

Modeller for måling af udviklingen i andelen af ældre hjorte i danske krondyrbestande

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 13. maj 2016

Peter Sunde

Institut for Bioscience

Rekvirent:
Naturstyrelsen
Antal sider: 15

Faglig kommentering:
Aksel Bo Madsen og Lars Haugaard
Kvalitetssikring, centret:
Susanne Boutrup



AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

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

Indhold

1	Indledning	3
1.1	Baggrund	3
1.2	Spørgsmål	3
2	Svar	4
2.1	Grundlæggende principper og overvejelser for demografisk bestandsmonitoring	4
2.2	Forslag til konkrete evalueringsmodeller	10
2.3	Fordele og ulemper ved de forskellige monitoringsmodeller	14
3	Referencer	15

1 Indledning

1.1 Baggrund

Naturstyrelsen (NST) har i skrivelse af 13. april 2016 anmodet Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet (DCE) om et notat til brug for Vildtforvaltningsrådets arbejde fsva. forvaltning af kronvildt (*Cervus elaphus*). Baggrunden er at Den Nationale Hjortevildtgruppe (DNH) arbejder med et oplæg til forvaltning af kronvildt i Danmark. Et af opgavens mål er at øge andele af ældre hjorte (8+ år) i bestanden af kronvildt. For at kunne vurdere effekten af de foreslåede tiltag ønskes viden om videnskabelige metoder til dette.

1.2 Spørgsmål

I sin henvendelse har NST formuleret følgende spørgsmål:

"Der ønskes forelagt forslag til forskellige modeller for måling på udviklingen i andelen af ældre hjorte (8+ år) i Danmarks kronvildtbestand. En model skal kunne lægges til grund for evaluering af ældre hjorte i bestanden hvert andet år med henblik på at vurdere om der er behov for justering i forvaltningen af kronvildt. Der skal ved beskrivelse af de forskellige modeller foretages beskrivelse af metodens enkle og praktiske anvendelighed samt at det kan give et retningsende billede af andelen af ældre hjorte i Danmarks kronvildtbestand."

2 Svar

2.1 Grundlæggende principper og overvejelser for demografisk bestandsmonitoring

Succesfuld monitoring af udviklingen i andelen af ældre hjorte i danske krondyrbestande forudsætter rent teknisk, (1) at de registrerede demografiske data er tilstrækkeligt relevante og valide mht. at besvare monitorings spørgsmål, (2) at der opstilles modeller for den ønskede udvikling i bestandssammensætning, som det observerede mønster kan holdes op mod, samt (3) at den statistiske usikkerhed omkring de estimerede parametre bliver tilstrækkelig lav (datamængden er tilstrækkeligt stor) til at der kan konkluderes (og ageres) forvaltningsmæssigt på grundlag af det fundne resultat. På det organisatoriske plan er det endvidere nødvendigt, (4) at sikre en overordnet organisatorisk model for indsamling og analyse af data som opfylder de tre nævnte analytiske kriterier. I det omfang dette involverer brugere/frivillige (i praksis jægere), skal registrerings- og indberetningsmetoder være tilrettelagt i forhold til dette.

I det følgende, vil hovedvægten blive lagt på besvarelse af hvorledes de tre første (tekniske) kriterier bedst muligt kan sikres opfyldt, under behørig hensyntagen til de praktiske forhold under hvilke bestandsdata skal indsamles.

2.1.1 Datatyper til opgørelse af bestandens demografiske sammensætning

Bestandes demografiske sammensætning kan estimeres direkte på basis af den demografiske sammensætning af levende dyr, eller afledes fra den demografiske sammensætning ved død (i praksis nedlagte dyr). Demografisk monitoring af levende bestande er analytisk simpelt (bestandssammensætning estimeres direkte ud fra data), men er måleteknisk vanskelig hos kron- dyr under danske forhold. Demografisk monitoring ud fra alder-ved-død er forbundet med en tidsforsinkelse i det demografiske signal (dyr tælles først med, når de er døde), og er forbundet med overholdelse af en række analytiske forbehold knyttet til de opstillede livstabeller, men er måleteknisk simple og lidet ressourcekrævende.

Registrering af demografisk sammensætning i den levende bestand

Registrering af demografisk sammensætning i den levende bestand forudsætter, at alderen kan observeres/registreres/vurderes troværdigt for enten hele bestanden eller et repræsentativt udsnit af bestanden uden at prøvetagningen i sig selv påvirker bestandens demografiske sammensætning. Dette forudsætter, at de observerede/registrerede/målte dyr enten lever videre med samme vitalitet som ikke-målte dyr, eller at dyr udtaget til prøvetagning udgør et tilfældigt udsnit af bestanden, og den udtagne stikprøve kan betragtes som så forsvindende lille i forhold til de tilbageværende dyr, at prøvetagningen i sig selv ikke påvirker bestandens demografiske sammensætning i væsentlig grad (Caughley 1977).

Da hverken tilfældig udvælgelse af individer til letal prøvetagning eller levendefangst med aldersbestemmelse for øje reelt er muligt i danske bestande, må en demografisk monitoring af den levende bestand i givet fald skulle baseres på fjernobservationsdata af repræsentativt udvalgte dyr, dvs. fotos.

En systematisk og standardiseret fotomonitering vil kunne levere en omtrentlig vurdering af køns- og alderssammensætning, som vil kunne sammenlignes fra periode til periode. Demografisk foto-monitering vil kunne baseres på permanent opsatte kamerafælder (Lopez-Parra m.fl., 2012) eller ved manuelle fotos baseret på aktiv opsøgning. I udgangspunktet må systematisk opsatte kamerafælder antages at sikre den højeste kvalitet af fotos (kortest afstand) og den bedste repræsentativitet med hensyn til stikprøvetagning.

Monitering af andel "gamle" hjorte i bestanden, baseret på observationer uden fotodokumentation kan i udgangspunktet ikke betragtes som en valid metode, da feltbestemmelser uden fotografisk belæg uvægerligt vil bero på den enkelte observatørs personlige opfattelse af, om det observerede dyr var en "gammel hjort", herunder hvordan en gammel hjort ser ud.

Registrering af demografisk sammensætning baseret på nedlagte dyr

Bestandes demografiske sammensætning kan estimeres indirekte ud fra livstabeller baseret på alder ved død, hvis den demografiske sammensætning af disse kan betragtes som værende repræsentativ for bestandens demografiske sammensætning ved død (Caughley 1977). Denne grundbetingelse må betragtes som værende opfyldt for de danske krondyrbestande, hvor næsten al dødelighed kan henføres til jagt. Det forhold at stort alle krondyr ender på en vildtparade, giver ydermere mulighed for at kunne behandle datamaterialet som en totaloptælling og ikke en stikprøve, såfremt alle dyr registreres. Hvis de nedlagte dyr kan betragtes som en totaloptælling, vil bestandens størrelse og demografiske sammensætning kunne opgøres uden statistisk usikkerhed (om end med nogle års forsinkelse). En obligatorisk registrering af alle nedlagte dyrs køn og alder vil endvidere også være den bedste garanti for, at datamaterialet kan betragtes som værende repræsentativt for bestanden som helhed.

Alder-ved-død-metodens primære ulempe er den indbyggede tidsforsinkelse, som opstår når en aldersfordeling i den levende bestand skal estimeres ud fra en alder-ved-død fordeling. Med mindre man antager, at bestanden har en stabil demografisk fordeling (dvs. at den aldersspecifikke dødelighed er den samme for alle årgange), hvilket netop ikke vil være tilfældet ved ændringer i den aldersspecifikke afskydning, kan alderssammensætningen i den levende bestand i princippet først estimeres præcist med ca. 8-10 års forsinkelse. Dette forhindrer dog ikke at man kan opstille modeller for den forventede alderssammensætning ved død ved forskellige afskydningsscenarier (se 2.1.2).

Rent metodisk har demografisk monitering ud fra nedlagte dyr den åbenlyse fordel, at tænder og/eller kæber kan udtages og fænologiske parametre (vægt, størrelse, diegivningsstatus etc.) kan registreres med ubetydelig usikkerhed og en meget overskuelig (få minutter) arbejdsindsats. Data vil kunne indtastes over nettet, evt. via app til mobiltelefon.

Aldersbestemmelse vil enten kunne baseres på tandsnit af udtagne og indsendte tænder fra individer over 2 år (evt. kun handyr), evt. ved vurdering af tandslid.

Aldersbestemmelse vha. tandsnit må betragtes som den mest præcise og eksakte aldersbestemmelsesmetode ($\pm 10\%$ af reel alder (Sunde & Haugaard 2014)), men kræver udtagning og indsendelse af fortænder. Desuden foreligger resultatet først 2-3 måneder efter jagtsæsonens afslutning.

Aldersbestemmelse baseret på tandslid er en mindre eksakt metode end tand-snit, og det kræver teknisk anvisning og helst også forudgående træning af prøvetager, samt løbende kalibrering af vurderet alder i forhold til alder estimeret fra tandsnit (Sunde & Haugaard 2014). Metoden er til gengæld omkostningsfri, og resultatet foreligger umiddelbart.

Endeligt vil det også ud fra nedlagte dyrs overordnede fysiognomi (vægt, gevirstørrelse, mankedække etc.) principielt være muligt at foretage en *omtrentlig aldersklassevurdering*, på samme måde som ved observationer/fotos af levende dyr. Af hensyn til validering og kalibrering af resultater opnået vha. sådanne subjektive aldersklassifikationer, bør fotodokumentation altid sikres og gemmes, og en sådan metode bør testes grundigt inden den implementeres

2.1.2 Modeller for tilstræbt aldersstruktur i årene efter cændret afskydning

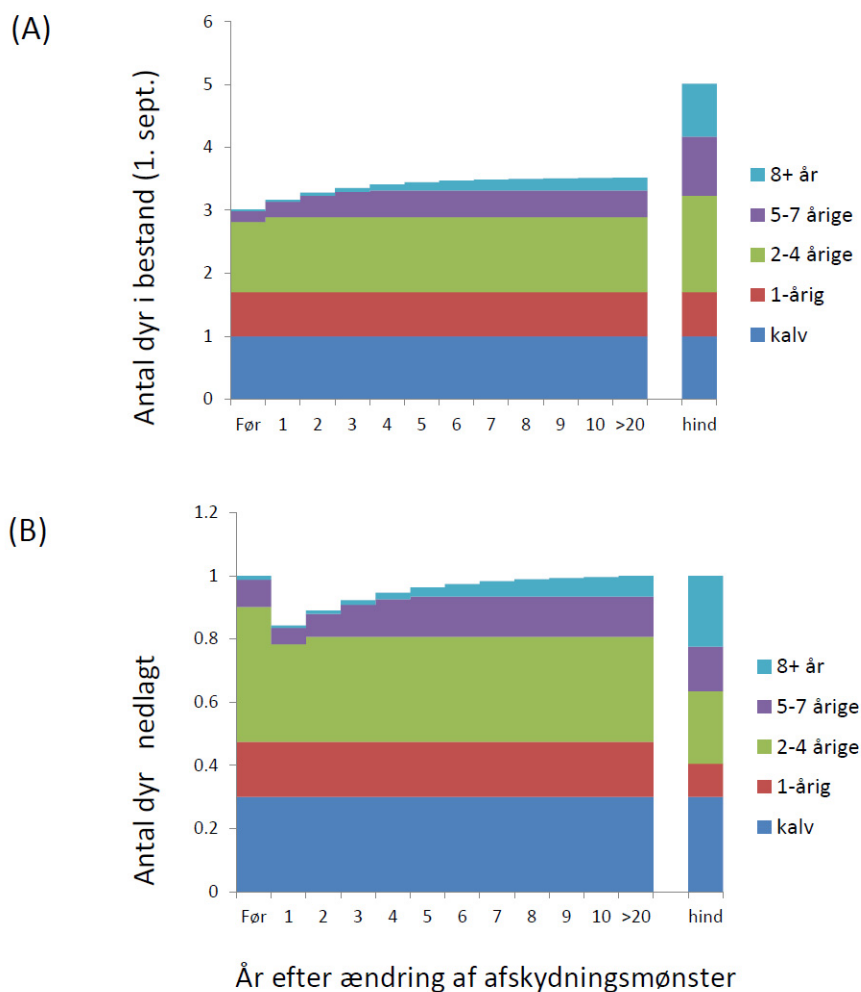
En (lukket) bestands demografiske sammensætning afspejler den årlige fødselsrate og aldersspecifikke overlevelse tilbage fra det ældste individs fødsel. Af samme grund vil den fulde effekt af en varig ændring i aldersspecifik dødelighed først slå fuldt igennem efter en hel generation. I den mellemliggende periode vil bestanden have en transient demografisk fordeling, som vil afspejle skiftet fra ét aldersspecifikt overlevelsesmønster til et nyt. For kron dyr vil en ny stabil aldersfordeling blandt hjorte derfor først stabilisere sig efter sig ca. 10 år (Fig. 1).

For at kunne evaluere om indførelse af jagtlige restriktioner har den ønskede effekt på bestandens alderssammensætning i årene derefter, er det nødvendigt at opstille demografiske modeller for bestandens forventede udvikling i alderssammensætning, hvis målsætningerne opfyldes. Input til disse modeller vil være bestandens oprindelige alderssammensætning og scenarier for aldersspecifik dødelighed efter indførelse af jagtlige restriktioner. Hvis andelen af hjorte over en given alder viser sig at være lavere end forudsagt for at målsætningen kan være opfyldt efter et givet antal år (fx 2, 4, 6 eller 8), vil man kunne agere forvaltningsmæssigt ved at lægge yderligere restriktioner på udtaget af dyr fra de aldersklasser, man ønsker at skåne yderligere.

I Figur. 1 er vist udviklingen i aldersspecifik bestandsstørrelse og det aldersspecifikke jagtudbytte i en numerisk stabil bestand¹, hvor den årlige dødelighed for handyr reduceres fra 50 % til 30 % i 3-9-årsalderen og fra 50 % til 35 % fra og med 10-årsalderen. I Figur 2 er de aldersspecifikke bestands- og udbyttetotal omregnet til andele af hjorte på mindst 5 og 8 år i bestand og jagtudbytte. Scenariet tager udgangspunkt i en målsætning om, at bestanden efter opnåelse af en ny stabil aldersfordeling skal tælle mindst én ældre hjort (8+ år) for hver 20 hinder i forårsbestanden.

¹ forstået således, at antallet af hjortekalve, der fødes hvert år, er det samme.

Figur 1. Demografisk sammensætning (enhed = antal dyr i forhold til antal fødte kalve) af (A) bestand og (B) jagtudbytte før og efter ændring i aldersspecifik dødelighed for handyr.

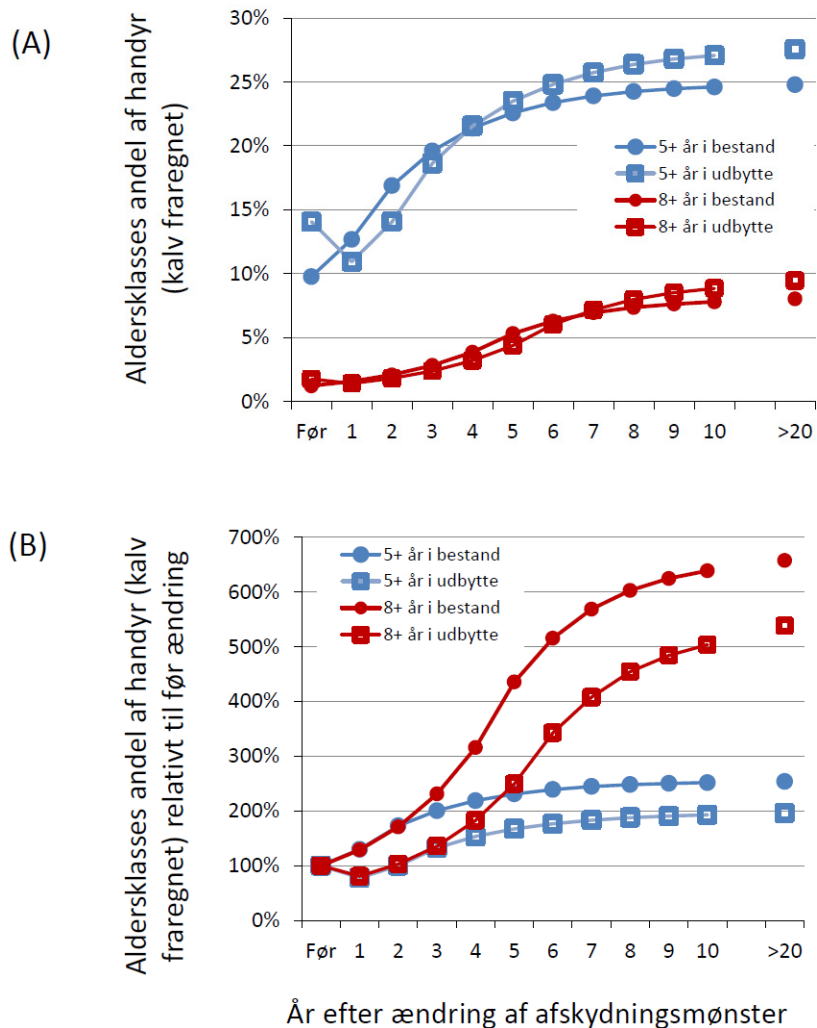


Til grund for modellen lægges, at der fødes lige mange kalve af hvert køn, og at hundyrsegmentet er stabilt antalsmæssigt og demografisk i hele perioden (= samme antal kalve fødes hvert år) med følgende aldersspecifikke årlige dødelighed: kalv=30 %, 1-7 år: 15 %, 8-14 år: 25 % og 15+år: 35 %.

For handyr er den aldersspecifikke dødelighed før jagtændringen: Kalv = 30 %, 1-2 år: 25 %, 3+år: 50 %, hvilket svarer til at 1,2 % handyr overlever til 8-års-alderen. Efter ændringen, reduceres den årlige dødelighed handyr fra 50 % til 30 % for 3-9-årige og til 35 % for dyr ældre end 9 år, hvilket i sidste ende fører til, at 6,6 % af handyrerne lever til deres 8. år.

I "Før"-bestanden vil der være henholdsvis 135 og 221 hinder for hver hjort på mindst 8 år per 1. september og i forårsbestanden. I "Efter"-bestanden vil der, når aldersfordelingen har stabiliseret sig, være 16 hinder per hjort på mindst 8 år i efterårsbestanden og 20 i forårsbestanden.

Figur 2. (A) Udvikling i andel hjorte på mindst 5 og 8 år i bestand og jagtudbytte i årene efter reduktion af den aldersspecifikke dødelighed for 2-9-årige hjorte fra 50 til 30 % (for hjorte over 10 år fra 50 til 35 %). (B) Relative ændringer i aldersklasser andele af bestand og jagtudbytte i forhold til "før"-situation (=100%).



Af figur 1 og 2 fremgår, at en ændring i den aldersspecifikke dødelighed over tid vil manifestere sig omtrent lige kraftigt i alderssammensætningen i den levende bestand som blandt nedlagte dyr, men med tidsforskydning på to år for nedlagte dyr i forhold til den levende bestand. Dette skyldes, at den forbedrede overlevelse medfører et kortvarigt fald i antal nedlagte dyr i disse aldersklasser. Reduktionen i dødelighed i regneeksemplet vil således øge antal (Fig. 1) og andel (Fig. 2) ældre hjorte i den levende bestand med ca. 80 % efter to jagtsæsoner. Til sammenligning vil antal og andel nedlagte ældre hjorte i jagtudbyttet i den 2. jagtsæson fortsat være på niveau med "før"-situationen, og først begynde at stige fra og med den 3. jagtsæson, med opnåelse af ca. 80 % stigning i den 4. sæson (Fig. 2b).

Sagt med andre ord vil det demografiske respons målt i de nedlagte dyr være 2 jagtsæsoner forsinket i forhold til responset i den levende bestand². Rent praktisk betyder dette, at mens man ud fra data om alderssammensætningen i den levende bestand vil kunne forvente en markant og målbar (80 %

² fordi det demografiske respons i den levende bestand skal måles mellem jagtsæsonerne (dvs. responset efter 2 jagtsæsoner måles mellem den 2. og den 3. jagtsæson), mens den demografiske sammensætning af jagtudbyttet opgøres per jagtsæson (dvs. responset i den 2. jagtsæson er sammensætningen af dyr nedlagt i den 2. sæson)

stigning) efter den anden jagtsæson, vil samme effekt først kunne vurderes efter 4 jagtsæsoner ud fra data fra nedlagte dyr.

Af scenarierne fremgår også, at de første 2-4 år efter en jagtændring vil den absolutte øgning (målt i procentpoints) i andelen af ældre hjorte være markant større (og dermed lettere målbar) i andelen af hjorte over 5 år end i andelen af hjorte over 8 år. Efter ca. 4 år vil det derimod være i andelen af helt gamle hjorte, at man vil finde de største absolutte såvel som relative ændringer i antal og andel (Fig. 1 og 2)

Ud over at forudsætte klart definerede målsætninger om den maksimalt acceptable aldersspecifikke dødelighed (grundlag for modelscenarier), kræver en sådan demografisk overgangsmodel også, at alderssammensætningen er fastlagt *inden* afskydningsreglerne ændres.

Hvis antallet af kalve, som fødes ændrer sig væsentligt over tid (dvs. hvis bestanden vokser eller aftager), skal der også korrigeres for dette i modellen. Af samme grund vil information om ændringer i bestandens størrelse (helt præcist antal kalve, der fødes per år) kunne være nyttigt. Hvis det ultimative forvaltningsmål er at sikre mindst én gammel hjort for hver 20 hinder i forårsbestanden, vil det alt andet lige også være nyttigt at have fyldestgørende bestandsinformation om bestandens hind-segment.

2.1.3 Statistiske krav til antal observationer (stikprøvestørrelse)

Med mindre man foretager en fuldstændig registrering af alle nedlagte (eller på anden måde omkomne) dyr i bestanden, er det i praksis ikke muligt at foretage totaloptællinger af krondyrbestandes størrelse eller demografiske sammensætning. Alle monitoringsmetoder baseret på observationer eller ikke-obligatorisk registrering af alle nedlagte dyr er derfor at betragte som stikprøve-baserede, og de vil være forbundet med statistisk usikkerhed. Da der er en snæver sammenhæng mellem estimators statistiske sikkerhed og datamaterialets størrelse, er det vigtigt på forhånd at præcisere den maksimalt acceptable statistiske usikkerhed, der ønskes omkring centrale demografiske estimater. Ud fra dette kan man beregne størrelsen på det ønskede datagrundlag og planlægge overvågningsprogrammets omfang.

En detaljeret redegørelse for de statistiske lovmæssigheder for hvor mange observationer, som behøves for at kunne beregne en given bestandsandel inden for et givet usikkerhedsinterval, ligger uden for rammerne af dette notat, men for at give et indtryk af det omtrentlige databehov kan nævnes, at for at angive en estimeret bestandsandel på 10 % indenfor en normalt anvendt statistisk usikkerhed (95 % konfidensgrænser) på henholdsvis ± 1 , ± 2 eller ± 5 procentpoints (svarende til en relativ usikkerhed på ± 10 , ± 20 og $\pm 50\%$) kræves henholdsvis ca. 3100, 800 og 150 statistisk uafhængige observationer.

2.1.4 Generelle organisatoriske overvejelser

Uanset hvilket datagrundlag og monitoringsmetodik man måtte beslutte sig for at lægge til grund for en demografisk overvågning, skal man efterfølgende sikre sig at de ønskede data også i praksis registreres efter valide metoder og i fornødent volumen. De nærmere detaljer for hvorledes demografiske bestandsovervågningsprogrammer skal tilrettelægges og organiseres ligger uden for rammerne af denne tekst, og må bero på efterfølgende dialoger mellem de involverede parter, som skal bruge og registrere data.

Helt overordnet er det dog relevant at understrege vigtigheden af, at de valgte metoder valideres grundigt både med hensyn til datakvalitet og anvendelighed i forbindelse med praktisk anvendelse hos de, som skal stå for registreringen. Det er ligeledes vigtigt, at overvågningsprogrammet organiseres således, at relevante data tilvejebringes i tilstrækkelig mængde til, at den ønskede analytiske følsomhed opnås.

2.2 Forslag til konkrete evalueringsmodeller

I det følgende er skitseret tre forslag til demografiske monitoringsprogrammer rettet mod evaluering af effekterne af restriktioner på afskydning af hjort: (1) registrering af nedlagt vildt, (2) registrering af demografisk sammensætning baseret på vildtkameraer og (3) registrering af demografisk sammensætning baseret på manuelle observationer (med fotodokumentation).

2.2.1 Registrering af nedlagt vildt

Metode

Som beskrevet i afsnit 2.1.1.2, er metoden baseret på systematisk registrering og indrapportering af køn og alder for nedlagt vildt. Aldersbestemmelser (>2år tandudvikling) foretages ved udtagning og indsendelse af fortand til tandsnitning eller ved vurdering af tandlid. Afhængig af aldersbestemmelsesmetode skal jagtorganisateurer sørge for enten at (a) udtage og indsende fortand til tandsnitning på laboratorium, (b) udtage underkæbehalvdel til vurdering af tandlid eller evt. (c) selv foretage aldersvurdering ud fra tandlid og sikre fotodokumentation.

Fordele og ulemper

Fordele: Registrering af nedlagt vildt er den eneste metode, som giver mulighed for en egentlig aldersbestemmelse. Hvis registreringen gøres obligatorisk, kan metoden endvidere betragtes som en totaloptælling og ikke en stikprøve, hvilket eliminerer statistisk usikkerhed omkring den demografiske sammensætning og (over tid) muliggør opgørelse af bestandens totale størrelse. Registrering og indrapportering af køn og alder kan med fordel suppleres med fænologiske data, som vil kunne bruges til at monitorere bestandens generelle sundhedstilstand.

Ulemper: Det demografiske signal i en monitoring baseret på alder-ved-død vil først være teoretisk målbart efter den 3. og praktisk målbart efter den 4. jagtsæson. Aldersfordelinger baseret på statistiske livstabeller vil endvidere kunne være sårbare over for væsentlige år-til-år-svingninger i aldersspecifik jagttryk. Hvis en registrering ikke gøres obligatorisk, er der risiko for, at det stikprøvebaserede datamateriale bliver for utilstrækkeligt lille til, at man kan konkludere på resultater (hvis man ønsker at evaluere demografisk udvikling på regionalt niveau). En frivillig registrering giver heller ikke sikkerhed for, at de registrerede dyr udgør et repræsentativt udsnit af alle nedlagte dyr.

Økonomisk ramme

Aldersbestemmelser baseres på tandsnit, og udgiften per tandsnit sættes til 150 kr per nedlagt individ over 2 år³.

³ Pris inkluderer forsendelse og administration. Vil formentlig kunne reduceres med stigning i antallet af analyserede prøver per år.

I fald man skulle beslutte at aldersbestemme alle nedlagte kron dyr over 1 år i Danmark vha. tandsnit, hvilket på landsplan måske vil dreje sig om ca. 1800 hjorte og 2200 hinder årligt, vil den samlede, årlige omkostning til aldersbestemmelse være ca. 285.000 kr. for hjort og 330.000 kr. for hind⁴. Hvis man kun ønsker at monitere andelen af "gamle hjorte" (og ikke interesserer sig for de bagvedliggende detaljer i bestandens demografiske udvikling), vil man i princippet kunne nøjes med at registrere alderssammensætning hvert 2. år. En reduceret undersøgelse, som kun omfatter det ældre alderssegment af hjorte (således at åbenbart yngre hjorte, blot registreres som "yngre"), vil måske kunne reduceres til ca. 600 dyr på landsplan inden for et givet år⁵, hvilket i givet fald vil koste ca. 90.000 kr. per evalueringsomgang.

Aldersbestemmelse baseret på tandslid vil være omkostningsfrit i drift, men kræve investering i validering af metode, udarbejdelse af tekniske anvisninger og uddannelse af vurderingskyndige.

Omkostninger til løbende administration af registreringsindsats lader sig ikke estimere på foreliggende grundlag. Den praktiske registrering kan evt. foretages af jægere. Ligeledes lader omkostninger til dataanalyser og syntese af resultater lader sig ikke estimere på foreliggende grundlag, hvor omfang og fagligt ambitionsniveau ikke er kendt.

Udarbejdelse af web-modul (evt. app) og databaser til brugerindtastning skal formentligt udvikles. Prisen for dette beror fuldstændigt på systemets ønskede funktionalitet og kompleksitet.

Der skal afsættes tid til at udvikle, tilpasse og validere praktisk anvendelige registreringsmetoder, samt udvikle tekniske anvisninger. Omfanget af dette arbejde vil bero på den valgte registreringsmetode (se nedenfor).

Uafklarede metodiske og organisatoriske forhold

Aldersbestemmelse af danske kron dyr baseret på tandsnit er en gennemtestet metode (Sunde & Haugaard 2014), som kan tages i brug uden yderligere afprøvning og med et minimum af instruktion.

Hvis man overvejer at basere aldersbestemmelser på tandslid, skal man på forhånd sikre sig, at (1) at regionale tandslidsprofiler kalibreres i forhold til aldersestimater opnået vha. tandsnit (30 kæber per køn per område), og (2) at der foretages en grundig afprøvning af, hvor lang tids træning det kræver for en given person at kunne aldersestimere kæber med en acceptabel præcision under forskellige observationsforhold (Dissekeret kæbe vs tandsæt i undermund vs. foto af tandsæt i undermund). Endelig skal man undersøge om (3) der blandt jægere overhovedet er lyst og vilje til at foretage aldersbestemmelser og/eller gemme kæber fra jagter.

Validiteten af en omtrentlig aldersklassifikation foretaget ud fra feltkendetegn alene (in vivo eller ud fra fotos) vil også forudsætte en test og kalibrering i forhold til dyr som aldersbestemmes vha. tandsnit.

⁴ Til grund for denne overslagsberegning lægges at (1) bestanden er stabil og halvdelen af alle kalve er af hankøn, (2) at handyr har en årlig dødelighed på 30 % frem til 8.årsalder og 35 % årlig dødelighed resten af livet, (3) at den aldersspecifikke dødelighed hundyr er kalv: 30 %, 1-7-år: 15 %, 8-13 år: 25 % og fra 14 år: 35 %. I en bestand med denne sammensætning, vil der for hver 100 dyr i forårsbestanden nedlægges 7,8 handyr og 9,4 hundyr over 1 år. Hvis Danmarks forårsbestand tæller 24.000 dyr, giver dette på landsplan 1864 høstede handyr og 2264 hundyr per år.

⁵ Til grund for beregningen ligger en antagelse om, at undersøgelsen omfatter alle handyr fra og med det 5. fyldte år, hvilket i en bestand som angivet i foregående fodnote, vil dreje sig om 640 dyr årligt på landsplan.

2.2.2 Vildtkameraer

Metode

Vildtkameraer kan bruges til at monitorere demografisk sammensætning såvel som demografisk specifik bestandstæthed (indeks: observationer/kameradøgn). Metoden forudsætter dog, at (i) fotos er tilstrækkeligt skarpe til at det er muligt at bestemme dyrenes køn og alder med tilstrækkelig sikkerhed, og at de personer, som skal bestemme og kode indholdet af fotos kan gøre dette uden væsentlige fejlkilder. (ii) Af hensyn til eliminering af uvedkommende statistisk variation (fx på rumlig skala) og af systematiske fejlkilder skal overvågningsindsatsen systematiseres og kvantificeres (helst registrering efter "punkttællingsprincippet" hvor de samme kameraer er opsat på de samme lokaliteter år efter år i de samme perioder af året). Metoden beror også på, at (iii) overvågningsindsatsen har tilstrækkeligt numerisk volumen til at opnå det tilstrækkelige antal statistisk uafhængige observationer til at beskrive den demografiske sammensætning med den ønskede præcision. Dette afhænger igen af adgang til og servicering af et tilstrækkeligt højt (antageligvis mindst 30) antal vildtkameraer, spredt ud over det relevante bestandsområde.

Rent organisatorisk kan vildtkameraovervågning enten foretages som et centralt og top-down organiseret program, som er baseret på til formålet indkøbte kameraer, som serviceres af ansatte, eller den kan baseres på en åben citizen science-baseret (CS) overvågning, hvor private stiller kameraer og arbejdskraft til rådighed.

En hel åben CS-baseret løsning kan baseres på at private personer både uploader billedmateriale fra deres private kameraer (som er registreret med bruger og georeference), og bidrager med bestemmelse af (anonymiserede) arts- og demografiske bestemmelser. Førstnævnte løsning vil være dyr i materiel og arbejdstid, men driftssikker fordi den kun omfatter en begrænset og til formålet uddannet personkreds. Sidstnævnte løsning vil kræve etablering af uddannelsesprogrammer, tekniske anvisninger samt et web-baseret system for data-upload og kodning. IT-løsninger vil kunne bygge videre på allerede eksisterende koncepter på dette område (fx <https://www.zooniverse.org/>).

Fordele og ulemper

Fordele: Metoden har den fordel, at den registrerer den reelle bestandssammensætning i den levende bestand uden demografisk forsinkelse. Det forventede demografiske respons burde derfor kunne evalueres allerede efter 2 jagtsæsoner. I tillæg til at levere data på demografisk sammensætning hos kron dyr vil metoden desuden kunne levere rumligt eksplicite (habitattyper, delområder) bestandsindeksinformation (observationer per optagedøgn) på kron dyr såvel som andre store og mellemstore pattedyr. I fuld skala vil et landsdækkende kameraovervågningsystem kunne dække det forvaltningsmæssige databehov for en lang række pattedyr.

Ulemper: Selv fra de skarpeste fotos vil aldersbestemmelser aldrig kunne blive andet end omtrentlige. Metoden vil være afhængig af anskaffelse og drift af et større antal (30-40?) vildtkameraer inden for hvert forvaltningsområde, og der vil også kræve en overordnet koordineret indsats for at sikre, samle og kode de indsamlede data, hvilket er en opgave, som tager betydelig med tid. Hvis man vælger at privatisere denne løsning som et del af CS-baseret program, forestår der en betydelig og professionelt krævende opgave med at udvikle og validere dette. Som stikprøvemetode vil det være nødvendigt, at

datavolumenet omfatter hundredevis af rimeligt uafhængige observationer per overvågningssæson for at man ud fra data skal kunne estimere ændringer i hyppighed af aldersgrupper med tilstrækkelig præcision til, at der kan træffes forvaltningsmæssige beslutninger. Vildtkameraer er juridisk at betragte som overvågning, og er principielt omfattet af ret strenge regler vedr. opsætning og markering. Uagtsomt opsatte og markerede kameraer vil være i konflikt med overvågningslovgivningen.

Økonomisk ramme

Prisen for et vildtkamerabaseret overvågningsprogram beror på (1) i hvilken grad de anvendte kameraer skal indkøbes specifikt til formålet (priser fra 1000-2500 kr/stk), eller de kan stilles til rådighed af private aktører, (2) i hvilken grad koordination, indsamling og kodning af kameradata foretages af frivillige eller professionelle, samt (3) typen af evt. IT-baseret infrastruktur man måtte beslutte sig for at investere i for at mindske udgifter til punkt 2+3.

Omkostninger til dataanalyser og syntese af resultater lader sig ikke estimere på foreliggende grundlag, hvor omfang og fagligt ambitionsniveau ikke er kendt.

Uafklarede forhold

Demografisk overvågning vha. vildtkameraer forudsætter grundige forudgående undersøgelser af sikkerheden, hvormed kron dyr kan klassificeres mht. køn og alder, og hvor meget træning de personer, som skal kode fotos, behøver for at kunne foretage klassificeringer med en acceptabel sikkerhed. Det er også nødvendigt gennem pilotundersøgelser at opgøre (2) det forventede antal brugbare observationer per kameradøgn i et givet område ud fra hvilket, man kan beregne den fornødne kameradækning. (3) Den praktiske organisationsform bag det valgte undersøgelsesdesign (overvågning foretaget af professionelle, en mindre kreds af frivillige, eller en helt åben model hvor alle i princippet kan deltage?) skal overvejes nøje, hvorefter systemet skal etableres og kvalitetstestes.

2.2.3 Manuelle observationer understøttet af fotodokumentation

Modellen nævnes her, fordi den undertiden foreslås af jægere, fx i forbindelse med "16. maj-jagten" på råbukke.

Metode

Manuelle observationer med fotodokumentation er baseret på en systematisk registrering af køn og alder for kron dyr som observeres og fotograferes manuelt. Til monitorering af demografisk sammensætning er det alene nok, at alle køns- og aldersgrupper registreres med samme sandsynlighed. Hvis man endvidere ønsker information om demografisk specifik bestandstæthed (indeks) kræves, at registreringsindsatsen er kvantificerbar og systematisk ens fra år til år.

Køns- og aldersklassifikation uden fotodokumentation kan ikke betragtes som en valid metode, fordi den enkelte observatør/jægers opfattelse af, hvad der observeres i en given situation, samt hvorledes dette skal klassificeres, altid vil være særdeles subjektiv.

Fordele og ulemper

Fordele: Skarpe fotos af dyr i naturen vil principielt kunne bruges til at kvantificere andelen af gamle hjorte i populationen.

Ulemper: Sammenlignet med kamerafælder lader monitoringsindsatsen sig vanskeligere systematisere og kvantificere. Manuelle observationer vurderes til at være meget sårbare over for systematiske fejlkilder, både med hensyn til hvilke aldersgrupper, som lader sig observere og fotografere (uerfarne ungdyr versus erfarne gamle dyr), og dyr rapportører vil være tilbøjelige til at registrere (den uforglemmeligt flotte pladshjort vs. flokken af ligegyldige spidshjorte..). Pga. af disse forhold vurderes metoden at være uegnet i danske landskaber hvor kronstyr i al væsentlighed undgår mennesker og opholder sig i dækning i dagslys.

Økonomisk ramme

Er ikke vurderet.

Uafklarede forhold

Metoden lader sig vanskeligt validere, og skønnes at være forbundet med så mange fejlkilder, at den ikke kan anbefales brugt i Danmark.

2.3 Fordele og ulemper ved de forskellige monitoringsmodeller

Vurderet på datakvalitet, antaget omkostningseffektivitet og usikkerhedsmomenter, som skal testes, må bestandsmonitoring baseret på en obligatorisk registrering af nedlagte dyr betegnes som det metodisk og ressourceøkonomisk sikre valg. Til gengæld vil det med denne metode ikke være muligt ud fra nedlagte dyr at evaluere den demografiske effekt af en jagtregulering før tidligst efter tre og realistisk set først efter fire jagtsæsoner. En ikke-obligatorisk registrering vurderes som værende metodisk usikker pga. risiko for lav stikprøvestørrelse og systematiske forskelle i rapporteringssandsynlighed for forskellige aldersgrupper.

Hvis man ønsker at kunne evaluere den demografiske effekt allerede efter to jagtsæsoner, vil det være nødvendigt at gøre dette ud fra data på den demografiske sammensætning i den levende bestand. I givet fald må data fra kamerafælder fremhæves som en metodisk væsentlig mere pålidelig (eller mindst upålidelige) metode end fotos fra manuelle observationer. Kamerafældemetoden vil have den ikke uvæsentlige sidegevinst, at den også vil levere data på andre pattedyrarter. Metodens praktiske anvendelse (flere forskellige modeller er mulige) mangler dog at blive udviklet og testet endeligt.

3 Referencer

Caughley, G. (1977) *Analysis of vertebrate populations*. The Blackburn Press, Caldwell, New Jersey, USA.

Lopez-Parra, M., Fernandez, L., Ruiz, G., Gil-Sanchez, J.M., Simon, M.A., Lopez, G. & Sarmiento, P. (2012) Change in demographic patterns of the Donana Iberian lynx *Lynx pardinus*: management implications and conservation perspectives. *Oryx*, 46, 403-413.

Sunde, P. & Haugaard, L. (2014) Bæredygtigt kronstyrforvaltning - Populationsbiologiske analyser af kronstyrbestandene på Oksbøl og Djursland med reference til jagtlig forvaltning. pp. 76. *Videnskabelig rapport fra DCE 106*, DCE, Aarhus Universitet, Aarhus.
<http://dce2.au.dk/pub/SR106.pdf>