

# En kvantitativ analyse af diversiteten af ynglefugle i potentielle danske nationalparker

ANNE-METTE HØEG ANDERSEN, NINA OTTESEN & CHARLOTTE ROSENBLAD RALUND



*(With a summary in English: A quantitative analysis of the diversity of breeding birds in potential Danish national parks)*

## Indledning

I november 2001 fremlagde Wilhjelmudvalget rapporten *En rig natur i et rigt samfund*. Formålet med rapporten var at danne grundlag for en national handlingsplan for biologisk mangfoldighed og naturbeskyttelse (Wilhjelmudvalget 2001). Blandt anbefalingerne var bl.a., at den eksisterende naturforvaltning skulle suppleres med en strategi, der fokuserede på "større sammenhængende naturområder". Disse naturområder blev senere, af den danske regering, betegnet som nationalparker, hvorefter debatten om vigtigheden af større naturområder i Danmark blev til en debat om nationalparker.

Regeringen fulgte op på udvalgets anbefalinger ved i 2004 at udarbejde en *Handlingsplan for biologisk mangfoldighed og naturbeskyttelse i Danmark 2004-2009* (Regeringen 2004). Ifølge handlingsplanen er formålet med at etablere nationalparker i Danmark "at styrke naturen og dens muligheder for udvikling i større, sammenhængende områder, herunder at bevare biodiversiteten, landskaberne og de kulturhistoriske værdier. Områderne skal repræsentere forskellige typiske danske natur- og landskabstyper, forbedre dyre- og plantelivet og dets spredningsmuligheder, sikre naturens dynamik og økosystemernes processer og være attraktive

mål med unikke naturoplevelser for befolkningen og turister" (Regeringen 2004). På længere sigt var målet med handlingsplanen at standse tabet af biodiversitet senest i år 2010, hvilket Danmark havde forpligtet sig til i henhold til Biodiversitetskonventionen og EUs opfølgning på denne (United Nations Environment Programme 2002, Europaparlamentet og Rådet for den Europæiske Union 2002).

I 2005 udarbejdede en række forskere fra Center for Makroøkologi, Københavns Universitet en rapport over biodiversiteten i Danmark set i sammenhæng med de mange forslag til nationalparker, der fremkom fra forskellig side, herunder specielt syv pilotområder, som blev udpeget af regeringen (Petersen et al. 2005). Rapporten var baseret på landsdækkende udbredelsesdata for 1008 danske ynglearter (omfattende alle ynglende pattedyr, fugle, krybdyr og padder samt et stort antal insekter (inkl. alle dagsommerfugle) og et mindre antal plantearter (inkl. alle orkideer)), samt på informationer om udbredelsen af naturtyper og rekreative værdier. Rapporten konkluderede, at ingen af de syv pilotområder var blandt de højest prioriterede mht. at repræsentere flest mulige danske arter, samt at det var nødvendigt at inddrage flere og andre områder, hvis nationalparker i Danmark skulle bidrage markant til det officielle hovedformål: Sikring af dansk biodiversitet (Petersen et al. 2005). I modsætning til rapportens hovedkonklusioner blev det antydnet, at fuglene adskilte sig fra de øvrige organismegrupper ved at være relativt godt repræsenterede i de syv pilotområder.

I 2008 blev antallet af planlagte nationalparker reduceret til fem, idet tre af de oprindelige syv pilotområder blev forkastet og et alternativt område udpeget. I 2008 blev Danmarks første nationalpark indviet i Thy, efterfulgt af Mols Bjerge i 2009 og Vadehavet i 2010. Skæbnen for de to sidste nationalparker, Kongernes Nordsjælland og Skjern Å, er i øjeblikket uafklaret.

På baggrund af formodningen om, at fuglene, modsat de øvrige artsgrupper undersøgt i Petersen et al. (2005) var godt repræsenterede i de oprindelige syv pilotområder, præsenteres her en netværksanalyse med fokus alene på fugle-datasættet. Analysen tager udgangspunkt i, hvor effektivt netværket af de syv pilotområder dækker mangfoldigheden af danske ynglefugle. Dækningsgraden for de syv pilotområder sammenlignes med andre netværk, som er optimeret med henblik på at dække flest mulige fuglearter. Herunder redegøres for hvilke naturområder i Danmark, der er særlig vigtige for fuglene, samt om der er bestemte grupper af fugle, der over-

ses i de planlagte nationalparker. Der fokuseres især på særligt hensynskrævende arter, dvs. arter, der er opført som "kritisk truede", "moderat truede" eller "sårbare" på den danske Rødliste 2005, samt på arter, der står opført i EF-fuglebeskyttelsesdirektivet.

## Metode

Areal og fugledata samt de kvantitative prioriteringsmetoder anvendt i denne analyse er identiske med data og fremgangsmåde i rapporten *Naturverdier i Danske Nationalparker* af Petersen et al. (2005; se også Larsen et al. 2008). Disse data præsenteres derfor kun kort her, idet der henvises til ovenstående referencer mht. metodetotaljer, præcision og afgrænsning af datasættet.

### *Geografisk opdeling af Danmark*

Ved udpegning af områder er der taget udgangspunkt i 32 større, sammenhængende naturområder (Fig. 1) defineret af Petersen et al. (2005). Disse områder omfatter de syv oprindelige pilotområder (Læsø, Thy, Lille Vildmose, Mols, Vadehavet, Nordsjælland, Møn); derudover indgår 14 andre områder, der er foreslået som nationalparker af Friluftsrådet (2004) og Danmarks Naturfredningsforening (2004), samt otte supplerende områder baseret på redegørelsen i *Fremtidens Natur i Danmark* (Danmarks Naturfredningsforening op.cit.). Endelig indgår tre såkaldte undersøgelsesområder: Skjern Å, Åmosen/Tissø og Roskilde/Lejre, der er foreslået på lokalt initiativ i regi af Friluftsrådet.

De 32 naturområder svarer arealmæssigt til 233 stk. 10×10 km kvadrater. Disse kvadrater defineres ud fra det geografiske UTM-systems zone 32 og 33, der i alt omfatter 622 danske kvadrater (Petersen et al. 2005). Et kvadrat medtages i et naturområde, hvis kvadratet helt eller delvist indeholder det pågældende område. Alle arter i det aktuelle kvadrat medregnes som en del af den biologiske mangfoldighed i det større naturområde. Et kvadrat medtages dog ikke, hvis det kun indeholder en meget lille del af et område (<5 % areal). Hvis et kvadrat overlapper to forskellige, større områder, medtages det i det område, der udgør den største del af kvadratet.

### *Datagrundlag*

Data, som benyttes i denne undersøgelse, stammer fra atlasundersøgelsen *Fuglenes Danmark 1993-1996* (Grell 1998) og er opdateret af Petersen et al. (2005) på basis af oplysninger fra bl.a. Dansk Ornitologisk Forenings koordinatore for sjældne arter under DATSY-projektet (Grell et al. 2004). Datasæt-

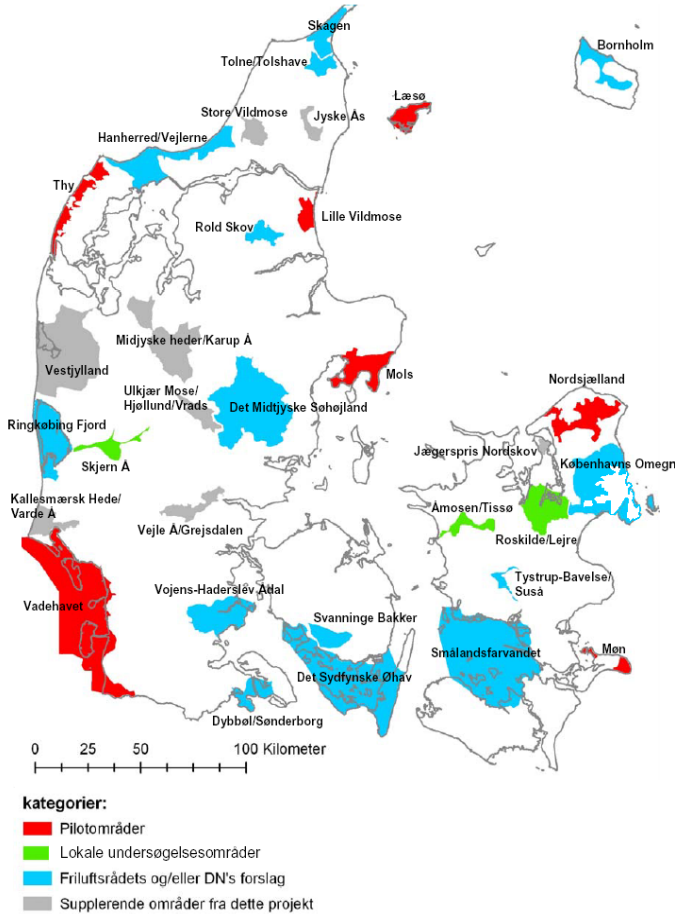


Fig. 1. De 32 større, sammenhængende naturområder, som defineret af Petersen et al., der ligger til grund for analyserne. Figur fra Petersen et al. (2005).

The 32 larger Danish nature areas defined by Petersen et al. (2005) and used for analyses in this paper. Figure from Petersen et al. (2005).

tet omfatter samtlige, regelmæssigt ynglende arter i Danmark, i alt 189. De enkelte arters udbredelse er opgjort som sikker/sandsynlig ynglefremkomst i de førnævnte 622 kvadrater. Denne opløsning er valgt for at gøre resultaterne direkte sammenlignelige med resultaterne i Petersen et al. (2005).

Datasættet har nogle generelle begrænsninger. Arternes udbredelse forandres hele tiden, men der er ikke taget højde for sådanne forandringer over tid. Det vil sige, at resultaterne er betinget af det benyttede datasæt og den måde, hvorpå arternes udbredelse reflekteres i dette.

Data indeholder hovedsageligt naturligt forekommende arter i Danmark, dog indgår Fasan *Phasianus colchicus* og Canadagås *Branta canadensis* også, selv om de er indførte. Det har dog ikke den store betydning for analysen, idet disse arter har relativ stor udbredelse. Sangsvane *Cygnus cygnus* og Bramgås *Branta leucopsis* er to relativt nye arter

i Danmark, som pga. deres sparsomme udbredelse har en del indflydelse på resultaterne.

Truede arter er udvalgt efter Den danske Rødliste og indeholder i alt 18 arter, som falder inden for de tre kategorier: Kritisk truet (CR), moderat truet (EN) og sårbar (VU) (Wind & Pihl 2004). I denne undersøgelse vil betegnelsen "truet" blive brugt om de ovennævnte tre kategorier på Rødlisten (se Bilag 1, tabel 1 i Petersen et al. 2005 for detaljer).

EU-arter er defineret som arter, der er opført i EF-fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I (Rådet for de Europæiske Fællesskaber 1979). EU-arterne udgør 29 af datasættets 189 ynglearter (se Bilag 1, Tabel 2 i Petersen et al. 2005 for detaljer).

Arterne er inddelt efter følgende fødegilder<sup>1</sup>: kødædere (rovfugle og ugler), planteædere, insektædere (bl.a. sangfugle), invertebratædere (bl.a.

<sup>1</sup> Et fødegilde er en gruppe af arter, der i høj grad lever af de samme fødeemner.

Tabel 1. Liste over de otte arter, som ikke forekommer i de 32 større, sammenhængende naturområder defineret i Petersen et al. (2005).

*List of the eight bird species not appearing in the 32 larger nature areas.*

Art <i>Species</i>	Habitat <i>Habitat</i>	Fødegilde <i>Feeding strategy</i>	National populations- størrelse <i>Population size</i>	Kategori <i>Category</i>
Drosselrørsanger <i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Ferskvand	Insektæder	20 (tilbagegang)	Truet
Hvid Stork <i>Ciconia ciconia</i> *	Ikke-skov	Kødæder	4 (tilbagegang)	Truet
Sangsvane <i>Cygnus cygnus</i>	Ferskvand	Planteæder	-	
Toplærke <i>Galerida cristata</i> *	Ikke-skov	Insektæder	63 (tilbagegang)	Truet
Gullirisk <i>Serinus serinus</i>	Ikke-skov	Planteæder	3	
Turteldue <i>Streptopelia turtur</i>	Skov	Planteæder	118 (fremgang)	
Høgesanger <i>Sylvia nisoria</i> *	Ikke-skov	Insektæder	1 (tilbagegang)	Truet + EU-art
Lomvie <i>Uria aalge</i>	Kyst	Fiskeæder	2500 (fremgang)	

\*Disse arter er ved at forsvinde fra Danmark, da der ingen/næsten ingen ynglepar er tilbage.

vadefugle), altædende og fiskeædere. Yderligere er arterne inddelt efter følgende habitattyper: Ferskvand, kyst, skov og ikke-skov, hvor "ikke-skov" omfatter alle andre habitattyper end de førstnævnte.

#### *Analysemetoder*

Udgangspunktet for analyserne er en netværkstankegang forstået på den måde, at udpegning (eller prioritering) af områder sker på baggrund af, hvor effektive disse er som et samlet netværk. Udvælgelsesmetoden er baseret på princippet om komplementær artsrigdom, det der kaldes "hot spots of complementary richness" i WORLDMAP (Williams 1999). Her fokuseres på områdets forskellighed i forhold til fuglefaunaen og i hvilken grad, områder supplerer hinanden mht. dækningen af arter. Udvælgelsen af områder sker i forhold til i hvor høj grad, et nyt område bidrager med fuglearter, der ikke allerede er repræsenteret af de først valgte områder i et givet netværk (Vane-Wright et al. 1991; Petersen et al. 2005). Følgende to typer af prioriteringsanalyser er udført: Minimum-sæt analyse og maksimum-sæt analyse (se Lund & Rahbek 2000 og Petersen et al. 2005 for danske eksempler på disse analyser). Analyserne er udført på tre forskellige datasæt: Et der inkluderer alle arter, et der inkluderer alle truede arter, og et der inkluderer alle EU-arter.

#### *Minimum-sæt analyse*

I minimum-sæt analysen udvælges det antal områder, der kræves for, at alle arter repræsenteres mindst én gang. Først udvælges områder indeholdende arter, der udelukkende findes i ét område. Herefter udvælges områder, der mest effektivt supplerer disse områder med flest mulige nye arter.

Samme analyse foretages med det formål at finde frem til antallet af områder, der skal udvælges, for at alle arter så vidt muligt repræsenteres mindst tre gange (men såfremt en art kun forekommer i ét område, medtages den naturligvis kun én gang). Analysen er først udført med udbredelsesdata for de 622 UTM 10×10 km kvadrater repræsenterende hele det danske landareal og dernæst med et datasæt for forekomsten af fuglearter i de 32 større, sammenhængende naturområder.

#### *Maksimum-sæt analyse*

I maksimum-sæt analysen undersøges, hvor mange arter, der maksimalt kan repræsenteres i et givet antal områder. På den måde vurderes effektiviteten af forskellige netværk af områder. Udvælgelsen af områder er udelukkende foretaget med de 32 større naturområder som datagrundlag og med et ønske om at undersøge hvor mange arter, der i alt kan repræsenteres i syv af disse områder. Til sammenligning undersøges hvor mange arter, der er repræsenteret i de syv oprindelige pilotområder samt i syv tilfældigt udvalgte områder blandt de 32 naturområder. At antallet af områder er sat til syv er helt arbitrært og anvendes udelukkende for at gøre analysen sammenlignelig i forhold til de syv pilotområder. For de tilfældige områder angives gennemsnit og 95%-konfidensinterval fundet ved 1000 tilfældige udvalg af syv områder. Samme analyse udføres for henholdsvis truede arter og EU-arter.

For at undersøge om der er bestemte grupper af fugle, som overses i den danske naturforvaltning, analyseres resultaterne fra maksimum-sæt analyserne efterfølgende i forhold til fuglenes fødegilder og habitater.

## Resultater

### Arternes fordeling i de 32 større, sammenhængende naturområder

De 32 større, sammenhængende naturområder dækker tilsammen:

- 181 af de 189 danske arter, svarende til 91 %
- 14 af de 18 truede danske arter, svarende til 78 %
- 28 af de 29 danske EU-arter, svarende til 97 %

Der er således otte arter, som ikke forekommer i de 32 områder, hvoraf fire er truede (Tabel 1).

En oversigt over artsrigdommen i de 32 naturområder er vist i Fig. 2. Figuren viser også antallet af henholdsvis truede arter og EU-arter, men da seks arter kategoriseres som begge dele, medtæles disse som både truede og EU-arter i de områder, hvor de forekommer. Det kan give et indtryk af, at der er flere arter i et givet område, end tilfældet er. Antallet af henholdsvis truede og EU-arter skal derfor betragtes uafhængigt af hinanden.

Områderne med flest arter er nationalpark Vadehavet samt Hanherred/Vejlerne og Københavns

omegn, alle med hver 142 arter. Herefter følger Vestjylland, Vojens/Haderslev Ådal, Det Sydyske Øhav og Nordsjælland med mellem 134 og 132 arter. Området med færrest arter er Jyske Ås, ligesom det også var tilfældet for alle dyre- og plantearter i Petersen et al. (2005), og dette område har heller ingen truede arter eller EU-arter. Området, som har flest EU-arter, er Hanherred/Vejlerne med 15, og herefter følger Vadehavet, Københavns omegn og Thy med henholdsvis 14, 14 og 13. For de truede arter er Vadehavet det mest artsrige område (7), efterfulgt af Hanherred/Vejlerne og Københavns omegn (begge med 5).

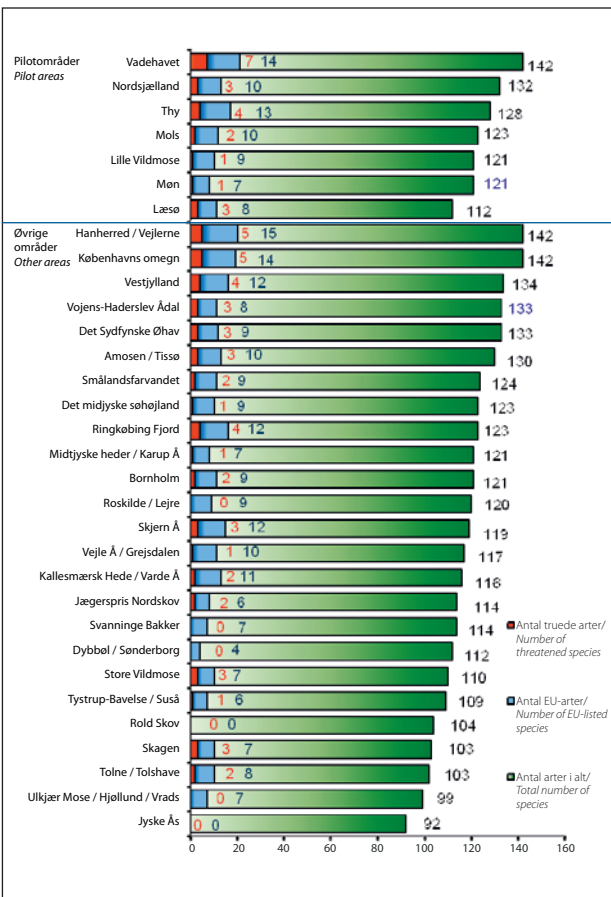
### Antal områder der skal udvælges for at dække alle arter mindst én gang og mindst tre gange

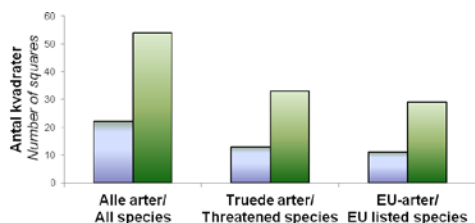
Resultaterne for minimum-sæt analyserne kan ses i Fig. 3 og Fig. 4. Det skal understreges, at der her er tale om en ren kvantitativ udvælgelse, hvor der udelukkende tages udgangspunkt i, hvilken kombination af områder der tilsammen dækker flest mulige

arter. Man kan således ikke direkte udlede af denne analyse, hvilket enkeltområde der er vigtigst, eller hvordan områder rangerer i forhold til hinanden. I Fig. 3 er udvælgelsen baseret på kvadrater á 10×10 km, mens udvælgelsen i Fig. 4 er baseret på de 32 større, sammenhængende naturområder, som derfor udgøres af større arealer af varierende størrelse.

Fig. 2. Artsrigdommen i de 32 større, sammenhængende naturområder, som defineret af Petersen et al. (2005) mht. alle 189 fuglearter, der indgår i det samlede datasæt, samt mht. de 18 truede arter i Danmark og de 29 EU-arter. Følgende arter er både listet som truede og EU-arter: Skkestork *Platalea leucorodia*, Hjejle *Pluvialis apricaria*, Brushane *Philomachus pugnax*, Sortterne *Chlidonias niger*, Mosehornugle *Asio flammeus* og Markpiber *Anthus campestris*. Derfor skal antallet af henholdsvis truede arter og EU-arter betragtes uafhængigt af hinanden.

*Species richness of the 32 larger nature areas as defined by Petersen et al. (2005), based on the data set of 189 breeding birds of which 18 are listed as nationally threatened and 29 are listed in Annex 1 of the EU Birds Directive. As six species are listed as both nationally threatened and EU listed, the two categories must be viewed independently.*





□ 1 repræsentation/1 representation   ■ 3 repræsentationer/3 representations

Fig. 3. Repræsentation af fuglearter i potentielle netværk af mindre naturområder for hele Danmark. Søjlerne viser antallet af 10 km UTM kvadrater, der er nødvendige for at repræsentere alle arter mindst en gang og mindst tre gange, baseret på data for hhv. alle arter, truede arter og EU-arter.

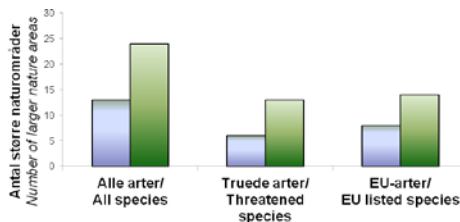
*Representation of bird species in potential networks of smaller nature areas throughout Denmark. The diagram shows the number of 10 km UTM grid cells necessary to cover all species at least one and three times – based on data on all species, nationally threatened species, and EU listed species, respectively.*

Resultaterne viser, at der i hele Danmark skal udvælges 22 kvadrater á 10×10 km, for at alle 189 fuglearter dækkes mindst én gang. For at dække alle arterne mindst tre gange, skal antallet af udvalgte kvadrater øges til 54 kvadrater (Fig. 3). Hvis der tages udgangspunkt i de 32 større, sammenhængende naturområder, falder antallet af arter, som kan dækkes, til 181. For at dække alle disse 181 arter mindst én gang, skal der mindst udvælges 13 af de 32 områder. For at repræsentere alle arter tre gange skal antallet af områder forøges til 24 (Fig. 4).

Det fremgår af Fig. 3, at der skal udvælges 13 kvadrater for at dække de truede arter én gang, og 11 kvadrater for at dække EU-arterne én gang. For begge kategorier gælder, at der skal udvælges omtrent tre gange så mange kvadrater for at dække arterne mindst tre gange. Derimod skal der kun seks større, sammenhængende naturområder til at dække alle 14 truede arter én gang, og otte til at dække de 28 EU-arter én gang, mens det tilsvarende antal områder, der kræves for at dække arterne tre gange, er henholdsvis 13 og 14 for (Fig. 4).

For at give et indtryk af hvor effektivt de syv pilotområder dækker arterne, sammenlignes pilotområdernes dæknings effektivitet med effektiviteten af de tre potentielle netværk, som er mest optimale med hensyn til at dække henholdsvis alle arter, de truede arter, og EU-arterne (Tabel 2).

På baggrund af resultaterne i Tabel 2 samt Fig. 3 og 4 ses det, at både antallet og placeringen af nationalparkerne har en afgørende betydning for hvor godt fuglearterne dækkes. For såvel alle arter som



□ 1 repræsentation/1 representation   ■ 3 repræsentationer/3 representations

Fig. 4. Repræsentation af fuglearter i potentielle netværk af større, sammenhængende naturområder. Søjlerne viser hvor mange af de 32 områder (se Fig. 1), der som minimum er nødvendige for at repræsentere alle arter mindst en gang og mindst tre gange, baseret på data for hhv. alle arter, truede arter og EU-arter.

*Representation of bird species in potential networks of larger Danish nature areas. The diagram shows the number of areas (of the 32; see Fig. 1) that are necessary to cover all species at least once and three times - based on data for all species, nationally threatened species, and EU listed species, respectively.*

EU-arter gælder, at pilotområdernes dækningsgrad er relativt høj, men også at dækningsgraden af de optimerede netværk er endnu højere. For truede arter er denne forskel særlig markant, idet man her kan opnå en dækningsgrad på 100 % med de optimerede netværk mod maksimalt 64 % for pilotområderne. For EU-arterne fås tilsvarende en dækningsgrad på 96 % med det optimale netværk mod 86 % med pilotområderne.

#### *Betydningen af placeringen af nationalparker i Danmark*

For videre at belyse hvilken betydning nationalparkerne placering har for dækningsgraden af fuglearter, har vi brugt maksimum-sæt analyser til at sammenligne effektiviteten af de syv pilotområder og de optimerede netværk med syv tilfældigt udvalgte områder.

Resultatet af maksimum-sæt analyserne for henholdsvis alle arter, truede arter og EU-arter baseret på de 32 områder er vist i Fig. 5. Her ses, at dækningsgraden for alle arter og EU-arter i de syv pilotområder generelt er høj. Dog er der for alle artsgrupper signifikant flere arter repræsenteret i de optimerede netværk af syv områder end i såvel de syv pilotområder som i syv tilfældigt valgte områder ( $P < 0,05$ ). Det gælder for alle tre artsdatasæt, men er især markant for truede arter (Fig. 5b). Figuren viser, at syv tilfældigt valgte områder dækker mellem 36 % og 79 % af de 14 truede arter, mens de syv pilotområder dækker 64 %. Dermed er effektiviteten af de syv pilotområder ikke signifikant højere end effektiviteten af syv tilfældigt udpegede områder ( $P < 0,05$ ).

Tabel 2. Procentvis dækningsgrad af hhv. alle arter, truede arter og EU-arter for de optimerede netværk af syv områder (vist for hver kategori) og de syv pilotområder. De fremhævede værdier angiver den højest mulige dækningsgrad for hver kategori.

*Percent representation of all species, threatened species and EU listed species by the maximal covering sets (MCS) for each category, respectively, and within the seven pilot areas.*

Netværk <i>Network</i>	Alle arter <i>All species</i>	Truede arter <i>Threatened species</i>	EU-arter <i>EU listed species</i>
Optimeret netværk mht. alle arter <i>MCS all species</i>	<b>96</b>	86	89
Optimeret netværk mht. truede arter <i>MCS threatened species</i>	93	<b>100</b>	86
Optimeret netværk mht. EU-arter <i>MCS EU species</i>	93	86	<b>96</b>
De syv pilotområder <i>The seven pilot areas</i>	<b>93</b>	<b>64</b>	<b>86</b>

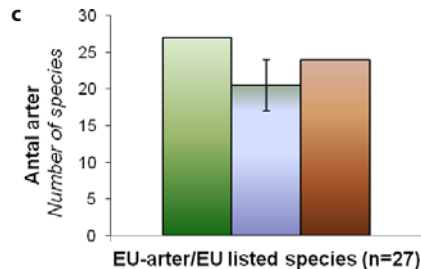
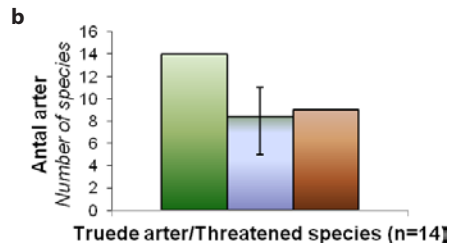
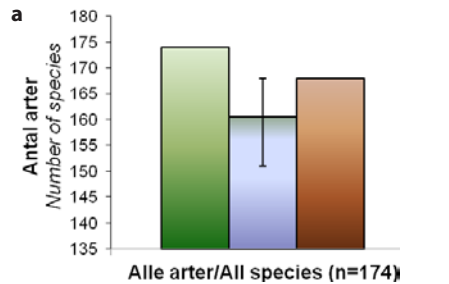


Fig. 5. Repræsentation af alle arter (a), truede arter (b) og EU-arter (c) i de optimerede netværk af syv områder ud af de 32 større naturområder (baseret på datasættet for hver kategori), syv tilfældigt udpegede områder, og de syv pilotområder. For tilfældig udpegning vises gennemsnit og 95 % -konfidensinterval fundet ved 1000 tilfældige udpegninger af syv områder.

*Representation of all species (a), nationally threatened species (b) and EU listed species (c) by the maximal covering sets of seven areas among all 32 areas (identified based on all species, threatened species and EU listed species), seven randomly selected areas, and the seven pilot areas. Error bars denote 95% confidence intervals.*

- Optimeret netværk af syv områder/The maximal covering set
- Syv tilfældigt udpegede områder/Seven random areas
- De syv pilotområder/The seven pilot areas

Tabel 3. Prioriteret rækkefølge af områder ved udpegning af syv, potentielle nationalparker ud af de 32 større, naturområder i Danmark. De tre viste netværk er udpeget med henblik på maksimal dækning af henholdsvis alle arter, truede arter og EU-arter. Procentangivelsen refererer til andelen af det totale antal arter i hver kategori. De oprindelige pilotområder er markeret med fed.

*Ranking of the seven most optimal potential national park areas according to maximum coverage of birds.*

Alle arter (n = 181) <i>All species</i>			Truede arter (n = 14) <i>Threatened species</i>			EU-arter (n = 28) <i>EU listed species</i>		
Område <i>Area</i>	Nye arter <i>New species</i>	Kumuleret <i>Cumulative</i>	Område <i>Area</i>	Nye arter <i>New species</i>	Kumuleret <i>Cumulative</i>	Område <i>Area</i>	Nye arter <i>New species</i>	Kumuleret <i>Cumulative</i>
<b>Vadehavet</b>	142	142 (78 %)	<b>Vadehavet</b>	7	7 (50 %)	Københavns omegn	14	14 (50 %)
Københavns Omegn	14	156 (86 %)	Skagen	2	9 (64 %)	<b>Thy</b>	6	20 (71 %)
Hanherred/ Vejlerne	7	163 (90 %)	Skjern Å	2	11 (79 %)	<b>Vadehavet</b>	3	23 (82 %)
Skjern Å	4	167 (92 %)	<b>Thy</b>	1	12 (86 %)	<b>Lille Vildmose</b>	1	24 (86 %)
<b>Møn</b>	3	170 (94 %)	Sydfynske Øhav	1	13 (93 %)	<b>Møn</b>	1	25 (89 %)
<b>Thy</b>	2	172 (95 %)	Store Vildmose <sup>1</sup>	1	14 (100 %)	Skagen	1	26 (93 %)
Bornholm	2	174 (96 %)				Skjern Å <sup>2</sup>	1	27 (96 %)

1) Store Vildmose kan erstattes af Midtjyske heder/Karup Å eller Vejle Å/Grejsdalen uden tab af effektivitet.

2) Skjern Å kan erstattes af Ringkøbing Fjord uden tab af effektivitet.

For alle arter og EU-arter gælder det, at effektiviteten af de syv pilotområder svarer til den, der maksimalt kan opnås ved udvælgelse af syv tilfældige områder.

Ovenstående skal udelukkende opfattes som en principiel analyse af dækningseffektiviteten for de syv pilotområder set i forhold til gennemsnittet af syv tilfældigt udpegede områder. Det er imidlertid ikke ensbetydende med, at man i princippet lige så godt kunne udpege syv tilfældige områder som nationalparker, da en tilfældig udvælgelse både kunne resultere i en bedre men også i en væsentlig dårligere dækning af arter i forhold til pilotområderne.

#### *Områder der repræsenterer flest mulige arter*

I det følgende præsenteres tre optimerede netværk, som udgøres af forskellige kombinationer af syv områder. Resultaterne skal opfattes som illustrative eksempler på, hvor effektivt et netværk af områder kan være med hensyn til at repræsentere danske ynglefugle, samt hvilke kombinationer af områder, der er mest effektive i forhold til dette. Selv om der ikke findes et endegyldigt svar på, hvilken kombination af områder, der er 'bedst for arterne', kan resultaterne bruges til at illustrere den relative værdi af udvalgte netværk.

Tabel 3 viser i prioriteret rækkefølge de områder, der i kombination dækker flest mulige arter inden for kategorierne alle arter, truede arter og EU-arter. Netværkets samlede antal arter og procentvise dækning er angivet ud for hvert område.

I det udpegede netværk for alle arter bidrager Vadehavet med flest arter efterfulgt af Københavns omegn og Hanherred/Vejlerne. Vadehavet bidrager ligeledes med flest arter i netværket for truede arter. Københavns omegn er andenprioritet for alle arter og førstprioritet for EU-arter, mens det ikke indgår i netværket for truede arter. I netværket for EU-arter efterfølges Københavns omegn af Thy og Vadehavet. Hermed fremstår pilotområdet Vadehavet i alle tre analyser som et særligt vigtigt område. Et andet pilotområde, som prioriteres i alle tre netværk, er Thy, som især har betydning for EU-arterne. Pilotområdet Møn prioriteres som nr. 5 både for alle arter og for EU-arter. Endelig prioriteres pilotområdet Lille Vildmose som nr. 4 for EU-arter. En vigtig detalje er, at det i netværket for truede arter kun er nødvendigt at prioritere seks områder for at dække alle 14 arter, og derfor er der ikke udpeget et syvende område.

Prioriteringen af områder ud fra komplementaritetsprincippet kan være fleksibel. I netværket for truede arter betegnes området Store Vildmose som 'fuldt fleksibelt'. Dvs. at det pågældende område kan erstattes med andre specifikke områder, uden at det samlede antal arter i netværket reduceres. Således kan Store Vildmose udskiftes med Midtjyske heder/Karup Å eller Vejle Å/Grejsdalen, uden at dækningseffektiviteten reduceres. Det skyldes, at området er blevet udvalgt på grund af den truede Kirkeugle *Athene noctua*, som i datasættet udeluk-



Tabel 4. Prioriteret rækkefølge af områder ved udpegning af syv potentielle nationalparker, hvis Københavns Omegn udelades af analyserne. De viste netværk er udpeget med henblik på maksimal dækning af alle arter og EU-arter. Der var ingen forskel i datasættet for truede arter. Procentangivelsen refererer til andelen af det totale antal arter i hver kategori. De oprindelige pilotområder er markeret med fed.

*Ranking of the seven most optimal potential national park areas according to maximum coverage of birds without Københavns omegn (Copenhagen Area).*

Alle arter (n = 180) <i>All species</i>			EU-arter (n = 27) <i>EU listed species</i>		
Område <i>Area</i>	Nye arter <i>New species</i>	Kumuleret <i>Cumulative</i>	Område <i>Area</i>	Nye arter <i>New species</i>	Kumuleret <i>Cumulative</i>
<b>Vadehavet</b>	142	142 (79 %)	<b>Vadehavet</b>	14	14 (52 %)
<b>Nordsjælland</b>	15	157 (87 %)	Skjern Å <sup>1</sup>	6	20 (74%)
<b>Thy</b>	5	162 (90%)	<b>Thy</b>	2	22 (81%)
Skjern Å	3	165 (92 %)	Svaninge Bakker <sup>2</sup>	2	24 (89 %)
Bornholm	3	168 (93 %)	<b>Lille Vildmose</b>	1	25 (93 %)
Hanherred/Vejlerne	3	172 (95 %)	<b>Møn</b>	1	26 (96 %)
Det Sydfynske Øhav	2	173 (96 %)	Skagen	1	27 (100 %)

1) Skjern Å kan erstattes af Ringkøbing Fjord uden tab af effektivitet.

2) Svaninge Bakker kan erstattes af Smålandsfarvandet uden tab af effektivitet.

kende findes i de ovennævnte tre områder. For alle arter og EU-arter vil en eventuel udskiftning af et område med et andet imidlertid reducere det samlede antal arter. Det kan dog sagtens lade sig gøre at finde alternative kombinationer, der kun har marginalt lavere effektivitet end de viste.

#### *Alternativt netværk uden Københavns omegn*

I de optimerede netværk for både alle arter og EU-arter prioriteres Københavns omegn højt (Tabel 3). På trods af, at området er meget artsrigt, er det dog af praktiske og politiske årsager urealistisk, at Københavns omegn bliver udvalgt som nationalpark. Området omfatter små, fragmenterede naturområder, hvilket er u hensigtsmæssigt for en nationalpark (Petersen et al. 2005, Larsen et al. 2008). Derudover vil den tætte bebyggelse mellem områderne være et forstyrrende element både som påvirkning af det enkelte naturområdeområde, men også for arternes spredningsmuligheder områderne imellem (Margules & Pressey 2000). Derfor præsenteres her to netværksanalyser, hvor Københavns omegn ikke indgår i datagrundlaget (Tabel 4).

Ved udelukkelsen af Københavns omegn sker en mindre forringelse af dækningseffektiviteten. Bemærk at netværket for EU-arter viser en dækningsgrad på 100 %, hvorimod den kun er 96 % i det oprindelige netværk (inkl. Københavns omegn), selvom der dækkes 27 arter i begge. Det skyldes, at der i det samlede datasæt er 28 EU-arter, mens

der ved udelukkelsen af Københavns omegn kun figurerer 27 EU-arter, fordi Bramgås kun findes på Saltholm og udgår af datasættet, når Københavns omegn udelukkes. Det betyder imidlertid også, at Bramgås helt vil blive forbigået, hvis ikke der tages hensyn til Københavns omegn i prioriteringen af områder.

Til forskel fra det oprindelige netværk bliver Havørn *Haliaeetus albicilla* repræsenteret i det alternative netværk, idet Svanninge Bakker prioriteres. Og Vadehavet får en endnu større betydning end i de tidligere analyser, idet området er førsteprioritet for begge artsgrupper. For alle arter er Nordsjælland andenprioritet, skønt området ikke optræder i noget netværk i den oprindelige analyse (Tabel 3).

#### *Hvor effektivt repræsenteres fødegilder og habitater for truede ynglefugle i pilotområderne?*

Baseret på resultaterne i maksimum-sæt analyserne for truede fugle gives her et overblik over de fødegilder og habitater, som ikke dækkes af pilotområderne (Tabel 5). Det fremgår, at især mange insektædende arter mangler – Drosselrørsanger *Acrocephalus arundinaceus*, Høgesanger *Sylvia nisoria*, Kirkeugle, Markpiber *Anthus campestris*, Toplærke *Galerida cristata*, Pirol *Oriolus oriolus*, Vende-hals *Jynx torquilla* – hvilket antyder, at der bør tages andre hensyn til disse arter i den danske fugleforvaltning. Pirol og Vende-hals er endvidere de to eneste truede, skovynglende fugle, hvilket indikerer, at



De oprindelige syv pilotområder for nationalparker dækkede 93 % af alle danske ynglefugle, men kun 64 % af de truede og sjældne arter såsom Karmindompap. Foto Albert Steen-Hansen.

udvalget af naturtyper i pilotområderne ikke er optimalt i forhold til denne habitattype. Af habitaterne er det desuden naturtypen ikke-skov, der overses i pilotområderne, men da ikke-skov dækker over flere forskellige naturtyper, er det vanskeligt at målrette forvaltningsstrategier mod denne habitat.

Fire ud af de i alt 18 truede arter i Danmark er slet ikke repræsenteret i de 32 større, sammenhængende naturområder (arter markeret med \* i Tabel 5). Da disse arter har meget små bestandsstørrelser og efterhånden sjældent – eller aldrig – yngler i Danmark, tillægges det dog ikke en større betydning. Ses der bort fra disse arter, er der fem truede arter, som ikke dækkes af pilotområderne. Men som denne undersøgelse viser, er det i princippet muligt at dække disse arter, uanset fødegilde og habitat, i et optimeret netværk af større naturområder.

## Diskussion

Formålet med netværksanalyser er at fastslå, hvilke naturområder der har den højeste prioritet i forhold til dækning af biodiversitet (Williams 1998). Hensigten med dette studium er udelukkende at give illustrative eksempler på, hvor det vil være mest effektivt at placere nationalparker, hvis man ønsker at

repræsentere de danske ynglefugle bedst muligt, men ikke at vurdere, hvorvidt de udpegede nationalparker er rigtige eller forkerte i forhold til øvrige værdigrundlag.

På baggrund af de præsenterede resultater kan det konkluderes, at antallet og ikke mindst placeringen af nationalparker har en markant betydning for dækningsgraden af fugle. Resultaterne viser, at dækningsgraden for alle fuglearter og EU-arter generelt er høj i de syv pilotområder. Dog viser analyserne, at dækningsgraden kunne forbedres væsentligt i optimeret netværk. Således gælder det både for alle arter, de truede arter og EU-arterne, at dækningsgraden for pilotområderne ikke er signifikant højere end dækningsgraden for syv tilfældigt valgte områder (Fig. 5). Men sammenlignes vores resultater for fuglene alene med resultaterne i Petersen et al. (2005), hvor alle artsgrupper medtages, er dækningsgraden i vores analyse for fuglene alene i de syv pilotområder væsentligt bedre end dækningsgraden for de samlede artsdata, som det præsenteres i Petersen et al. (2005).

For truede arter blandt den samlede artsgruppe i Petersen et al. (2005) var dækningsgraden i pilotområderne 48 %, mens et optimeret netværk markant forøgede dækningsgraden til 71 % for disse arter. I

vores analyse af de truede fugle alene var dækningsgraden 64 % i pilotområderne, mens et optimeret netværk forøgede dækningsgraden til 100 %. Det vil altså sige, at de syv pilotområder repræsenterer de truede fugle bedre, end de repræsenterer de truede arter i den samlede artspulje på 1008 arter (Petersen et al. 2005). Her var fuglene den eneste artsgruppe, der ikke profiterede af en netværksoptimering. Som vist i vores analyse skyldes det, at flere af de syv pilotområder rangerer højt for fuglene, samt at diversiteten af fugle generelt er høj i de 32 større naturområder i Danmark. Dette resultat antyder, at danske naturforvaltningsstrategier generelt tilgodeser fuglene.

I 2008 blev det planlagte antal nationalparker i Danmark reduceret fra syv til fem, nemlig Thy, Mols Bjerger, Vadehavet, Skjern Å og Nordsjælland (Skov- og Naturstyrelsen 2010). Vi har ikke analyseret dækningsgraden for dette nye netværk, men vores resultater antyder, at det ville have en høj dækningsgrad i forhold til diversiteten af fugle, idet alle fem områder rangerede højt i netværksanalyserne (Tabel 3 og 4). Det er imidlertid nødvendigt at udføre yderligere analyser for at belyse dette.

Nationalparker er et koncept, som har vundet stor popularitet i verden de seneste årtier, og som nu er ved at blive indført i Danmark. I konceptet ligger normalt en forestilling om et stort, sammenhængende naturområde. I mange tilfælde betragtes store og cirkulære områder, der ligger tæt på hinanden og er forbundet af korridorer, som de

mest effektivt beskyttede naturområder (Margules & Pressey 2000). Danmark er imidlertid et lille land med en særdeles fragmenteret natur, som gennem mange århundreder har været udnyttet og kultiveret (Wilhelmudvalget 2001). I den kontekst er det relevant at diskutere, om der er arter af fugle, som i særlig grad kunne forventes at profitere af større, sammenhængende naturområder. Mange store rovfugle, bl.a. Duehøg *Accipiter gentilis* og Kongeørn *Aquila chrysaetos*, er afhængige af store arealer for at kunne opretholde yngle- og jagtterritorier (Widen 1988, Watson 1997), og det er derfor muligt, at etableringen af nationalparker vil tilgodesse disse arter. Andre fuglearter er mindre afhængige af store områder, men har til gengæld meget specifikke habitatpræferencer; det gælder bl.a. Natravns *Caprimulgus europaeus* (Jensen 2010) og Rødrygget Tornskade *Lanius collurio* (Grell 1998). Sådanne arter vil næppe profitere væsentligt af nationalparker, men er derimod meget afhængige af, at der opretholdes små, velegnede ynglebiotoper. Det er efter al sandsynlighed sådan, at kun meget få ynglefugle i Danmark er afhængige af store naturområder, mens langt de fleste er tilpasset en levevis i landets fragmenterede landskab. Hvis ikke, ville arterne ikke være her i dag. Det indebærer også, at de mange små naturområder er utroligt vigtige for den danske fuglediversitet. Data fra Dansk Ornitologisk Forenings Atlasprojekt *Fuglenes Danmark* 1993-96 viste da også, at en stor andel af udvalgte, danske ynglefugle fandtes på landets småbiotoper (Meltofte et al. 2009).

Tabel 5. Truede arters fordeling i de syv pilotområder baseret på fødegilder og habitater. Tallene i parentes angiver hvilket habitat, arten tilhører. F = ferskvand, I = ikke-skov, K = kyst og S = skov.

*The distribution of threatened species in the seven pilot areas, based on feeding strategies and habitats. F = fresh water, I = non-forest, K = coast, and S = forest.*

<b>Fødegilde</b> <i>Feeding strategy</i>	<b>Til stede</b> <i>Present</i>	<b>Ikke til stede</b> <i>Not present</i>
<b>Køddedere</b>	Mosehornugle <i>Asio flammeus</i> (I)	Hvid stork <i>Ciconia ciconia</i> (I)*
<b>Planteædere</b>	Karmindompap <i>Carpodacus erythrinus</i> (I)	
<b>Insektædere</b>	Engsnarre <i>Crex crex</i> (I)	Toplærke <i>Galerida cristata</i> (I)*
	Hjejle <i>Pluvialis apricaria</i> (I)	Drosselrørsanger <i>Acrocephalus arundinaceus</i> (F)*
	Brushane <i>Philomachus pugnax</i> (F)	Høgesanger <i>Sylvia nisoria</i> (I)*
		Kirkeugle <i>Athene noctua</i> (I)
		Vendehals <i>Jynx torquilla</i> (S)
		Markpiber <i>Anthus campestris</i> (I)
		Pirol <i>Oriolus oriolus</i> (S)
<b>Invertebratædere</b>	Hvidbrystet præstekrave <i>Charadrius alexandrinus</i> (K)	Skestork <i>Platalea leucorodia</i> (F)
	Almindelig ryle <i>Calidris alpina</i> (K)	
	Stenvender <i>Arenaria interpres</i> (K)	
	Sortterne <i>Chlidonias niger</i> (F)	

\*) Arten er blandt de otte, som ikke forekommer i de 32 større, sammenhængende naturområder.

Minimum-set analyserne fokuserer på, hvor mange små felter hhv. større områder, der skal udpeges for samtidig at dække arterne tre gange (Fig. 3 og 4), så lokal uddøen ikke er ensbetydende med, at arten uddør i hele landet. I vores analyse er det vist, at der skal mindst 53 felter til for – så vidt muligt – at repræsentere alle fuglearter mindst tre gange. På baggrund heraf virker det usandsynligt, at et netværk med kun fem eller syv større naturområder vil være tilstrækkeligt til at sikre diversiteten af ynglefugle i Danmark.

Nogle fuglearter eksisterer i et kompleks af geografisk adskilte metapopulationer, som kontrolleres af koloniseringsraten og raten af lokal uddøen (Levins 1969); et eksempel er den nordamerikanske Plettet Natugle *Strix occidentalis* (Courtney et al. 2004). For at bevare denne type af metapopulationer er det afgørende at sikre, at der er områder til rådighed til rekolonisering, og at disse områder har den rette størrelse og fordeling i forhold til populationsstrukturen. Andre studier viser, at udformningen af landskabet imellem potentielle levesteder spiller en afgørende rolle for arternes spredningsevne (Prugh et al. 2008). Som eksempel herpå kan nævnes Københavns omegn, hvor den tætte bebyggelse mellem de enkelte levesteder kan medvirke til, at arternes spredningsevne forringes. Ved forvaltning af fugle er det altså teoretisk set ikke tilstrækkeligt at kigge på kvaliteten af de udpegede, beskyttede områder. Kvaliteten af det landskab, som ligger mellem områderne, samt arternes geografiske udbredelsesmønstre og populationernes strukturer bør også inddrages. I et geografisk set lille land som Danmark, vil det dog næppe være realistisk at opnå et netværk af større, sammenhængende naturområder, der for alle arter lever op til al teoretisk optimering. Resultaterne i vores analyse skal derfor blot ses som en mulighed for at sammenholde det aktuelle netværk af beskyttede områder med muligheden for en optimering indenfor de rammer, der geografisk, politisk og økonomisk er muligt i landet.

For alle potentielle netværk af nationalparker gælder, at der vil være oversete arter, som enten kun forekommer i et enkelt af de 32 områder eller slet ikke forekommer indenfor disse. Et af hovedresultaterne i analysen af 13 forskellige organismegrupper i Petersen et al. (2005) var således, at en hel del danske arter blev forbigået under udvælgelsen af beskyttede naturområder, da deres udbredelse var lille. Især mange af insekterne forekom uden for de større, danske naturområder. For fuglene er det især de truede arter (Tabel 1, 3 og 5), der bliver forbigået i

pilotområderne, hvilket jo er ret paradoksalt. Her er imidlertid tale om forekomster, som potentielt kan være beskyttede af andre naturforvaltningstiltag som f.eks. NATURA 2000-netværket. Ifølge Lund & Rahbek (2000) var det således i princippet muligt at dække et bredt udsnit af den danske fauna mindst fire gange ved at supplere de eksisterende beskyttede områder med et begrænset antal nye områder.

For alle kategorier af fugle fremstår især nationalpark Vadehavet som særlig vigtigt. Vadehavet er en af de vigtigste rasteplasser for fugle, der trækker fra arktiske og boreale områder til Vesteuropa og Afrika for at overvintre. Mellem 10 og 12 mio. vandfugle bruger det dansk-tysk-hollandske Vadehav i løbet af året, og det er af international betydning for 52 biogeografiske bestande af 41 arter (Meltofte et al. 1994). Det er interessant, at Vadehavet, ifølge denne undersøgelse, yderligere viste sig at være et meget vigtigt område for danske ynglefugle.

Københavns omegn fremstod som et af de mest artsrige områder og rangerede højt i netværkene for alle arter og EU-arter (Tabel 3). På trods af dette er det muligt at udpege alternative netværk, hvor området udelades, og hvor dækningsgraden er næsten lige så høj. Den eneste art, som ikke kan dækkes uden Københavns omegn, er Bramgås. Der tages dog i forvejen hensyn til Bramgåsen, da Saltholm og fladvandet omkring er naturfredet og beskyttet som særligt fuglebeskyttelsesområde (Rådet for de Europæiske Fællesskaber 1992). For andre organismegrupper synes Københavns omegn imidlertid ikke at kunne erstattes af andre områder uden væsentlige tab (Petersen et al. 2005). Københavns omegn er således et betydningsfuldt område for den danske biodiversitet, og selv om det ikke egner sig som nationalpark, vil det være hensigtsmæssigt at beskytte dets mange fragmenterede naturområder.

Ved udvælgelsen af nationalparker må der tages stilling til hvilke arter, der ønskes dækket. Skal man søge at dække så mange arter som muligt, eller skal særligt hensynskrævende arter prioriteres? I sidstnævnte tilfælde, er det da de nationalt truede arter eller EU-arterne, der er de vigtigste? De to kategorier omfatter langt fra de samme arter. Netværksanalyserne her og i tidligere studier har vist, at områder, som f.eks. dækkede truede arter godt, ikke nødvendigvis dækkede andre artskategorier lige så godt (Lund & Rahbek 2000, Petersen et al. 2005). Samtidig kan lokale præferencer komme i konflikt med Danmarks internationale ansvar, f.eks. vedrørende beskyttelsen af EU-arter. Det gælder bl.a. den kontroversielle Skarv *Phalacrocorax carbo*, som kan

synes meget talrig nogle steder i Danmark, men som er fredet iht. EF's fuglebeskyttelsesdirektiv (Rådet for de Europæiske Fællesskaber 1979). Omvendt er der en stor offentlig interesse for bevarelsen af f.eks. Hvid Stork i Danmark på trods af, at denne art trives udmærket andre steder (International Union for Conservation of Nature 2010).

Nationalparker er uden tvivl et positivt tiltag for den danske fuglefauna og danskernes mulighed for at opleve den. Men det er helt essentielt, at nationalparkerne indgår i et netværk med andre fugle- og naturbeskyttelsesområder, også de mindre, for at opnå en bred, dansk naturforvaltning til gavn både for fuglene og den øvrige biodiversitet.

Vi takker Dansk Grundforskningscenter og Aage V. Jensens Naturfond for støtte til Center for Makroøkologi, Evolution og Klima. Særligt tak til Carsten Rahbek for råd og vejledning under projektets udførelse. Tak til Jakob Skovmand for teknisk support og assistance med databehandling; Professor Neil D. Burgess for kritisk gennemlæsning af det engelske resumé; og Hans Meltofte for faglig opbakning. Endvidere tak til Anders Højgaard Petersen for kritisk gennemlæsning af manuskriptet.

## Summary

### A quantitative analysis of the diversity of breeding birds in potential Danish national parks

Denmark has committed itself to the international 2010 target to reduce the current loss of biodiversity and subsequently to the more ambitiously EU target to halt the loss of biodiversity (United Nations Environment Programme 2002, Europaparlamentet og Rådet for den Europæiske Union 2002). Currently, Denmark is in the process of designating larger nature areas as national parks, and seven areas (out of a possible 32 areas; Fig. 1) were initially selected for pilot projects to test the potential for establishing national parks. In 2008 the number of proposed national parks was reduced to five areas (Skov- og Naturstyrelsen 2010).

Petersen et al. (2005) evaluated the effectiveness of the *a priori* network of the seven originally proposed national parks, compared with a network of seven reserves chosen specifically for biodiversity conservation in Denmark through quantitative analysis. The study was based on available data-sets, including all Danish mammals, breeding birds, reptiles, amphibians, a large number of insects (incl. all butterflies), a smaller number of plants (incl. all orchids), and information on habitat types and recreational values. They found that the seven pilot projects were not significantly more effective in representing species than would be expected by chance. It was thus concluded that it was possible to designate more effective networks of national parks.

We here present similar analyses focusing on the diversity of Danish breeding birds. We used the actual distribution from 2005 (Grell 1998, Grell et al. 2004, Petersen et al. 2005) of 189 breeding bird species with the main emphasis on 18 endangered species and 29 species listed in Annex 1 of the EU Birds Directive (Rådet for de Europæiske Fæl-

lesskaber 1979, Wind & Pihl 2004). We selected areas based on complementary species richness to identify the potential national park areas most important for bird diversity. Two types of analysis were carried out: Near-minimum and Near-maximum analyses using the program WORLDMAP (Williams 1999).

An overview of the species richness within the 32 larger nature areas in Denmark is shown in Fig. 2. Eight bird species did not appear within these areas (Table 1). Species representation increased with the number of nature areas selected (Figs 3 and 4). The results showed that the diversity of all bird species and EU listed species were well represented in the seven pilot areas, but that this could have been further optimized. Threatened bird species were particularly poorly covered in the pilot area network, but it was possible to select optimized networks that would increase the representation significantly. The original seven pilot areas contained 93% of all species, 64% of threatened species and 86% of EU species, which was not significantly better than the effectiveness achieved by the random selection of seven out of the 32 original candidate areas (Fig. 5). Species that were missed from the original seven pilot areas were mainly endangered insectivore species (Table 5). The efficiency of the maximal covering sets was respectively 96% (for all species), 100% (for threatened species), and 96% (for EU listed species) (Table 2). The ranking of the larger nature areas prioritized in the maximal covering sets are shown in Table 3 and 4. For all categories of species, the pilot area Vadehavet (the Danish Wadden Sea) had the highest rank according to bird diversity.

This study did not include analyses of the efficiency of the network of five areas designated in 2008. However, it seems from our results, that a network consisting of these five areas would be highly efficient in covering the bird diversity as it comprises four areas that in connection were highly ranked for birds of all categories (Tables 3 and 4). This needs to be further studied.

Our main conclusions are that an appropriate designation of national parks in Denmark can contribute positively to the conservation of bird diversity. The original proposed network of seven pilot areas (and the 2008 proposed network of five pilot areas) contains nature areas that are highly important for Danish breeding birds. However, in order to increase the conservation of, in particular, the endangered bird species it is necessary to supplement the national park network with additional, and also smaller, protected nature areas and especially to retain the network of smaller bird protected areas that already exist. Through this data-driven analyses we aim to provide information to further guide the decision-making process of designating Danish national parks and hopefully, to help identify solutions to fulfill the goals in relation to conservation of birds in Denmark.

## Referencer

- Courtney S.P., J.A. Blakesley, R.E. Bigley, M.L. Cody, J.P. Dumbacher, R.C. Fleischer, A.B. Franklin, R.J. Gutiérrez, J.M. Marzluff & L. Sztukowski 2004: Scientific evaluation of the status of the Northern Spotted Owl. – Sustainable Ecosystems Institute, Portland, Oregon.
- Danmarks Naturfredningsforening 2004: Fremtidens Natur i Danmark. – Danmarks Naturfredningsforening og Forlaget Rhodos, København.

- Europaparlamentet og Rådet for den Europæiske Union 2002: Europaparlamentet og Rådets afgørelse nr. 1600/2002/EF af 22. juli 2002 om fastlæggelse af Fællesskabets sjette miljøhandlingsprogram.
- Friluftsrådet 2004. [www.friluftsradet.dk](http://www.friluftsradet.dk).
- Gilpin, M.E. & J.M. Diamond 1980: Subdivision of nature reserves and the maintenance of species diversity. – *Nature* 285: 567-568.
- Grell, M.B. 1998: Fuglenes Danmark. – Gads Forlag og Dansk Ornitologisk Forening.
- Grell, M.B., H. Heldbjerg, B. Rasmussen, M. Stabell, J. Tofft & T. Vikstrøm 2004: Truede og sjældne ynglefugle i Danmark 1998-2003. – *Dansk Orn. Foren. Tidsskr.* 98: 45-100.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) 2010: Red List of threatened species. – <http://www.iucnredlist.org/>.
- Jensen N.O. 2010: Bestanden af Natravn i Thy 1995-2007 og dens fremtid i naturnær skovdrift. – *Dansk Orn. Foren. Tidsskr.* 104: 12-21.
- Larsen F.W., A.H. Petersen, N. Strange, M.P. Lund & C. Rahbek 2008: A quantitative analysis of biodiversity and the recreational value of potential national parks in Denmark. – *Environmental Management* 41: 685-695.
- Levins, R. 1969: Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. – *Bulletin of the Entomological Society of America* 15: 237-240.
- Lund, M.P. & C. Rahbek 2000: En kvantitativ biologisk analyse af dansk naturforvaltning med fokus på den biologiske mangfoldighed. – *Arbejdsrapport 2000: 1. Det Økonomiske Råd, Sekretariatet*.
- Margules, C.R. & R.L. Pressey 2000: Systematic conservation planning. – *Nature* 405: 243-253.
- Meltofte, H., M.B. Grell, P.L. Lindballe & T. Nyegaard 2009: Ynglefuglene i danske småbiotoper. – *Dansk Orn. Foren. Tidsskr.* 103: 11-21.
- Meltofte, H., J. Blew, J. Frikke, H.-U. Rösner & C.J. Smit 1994: Numbers and distribution of waterbirds in the Wadden Sea. – *IWRB Publication 34 / Wader Study Group Bull.* 74, Special issue.
- Petersen, A.H., F.W. Larsen, C. Rahbæk, N. Strange & M.P. Lund 2005: Naturværdier i Danske Nationalparker. En kvantitativ analyse af den biologiske mangfoldighed i potentielle danske nationalparker. – *Center for Makroøkologi, Københavns Universitet*.
- Prugh L.R., K.R. Hodges, A.R.E. Sinclair & J.S. Brashares 2008: Effect of habitat area and isolation on fragmented animal populations. – *PNAS* 105: 20770-20775.
- Regeringen 2004: Handlingsplan for biologisk mangfoldighed og naturbeskyttelse i Danmark 2004-2009. – *Miljøministeriet*.
- Rådet for de Europæiske Fællesskaber 1979: Rådets direktiv nr. 79/409 af 2. april 1979, om beskyttelse af vilde fugle med senere ændringer.
- Rådet for de Europæiske Fællesskaber 1992: Rådets direktiv 92/43/EØF om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter med senere ændringer.
- Skov- og Naturstyrelsen 2010: [www.skovognatur.dk](http://www.skovognatur.dk).
- United Nations Environment Programme 2002: Report on the Sixth Meeting of the Conference of the Parties to the convention on Biological Diversity (UNEP/CBD/COP/6/20/Part 2) Strategic Plan Decision VI/26 (Convention on Biological Diversity, 2002).
- Vane-Wright, R.I., C.J. Humphries & P.H. Williams 1991: What to protect? Systematics and the agony of choice. – *Biological Conservation* 55: 235-254.
- Watson, J. 1997: The Golden Eagle. – T. & A.D. Poyser, London.
- Widén P. 1988: The hunting habitats of Goshawks *Accipiter gentilis* in boreal forests of central Sweden. – *Ibis* 131: 205-213.
- Wilhelmudvalget 2001: En rig natur i et rigt samfund. – *Wilhelmudvalget*.
- Williams, P.H. 1998: Key sites for conservation: area-selection methods for biodiversity. Pp. 211-249 i G.M. Mace, A. Balmford & J.R. Ginsberg (red.): *Conservation in a Changing World: Integrating Processes into Priorities for Action*. – Cambridge University Press.
- Williams, P.H. 1999: *WORLDMAP 4 WINDOWS: software and help document 4.1*. London: distributed privately and from [www.nhm.ac.uk/science/projects/worldmap](http://www.nhm.ac.uk/science/projects/worldmap)
- Wind, P. & S. Pihl (red.) 2004: *Den danske Rødliste. – Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. <http://redlist.dmu.dk>*.
- Anne-Mette Høeg Andersen, Nina Ottesen og Charlotte Rosenblad Ralund
- Center for Makroøkologi, Evolution og Klima  
Biologisk Institut  
Københavns Universitet  
Universitetsparken 15  
DK-2100 København Ø