



ANDERS SKONHOFT  
Professor, NTNU

PETTER ANDREAS GUDDING  
Stipendiat, Universitetet i Stavanger

# Rypejakt i Norge Forvaltning og økonomi\*

Ved å studere en biologisk modell av rypebestanden i kombinasjon med et enkelt økonomisk rammeverk, belyser vi i denne artikkelen sider ved rypeforvaltningen som dagens forvaltningsmodeller ikke tar hensyn til. Fallende utbytte fra rypejakta over tid understreker behovet for å finne frem til en forvaltningsmodell som sikrer en effektiv og bærekraftig utnytting av rypebestanden. I første del av modellen analyserer vi hvordan en optimal avskytingskvote kan fastsettes. Til grunn for denne vurderingen formuleres en enkel nyttefunksjon hvor samfunnsplanleggeren stilles ovenfor en avveining mellom jaktutbytte og størrelsen på rypebestanden. Deretter diskuteres hvordan kvoten effektivt kan implementeres i den praktiske forvaltning. Det hovedprinsipp vi legger til grunn er en produksjonstilnærming og at uttaket skal kunne håndheves på en enkel måte. Numeriske illustrasjoner indikerer at en optimal avskytingskvote kan ligge i området 15-25 % av bestanden. Effektiv implementering av kvoten fordrer generelt et bestands-estimat, samt kunnskap om terrengets gjennomsnittlige jegerproduktivitet.

## 1 INNLEDNING

Småviltjakt har lang tradisjon i Norge og engasjerer flertallet av landets jegere. I dag er rekreasjonsformålet den viktigste motivasjonen for småviltjegeren, men historisk har småviltet også hatt en viss verdi som matressurs. Artene av småvilt det jaktes mest på her til lands er lirype, fjellrype, orrfugl, storfugl, hare og rådyr. Årlig deltar om lag 90-100 000 jegere i småviltjakta, hvor jakten på rype er mest populær (Rundtom og Steinset 2009). Rypebestandene

varierer mye fra år til år, ikke minst som følge av naturlige svingninger, noe som byr på forvaltningsmessige utfordringer. Tradisjonelt er det biologene som har satt premisene for rypeforvaltningen. De viktigste forvaltningsmessige tiltak har vært regulering av jakttiden og antall solgte jaktkort. I følge jaktstatistikk fra Statistisk Sentralbyrå har utbyttet fra rypejakta gått nedover de senere år, og dette tyder på at jaktpresset er for hardt og at bestanden ikke forvaltes på en forsvarlig og effektiv måte.

\* Takk til Olav Hjeljord og Jon Olaf Olaussen for kommentarer til en tidligere versjon av denne artikkelen.

Rypejakta startet på de britiske øyer i begynnelsen av 1700-tallet og var først og fremst en sport for rikfolk og adelen. Til Norge kom rypejakta på midten av 1800-tallet og forvaltning ble tidlig et diskusjonstema. I boken «Forslag til en bedre jakthusholdning» fra 1870 skriver pioneren for rypejakta i Norge, forstmann Jacob B. Barth: «Og allerede begynner jegerne å være hverandre i veien og å søke å fortrenge hverandre eller komme hverandre i forkjøpet» (sitert etter Steen 2004, s. 52). Antallet rypejegere i Norge på den tiden er oppgitt til å være beskjedne seksti og problemet måtte være begrenset til et bestemt område. Fra tiden rundt århundreskiftet og i mellomkrigstiden var jakt og fangst av ryper en betydelig tilleggsnæring for innbyggerne i fjellbygdene. Mot slutten av 1800-tallet fikk utlendinger og spesielt engelskmenn øynene opp for den norske rypejakta. Engelskmennene brakte med seg hunder og introduserte nordmenn for jakt med stående fuglehund. Etter hvert ble jakta en svært populær aktivitet, og spesielt i etterkrigsårene har antallet jegere økt betydelig (Wegge 1990). Rypebestandens svingninger, og spesielt årene med laber bestand, har til alle tider inspirert jegerne og forvaltere til å finne tiltak for å redusere svingningene og øke bestanden (se for eksempel Søilen 1996). Men forvaltningsstrategiene har ofte vært basert på tilfeldig erfaringskunnskap og dermed vært lite effektive. For eksempel ble aktiv rovviltbekjempelse tidligere ansett som et viktig forvaltningsprinsipp hvor skuddpremie på rovviltet stimulerte til avskyting. Men tiltaket ga små effekter (Steen 2004).

I dag er omkring 60 000 jegere fra alle samfunnslag deltakere i rypejakta, og det felles mellom 250-600 000 ryper årlig. Som nevnt viser statistikk fra SSB en betydelig nedgang i fangsten de siste årene (mer detaljer neste avsnitt) og de forvaltningsmessige utfordringene er nå større enn noensinne. I Norge har vi to arter av rype. Lirypa (*Lagopus Lagopus*) hekker i skogområder og fjellskog over størsteparten av landet, men fra Hordaland og nordover finner vi den også i lavere områder langs kysten. Fjellrypa (*Lagopus muta*), som også er utbredt over store deler av landet, hekker på snaufjell og i værharde fjellområder hvor terrenget er åpent og det er lite vegetasjon. Begge rypeartene er standfugl, men foretar gjerne korte forflytninger ned til lavere og mer beskyttet terreng om vinteren (Svenson et al. 2006). Rypebestanden varierer typisk mye fra område til område, og fra år til år. Dette har tradisjonelt vært forklart med naturlige svingninger i tap av egg, kyllinger og voksenfugl. Frafall via predasjon tillegges stor betydning for

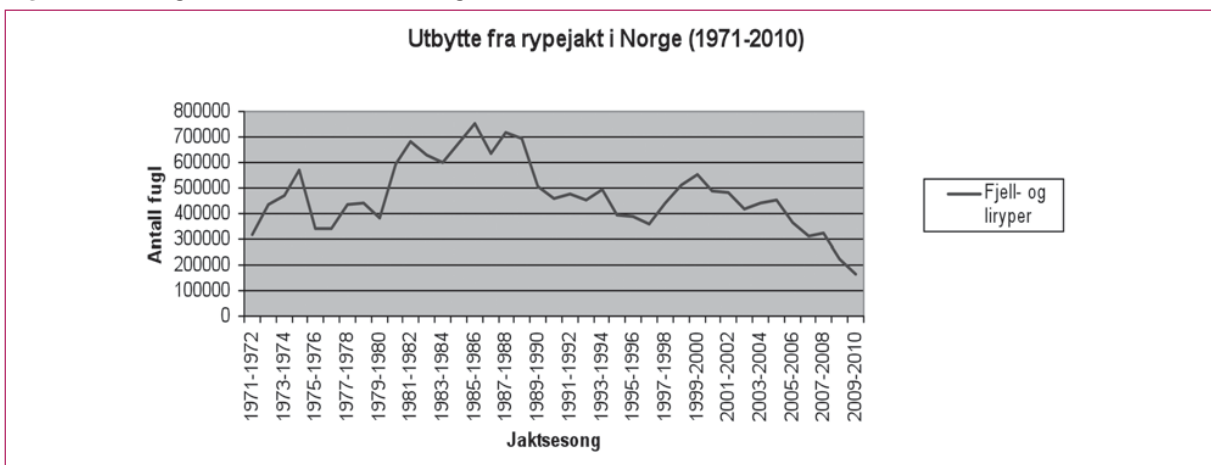
bestandssvingningen. Varierende predasjonstrykk er gjerne koplet til utviklingen i smågnagerbestanden (mer detaljer avsnitt tre nedenfor).

Retten til rypejakta ligger hos grunneier, men det er myndighetene ved Miljøverndepartementet (MD) og Direktoratet for Naturforvaltning (DN) som bestemmer tidsrammen for jakta. Ut over fastsettelsen av jakttiden er det grunneieren selv som har ansvaret for forvaltningen. Lov om jakt og fangst av vilt fra 1981 (Viltloven), med senere endringer, stiller imidlertid strenge krav til viltforvaltningen. Allerede i lovens § 1, fastslås at viltet og viltets leveområder skal forvaltes slik at naturens produktivitet og artsrikdom bevares. En naturlig tolkning av § 1 er at viltforvaltningen skal foregå etter *bærekraftige* prinsipper. Dette kan forstås dit hen at framtidige generasjoner ikke skal bli stilt ovenfor dårligere jaktmuligheter enn dagens generasjon. Om lag 1/5 av den norske utmarka forvaltes av staten gjennom foretaket Statskog ([www.statskog.no](http://www.statskog.no)). De øvrige utmarksressursene forvaltes i hovedsak av et stort antall private rettighetshavere. Foruten å avgrense sesongen for rypejakta fra 10. september og ut februar (Sør Norge) og mars (Nord Norge), er det på de statelige eiendommene etter hvert også blitt andre fangstbegrensinger. Når det gjelder de private jaktterrengene, er forvaltningen mer differensiert (mer detaljer neste avsnitt).

Den tradisjonelle oppfatning blant biologene har vært at jaktuttaket har liten betydning for bestandsutviklingen. Dette synet er ikke lenger rådende (avsnitt tre nedenfor). Det eksisterer et meget solid arbeid hvor effekten av jakt på bestandsutviklingen er studert, nemlig Aanes et al. (2002). Ved bruk av en lengre tidsserie fra et svensk rype-terreng estimeres her først vekstraten til bestanden. Deretter modelleres bestandsutvikling og utbytte under ulike former for avskytingsregler og kvoteregulering. Avskytningen påvirker bestanden betydelig, og de ulike avskytingsreglene evalueres. Det inngår imidlertid ingen samfunnsøkonomiske overveielser, og vi er heller ikke kjent med andre arbeider hvor økonomisk analyse bringes inn. Arbeidet til Aanes et al. kommer vi tilbake til.

I denne artikkelen oppsummeres først noen utviklingstrekk ved rypejakta, eiendomsforhold og forvaltning i avsnitt to. Deretter redegjør vi i avsnitt tre nærmere for kunnskapen som biologene har bygget opp rundt forvaltningen av rypa. Med utgangspunkt i Aanes et al. (2002), diskuterer vi i avsnitt fire først kort noen ulike høstings-

Figur 1 Avskyting 1971-2010 (Kilde: SSB Fangststatistikk 1971-2010).



modeller. Vi studerer deretter en av disse høstingsmodellene nærmere. Dette er den såkalte proporsjonale høstingsstrategien som innebærer at det hvert år høstes en fast andel av bestanden. Her spør vi oss også hvordan nytten av høstingen skal evalueres, og vi foreslår her et nyttemål hvor det sentrale spørsmål er hvilken høstingsandel som gir høyest nytte. Modellen er illustrert numerisk i avsnitt fem, mens vi i avsnitt seks ser på hvordan høstingskvoten kan implementeres i den praktiske forvaltning. De hovedprinsipp vi legger til grunn her er en produksjonstilnærming og hvor reguleringen av jaktuttaket skal kunne håndheves på en enkel og lite ressurskrevende måte. Til slutt oppsummerer vi arbeidet i avsnitt sju.

## 2 UTVIKLINGSTREKK

Siden begynnelsen av 1970-årene har Statistisk Sentralbyrå innhentet data over den årlige rypefangsten i Norge<sup>1</sup>. Figur 1 viser at jaktutbyttet de siste 40 årene har variert mye og at det årlige utbyttet fra rypejakta har svingt med opptil 200 000 ryper fra en sesong til den neste, og med nærmere 400 000 dersom vi betrakter utviklingen over en periode på tre sesonger. På 1980-tallet var jaktutbyttet på sitt høyeste nivå, og i kronsesongen 84-85 ble det felt i overkant av 750 000 fugl. Siden de systematiske rapporteringene av rypefangstene tok til har det aldri vært registrert lavere utbytte enn for sesongen 2009-10, hvor

det ble felt kun 160 000 fugl. Av Figur 1 sees også at det er en klar tendens til at utbyttet fra rypejakta har falt siden midten av 80-tallet.

I dag, som da rypejakta kom til Norge for om lag 150 år siden, utøves jakta med haglgevær og med stående (markerende) hund, eller ved at jegeren selv støkker rypa. Likevel er situasjonen i rypefjellet i vår tid betydelig endret i forhold til den gang. Foruten at antallet jegere er blitt høyere (se for eksempel Hjeljord 1995), har tilgjengeligheten til jaktområdene blitt langt lettere som følge av veiutbygging, nye skogsbilveier og hytter<sup>2</sup>. I tillegg tillates transport inn til avsidesliggende områder med terrengkjøretøy, snøskuter og helikopter. Dette gjør at tidligere fjerntliggende arealer ikke lenger er fjerntliggende (Anderesen 2008). Økningen i alle disse «tilgjengelighetsfaktorene» betyr at jegerne kan jakte mer effektivt over lengre perioder og i stadig mer avsidesliggende områder. Biologer har tradisjonelt antatt at områder som ikke har vært gjenstand for jakt fungerer som produsenter av fugl («refugier») og som via migrasjon fyller opp bestanden i tilgrensende områder hvor det jakes (se for eksempel Willebrand og Hörnell 2001, Willebrand 2005 og Pedersen et al. 2002)). Etter hvert som jaktarealet har økt og mer av jaktarealet er gjort lettere tilgjengelig er det imidlertid færre områder som vil fungere som naturlige refugier på denne måten.

<sup>1</sup> Fram til 1992/1993 er statistikken basert på beregninger, og hvor det fra 1984/85 ble gjort beregninger ut fra rapporteringene til et representativt utvalg jegere. Fra 1992/93 ble det sendt ut rapporteringsskjema til alle som betalte jegeravgift. Fra 2000/2001 ble det innført et straffegebyr for manglende rapportering (SSB Jaktstatistikk). Som også Steen (1994) påpeker er kvaliteten på statistikken derfor variabel.

<sup>2</sup> I følge SSB (2009) utgjorde skogsbilveinettet i Norge per 1.1.2006 i alt 48 800 km. (l). Som følge av reduserte subsidier og et allerede omfattende veinett, har takten i veiutbyggingen blitt sterkt redusert de senere år. SSB (2010) angir at det i 1983 ble ferdigstilt 1600 fritidsboliger her i landet. Dataene viser en stigende trend i byggingen og i 2009 ble det ferdigstilt 4603 fritidsboliger.

Tidligere var det slik at enhver som ønsket det kunne jakte i Norge uten formell opplæring, men fra 1986 ble det innført obligatorisk jegerprøve (Rundtom og Steinset 2009). Jegerutdanningen har først og fremst fokus på forhold som jaktteknikk, artskunnskap og sikkerhet, men også viltlov-givningen inngår i pensum. Alle som avlegger jegerprøven oppføres i jegerregisteret i Brønnøysund og for å kunne drive jakt må jegeren betale en årlig jegeravgift. I følge overslag i Steen (2004) bruker hver rypejeger 12 600 kr på jakta hvert år. Med de forutsetninger som Steen gjør, som også inkluderer kostnader til hund og våpen, betyr det at jegerne i gjennomsnitt betaler 2520 kr per felte rype. Til sammenlikning kan en rype kjøpes i butikken for mellom 150-200 kr. Dette enkle regnestykket understreker at rypejegeren opplever å få langt mer igjen for jaktut-øvelsen enn bare jaktutbyttet.

Innenfor den myndighetsbestemte jaktidsrammen er det grunneier som er ansvarlig for å forvalte viltressursene etter føringer gitt i Viltloven. Med rettigheter på om lag 1/5 av det totale arealet i Norge er Statskog SF den største grunneieren i landet. I hovedsak forvalter Statskog SF eiendommene etter en modell som sikrer allmennheten tilgang til jakt og fiske for en rimelig penge. I tillegg til eiendommene som forvaltes av Statskog, finnes et stort antall Statsallmenninger hvor kommunalt nedsatte fjellstyrever har forvaltningsmyndigheten. For disse eiendommene er det som oftest slik at det selges et begrenset antall kort til første del av jakta, men typisk vil man etter de første par ukene åpne for mer eller mindre fritt salg av jaktkort. Statskog SF foretar årlig tellinger av ryper på sine arealer og dersom bestandene er svake, kan det innføres restriksjoner ut over jaktidsrammene gitt av myndighetene. En vanlig regulering på Statsgrunn er dagskvoter («bag limit») som tillater jegeren å skyte et maksimalt antall ryper per dag. For øvrig er det ikke uvanlig at jaktsesongen avkortes ved at jakta stoppes etter jul. Kostnaden ved jakten på statsgrunn og i allmenninger er nokså moderat. Et døgnkort kan koste opptil et par hundre kroner, mens et kort for hele sesongen sjelden koster mer enn femten hundre kroner (se for eksempel nettsidene til Statskog og Inatur).

Det øvrige landarealet i Norge eies av et stort antall private rettighetshavere. Forvaltningen av de private eiendommene er i mindre grad enn for de offentlige organisert, og jakttilbudene varierer gjerne mye i både utforming og pris. Salg av eksklusive jaktrettigheter på åremål eller for kor-

tere perioder er ikke uvanlig. Private rettighetshavere tilbyr imidlertid også jakt etter en modell som er mer lik den vi kjenner fra de offentlige eiendommene. Ofte går flere små grunneiere sammen i grunneierlag og tilbyr pakkeløsninger som også inkluderer fiske og husvære under jakten. Ikke sjelden er betalingsvilligheten for eksklusive rettigheter i privatmarkedet svært høy, og prisen for en ukes jakt fra åpningsdatoen 10. september kan gjerne være flere tusen kroner. Et eksempel på dette finner vi hos Ulvig Kiær AS som har store eiendommer i Nord-Trøndelag. Her tilbys jakta i perioden 10.09 – 16.09 ved Langtjønna i Grong kommune, til jaktlag på inntil fire personer, for 27 000 kroner (Ulvig Kiær AS 2010).

### 3 JAKTAS BETYDNING FOR RYPEBESTANDEN. HVA VET BIOLOGENE?

Sentralt i spørsmålet om jaktas betydning for rypebestanden står den såkalte kompensasjonsteorien. Denne teorien postulerer at jaktuttaket i stor grad erstatter naturlig dødelighet og predasjon. Sammen med antagelsen om at økt jaktuttak motsvares av økt immigrasjon av fugl fra tilgrensende områder hvor det ikke drives jakt (refugier), danner kompensasjonsteorien fundamentet for biologenes paradigme, hvor jakta tillegges liten forklaringskraft for bestandsutviklingen. Forskningsresultater fra nyere studier, som Brøseth et al. (2005) og det pågående «Rypeforvaltningsprosjektet» (se nedenfor), utfordrer imidlertid synet på at naturen selv «ordner opp». Under følger en gjennomgang av bidragene fra noen av de mest sentrale rypeforskerne, og hvor vi etter hvert kommer tilbake til de arbeidene og argumentene som har ledet til endret forståelse av jaktas betydning for svingninger og bestandsutvikling.

Den norske zoologen Yngvar Hagen bidro gjennom sine arbeider sterkt til forståelsen av de store fluktuasjonene i rypebestanden. Boken «Rovfuglene og viltpleien» fra 1952, og som skapte diskusjon om viltforvaltningen mellom fagfolk og jegere, var en av Hagens viktigste publikasjoner (Hagen 1952). Hagen forklarte svak kyllingproduksjon med høyt innslag av egg- og kyllingpredasjon fra rypas mange naturlige fiender, slik som rev, mår og rovfugl. Hagen viste at rypebestanden var positivt korrelert med smågnagerbestanden og foreslo at denne samvariasjonen skyldtes nettopp rovviltets rolle. Hagens «alternativ byttemodell» predikerer at i år med mye smågnagere, er rovviltets predasjon av rypeegg og kyllinger langt min-

dre enn i år med få smågnagere. Ved kollaps i smågnagerbestandene vil predasjonspresset på rypa bli større og følgelig vil også rypebestandene bli mindre. I følge Steen (2004) varierte bestandene tidligere i nokså forutsigbare sykluser, og hvor en bestandstopp inntraff tilnærmet hvert fjerde år. Utover 1980-tallet ble regelmessigheten mindre påfallende og i dag er det slik at lokale smågnagerår, og dermed ofte gode rypeår, inntreffer uten særlig forutsigbarhet. Foreløpig finnes ingen god forklaring på hvorfor denne regelmessigheten ser ut til å ha opphørt. Hagens modell, som har vært gjenstand for omfattende testing, ser ut til å ha gyldighet, ikke bare for rypebestanden, men også for mange andre arter (Steen 2004).

En annen sentral norsk rypeforsker, og som heller ikke tilla jakta stor betydning for rypebestanden, er Svein Myrberget. Han er spesielt kjent for sine studier av rypene på Tranøy i Troms (se for eksempel Myrberget 1988). Myrberget studerte spesielt egg- og kyllingproduksjonen, og undersøkte avgangen i disse fasene av reproduksjonen ved å overvåke reirplass og kull så lenge som mulig utover høsten. I følge Steen (2004) gir Myrbergets studier grunnlag for følgende regnskap for egg- og kyllingtap: Eggtapet varierer mellom 10 og 40 % (snitt på 25 %). I løpet av de fire første leveuker etter klekkingen varierer kyllingtapet mellom 20 og 80 % (snitt 40 %). Kyllingdødeligheten i august og første halvdel av september er mer usikker, men oppgis til ca 10 %. Videre anslo han vinteroverlevelsen som nokså konstant fra år til år. Dette regnskapet forteller oss at Myrberget vurderte tap på egg og kyllingsstadiet som de viktigste forklaringene på bestandsvariasjonene.

Den mest kjente norske rypeforskeren de senere år, Johan B. Steen, tillegger også rypejakta liten betydning for både svingningene og nedgangen i rypebestanden. I 1978 kom Steen med 1. utgave av den velkjente «Rypeboka» (Steen 1978), som senere har kommet i ny og revidert utgave. I Steen (2004) gis en oversikt over rypebestandens store variasjoner gjennom året, og hvor betydningen av jakt sees i sammenheng med andre årsaker til dødelighet. Høstbestanden er i følge Steen omtrent 7 millioner ryper (både lirype og fjellrype) i Norge. Av disse dør 500 000 av jakt, 500 000 dør som følge av kollisjon med kraftledninger og 3 millioner dør som følge av predasjon fra rovvilt. De 3 millioner rypene som er tilbake danner om våren 1,5 millioner par som legger til sammen 15 millioner egg.

5 millioner av eggene utsettes for predasjon. Av de resterende 10 millioner egg som klekkes tar rovvilt og klimatiske betingede forhold 5 millioner. Av hekkebestanden på 3 millioner er det igjen 2 millioner som sammen med 5 millioner ungfugl utgjør høstbestanden på 7 millioner ryper. Ut fra dette årsregnskapet fremhever også Steen (2004) predasjon som den viktigste forklaringen på de store årlige variasjonene i bestanden. Denne forståelsen underbygger han ved også å henvise til den tidligere omtalte dynamikken mellom smågnager- og rypebestand, først beskrevet av Hagen (1952). Som forklaring på nedgangen i bestanden de senere tiår, vektlegger Steen (2004) kombinasjonen av problemene overgjødning og klimatiske endringer. Nærmere bestemt mener Steen at tidligere års sur nedbør, og dermed overgjødning, har medført at de naturlige leveområdene til rypa er forringet av gjengroing. Sammen med bedre vekstforhold for trær og planter i fjellet som følge av klimatiske endringer har dette redusert kvaliteten på rypas leveområder, noe som i neste omgang har resultert i lavere produksjon.

Fra 1996-1999/2000 ledet Hans Chr. Pedersen ved Norsk Institutt for Naturforskning (NINA) prosjektet «Betydningen av jakt for lirypebestander». Et sentralt aspekt i vurderingen av jaktas betydning for rypebestandene som ble undersøkt her, var hvorvidt dødeligheten fra rypejakta er additiv (kommer i tillegg til naturlig frafall) eller kompensierende. I følge Pedersen et al. (1999) er det ikke mulig å påvise at rypebestanden kompenserer for jakt (se også Pedersen et al. 2002)<sup>3</sup>. Dette resultatet indikerer at jakta er av større betydning for bestandsutviklingen enn tidligere antatt. Parallelt etablerte prosjektet et modellapparat som beskriver rypas bestandsdynamikk og gjorde studier av hvilke forvaltningsstrategier som kunne være mest egnet for norske forhold. En anbefaling fra prosjektet er at forvaltningen av rypejakta skjer på bakgrunn av kunnskap om årets bestand av fugl, og at det i år med lav bestandstetthet og dårlig kyllingproduksjon, vises moderasjon i uttaket. Kvoter trekkes fram som en forvaltningsstrategi som både lar seg gjennomføre praktisk og som er akseptert blant jegerne (Pedersen et al. 2002). Se også Brøseth et al. (1999).

I det pågående «Rypeforvaltningsprosjektet 2006-2011» (<http://www.skoginfo.no/Prosjekter/>), som også ledes av Hans Chr. Pedersen, er målsettingen «å utarbeide ei for-

<sup>3</sup> Olav Hjeljord ved Institutt for Naturforvaltning ved UMB, sier i en korrespondanse med oss at «Det er riktig at de kompensierende mekanismer er vanskelig å påvise, men de må være tilstede i noen grad, ellers ville vi ikke hatt noen ryper igjen etter 100 års jakt».

valtningsbok med praktiske råd om kunnskapsbasert forvaltning av rype mot fastsatte mål». Foruten å forsøke å avdekke jegerens preferanser for jakt og forvaltningsstrategier gjennom spørreundersøkelser, gjennomføres flere feltstudier, inkludert rypetellinger og forsøksimplementering av ulike forvaltningsmodeller. En generell foreløpig forvaltningsanbefaling er fastsettelse av en kvote begrenset til 15 % av den takserte høstbestanden. I lavproduktive områder kan forvalteren vurdere om kvoten bør settes enda lavere, mens det i høyproduktive områder kan vurderes et noe høyere uttak. Pågående feltstudier vil forsøke å avdekke hvorvidt det i høyproduktive områder kan være et godt alternativ å opprette fredede områder (refugier) som fungerer som produsenter av fugl til tilgrensende jaktområder (Nationen, 11.02.09)<sup>4</sup>.

Som denne litteraturgjennomgangen indikerer, tillegger biologene nå jakt større betydning for bestandsutviklingen enn tidligere. Jaktas betydning for bestandsutvikling og jaktutbytte er også det sentrale temaet i Aanes et al. (2002). Dette er et arbeid som utmerker seg med en mer systematisert modellmessig tilnærming til forvaltningsproblemene enn de øvrige arbeidene omtalt ovenfor. Ved bruk av en tidsserie over nær 40 år fra et svensk rypeptereng estimeres her først vekstraten til bestanden. Deretter utvikles en tetthetsbestemt stokastisk bestandsmodell hvor antall ryper (tettheten), sammen med jaktuttaket, bestemmer tilveksten. Vi kommer nærmere tilbake til dette arbeidet nedenfor.

#### 4 HØSTINGSMODELLEN

I modellen til Aanes et al. (2002) undersøkes det hvordan ulike høstingsstrategier påvirker bestandsutvikling og jaktuttak. Høstingsstrategiene er alle forholdsvis enkle, mekaniske regler for bestemmelse av høstingen, og hvor det ikke ligger noen optimering i økonomisk forstand til grunn. Strategiene evalueres så ut fra hvordan det gjennomsnittlige fangstutbyttet og spredningen blir over en lengre tidsperiode. Alle strategiene, unntatt strategien fast kvote (se under), undersøkes med utgangspunkt i antatt kjent bestand før jakta. Høsting ved bruk av en *proporsjonal kvote* innebærer at det høstes en fast andel av rypene hvert år. Jaktuttak fastsatt ved en *begrenset proporsjonal kvote* er en mer konservativ strategi fordi det også settes en maksimalverdi for det årlige høstingsuttaket. *Terskelkvoter* innebærer at det bare tillates høsting av diffe-

ransen mellom estimert bestand og en nedre terskelverdi («safe minimum standard»), mens bruk av *proporsjonal terskelkvote* betyr at det høstes kun en fast andel av differansen mellom antatt bestandstørrelse og nedre terskelverdi. Endelig studerer de hva som skjer når uttaket fastsettes ved en årlig *fast kvote*, gitt ved antall fugl.

Et hovedresultat fra simuleringene til Aanes et al. (2002) er at strategien begrenset proporsjonal kvote gir noe høyere årlig gjennomsnittsutbytte enn strategien proporsjonal terskelkvote. Denne gir igjen noe høyere gjennomsnittsutbytte enn strategien proporsjonal kvote. Men forskjellene er små og en fordel ved den siste strategien er at det her inngår kun en parameter, nemlig proporsjonalitetsfaktoren. Sånn sett er denne strategien enklere enn de to andre. Dette er en strategi som også foreslås i det pågående rypeforvaltningsprosjektet ved NINA (se avsnitt tre ovenfor). I det følgende skal vi studere denne proporsjonale kvotestrategien nærmere. Det er to ting vi tar for oss. *For det første* hvordan bestemme den årlige avskytingskvoten, dvs. hvordan fastsette den faste andel av bestanden som skal høstes. For å avgjøre dette innfører vi en nyttefunksjon som gir en noe mer generell evaluering enn hva vi finner i Aanes et al. (2002). *Der nest* spør vi oss hvordan kvoten bør implementeres. Dette siste punktet kommer vi tilbake til i avsnitt seks.

Utgangspunktet for fastsettelsen av kvoten er en biologisk modell hvor sammenhengen mellom bestandsutvikling, naturlig tilvekst og høsting formuleres. Vi ser på et gitt område hvor vi lar  $X_t$  være bestanden av ryper like før jakta starter år  $t$  og  $h_t$  være jaktuttaket det samme året. Ved å følge opplegget til Aanes et al. (2002) er bestandstilveksten gitt som

$$\ln X_{t+1} = \ln(X_t - h_t) + r \left(1 - \frac{\ln(X_t - h_t)}{\ln K}\right).$$

Her er  $r$  den så-

kalte maksimale spesifikke vekstraten og  $K$  er bærekapasiteten. Den maksimale spesifikke vekstraten kan enklest forstås som en «ren» biologisk parameter, og sier noe om produktiviteten til den aktuelle rypebestanden. Verdien kan variere fra sted til sted, og er større i høyproduktive enn i lavproduktive områder. Bærekapasiteten sier noe om størrelsen på området og de generelle livsbetingelsene for rypa i terrenget. Setter vi  $X_{t+1} = X_t = X$  og det ikke er noe høsting får vi  $X = K$ . Bærekapasiteten angir dermed hvor stor likevektsbestanden vil være ved fravær av jakt og usikkerhet (men se nedenfor).

<sup>4</sup> Vi er ikke kjent med noen forskningspublikasjoner fra dette prosjektet så langt (august 2010).

Ved en liten omforming kan den naturlige vekstfunksjonen også skrives som:

$$(1) \quad \ln X_{t+1} = r_t + (1 - \beta)\ln(X_t - h_t)$$

hvor  $\beta = r / \ln K$ . Som Aanes et al. (2002) skal vi betrakte  $\beta$  som en konstant, mens vi lar den maksimale vekstraten, som nå har fått tidsnotasjon,  $r_t$ , være en stokastisk variabel underlagt miljømessige og biologiske variasjoner. Det antas at  $r_t$  er uavhengig fra år til år med samme fordeling. Forventningsverdien  $E(r_t)$  og variansen  $Var(r_t)$  er begge gitt, og fordelingen er begrenset som  $0 < r_{lav} < r_t < r_{høy}$ .

Som diskutert ovenfor skal vi avgrense oss til å analysere høsting og bestandsutvikling når det årlige jaktuttaket, eller kvoten, settes ved *proporsjonal* høsting. Høstingen er dermed gitt som:

$$(2) \quad h_t = aX_t$$

slik at  $a$  angir det proporsjonale uttaket som er konstant over tiden. Denne høstingsregelen, i likhet med de andre reglene diskutert i Aanes et al. (2002), fordrer i prinsippet god kunnskap om bestanden før jakta og at jakta stoppes når kvoten er tatt (se avsnitt seks).

Setter vi så likning (2) inn i likning (1) finner vi tidsbaner for bestandsutvikling og høsting, og hvor ulike verdier på det proporsjonale uttaket  $a$  gir forskjellige resultater. Spørsmålet er så «hvor godt» vi liker, eller verdsetter, resultatene. I og med at det er mange forhold som griper inn i hverandre kan denne verdsettingen være problematisk. Hele tiden tenker vi på en sosial planlegger som søker å målsette samfunnsnyten av høstingen. Samfunnsplanleggeren skal både ta hensyn til nytten av jakta slik jegerne opplever den, og dessuten har vi profitten til grunneierne. I tillegg representerer rypa andre verdier enn den rene bruksverdien, som eksistensverdi (for en oversikt, se for eksempel Freeman 2003). Nytten til jegerne har sammenheng med jaktutbyttet, og jakta vil verdsettes høyere om det er mer fugl enn lite fugl, og viljen til å betale for jakta er da også høyere. Men for mange jegere er nok selve jaktkostnaden av underordnet betydning fordi kjøp av jaktkort ofte bare utgjør en liten del av totalkostnaden ved jakta (se ovenfor). For rettighetshaverne, og særlig de private grunneierne, kan inntekten fra jaktkortsalget ha betydning. Betydningen skal likevel ikke overdrives i og med at det ofte er snakk om beløp som veier lite i grunneiers totalinntekt.

Alle disse momentene og kryssende hensyn gjør at vi skal operere med en nokså enkel samfunnsmessig nyttefunksjon, hvor kun jaktutbytte og bestandsstørrelse inngår. I det jaktutbytte har sammenheng med jaktinnsats (se avsnitt seks), spiller jaktopplevelse og antall jakt dager en indirekte rolle i verdsettingen. Den løpende nyttefunksjonen gir vi derfor ganske enkelt som  $W_t = \alpha U(h_t) + (1 - \alpha)V(X_t)$  hvor både  $U(\cdot)$  og  $V(\cdot)$  er stigende og konkave funksjoner og  $0 < \alpha \leq 1$  er en parameter som angir vektleggingen mellom uttak og bestand. Denne formuleringen har dermed likhetspunkter med utvidelsen av nyttefunksjonen i Ramsey-modellen vi finner i Kurz (1968), hvor kapitalbeholdning («wealth») inkluderes i tillegg til konsum. I vår modell verdsettes biodiversitet og eksistensverdi i tillegg til jaktutbytte. Nyttefunksjonen avviker som nevnt fra evalueringen i Aanes et al. (2002), hvor kun høstingsuttaket inngår. Over planhorisonten  $T$  får vi da:

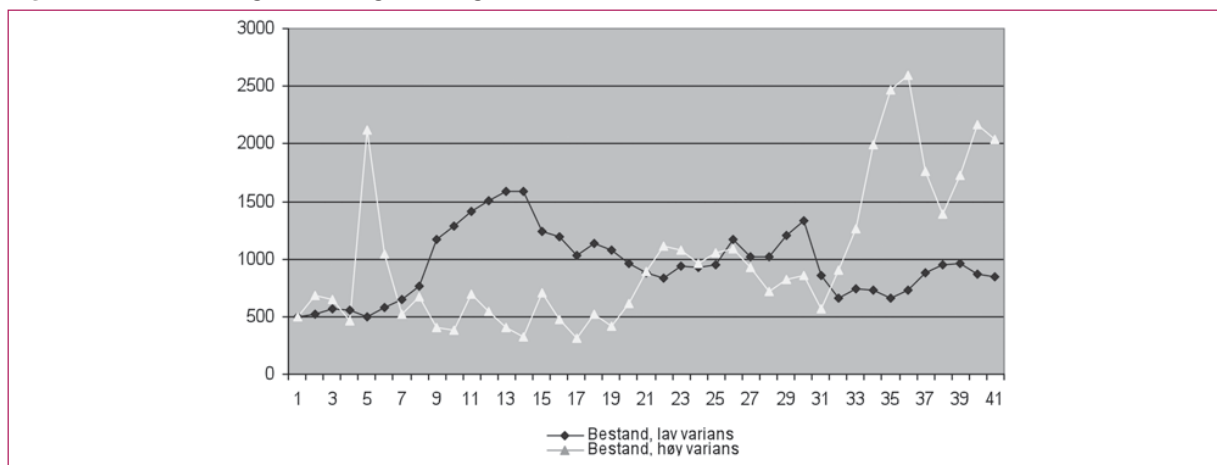
$$(3) \quad W = \sum_0^T \rho^t [\alpha U(h_t) + (1 - \alpha)V(X_t)]$$

når  $\rho^t = 1 / (1 + \delta)^t$  er diskonteringsfaktoren med  $\delta \geq 0$  som diskonteringsrenten. Merk at det i nyttefunksjonen (3) ikke inngår noe eksplisitt om varians, eller spredning, av jaktutbytte og bestand. Når  $U(h_t)$  og  $V(X_t)$  er konkave funksjoner som her, betyr det allikevel at en forholdsvis stabil bestand og stabilt jaktuttak over tid, alt ellers likt, gir høyere nytte enn ved mindre stabilitet (Jensens ulikhet).

## 5 NUMERISKE RESULTATER

Som diskutert i Aanes et al. (2002) krever en rigorøs vurdering av ulike høstingsstrategier, som i vårt tilfelle altså begrenser seg til å se på ulike verdier av proporsjonalitetsfaktoren  $a$ , at vi for hver enkelt verdi analyserer hva som skjer gitt mange verdier på den stokastiske variabel  $r_t$ . Disse verdiene kan for eksempel genereres ved Monte Carlo simuleringer. I den smakebiten på resultater som presenteres her ser vi imidlertid på et enklere opplegg hvor høsting og bestandsutvikling studeres kun for to scenarier på tidsutviklingen av den maksimale spesifikke vekstraten  $r_t$ . Disse er generert ved henholdsvis «lav» og «høy» varians. Opplegget er da at vi først finner tidsutviklingen for  $X_t$  og  $h_t$  ved lav varians for ulike verdier på høstingsparameteren  $a$  og at resultatene så evalueres ved bruk av nyttefunksjonen (3). I et neste trinn gjøres det samme ved høy varians.

Figur 1 Bestandsutvikling uten høsting. «Lav» og «høy» miljøvarians.



Forventningsverdien settes til  $E(r_t) = 1.50$  som er den samme verdien som Aanes et al. (2002) bruker. Forventningsverdien er som nevnt basert på svenske data, og det argumenteres for at denne verdien impliserer at hver rypehøne i gjennomsnitt produserer noe under fire kyllinger som overlever til jakta begynner. Dette er nok en nokså høy produktivitet. Tetthetsfunksjonen til  $r_t$  gis som log-normal fordelt, og hvor vi under scenarioet lav varians noe vilkårlig setter  $Var(r_t) = 0.023$ , og også noe vilkårlig setter  $Var(r_t) = 0.258$  ved høy varians<sup>5</sup>. For disse parameterne genereres så tidsutviklingen av  $r_t$  ved tilfeldig trekking fra log-normalfordelingen. Bærekapasiteten settes til  $K = 1000$ , og vi lar utgangsbestanden være  $X_0 = 500$  fugl (før jakta). At utgangsbestanden er vesentlig lavere enn  $K$  kan implisere at bestanden ikke er jomfruelig og/eller at bestanden er lav pga naturlige variasjoner. Endelig spesifiseres nyttefunksjonen (3) som logaritmisk

$$W = \sum_0^T \rho^t [\alpha \ln(h_t) + (1 - \alpha) \ln(X_t)].$$

Som tidligere nevnt (avsnitt én) er en naturlig tolkning av viltloven er at viltforvaltningen skal foregå etter bærekraftige prinsipper og at framtidige generasjoner ikke skal bli stilt ovenfor dårligere jaktmuligheter enn dagens generasjon. Det er derfor ingen gode argumenter for neddiskontere nytten over tiden, og vi setter diskonteringsrenten  $\delta = 0$ , og dermed  $\rho = 1$ . Endelig settes planhorisonten noe vilkårlig til  $T = 40$  år. Vi kunne valgt en lengre horisont (for eksempel uendelig), men dette ville ikke endret hovedinnretningen på resultatene vi kommer fram til.

Som bakgrunn for å se effekten av høstingen, viser Figur 1 først bestandsutviklingen ved fravær av jakt,  $h_t = aX_t = 0$ , under begge scenarioene. Veksten blir svært forskjellig. Særlig merkbar er de store utslagene som høy varians gir med svært mange fugl enkelte år, og fluktuerende lav bestand over lengre perioder. Men også ved lav varians er det store bestandssvingninger, fra 500 fugl til godt over 1500. Alt i alt gir Figur 1 et forløp som ikke overrasker. Bestandsutviklingen er som i virkeligheten nærmest umulig å predikere, og følger ikke tidligere tiders typiske forløp med en bestandstopp om lag hvert fjerde år (avsnitt tre ovenfor). Under begge scenarioene er årlig gjennomsnittlig antall fugl noe under 1000 (kolonne én Tabell 1 og 2). Dette er ikke urimelig i og med at utgangsbestanden er betydelig lavere enn bærekapasiteten (som er 1000).

Så over til resultatene ved høsting. Tabell 1 viser først nytteverdien av jakta  $W$  ved «lav» miljøvarians for ulike kombinasjoner av proporsjonalitetsfaktoren  $a$  og vektleggingen av jaktutbytte og bestand  $\alpha$ . Vi ser først at ved kun vektlegging av jakta ( $\alpha = 1$ ), får vi den høyeste nytteverdien ved  $a = 0.25$ . Den årlige gjennomsnittlige avskytingen over 40-års perioden er da 93 ryper, mens gjennomsnittsbestanden er 371. Imidlertid ser vi at en avskyting på både 15, 20 og 30 prosent gir omtrent samme nytte. Hvis også bestandsstørrelsen tillegges vekt, gir en avskyting på 20 prosent ved  $\alpha = 0.8$  høyest nytte. Men også her er forskjellene små, og en avskyting på 15 og 25 prosent gir omtrent samme resultat. Endelig ser vi at hvis uttak og bestandsnivå tillegges lik vekt (siste linje i tabellen), finner vi høyest nytteverdi når 10-15 prosent av bestanden tas ut.

<sup>5</sup> Den underliggende forventningsverdi og standardavvik i normalfordelingen er henholdsvis  $\mu = 0.40$  og  $\sigma = 0.10$ , og  $\mu = 0.35$  og  $\sigma = 0.33$ .



Tabell 1 Samfunnsnytte proporsjonalt høstingsuttak. «Lav» miljøvarians ( $Var(r_t) = 0.023$ ). Årlig gjennomsnittelig bestand ( $\bar{X}$ ) og avskyting ( $\bar{h}$ ) i parentes.

Proporsjonalt uttak $a$	0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50
$\alpha = 1$	0	148	169	178	181	182	180	172	157
$\bar{X}$	(950)	(801)	(670)	(555)	(456)	(371)	(298)	(186)	(111)
$\bar{h}$	(0)	(40)	(67)	(83)	(91)	(93)	(89)	(74)	(55)
$\alpha = 0.8$	55	172	188	193	194	193	190	179	162
$\alpha = 0.5$	138	209	216	216	214	210	180	190	171

Tabell 2 Samfunnsnytte proporsjonalt høstingsuttak. «Høy» miljøvarians ( $Var(r_t) = 0.258$ ). Årlig gjennomsnittelig bestand ( $\bar{X}$ ) og avskyting ( $\bar{h}$ ) i parentes.

Proporsjonalt uttak $a$	0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50
$\alpha = 1$	0	145	166	175	178	179	177	168	153
$\bar{X}$	(995)	(840)	(703)	(583)	(480)	(391)	(315)	(198)	(119)
$\bar{h}$	(0)	(42)	(70)	(88)	(96)	(98)	(95)	(79)	(60)
$\alpha = 0.8$	55	169	184	180	191	190	187	176	159
$\alpha = 0.5$	136	205	212	213	211	207	201	187	167

Tabell 2 viser de tilsvarende resultatene ved «høy» varians. Resultatene er nokså like med hva vi fikk ved «lav» varians, og optimal avskyting følger samme mønster ved ulik vektlegging av uttak og bestand. Merk ellers at nytten hele tiden er lavere ved «høy» enn ved «lav» varians. Som nevnt er ikke dette et uventet resultat når nyttefunksjonen er konkav.

Figur 2 viser tidsutviklingen av jaktuttaket ved høstingsandel 20 prosent. Uttaket svinger i takt med bestandsutviklingen (Figur 1) og høstingsutbyttet er svært forskjellig. Tross dette viser det seg, ikke overraskende, at det årlige gjennomsnittsuttaget er svært likt (Tabell 1 og 2).

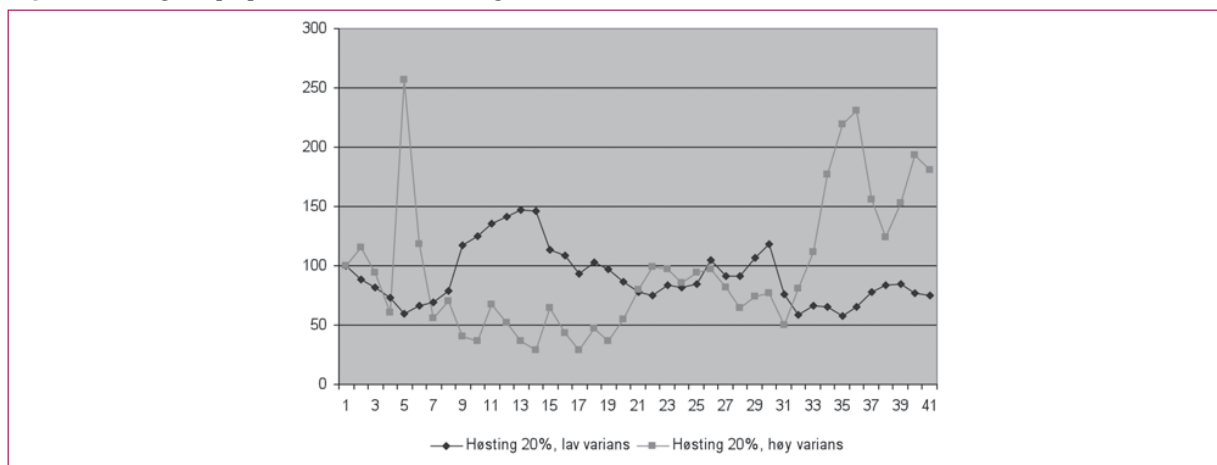
Konklusjonen fra denne smakebiten på beregninger, ved bruk av høstingsstrategien proporsjonal kvote, er at en avskyttingsandel på 15 – 25 % gir høyest nytte, og at avskyttingsandelen naturlig nok blir lavere ved større vektlegging av bestanden i nyttefunksjonen. Vi har også sett på noen beregninger ved lavere forventningsverdi på den

maksimale spesifikke vekstraten,  $E(r_t)$ . Ikke uventet finner vi da at avskyttingsandelen som gir høyest nytte blir lavere. Simuleringene våre støtter derfor antagelsen (cf. Rypeforvaltningsprosjektet ved NINA) om at avskyttingsandelen bør være lavere i lavproduktive enn i høyproduktive områder.

## 6 IMPLEMENTERING AV KVOTEN

Den proporsjonale høstingsstrategien leder altså fram til at det fastsettes en optimal kvote i antall fugl som skal høstes hvert år. Det skal derfor (som i de fleste fiskerier) etableres en årlig TAC (Total Allowable Catch) for det aktuelle rypeterrenget, og spørsmålet er nå hvordan implementeringen av kvoten og håndhevingen skal skje. Hvis eieren selv står for jakta er jo dette enkelt; stopp jakta når kvoten er tatt! Men som regel selges jaktrettighetene, og i et jaktterreng med mange jegere byr det på en rekke problemer både å måle og å håndheve jaktuttaket på en rimelig god

Figur 2 Høsting ved proporsjonalt uttak . «Lav» og «høy» miljø varians.



måte. Ved siden av fastsettelsen av selve tidsrammen for jakta, har som nevnt den vanligste reguleringen vært begrensninger i antall solgte jaktkort som er blitt supplert med dagskvoter («bag – limit»). Både jakttiden, antall solgte jaktkort og dagskvoter kan tilpasses bestandsstørrelse og ønsket uttak, men uten bruk av ytterligere virkemidler er dette lite treffsikre måter å regulere høstingen på. Forvalteren vil derfor ofte ha begrenset kunnskap om hvor stort det faktiske uttaket er.

Den måten vi implementer kvoten på her er at uttaket reguleres ved antall jakt dager i kombinasjon med antall solgte jaktkort (jegere) per dag, men hvor det tas hensyn til at jaktutbyttet per jeger (innsatsenhet) er større dess høyere bestanden er. Denne produksjonstilnærmingen ved kvotereguleringen tar høyde for noe alle rypejegere opplever; nemlig at en jakt dag sent i sesongen ikke er det samme som en jakt dag i begynnelsen av sesongen, og hvor den viktigste grunnen er at tettheten av fugl avtar med jakta. Implementering av kvoten på en slik måte fordrer kunnskap om høstingsfunksjonen og hvordan den gjennomsnittlige jegerproduktiviteten er i det aktuelle terrenget. I tillegg må som nevnt forvalteren generelt ha kjennskap til bestanden ved jaktstart (men se nedenfor). Utover dette kreves ingen informasjon.

Vi skal først illustrere denne produktfunksjonstilnærmingen ved å bruke den såkalte Schaefer fangstfunksjon (se Clark 1990) med dag som tidsoppløsning. Vi skriver da

den momentane jakt dødelighet, svarende til bestandsreduksjonen dag  $\tau$  (og år  $t$ ), som<sup>6</sup>:

$$(4) \quad dX_{t,\tau} / d\tau = -\theta E_{\tau} X_{t,\tau}.$$

Her angir  $E_{\tau}$  jaktinnsatsen målt ved antall jegere per dag mens  $\theta$  gir (den gjennomsnittlige) jegerproduktiviteten (fangstkoeffisienten) med dimensjon 1/per jeger per dag.

Fangstfunksjonen (4) sier at jaktuttaket blir høyere ved høyere jaktinnsats og høyere bestand, og dermed også at samme jaktinnsats gir lavere uttak utover i sesongen fordi bestanden blir lavere. Fangstparameteren vil være spesifikk for det gitte jaktterrenget, og vil, alt ellers likt, være høyere ved «høy» tetthet av fugl (typisk målt per km<sup>2</sup>) enn ved «lav» tetthet fordi søketiden etter fugl blir mindre.  $\theta$  vil også avhenge av andre forhold som jaktmetode, og vil normalt være høyere om jakta forgår med hund enn uten hund. Som antydnet ovenfor er dette en parameter forvalteren av terrenget må ha kunnskap om.

Vi skal først illustrere bruken av denne fangstfunksjonen ved å anta konstant jaktinnsats, eller samme antall jegere, over hele sesongen,  $E_{\tau} = E$ . Ved å integrere opp (4) fra jaktstart ( $\tau = 0$ ) til avslutningen av jakta ( $\tau = D$ ), finner vi da bestandstørrelsen etter  $D$  jakt dager som  $X_{t,D} = X_t e^{-\theta E D}$  når vi husker at  $X_t$  er bestanden ved inngangen til jakta. Det samlede uttaket etter  $D$  jakt dager år  $t$  er dermed  $h_{t,D} = X_t(1 - e^{-\theta E D})$ . Når dette uttaket svarer til kvoten  $h_t = h_{t,D}$ , blir

<sup>6</sup> Det at bestandsreduksjonen svarer til jakt dødeligheten betyr at naturlig dødelighet i jakt sesongen neglisjeres. Men dette er konsistent med den naturlige vekstfunksjonen (1) som nyttes hvor verken rekruttering eller naturlig dødelighet inngår spesifikt, heller ikke forskjellige alderklasser av rypa.

det tilhørende antall jakt dager  $D = (1/\theta E) \ln \left[ \frac{X_t}{(X_t - h_t)} \right]$ . Ved den proporsjonale høstingsstrategien  $h_t = aX_t$  kan dette også (ved  $X_t > 0$ ) skrives som:

$$(5) \quad D = (1/\theta E) \ln \left[ \frac{1}{(1-a)} \right].$$

Som vi ser finner vi at antall jakt dager som realiserer kvoten basert på den proporsjonale høstingsstrategien kan fastsettes uten kjennskap til bestandsstørrelsen<sup>7</sup>! Tabell 3 gir en illustrasjon hvor fangstkoefisienten er satt til  $\theta = 0.01$ . Fra (4) ser vi at dette svarer til at en bestand på 200 fugler gir et dagsuttak på 2 fugler for  $E = 1$  (en jeger),  $\theta = 2 / 1 * 200 = 0.01$ . Ved en høstingsandel på 20 prosent ved jegerproduktivitet finner vi derfor at en konstant jaktinnsats på 5 jegere hver dag betyr fylt kvote etter kun 4 jakt dager. Hvis bestandsstørrelsen ved inngangen til jakta er 500 fugl betyr det dermed at kvoten på 100 fugl er skutt etter 4 dager. Den gjennomsnittlige dagsfangsten per jeger er dermed 5 fugl. Hvis bestandsstørrelsen er 300 fugler, får vi at kvoten på 60 fugler også fylles opp etter 4 dager. Men nå er den gjennomsnittlige dagsfangsten 3 fugler. Denne jegerproduktiviteten kan kanskje synes høy, og tabellen gir også noen resultater ved lavere produktivitet. Antall jakt dager øker da naturlig nok for gitt innsats, mens dagsuttaket i antall fugl reduseres tilsvarende. Hvis bestandsstørrelsen ved inngangen til jakta er 500 fugl og høstingsandelen er 20% og den konstante innsatsen er 5 jegere, finner vi derfor nå at kvoten på 100 fugl er skutt etter 9 dager. Den gjennomsnittlige dagsfangsten per jeger er dermed litt over 2 fugl.

Grunnen til at antall jakt dager som realiserer kvoten kan fastsettes bare på grunnlag av høstingsandelen, og at selve bestandsstørrelsen ikke spiller noen rolle, er spesifikasjonen av produktfunksjonen (4). Her gir en høyere bestand for en gitt innsats et større uttak enn en lavere bestand på en slik måte at nivåstørrelsene akkurat utbalanseres fordi elastisiteten av bestanden i produktfunksjonen er lik én. Ved en mer generell produktfunksjon  $dX_{t,\tau} / d\tau = -\theta E \eta X_{t,\tau}^\gamma$ , hvor antagelsen er at bestandselastisiteten er begrenset opp til én,  $0 < \gamma \leq 1$ , og innsatselastisiteten også typisk er begrenset på samme måte,  $0 < \eta \leq 1$ , finner vi nå antall jakt dager etter noen små omforminger som:

Tabell 3 Antall jakt dager  $D$  ved Schaefer fangstfunksjon. Fangstkoefisient  $\theta = 0.01$ . I parentes fangstkoefisient  $\theta = 0.005$ .

Proporsjonalt uttak	$E = 2$	$E = 5$	$E = 7$
$a = 0.15$	8 (16)	3 (7)	2 (5)
$a = 0.20$	11 (22)	4 (9)	3 (6)
$a = 0.25$	14 (29)	6 (12)	4 (8)

$$(6) \quad D = \frac{X_t^{(1-\gamma)}}{\theta E \eta (1-\gamma)} [1 - (1-a)^{(1-\gamma)}]$$

når vi også nå antar konstant jaktinnsats per dag,  $E_\tau = E$ . Her ser vi dermed at bestanden før jakta  $X_t$ , sammen med høstingsandelen  $a$ , må være kjent for å beregne antall jakt dager for et gitt antall jegere når bestandselastisiteten er mindre enn én,  $\gamma < 1$ . Det kan enkelt konstateres at samme fangstkoefisient  $\theta$  fordrer mer innsats (flere jakt dager for et gitt antall jegere, eller flere jegere for et gitt antall jakt dager) ved  $\gamma < 1$  enn ved  $\gamma = 1$ . En lavere innsatselastisitet  $\eta < 1$  har samme effekt.

Det er også mulig å finne tilsvarende formler som (5) og (6) når antall jegere varierer over jakt sesongen. Ved bruk av produktfunksjonen (4) finner vi da høstingen som.

$$h_{t,D} = X_t \left( 1 - e^{-\theta \int_0^D E_\tau d\tau} \right).$$

Vi skjønner at også i dette tilfellet kan antall jakt dager og antall jegere som realiserer kvoten basert på den proporsjonale høstingsstrategien i  $h_{t,D} = h_t = aX_t$ , fastsettes uten kjennskap til bestandsstørrelsen. På tilsvarende måte kan vi også utvikle en formel for høstingsuttaket og antall jakt dager ved varierende innsatsbruk når bestandselastisiteten er mindre enn én.

## 7 OPPSUMMERING

Biologene har tradisjonelt satt premissene for rypeforvaltningen i Norge. De har fremhevet betydningen av en rekke naturgitte forhold for bestandsutviklingen, og har inntil

<sup>7</sup> Aanes et al. (2002, s.282) er også inne på noe av det samme. Men diskusjonen her indikerer at de tenker seg at høstingen foregår momentant. I vår analyse er tidsuttrekningen i høstingen noe av det sentrale.

nokså nylig hevdet at effekten av jakta er beskjeden fordi økt jakt dødelighet kompenseres ved lavere naturlig dødelighet. Rypejakta har vært regulert ved fastsettelse av jakttid og kortsalg, men har manglet klare mål for uttak og bestandsutvikling. Et fallende utbytte fra jakta de siste 20 årene tyder på at denne forvaltningsmodellen langt fra er optimal.

Nyere biologisk forskning tillegger jakta langt større betydning for bestandsutviklingen enn tidligere. Med utgangspunkt i en stokastisk biologisk modell for en rypebestand i et gitt område og et enkelt økonomisk rammeverk, har vi i denne artikkelen belyst noen sentrale sider ved forvaltningen. Samfunnsnyttens av jakta er sammensatt, men en enkel nyttefunksjon hvor både jaktutbytte og bestand inngår er formulert for å evaluere nytten av jakta. Det første av to sentrale elementer i en robust forvaltningsstrategi er å fastsette en utbytterestriksjon, eller kvote. Denne er her fastsatt på grunnlag av en valgt høstingsstrategi hvor en fast andel av bestanden tas ut hvert år, den såkalte proporsjonale høstingsstrategi. Dette er en enkel strategi som kun fordrer en parameter, nemlig høstingsandelen. Under antakelser om henholdsvis «lav» og «høy» variasjon i bestandens vekstrate illustrerer vi så hvordan bestand og høsting utvikler seg for ulike verdier på høstingsandelen. Samfunnsnyttens evalueres under ulike forutsetninger om hvordan samfunnsplanleggerens vektter nytten av jaktutbytte og bestand. Vi finner at den optimale høstingsandelen skal ligge på omtrent 25 % hvis samfunnsplanleggeren ikke tillegger bestanden noen verdi selv. Hvis bestanden og jakta tillegges lik vekt finner vi at den optimale høstingsandelen skal være lavere, og hvor 15% gir høyest nytte med det datagrunnlaget vi bruker. De numeriske illustrasjonene indikerer imidlertid at samfunnsnyttens ikke avviker dramatisk fra optimum selv når proporsjonalitetsfaktoren avviker med +/- 5 prosentenheter fra de nyttemaksimerende verdiene. Vi finner også at det proporsjonale uttaket skal være lavere i lavproduktive enn i høyproduktive områder.

En utbytterestriksjon er ikke virkningsfull uten at forvalteren evner å implementere og håndheve kvoten effektivt. I siste del av artikkelen viser vi hvordan den fastsatte årlige kvoten kan implementeres på en lite ressurskrevende måte ved å innføre restriksjoner i antall jaktkort (jegere) og antall jaktdager. Utgangspunktet er en produktfunksjonstilnærming som tar høyde for at en jaktdag sent i sesongen normalt gir lavere utbytte enn en jaktdag i

begynnelsen av sesongen, og hvor den viktigste grunnen er at tettheten av fugl avtar med jakta. Noe forenklet betyr dette at forvalteren teller opp antall jaktdager som har blitt solgt som så multipliseres med et antatt gjennomsnittlig utbytte per jaktdag og hvor det tas hensyn til avtagende jegerproduktivitet utover høsten. Når så antall jaktdager multipliseres med antatt utbytte per dag svarer til kvoten, stoppes jakta. Denne tilnærmingen er vist modellmessig, og ved å spesifisere høstingsfunksjonen som en standard Schaefer funksjon vil optimal jaktinnsats som realiserer en proporsjonal kvote faktisk kunne beregnes uten kunnskap om størrelsen på bestanden før jakta starter. Det eneste forvalteren må kjenne til, eller ha et godt anslag på, er gjennomsnittlig jegerproduktivitet. Ved en mer generell utforming av fangstfunksjonen må forvalteren også ha kunnskap om bestanden for å implementere optimal kvote. Prisingen av jakta og hvordan forvalteren skal allokere kvoten mellom forskjellige jegere, faller det utenfor denne artikkelen å diskutere.

Til forskjell fra den tradisjonelle tilnærmingen til forvaltningen, hvor høstingsuttaket er det eneste evalueringskriteriet, impliserer den foreslåtte nyttefunksjonen at også betydningen av ikke-bruks verdier som biodiversitet og eksistensverdi bør tillegges vekt. Vurdert i lys av at størsteparten av befolkningen ikke jakter, virker det rimelig at også slike verdier tas i betraktning når forvaltningsmålene fastsettes. Klare retningslinjer for effektiv implementering av utbytterestriksjoner er også mangelfullt i eksisterende forvaltningsregime. Produksjonstilnærmingen foreslått her åpner for en enkel og nokså presis håndtering av også dette aspektet ved forvaltningen. Totalt sett utgjør den foreslåtte modellen et godt utgangspunkt for å møte de utfordringene rypeforvaltningen står ovenfor.

#### REFERANSER:

- Andersen, O. (2008): Attitudes of hunters and managers toward harvest regulations of Willow Ptarmigan in Norway - implications for management. Master thesis, Høgskolen i Hedmark.
- Brøseth, H., Tufto, J., Pedersen, H.Chr., Steen, H., Kastdalen, L. (2005): Dispersal patterns in a harvested Willow Ptarmigan population. *Journal of Applied Ecology* 42, 453-459.
- Clark, C. (1990): *Mathematical Bioeconomics*. John Wiley, New York
- Freeman, M. (2003): *The measurement of environmental and resource values* (2th edition). Resources for the Future, Washington D. C.

- Hagen, Y. (1952): Rovfuglene og viltpleien. Gyldendal forlag, Oslo.
- Hjeljord, O. (1995): Ryper og jakt. Hvor stort uttak tåler en rypesamme? Fagnytt, Naturforvaltning nr 6. Institutt for biologi og naturforvaltning. Norges landbrukshøgskole. Tilgjengelig fra <http://www.umb.no/statisk/ina/publikasjoner/fagnytt/fn9506.pdf>
- Kurz, M. (1968): Optimal economic growth and wealth effects. *International Economic Review* 9, 348-357.
- Myrberget, S. (1988): Demography of an island population of willow ptarmigan in northern Norway. I A. T. Bergerud et al. (red): Adaptive strategies and population ecology of northern grouses. University of Minnesota Press, Minneapolis
- Nationen (2009): Rypejakta må bli kvotejakt. *Nationen* 11.02.09.
- Pedersen, H.C, Steen, H., Kastdalen, L., Svendsen, W., Brøseth, H. (1999): Betydningen av jakt på lirypebestander. Framdriftsrapport 1996-1998. Norsk Institutt for Naturforskning, Trondheim.
- Pedersen, H.C, Steen, H., Kastdalen, L., Svendsen, W., Brøseth, H. (2002): Betydningen av jakt på lirypebestander - høsting av et overskudd eller forbruk av kapital? Rapport Norsk Institutt for Naturforskning, Trondheim.
- Rundtom, T.O. og Steinset, T.A (2009): Hver femte mann er jeger. Statistisk sentralbyrå Samfunnsspeilet 04/2009
- SSB (2009): Skogsveier for motorkjøretøyer. Statistikk.
- SSB (2010): Byggeareal. Fritidsbygninger. Statistikk.
- SSB Fangststatistikk. Diverse årganger 1971-2010
- Steen, Johan B. (1978): Ryper. Gyldendal forlag, Oslo.
- Steen, Johan B. (2004): Ryper og rypejegere. Gyldendal forlag.
- Svenson, L., Grant, P.J., Mullarney, K., Zetterström, D., (2006): Gyldendals store fugleguide. Europas og middelhavsområdets fugler i felt. Gyldendal norsk forlag, Oslo.
- Søilen, E. (1996): Sportsmenn i veideland. Norges Jeger og Fiskeforbund, Oslo
- Viltloven (1981): Lov om jakt og fangst av vilt (med senere endringer)
- Wegge, B. (1990): Rypejakt. Aschehoug forlag.
- Willebrand, M. H., (2005): Temporal and spatial dynamics of Willow grouse *Lagopus Lagopus*. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural sciences, Umeå.
- Willebrand, T. og Hörnell, M. (2001): Understanding the effects of harvesting Willow Ptarmigan *Lagopus lagopus* in Sweden. *Wildlife Biology* 7, pp. 205-212.
- Aanes, S., Engen, S., Sæther, B.E., Willebrand, T., Marcström, V. (2002): Sustainable harvesting strategies of Willow Ptarmigan in a fluctuating environment. *Ecological Applications* Vol. 12, 281-290.
- Internettidsider*
- Inatur ([www.inatur.no](http://www.inatur.no))
- «Rypeforvaltningsprosjektet 2006-2011» (<http://www.skoginfo.no/Prosjekter/>)
- Statskog ([www.statskog.no](http://www.statskog.no))
- Ulvig Kiær AS (2010); Rypejakt 2010. (<http://www.kiarmykleby.no/Default.aspx?path=Jakt - Rype&artType=4&artID=1&SiteID=1&sm=Rype>)