

En flok fouragerende edderfugle med gamle hanner og hunner (brune fugle) – nogle med blåmusling i næbbet. Foto: Jan Skriver.



Forfatterne:



Karsten Laursen er seniorforsker emeritus ved Institut for Bioscience, Aarhus Universitet. kl@bios.au.dk



Anders Pape Møller er professor ved Ecologie Systématique Evolution, Université Paris-sud, Orsay, Frankrig. anders.moller@u-psud.fr



Keith A. Hobson er professor ved Environmental and Climate Change Canada, Saskatoon, SK, Canada og University of western Ontario, London, ON, Canada. khobson6@uwo.ca

# HVORFOR ER EDDERFUGLE BLEVET STØRRE?

En sammenligning af edderfugle indsamlet for over 100 år siden med edderfugle i dag viser, at edderfuglene er blevet tungere og deres fjer længere. Sandsynligvis skyldes denne ændring mere tilgængelig føde, der hænger sammen med en øget udledning af kvælstof.

Siden 1911 er højden af mænd blevet målt, når de mødte til session. Og derfor ved vi, at den gennemsnitlige højde af unge, danske mænd er steget gennem denne periode. Mere konkret viser tallene ifølge Danmarks Statistik, at den gennemsnitlige højde fra 1911 og frem til 1999 er steget med næsten 12 cm, fra 169 cm dengang til knap 181 cm i 1999. En stigning på 6,9 %. Eller hvis der sammenlignes med gennemsnittet for 1991-2011, er stigningen på 6,6 %.

Det viser sig nu, at edderfugle viser en lignende tendens. Vi har undersøgt edderfugle indsamlet i perioden 1872-1962 (med gennemsnit

i 1907) i de danske farvande og sammenlignet med edderfugle indsamlet i 2014-2016. Vores målinger viser, at vingerne hos edderfuglene er blevet længere, i alt 5,6 %. Vingerne er vokset fra 288 mm i gennemsnit hos fuglene indsamlet i begyndelsen af 1900-tallet til 304 mm hos de seneste edderfugle. Kropsvægten er ligeledes blevet større. Den er steget fra 2,17 kg i gennemsnit til 2,28 kg hos fugle i dag, i alt en stigning på 5,1 %.

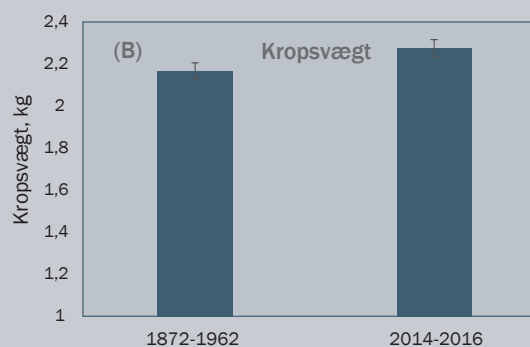
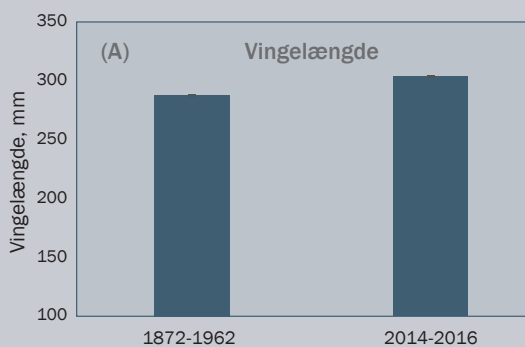
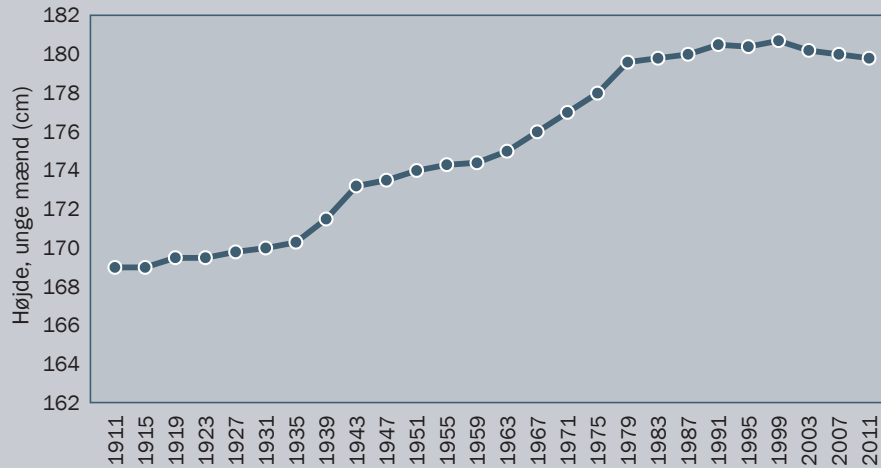
Den gængse forklaring på den stigende gennemsnitshøjde hos unge mænd er, at kosten i de mellemliggende cirka 90 år er blevet bedre og mere proteinrig, og frem for alt er mængden af føde blevet større.

Hvad er forklaringen på, at edderfuglene i omtrent samme periode også er steget, både i størrelse (vingelængde) og i kropsvægt? Det vides ikke med sikkerhed. Men en forklaring kan være, at grunden til udviklingen er den samme som for de unge mænd, nemlig at føde for edderfugle er blevet bedre og forekommer i større mængde.

## Kvælstofisotoper fortæller om fuglenes kost

At ernæring er en mulig forklaring skyldes, at vi også har undersøgt kvælstofisotoper i fjerene af edderfuglene. Forholdet mellem de to stabile kvælstofisotoper N-15 og N-14 (kaldet  $\delta^{15}\text{N}$  = delta-N-15) kan nemlig fortælle os noget om,

Højden af unge mænd målt på session 1911-2011. Bemærk, at væksten stiger op til 1999, hvorefter den falder en smule. Grunden til den faldende tendens efter 1999 kendes ikke med sikkerhed. Det antages, at den genetisk bestemte maksimale gennemsnitshøjde er nået, og at der er en variation omkring dette gennemsnit. (Kilde: Danmarks Statistik).



Den gennemsnitlige vingelængde (A) og kropsvægt (B) hos edderfugle indsamlet i danske farvande i hhv. 1872-1962 og i 2014-2016.

hvad fuglene har levet af. N-15 dannes ved nedbrydning af organisk kvælstof fra husdyrgødning, husspildevand og brugen af fossile brændstoffer. Når kvælstof fra markerne nedbrydes til N-15 og føres med drænvand til søer og åer for til sidst at ende i havet, optages det sammen med den almindelige isotop N-14 i plankton, som filtreres af muslinger og indlejres i deres væv. Muslinger, især blåmuslinger, er det foretrukne fødeemne for edderfugle. Edderfugle med blåmuslinger i muskelmaven har en større kropsvægt end edderfugle, der har taget andre byttedyr. Kvælstofisotopen N-15 optages af edderfuglene og indgår i kroppens celler og bruges som andre atomer af kvælstof i opbygning af molekyler i fjerene. Fjerene fældes en gang om året, og nye fjer opbygges – for vingefjerene sker det i sensommeren. Fjerene udvikles med daglige tilvækstlinjer, som vi kender det fra årringe hos træer, dog er denne tilvækst for fjer per dag. En

sammenligning af kvælstofisotoperne N-15 og N-14 i edderfuglenes fjer viser, at andelen af isotopen N-15 er steget fra 9,98 ‰ i de tidlige fugle til 13,03 ‰ i dag, en stigning på 30,6 %. Denne stigning har en statistisk signifikant sammenhæng med stigningen i gødningsforbruget og viser en tydelig dosis-sammenhæng, det vil sige at en stigning i kvælstof hænger sammen med en øget tilvækst. Andre undersøgelser har vist, at der er en sammenhæng mellem mængden af gødning samt mængden af blåmuslinger og bestanden af edderfugle i en stor koloni af edderfugle på Christiansø ved Bornholm. Samlet tyder det på, at edderfuglene har forøget deres vægt og vingelængde som følge af mere føde i form af blandt andet flere blåmuslinger. Udvaskning af kvælstof har medført, at produktionen af alger i de kystnære farvande er steget. Og det har medført, at der har været mere føde til edderfuglene de seneste år, end det var tilfældet for cirka 100 år siden.

### Hurtigere vækst – men med en pris

Den voksende vingelængde og kropsstørrelse hos edderfugle har dog også negative sider. Udover at måle de daglige tilvækstlinjer i fjerene, har vi også noteret slitage og brud på fjerene. Det viser sig, at fjerene voksede langsommere for 100 år siden, og der var færre skader på fjerene end det er tilfældet hos de nulevende fugle. Det hænger antagelig også sammen med den forøgede kvælstofmængde i farvandene i de senere år. Den rigeligere føde giver en hurtig vækst af fjerene og dermed en mindre styrke, således at kvaliteten af fjerene afvejes mod kvantiteten. Edderfuglenes fjerfældeperiode er således blevet kortere hos fugle i dag, fordi fjerene vokser hurtigere ud, men til gengæld er fjerens struktur blev svagere, og de går lettere i stykker. Det kan have fatale følger i kritiske situationer, hvor fjerene udsættes for maksimal belastning, når

## Undersøgelse af edderfugle

De "gamle" edderfugle, som er brugt til denne undersøgelse er fra Zoologisk Museum, Københavns Universitet. Her har man indsamlet edderfugle gennem en lang årrække. De ældste er fra 1872, men siden 1900 har indsamlingen været mere systematisk. I alt har vi målt 70 edderfugle fra museets samling, hvoraf de fleste er fra 1900-1920. Disse er sammenlignet med edderfugle indsamlet i 2014-2016 af forskere ved Institut for Bioscience, Aarhus Universitet. For begge grupper har vi målt kropsvægt, vingelængde,



Edderfugle i Zoologisk Museums samling. Foto: Jan Bolding Kristensen.

de, fjerlængde, tilvækstzoner på fjer samt slitage og brud på fjerene. For museumsfuglene var kropsvægten angivet på etiketten for en stor del af fuglene. Desuden blev der indsamlet en dækfjer fra vingen af hver fugl. Fjerene er analyseret for kvælstofisotopen N-15 af Keith A. Hobson ved Environmental and Climate Change Canada, Saskatoon, Canada.

Undersøgelsen er støttet af 15. juni Fonden.

## Kvælstof og fødekæden

Mængden af kvælstofisotopen N-15 i forhold til N-14 (kaldet  $\delta^{15}\text{N}$ ) i en marin organisme indikerer, hvor den hører til i fødekæden (det trofiske niveau). Det skyldes, at organisk væv "foretrækker" at indlejre N-15 fremfor N-14, og derfor sker der en opkoncentrering af N-15 gennem fødekæden. Forøgelsen af  $\delta^{15}\text{N}$  er på cirka 3,2

‰ fra det ene trofiske niveau til det næste. Hvis vi betragter vores system skematisk, har det fire niveauer:

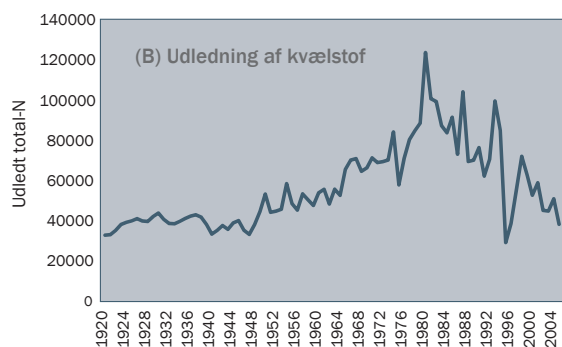
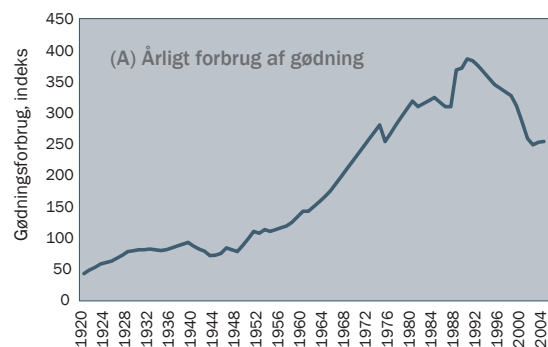
Fra planteplankton til dyreplankton og videre til blåmuslinger, som til sidst ædes af edderfugle. Det bliver i teorien til 12,8 ‰  $\delta^{15}\text{N}$  (3,2 x 4). Det er tæt på de 13,03 ‰, som vi målte i fjerene i edderfuglene i dag.

Videre læsning  
Conley, D.J., Carstensen, J., Ærtebjerg, G., Christensen, P.B., Dalsgaard, T., Hansen, J.L. & Josefson, A. B. (2007). Long-term changes and impact of hypoxia in Danish coastal waters. *Ecological Applications* 17(5 Supplement):165-184.

Hansen, R.W. (ed) (2015). *Marine Områder 2014, NOVANA. Scientific report from DCE no. 167.* Aarhus University, Aarhus, Denmark (In Danish).

Laursen, K. & Møller, A. P. (2014). Long-Term Changes in Nutrients and Mussel Stocks Are Related to Numbers of Breeding Eiders *Somateria mollissima* at a Large Baltic Colony. - *PLoS ONE* 9 (4): e95851. doi:10.1371/journal.pone.0095851

Møller, A. P., Laursen, K. & Hobson, K. A. (2018). Retrospective analyzing condition in historical samples of birds. *Journal of Zoology*. Doi:10.1111/jzo.12551



Mængden af gødning i dansk landbrug er faldet. Dermed er den mængde næringsstoffer, der vaskes ud fra markerne og som ender i havet blevet mindre. Det betyder igen, at der er mindre plankton til muslingerne og endelig mindre føde til edderfuglene. Figur (A) viser det årlige forbrug af gødning hos danske landmænd (indeks, 1950 = 100), og (B) viser udledning af kvælstof til danske fjordområder målt som total-N (tons).

Kilder: Buus og Zinglersen (2000) *Geografistatistik*, Geografiforlaget; Conley et al. (2007) *Ecological Applications* 17(5 Supp.):165-184.

for eksempel edderfuglene skal undslippe jægere eller rovfugle som havørnen.

### Udviklingen er sandsynligvis kulmineret

Den større mængde næringsstoffer i havmiljøet har formentlig givet edderfuglene en større vægt og en hurtig vækst af fjerene. Denne udvikling kunne i princippet fortsætte så længe næringsmængden i havområderne fortsætter med at stige, og så længe der er en selektiv fordel for edderfuglene i at blive større. Men

allerede på nuværende tidspunkt ved vi, at det ikke er tilfældet. Spildevandet renses nu bedre end tidligere, og udledning af kvælstof fra markarealerne reduceres. Siden begyndelsen af 1980'erne er udledningen af total-N til havområder blevet mindre, og forbruget af gødning i landbruget er faldet siden slutningen af 1980'erne. Så edderfuglenes størrelse og deres fjervækst har sandsynligvis kulmineret.

Højden hos unge mænd har også kulmineret. Uden at der er nogen

sammenhæng med edderfugle i øvrigt. Det antages, at den genetisk bestemte maksimale gennemsnitshøjde er nået, og at der er en variation omkring dette gennemsnit. Årsagerne til variationen er genstand for undersøgelser, som tyder på, at der er flere forhold, som gør sig gældende, blandt andet miljø, samfundsforhold og politik (som fordelingspolitik og sundhedspolitik). En ting er dog helt sikkert: De unge mænds faldende højde de senere år har ikke noget med selektion at gøre, da tidshorisonten er alt for kort. ■