijlsma 2006, Rutz *et al.* 2007, Herfindal *et al.* 2015). Faldet i tamduebestanden var sandsynligvis større end angivet, idet indeksværdierne kun er beregnet ud fra tilgængelige brevduedata. I 1970'erne var der ud over brevduerne mange 'bondeduer' rundt omkring på gårdene, men i takt med at duehøgebestanden voksede, reducerede Duehøgene bestanden, og i løbet af 1980'erne var disse 'bondeduer' stort set forsvundet (Nielsen 1998, egne data).

Den samlede frem- og tilbagegang for de angivne

arter viste, at nedgang for en art ikke kompenserede af fremgang for en anden, og samlet set var den relevante biomasse faldende efter årtusindskiftet (Fig. 1).

Duehøgen regnes for generalist og opportunistisk i sit fødevalg, idet den fokuserer på byttedyr, der er almindelige, profitable og til at fange. Falder eller forsvinder en bestand, skiftes over til andre arter i byttedyrsspektret (Kenward 2006, Rutz *et al.* 2007). Men selvom potentielle byttedyr var almindelige eller viste voksende bestande, viste prædationsindekset, at det ikke var ensbetydende med, at Duehøgen udnyttede disse arter. Et par eksempler var potentielle byttedyr som Krage, Råge og især Sølvmåge, som viste stærkt stigende bestande (Moshøj *et al.* 2017; Appendix 1).

Så selv om Duehøgen regnes for opportunistisk, var der stadig arter, som blev foretrukket, og andre som blev mere eller mindre ignoreret. Nyere undersøgelser viser, at forskellige arter har udviklet forskellige forsvarsmekanismer, strategier og adfærd, som dæmper op for prædation (se fx Møller & Nielsen 2006, 2010, Møller *et al.* 2006, 2011). Det er derfor ikke alle arter, der er lige lette at fange, selvom de har en stor bestandstæthed og ligger inden for Duehøgens kapacitet.

Den primære årsag til det faldende fødeudbud var især et kollaps i tamdue-, hættemåge-, agerhøne- og stæreb Bestandene, men også nedgangen i skovskade- og lokalt også i fasanbestanden bidrog antagelig væsentligt til nedgangen. Reproduktionen hos Ringdue spiller også en stor rolle for Duehøgen (Herfindal *et al.* 2015). Klimaforandringerne gør, at Ringduerne nu næsten yngler året rundt og ikke som tidligere, hvor vinteren begrænsede længden på ynglesæsonen. Dette medfører, at mængden af Ringdueunger ikke kommer i bølger, som tidligere ofte var sammenfaldende med Duehøgens ungefodringsstid. I de sidste 10 år har der desuden været mange kolde og våde maj-måneder, hvor mange Ringdueunger døde (egne data).

Effektivisering i landbruget og nedpløjningen af brakmarker (82000 ha blev nedpløjet i 2007-08) kan have sat sine spor i landbrugslandets fuglebestande. De sidste 40 år – og især efter årtusindskiftet – er landbrugslandets fugle gået tilbage med 41 %, mens skovfuglene i samme perioden er gået frem med 2 % (Heldbjerg *et al.* 2014, Moshøj *et al.* 2017). Den største tilbagegang i duehøgebestanden er netop sket i delområde B8, som hovedsagelig er åbent landbrugsland med enkelte småplantager (se Nielsen og Drachmann 1999b); her faldt bestanden fra 16 par i 1994 til bare et par i 2013-16.

Skovbruget har også ændret sig. I de sidste 20 år er omdriftstiden formindsket, hvilket indebærer, at egnede redehabitater for Duehøgen ikke står så længe som tidligere. Dette betyder, at der oftere skal skiftes redebevoksning og bygges nye reder pga. fældninger. Ændrin-

gerne har dog ikke hidtil medført, at der har været mangel på egnede redehabitater i undersøgelsesområdet.

Andre faktorer har også haft indflydelse på duehøgebestandens udvikling i perioden. Ulovlig bekæmpelse i forbindelse med fasanudsætning i perioden 1994-2001 medførte en brat nedgang i bestanden, idet ynglefugle direkte blev bekæmpet på ynglepladserne, og en stor del af ungeproduktionen blev fanget og aflivet ved fasanudsætningspladserne i august-oktober (Nielsen & Drachmann 1999b, Drachmann & Nielsen 2002, J.T. Nielsen 2011). Men modsat forventningerne fortsatte duehøgebestanden med at falde, efter at bekæmpelsen blev begrænset, hvilket altså kan skyldes fødemangel. Duehøgebestanden er dog steget lidt de sidste par år i perioden, uden at fødemængden tilsyneladende forøges.

Tak

Der skal rettes en tak til alle skovejere i området, som har givet tilladelse til at arbejde i deres skove. DOF's Videnskabelige Udvalg, SAS-Fonden, WWF Verdensnaturfonden og Aage V. Jensens Fond takkes for igennem flere år at have ydet økonomisk støtte til arbejdet. Tak til Marta Yepes, Hans Christophersen, Tscherning Clausen og to anonyme referees for hjælp med udarbejdelse og forbedring af artiklen. En særlig tak til Jan Drachmann og Hans Meltofte for kritisk revision af manuskriptet, samt hjælp med engelsk oversættelse, som Nick Quist Nathaniels venligst tjekkede.

Summary

Effect of food resources on population size and reproduction of Northern Goshawk *Accipiter gentilis* in Vendsyssel, Denmark 1977-2016

The Goshawk population in an area of 2417 km² in Vendsyssel, Denmark, was studied during 1977-2016. The population size increased from 31 breeding pairs in 1977 to 72 pairs in the early 1990s, after which the population started to decline (Fig. 5). The population decline during the 1990s was mainly due to illegal persecution, yet after illegal persecution was reduced during the 2000s, the population size continued to decline. The mean reproductive output was stable during 1977-1997, but then also started to decline (Fig. 6).

The Goshawk is a generalist predator feeding on the most available and profitable prey species, which in Vendsyssel mainly were pigeons, corvids and thrushes. In this study I investigated whether the observed decline in population size and average reproductive output could be due to reduced Goshawk prey availability.

Based on estimated local population density and prey body mass, an annual biomass index was calculated for 38 common prey species (contributing 92% of the numbers and 90% of the biomass, respectively, of Goshawk prey).

During the study period, remains from 34645 Goshawk prey individuals were collected during the breeding season, and the annual distribution of the main prey groups are shown in Fig. 4.

Tab. 1 shows the population trends for the most common prey species. The proportion of prey species weighing 251-500 g declined during the study period, while the proportion of prey species weighing 51-250 g increased (Fig. 3).

The biomass index of the 38 prey species was positively correlated with the annual Goshawk population size and the total annual production of young. A reduction in the local numbers of especially Domestic Pigeons *Columba livia domestica*, Black-headed Gulls *Chroicocephalus ridibundus*, Grey Partridges *Perdix perdix*, Common Starlings *Sturnus vulgaris* and Eurasian Jays *Garrulus glandarius* had a marked negative effect on Goshawk population size and reproduction.

Referencer

- Aulagnier, S., P. Haffner, A.J. Mitchell-Jones, F. Moutou & J. Zima 2009: Mammals of Europe, North Africa and the Middle East. – A & C Black Publishers, London.
- Bezzel, E., R. Rust & W. Kechel 1997: Nahrungswahl südbayerischer Habicht *Accipiter gentilis* Während der Brutzeit. – Orn. Anz. 36: 19-30.
- Bijlsma, R., A.M. Blomert, W. van Manen & M. Quist 1993: Ecologische Atlas van de Nederlandse Roofvogels. – Schuyt & Co., Haarlem.
- Drachmann, J. & J.T. Nielsen 2002: Danske duehøges populationsøkologi og forvaltning. – Faglig rapport fra DMU nr. 398.
- Grell, M.B. 1998: Fuglenes Danmark. – Gad, København.
- Heldbjerg, H., N. Brandtberg & M.F. Jørgensen 2014: Overvågning af de almindelige fuglearter i Danmark 1975-2013. – Dansk Ornitologisk Forening.
- Herfindal, I., M. van de Pol, J.T. Nielsen, B.-E. Sæther & A.P. Møller 2015: Climatic conditions cause complex patterns of covariation between demographic traits in a long-lived raptor. – J. Anim. Ecol. 84: 702-711.
- Kenward, R.E. 2006: The Goshawk. – T. & A.D. Poyser, London.
- Korpimäki, E. & K. Norrdahl 1991: Numerical and functional responses of Kestrels, Short-eared Owls and Long-eared Owls to vole densities. – Ecology 72: 814-826.
- Lehikoinen, A., A. Lindén, P. Byholm, E. Ranta, P. Saurola *et al.* 2013: Impact of climate change and prey abundance on nesting success of a top predator, the goshawk. – Oecologia 171: 283-293.
- Loof, V. & G. Busche 1981: Die Vögel Schleswig-Holsteins. Greifvögel. – Karl Wachholtz Verlag, Neumünster.
- Millon, A., J.T. Nielsen, V. Bretagnolle & A.P. Møller 2009: Predator-prey relationships in a changing environment: the case of the Sparrowhawk and its avian prey community in a rural area. – J. Anim. Ecol. 78: 1086-1095.
- Moshøj, C.M., D.P. Eskildsen, T. Nyegaard, M.F. Jørgensen & T. Vikstrøm 2017: Overvågning af de almindelige fuglearter i Danmark 1975-2017. – Dansk Ornitologisk Forening.
- Møller, A.P. & J.T. Nielsen 2006: Prey vulnerability in relation to sexual coloration of prey. – Behav. Ecol. Sociobiol. 60: 227-233.
- Møller, A.P. & J.T. Nielsen 2010: Fear screams and adaptation to avoid imminent death: effects of genetic variation and predation. – Ethol. Ecol. Evol. 22: 1-20.
- Møller, A.P., J.T. Nielsen & J. Erritzøe 2006: Losing the last feather: feather loss as an antipredator adaptation in birds. – Behav. Ecol. 17: 1046-1056.
- Møller, A.P., J.M. Peralta-Sánchez, J.T. Nielsen, E. López-Hernández & J.J. Soler 2011: Goshawk prey have more bacteria than non-prey. – J. Anim. Ecol. 81: 403-410.
- Newton, I. 1979: Population Ecology of Raptors. – T. & A.D. Poyser, London.
- Newton, I. 1998: Population Limitation in Birds. – Academic Press, London.
- Newton, I. 2003: The role of natural factors in the limitation of bird of prey numbers: a brief review of the evidence. Pp. 5-23 i: D.B.A. Thompson, S.M. Redpath, A.H. Fielding, M. Marquiss & C.A. Galbraith (red.): Birds of prey in a changing environment. – Scottish Natural Heritage/The Stationary Office, Edinburgh.
- Nielsen, J.T. 1998: Duehøgens *Accipiter gentilis* prædation på brevduer i Vendsyssel. – Dansk Orn. Foren. Tidsskr. 92: 327-332.
- Nielsen, J.T. 2011: Duehøge *Accipiter gentilis* og fasanudsætning: et forsøg med fangst og flytning af Duehøge ved fasanudsætningspladser i Vendsyssel 1998-2009. – Dansk Orn. Foren. Tidsskr. 105: 167-178.
- Nielsen, Ó.K. 2011: Gyrfalcon population and reproduction in relation to Rock Ptarmigan numbers in Iceland. Pp. 21-48 i: R.T. Watson, T.J. Cade, M. Fuller, G. Hunt & E. Potapov (red.): Gyrfalcons and Ptarmigan in a Changing World. Vol. II. – The Peregrine Fund, Boise.
- Nielsen, J.T. & J. Drachmann 1999a: Prey selection of Goshawks *Accipiter gentilis* during the breeding season in Vendsyssel, Denmark. – Dansk Orn. Foren. Tidsskr. 93: 85-90.
- Nielsen, J.T. & J. Drachmann 1999b: Development and productivity in a Danish Goshawk *Accipiter gentilis* population. – Dansk Orn. Foren. Tidsskr. 93: 153-161.
- Nielsen J.T. & A.P. Møller 2006: Effects of food abundance, density and climate change on reproduction in the sparrowhawk *Accipiter nisus*. – Oecologia 149: 505-518.
- Olech, B. 1997: Diet of the Goshawk *Accipiter gentilis* in Kampinoski National Park (Central Poland). – Acta Ornithol. 32: 191-200.
- Opdam, P., J. Thissen, P. Verschuren & G. Müskens 1977: Feeding ecology of a population of Goshawk *Accipiter gentilis*. – J. Orn. 118: 35-51.
- Rutz, C. 2004: Breeding season diet of Northern Goshawks *Accipiter gentilis* in the city of Hamburg, Germany. – Corax 19: 311-322 (på tysk, med engelsk resumé).
- Rutz, C. & R. Bijlsma 2006: Food-limitation in a generalist predator. – Proc. R. Soc. B. 273: 2069-2076.
- Rutz, C., R.G. Bijlsam, M. Marquiss & R.E. Kenward 2007: Population limitation in the Northern Goshawk in Europe: A review with case studies. – Stud. Avian Biol. 31: 158-197.
- Snow, D.W. & C.M. Perrins 1998: The birds of the Western Palearctic, Concise Edition, Vol. 1 & 2. – Oxford University Press.
- Tornberg, R., A. Lindén, P. Byholm, E. Ranta, J. Valkama *et al.* 2013: Coupling in goshawk and grouse population dynamics in Finland. – Oecologia 171: 863-872.
- Weber, M. 2001: Untersuchungen zu Greifvogelbestand, Habitatstruktur und Habitatveränderung in ausgewählten Gebieten von Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern. – Phd thesis. Universität Halle.

Appendiks 1: <http://pub.dof.dk/link/dof/doft/2019/4.1.appendiks1>

Forfatterens adresse

Espedal 4, 9870 Sindal (jtgossph@mydsl.dk)