

Bestandsudvikling af mårhund i Danmark 2009-2016 i relation til nutidig og fremtidig bekæmpelsesindsats

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 12. oktober 2016

Peter Sunde & Morten Elmeros

Institut for Bioscience - Faunøkologi, Aarhus Universitet

Rekvirent:
Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning
Antal sider: 14

Faglig kommentering:
Thorsten Johannes Skovbjerg Balsby
Kvalitetssikring, centret:
Jesper R. Fredshavn



AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000
E-mail: dce@au.dk
<http://dce.au.dk>

Indhold

Baggrund	3
Lokal og national bestandsudvikling januar 2009-august 2016	4
Estimeret bestandstørrelse på grundlag af foreliggende data	9
Forslag til hvilke datakilder, der fremover vil kunne bruges til at vurdere bestandstørrelsen af mårhund	11
Forslag til indsats, der sikrer, at mårhundebestanden ikke øges og spredes til øerne	12
Referencer	13
Appendiks 1	14

Baggrund

Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning (SVANA) har i skrivelse af 5. september 2016 anmodet DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet udarbejde et fagligt notat om bestandsudviklingen hos mårhund i Danmark fra 2010 til september 2016. I anmodningen bedes følgende spørgsmål besvaret i det omfang det er muligt ud fra foreliggende data:

"Der forventes en redegørelse der viser den relative udvikling af bestanden. Hvis mulig vil en vurdering af det absolutte antal (afrundet) mårhunde også være relevant.

Der ønskes et kort der viser den geografiske fordeling af de nedlagte og trafikdræbte mårhunde. Der ønskes en vurdering af hvorvidt denne fordeling også viser den geografiske fordeling af bestanden.

Der ønskes redegjort for hvilke datakilder der fremover vil kunne bruges til at vurdere bestandsstørrelsen af mårhund.

På baggrund af den estimerede bestandsudvikling ønskes forslag til en indsats der sikrer, at mårhundebestanden ikke øges og spredes til øerne."

Som uddybning for bestillingen anføres følgende forvaltningsmæssige problemstilling og historisk baggrund:

"I 2010 blev der udarbejdet en indsatsplan mod mårhund i Danmark. Indsatsplanen dækkede perioden 2010-2015. Efterfølgende er indsatsen blevet forlænget til også at dække 2016. Formålet med indsatsplanen var at begrænse mårhundens forekomst og udbredelse i Danmark.

I projektperioden er der sket en registrering af nedlagte og dødfundne (trafikdræbte) mårhunde. Naturstyrelsen, Blåvandshuk, har været koordinerende enhed for indsatsen og har foretaget registreringer af dels antal dræbte og dødfundne mårhunde dels hvor dyrene er nedlagt/fundet.

I forbindelse med afklaring af en fortsat indsats mod mårhund ønskes udarbejdet en bestandsudvikling for mårhund dækkende perioden fra indsatsplanens ikrafttræden i 2010 til 1. september 2016.

På baggrund af den estimerede bestandsudvikling ønskes forslag til en indsats der sikrer at mårhundebestanden ikke øges."

I bestillingen er givet følgende uddybning af problemstillingen:

"Mårhunden betragtes som en invasiv art i dansk natur. Der har igennem en periode på over 5 år været gennemført en bekæmpelsesindsats af mårhund. I 2015 blev indsatsen evalueret og det blev bl.a. anbefalet at videreføre indsatsen.

Som en del af beslutningsgrundlaget for en fremtidig indsats mod mårhund er der behov for en vurdering af hvordan bestanden af mårhund har udviklet sig i den periode der har været foretaget en indsats mod mårhunden.

På baggrund af den estimerede bestandsudvikling ønskes forslag til en indsats der sikrer at mårhundebestanden ikke øges.

Der ønskes redegjort for hvilke datakilder der fremover vil kunne bruges til at vurdere bestandsstørrelsen af mårhund."

Lokal og national bestandsudvikling januar 2009-august 2016

Datagrundlag og analyse

Som datagrundlag er benyttet Naturstyrelsens (NST) registreringer af dræbte og dødfundne mårhunde fra 2009 til og med august 2016 indsamlet af NST i samarbejde med Danmarks Jægerforbund (DJ).

Data fra 2009-2015 blev modtaget som to excel-filer udtrukket fra den norske "rovdatabase", som NST anvender til registreringer af mårhunde. Den ene fil bestod af oplysninger om dødfundne og dræbte mårhunde (med angivelse af dødsårsag) indrapporteret fra private. Den anden fil indeholdt oplysninger om dyr fanget eller aflivet i regi af NST's målrettede bekæmpelsesprojekt. Da DCE er gjort bekendt med at en del af de mårhunde, som er registreret nedlagt af private, i forskellig omfang er fanget og aflivet med bistand fra bekæmpelsesprojektet (Lars Trier, NST, pers. medd.), skal sondringen mellem 'projektstyr' og døde mårhunde rapporteret af private tages med et forsigtigt forbehold. Eventuelle dobbeltregistreringer af individer blev korrigeret da datasættene blev samlet til de videre analyser.

Data fra de otte første måneder af 2016 blev modtaget i form af fire forskellige excel-filer. Data for 2016 var ikke blevet kodet og formateret på en måde, som gjorde det muligt entydigt at skelne mellem observation rapporteret af private og mårhunde aflivet som led i den målrettede bekæmpelse. Desuden var dødsårsager kodet forskelligt i de forskellige filer. Derfor er alle observationer fra 2016 slået sammen under fælleskategorien "alle observationer". Pga. ufuldstændige georeferencer og kommuneoplysninger, er data fra 2016 heller ikke analyseret rumligt. Da tallene for 2016 kun indbefatter data fra årets otte første måneder, blev det forventede antal observationer for hele 2016 beregnet ved at dividere det registrerede antal observationer med den andel observationer som i tidligere år er registreret fra januar til og med august (60 %: Tabel 1).

Selv om der ved visse lejligheder fanges eller nedlægges mere end ét individ ad gangen er analysen kun baseret på antallet af observationer (hændelser). Ikke mindst fordi oplysninger om alder og antal var angivet forskelligt i de forskellige filer.

I det omfang man kan antage at offentlighedens tilbøjelighed til at rapportere dødfundne mårhunde og at nedlægge/fange mårhunde på deres ejendomme har været omtrent konstant i hele perioden, kan antallet af dødfundne/trafikdræbte og nedlagte/fangne dyr per år betragtes som et bestandsindeks på linje med fx jagtudbytter. DCE har ligeledes af NST fået oplyst at den målrettede bekæmpelsesindsats har været af omtrent konstant omfang 2011-2016 (om end det antages af NST at effekten har været øgende pga. stigende erfaringsgrundlag). Overordnet set bør de totale tal på dødfundne og aflivede mårhunde derfor med rimelighed kunne tolkes som et bestandsindeks således at rumlig såvel som tidsmæssig variation i antal døde mårhunde kan antages at afspejle den underliggende bestandsudvikling. Denne overordnede antagelse udelukker ikke, at helt lokale eller temporære forhold kan føre til afvigelser fra det overordnede mønster.

Tabel 1. Mårhunde fundet døde eller aflivet i Danmark 2008-2015, delt på årsag og måned, samt procentdel af de forskellige typer observationer for månederne januar-august.

Måned	Rapporteret fra offentlighed					I alt
	Jagt/fangst	Trafik	Anden årsag	Totalt	Målrettet bekæmpelse	
Jan	35	12	1	48	7	55
Feb	10	2	3	15	9	24
Mar	9	2	3	14	16	30
Apr	2	0	0	2	13	15
Maj	26	0	0	26	22	48
Jun	48	1	0	49	51	100
Jul	56	11	2	69	19	88
Aug	25	47	4	76	12	88
Sep	28	57	7	92	15	107
Okt	24	25	1	50	21	71
Nov	30	17	2	49	15	64
Dec	16	2	3	21	11	32
<i>Sum</i>	309	176	26	511	211	722
<i>Jan-Aug</i>	68%	43%	50%	59%	71%	62%

En engageret og effektiv indsats af lokale/kommunale mårhundejægere og andre rapportører kan således medføre, at en kommune har relativt flere rapporter i forhold til bestandsgrundlaget af mårhund end andre kommuner. Ligeledes vil en pludselig forøgelse i bekæmpelsesindsats kunne manifestere sig i form af flere indrapporteringer af mårhunde i en kommune, og dermed give en falsk indikation af udtryk for at bestanden er steget, selv om indsatsen måske fører til at bestanden ikke vokser så hurtigt som uden den øgede indsats eller ligefrem kan være faldende.

Som reference til den tidsmæssige udvikling i de danske bestandsdata for mårhund er inddraget jagtstatistikdata fra Schleswig-Holstein 2009/10-2014/15 (www.jagdverband.de).

Den tidsmæssige udvikling i antal mårhunde registreret døde ved forskellige metoder i Danmark 2009-16 blev analyseret som simple trend-data. For at undersøge bestandsudviklingens afhængighed af afstanden til Tyskland, blev der for årene 2009-15 også foretaget en analyse baseret på antal mårhunde per kommune per år som observationsenhed (på grund af ufuldstændige kommuneoplysninger er data fra 2016 ikke medtaget i denne analyse). I denne analyse var kommune-ID angivet som tilfældig virkning og kommunens relative afstand fra den tyske grænse angivet som antal mellemliggende kommuner til grænsen +1. Tønder, Sønderborg og Aabenraa kommuner havde således afstandsværdien 1, mens Hjørring og Frederikshavn havde afstandsværdien 11. Forskellen i bestandsvækstrate som funktion af afstand til Tyskland blev testet som et interaktionsled mellem år og afstandsindeks.

Alle analyser for rumlige og tidsmæssige bestandstrends blev foretaget ved hjælp af generaliserede lineære modeller med log-link og Poissonfordelte residualer, korrigeret for variansinflation ("overdispersion") ved hjælp af GLIMMIX proceduren i statistiskprogrammet SAS 9.4 (Littell m.fl. 2006).

Overordnet bestandsudvikling

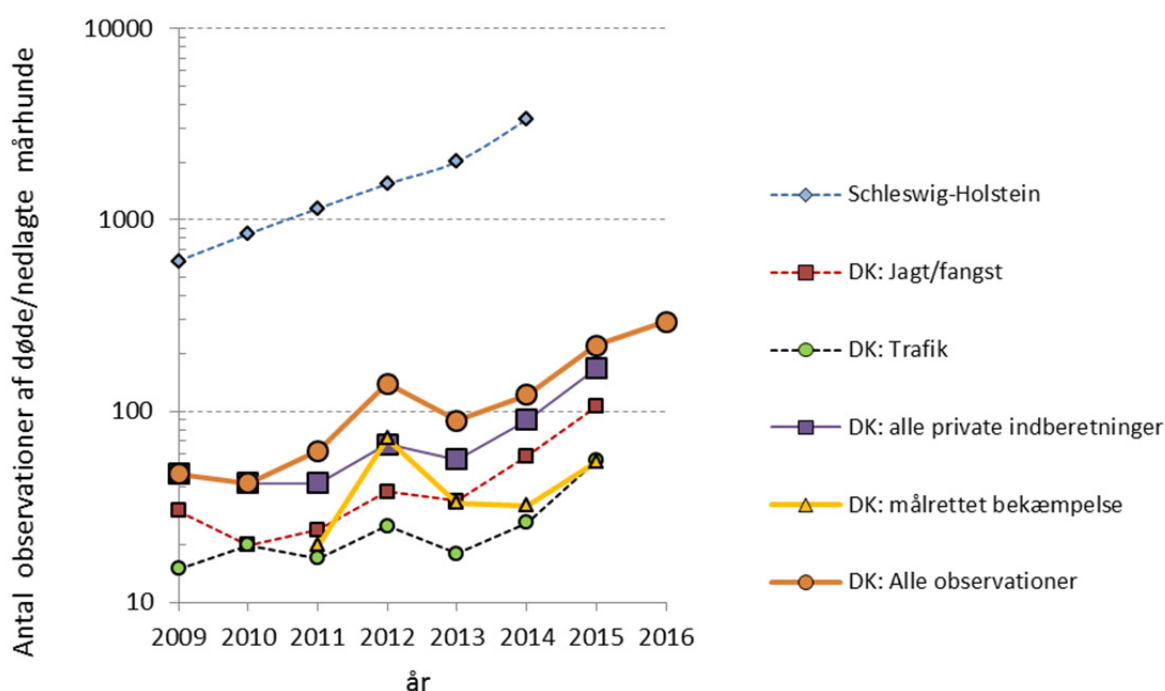
Fra 2009 til 2015 femdobledes det årlige antal observationer af dødfundne og dræbte mårhunde fra 40-50 til 221 (Tabel 2, Figur 1). I de første otte måneder af 2016 registreres 176 observationer, svarende til et forventet fremskrevet antal på 284 ved årets udgang (Tabel 2). Dette svarer til en gennemsnitlig årlig stigning på 32 % (95 % konfidensinterval: 19-47 %: Tabel 2). Til sammenligning var den årlige stigning i jagtudbyttet i Schleswig-Holstein i perioden 2009-14 på 40 % (95 % konfidensinterval: 32-49 %, Tabel 2, Figur 1), hvilket ikke var signifikant forskellig fra den årlige stigning i antal mårhunde i Danmark ($t_{10} = 1,36$, $P = 0,20$).

Tabel 2. Antal observationer af mårhunde, rapporteret som dræbt eller dødfundne i Danmark (DK) og Schleswig-Holstein (S-H) 2009-2016. Opgørelser fra 2016 er baseret på observationer t. o. m. august som er divideret med korrektionsfaktor på 62% fra Tabel 1.

År/sæson	DK: rapporteret fra offentlighed				DK: målrettet bekæmpelse	DK: alle observationer	S-H jagtstatistik
	Jagt/fangst	Trafik	øvrige	Sum			
2009	30	15	2	47	-	47	610
2010	20	20	2	42	-	42	844
2011	24	17	1	42	20	62	1145
2012	38	25	4	67	72	139	1542
2013	34	18	4	56	33	89	2017
2014	58	26	6	90	32	122	3347
2015	105	55	7	167	54	221	-
2016 (jan-aug.)						176	-
2016 (fremskrevet)						284	

Årlig vækstrate (λ) i antal observationer:

Estimat:	1,32	1,40
Nedre 95% konfidensgrænse	1,18	1,32
Øvre 95% konfidensgrænse	1,46	1,49



Figur 1. Grafisk fremstilling af tal præsenteret i tabel 2. Tal for 2016 er baseret på fremskrevne tal for det forventede antal observationer ved årets afslutning. Antal observationer af mårhunde er på logaritmisk skala, og en lineær udvikling svarer derfor til en eksponentiel udvikling.

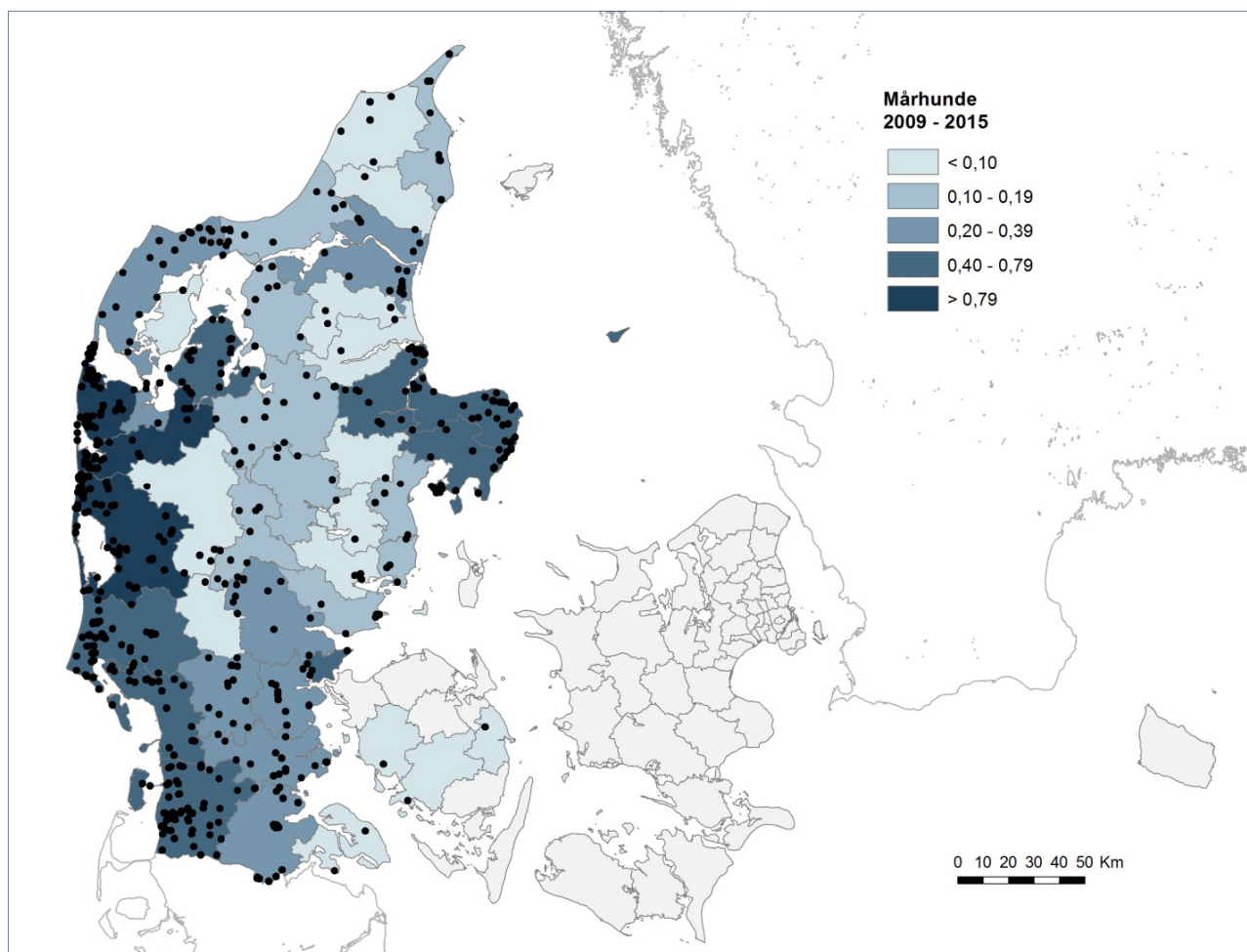
For de observationer, hvor alder og antal individer var angivet, var der i gennemsnit 1,32 individer (n = 686) og 0,67 voksne (n = 620) per observation.

Regionale forskelle i tæthed og bestandsudvikling

En samlet oversigt over antal observationer af døde og dræbte mårhunde per kommune per år 2009-16 er vist i appendiks 1.

Kommunevis var tætheden af dræbte og dødfundne mårhunde over årene højest i Lemvig (5,9 gange gennemsnittet for Jylland) efterfulgt af Tønder (3,4) og Ringkøbing-Skjern (3,0), Norddjurs (2,5), Esbjerg (2,2), Varde (1,9), Syddjurs (1,9) og Randers (1,8) kommuner, som alle lå signifikant over gennemsnittet for Jylland (Figur 2).

Nogle af disse kommunale forskelle i tætheden af indrapporterede døde mårhunde skyldes formentlig forskelle i mårhundejægerens bekæmpelsesindsats og engagement for at indrapportere trafikdræbte mårhunde (Lars Trier, NST, pers. medd.).



Figur 2. Det gennemsnitlige antal indrapporterede døde mårhunde per kommune (antal *100 km⁻²) per år i perioden 2009-2015 (N = 722). Prikkerne viser de præcise lokaliteter for de registrerede mårhunde.

Rent statistisk kunne antallet af døde og dræbte mårhunde 2009-15 i forhold til kommunernes areal beskrives som en funktion af årstal, Kommune ID ("tilfældige" effekt) og afstanden til den tyske grænses ("systematisk effekt" efter at der var taget højde for den "tilfældige" inter-kommunale variation svarende til at der i et givet år var tæthed af mårhunde 3,5 gange højere i kommuner, som grænser op til Tyskland end i kommuner længst nord i Jylland)(Tabel 3).

Selv om tætheden af mårhunde generelt aftog med afstanden til den tyske grænse (tabel 3), var der ingen indikation på at den årlige *stigning* i antal mårhunde var relateret til afstanden til den tyske grænse (interaktion mellem år og afstand til den tyske grænse: $p = 0,46$: ikke medtaget i Tabel 3 siden effekten ikke var signifikant): Antallet af mårhunde steg altså lige hurtigt per år uanset afstand fra Tyskland, men fra forskelligt udgangsniveau.

Tabel 3. Statistisk model for (\log_e -transformeret) antal døde mårhunde indrapporteret af private per år på kommuneniveau (Tabel 2, Appendiks 1). De systematiske effekter beskriver det gennemsnitligt forventede antal mårhund-observationer i en jysk kommune af en given størrelse i en given afstand fra Tyskland (fra 1 [= grænser op til Tyskland] til 11 [= længst nord i Jylland] i et givet år. Den gennemsnitlige årlige stigning i antal observationer er således $e^{0,24} = 1,27 = \lambda$. Det gennemsnitlige antal døde mårhunde per km^2 i en grænsekommune til Tyskland i henholdsvis 2009 og 2016 kan således beregnes som $\exp(-490,6 + 1,05 \cdot \log_e(1) [=0] + 0,24 \cdot 2009 - 0,12 \cdot 1) = 0,0009$ og $\exp(-490,6 + 0,24 \cdot 2016 - 0,12 \cdot 1) = 0,0055$. Længst borte fra den Tyske grænse var det samme antal $\exp(-490,6 + 0,24 \cdot 2016 - 0,12 \cdot 11) = 0,00027$ og $\exp(-490,6 + 0,24 \cdot 2016 - 0,12 \cdot 11) = 0,0014$. Kovarians-parametrene beskriver den "tilfældige" variation som findes mellem forskellige kommuner og den statistiske klumpning ('overdispersion') i data som må tilskrives afhængighed i antal observationer inden for en given kommune i et givet år.

Systematiske effekter	b	SE(b)	df	t	P
konstant	-490,6	55,45	37		
$\log_e(\text{areal} [\text{km}^2])$	1,05	0,25	239	4,13	<0,0001
år (2009-15)	0,24	0,03	239	8,75	<0,0001
Afstand til Tyskland (1-11)	-0,12	0,05	239	-2,43	0,02
Tilfældige effekter (kovarians)	b	SE(b)		z	P
Kommune ID	0,53	0,17		3,22	0,0013
Klumpning (korrektion for)	1,35	0,12			

Den manglende betydning af afstanden til grænsen til Tyskland for den årlige stigning i antal mårhunde på kommuneniveau kan tyde på, at fremgangen i den danske bestand er uafhængig af indvandring fra Tyskland. Denne formodning understøttes af genetiske analyser af slægtsskabet mellem fritlevende mårhunde i Europa, som viser at fritlevende mårhunde i Europa kan opdeles i tre distinkte grupper: en finsk, en dansk og en øst- og centraleuropæisk (Drygala m.fl. 2016). Mårhundene i Schleswig-Holstein ligner genetisk set således mere mårhunde fra fx Polen og Rusland end mårhunde fra Jylland.

Estimeret bestandsstørrelse på grundlag af foreliggende data

Ud fra foreliggende data om dræbte og dødfundne mårhunde kan bestandens størrelse med stor forsigtighed estimeres som:

$$N_m = N_T * m * p \Leftrightarrow N_T = \frac{N_m}{m * p} \Rightarrow \widehat{N}_T = \frac{N_m}{\widehat{m} * \widehat{p}}$$

Hvor N_m er antal dødfundne/aflivede mårhunde, N_T er bestandens totale størrelse, m er den årlige dødelighed og p er andelen af dødsfald som registreres.

I fald man kan estimere den årlige dødelighed (\widehat{m}) og sandsynligheden for at et dødsfald vil blive registreret (\widehat{p}) vil man også kunne estimere bestandens størrelse (\widehat{N}_T).

Det foreliggende datamateriale og de udstukne rammer for dette notat gør det ikke muligt at estimere hverken m eller p . De følgende beregninger er derfor baseret på kvalificerede skøn:

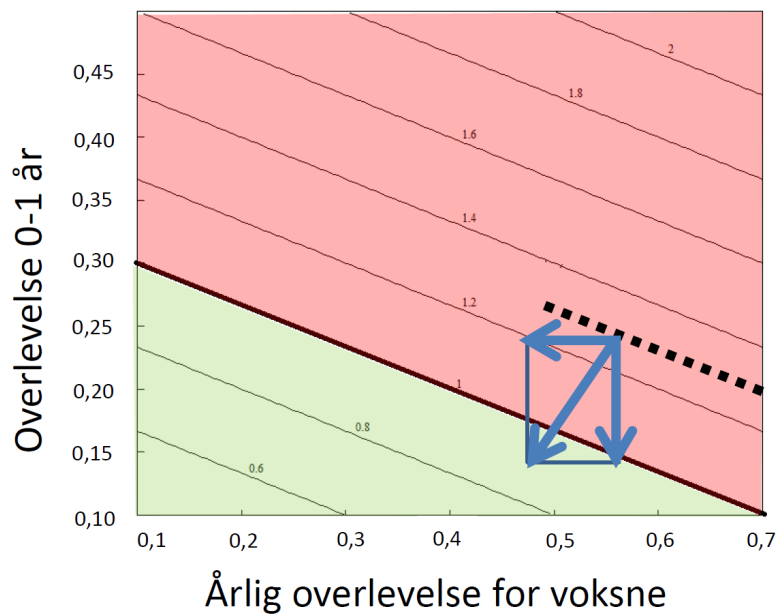
Den årlige dødelighed (for selvstændige dyr) kan estimeres ud fra en simpel Leslie matrix model, hvor bestandens årlige vækstrate er resultat af den årlige voksenoverlevelse (S_a), 1-års overlevelsen (S_0) og den gennemsnitlige kuld størrelse (F) og en antagelse om, at halvdelen af alle hvalpe er af hunn-køn. Ved at analysere plausible scenarier for kombinationen af disse tre demografiske parametre i programmet ULM (Legendre & Clobert 1995, <http://www.biologie.ens.fr/~legendre/ulm/ulm.html> ($S_a = 0,5$, $S_0 = 0,2$ (Helle & Kauhala 1993), $F = 6$ eller 8), er det muligt at estimere hvilke kombinationer af S_a og S_0 (hvor man kan antage at $S_a > S_0$) som vil resultere i en årlig bestandsvækst på 25-40 % som fundet i Danmark (Figur 3). Ud fra dette er det realistisk at antage at den årlige overlevelse for selvstændige mårhunde i Danmark ligger i størrelsesordenen 50-60 % (dvs. $m = 40-50$ %).

Sandsynligheden for at en død mårhund er blevet registreret (p) kan man kun gisne om, men da mårhunde også dør af andre årsager end trafikdrab, fangst og jagt, og selv ikke alle mårhunde, som omkommer på dette vis vil blive rapporteret er p under alle omstændigheder lavere end 1. I det følgende antages p at være mellem 30 % og 90 %:

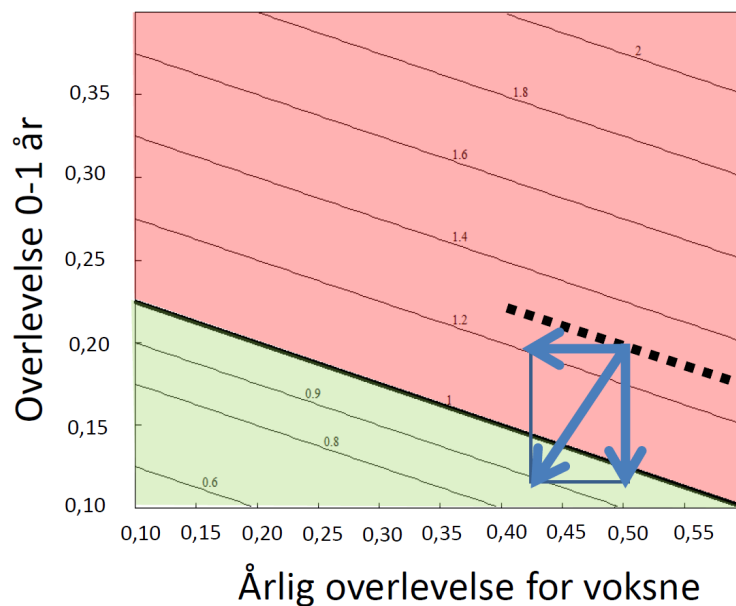
Det samlede antal nedlagte og dødfundne voksne mårhunde i 2015 (N_m) talte 87 privatrapporterede mårhunde, som var rapporteret som værende voksne. Dertil lægges alle 54 mårhunde nedlagt i projektregi, idet alle disse antoges at være voksne (der var ingen information om disses køn eller alder). Dette giver i alt 141 voksne, døde mårhunde i 2015. For 2016 kan det fremskrevne antal voksne, døde individer estimeres til 284 observationer (Tabel 2) multipliceret med det gennemsnitlige antal voksne per observation (0,67), hvilket giver 196 voksne, døde individer.

Figur 3. Isokliner for årlige vækstrater (λ) i en lukket bestand ved forskellige kombinationer af 1.års-overlevelse og årlig voksenoverlevelse ved en gennemsnitlig kuldstørrelse på henholdsvis 6 og 8 og en kønsratio på 1:1. De rosa zoner angiver kombinationer af overlevelse, som fører til bestandsvækst, mens de grønne områder angiver kombinationer, som vil føre til bestandstilbagegang. De sorte stiplede linjer angiver mulige kombinationer af 1.års- og voksenoverlevelse som vil resultere i en årlig bestandsvækst på $\lambda = 1,32$, som estimeret for DK (Tabel 2). De blå pile angiver hvor meget den årlige overlevelse omtrent skal reduceres med for at vende bestandsvæksten til en målbar bestandsnedgang (her angivet som $\lambda = 90\%$ (ca. 8-10 procentpoints for både voksen- og 1.årsoverlevelse afhængig af den gennemsnitlige kuldstørrelse)).

Kuldstørrelse = 6



Kuldstørrelse = 8



Med udgangspunkt i disse tal kan den stående bestand af mårhunde skønsvist estimeres til at tælle 313-1175 voksne (> 1 år gamle) individer i 2015 og 436-1636 i 2016 (Tabel 4).

Tabel 4. Estimeret antal voksne mårhunde i en lukket bestand (N_T) beregnet ud fra antal dødfundne og dræbte antal voksne individer i 2015 ($N_m = 141$) og 2016 ($N_m = 196$), og under forskellige værdier af årlig dødsrate (m) og andel af døde voksne som registreres (p).

m	p	$N_m = 141$	$N_m = 196$
		$N_T(2015)$	$N_T(2016)$
0,4	0,3	1175	1636
0,5	0,3	940	1309
0,4	0,5	705	982
0,5	0,5	564	785
0,4	0,7	504	701
0,5	0,7	403	561
0,4	0,9	392	545
0,5	0,9	313	436

Forslag til hvilke datakilder, der fremover vil kunne bruges til at vurdere bestandstørrelsen af mårhund

Som anført ovenfor vil bestandens størrelse kunne estimeres ud fra antal dødfundne og/eller aflivede individer, hvis man ad anden kilde kan estimere hvor stor en andel af bestanden, som årligt dør af disse årsager (m) og sandsynligheden for at dødsfaldet registreres (p).

Antal trafikdræbte mårhunde og antal mårhunde aflivet af private i årene 2009-15 er tæt korreleret (Tabel 2: $r^2_5 = 0,92$). Dette indikerer at begge datakilder i rimelig grad kan bruges som bestandsindeks, så længe man kan antage, at befolkningens tilbøjelighed til at rapportere om dødfundne og nedlagte mårhunde er nogenlunde konstant. I hvert fald for trafikdødsfald vedkommende vil antallet af observationer kunne kalibreres til bestandstørrelse idet m og p formentlig vil kunne estimeres ud fra hyppigheden, hvormed GPS-mærkede judasdyr er blevet trafikdræbt og efterfølgende rapporteret af offentligheden. I det omfang at GPS-mærkede individer kan identificeres fra umærkede dyr som observeres, fotograferes eller genfindes som døde, vil bestandens størrelse også kunne estimeres ud fra fangstgenfangst-analyser (Bestandsstørrelse = andel mårhundeobservationer som består af mærkede dyr * antal mærkede dyr). I det omfang man fortsat vælger at benytte judas-dyr som en del af en aktiv bekæmpelsesstrategi, vil analyser af disse dyrs bevægelser og hyppighed hvormed de lokaliserer nye dyr per tidsenhed ("time-to-event"-funktion) også kunne være en væsentlig kilde til at estimere lave bestandstætheder.

I forbindelse med beregning af det nødvendige reguleringstryk, der skal til for at kunne fremtvinge en bestandsnedgang, vil det være væsentligt at få estimeret bestandens basale demografiske parametre i form af kuld størrelser og overlevelse for voksne og unger. Denne information vil dels kunne tilvejebringes gennem dissektion af dræbte og nedlagte individer (aldersfordeling ved død, pre-natal kuld størrelse fra placentale ar), dels ved at estimere årsagsspecifikke mortalitetsrater for GPS-mærkede judasdyr.

Forslag til indsats, der sikrer, at mårhundebestanden ikke øges og spredes til øerne

En spredning af mårhund fra Jylland til øerne vil både kunne forhindres gennem en eliminering af mårhundebestanden i Jylland således at videre spredning ikke finder sted, eller ved at fjerne de individer, som tager vejen over Lillebælt eller det sydfynske øhav inden disse når at reproducere sig på øerne.

Den førte bekæmpelsesindsats ser efter data at dømme ikke ud til at føre til opfyldelse af dette forvaltningsmål, al den stund, at antallet af mårhunde stiger år for år med samme rate som i Schleswig-Holstein. Hvis man vil fastholde målsætningen om at fjerne mårhunden fra Jylland skal den årlige dødelighed derfor øges i et omfang, som både fører til en bestandsnedgang i den reproducerende danske bestand og eliminerer immigranter sydfra. Med udgangspunkt i den estimerede årlige vækstrate på 32 % må man antage at den årlige dødelighed skal øges med mindst 10 procentpoints i forhold til det nuværende niveau for at fremtvinge en målbar bestandstilbagegang (Fig. 4). I fald bestandsestimatet for 2016 (Tabel 4) er retvisende, svarer dette til at bestanden skal påføres en ekstra dødelighed på yderligere 44-164¹ individer i 2016 for at bremse bestandens fortsatte vækst. Rent praktisk vil dette kræve en betydelig og øjeblikkelig øgning i bekæmpelsens omfang (ressourcer) og/eller effektivitet (til rådighed stående virkemidler), hvis man skal gøre sig noget som helst håb om at kunne regulere bestanden inden antallet af mårhunde bliver så stort, at de nødvendige omkostninger for effektiv bekæmpelse bliver så høje at effektiv bestandsregulering ikke længere er mulig.

Selv hvis en forøget indsats skulle vise sig virkningsfuld i form af faldende antal mårhunde, skal man med en aktiv bekæmpelse af mårhunde i Jylland være indstillet på i al fremtid at skulle fjerne de individer som (i formentlig stadig stige antal) vil vandre over grænsen fra Tyskland.

Hvis det skulle vise sig umuligt at hindre mårhunden i at vinde yderligere fodfæste i Jylland (med en forventet mangedobling af bestandens størrelse til følge), bør det fortsat være realistisk at kunne hindre etablering af mårhund på øerne, da Lillebælt og de øvrige danske farvande udgør en naturlig spredningsbarriere. Hvis man sørger for til hver en tid at have en stående (og tilstrækkelig stor) bestand af judasdyr på (især det vestlige) Fyn og omkringliggende øer, bør det være muligt at kunne opspore og eliminere de individer som krydser over bæltet inden disse formerer sig.

Det lavest mulige antal judasdyr det er nødvendigt at have i beredskab på Fyn for at kunne hindre etablering under forskellige indvandningsrater bør kunne estimeres ud fra data på succesraten, hvormed judasdyr finder artsfæller under forskellige bestandstætheder.

¹ For at opnå et effektivt dødelighed/udtag af individer i dette omfang skal der reelt reguleres endnu flere individer, da man skal tage højde for at en del af de regulerede individer vil dø alligevel pga. andre årsager. Andelen af individer i bestanden (x) som skal reguleres for at opnå en given effektiv reduktion i overlevelse (m' , i dette tilfælde 10 procentpoints) er således $x = m' / (1 - m)$ hvor m er den 'naturlige' baggrundsdødelighed. Hvis $m=50\%$ er det således nødvendigt at aflive 20 % af den stående bestand for at opnå en effektiv reduktion i overlevelse på 10 procentpoints, hvorimod der ved en baggrundsoverlevelse på 90 % kun skal aflives 11,1 % af den stående bestand for at reducere den samlede overlevelse med 10 procentpoints.

Referencer

Drygala F, Korablev N, Ansorge H, Fickel J, Isomursu M, Elmeros M, Kowalczyk R, Baltrunaite L, Balciauskas L, Saarma U, Schulze C, Borkenhagen P & Frantz AC (2016). Homogenous Population Genetic Structure of the Non-Native Raccoon Dog (*Nyctereutes procyonoides*) in Europe as a Result of Rapid Population Expansion. - PLoS ONE 11, e0153098.

Helle E & Kauhala K (1993). Age structure, mortality, and sex ratio of the raccoon dog in Finland. - Journal of Mammalogy 74: 936-942.

Legendre S & Clobert J (1995). ULM, a software for conservation and evolutionary biologists. - Journal of Applied Statistics 22: 817-834.

Littell RC, Milliken GA, Stroup WW, Wolfinger RD & Schabenberger O (2006). SAS for mixed models 2nd ed. - SAS Inst., Cary, NC. 828 s.

Appendiks 1

Observationer af dødfundne, skudte og fangne mårhunde (alle kilder) 2009-16, delt på år og kommune. Tal for 2016 var kun baseret på månederne jan-august, og der manglede kommuneinformation for 26 af de i alt 176 observationer. Dette er datasættet bag analysen præsenteret i Tabel 3. Den relative tæthed angiver den estimerede tæthed af mårhunde 2009-15 i jyske kommuner (korrigeret for bestandsudvikling; Tabel 3) relativt til kommunegennemsnittet (Værdien 2 betyder, at kommunens tæthed af mårhunde over årene er dobbelt så høj som kommunegennemsnittet for Jylland. Est. = estimat, LCL = nedre 95% sikkerhedsgrænser for estimat, UCL = øvre 95% sikkerhedsgrænser for estimat).

Kommune	Areal (km ²)	Årstal								år ⁻¹ *100km ⁻² 2009- 2014-		Relativ tæthed:		
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2015	Est,	LCL	UCL
Assens	511	0	0	0	0	0	0	1	0	0,00	0,10	-	-	-
Faaborg-Midtfyn	637	0	0	0	0	0	0	1	0	0,00	0,08	-	-	-
Nyborg	276	0	0	0	0	1	0	0	0	0,00	0,00	-	-	-
Haderslev	702	0	1	1	4	2	1	6	3	0,21	0,50	1,5	0,8	2,8
Billund	540	0	0	0	0	0	0	1	2	0,00	0,09	0,4	0,2	1,2
Sønderborg	497	0	0	0	0	1	1	0	0	0,00	0,10	0,5	0,2	1,5
Tønder	1278	4	1	3	13	19	4	24	25	0,41	1,10	3,6	2,2	5,9
Esbjerg	743	2	2	4	3	3	6	4	2	0,37	0,67	2,2	1,3	3,8
Fanø	56	0	0	0	0	0	0	2	0	0,00	1,79	1,6	0,4	6,2
Varde	1256	3	4	16	4	11	14	15	10	0,54	1,15	1,9	1,1	3,3
Vejen	814	1	2	0	7	2	1	6	2	0,31	0,43	1,3	0,7	2,4
Aabenraa	942	1	0	0	2	3	5	9	7	0,08	0,74	1,3	0,7	2,3
Fredericia	134	0	0	0	0	1	1	2	1	0,00	1,12	1,8	0,6	5,6
Kolding	605	0	0	2	4	0	4	1	2	0,25	0,41	1,2	0,6	2,5
Vejle	1066	1	0	0	0	2	4	8	2	0,02	0,56	0,9	0,5	1,8
Horsens	542	0	0	0	0	1	0	2	1	0,00	0,18	0,5	0,2	1,4
Herning	1324	2	0	0	0	0	1	1	2	0,04	0,08	0,4	0,2	0,8
Holstebro	800	4	6	5	24	2	1	5	3	1,22	0,37	1,7	1,0	3,1
Lemvig	517	13	4	4	7	5	2	22	4	1,36	2,32	5,9	3,7	9,5
Struer	251	1	1	1	0	1	0	1	1	0,30	0,20	1,2	0,4	3,4
Syddjurs	696	0	2	1	2	7	5	7	6	0,18	0,86	1,9	1,0	3,3
Norddjurs	721	0	0	2	15	2	13	7	11	0,59	1,39	2,5	1,5	4,2
Favrskov	569	0	1	0	0	0	0	0	2	0,04	0,00	0,4	0,1	1,1
Odder	225	0	0	0	2	0	0	1	0	0,22	0,22	0,9	0,3	2,7
Randers	800	0	0	5	4	2	7	8	4	0,28	0,94	1,8	1,0	3,2
Silkeborg	865	1	1	1	1	0	2	1	2	0,12	0,17	0,6	0,3	1,4
Skanderborg	436	0	0	0	0	0	1	1	2	0,00	0,23	0,6	0,2	1,6
Århus	469	0	1	0	0	0	2	2	4	0,05	0,43	0,8	0,3	1,9
Ikast-Brande	736	1	3	1	1	1	1	2	0	0,20	0,20	1,0	0,5	2,0
Ringkøbing-Skjern	1489	7	6	4	19	6	17	32	24	0,60	1,65	3,0	1,7	5,2
Hedensted	551	0	0	2	0	0	3	1	9	0,09	0,36	0,9	0,4	2,0
Skive	691	1	0	2	3	4	3	12	3	0,22	1,09	1,3	0,7	2,5
Viborg	1475	2	2	1	1	4	4	4	0	0,10	0,27	0,9	0,4	1,7
Morsø	368	0	0	0	0	0	0	1	0	0,00	0,14	0,5	0,2	1,6
Thisted	1102	0	0	3	4	3	4	14	12	0,16	0,82	1,2	0,7	2,2
Brønderslev- Dronninglund	633	0	0	0	0	0	1	1	1	0,00	0,16	0,5	0,2	1,2
Frederikshavn	649	0	2	1	1	2	0	2	1	0,15	0,15	0,8	0,4	1,8
Vesthimmerland	772	0	0	1	2	0	2	3	0	0,10	0,32	0,6	0,3	1,4
Rebild	625	0	1	0	0	1	2	0	0	0,04	0,16	0,6	0,3	1,5
Mariagerfjord	724	0	0	2	0	0	1	0	0	0,07	0,07	0,4	0,1	1,0
Jammerbuqt	873	0	1	0	0	0	4	4	2	0,03	0,46	0,4	0,2	1,0
Aalborg	1144	3	1	0	15	3	3	5	2	0,42	0,35	0,9	0,5	1,8
Hjørring	930	0	0	0	1	0	2	2	0	0,03	0,22	0,5	0,2	1,2
		47	42	62	139	89	122	221	152					