Forord

Jeg ønsker med dette og takke min veileder, Førsteamanuensis
Anne Borge Johannesen, for god og grundig veiledning. En stor takk til studievenner for hjelp og motivasjon, og spesielt til Hanne Marit for korrekturlesing av oppgaven og oppmuntring underveis. Takk også til mamma og pappa for all støtten gjennom studietiden.

Trondheim 30. august 2012
Marte Bergstedt Flaat

Innhold

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

I dag er mange dyrearter truet med utryddelse. Grunnene til dette er tap av beiteland, ulovelig jakt og jordbruk (Fischer et al. (2011)). Nyere tenkning innen miljøværn fokuserer ikke bare på forbud mot jakt og handel med truede dyrearter, men også på de økonomiske konfliktene som kan oppstå som følge av konfliker i forholdet mellom mennesker og dyreliv. Særlig internasjonale organisasjoner legger vekt på å bygge opp systemer der den økonomiske vinningen ved fredning av truede dyrearter blir delt med lokalbefolkningen (Fischer et al. (2011)).

Beskyttelse av naturommråder og dyrebestanden der, samtidig som det skal legges til rette for og oppmuntres til utvikling og vekst for lokalbefolkningen i området, er to mål som ofte havner på kolisjonskurs med hverandre. I mange beskyttede områder (for eksempelvis nasjonalparker) rundt om i verden har forskjellige modeller for samlet løft for vern og utvikling blitt satt i gang. Dette gjelder også i Afrikanske nasjonalparker. Disse prosjektene har hatt ulike grader av suksess. En av de viktigste grunnene til at prosjektene ikke har vært like effektive som man hadde håpet på, er ulovelig jakt fra lokalbefolkningen. I dag er det økende enighet om at dersom forvaltningen av et beskyttet område skal være suksefullt må det skje med støtte fra og i sammarbeid med lokalbefolkningen (Johannesen (2005) p.271). Det mange mener skal være løsningen på dette er er såkalte Integrated Conservation and Development Projects (ICDP)der vern og utvikling knyttes sammen. En vanlig form for ICDP er at lokalbefolkningen motar en overføring i en eller annen form. Dette er en måte å dele den økonomiske vinningen ved vern av enkelte dyrearter med lokalbefolkningen, men disse prosjektene har hatt varierende hell. Noe av problemet kan være at lokalbefolkningen ikke ser den direkte sammenhengen mellom å avstå fra jakt og den overføringen de mottar. Overføringene i ICDP prosjekter kan for eksempel være en skole eller en helsestasjon til landsbyen, og det kan være vanskelig for lokalbefolkningen og se sammenhengen mellom skolen og ulovelig jakt. En annen faktor som kan være med på å begrense suksessen til ICDPene og som blir tatt opp i denne oppgaven er mangelen på muligheter for sanksjoner mot lokalbefolkningen dersom de blir tatt for ulovelig jakt.

Å betale grupper eller personer for å værne miljøet er ikke enestående for prosjekter i utviklingsland. Både i Europa og USA er det flere program som gir lokalbefolkningen, i de fleste tilfeller er dette en skogeier, overføringer for beskytte området fra avskoging. I Europa brukte fjorten land anslagsvis 11 milliarder dollar mellom 1993 og 1997 på langtidsprosjekter for å bevare skogsomåder. Land som USA, Costa Rica og Brasil gir også lette i eiendomsskatten til landeiere som setter deler av eiendommen sin av til bevaring(Ferraro og Simpson (2002) p. 341). Programmene som ses på i denne oppgaven gir ikke enkeltindivider økonomiske fordeler gjennom skattelette eller tilskudd, men lokalbefolkningen motar goder som en samlet gruppe. Eksempler på slike goder kan være pengeoverføringer fra turistnæringens til lokalbefolkningen. En annen forskjell mellom prosjektene er at det i tilfellene fra Europa dreier seg om overføringer til eieren av landområdet for at de ikke skal utnytte det fulle økonomiske potensialet av området de eier, mens det i tilfellet som denne oppgaven omhandler er lokalbefolkningens ulovlige jakt som står i fokus for værnet. I ulovlig jakt ligger det at lokalbefolkningen jakter på dyr de ikke har eiendomsrett til. Hennsikten med overføringer i slike tilfeller er dermed å få lokalbefolkningen bort fra aktiviteter de ikke har rettigheter til.

Lokalbefolkningen rundt Serengeti Nasjonalpark dreper årlig rundt 40 000 dyr ved ulovelig jakt. Flesteparten av disse dyrene er gnu og sebra, men også giraff og andre dyrearter blir jaktet ulovelig [1]. I følge Serengeti nasjonalpark er det tre hovedpunkter ICDPen skal fremme. Det første er å administrere aktiviteten i nasjonalparken. Det andre er og opprette buffersonerder det begrenses menneskelig aktivitet slik at værningsmålene oppnås. Til sist er det et punkt om å fremme lokal sosial og økonomisk utvikling.

Det mest kjente tilfellet med ICDP i Afrika er CAMPFIRE programmet fra Zimbabwe som ble startet sent på 1980-tallet. CAMPFIRE er designet spesielt for å stimulere langsiktig utvkling, administrasjon og bærekraftig bruk av naturressurser i Zimbabwes felles jordbruksområder (Frost og Bond (2008)). Opprinnelig var det lokalsamfunnene som fikk annsvaret for forvaltningen av dyrelivet i parken og rett til å ha direkte nytte fra bruken av ressursene i dyrelivet. For mange grunner ble ikke gjennomføringen av CAMPFIRE slik som det opprinnelig var planlagt. I stede for lokalsamfunnene ble Rural District Councils (RDC) administrator av dyrelivet i parken. Som en kompensasjon for dette godtok RCD og overføre en andel av sine inntekter til lokalsamfunnene (Frost og Bond (2008)p.777).

[1] Hentet fra $http://www.serengeti.org/main_serengeti.html$ den 24.08.2012.

1.2 ICDP

ICDP står for Integrated Conservation and Development Projects. Hovedformålet med denne formen for viltforvaltning er å inkludere og samarbeide med lokalbefolkningen, og dermed få deres støtte til vern av naturressurs prosjektene (Johannesen og Skonhoft (2005) p. 209). ICDP prosjektene ble først introdusert av World Wide Fund for Nature (WWF) på midten av 1980-tallet i et forsøk på å tilnærme seg mangler og problemer med "‘fines and fences"’ tilnærmingen til værn i naturværnsområder (Hughes og Flintan (2001)). Prosjektene som går under betegnelsen ICDP har varierende grad av deltakelse fra lokalbefolknigen og varierer fra rene inntektsfordelingstiltak, som overføringer fra viltrellaterte aktiviteter i parken til mer omfattende prosjekter med lokalt styre hvor lokalbefolkningen skoleres til å administrere og kontrollere de lokale naturressursene (Johannesen og Skonhoft (2005) p. 209). En av egenskapene til ICDP prosjekter er at de kombinerer mål om bevaring av naturressurser med sosialøkonomiske virkemiddler (Hughes og Flintan (2001)). Å gjøre lokalbefolkningen oppmerksom på problemstillingen med ulovlig jakt er også en av virkemiddlene innenfor ICDP prosjekter. Inntektsfordelingsbiten kan være å gi lokalbefolkningen direkte overføringer fra inntekten parkeieren har ved lovlig jakt og turisme som en kompensasjon for å ikke drive ulovlig jakt, til mer alternative løsniner som bedre tilrettelagt tilgang til jordbruksmarkeder og dermed høyere jordbruksinntekt til lokalbefolkningen (Johannesen (2005) p.272).

1.3 Motivasjon for oppgaven

Miljøspørsmål er høyt oppe på den politiske dagsorden for tiden. Det er stor enighet blant land og organisasjoner om at noe må gjøres for å redusere klimautslipp, stoppe avskoging, stoppe dyrearter fra å dø ut og mange flere miljømessige utfordringer. Dette er sammensatte utfordringer og man kan vanskelig ta en ut fra den store sammenhengen. Dersom man skal redde truede dyrearter må man i tillegg til ulovlig jakt stoppe nedhugging av dyrenes beite og leveområder. En måte å stoppe nedhugging på er å opprette nasjonalparker eller værnede ommråder. I Tanzania er dette steget allerede tatt ved opprettelsen av Serengeti nasjonalpark. Det som nå må gjøres er å finne en måte lokalbefolkningen og myndighetene, i denne oppgaven, parkeieren, kan arbeide sammen for bedre vern av naturressursene.

Mange artikler tar for seg problematikken med ulovelig jakt i nasjonalparker. Hovedproblematikken i disse artiklene er at lokalbefolkningen står uten eiendomsrett til ressursene i parken (i dette tilfellet dyrelivet). Dette gjør at all jakten lokalbefolkningen foretar dermed er ulovelig. Ulovelig jakt,ikke bare av lokalbefolkningen, men også av utenforstående jegere, fører til redusert populasjon av dyr i nasjonalparkene. På 70 og 80 tallet ble enkelte arter ble nesten utryddet på grunn av ulovelig jakt, og i Serengeti nasjonalpark i Tanzania sank antallet buffalo betraktelig. Men det er ikke bare fare for utrydning av dyrearter som gjør ulovelig jakt ødeleggende for samfunnet det foregår i. Ulovelig jakt unndrar store verdier fra den lokale verdiskapningen i fattige afrikanske områder (Skonhoft og Solstad (1996) p. 167). Utfordringen er dermed å finne en måte å redusere den ulovlige jakten samtidig som lokalbefolkningens velferd opprettholdes.

1.4 Andre modeller

I denne oppgaven fokuseres det bare på ulovelig jakt fra lokalbefolkningen og ulovelig jakt fra utenforstående ses bort fra. Flere har satt opp modeller som fremmer mindre ulovelig jakt hos lokalbefolkningen. Disse modellene har både overføringer fra parkeier til lokalbefolkningn og styrket eiendomsrett til lokalbefolkningen som virkemiddel for å få ned den ulovelige jakten. Styrket eiendomsrett til lokalbefolkningen blir sett på i Johannesen og Skonhoft (2004). De ser på et tilfelle der lokalbefolkningen ikke har eiendomsrett til dyrene i parken og lokalbefolknigen får dermed et kortsiktig syn og ser på dyrebestanden som eksogen. Når lokalbefolkningen blir gitt eiendomsrett til dyrene i parken tar de hennsyn til fremtidig bestandsutvikling og får dermed et endogent syn på dyrebestanden. Johannesen og Skonhoft (2004) konkluderer med at tilfellet med eiendomsrett til lokalbefolkningen vil øke dyrebestanden i parken kun i tilfeller med lite ødeleggelser på jordbruk fra streifende dyr slik at marginalnytten er høyere en kostnaden. I Fischer et al. (2011) ser de på to senarioer for å bedre vern av dyrebestanden i nasjonalparken. Det ene er jaktkvoter gitt fra parkeieren ti lokalbefolkningen, den andre er overføringer fra parkeierens inntekter ved safariturisme til lokalbefolkninge. I denne artikkelen er det tre aktører; parkeieren, lokalbefolkningen og utenforstående jegere som jakter ulovlig. Johannesen (2003) ser på om betingede overføringer med fare for å bli ekskludert fra ICDP prosjektet vil kunne føre til en økning i dyrebestanden i parken. Parkeieren er en passiv part og lokalbefolkningen er den aktive agenten. Johannesen (2003) kommer frem til at ved betingede overføringer vil det være en økning både i vern av dyrebestanden og velferden til lokalbefolkningen.

Denne oppgaven har to aktører, parkeieren og lokalbefolkningen. Lokalbefolkningen har ingen eiendomsrett og har dermed likt som i første del av Johannesen og Skonhoft (2004) et kortsiktig og eksogent syn på dyrebestanden. Overføringer fra parkeieren innføres deretter, men i motsetning til Fischer et al. (2011) vil overføringene komme både fra safariturisme og parkeierens salg av jaktlisenser. Betingede overføringer innføres så, men ulikt fra Johannesen (2003) er begge aktører her aktive og betingede overføringer vil også ha effekt på parkeierns besluttninger. Denne oppgaven vil ha fokus på parkeierens avveininger.

1.5 Oppbygging av oppgaven.

Denne oppgaven starter med en presantansjon av den økologiske modellen som brukes. Deretter kommer en modell for forholdet mellom parkeieren og lokalbefolkningens bruk av naturressurser uten noen former for overføringer eller subsidiering. I kapittel 4 utvides modellen med overføringer fra parkeierens inntekter til lokalbefolknigen i den hennsikt at det skal redusere lokalbefolkningens jakt. I kapittel 5 utvides modellen på nytt ved å inkludere en mulighet for tilbaketrekning av overføringene fra parkeieren til lokalbefolkningen dersom lokalbefolkningen blir tatt for å drive med ulovlig jakt.

2 Økologisk modell

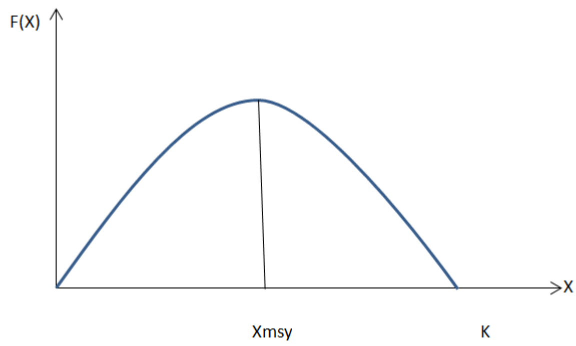
X er totalt antall dyr i hele nasjonalparken. Vi ser i denne oppgaven på den samlede dyrebestanden som helhet, anntar at alle artene blir jaktet på i like stor grad og ser derfor på alle dyreartene som en samlet homogen gruppe. Antar positiv dyrebestand i parken gjennom hele modellen, $X > 0$. Utviklingen til bestanden er avhengig av parkeierens og lokalbefolkningens jaktinnsats og den naturlige veksten i bestanden.

Tidligere har forvaltningen av naturressurser i stor grad vært konsentrert rundt konseptet om "maximum sustainable yield", maksimum bærekraftig avkastning (MSY), som sier at en naturressurs ikke kan bli utnyttet for mye uten et tap av produktivitet (Clark (1990) p.1). Bruker en enkel modell for bruk av naturressurser, og tar utgangspunkt i ligningen

$$\frac{\delta X}{\delta t} = F(X) - y - h = 0 \tag{1}$$

X er lik dyrebestanden på gitt tidspunkt, t. $F(X)$ er en logistisk tilvekstfunksjon for naturlig tilveksten i dyrebestanden i parken, $F(X) = rX(1 - X/K)$. K er områdets bæreevne og vekstraten er $F^{'}(X) = r(1 - 2X/K)$. Har dermed $F^{'}(0) = r$, den maksimale vekstraten er lik r. Vekstraten er positiv, men avtakende. y er parkeierens jaktuttak av bestanden og h er lokalbefolkningens jaktuttak fra parken. Dersom uttaket $h + y$ overstiger den naturlige veksten $F(X)$ vil ligning (1) medføre at bestanden vil synke ($\delta X/\delta t < 0$), og dersom uttaket er lavere enn den naturlige veksten vil bestanden øke ($\delta X/\delta t > 0$). Ved $F(X) = h + y$ vil bestanden være konstant, det vil si $F(X)$ er den bærekraftige avkastningen som kan bli høstet om man vil opprettholde et fast nivå på dyrebestanden, X (Clark (1990) p.9). Dersom bestanden er null vil det ikke være dyr i parken og heller ingen vekst i bestanden. Dersom bestanden når områdets bæreevne, K, vil det heller ikke være vekst i bestanden siden området er mettet og det ikke er mat eller plass til flere dyr. Den naturlige tilvekstfunksjonen, $F(X)$, er buet med en topp når bestanden er midt på områdets bæreevne (Clark (1990)).

I de fleste populasjoner ligger Xmsy et sted mellom 40 og 60 prosent av bærekraften, K(Clark (1990) p.1). I en logistisk tilvekstfunksjon vil Xmsy ligge ved $K/2$. Antar også i denne oppgaven at det økonomiske optimale nivået på bastanden er til venstre for MSY og bestanden vil være på venstre side gjennom hele oppgaven.



Figur 2.1: Naturlig vekst

3 Økonomisk modell uten overføringer

I dette kapittlet vil jeg følge fremgangsmåten til (Skonhoft og Solstad (1998)). Vi har to aktører i modellen: parkeieren og lokalbefolkningen. Parkeieren er den som sitter på eiendomsrettighetene til parken og dermed også til dyre og plantelivet innenfor parkens grenser. Parkeieren kan være staten selv, eller en agent med lisens til å drifte parken. I denne oppgaven er parkeieren en agent med lisens fra staten. Parkeieren bestemmer det nivået på bestanden som maksimerer parkeierens egen profitt. Lokalbefolkningen er befolkningen som bor rundt parken og blir i denne modellen sett på som en homogen gruppe, det vil si at de beslutninger som tas om jaktinnsats og jordbruksinnsats blir tatt av hele gruppa som en enhet. Lokalbefolkningen er dermed en enhet og blir et individ tatt for ulovlig jakt vil hele lokalbefolkningen bli straffet. Lokalbefolkningen driver med jordbruk som hovednæring, i tillegg har de nytte av jakt, noe som er ulovelig siden de ikke har eiendomsrett til dyrene i parken.

3.1 Parkeieren

Parkeieren har nytte av to aktiviteter: lovlig jaktturisme og safariturisme. Jaktturismen er lovlig jakt der jegerne kjøper et antall dyr som de kan felle. Jegerne er turister som kommer til parken for å jakte. Parkeieren får inntektene sine ved salg av disse lisensene, og jo flere dyr som felles, jo høyere er parkeierens inntekt fra jaktturisme. I tillegg har parkeieren inntekter av safariturisme. Dette er ikkekonsumerende turisme, det vil si ingen jakt eller sanking. Parkeieren vil da ha inntekter gjennom organisereing og gjennomføring. Parken blir mer attraktiv for turister jo flere dyr som er å se i parken, så høyere bestand gir høyere inntekter fra safariturismen. Parkeieren taper altså på uloveleig jakt ved at parken blir mindre atraktiv for safariturisme. Parkeieren har derfor vakthold i parken for å forsøke å minske den ulovelige jakten og dette vil være en kostnad for parkeieren. Profittfunksjonen til parkeieren blir dermed:

$$\Pi_P = P_y y + W(X) - zE \tag{2}$$

X er totalt antall dyr i parken. P_y er prisen på jaktlisensene som parkeieren selger og denne er konstant og uavhengig av nivået på y. y er lovlig uttak av dyrebestanden i parken (på tidspunkt t), det vil si jaktlisenser gitt av parkeiern. $P_y y$ er dermed høstningsprofitten til parkeieren. Det antar for enkelhets skyld at nivået på bestanden ikke påvirker høstningskostnadene og at kostnadene er lineær med parkeierens uttak, y (Skonhoft og Solstad (1998)). P_y kan dermed ses på som nettoprisen.

$W(X)$ er parkeierens inntekt av ikkekonsumerende utnyttelse av dyrebestanden i parken. Ikkekonsumerende utnyttelse er for det meste safariturer i parken. $W(X) = bw(X)$, der b er en endringsparameter. Safariturismen er avhengig av totalt antall dyr i parken, en høyere bestand av dyr gjør parken mer atraktiv, men dette avtar etterhvert som bestanden vokser. Dermed får vi $W'(X) > 0$, $W''(X) < 0$, der $w'(X) < 0, w''(X) < 0$, en positiv men avtakende effekt av økning i bestanden på safariinntektene til parkeieren. Dersom det ikke er dyr i parken vil det ikke være safariturisme, $W(0) = 0$.

Parkeieren er den eneste som har lovlig tilgang til å jakte i parken og parkeieren legger derfor ned en innsats i vakthold for å beskytte sine interesser i parken. Dette vaktholdet er det parkeieren selv som er ansvarlig for og ikke lokale eller sentrale myndigheter. Nivået på vaktholdet, E, er dermed en endogen variabel for parkeieren. Vaktholdet er en kostnad for parkeieren som avhenger av nivået på vaktholdet i parken. z er parkeierens enhetskostnad ved vakthold i parken og zE er parkeierens totale kostnad ved vakthold i parken. Dersom det ikke er vakthold i parken er $E = 0$ og parkeieren har ikke kostnader knyttet til vakthold. På grunn av fordelingen av eiendomsrettigheter i parken har parkeieren et langsiktig syn på utviklingen av dyrebestandene i parken, og ser på dyrebestanden som endogen i modellen.

3.2 Lokalbefolkningen

Lokalbefolkningen har to inntektskilder: jordbruk og jakt. Siden lokalbefolkningen ikke har eiendomsrett til dyrebestanden i parken er lokalbefolkningens jakt ulovlig jakt. Dersom de deltar i ulovlig jakt har de en kostnad ved dette som er lik den tapte inntekten ved og ikke bruke innsatsen i jordbruket. Denne kostnaden er ikke stor siden lokalbefolkningen for det meste er selvtendige bønder med begrensede innteksmuligheter, og alternativkostnaden ved jakt er demed lav (Skonhoft og Solstad (1996)). Men selv om alternativkostnaden er lav har lokalbefolkningen begrensett innsatsnivå de kan fordele mellom jakt og jordbruk.

$$T = e_h + e_A \tag{3}$$

T er lokalbefolkningens totale innsatsnivå, for eksempel totalt antall timer til rådighet. e_h er lokalbefolkningens jaktinnsats og e_A er lokalbefolkningens innsats i jordbruket. Disse må tilsammen være lik eller mindre enn total innsats, T. I denne oppgaven anntas det at både e_h og e_A til enhver tid er positiv.

Dyr som vandrer ut av parken og inn i avlingene til lokalbafolkningen påfører lokalbefolkningen en kostnad ved at avlingene blir skadet. Dermed vil en reduksjon i bestanden av dyr i parken ha en positiv innvirkning på lokalbefolkningens jordbruksinntekter. Det gir en interessekonflikt mellom ønsket om å bevare mest mulig av dyrelivet i nasjonalparken samtidig som man ønsker en økonomisk utvikling i områdene rundt. Jo større bestand av dyr i parken, jo større skade vil det påføre lokalbefolkningens økonomi siden det er umulig å lage fysiske sperringer for å holde dyrene unna avlingene. Slike typer konflikter observervere flere plasser i verden; ønsket om å bevare dyrebestander og uberørt natur mot ønsket om økonomisk utvikling for lokalbefolkningen.

Lokalbefolkningen har et kortsiktig perspektiv på sine beslutninger om ulovlig jakt og tenker ikke på langsiktig utvikling av dyrebestandene i parken. Lokalbefolkningens jaktinnsats bestemmes derfor av kortsiktig nyttemaksimering. Grunnen til dette er at lokalbefolkningen ikke har eiendomsrett til ressursene i parken og har dermed ingen intensiver til å ta henyn til utviklingen i parken. Lokalbefolkningen har ingen kontroll på utviklingen i parken. Neste år kan mer effektivt oppsyn, høyere jaktuttak fra parkeieren og andre forhold minske lokalbefolkningens jaktmuligheter og de vil derfor sette innsatsnivået slik at de maksimere sin profitt hvert år (Skonhoft og Solstad (1998)). Dette gjør at lokalbefolkningen ser på dyrebestanden i parken som eksogent gitt.

$$\Pi_L = P_h f\left(e_h, X\right) + P_A A\left(e_A\right)\left(1 - \gamma X\right) \tag{4}$$

P_h er fast marginalinntekt av lokalbefolkningens uttak av dyr fra parken. For lokalbefolkningen vil dette være prisen de får om de selger kjøttet. Om de ikke selger kjøttet, men beholder det for eget konsum er det dette som er verdien av kjøttet de beholder. Prisen er ikke høy siden lokalbefolkningen ikke er ansatt av en forhandler, men må selge kjøttet de ikke beholder selv til en forhandler (Skonhoft og Solstad (1996)). P_h er konstant og lokalbefolkningens inntekter fra jakt vil øke lineært med en økning i uttaket.

$f(e_h, X) = h$, og er lokalbefolkningens uttak av dyr fra parken. Uttak er en funksjon av lokalbefolkingens jaktinnsats, e_h og bestanden av dyr i parken, X. Denne er økende, men avtakende, med hensyn på lokalbefolkningens jaktinnsats, $f_{e_h} > 0$ og $f_{e_h,e_h} \leq 0$ Uttaket er også positivt med hensyn på bestandsutviklingen, jo flere dyr i parken, jo høyere er lokalbefolkningens uttak, $f_X > 0$ og $f_{X,X} < 0$. Både lokalbefolkningens jaktinnsats og dyrebestanden i parken må være positiv for at lokalbefolkningen skal ha et positivt jaktuttak [2]. Dersom vi har $f(e_h, 0)$ eller $f(0, X)$ vil vi få $f = 0$. For et gitt nivå på lokalbefolkningens jaktinnsats e_h vil en økning i den totale dyrebestanden i parken, X, føre til at lokalbefolkningens grenseproduktivitet i jakt øker, $f_{e_h,X} > 0$. Vi har dermed at $P_h f(e_h, X)$ er lokalbefolkningens inntekt fra ulovlig jakt.

P_A er prisen på jordbruksvarene lokalbefolkningen produserer. e_A er jordbruksinnsatsen. Siden arbeidsinnsatsen i jordbruket kan skrives som $e_A = T - e_h$ vil jordbruksinnsatsen være avhengig av jaktinnsatsen. Produksjonen, A, er en økende funksjon av innsatsen e_A, men avtakende. $A_{e_A} > 0$ og $A_{e_A,e_A} < 0$.

γX er skade på jordbruksavlingene som en andel av total jordbruksproduksjon, $0 < \gamma < 1$. γ er konstant så ødeleggelsene er lineær og øker med økt dyrebestand. Så lenge det er dyr i parken vil det være skade på jordbruksavlinger. Siden det er antatt positiv bestand i parken, $X > 0$, må dermed $0 < \gamma < 1$. Lokalbefolkningens ulovlige jakt har dermed positiv effekt for lokalbefolkningen gjennom to faktorer: Gjennom økt inntekt siden økt jaktinnsats øker uttaket og reduserte kostnader siden økt uttak betyr færre dyr og mindre ødeleggelser på avlingene.

Siden parkeieren har innvestert i vakthold i parken er det en sjanse for at lokalbefolkningen blir tatt når de driver med ulovlig jakt. Dersom de blir tatt vil de måtte betale en bot, F, og boten regnes bare som en ekstra kostnad. Sannsynligheten for å bli tatt øker med parkeierens innsats i oppsynet, $\theta = \theta(E, e_h)$. Sansynligheten for å bli tatt øker også ved økt innsats fra lokalbefolkningen i den ulovlige jakten siden flere personer fra lokalbefolkningen befinner seg i parken, eller de som allerede driver ulovlig jakt tilbringer flere timer i parken og dermed går sannsynligheten for å bli oppdaget opp. Sannsynligheten for å bli tatt er dermed avhengig av både parkeierens og lokalbefolkningens beslutninger. Sannsynligheten for å bli tatt i ulovlig jakt øker både med vaktinnsatsen fra parkeieren og jaktinnsatsen til lokalbefolkningen,

[2] Jaktuttaket kan ikke være negativt, $f(e_h, X) > 0$

$\theta_E > 0$ og $\theta_{e_h} > 0$. For at det skal være en mulighet å bli tatt må denne være positiv og siden det er en sannsynlighet kan den heller ikke være over 1. Vi har dermed $0 < \theta(E, e_h) < 1$. Dersom parkeieren setter vaktholdet til null, $E = 0$, vil sannsynligheten for å bli tatt være lik null. Det samme er tilfellet dersom lokalbefolkningen ikke driver med jakt, $e_h = 0$. Vi har dermed $\theta(0, e_h) = 0$ og $\theta(E, 0) = 0$. F er størrelsen på boten lokalbefolkningen får dersom de blir tatt for ulovlig jakt. Dette er en fast størrelse (pengesum) satt av en utenforstående part, i dette tilfellet myndighetene. Inntektene fra bøteleggelse av lokalbefolkningen tilfaller myndighetene og ikke parkeieren. Boten er dermed en konstant eksogen variabel i lokalbefolkningens maksimeringsproblem.

Den forventede nytten til lokalbefolkningen må dermed inneholdet det forventede tapet ved å bli tatt i ulovlig jakt [3].

$$
\begin{aligned}
E\left(\Pi_L\right) &= \left\{P_h f(e_h, X) + P_A A(e_A)\left(1-\gamma X\right)\right\}\left\{1-\theta(E, e_h)\right\} \\
&\quad + \left\{P_h f(e_h, X) + P_A A\left(e_A\right)\left(1-\gamma X\right) - F\right\}\theta(E, e_h) \\
E\left(\Pi_L\right) &= P_h f(e_h, X) + P_A A\left(e_A\right)\left(1-\gamma X\right) - \theta(E, e_h) F
\end{aligned} \tag{5}
$$

3.3 Beslutningsproblemene

Ser på forholdet mellom parkeieren og lokalbefolkningen i et Stackelberg duopol. Stackelberg modellen for et duopol er en dynamisk modell der et dominant firma, her kalt leder, handler først og et underordnet firma, her kalt følger, følger etter. Partene i et Stackelbergduopol velger mengden de skal produsere for å maksimere sin nytte (Gibbons (1992)). I denne oppgaven vil produsert mengde være likt jaktutbytte til de to aktørene, parkeieren og lokalbefolkningen.

Gangen i spillet er som følge, først velger lederfirmaet en mengde større en null de vil produsere, følgerfrmaet observerer denne mengden og velger deretter mengden de produserer. Stackelbergmodellen løses ved baklengs induksjon, det vil si at man starter på slutten og setter reaksjonskurven opp baklengs. For å løse dette spillet setter man først opp følgebedriftens reaksjon på lederbedriftens valg, denne reaksjonsfunksjonen vet lederbedriften og tar hensyn til denne når de velger sin produserte mengde (Gibbons (1992)).

Vi har her et spill med en strategisk gjensidig avhengighet mellom spillerne. Men avhengigheten er asymmetrisk. Lokalbefolkningen må justere sin jaktinnsats etter

[3] Det antas at lokalbefolkningen beholder bytte selv om de blir tatt, dermed går ikke uttaket tapt.

parkeierens nivå på vaktholdet (Skonhoft og Solstad (1998)). Parkeieren må ta hensyn til lokalbefolkningens jakt, men har mulighet til å påvirke denne gjennom nivået den selv setter på vaktholdet. På denne måten er avhengigheten skjev, begge må ta hennsyn til hverandre, men bare en kan direkte påvirke den andres beslutning. Parkeieren har perfekt informasjon om lokalbefolkningens beslutningsproblem og hvordan parkeieren kan påvirke denne. Parkeieren er dermed lederen i dette tilfellet. Lokalbefolkningen har informasjon om parkeierens beslutning, men ingen direkte mulighet til å påvirke denne. Lokalbefolkningen er derfor følgeren.

Parkeieren er lederen og bestemmer sitt uttak først. Lokalbefolkningen tar parkeierens uttaksbeslutning med i beslutningen over hvor mye de skal jakte og er dermed følger. Vi anntar at parkeieren setter en kvote på totalt antall jaktlisenser de kommer til å selge for perioden vi ser på og at denne kvoten blir gjort allment kjent. I tillegg bestemmer parkeieren seg for nivået på oppsynet E, også dette blir gjort kjent for lokalbefolkningen. Lokalbefolkningen velger deretter sitt innsatsnivå for å maksimere sin egen nytte gitt parkeierens beslutninger.

3.3.1 Lokalbefolkningens beslutningsproblem

Parkeieren vet lokalbefolkningens optimale respons og tar hensyn til dette når de maksimerer egen profitt. Vi starter dermed med å finne lokalbefolkningens beste respons til parkeierens beslutninger. Har lokalbefolkningens maksimeringsproblem fra ligning (5): $\max_{e_h} E(\Pi_L) = P_h f(e_h, X) + P_A A(e_A)(1-\gamma X) - \theta(E, e_h)F$. Lokalbefolkningen har ingen eiendomsrett til dyrene i parken og har ingen insentiver til å basere nivået på sin jaktinnsats på langtidsutsikter. Mangelen på langtidsutsikter gjør at lokalbefolkningen ikke tar hensyn til nivået på dyrebestanden når de bestemmer nivået på jaktinnsatssen og størrelsen på bestanden, X, blir behandlet som en eksogen variabel (Johannesen og Skonhoft (2004)). Nivået på oppsynet er bestemt av parkeieren og lokalbefolkningen har ingen direkte måte å påvirke denne på, dermed er også E sett på som en eksogen variabel.

Finner førsteordensbetingelsen:

$$\frac{\delta E(\Pi_L)}{\delta e_h} = P_h f_{e_h}(e_h, X) - P_A A_{e_A}(e_A)(1-\gamma X) - \theta_{e_h}(E, e_h)F = 0 \tag{6}$$

$P_h f_{e_h}(e_h, X) - \theta_{e_h}(E, e_L)F$ er forventet grensenytte av jaktinnsats og

$P_A A_{e_A}(e_A)(1-\gamma X)$ er grensenytten i jordbrukssektoren. Andreordensbetingelsen:

$$\frac{\delta^2 E(\Pi_L)}{\delta^2 e_h} = P_h f_{e_h,e_h}(e_h, X) + P_A A_{e_A,e_A}(e_A)(1-\gamma X) - \theta_{e_h,e_h}(E, e_h)F < 0 \qquad (7)$$

Den andrederiverte må være negativ for å sikre maksimum og vi har et avtakende nyttenivå i modellen. Førsteordensbetingelsen i ligning (6) viser at lokalbefolkningen vil fordele sin arbeidsinnsats slik at forventet grensenytte av innsats i jakt er lik grenseinntekten av innsats i jordbruk. Dersom grensenytten i jordbrukssektoren er høyere enn forventet grensenytte av jaktinnsats, vil arbeidskraft bli flyttet fra jakt til jordbruk helt til grensenyttene er lik. Vi har tidligere anntat at både jordbruksinnsatsen og jaktinnsatsesn er positiv. Vi må dermed ha at

$$P_A A_{e_A}(e_A)(1-\gamma X) = P_h f_{e_h}(e_h, X) - \theta_{e_h}(E, e_h)F \qquad (8)$$

Ligning (8) bestemmer optimal jaktinnsats e_h^*, som en funksjon av bestandsnivået X, parkeierens vakthold i parken E, og de andre eksogene faktorene lokalbefolkningen må ta hennsyn til, P_h, γ, F og T og P_A. Dette gir optimal jaktinnsats gitt ved:

$$e_h^* = e_h^*(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) \qquad (9)$$

Setter inn for e_h^* i $h^* = f(e_h^*, X)$ og finner tilhørende uttak.

$$h^* = f(e_h^*(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A), X) = h(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) \qquad (10)$$

Dette viser den beste responsen lokalbefolkningen kan ha når de får informasjon om parkeierens uttak i den aktuelle perioden.

3.3.2 Hva trekker i retning høyere jaktinnsats og hva trekker i retning lavere jaktinnsats? Komparativ statikk.

Komparativ statikk utledes ved å differensiere førsteordensbetingelsen i ligning (6) med hennsyn på e_h og eksogene størrelsene.

$$\begin{aligned}
&[P_h f_{e_h,e_h}(e_h, X) + P_A A_{e_A,e_A}(e_A)(1-\gamma X) - \theta_{e_h,e_h}(E, e_h)F]\,\delta e_h \\
&+ P_A A_{e_A} X \delta\gamma - \theta_{e_h}(E, e_h)\delta F + f_{e_h}(e_h, X)\delta P_h - A_{e_A}(e_A)(1-\gamma X)\delta P_A \\
&- \theta_{e_h,E}(E, e_h)F\delta E + P_h f_{e_h,X}(e_h, X)\delta X + P_A A_{e_A}(e_A)\gamma\delta X = 0 \qquad (11)
\end{aligned}$$

Det første vi gjør er å se på hvilke effekter en endring i skadeparametret, γ, har på jaktinnsaten. γ er en konstant parameter og endres kun gjennom utenforliggende hendelser og endres da for hele perioden. Tar utgangspunkt i ligning (6) og deriverer med hennsyn på e_h og γ for å få endringen i jaktinnsatsen ved en endring i skadeparameteret.

$$\frac{\delta e_h}{\delta \gamma} = \frac{-P_A A_{e_A} X}{N} > 0$$

$N = P_h f_{e_h,e_h}(e_h, X) + P_A A_{e_A,e_A}(e_A)(1-\gamma X) - \theta_{e_h,e_h}(E, e_L)F$ og er negativ fra andreordensbetingelsen (7). Får dermed en positivt sammenheng. Dermed øker jaktinnsatsen når skaderaten i jordbruket øker. En økning i skaderaten vil føre til økte kostnader i jordbrukssektoren. Dette fører til at marginalnytten i jordbruket går ned. Siden marginalnytten i jordbruket går ned vil marginalnytten i jakt bli relativt høyere og en del av innsatsen som tidligere har vært brukt i jordbruket gå over til jakt. Økningen i jaktinnsats tilsvarer nedgangen i jordbruksinnsats siden $T = e_L + e_A$ fortsatt må holde. Setter inn i uttrykket for jaktuttak h for å finne effekten av endrig i skadeparametret på lokalbefokningens jaktuttak. Har fra tidligere at $h_{e_h} > 0$, og får da: $h_\gamma = h_{e_h} e_{h_\gamma} = -h_{e_h}(P_A A_{e_A} X/N) > 0$ Positiv sammenheng mellom nivået på uttaket og skaderaten på jordbruket, $h_\gamma > 0$. Dersom skaderaten øker vil uttaket til lokalbefolkningen øke.

Ser nå på hvilke effekter en endring i størrelsen på boten, F, vil ha for lokalbefolkningens jaktinnsats.

$$\frac{\delta e_h}{\delta F} = \frac{\theta_{e_h}(E, e_h)}{N} < 0$$

Negativ sammenheng mellom størrelsen på boten, F og lokalbefolkningens jaktinnsats, e_h. Dersom F øker vil den forventede grensenytten av jakt synke, som vil føre til at lokalbefolkningens innsats i jakt, e_h går ned. På samme måte vil en reduksjon i F føre til at den forventede grensenytten av jakt øker som vil gi en økt jaktinnsats hos lokalbefolkningens. Setter inn h for å finne endringen i lokalbefolkningens uttak: $h_F = h_{e_h} e_{h_F} = h_{e_h}(\theta_{e_h}(E, e_h)/N) < 0$. Negativ sammenheng mellom nivået på boten og lokalbefolkingens jaktuttak.

Effekten av en økning i parkeierens nivå på oppsyn, E, på lokalbefolkningens beslutning om nivå på jaktinnsatsen:

$$\frac{\delta e_h}{\delta E} = \frac{\theta_{e_h,E}(E, e_h)F}{N} < 0$$

Antar at det er en negativ sammenheng mellom lokalbefolkningens jaktinnsats og parkeierens nivå på oppsynet. Ved en økning i E vil det gi økt sansynlighet for å bli tatt, dermed øker θ. En økning i θ fører til at forventet grensenytte av jaktinnsatsen synker og jaktinnsatsen e_h vil dermed synke. Setter inn i uttrykket for h og får endringen i lokalbefolkningens jaktuttak når nivået på oppsynet i parken øker: $h_E = h_{e_h} e_{h_E} = h_{e_h}(\theta_{e_h,E}(E, e_h)F/N) < 0$

En endring i P_h, vil føre til en endring i lokalbefolkningens inntekt fra jakt. Sammenhengen mellom endringen i prisen på jaktutbyttet og lokalbefolkningens jaktinnsats er:

$$\frac{\delta e_h}{\delta P_h} = \frac{-f_{e_h}(e_h, X)}{N} > 0$$

Det er en positiv sammenheng mellom prisen på jaktutbytte og lokalbefolkningens jaktinnsats. Dersom lokalbefolkningen får bedre betalt for jaktutbyttet eller at prisen på jaktutbyttet øker slik at kjøttet de selv konsumerer øker i verdi, vil jaktinnsatsen øke. Gensenytten ved jakt vil øke relativt til grensenytten ved jordbruk, som er den samme som før, og dermed vil innsatsen i jakt øke. Setter inn i uttrykket for lokalbefolkningens jaktuttak og får: $h_{P_h} = h_{e_h} e_{h_{P_h}} = h_{e_h}(-f_{e_h}(e_h, X)/N) > 0$. Positiv sammenheng mellom endringer i prisen på jaktutbytte og lokalbefolkningens jaktuttak. Dersom prisen lokalbeolkningen mottar øker øker lokalbefokningens jaktuttak.

Hva om lokalbefolkningen får økt sitt totale innsatsnivå, T, for eksempel gjennom en befolkningsøkning? Fra ligning (8) har vi at grensenytten i jordbruket må være lik forventet grensenytten ved jakt. Deriverer med hennsyn på totalt innsatsnivå, T:

$$\frac{\delta e_h}{\delta T} = \frac{P_h f_{e_h}(e_h, X) - P_A A_{e_A,}(e_A)(1 - \gamma X) - \theta_{e_h}(E, e_h)F}{N} = 0$$

Telleren er den deriverte av den forventede nyttefunksjonen til lokalbefolkningen derivert med hennsyn på jaktinnsatsen til lokalbefolkningen. Denne er tidligere definert som lik null og det vil dermed ikke være endring i nivået på jaktinnsatsen i forhold til innsatsen i jordbruket. Andelen av totalt innsatsnivå som brukes på jakt er lik som før, samt vil også fordelingen av innsats mellom jakt og jordbruk være den samme som før. En økning i totalt innsatsnivå vil føre til et paralellt skift i både e_L og e_A. Det blir dermed ingen endringer i grensenyttene.

Hvordan vil en endring i prisen på jordbruksvarene lokalbefolkningen produserer,

P_A, påvirke lokalbefolkningens jaktinnsats?

$$\frac{\delta e_h}{\delta P_A} = \frac{A_{e_A}(e_A)(1-\gamma X)}{N} < 0$$

Sammenhengen mellom grensenytten av lokalbefolkningens jakt og prisen på jordbruksvære er negativ. Det vil si at dersom prisen på jordbruksgoder øker vil grensenytten i jordbruket øke og det vil bli mer lønnsomt for lokalbefolkningen å drive med jordbruk relativt til jakt. Lokalbefolkningens innsats i landbruket vil dermed øke og innsatsen i jakten går ned. Setter inn i h og får effekten på lokalbefolkningens jaktuttak: $h_{P_A} = h_{e_h} e_{h_{P_A}} = h_{e_h}(A_{e_A}(e_A)(1-\gamma X)/N) < 0$. Negativ sammenheng mellom prisen på jordbruksvarer og jaktuttaket.

Effekten av en økning i den totale bestanden dyr i parken på lokalbefolkningens jaktinnsats.

$$\frac{\delta e_h}{\delta X} = \frac{-P_h f_{e_h,X}(e_h, X) - P_A A_{e_A}(e_A)\gamma}{N} > 0$$

Det er en positiv sammenheng mellom lokalbefolkningens jaktinnsats og bestanden dyr i parken. Dersom bestanden dyr i parken øker vil den innsatsen som kreves for å felle et dyr synke. Dette øker grenseproduktiviteten av arbeidskraft i jakt, som gjør at grensenytten øker og mer innsats blir flyttet fra jordbruk til jakt. Samtidig øker skaden på jordbruket slik at grensenytten i jordbruket synker, noe som er med på å flytte innsats over fra jordbruk til jakt. Deriverer h med hensyn på X for å finne endringen i lokalbefolkningens jaktuttak når X endres: $h_X = h_{e_h} e_{h_X} + h_X = h_{e_h}(-P_h f_{e_h,X}(e_h, X) - P_A A_{e_A}(e_A)\gamma)/N + h_X > 0$. Har gitt fra tidligere at h_X er positiv. Dermed blir effekten av en økning i bestanden dyr i parken på lokalbefolkningens jaktuttak positiv.

Vil nå finne krysseffektene i høstningsfunksjonene h_X og h_E:

For å finne parkeierens økonomiske optimale nivå på dyrebestanden i parken trenger vi å vite effekten av krysseffektene i høstningsfunksjonene til lokalbefolkningen. Krysseffektene viser hvordan en endring i en endogen variabel innvirker på X og E som igjen innvirker på h. Dette er viktig for parkeieren når det økonomisk optimale nivået på dyrebestanden skal bestemmes siden en endring i h vil ha effekt på beslutningen til parkeieren. Har $h_X > 0$, $h_E < 0$ og $h_{X,E} \leq 0$ og kryseffektene blir da: $h_{X,X} < 0$ og $h_{E,E} > 0$. Effekten av en endring i skaderaten γ på effekten av X og E på h er $h_{X,\gamma} > 0$ og $h_{E,\gamma} = 0$. En endring i γ har altså en positiv effekt på X sin effekt på h, men ingen effekt på E's effekt på h. Se appendix A.1 for resten av de kryssderiverte og fullstendig utregning.

3.3.3 Parkeierens beslutningsproblem

Går nå tilbake til steg en i spillet, nemlig parkeierens beslutning beslutning om uttak. For parkeieren er bestandsnivået i parken, X endogent. Parkeieren maksimerer profitten gitt den økologiske betingelsen gitt i ligning (1) med en utvikling i veksten lik $\delta X/\delta t = 0$. Parkeieren setter diskonteringsfaktoren lik null og vektlegger dermed alle perioder likt. I tillegg vet parkeieren nå lokalbefolkningens respons til parkeierens beslutning om uttak og parkeieren tar derfor hensyn til dette. Parkeieren har to virkemidler for å styre uttaket av dyrebestanden i parken: det ene er parkeierens eget uttak, y og det andre er nivået på vaktholdet i parken, E. Begge disse faktorne spiller inn på lokalbefolkningens respons og parkeieren har dermed maksimeringsproblemet:

$$\max_{y,E} \Pi_p = P_y y + W(X) - zE$$

For å holde maksimeringsproblemet i steady state må parkeieren ta hensyn til bestandsutviklingen, og får da bibetingelsen fra ligning (1): $F(X) - y - h^* = 0$. Skriver om (1) og får $y = F(X) - h^*$. Dermed vil $y = F(X) - h^*$. Vi kan finne optimalt nivå på y dersom vi kjenner nivået på h^* og X. Setter inn for y i maksimeringsproblemet og maksimerer med hennsyn på optimalt bestandsnivå, X og nivået på oppsynet, E.

$$\max_{X,E} \Pi_p = P_y(F(X) - h^*) + W(X) - zE$$

Setter inn for h^* fra ligning (10) og får maksimeringsproblemet til parkeieren:

$$\max_{X,E} \Pi_p = P_y \left[F(X) - h(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A)\right] + W(X) - zE \tag{12}$$

Førsteordensbetingelsene er gitt ved:

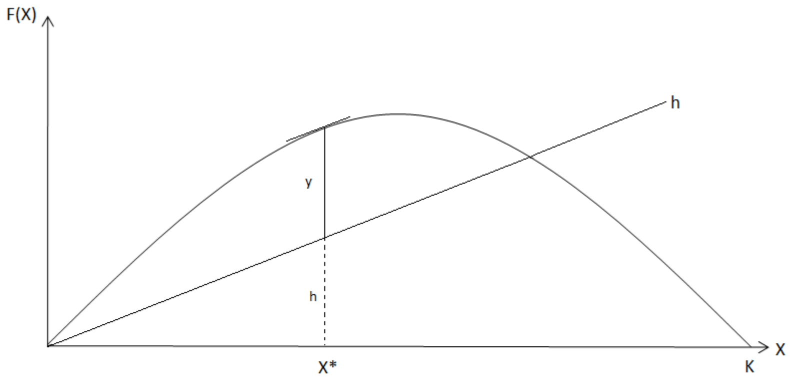
$$\frac{\delta \Pi_p}{\delta X} = P_y F_X(X) - P_y h^*_X(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) + W_X(X) = 0 \tag{13}$$

$$\frac{\delta \Pi_p}{\delta E} = -P_y h_E(X, P_h, \gamma, F, T, P_A, E) - z = 0 \tag{14}$$

For at bestanden skal være på det nivået som er økonomisk mest lønnsomt for parkeieren må parkeierens økte inntekt være lik parkeierens tap ved en økning av bestanden.

$$P_y F_X(X) + W_X(X) = P_y h^*_X(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) \tag{15}$$

$P_y F_X(X) + W_X(X)$ er grensenytten av X, endringen i parkeierens inntekt som følger av en endring i bestanden.$P_y h^*_X(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A)$ er grensekostnaden av X ved at lokalbefolkningens uttak øker. Økt uttak fra lokalbefolkningen er et tap for parkeieren. Merk: For alle figurer gjelder $h_{X,X} = 0$ og $X < Xmsy$.

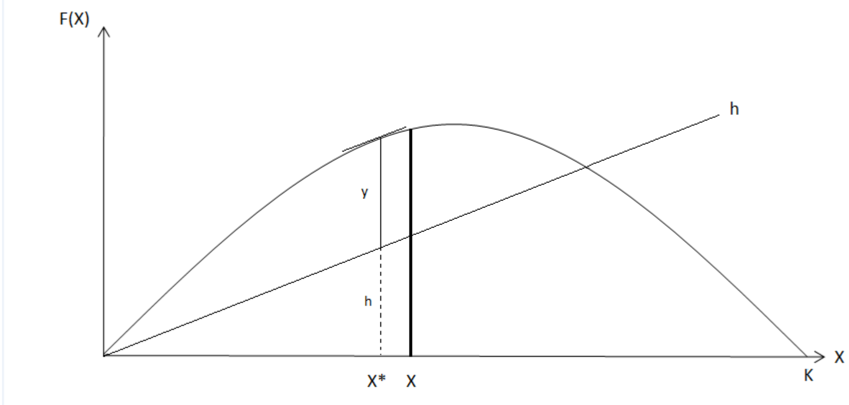


Figur 3.1: økonomisk optimalt nivå på bestanden

$$F_X(X) = h^*_X(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) - \frac{W_X(X)}{P_y} > 0 \tag{16}$$

Ut fra dette ser vi at jo høyere grenseinntekten i safariturismen er, jo høyere er den økonomisk optimale dyrebestanden, illustrert i figur 3.2. Figuren viser at jo høyere $W(X)$ er jo høyere er den optimale bestanden X og den ulovlige jakten h. Det er ikke gitt at det økologisk optimale og det økonomisk optimake nivået på bestanden er likt.

Førsteordensbetingelsen fra ligning (14) viser at det optimale nivået på oppsynet, E er når grensekostnaden, z, er lik grensenytten, $-P_y h_E(X, P_h, \gamma, F, T, P_A)$. For hver enhet med oppsyn parkeieren setter inn må han betale z. For hver enhet av oppsyn parkeieren setter inn vil lokalbefolkningen redusere sin jaktinnsats med $h_E(X, P_h, \gamma, F, T, P_A)$. Dyrene i parken er verdt P_y per stykk for parkeieren. Parkeieren tjener derfor $P_y h_E(X, P_h, \gamma, F, T, P_A)$ for hvert dyr lokalbefolkningen ikke jakter. Prisen på oppsyn er lineær, mens marginalinntekten av nedgangen i lokalbefolkningens jakt er avtakende. Parkeieren vil sette inn mer oppsyn frem til kostnaden er lik inntjeningen, altså til (14) holder.



Figur 3.2: økonomisk optimalt nivå på bestanden etter økning i grenseinntektene i safariturismen

Andreordensbetingelsene:

$$\frac{\delta^2\Pi_p}{\delta X^2} = P_y F_{X,X} - P_y h^*_{X,X}(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) + W_{X,X}(X) < 0$$

$$\frac{\delta^2\Pi_p}{\delta E^2} = -P_y h^*_{E,E}(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) < 0$$

Bruker andrenderiverttesten og finner at vi har et lokalt maksimumspunkt, se appendix Appendix III.

Ligningene (16) og (14) gir dermed to ligninger til å bestemme to endogene variabler, X og E. Det optimale nivået på X for parkeieren er dermed:

$$X^* = X(P_y, W, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) \tag{17}$$

X er en funksjon av prisen på uttaket, områdets vekstrate, områdets bæreevne, funksjonen for safariturisme, nivået på oppsyn, prisen lokalbefolkningen får for jaktutbyttet, skaderaten på jordbruket, nivået på boten, lokalbefolkningens totale innsats og prisen lokalbefolkningen får på sine jordbruksvarer.

Det optimale nivået på oppsynet E:

$$E^* = E(z, (P_y, X, P_h, \gamma, F, T, P_A)) \tag{18}$$

E^* er en funksjon av enhetskonstnaden z, prisen på jaktutbyttet, dyrebestanden i parken, skaderaten i jordbruket, størrelsen på boten, lokalbefolkningens totale tidsramme og prisen på jordbruksvarer.

Har nå det optimale nivået på X og h og kan dermed finne y^* om man tar utgangspunkt i ligning (1) og setter inn for h^* og X^*. Får dermed

$$\begin{aligned} y^* &= F(X^*) - h^* \\ y^* &= F\left[X(P_y, W, E, P_h, \gamma, F, T, P_A)\right] - h(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) \end{aligned} \tag{19}$$

y^* er dermed bestemt. Parkeieren vet det økonomisk optimale nivået på bestanden i parken, X^* og lokalbefolkningens respons, h^* og kan dermed putte dette inn i vekstfunksjonen $F(X)$ og finne det optimale nivået på y^*. Dette ser vi også i figur 3.1, der h^* og X^* er satt inn og dermed følger y^*.

3.4 Komparativ statikk

Tar utgangspunkt i ligningene (16) og (14). Bruker Cramers regel for å finne effektene, se appendix A.3.

Ser først på effekten av endringer i prisen på jaktlisensene parkeieren selger på det økonomisk optimale nivået på bestanden i parken. Prisen på jaktlisensene settes av en utenforstående part (myndighetene) og endres for hele perioden.

$$\frac{\delta X}{\delta P_y} = \frac{P_y h^*_{E,E}\left[F_X(X) - h^*_X\right] + P_y h^*_E h^*_{X,E}}{|H|} < 0$$

H er Hesse-determinanten og er positiv fra andreordensbetingelsen, se apendix A.3 for utregning. Har fra førsteordensbetingelsene at $[F_X(X) - h^*_X] = -W_X/P_y$ og har fra maksimumsbetingelsen at $h^*_{E,E}$ er positivt. Dermed er dette leddet negativt. Dersom P_y øker vil marginalinntekten fra salget av jaktlisenser øke rellativt til marginalinntekten fra safariturisme og parkeieren er dermed ikke like interessert i å beholde en stor dyrebestand. I det andre leddet i telleren har vi $h^*_{X,E} \leq 0$ og $h^*_E < 0$. Dersom det antas at $h^*_{X,E} = 0$ vil dette leddet falle bort og det vil være en entydig negativ sammenheng mellom prisen på jaktlisensene og den økonomisk optimale bestanden dyr i parken. Dersom det antas at $h^*_{X,E} < 0$ vil andre leddet i telleren være positivt. Antar at $h^*_{X,E}$ er liten og dermed vil det likevell være en negativ effekt av en endring i prisen på jaktlisenser og det økonomisk optimale nivået på dyrebestanden i parken. En endring i prisen på jaktlisensene vil også føre til en endring i det optimale nivået på oppsynet i parken, E:

$$\frac{\delta E}{\delta P_y} = \frac{\left[P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X)\right] h^*_E - \left[F_X(X) - h^*_X\right] P_y h^*_{E,X}}{|H|} > 0$$

Fra andreordensbetingelsen er $\left[P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X)\right]$ er negativ og siden h^*_E også er negativ, vil første ledd være positivt. Dersom $h^*_{X,E} = 0$ faller andre leddet i telleren bort og får dermed en positiv sammenheng mellom nivået på oppsynet og prisen på jaktlisensene parkeieren selger. Dersom $h^*_{X,E} < 0$ vil andre leddet i telleren trekke i en negativ retning siden vi har fra førsteordensbetingelsen at $[F_X(X) - h^*_X]$ er negativ. Antar også her at $h^*_{X,E}$ er lav og vi vil dermed ha en positiv sammenheng mellom E og P_y. Vi kan se fra førsteordensbetingelsen i ligning (14) at en økning i P_y vil føre til en økning i verdien på oppsynet, dermed vil også nivået på oppsynet øke.

Ser nå på hvordan endringer i prisen lokalbefolkningen har på jaktutbyttet sitt, P_h, påvirker det økonomisk optimale nivået på X:

$$\frac{\delta X}{\delta P_h} = \frac{-P_y^2 h^*_{X,P_h} h^*_{E,E} + P_y^2 h^*_{E,P_h} h^*_{E,X}}{|H|} < 0$$

Fra før har vi at $h^*_{X,P_h} > 0$ og $h^*_{E,E} > 0$, og dermed er første leddet i telleren negativt. Har fra tidligere gitt $h^*_{E,P_h} = 0$ og andre ledd i telleren faller dermed bort. Det har dermed ingen betydning om $h^*_{E,X}$ er lik null eller negativ. Det er dermed en negativ sammenheng mellom prisen lokalbefolkningen har på sitt jaktuttak og den økonomisk optimale bestanden dyr i parken. Dersom prisen lokalbefolkningnen får for sitt jaktutbytte øker vil lokalbefolkningens grensenytte ved jakt øke og dermed vil lokalbefolkningens jaktinnsats øke. Dersom lokalbefolkningens jaktinnsats øker vil parkeierens grensekostnad ved å holde dyr bli høyere siden tapet blir større og dermed vil det økonimisk optimale nivået på bestanden synke. Kan også se dette fra figur 3.1 der vi ser at dersom vi beveger oss mot venstre (gitt $X < Xmsy$) vil den ulovlige jakten synke. Effekter av en endring i P_h på E:

$$\frac{\delta E}{\delta P_h} = \frac{\left[P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X)\right] P_y h^*_{E,P_h} + P_y^2 h^*_{X,P_h} h^*_{E,X}}{|H|} \leq 0$$

I første ledd i telleren inngår h^*_{E,P_h}. Denne er lik null og første ledd i telleren forsvinner. Andre ledd i telleren er $h^*_{X,P_h} > 0$ og effekten blir derfor bestemt av $h^*_{E,X}$. Vi har altså ingen direkte effekt av en endring av P_h på E, kun inndirekte gjennom X. Dersom vi har $h^*_{E,X} < 0$ vil andre ledd være negativt og dersom $h^*_{E,X} = 0$ vil det ikke være en effekt. Ved $h^*_{E,X} < 0$ vil denne være liten og effekten av en endring i P_h på E er dermed liten eller ingen.

En økning i skaderaten på lokalbefolkningens jordbruk, γ vil føre til endringer i X:

$$\frac{\delta X}{\delta \gamma} = \frac{-P_y^2 h^*_{X,\gamma} h^*_{E,E} + P_y^2 h^*_{E,\gamma} h^*_{X,E}}{|H|} < 0$$

I første ledd i telleren er både $h^*_{X,\gamma}$ og $h^*_{E,E}$ positive og første ledd er dermed negativt. I andre ledd i telleren inngår $h^*_{E,\gamma}$ som er lik null og dermed faller andre ledd bort. Dette gir en negativ sammenheng mellom størrelsen på skaderaten i jordbruket og den økonomisk optimale størrelsen på X. Ved en økning i skaderaten på jordbruket vil lokalbefolkningens grenseinntekt fra jordbruket synke og mer av innsatsen vil bli overført til jakt. Når den ulovlige jakten øker vil parkeierens tap øke. Som tidligere sett vil den ulovlige jakten synke dersom bestanden synker og parkeierens tap blir dermed mindre. Endringen i E:

$$\frac{\delta E}{\delta \gamma} = \frac{\left[P_y F_{X,X}(X) h^*_{E,E} - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X)\right] P_y h^*_{E,\gamma} + P_y^2 h^*_{E,X} h^*_{X,\gamma}}{|H|} \leq 0$$

I første ledd i telleren inngår $h^*_{E,\gamma} = 0$ og dermed faller det leddet bort. I andre leddet er $h^*_{X,\gamma} > 0$. Dersom $h^*_{E,X} < 0$ vil det være en negativ sammenheng mellom skaderaten på jordbruket og nivået på oppsynet. Dersom $h^*_{E,X} = 0$ vil det være ingen effekt. En økning i skaderaten på jordbruket fører til en økning i lokalbefolkningens jaktinnsats. Dette er en indirekte effekt som kommer gjennom γs effekt på X.

Ser så på endring i størrelsen på boten lokalbefolkningen får dersom de blir tatt i ulovlig jakt, F:

$$\frac{\delta X}{\delta F} = \frac{-P_y^2 h^*_{X,F} h^*_{E,E} + P_y^2 h^*_{E,F} h^*_{X,E}}{|H|} > 0$$

Har fra tidligere $h^*_{X,F} < 0$ og $h^*_{E,E} > 0$,og første ledd i telleren positivt. I andre leddet i telleren inngår $h^*_{E,F} = 0$ og dette leddet faller bort. Derfor vil det være en positiv sammenheng mellom størrelsen på boten F og det økonomisk optimale nivået på dyrebestanden i parken uansett fortegn på $h^*_{E,X}$. Dersom F øker synker lokalbefolkningens grensenytte ved jakt og reduseres lokalbefolkningens jaktinnsats. Ved redusert jaktinnsats fra lokalbefolkningens side, vil tapet parkeieren har ved ulovlig jakt reduseres og parkeierens grenseinntekt øke og dermed vil det økonomisk optimale nivået på dyrebestanden øker. Effekten av en endring i F på E:

$$\frac{\delta E}{\delta F} = \frac{\left[P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X)\right] P_y h^*_{E,F} + P_y^2 h^*_{E,X} h^*_{X,F}}{|H|} \geq 0$$

Første ledd i telleren faller bort siden $h^*_{E,F} = 0$. I andre ledd i telleren er $h^*_{X,F} < 0$. Ser her at effekten av en endring i F på E ikke er direkte, men kommer gjennom effekten en endring i F har på X. Dersom $h^*_{E,X} < 0$ har vi en positiv effekt på E av en endring i F, men denne vil være svak. Dersom $h^*_{E,X} = 0$ vil det være ingen effekt.

Ser på effekten av en endring i enhetskonstnaden på oppsynet z:

$$\frac{\delta X}{\delta z} = \frac{P_y h^*_{X,E}}{|H|} < 0$$

Har $h^*_{X,E} < 0$, og av dette følger det en negativ sammenheng mellom enhetskostnaden på oppsynet og det økonomisk optimale nivået på dyrebestanden i parken. Effekten av endring i grensekostnaden til oppsynet på bestanden kommer gjennom en endring i E medfører på lokalbefolkningens jaktinnsats. Ser på effekten av en endring i z på E:

$$\frac{\delta E}{\delta z} = \frac{P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X)}{|H|} < 0$$

Fra andreordensbetingelsen har vi at telleren er negativ, og dermed en negativ sammenheng mellom prisen per enhet for oppsynet og nivået på oppsynet. Grensenytten av oppsynet endres. Ved en økning i grensekostnaden z vil grensenytten av oppsyne synke og vi får en nedgang i nivået på oppsynet. Motsatt; dersom grensekostnaen z synker vil grensenytten øke og vi får en økning i nivået på oppsynet.

En endring i prisen lokalbefolkningen mottar for sine jordbruksvarer vil ha innvirkninger på parkeierens optimale nivå på X:

$$\frac{\delta X}{\delta P_A} = \frac{-P_y^2 h^*_{X,P_A} h^*_{E,E} + P_y^2 h^*_{E,P_A} h^*_{X,E}}{|H|} > 0$$

I første ledd i telleren er $h^*_{X,P_A} < 0$ og $h^*_{E,E} > 0$, første ledd er dermd positivt. I andre ledd i telleren inngår $h^*_{E,P_A} = 0$ og dermed faller dette leddet bort. Det vil dermed være en positiv sammenheng mellom prisen lokalbefolkningen får for sine jordbruksvarer og den økonomisk optimale nivået på dyrebestanden i parken. Effekten på E:

$$\frac{\delta E}{\delta P_A} = \frac{\left[P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X)\right] P_y h^*_{E,P_A} + P_y^2 h^*_{E,X} h^*_{X,P_A}}{|H|} \geq 0$$

I første ledd i telleren inngår $h^*_{E,P_A} = 0$ og dette leddet faller bort. I det andre leddet i telleren er $h^*_{X,P_A} < 0$, og dersom $h^*_{E,X} < 0$ er det en positiv sammenheng mellom prisen på jordbruksvarene til lokalbefolkningen og nivået på oppsynet. Dersom $h^*_{E,X} = 0$ vil det være ingen sammenheng. Også her er det ingen direkte effekt mellom endirngen i P_A og E men en inndirekte effekt gjennom endringen i X. Denne effekten vil, som i de andre tilfellene, være liten eller ikkeeksisterende.

Ser på en endring i funksjonen for safariturisme på det økonomisk optimale nivået på X. Bruker $W(X) = bw(X)$ og ser på effekten av en endring i b.

$$\frac{\delta X}{\delta b} = \frac{P_y W_{X,b}(X) h^*_{E,E}}{|H|} > 0$$

$h_{E,E} > 0$. Dersom lønnsomheten i safariturismen øker vil parkerieren være mer interessert i å verne om en stor dyrebestand. Effekten $W_{X,b}(X)$ er dermed positiv og det er en positiv sammenheng mellom endringer i funksjonen for safariturisme og den økonomisk optimale dyrebestanden. Effekten på oppsynet:

$$\frac{-P_y h^*_{E,X} W_{X,b}(X)}{|H|} > 0$$

Dersom $h^*_{E,X} = 0$ vil det være ingen effekt. Dersom $h^*_{E,X} < 0$ vil vi få en indirekte positiv effekt gjennom endirngen i X som kommer fra endringen i $W(X)$. Denne effekten vil som i de andre tilfellene være svak.

Setter opp en oversikt over fortegnene i en tabell:

	P_y	P_h	γ	F	z	P_A	b
X	- (-)	-	-	+	-	+	+
E	+ (+)	0 (-)	0 (-)	0 (+)	-	0 (+)	0 (+)

Tabell 3.1: Fortegnstabell komparativ statikk. Fortegn utenfor klamme er ved $h^*_{E,X} = 0$ eller ikke inngår. Fortegn i klamme er ved $h^*_{E,X} < 0$.

Til nå har vi sett at en økning i F fører til en økning i den økonomisk optimale dyrebestanden i parken, men samtidig fører en slik økning til en nedgang i velferden til lokalbefolkningen. Økt P_A gir også en nedgang i lokalbefolkningens jaktinnsats siden innsatsen flyttes over fra jakt til jordbruk. Denne overflyttingen av innsats fører ikke til en nedgang i lokalbefolkningens velferd. Vi kan også se at en nedgang i skadeparametret γ fører til en økning i det økonomisk optimale nivået på X, samtidig som det øker velferden til lokalbefolkningen.

4 ICDP I Overføringer uten betingelser

Vi har frem til nå analysert tilfellet uten noen form for overføringer eller kompensasjoner for å forhindre ulovlig jakt mellom parkeieren og lokalbefolkningen. Vi skal nå se på en situasjon med ICDP der målet er å forhindre ulovlig jakt og dermed økt værn av naturressurrsene i parken. Innfører overføringer på samme måte som Johannesen og Skonhoft (2005). Forskjellen er at mens det i Johannesen og Skonhoft (2005) er et Nash-Cournot spill, holder vi oss her til Stackelbergspillet introdusert i kapitel 3. Vi har den samme parkeieren og lokalbefolkningen, og legger de samme nyttefunksjonene til grunn, men legger til overføringer fra parkeiers inntekter fra bruk av parken og dens ressurrser, til lokalbefolkning for å se hvordan dette kan påvirke lokalbefokningens besluttning om å drive med ulovlig jakt, h. Vi vil også se om overføringene mellom parkeier og lokalbefolkning har noe å si for parkeierens optimale nivå på oppsyn, E og egen jaktinnsats, y. Det vil også bli sett på om forskjellige utforminger av overføringene har effekt på parkeierens og lokalbefolkningens besluttninger.

Vi anntar at innføringen av ICDP prosjektet er bestemt av myndighetene og blir pålagt parkeieren og lokalbefolkningen. Myndighetene bestemmer formen og størrelsen på overføringene og pålegger parkeieren og overføre en andel α fra sine inntekter fra salg av jaktilisenser og en andel β fra inntektene fra safariturisme til lokalbefolkningen. Siden størrelsen på overføringene er bestemt av myndighetene blir de sett på som eksogene av parkeieren. Lokalbefolkningen blir fortsatt sett på som en homogen gruppe. Målet med overføringene er å bidra til økt velferd blant lokalbefolkningen samtidig som hovedfokuset er på vern av naturressursene i parken.

4.1 Parkeierens nyttefunksjon med overføringer

Parkeieren kan pålegges to typer overføringer. Den første er en andel α av inntektene fra jaktlisenser. Den andre er en andel β av inntektene fra safariturisme. α og β er bestemt av myndighetene og er dermed eksogen for parkeieren. Parkeierens profitt i tilfellet med overføringer til lokalbefolkningen har notasjonen Π_{p_o}. Starter med å se på overføringen fra parkeierens inntekter fra jaktlisenser. Denne er satt til α av myndighetene, det vil si at parkeieren må overføre en andel α av sine inntekter fra jakt til lokalbefolkningen. Lokalbefolkningen får dermed en overføring $\alpha P_y y$ og parkeieren sitter selv igjen med $(1-\alpha)P_y y$. P_y og y er uforandret fra tilfellet uten overføringer. Parkeieren må også overføre en andel av sine inntekter ved safariturisme til lokalbefolknigen, også satt av myndighetene og er lik β. På samme måte som med jaktinntekter sitter parkeieren igjen med $1-\beta$ av inntektene fra safariturismen selv. Lokalbefolkningen får $\beta W(X)$ fra parkeieren og parkeierens andel blir dermed $(1-\beta)W(X)$.

Parkeierens utgifter til vakthold påvirkes ikke av overføringene og enhetskostnaden, z, er den samme. Nyttefunksjonen til parkeieren med overføringer til lokalbefolkningen er dermed girr som:

$$\Pi_{p_o} = (1-\alpha)P_y y + (1-\beta)W(X) - zE \tag{20}$$

Vi kan allerede nå se at dersom $\alpha = \beta$ vil ikke parkeierens fordeling av inntekt mellom jakt og safariturisme endres, men parkeierens profitt vil synke, gitt at utgiftene til vakthold er lik. Parkeieren har ingen muligheter til å påvirke overføringene til lokalbefolkningen og må dermed bare tilpasse sitt uttak for å maksimere profitten gitt α og β.

4.2 Lokalbefolkningens nyttefunksjon med overføringer

Lokalbefolkningen vil nå motta overføringer fra parkeieren i tilleg til sine opprinnelige inntekter. Målet med disse overføringene er å øke lokalbefolkningens inntekter slik at de kan redusere den ulovlige jakten og fortsatt opprettholde samme nivå på sosial velferd. Selv om overføringene betinger lokalbefolkningen til å redusere sin jaktinnsats er det ikke økte konsekvenser for lokalbefolkningen dersom de blir tatt for ulovlig jakt. Straffen for å bli tatt er den samme som i tilfellet uten overføringer, en bot F.

Lokalbefolkningen ser fortsatt på X som eksogen og har fortsatt et kortsiktig perspektiv slik at også y fortsatt er eksogen for lokalbefolkningen. Overføringene blir dermed rene lump-sum overføringer fra parkeieren til lokalbefolkningen.

$$P_h f(e_h, X) + P_A A(e_A)(1-\gamma X) + \alpha P_y y + \beta W(X)$$

er lokalbefolkningens netto inntekt dersom de ikke blir tatt i ulovlig jakt. Sannsynligheten for å bli tatt for ulovlig jakt er den samme som i tilfellet uten overføringer,

$\theta(E, e_h)$. Dersom lokalbefolkningen blir tatt i ulovlig jakt har de nettoinntekten $P_h f(e_h, X) + P_A A(e_A)(1-\gamma X) + \alpha P_y y + \beta W(X) - F$. Lokalbefolkningens nye nyttefunksjon er dermed:

$$
\begin{aligned}
E(\Pi_{L_o}) &= \{P_h f(e_h, X) + P_A A(e_A)(1-\gamma X) + \alpha P_y y + \beta W(X)\}\{1-\theta(E, e_h)\} \\
&\quad + \{P_h f(e_h, X) + P_A A(e_A)(1-\gamma X) + \alpha P_y y + \beta W(X) - F\}\,\theta(E, e_h) \\
E(\Pi_{L_o}) &= P_h f(e_h, X) + P_A A(e_A)(1-\gamma X) + \alpha P_y y + \beta W(X) - \theta(E, e_h)F \qquad (21)
\end{aligned}
$$

Ved en sammenligning av dette uttrykket med profittuttrykket fra kapittel 3 ser vi at nå inkluderes overføringene fra parkeieren $\alpha P_y y$ og $\beta W(X)$. Ingen av de to overføringene er direkte knyttet til lokalbefolkningens handlinger, men påvirkes inndirekte ved at X og y er satt av parkeieren etter lokalbefolkningens nivå på h. Overføringene blir dermed rene lump sum overføringer for lokalbefolkningen siden de ser X, E og y som eksogene. De endogene variablene er dermed de samme i ligning (5) som i ligning (21).

Både lokalbefolkningen og parkeieren har nå fått nye nytte- og profittfunksjoner og spillet må derfor gjenntas for å finne de nye optimale nivåene på h, y og E. Bruker samme Stackelberg spill som i tilfellet uten overføringer og har de samme anntakelsene om perfekt informasjon og skjev strategisk avhengighet mellom partene. Parkeieren er fortsatt lederen og lokalbefolkningen er følgeren. Benytter fortsatt baklengs induksjon for å løst spillet og starter med å finne lokalbefolkningens reaksjon på parkeierens beslutninger.

4.3 Beslutningsproblemer med overføringer

Som sett ovenfor, er overføringene lokalbefolkningen mottar avhengig av to faktorer; X og y, som lokalbefolkningen anser som eksogen. Lokalbefolkningen har dermed kun indirekte påvirkning på overføringene fra parkeieren. Også straffen for å bli tatt er den samme som før. Førsteordensbetingelsen til lokalbefolkningen blir dermed lik som i tilfelle uten overføringer:

$$
\begin{aligned}
&\max_{e_h} E(\Pi_{L_o}) = P_h f(e_h, X) + P_A A(e_A)(1-\gamma X) + \alpha P_y y + \beta W(X) - \theta(E, e_h)F \\
&\frac{\delta E(\Pi_{L_o})}{\delta e_h} = P_h f_{e_h}(e_h, X) - P_A A_{e_A}(e_A)(1-\gamma X) - \theta_{e_h}(e_h, E)F = 0 \\
&P_h f_{e_h}(e_h, X) - \theta_{e_h}(e_h, E)F = P_A A_{e_A}(e_A)(1-\gamma X) \qquad (22)
\end{aligned}
$$

Forholdet mellom grensenyttene til lokalbefolkningen er likt som i tilfellet uten overføringer. Dersom man sammenligner grensenyttene fra tilfellet uten overføringer fra parkeier til lokalbefolkning fra ligning (8) med grensenyttene i tilfellet med overføringer som ble funnet her, kan vi se at grensenytten av både jakt og jordbruk er lik i begge tilfeller. Dermed er det ingen sammenheng mellom lokalbefolkningens holdninger til ulovlig jakt og overføringene de mottar fra parkeieren. Siden grensenyttene er lik som i tilfellet uten overføringer vil det ikke være en direkte endring i lokalbefolkningens nivå på jaktinnsats, $e_{h_o} = e_h$, men det kan være en indirekte effekt via endringer i E og X gjort av parkeieren. Siden det ikke er endring i lokalbefolkningens jaktinnsats er det heller ikke endringer i lokabefolkningens innsatsnivå i landbruket siden betingelsen om $T = e_h + e_A$ fortsatt må holde. Overføringene fra parkeieren blir dermed å betrakte som lump-sum overføringer.

Lokalbefolkningen kan påvirke overføringene indirekte ved å redusere egen jaktinnsats, men siden lokalbefolkningen ser på X og y som eksogen ser de ikke denne effekten. Om man ser på overføringene fra jaktinnsatsen til parkeieren, $\alpha P_y y$ først ser man at denne er avhengig av y som er avhengig av lokalbefolkningens uttak, h. Om man tar utganspunk i vekstfunksjonen fra ligning (1) vil man finne effekten av en endring i h på y. En nedgang i lokalbefolkningens uttak h vil kunne føre til en økning i parkeierens uttak y, så lenge uttaket fra før er i økonomisk optimum. Lokalbefolkningen vil dermed kunne øke sine overføringer fra parkeierens jakt ved å redusere egen jakt, men siden lokalbefolkningen har et kortsiktig syn og tar y som endogen ser de ikke dette.

Ser man på overføringene fra safariturisme $\beta W(X)$ er disse avhengig av den totale bestanden i paken, X. Dersom uttaket opprinnelig er balansert vil en dreining fra lokalbefolkningens jakt til parkeierens jakt ikke ha noe å si så lenge den totale bestanden forblir uendret.

Lokalbefolkningens jaktinnsats blir nå en funksjon av de samme eksogene faktorne som i ligning (9) siden de nye overføringene kun virker som lump-sum overføringer. Den optimale jaktinnsatlsen til lokalbefolkningen $e^*_{h_o}$ blir dermed lik e^*_h fra ligning (9). På samme måte blir lokalbefolkningens jaktutbytte h^*_o lik h^* fra linging (10). Lokalbefolkningen endrer altså ikke sin beste respons når de vet parkeierens uttak selv om de får overføringer fra parkeierens inntekter.

4.4 Parkeierens maksimeringsproblem med overføringer

Parkeieren må nå maksimere sin profitt på samme måte som før, men inntektene vil nå være lavere enn ved tilfelle uten overføringer. Parkeierens maksimeringsproblem fra ligning (20) :

$$\max_{y,E} \Pi_{p_o} = (1-\alpha)P_y y + (1-\beta)W(X) - zE$$

På samme måte som i tilfellet uten overføringer fra parkeier til lokalbefolkning, har parkeieren et langsiktig syn på dyrebestanden i parken og tar henyn til dette i sin maksimering. Dermed gjelder fortsatt bibetingelsen fra (1). Setter inn for y i maksimeringen. Setter også inn for h^* og maksimerer med hennsyn på X, siden parkeieren fortsatt maksimerer oppsynet. Parkierens maksimeringsproblem blir dermed:

$$\max_{X,E} \Pi_{p_o} = (1-\alpha)P_y \left[F(X) - h^*\left(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A\right)\right] + (1-\beta)W(X) - zE \quad (23)$$

Førsteordensbetingelsene:

$$\frac{\delta \Pi_{p_o}}{\delta X} = (1-\alpha)P_y F_X(X) - (1-\alpha)P_y h^*_X(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) + (1-\beta)W_X(X) = 0 \quad (24)$$

$$\frac{\delta \Pi_{p_o}}{\delta E} = -(1-\alpha)P_y h^*_E(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) - z = 0 \quad (25)$$

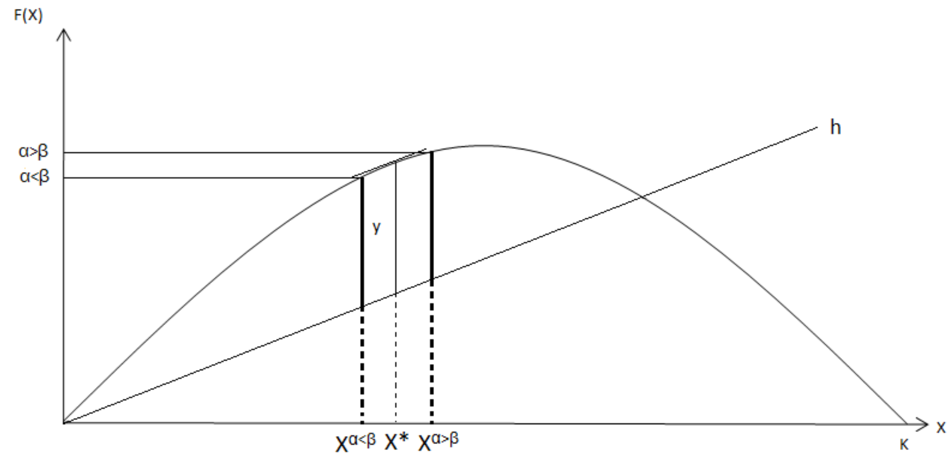
Ser først på det økonomisk optimale nivået på dyrebestanden i parken. Setter grenseinntekten ved en økningn i X lik grensekostnaden ved en økningn i X:

$$(1-\alpha)P_y F_X(X) + (1-\beta)W_X(X) = (1-\alpha)P_y h^*_X(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) \quad (26)$$

Ser at parkeierens grensenytte av X; $(1-\alpha)P_y F_X(X) + (1-\beta)W_X(X)$, er endret fra tilfellet uten overføringer. Parkeieren beholder bare en anndel $1-\alpha$ og $1-\beta$ av sine inntekter selv og grensenytten er dermed lavere enn i tilfellet uten overføringer. Grensekostnaden er ikke endret fra tilfellet uten overføringer siden overføringene ikke inngår direkte i det optimale uttaket til lokalbefolkningen. Det kan likevel være en indirekte effekt gjennom endringer i parkeierens beslutnninger om nivå på E og X. Fra dette kan vi løse ut for å finne det økonomisk optimale nivået på bestanden, $F_X(X)$:

$$F_X(X) = h^*_X(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) - \frac{(1-\beta)W_X(X)}{(1-\alpha)P_y}$$

Dersom $\alpha = \beta$ vil $F_X(X)$ være lik i tilfellet med overføringer som i tilfellet uten overføringer, og det økonomisk optimale nivået på bestanden er lik som i tilfellet uten overføringer. Dersom $\alpha \neq \beta$ vil det være en endring i grenseinntekten av safariturisme. Fra tidligere har vi at jo høyere grenseinntekten i safariturismen er jo høyere vil den økonomisk optimale dyrebestanden være. Vi kan se at dersom $\alpha < \beta$



Figur 4.1: Endringer i økonomisk optimalt nivå på bestanden ved endringer i α og β

vil grenseinntekten i safariturismen være lavere og dermed vil det økonomisk optimale nivået på bestanden i parken være lavere. Om vi har det motsate tilfellet; $\alpha > \beta$ vil grenseinntekten i safariturismen være høyere og dermed vil det økonomisk optimale nivået på dyrebestanden i parken også være høyere. Sammensetningen av det totale uttaket endres også, når $\alpha > \beta$ vil det være bevegelse mot høyre i figuren og vi får en økning i h og en nedgang i y. Dersom vi har $\alpha < \beta$ har vi bevegelse mot venstre i figuren og vi får da en nedgang i h og en økning i y.

Effekten av overføringer på nivået på oppsynet E:

Førsteodensbetingelsen fra ligning liging (25) viser at α inngår i grensenytten av oppsynet.

$$-(1-\alpha)P_y h_E^*(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) = z \tag{27}$$

Ser her at kun α inngår i grensenytten til E, og det vil være en effekt selv om $\alpha = \beta$. Grensekostnaden ved oppsynet er den samme som før. Overføringene har effekt på verdien dyrene i parken har for parkeieren. I tilfellet uten overføringer hadde hvert dyr en verdi P_y for parkeieren, men etter at overføringene ble innført har verdien av et dyr sunket til $(1-\alpha)P_y$. Grensenytten av oppsynet vil være lavere sett fra parkeieren og nivået på oppsynet vil reduseres. Siden det vil være en effekt på nivået på oppsynet uavhengig av om α er lik β eller ikke, vil det være en indirekte effekt på X selv ved $\alpha = \beta$. Har fra før at en endring i E har en usikker effekt på nivået på X. Det er dermed vanskelig å si hvilken effekt nedgangen i oppsynet har på det økonomisk optimale nivået på bestanden.

Andreordensbetingelsene:

$$\frac{\delta^2\Pi_{p_o}}{\delta X^2} = (1-\alpha)P_y\left[F_{X,X}(X) - h^*_{X,X}\right] + (1-\beta)W_{X,X}(X) < 0$$

$$\frac{\delta^2\Pi_{p_o}}{\delta X^2} = -(1-\alpha)P_y h^*_{E,E} < 0$$

Bruker andrederiverttesten og finner at vi fortsatt er i et lokalt maksimumspunkt.

Ligningene (26) og (27) gir to ligninger til å bestemme de to endogene variablene E og X:

$$X^*_o = X(\alpha, P_y, \beta, W, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) \tag{28}$$

og

$$E^*_o = E_o\left(z, (\alpha, P_y, X, P_h, \gamma, F, T, P_A)\right) \tag{29}$$

X er fortsatt en funksjon av de samme parameterne som tidligere, men overføringene til lokalbefolkningen er nå med på å avgjøre det økonomisk optimale nivået på bestanden. E er en funksjon av de samme parameterne som før, men nå inngår også overføringene fra parkeieren til lokalbefolkningen fra salg av jaktlisenser som en parameter som er med på å bestemme det optimale nivået på oppsynet.

4.4.1 Endringer i nivået på overføringer, komperativ statikk.

Tar utgangspunkt i ligningene (26) og (27) og setter opp Cramers regel, for utregning se appendix A.4.

Ser på endringer i overeføringer fra salg av jaktlisenser, α:

$$\frac{\delta X}{\delta \alpha} = \frac{-(1-\alpha)P_y^2\left[(F_X(X) - h^*_X)h^*_{E,E}\right] - (1-\alpha)P_y^2 h^*_{X,E}h^*_E}{|H|} > 0$$

Har fra førsteordensbetingelsen at $F_X(X) - h^*_X = -(1-\beta)W_X(X)/(1-\alpha)P_y$ og er dermed negativ, $h^*_{E,E}$ er positiv, og første ledd blir da positivt. Andre ledd faller bort dersom $h^*_{X,E} = 0$. h^*_E er negativ og dersom $h^*_{X,E} < 0$ vil andre ledd være negativt, men antar at effekten av $h^*_{X,E}$ er liten og første ledd dominerer. Det er dermed en positiv sammenheng mellom overføringer fra parkeierens inntekter ved salg av jaktlisenser og dyrebestanden i parken. Når overføringen fra salg av jaktlisenser øker vil marginalavkastningen ved salg av y synke relativt til marginalavkastningen ved safariturisme. Dermed blir det mer lønnsomt for parkeieren og satse på safariturisme og dyrebestanden i parken øker.

$$\frac{\delta E}{\delta \alpha} = \frac{-P_y h_E^* \left[(1-\alpha)P_y \left[F_{X,X}(X) - h_{X,X}^*\right] + (1-\beta)W_{X,X}(X)\right]}{|H|}$$
$$+ \frac{(1-\alpha)P_y^2 h_{E,X}^* \left[F_X(X) - h_X^*\right]}{|H|} \gtrless 0$$

Har fra andreordensbetingelsen at $\left[(1-\alpha)P_y \left[F_{X,X}(X) - h_{X,X}^*\right] + (1-\beta)W_{X,X}(X)\right]$ er negativ, og som gitt tidligere er $h_E^* < 0$. Siden det er negativt fortegn, er første del av telleren negativ. Dersom $h_{E,X}^* = 0$ faller andre ledd i telleren bort. Har fra førsteordensbetingelsen at $F_X - h_X < 0$ og dersom $h_{E,X}^* < 0$ er andre del av telleren positiv. Antar også her at effekten av $h_{E,X}^*$ er lav og dermed dominerer første ledd. En økning i α reduserer grenseinntekten av oppsynet og dermed går nivået på oppsynet ned.

Ser på endringer i overføringen fra safariturismen, β:

$$\frac{\delta X}{\delta \beta} = \frac{-(1-\alpha)P_y h_{E,E}^* W_X(X)}{|H|} < 0$$

Har gitt at $W_X(X) > 0$ fra teksten og $h_{E,E}^* > 0$ fra maksimumsbetingelsen. Dermed er sammemhengen mellom overføringer fra safariturisme og det økonomisk optimale nivået på bestanden negativt. Ved en økning i β vil marginalavkastningen i safariturismen synke og det blir mindre atraktivt for parkeieren og investere i dyrebestanden.

$$\frac{\delta E}{\delta \beta} = \frac{(1-\alpha)P_y h_{E,X}^* W_X(X)}{|H|} \leq 0$$

Ved $h_{E,X}^* = 0$ vil det ikke være noen effekt av β på nivået på E. Fortsatt er $W_X(X) > 0$ og dersom $h_{E,X}^* < 0$ og det er en negativ sammenheng mellom nivået på overføringer fra safariturisme og nivået på oppsynet. $h_{E,X}^*$ er liten og effekten blir dermed svak.

Til nå har vi funnet at lokalbefolkningens adferd ikke påvirkes direkte av overføringene fra parkeieren. Det vil likevel være en indirekte effekt siden h påvirkes av endringene i X, se figur 4.1. Det virker som om lokalbefolkningen ikke ser sammenhengen mellom overføringene de mottar og målet om økt vern av dyrebestanden i parken. For parkeieren er overføringene en ren kostnad som de ikke får noe igjen for. Parkeierens inntekter fra både salg av jaktlisenser og safariturisme synker, noe som påvirker det økonomisk optimale nivået på dyrebestanden i parken og det optimale nivået på oppsynet i parken. Som vist har overføringen fra safarituismen negativ virkning på det økonomisk optimale nivået på bestanden i parken. Effekten av overføringer fra salg av jaklisenser er en økning i både dyrebestanden og oppsynet. Økningen i X ved overføringer fra salg av jaktlisenser er i tråd med ønske om høyere værn av bestanden. Endringene i X og E påvirker igjen overføringene til lokalbefolkningen, men siden lokalbefolkningen har et kortsiktige syn og ser på X og E som eksogene, er de ikke klar over dette. For at en slik overføring skal ha en effekt må det for lokalbefolkningen være en klarere sammenheng mellom overføringene og lokalbefolkningens jakt, og for parkeieren må det være en mulighet til å kunne påvirke overføringene til lokalbefolkningen.

5 ICDP II Betingede overføringer

I dette kapittelet ser vi på en utvidelse av tilfellet med overføringer fra parkeieren til lokalbefolkningen. I tilfellet i forige kapittel fikk lokalbefolkningen overføringer fra parkeieren for å ikke drive ulovlig jakt, men den eneste konsekvensen for lokalbefolkningen dersom de ble tatt for ulovlig jakt var en bot de måtte betale, F, på samme måte som i tilfellet uten overføringer. Ser nå på en modell der lokalbefolkningen får overføringer fra parkeieren på slutten av året, på samme måte som i modellen i kapitel (4), men overføringene gis nå etter at adferden til lokalbefolkningen er observert. Parkeieren har fått hjemmel til å holde tilbake overføringer dersom lokalbefolkningen blir tatt for ulovlig jakt. Konsekvensen ved å bli tatt for ulovlig jakt for lokalbefolkningen er nå tap av overføringene, i tillegg til boten F. Parkeieren har nå en mulighet til å påvirke overføringene de må gi til lokalbefolkningen ved å øke oppsynet, samtidig som lokalbefolkningens handlinger får mer direkte påvirkning på overføringene de får. Skal nå se på om dette har innvirkning på parkeierens og lokalbefolkningens beslutninger.

5.1 Parkeieren

Parkeieren må fortsatt overføre en anndel av sine inntekter over til lokalbefolkningen, men vil nå ikke lengre måtte overføre disse om lokalbefolkningen blir tatt i ulovlig jakt. Parkeieren har nå en profittfunksjonen der de må overføre en andel av sine inntekter til lokalbefolkningen $\Pi_{p_t} = (1-\alpha)P_y y + (1-\beta)W(X) - zE$ med sannsynlighet $(1-\theta(E, e_h))$. Dermed er sannsynligheten for at de har profittfunksjonen uten overføringer, $\Pi_{p_t} = P_y y + W(X) - zE$ lik $\theta(E, e_h)$. Parkeieren får dermed profittfunksjonen:

$$\begin{aligned} E(\Pi_{p_t}) = &\{(1-\alpha)P_y y + (1-\beta)W(X)\}(1-\theta(E, e_h)) \\ &+ \{P_y y + W(X)\}\theta(E, e_h) - zE \end{aligned} \tag{30}$$

Har nå den forventede profitten til parkeieren siden det er en sannsynlighet for at parkeieren ikke ovefører en del av sine inntekter til lokalbefolkningen. Den største forskjellen for parkeieren fra tilfellet med overføringer uansett om lokalbefolkningen blir tatt eller ikke, er at parkeieren nå har muligheten til å påvirke overføringene til lokalbefolkningen gjennom å øke sannsynligheten for at lokalbefolkningen blir tatt i uovlig jakt via E. Det er en positiv sammenheng mellom sannsynligheten for at lokalbefolkningen blir tatt i ulovlig jakt og nivået på oppsynet $\delta\theta/\delta E > 0$. En økningn i nivået på oppsynet vil øke sannsynligheten for at lokalbefolkningen vil bli tatt i ulovlig jakt og dermed øke inntektene til parkeieren. Dette vil dermed være en god måte for myndighetene å legge opp et prosjekt for å øke oppsynet i parken.

5.2 Lokalbefolkningen

Lokalbefolkningen har nå en større negativ konsekvens å ta hensyn til. Før hadde de en forventet bot, $\theta(E, e_h)F$ dersom de ble tatt. Nå har de i tillegg til boten frafallet av overføringer å ta hennsyn til. Sannsynligheten for at lokalbefolkningen blir tatt i ulovlig jakt er lik som før og er avhengig av parkeierens nivå på oppsynet, E, og lokalbefolkningens innsatsnivå i jakten, e_h. Lokalbefolkningen ses fortsatt på som en homogen gruppe og dermed vil alle miste godene dersom en blir tatt for ulovlig jakt. Lokalbefolkningen har fortsatt et kortsiktig syn og ser på den totale dyrebestanden i parken, X, og parkeierens uttak, y, som eksogen. Dersom lokalbefolkningen ikke blir tatt i ulovlig jakt er nyttefunksjonen

$$\Pi_{L_t} = P_h f(e_h, X) + P_A A(e_A)(1 - \gamma X) + \alpha P_y y + \beta W(X)$$

Dersom de blir tatt for ulovlig jakt får de ikke overføringer fra parkeieren og må i tillegg betale boten F, nyttefunksjonen blir dermed

$$\Pi_{L_t} = P_h f(e_h, X) + P_A A(e_A)(1 - \gamma X) - F$$

Sannsynligheten for å bli tatt for ulovlig jakt er den samme som før, $\theta(e_h, E)$. Lokalbefolkningen har innvirkning på denne sannsynligheten gjennom egen jaktinnsats, e_h. Desto lavere sannsynlighet for å bli tatt, desto større er de forventede overføringene fra parkeieren.

Lokalbefolkningens nye nyttefunksjon blir dermed:

$$\begin{aligned}
E(\Pi_{L_t}) &= \{P_h f(e_h, X) + P_A A(e_A)(1 - \gamma X) + \alpha P_y y + \beta W(X)\} \{1 - \theta(E, e_h)\} \\
&\quad + \{P_h f(e_h, X) + P_A A(e_A)(1 - \gamma X) - F\} \theta(E, e_h) \\
E(\Pi_{Lt}) &= P_h f(e_h, X) + P_A A(e_A)(1 - \gamma X) + \alpha P_y y + \beta W(X) \\
&\quad - (\alpha P_y y + \beta W(X) + F) \theta(E, e_h) \qquad (31)
\end{aligned}$$

Sammenlignet med nyttefunksjonen fra ICDP I ser vi at overførningene nå også inngår sammen med boten F i de negative konsekvensene ved å bli tatt. Den negative nytten i tilknyttning til jakt har dermed økt. I jordbrukssektoren er det ingen endring.

5.3 Beslutningsproblemene

Har også i dette tilfelle et Stackelbergduopol der parkeieren er lederen og lokalbefolkningen er følgeren. Finner som i de andre tilfellene lokalbefolkningens beste respons på parkeierens beslutningnge først, for deretter å bruke denne informasjonen for å bestemme parkeierens beslutninger.

5.3.1 Lokalbefolkningen

Lokalbefolkningen maksimerer fortsatt nytten med hennsyn på egen jaktinnsats, e_h. Lokalbefolkningens jaktinnsats spiller inn på overføringene gjennom sannsynligheten for å bli tatt, $\theta(e_h, E)$ og dermed miste overføringene. Lokalbefolkningen har fortsatt et kortsiktig syn og tar dermed X og y som eksogene variabler.

$$\begin{aligned}
\max_{e_h} E(\Pi_{Lt}) &= P_h f(e_h, X) + P_A A(e_A)(1-\gamma X) + \alpha P_y y + \beta W(X) \\
&\quad - (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\,\theta(E, e_h) \\
\frac{\delta E(\Pi_{Lt})}{\delta e_h} &= P_h f_{e_h}(e_h, X) - P_A A_{e_A}(e_A)(1-\gamma X) \\
&\quad - (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\theta_{e_h}(E, e_h) = 0 \qquad (32)
\end{aligned}$$

Siden lokalbefolkningen ser på X og y som eksogene variabler har de ikke muligheten til å øke sine overføringer fra parkeieren direkte. Det vil kunne være en indirekte effekt gjennom endringer i parkeieres beslutninger. Overføringene inngår nå kun i den negative effekten ved å bli tatt for ulovlig jakt.

Den andrederiverte blir:

$$\begin{aligned}
\frac{\delta^2 E(\Pi_{L_t})}{\delta e_h^2} &= P_h f_{e_h,e_h}(e_h, X) + P_A A_{e_A,e_A}(e_A)(1-\gamma X) \qquad (33) \\
&\quad - (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\theta_{e_h,e_h}(E, e_h) < 0
\end{aligned}$$

Har fortsatt at grensenytten fra jakt må være lik grensenytten fra jordbruk og andre inntekter.

$$P_h f_{e_h}(e_h, X) - (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\theta_{e_h}(E, e_L) = P_A A_{e_A}(e_A)(1-\gamma X) \qquad (34)$$

Om vi sammenligner grensenyttene i dette tilfellet med grensenytten fra ICDP I i ligning (22) ser vi at grensenytten av jordbruket er uforandret. Når det gjelder grensenytten i jaktinnsatsen ser vi at inntekten, $P_h f_{e_h}(e_h, X)$ er lik i ICDP I og ICDP II, men den negative delen av jaktinnsatsesn er nå endret fra kun å inneholde fare for boten F til også å inkludere faren for frafallet av tilskuddene. Den negative konsekvensen er dermed større i tilfellet i ICDP II, der det i tillegg til boten F kommer frafall av tilskuddene. Større negative konsekvenser ved lokalbefolkningens jakt gjør at grensesnytten ved jakt reduseres. Det vil dermed være økt innsats i jordbruket i ICDP II og på grunn av tidsskranken vil dette føre til en nedgang i jaktinnsatsen til lokalbefolkningen.

Ligning (34) bestemmer optimal jaktinnsats e_h^* som en funksjon av de samme variablene som i tilfellet uten overføringer og overføringer uten fare for tilbaketrekking av overføringer, men nå vil de negative konsekvensene bestå av $\alpha P_y y$ og $\beta W(X)$ i tillegg til F. Dermed blir den optimale jaktinnsatsen gitt ved:

$$e_h^* = e_h^* \left(X, E, P_h, \gamma, T, P_A, \alpha, \beta, F\right) \tag{35}$$

Setter på samme måte som i modellen uten overføringer inn for e_h^* i $h^* = f(e_h^*, X)$ og finner uttaket.

$$\begin{aligned} h^* &= f(e_h^* \left(X, E, P_h, \gamma, T, P_A, \alpha, \beta, F\right), X) \\ &= h \left(X, E, P_h, \gamma, T, P_A, \alpha, \beta, F\right) \end{aligned} \tag{36}$$

5.3.2 Endringer i overføringer til lokalbefolkningen, komparativ statikk

Ser på effekten av endringer i α og β for lokalbefolkningen. Differensierer førsteordensbetingelsen i ligning (32) med hennsyn på e_h, og de eksogene størrelsene. Ser her på effekten av endringer i X, E, α og β. Se appendix A.5 for fyldig utregning og de resterende eksogene variablers effekt på e_h.

$$\begin{aligned} &\left[P_h f_{e_h,e_h}(e_h, X) + P_A A_{e_A,e_A}(e_A)(1-\gamma X) - (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\theta_{e_h,e_h}(E, e_h)\right] \delta e_h \\ &- (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\theta_{e_h,E}(E, e_h)\delta E - P_y y \theta_{e_h}(E, e_h)\delta\alpha - W(X)\theta e_h(E, e_h)\delta\beta \\ &+ \left[P_h f_{e_h,X}(e_h, X) + P_A A_{e_A}(e_A)\gamma - \beta W_X(X)\theta_{e_h}(E, e_h)\right] \delta X = 0 \end{aligned} \tag{37}$$

For å forenkle uttrykkene settes
$[P_h f_{e_h,e_h}(e_h, X) + P_A A_{e_A,e_A}(e_A)(1-\gamma X) - (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\theta_{e_h,e_h}(E, e_h)]$
fra likning (37) lik S. S er negativ fra andreordensbetingelsen. Ser her på de tilfellene

der innføringen av overføringer med fare for tilbaketrekning har endret virkningen av de eksogene variablene på e_h. I tillegg vises effekten av endringer i α og β.

Ser først på hvilke effekt en endring i X har på e_h:

$$\frac{\delta e_h}{\delta X} = \frac{-P_h f_{e_h,X}(e_h, X) - P_A A_{e_A}(e_A)\gamma + \beta W_X(X)\theta_{e_h}(E, e_h)}{S} \gtrless 0$$

En økning i X vil ha en usikker effekt på e_h. Dersom lokalbefolkningens egen inntekt fra jakt og tapet skader på jordbruket som påføres av dyrene i parken dominerer vil det være en positiv sammenheng mellom X og e_h. Dersom tapet av overføringer domminerer vil det være en negativ sammenheng mellom X og e_h.

Ser på endringen i jaktinnsats ved en endring i oppsynet, E:

$$\frac{\delta e_h}{\delta E} = \frac{(\alpha P_y y + \beta W(X))\theta_{e_h,E}(E, e_h)}{S} < 0$$

Negativ sammenheng mellom jaktinnsats og oppsyn. Dersom oppsynet øker vil lokalbefolkningens jaktinnsats gå ned. Det er vanskelig å si om denne effekten er større eller mindre enn i tilfellet uten overføringer.

Endringer i overføringene fra parkeierens salg av jaktlisenser, α til lokalbefolkningen:

$$\frac{\delta e_h}{\delta \alpha} = \frac{P_y y \theta_{e_h}(E, e_h)}{S} < 0$$

Negativ sammenheng mellom overføringer fra salg av jaktlisenser og lokalbefolkningens jaktinnsats. α inngår i den negative konsekvensen ved jakt for lokalbefolkningen. Dersom α øker blir den negative konsekvensen ved å bli tatt større og grensenytten ved jakt synker. Jaktinnsatsen til lokalbefolkningen vil derfor synke når α øker.

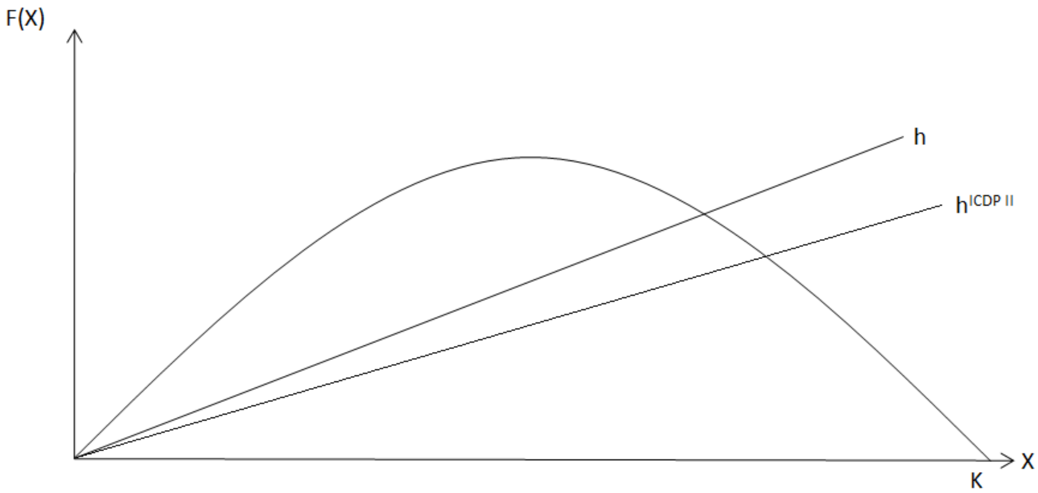
Endringer i overføringene fra parkeierens inntekter vad safariturisme, β:

$$\frac{\delta e_h}{\delta \beta} = \frac{W(X)\theta e_h(E, e_h)}{S} < 0$$

Også når det kommer til overføringene fra safariturisme er det en negativ sammenheng. β inngår på samma måte som α i den negative konsekvensen ved jakten til lokalbefolkningen. Dermed vil en økning i β føre til en nedgang i grensenytten ved jakt og dermed en nedgang i jaktinnsatsen til lokalbefolkningen.

Ser fra Appendix A.5 at innføringen av ICDP II ikke har effekt på de andre variablenes innvirkning på jaktinnsatsen til lokalbefolkningen.

Finner så krysseffektene i høstningsfunksjonene h_X og h_E. Bruker som tidligere argumentasjon for forenkling hentet fra Anders Skonhoft og Jan Tore Solstads artikkel The Political Economy of Wildlife Exploration fra 1998. Effekten av α på X og E's effekt på h er $h_{X,\alpha} < 0$ og $h_{E,\alpha} = 0$. Effekten av β på X og E's effekt på h er $h_{X,\beta} < 0$ og $h_{E,\beta} = 0$. Se appendix A.6 for fullstendig utregning og argumentasjon. Får dermed en nedgang i lokalbefolkningens jaktinnsats ved innføringen av betingede overføringer.



Figur 5.1: Endringer i h ved innføring av ICDP II

5.3.3 Parkeieren

Parkeieren maksimerer sin profitt som tidligere, men nå inngår sannsynligheten for at lokalbefolkningen blir tatt for ulovlig jakt også hos parkeieren. Parkeieren har, som sett tidligere, fått tillatelse til å holde tilbake overføringene til lokalbefolkningen dersom de blir tatt i ulovlig jakt. Dermed er det en sannsynlighet θ for at de har samme profittfunksjon som i tilfellet uten overføringer og $1-\theta$ sannsynlighet for at de har samme profittfunksjon som i ICDP I. Parkeierens forventede profittfunksjon:

$$\begin{aligned} E(\Pi_{pt}) = &\left\{(1-\alpha)P_y y + (1-\beta)W(X)\right\}(1-\theta(E,e_h)) \\ &+ \left\{P_y y + W(X)\right\}\theta(E,e_h) - zE \end{aligned}$$

Setter inn for $y = F(X) - h^*$ hvor h^* er gitt i ligning (36)

$$\begin{aligned} E(\Pi_{p_t}) = &\{(1-\alpha)P_y[F(X)-h^*] + (1-\beta)W(X)\}(1-\theta(E,e_h)) \\ &+ \{P_y[F(X)-h^*] + W(X)\}\theta(E,e_h) - zE \end{aligned}$$

Førsteordensbetingelsene:

$$\begin{aligned} \frac{\delta E(\Pi_{p_t})}{\delta X} = &(1-\alpha)P_y F_X(X)(1-\theta(E,e_h)) - (1-\alpha)P_y h_X^*(1-\theta(E,e_h)) \\ &+ (1-\beta)W_X(X)(1-\theta(E,e_h)) + P_y F_X(X)\theta(E,e_h) \\ &- P_y h_X^*\theta(E,e_h) + W_X(X)\theta(E,e_h) = 0 \end{aligned} \tag{38}$$

$$\begin{aligned} \frac{\delta E(\Pi_{p_t})}{\delta E} = &-\{(1-\alpha)P_y[F(X)-h^*] + (1-\beta)W(X)\}\theta_E(E,e_h) \\ &- (1-\alpha)P_y h_E^*(1-\theta(E,e_h) + \{P_y[F(X)-h^*] + W(X)\}\theta_E(E,e_h) \\ &- P_y h_E^*\theta(E,e_h) - z = 0 \end{aligned} \tag{39}$$

For at nivået på bestanden skal være i det økonomisk optimale punktet må grensekostnaden være lik grensenytten.

$$(1-\alpha)P_y F_X(X)(1-\theta(E,e_h)) + P_y F_X(X)\theta(E,e_h)$$

$$+(1-\beta)W_X(X)(1-\theta(E,e_h)) + W_X(X)\theta(E,e_h)$$

$$= (1-\alpha)P_y h_X^*(1-\theta(E,e_h)) + P_y h_X^*\theta(E,e_h)$$

Både grensenytten og grensekostnaden har endret seg fra tilfellet uten overføringer.

For at nivået på oppsynet skal være optimalt må grensenytten være lik grensekostnaden også her:

$$-\{(1-\alpha)P_y[F(X)-h^*] + (1-\beta)W(X)\}\theta_E(E,e_h)$$

$$-(1-\alpha)P_y h_E^*(1-\theta(E,e_h) + \{P_y[F(X)-h^*] + W(X)\}\theta_E(E,e_h) - P_y h_E^*\theta(E,e_h) = z$$

Grensekostnaden er lik som i tilfellet uten overføringer, men grensenytten er endret.

Det økonomisk optimale nivået på dyrebestanden i parkern for parkeieren er

$$X^* = X(P_y, W, E, P_h, \gamma, T, P_A, \alpha, \beta, \theta)$$

Det optimale nivået på oppsynet:

$$E^* = E(z, (P_y, X, P_h, \gamma, T, P_A, \alpha, \beta, \theta))$$

Ser har at α inngår i X og E på samme måte som i tilfellet med overføringer. Nytt er det at β nå også inngår i bestemmelsen av E. Nytt for både X og E er det nå at sannsynligheten θ inngår.

Parkeieren har nå tre nye faktorer å forholde seg til når det økonomisk optimale nivået på bestanden og oppsynet skal bestemme. Sammenligner $F(X)$ i tilfellet med ICDP I og her for å se om det er forskjeller i parkeierens tilpassning. Tar utgangspunkt i ligning (38) og løser ut for $F(X)$:

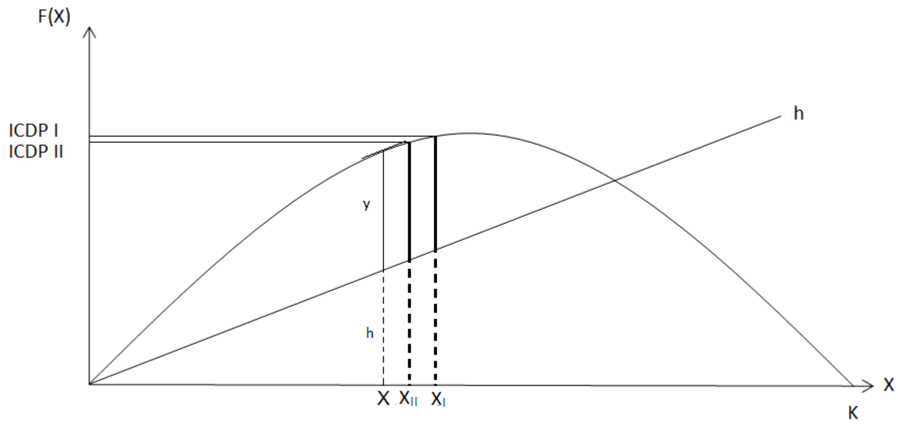
$$F_X(X) = h_X - \frac{W_X(1-\beta)}{P_y(1-\alpha)} \left[\frac{1 + \frac{\theta}{(1-\theta)(1-\beta)}}{1 + \frac{\theta}{(1-\theta)(1-\alpha)}} \right] \tag{40}$$

Sammenligner med ICDP I og ser her at leddet $\left[\frac{1+\frac{\theta}{(1-\theta)(1-\beta)}}{1+\frac{\theta}{(1-\theta)(1-\alpha)}} \right]$ er nytt. Dersom det ikke er oppsyn i parken er $\theta = 0$ og dette leddet blir lik en. I tilfellet uten oppsyn blir dermed ICDP I = ICDP II.

Dersom sannsynligheten for å bli tatt er $\theta = 0,5$ vil effekten av overføringene på det økonomisk optimale nivået på bestanden avhenge av størrelsen på α og β.

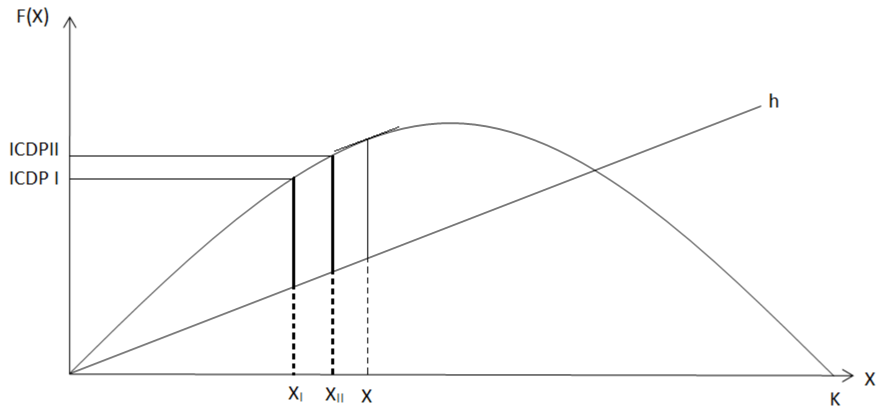
Dersom $\alpha > \beta$, slik at $\left[\frac{1+\frac{\theta}{(1-\theta)(1-\beta)}}{1+\frac{\theta}{(1-\theta)(1-\alpha)}} \right] < 1$, vil $F_X(X)$ være større i ICDP I enn i ICDP II. I ICDP I så vi at dersom overføringene fra salget av jaktlisenser var høyere en overføringene fra safariturisme vil parkeieren satse mer på safariturisme og det økonomisk optimale nivået på dyrebestanden i parken vil øke. Også i ICDP II vil $\alpha > \beta$ føre til en økning i X, men økningne vil ikke være like stor som i ICDP I. Grunnen til dette er at det nå er en sannsynlighet for at parkeieren ikke må gi overføringer til lokalbefolkningen og den forventede overføringen blir dermed lavere. Dermed får vi en mindre reduksjon i marginalavkastningen ved salg av jaktlisenser, og X øker mindre, se figur 5.2.

Ser vi på det motsatte tilfellet, $\theta = 0.5$ og $\alpha < \beta$ vil $\left[\frac{1+\frac{\theta}{(1-\theta)(1-\beta)}}{1+\frac{\theta}{(1-\theta)(1-\alpha)}} \right] > 1$. $F_X(X)$ være større i ICDP I enn i ICDP II. Fra ICDP I har vi at dersom overføringene fra safariturismen er større enn øverføringene fra salget av jaktlisenser vil parkeieren selge flere jaktlisenser og den økonomisk optimale bestanden vil dermed gå ned. Også i ICDP II vil $\alpha < \beta$ føre til flere solgte jaktlisenser og en nedgang i bestanden, men nedgangen vil ikke være like stor som i ICDP I siden det er en sannsynlighet for at



Figur 5.2: Endringer i økonomisk optimalt nivå på bestanden ved $\alpha > \beta$. X er optimalt nivå på X i tilfelle uten overføringer, X_I er optimalt nivå på X ved ICDP I og X_{II} er optimalt nivå på X ved ICDP II.

parkeieren ikke må gi overføringene til lokalbefolkningen. Dermed er de forventede overføringene mindre og X synker mindre, se figur 5.3.

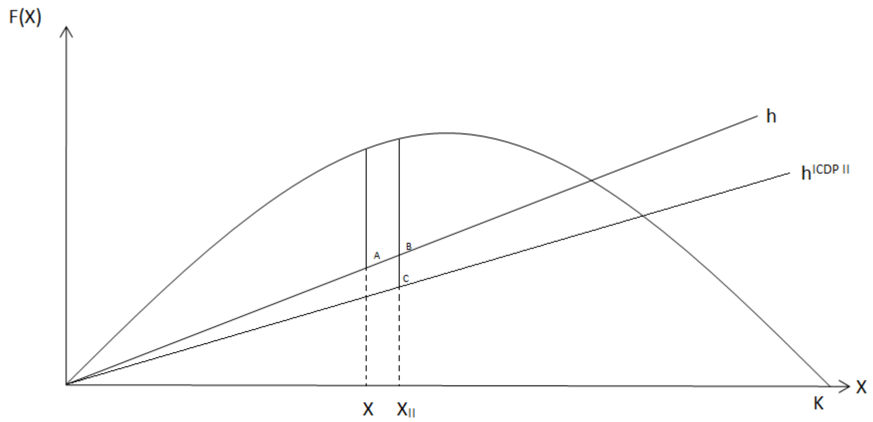


Figur 5.3: Endringer i økonomisk optimalt nivå på bestanden ved $\alpha < \beta$. X er optimalt nivå på X i tilfelle uten overføringer, X_I er optimalt nivå på X ved ICDP I og X_{II} er optimalt nivå på X ved ICDP II.

Jo større θ er jo større er forskjellen mellom ICDP I og ICDP II. Når θ øker går sansynligheten for at parkeieren må overføre deler av sin inntekt til lokalbefolkningen ned, og forskjellen mellom ICDP I og ICDP II blir større.

Den positive effekten på dyrebestanden ved $\alpha > \beta$ sammenfaller med resultatet i Johannesen (2003) der en betinget overføring fra parkeierens inntekter ved safariturisme til lokalbefolkningen vil føre til en økning i dyrebestanden i parken. Dette er i et tilfelle der parkeieren er en passiv part og lokalbefolkningen er den aktive agenten.

Dersom vi setter sammen endringen i lokalbefolkningens beslutning om nivå på h og parkeierens beslutning om endring i X ved betingede overføringer kan vi se om det vil være en reduksjon i h. Ser først på tilfellet med betingede overføringer og $\alpha > \beta$. Ser fra figur 5.4 at økningen i X vil føre til en økning i h fra punkt A til B.

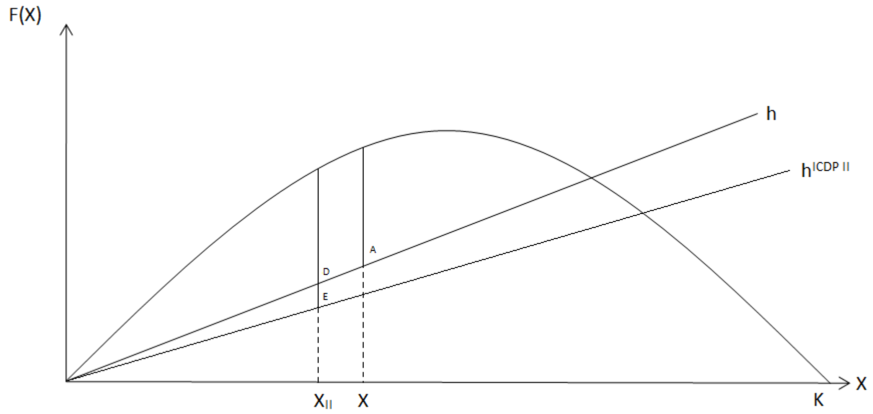


Figur 5.4: Endringer i nivået på lokalbefolkningens jaktuttak, h ved ICDP II og $\alpha > \beta$. X er optimalt nivå på X i tilfelle uten overføringer,X_{II} er optimalt nivå på X ved ICDP II, h er lokalbefolkningens tilpasning uten overføringer og h^{ICDPII} er lokalbefolkningens tilpasning ved ICDP II.

Endringen i lokalbefolkningens tilpasning fra h til h^{ICDPII} vil føre til en nedgang i h og vi ender opp i punkt C. Om punkt C vil føre til en nedgang eller oppgang i lokalbefolkningens jaktuttak avhenger av heldningen på h. Det er dermed usikkert om betingede overføringer vil føre til en oppgang eller nedgang i lokalbefolkningens jaktuttak dersom $\alpha > \beta$.

Ser nå på tilfellet med betingede overføringer og $\alpha < \beta$. Ser fra figur 5.5 at ved innføring av betingede overføringer og $\alpha < \beta$ vil nedgangen i X føre til en nedgang i h fra A til D. Endringen i lokalbefolkningens tilpasning vil føre til en ytterligere nedgang og vi ender opp i punkt E. Hvor stor denne nedgangen er avhenger av heldningen på h og h^{ICDPII}, men både nedgangen i X og skiftet fra h til h^{ICDPII} trekker i negativ retning slik at betingede overføringer med $\alpha < \beta$ har en sikker negativ effekt på lokalbefolkningens jaktuttak.

Ser vidre på parkeierens tilpassning og undersøker om vi fortsatt er i et lokalt mak-



Figur 5.5: Endringer i nivået på lokalbefolkningens jaktuttak, h ved ICDP II og $\alpha < \beta$. X er optimalt nivå på X i tilfelle uten overføringer,X_{II} er optimalt nivå på X ved ICDP II, h er lokalbefolkningens tilpasning uten overføringer og h^{ICDPII} er lokalbefolkningens tilpasning ved ICDP II.

simumspunkt. Andreordensbetingelsene:

$$\begin{aligned}\frac{\delta^2 E(\Pi_{p_t})}{\delta X^2} &= (1-\alpha)P_y F_{X,X}(X)(1-\theta(E,e_h)) - (1-\alpha)h^*_{X,X}(1-\theta(E,e_h)) \\ &+ (1-\beta)W_{X,X}(X)(1-\theta(E,e_h)) + P_y F_{X,X}(X)\theta(E,e_h) \\ &- P_y h^*_X \theta(E,e_h) + W_X(X)\theta(E,e_h) < 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{\delta^2 E(\Pi_{p_t})}{\delta E^2} &= -\left\{(1-\alpha)P_y\left[F(X)-h^*\right] + (1-\beta)W(X)\right\}\theta_{E,E}(E,e_h) \\ &- (1-\alpha)P_y h^*_{E,E}(1-\theta(E,e_h) + \left\{P_y\left[F(X)-h^*\right] + W(X)\right\}\theta_{E,E}(E,e_h) \\ &- P_y h^*_{E,E}\theta(E,e_h) < 0\end{aligned}$$

Har fra andrederiverttesten, se appendix A.7, at vi fortsatt er i et lokalt maksimumspunkt.

Har nå de to ligningene (38) og (39) til å bestemme de to endogene variablene X og E: Har nå de optimale nivåene på X og h og kan dermed finne y^*:

$$y^* = F(X^*) - h^*$$

$$y^* = F\left[X(P_y, W, E, P_h, \gamma, T, P_A, \alpha, \beta, \theta)\right] - h^*\left(X, E, P_h, \gamma, T, P_A, \alpha, \beta\right)$$

Også her inngår nå sannsynligheten θ.

Vi har i dette kapitlet sett at innføringer av betingelser i overføringene har ført til endringer i effekten av α og β. Innføringen av betingede overføringer medfører en sansynlighet for at lokalbefolkningen mister sine overføringer, og overføringene er nå med i lokalbefolkningens beslutninger om nivå på h. Parkeieren har nå muligheten til å påvirke overføringene til lokalbefolkningen ved å øke sansynligheten for at lokalbefolkningen blir tatt gjennom å øke nivået på oppsynet E. Vi har også sett at innføringene av betingede overføringer fører til mindre endringer i X enn i tilfellet uten betingelser.

6 Oppsummering og konklusjon.

Vi har sett på et Stackelberg spill med to aktører; parkeieren og lokalbefolkningen, der parkeieren er lederen og lokalbefolkningen følgeren. Vi så først på et tilfelle uten overføringer mellom parkeieren og lokalbefolkningen. Her så vi at en økning i boten F som lokalbefolkningen må betale dersom de blir tatt for å drive med ulovlig jakt vil ha en positiv effekt på bestandsnivået i parken. Dette har derimot en negativ effekt på velferden til lokalbefolkningen. En økning i prisen lokalbefolkningen motar for jordbruksvarene sine, P_A vil også føre til en økning i det økonomisk optimale nivået på bestanden. Men en slik økning vil øke skaden på lokalbefolkningens jordbruk som er påført av dyr på vandring ut av parken. Vi har ikke sett på det i denne oppgaven, men en økning i P_A har mest sansynlig en usikker effekt på lokalbefolkningens velferd.

Ved ubetingede overføringer fra parkeierens inntekter til lokalbefolkningen har vi sett at dersom overføringen fra salg av jaktlisenser og safariturisme er prosentvis like stor, vil det ikke ha effekt på det økonomisk optimale nivået på bestanden, men det vil føre til økt velferd hos lokalbefolkningen. Dersom det overføres en prosentvis større andel av inntekter fra salg av jaktlisenser enn fra safariturisme vil vi ha en økning i den økonomisk optimale bestanden i parken. Disse overføringene vil ikke ha en direkte effekt på lokalbefolkningens jaktinnsats siden grensenytten ved jakt og i jordbruket er som før.

Ved betingede overføringer fra parkeieren til lokalbefolkningen har parkeieren nå en mulighet til å påvirke overføringene den må gi til lokalbefolkningen. Ved å øke nivået på oppsynet, E, vil sannsynligheten for at lokalbefolkningen blir tatt for ulovlig jakt og parkeieren dermed ikke må betale overføringene, øke. Ved betingede overføringer vil effekten av overføringene på bestandsnivået bli mindre. Ved $\alpha > \beta$ vil dyrebestanden i parken være større ved ubetingede overføringer enn ved betingede overføringer. Ved $\alpha < \beta$ vil nedgangen i dyrebestanden være mindre ved betingede overføringer enn ved ubetingede overføringer.

Det er ikke endringer i lokalbefolkningens grensenytte i jordbruk ved betingede overføringer, men grensenytten ved jakt vil synke siden de negative konsekvensene ved jakt har økt. Ved betingede overføringer vil dermed lokalbefolkningen redusere sin jaktinnsats, mens parkeierens beslutning om økonomisk optimalt nivå på dyrebestanden endrer seg likt som i ICDP I, bare svakere. Vi får en endring i sammensetningen av h og y som i tilfellet med $\alpha > \beta$ kan føre til en økning i lokalbefolkningens jaktuttak gjennom den indirekte effekten av en økning i bestanden. Ved ICDP II er det altså to motstridene effekter på lokalbefolkningens jaktuttak, nedgangen som følger av betingede overføringer fra parkeieren og en oppgang som følger av endret sammensetning av h og y ved økt dyrebestandbestand.

Om man kun ser på bestandsnivået vil ubetingede overføringer fra parkeierens salg av jaktlisenser være det mest effektive.

Referanser

Clark, C. W. (1990): *Mathematical Bioeconomics, The Optimal Management Of Renewable Resources. Second Edition.* Wiley-Interscience.

Ferraro, P. J. og Simpson, R. D. (2002): "The Cost-Effectiveness of Conservation Payments." *Land Economics 78 (3)*, 339–353.

Fischer, C., Muchapondwa, E. og Sterner, T. (2011): "A Bio-Economic Model of Community Incentives for Wildlife Management Under CAMPFIRE." *Environ Resource Econ 48*, 303–319.

Frost, P. G. og Bond, I. (2008): "The CAMPFIRE programme in Zimbabwe: Payments for wildlife services." *Ecological Economics 65*, 776–787.

Gibbons, R. (1992): *A Primer In Game Theory.* Prentice Hall.

Hughes, R. og Flintan, F. (2001): "Integrating Conservation and Development Experience: A Review and Bibliography of the ICDP Literature." *London: International Institute for Environment and Development* , 1–21.

Johannesen, A. B. (2003): "Designing Integrated Conservation and Development Projects: Hunting incentives and human welfare with numerical illustrations from Serengeti." Doktorgradsavhandling, Norwegian University of Science and Technology, NTNU.

Johannesen, A. B. (2005): "Wildlife conservation policies and incentives to hunt: an empirical analysis of illegal hunting in western Serengeti, Tanzania." *Environment and Development Economics 10*, 271–292.

Johannesen, A. B. og Skonhoft, A. (2004): "Property Rights and Natural Resource Conservation. A Bio-Economic Model with Numerical Illustrations from the Serengeti-Mara Ecosystem." *Environmental and Resource Economics 28*, 469–488.

Johannesen, A. B. og Skonhoft, A. (2005): "Tourism, poaching and wildlife conservation: what can intergrated conservation and development projects accomplish?" *Resource and Energy Economics 27*, 208–226.

Skonhoft, A. og Solstad, J. (1996): "Wildlife management, illegal hunting and conflicts. A bioeconomic analysis." *Environment and Development Economics 1*, 165–181.

Skonhoft, A. og Solstad, J. (1998): “The Political Economy of Wildlife Exploitation.” *Land Economics 74 (1)*, 16–31.

A Appendix

A.1 Appendix

Krysseffektene til lokalbefolkningens maksimeringsproblem. Bruker argumentasjonen fra Skonhoft og Solstad (1998) side 28-30 for å finne fortegnene. Tar utgangspunkt i ligning (10). Har fra teksten:

$$h_X = f_{e_h} e_{h_X} + f_X > 0$$

$$h_E = f_{e_h} e_{h_E} < 0$$

$$h_{X,E} = (f_{e_h,e_h} e_{h_X} + f_{e_h,X}) e_{h_E} + f_{e_h} e_{h_{X,E}} \leq 0$$

Har gitt fra Appendix I at $e_{h_X} > 0$ og $e_{h_E} < 0$. Har fra teksten at $f_{e_h} > 0$, $f_{e_h,e_h} \leq 0$ og $f_{e_h,X} > 0$. Vi sitter da igjen med et led med ukjent fortegn, $e_{h_{X,E}}$. Fortegnet her er uklar og krever informasjon om den tredjederiverte, men anntar at effekten er liten $e_{h_{X,E}} \approx 0$. Vi anntar Schafer høstningsfunksjon og får da $f_{e_h,e_h} = 0$ og står dermed igjen med $h_{X,E} = f_{e_h,X} e_{h_E} < 0$.

$$h_{X,X} = f_{e_h,e_h} (e_{h_X})^2 + f_{e_h} e_{h_{X,X}} + f_{X,e_h} e_{h_X}$$

Anntar også her schafer høstningsbetingelser og første ledd blir dermed lik null. For å finne fortegnet på $e_{h_{X,X}}$ trenger man informasjon om den tredjederiverte, antar at effekten er så liten at den ikke har effekt, $e_{h_{X,X}} \approx 0$. Sitter da igjen med $h_{X,X} = f_{X,e_h} e_{h_X}$, har fra teksten at $f_{X,e_h} > 0$ og fra appendix I at $e_{h_X} < 0$. Får dermed $h_{X,X} < 0$

$$h_{E,E} = f_{e_h,e_h} (e_{h_E})^2 + f_{e_h} e_{h_{E,E}}$$

Antar fortsatt Schafer høstningsbetingelser og dermed vil fortegnet til $h_{E,E}$ kun avhenge av $e_{hE,E}$ siden f_{e_h} er gitt som positiv. Har fra parkeierens maksimumsbetingelser at $h_{E,E} > 0$, dermed må $e_{hE,E} > 0$.

Finner krysseffekten av γ

$$h_{X,\gamma} = f_{e_h,e_h} e_{h_\gamma} e_{h_X} + f_{e_h} e_{h_{X,\gamma}} + f_{X,e_h} e_{h_\gamma}$$

Anntar fortsatt Schaferbeetingelse og at $e_{h_{X,\gamma}} \approx 0$. Har gitt fra teksten at $f_{X,e_h} > 0$ og har fra avsnitt 3.3.2 at $e_{h_\gamma} > 0$. Har dermed $h_{X,\gamma} > 0$.

$$h_{E,\gamma} = f_{e_h,e_h} e_{h_\gamma} e_{h_E} + f_{e_h} e_{h_{E,\gamma}}$$

Antar både Schafer høstningsbetingelser og at $e_{h_{E,\gamma}} \approx 0$ Står da igjen med $h_{E,\gamma} = 0$.

Finner krysseffekten av F:

$$h_{X,F} = f_{e_h,e_h} e_{h_F} e_{h_X} + f_{e_h} e_{h_{X,F}} + f_{X,e_h} e_{h_F}$$

Bruker samme argumentasjon som over og antar at $e_{h_{X,F}} \approx 0$. Har da $h_{X,F} = f_{X,e_h} e_{h_F}$. Har fra appendix I at $e_{h_F} < 0$ og får dermed $h_{X,F} < 0$

$$h_{E,F} = f_{e_h,e_h} e_{h_F} e_{h_E} + f_{e_h} e_{h_{E,F}}$$

bruker samme argumentasjon som over og anntar $e_{h_{E,F}} \approx 0$. Står dermed igjen med $h_{E,F} = 0$

Krysseffektene av P_h:

$$h_{X,P_h} = f_{e_h,e_h} e_{h_{P_h}} e_{h_X} + f_{e_h} e_{h_{X,P_h}} + f_{X,e_h} e_{h_{P_h}}$$

Bruker samme argumentasjon som over og antar at $e_{h_{X,P_h}} \approx 0$. Får dermed $h_{X,P_h} = f_{X,e_h} e_{h_{P_h}}$. Har fra appendix I at $e_{h_{P_h}} > 0$ og får dermed $h_{X,P_h} > 0$

$$h_{E,P_h} = f_{e_h,e_h} e_{h_{P_h}} e_{h_E} + f_{e_h} e_{h_{E,P_h}}$$

bruker samme argumentasjon som over og anntar $e_{h_{E,P_h}} \approx 0$. Står dermed igjen med $h_{E,P_h} = 0$

Krysseffektene av P_A:

$$h_{X,P_A} = f_{e_h,e_h} e_{h_{P_A}} e_{h_X} + f_{e_h} e_{h_{X,P_A}} + f_{X,e_h} e_{h_{P_A}}$$

Bruker samme argumentasjon som over og antar at $e_{h_{X,P_A}} \approx 0$. Får dermed $h_{X,P_h} = f_{X,e_h} e_{h_{P_A}}$. Har fra appendix I at $e_{h_{P_A}} < 0$ og får dermed $h_{X,P_A} < 0$

$$h_{E,P_A} = f_{e_h,e_h} e_{h_{P_A}} e_{h_E} + f_{e_h} e_{h_{E,P_A}}$$

bruker samme argumentasjon som over og anntar $e_{h_{E,P_A}} \approx 0$. Står dermed igjen med $h_{E,P_A} = 0$

A.2 Appendix

Bruker annenderiverttesten for funksjoner av to variabler for å finne ut om vi er i et lokalt maksimumspunkt. Setter $A = \Pi_{X,X}$, $B = \Pi_{X,E}$ og $C = \Pi_{E,E}$. Har at dersom $A < 0$ og $AC - B^2 > 0$ er vi i et lokalt maksimumspunkt.

$$A = \Pi_{X,X} = P_y F_{X,X} - P_y h^*_{X,X}(X, E, P_h, \gamma, F, T, P_A) + W_{X,X}(X) < 0$$

$$B = \Pi_{X,E} = P_y h^*_{X,E} \leq 0$$

$$C = \Pi_{E,E} = -P_y h^*_{E,E} < 0$$

$A < 0$ er oppfyllt. Siden både A og C er negativ vil også AC være positivt. $B < 0$ siden $h^*_{X,E}$ er negativ, se appendix II. B^2 vil være mindre enn AC siden de inndirekte effektene er mindre en de direkte effektene. For at betingelsene om et lokalt maksimumspunkt skal holde må både A og C være negativ, for at C skal være negativ må $h^*_{E,E} > 0$. Har dermed at $AC - B^2 > 0$ holder så lenge B ikke er for stor i tallverdi, og vi er dermed i et lokalt maksimumspunkt.

A.3 Appendix

Komparativ statikk utledes ved å differensiere førsteordensbetingelsene gitt i ligningene (16) og (14) med hennsyn på bestandsnivå, X, og oppsynsnivå, E, samt de eksogene variablene. Finner først determinanten til H:

$$H = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$$

$$|H| = a_{11}a_{22} - a_{21}a_{12}$$

$$H = \begin{pmatrix} P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X) & -P_y h^*_{X,E} \\ -P_y h^*_{E,X} & -P_y h^*_{E,E} \end{pmatrix}$$

$$|H| = -P_y^2 F_{X,X}(X) h^*_{E,E} + P_y^2 h^*_{X,X} h^*_{E,E} - W_{X,X}(X) P_y h^*_{E,E} - P_y^2 h^*_{X,E} h^*_{E,X} \tag{41}$$

H er determinanten til matrisen. Har fra andrederiverttesten i Appendix II at vi er i et lokalt maksimumspunkt, dermed er $|H|$ positiv.

BrukernCramers regel

$$\begin{pmatrix} P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X) & -P_y h^*_{X,E} \\ -P_y h^*_{E,X} & -P_y h^*_{E,E} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \delta X \\ \delta E \end{pmatrix} \tag{42}$$

$$\tag{43}$$

$$= \begin{pmatrix} -F_X(X) + h^*_X \\ h^*_E \end{pmatrix} \delta P_y + \begin{pmatrix} P_y h^*_{X,P_h} \\ P_y h^*_{E,P_h} \end{pmatrix} \delta P_h + \begin{pmatrix} P_y h^*_{X,\gamma} \\ P_y h^*_{E,\gamma} \end{pmatrix} \delta\gamma \tag{44}$$

$$\tag{45}$$

$$+ \begin{pmatrix} P_y h^*_{X,F} \\ P_y h^*_{E,F} \end{pmatrix} \delta F + \begin{pmatrix} P_y h^*_{X,P_A} \\ P_y h^*_{E,P_A} \end{pmatrix} \delta P_A + \begin{pmatrix} -W_{X,W}(X) \\ 0 \end{pmatrix} \delta W + \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \delta z \tag{46}$$

P_y:

$$\begin{aligned} \frac{\delta X}{\delta P_y} &= \frac{\begin{vmatrix} -F_X(X) + h^*_X & -P_y h^*_{X,E} \\ h^*_E & -P_y h^*_{E,E} \end{vmatrix}}{|H|} \\ &= \frac{P_y h^*_{E,E} \left[F_X(X) - h^*_X \right] + P_y h^*_E h^*_{X,E}}{|H|} < 0 \end{aligned} \tag{47}$$

$$\begin{aligned} \frac{\delta E}{\delta P_y} &= \frac{\begin{vmatrix} P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X) & -F_X(X) + h^*_X \\ -P_y h^*_{E,X} & h^*_E \end{vmatrix}}{|H|} \\ & \frac{\left[P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X) \right] h^*_E - \left[F_X(X) - h^*_X \right] P_y h^*_{E,X}}{|H|} \gtrless 0 \end{aligned} \tag{48}$$

P_h:

$$\begin{aligned} \frac{\delta X}{\delta P_h} &= \frac{\begin{vmatrix} P_y h^*_{X,P_h} & -P_y h^*_{X,E} \\ P_y h^*_{E,P_h} & -P_y h^*_{E,E} \end{vmatrix}}{|H|} \\ &= \frac{-P_y^2 h^*_{X,P_h} h^*_{E,E} + P_y^2 h^*_{E,P_h} h^*_{E,X}}{|H|} < 0 \end{aligned} \tag{49}$$

$$\frac{\delta E}{\delta P_h} = \frac{\begin{vmatrix} P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X) & P_y h^*_{X,P_h} \\ -P_y h^*_{E,X} & P_y h^*_{E,P_h} \end{vmatrix}}{|H|}$$

$$= \frac{\left[P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X)\right] P_y h^*_{E,P_h} + P_y^2 h^*_{X,P_h} h^*_{E,X}}{|H|} < 0 \tag{50}$$

γ:

$$\frac{\delta X}{\delta \gamma} = \frac{\begin{vmatrix} P_y h^*_{x,\gamma} & -P_y h^*_{X,E} \\ P_y h^*_{E,\gamma} & -P_y h^*_{E,E} \end{vmatrix}}{|H|} \tag{51}$$

$$= \frac{-P_y^2 h^*_{X,\gamma} h^*_{E,E} + P_y^2 h^*_{E,\gamma} h^*_{X,E}}{|H|} < 0 \tag{52}$$

$$\frac{\delta E}{\delta \gamma} = \frac{\begin{vmatrix} P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X) & P_y h^*_{X,\gamma} \\ -P_y h^*_{E,X} & P_y h^*_{E,\gamma} \end{vmatrix}}{|H|} \tag{53}$$

$$= \frac{\left[P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X)\right] P_y h^*_{E,\gamma} + P_y^2 h^*_{E,X} h^*_{X,\gamma}}{|H|} < 0 \tag{54}$$

F:

$$\frac{\delta X}{\delta F} = \frac{\begin{vmatrix} P_y h^*_{X,F} & -P_y h^*_{X,E} \\ P_y h^*_{E,F} & -P_y h^*_{E,E} \end{vmatrix}}{|H|}$$

$$= \frac{-P_y^2 h^*_{X,F} h^*_{E,E} + P_y^2 h^*_{E,F} h^*_{X,E}}{|H|} < 0 \tag{55}$$

$$\frac{\delta E}{\delta F} = \frac{\begin{vmatrix} P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X) & P_y h^*_{X,F} \\ -P_y h^*_{E,X} & P_y h^*_{E,F} \end{vmatrix}}{|H|} \tag{56}$$

$$= \frac{\left[P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X)\right] P_y h^*_{E,F} + P_y^2 h^*_{E,X} h^*_{X,F}}{|H|} < 0 \tag{57}$$

P_A

$$\frac{\delta X}{\delta P_A} = \frac{\begin{vmatrix} P_y h^*_{X,P_A} & -P_y h^*_{X,E} \\ P_y h^*_{E,P_A} & -P_y h^*_{E,E} \end{vmatrix}}{|H|} \tag{58}$$

$$= \frac{-P_y^2 h^*_{X,P_A} h^*_{E,E} + P_y^2 h^*_{E,P_A} h^*_{X,E}}{|H|} > 0 \tag{59}$$

$$\frac{\delta E}{\delta P_A} = \frac{\begin{vmatrix} P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X) & P_y h^*_{X,P_A} \\ -P_y h^*_{E,X} & P_y h^*_{E,P_A} \end{vmatrix}}{|H|} \tag{60}$$

$$= \frac{\left[P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X)\right] P_y h^*_{E,P_A} + P_y^2 h^*_{E,X} h^*_{X,P_A}}{|H|} > 0 \tag{61}$$

z:

$$\frac{\delta X}{\delta z} = \frac{\begin{vmatrix} 0 & -P_y h^*_{X,E} \\ 1 & -P_y h^*_{E,E} \end{vmatrix}}{|H|} \tag{62}$$

$$= \frac{P_y h^*_{X,E}}{|H|} < 0 \tag{63}$$

$$\frac{\delta E}{\delta z} = \frac{\begin{vmatrix} P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X) & 0 \\ -P_y h^*_{E,X} & 1 \end{vmatrix}}{|H|} \tag{64}$$

$$= \frac{P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X)}{|H|} < 0 \tag{65}$$

W:

$$\frac{\delta X}{\delta W} = \frac{\begin{vmatrix} -W_{X,W}(X) & -P_y h^*_{X,E} \\ 0 & -P_y h^*_{E,E} \end{vmatrix}}{|H|} \tag{66}$$

$$= \frac{W_{X,W}(X) P_y h^*_{E,E}}{|H|} \gtrless 0 \tag{67}$$

$$\frac{\delta E}{\delta W} = \frac{\begin{vmatrix} P_y F_{X,X}(X) - P_y h^*_{X,X} + W_{X,X}(X) & -W_{X,W}(X) \\ -P_y h^*_{E,X} & 0 \end{vmatrix}}{|H|} \tag{68}$$

$$= \frac{-P_y h^*_{E,X} W_{X,W}(X)}{|H|} \gtrless 0 \tag{69}$$

A.4 Appendix

Setter opp annenderiverttesten på nytt for å vise at vi fortsatt er i et lokalt maksimumspunkt. Tar utgangspunkt i ligning (23) og setter $A = \Pi_{X,X}$, $B = \Pi_{X,E}$ og $C = \Pi_{E,E}$.

$$A = \Pi_{X,X} = (1-\alpha) P_y \left[F_{X,X}(X) - h^*_{X,X} \right] + (1-\beta) W_{X,X}(X) < 0$$

$$B = \Pi_{X,E} = -(1-\alpha) P_y h^*_{X,E} \geq 0$$

$$C = \Pi_{E,E} = -(1-\alpha) P_y h^*_{E,E} < 0$$

$A < 0$ er oppfyllt. Både A og C er negative slik at AC er positiv. B er positiv siden $h^*_{X,E} < 0$. De inndirekte effektene er mindre enn de direkte effektene dermed blir $B^2 < AC$ og dermed er $AC - B^2 < 0$. Vi er dermed fortsatt i et lokalt maksimumspunkt.

Tar utgangspunkt i ligningene (26) og (27). Finner først $|H|$:

$$H = \begin{pmatrix} (1-\alpha)P_y F_{X,X}(X) - (1-\alpha)P_y h^*_{X,X} + (1-\beta)W_{X,X}(X) & -(1-\alpha)P_y h^*_{X,E} \\ -(1-\alpha)P_y h^*_{E,X} & -(1-\alpha)P_y h^*_{E,E} \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned} |H| = &- \left[(1-\alpha)P_y F_{X,X}(X) - (1-\alpha)P_y h^*_{X,X} + (1-\beta)W_{X,X}(X)\right](1-\alpha)P_y h^*_{E,E} \\ &- \left[(1-\alpha)P_y h^*_{X,E}\right]^2 > 0 \end{aligned} \tag{70}$$

Har fra andreordensbetingelsen at

$(1-\alpha)P_y F_{X,X}(X) - (1-\alpha)P_y h^*_{X,X} + (1-\beta)W_{X,X}(X) =< 0$. Har fra tidligere at $h^*_{E,E} > 0$. Første ledd er dermed positivt. $h^*_{X,E} < 0$ dermed blir også andre ledd positivt.

Setter opp Cramers regel:

$$\begin{aligned} &\begin{pmatrix} (1-\alpha)P_y\left[F_{X,X}(X) - h^*_{X,X}\right] + (1-\beta)W_{X,X}(X) & -(1-\alpha)P_y h^*_{X,E} \\ -(1-\alpha)P_y h^*_{E,X} & -(1-\alpha)P_y h^*_{E,E} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \delta X \\ \delta E \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} P_y F_X(X) - P_y h^*_X \\ -P_y h^*_E \end{pmatrix} \delta\alpha + \begin{pmatrix} W_X(X) \\ 0 \end{pmatrix} \delta\beta \end{aligned} \tag{71}$$

Endring i α:

$$\begin{aligned} \frac{\delta X}{\delta \alpha} &= \frac{\begin{vmatrix} P_y F_X(X) - P_y h^*_X & -(1-\alpha)P_y h^*_{X,E} \\ -P_y h^*_E & -(1-\alpha)P_y h^*_{E,E} \end{vmatrix}}{|H|} \\ &= \frac{-(1-\alpha)P_y^2\left[(F_X(X) - h^*_X)h^*_{E,E}\right] - (1-\alpha)P_y^2 h^*_{X,E}h^*_E}{|H|} \gtrless 0 \end{aligned} \tag{72}$$

$$\frac{\delta E}{\delta \alpha} = \frac{\begin{vmatrix} (1-\alpha)P_y\left[F_{X,X}(X) - h^*_{X,X}\right] + (1-\beta)W_{X,X}(X) & P_yF_X(X) - P_yh^*_X \\ -(1-\alpha)P_yh^*_{E,X} & -P_yh^*_E \end{vmatrix}}{|H|} \tag{73}$$

$$= \frac{-P_yh^*_E\left[(1-\alpha)P_y\left[F_{X,X}(X) - h^*_{X,X}\right] + (1-\beta)W_{X,X}(X)\right] + (1-\alpha)P_y^2h^*_{E,X}\left[F_X(X) - h^*_X\right]}{|H|} \gtrless 0 \tag{74}$$

Ser på endringer i β:

$$\frac{\delta X}{\delta \beta} = \frac{\begin{vmatrix} W_X(X) & -(1-\alpha)P_yh^*_{X,E} \\ 0 & -(1-\alpha)P_yh^*_{E,E} \end{vmatrix}}{|H|}$$
$$= \frac{-(1-\alpha)P_yh^*_{E,E}W_X(X)}{|H|} < 0 \tag{75}$$

$$\frac{\delta E}{\delta \beta} = \frac{\begin{vmatrix} (1-\alpha)P_y\left[F_{X,X}(X) - h^*_{X,X}\right] + (1-\beta)W_{X,X}(X) & W_x(X) \\ -(1-\alpha)P_yh^*_{E,X} & 0 \end{vmatrix}}{|H|} \tag{76}$$

$$\tag{77}$$

$$= \frac{(1-\alpha)P_yh^*_{E,X}W_X(X)}{|H|} < 0$$

A.5 Appendix

Har den differensierte førsteordensbetingelsen med hennsyn på e_h og de eksogene variablene fra ligning (37):

$$\begin{aligned} &\left[P_hf_{e_h,e_h}(e_h,X) + P_AA_{e_A,e_A}(e_A)(1-\gamma X) + (\alpha P_yy + \beta W(X) + F)\theta_{e_h,e_h}(E,e_h)\right]\delta e_h \\ &+ P_AA_{e_A}X\delta\gamma + f_{e_h}(e_h,X)\delta P_h - A_{e_A}(e_A)(1-\gamma X)\delta P_A \\ &- (\alpha P_yy + \beta W(X) + F)\theta_{e_h,E}(E,e_h)\delta E - P_yy\theta_{e_h}(E,e_h)\delta\alpha - W(X)\theta e_h(E,e_h)\delta\beta \\ &- \theta_{e_h}(E,e_h)\delta F + \left[P_hf_{e_h,X}(e_h,X) + P_AA_{e_A}(e_A)\gamma - \beta W_X(X)\theta_{e_h}(E,e_h)\right]\delta X = 0 \end{aligned} \tag{78}$$

For å forenkle uttrykkene i teksten settes

$$P_h f_{e_h,e_h}(e_h, X) + P_A A_{e_A,e_A}(e_A)(1 - \gamma X) + (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\theta_{e_h,e_h}(E, e_h) = S$$

Alle egenskaper beholdes, det vil si at $S < 0$.

$\frac{\delta e_h}{\delta \gamma}$

$$[P_h f_{e_h,e_h}(e_h, X) + P_A A_{e_A,e_A}(e_A)(1 - \gamma X) + (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\theta_{e_h,e_h}(E, e_h)]\, \delta e_h$$

$$+P_A A_{e_A} X \delta\gamma = 0$$

$$\frac{\delta e_h}{\delta \gamma} = \frac{-P_A A_{e_A} X}{S} > 0$$

$\frac{\delta e_h}{\delta F}$

$$[P_h f_{e_h,e_h}(e_h, X) + P_A A_{e_A,e_A}(e_A)(1 - \gamma X) + (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\theta_{e_h,e_h}(E, e_h)]\, \delta e_h$$

$$-\theta_{e_h}(E, e_h)\delta F = 0$$

$$\frac{\delta e_h}{\delta F} = \frac{\theta_{e_h}(E, e_h)}{S} < 0$$

$\frac{\delta e_h}{\delta P_h}$

$$[P_h f_{e_h,e_h}(e_h, X) + P_A A_{e_A,e_A}(e_A)(1 - \gamma X) + (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\theta_{e_h,e_h}(E, e_h)]\, \delta e_h$$

$$+f_{e_h}(e_h, X)\delta P_h = 0$$

$$\frac{\delta e_h}{\delta P_h} = \frac{-f_{e_h}(e_h, X)}{S} > 0$$

$\frac{\delta e_h}{\delta P_A}$

$$[P_h f_{e_h,e_h}(e_h, X) + P_A A_{e_A,e_A}(e_A)(1 - \gamma X) + (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\theta_{e_h,e_h}(E, e_h)]\, \delta e_h$$

$$-A_{e_A}(e_A)(1 - \gamma X)\delta P_A = 0$$

$$\frac{\delta e_h}{\delta P_A} = \frac{A_{e_A}(e_A)(1 - \gamma X)}{S} < 0$$

$\frac{\delta e_h}{\delta E}$

$$[P_h f_{e_h,e_h}(e_h, X) + P_A A_{e_A,e_A}(e_A)(1 - \gamma X) + (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\theta_{e_h,e_h}(E, e_h)]\, \delta e_h$$

$$-(\alpha P_y y + \beta W(X))\theta_{e_h,E}(E,e_h)\delta E$$

$$\frac{(\alpha P_y y + \beta W(X))\theta_{e_h,E}(E,e_h)}{S} < 0$$

Negativ sammenheng

$\frac{\delta e_h}{\delta X}$

$$[P_h f_{e_h,e_h}(e_h,X) + P_A A_{e_A,e_A}(e_A)(1-\gamma X) + (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\theta_{e_h,e_h}(E,e_h)]\,\delta e_h$$

$$+\,[P_h f_{e_h,X}(e_h,X) + P_A A_{e_A}(e_A)\gamma - \beta W_X(X)\theta_{e_h}(E,e_h)]\,\delta X$$

$$\frac{\delta e_h}{\delta X} = \frac{-P_h f_{e_h,X}(e_h,X) - P_A A_{e_A}(e_A)\gamma + \beta W_X(X)\theta_{e_h}(E,e_h)}{S} \gtrless 0$$

Positiv sammenheng

$\frac{\delta e_h}{\delta \alpha}$

$$[P_h f_{e_h,e_h}(e_h,X) + P_A A_{e_A,e_A}(e_A)(1-\gamma X) + (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\theta_{e_h,e_h}(E,e_h)]\,\delta e_h$$

$$-P_y y\theta_{e_h}(E,e_h)\delta\alpha$$

$$\frac{\delta e_h}{\delta \alpha} = \frac{P_y y\theta_{e_h}(E,e_h)}{S} < 0$$

Negativ sammenheng

$\frac{\delta e_h}{\delta \beta}$

$$[P_h f_{e_h,e_h}(e_h,X) + P_A A_{e_A,e_A}(e_A)(1-\gamma X) + (\alpha P_y y + \beta W(X) + F)\theta_{e_h,e_h}(E,e_h)]\,\delta e_h$$

$$-W(X)\theta e_h(E,e_h)\delta\beta$$

$$\frac{\delta e_h}{\delta \beta} = \frac{W(X)\theta e_h(E,e_h)}{S} < 0$$

Negativ sammenheng

A.6 Appendix

Ser på krysseffekttene til lokalbefolkningens maksimeringsproblem ved overføringer med fare for tilbaketrekning. Bruker fortsatt argumentasjonen fra Skonhoft og Solstad (1998) side 28-30 for å finne fortegnene. Tar utgangspunkt i ligning (36) Fortsatt gjelder

$$h_X = f_{e_h} e_{h_X} + f_X > 0$$

$$h_E = f_{e_h} e_{h_E} < 0$$

$$h_{X,E} = f_{e_h,X} e_{h_E} = 0$$

og resten av resultatene fra appendix II. Ser her på krysseffektene av α og β.

Krysseffekten av α:

$$h_{X,\alpha} = f_{e_h,e_h} e_{h_\alpha} e_{h_X} + f_{e_h} e_{h_{X,\alpha}} + f_{X,e_h} e_{h_\alpha}$$

Anntar fortsatt at vi har Schafer høstningsbetingelser og dermed er $f_{e_h,e_h} = 0$. Anntar vidre at $e_{h_\alpha} \approx 0$ og gitt fra teksten at $f_{X,e_h} > 0$. Har fra avsnitt 5.3.2 at $e_{h_\alpha} < 0$ og dermed blir $h_{X,\alpha} < 0$

$$h_{E,\alpha} = f_{e_h e_h} e_{h_\alpha} e_{h_E} + f_{e_h} e_{h_{E,\alpha}}$$

Anntar både Schafer høstningsbetingelser og at $e_{h_{E,\alpha}} \approx 0$ Står vi igjen med $h_{E,\alpha} = 0$.

Krysseffekten av β

$$h_{X,\beta} = f_{e_h,e_h} e_{h_\beta} e_{h_X} + f_{e_h} e_{h_{X,\beta}} + f_{X,e_h} e_{h_\beta}$$

Bruker samme argumentasjon som tidlihere og har fra avsnitt (36) at $e_{h_\beta} < 0$ og ddermed er $h_{X,\beta} < 0$

$$h_{E,\beta} = f_{e_h e_h} e_{h_\beta} e_{h_E} + f_{e_h} e_{h_{E,\beta}}$$

Anntar også her samme argumentasjon som tidligere og anntar $e_{h_{E,\beta}} \approx 0$. Står dermed igjen med $h_{E,\beta} = 0$.

A.7 Appendix

Bruker annenderiverttesten for funksjoner av to variabler for å finne ut om vi fortsatt er i et lokalt maksimumspunkt. Setter $A = \Pi_{X,X}$, $B = \Pi_{X,E}$ og $C = \Pi_{E,E}$. Har at dersom $A < 0$ og $AC - B^2 > 0$ er vi i et lokalt maksimumspunkt.

$$\begin{aligned}
A = \Pi_{X,X} &= (1-\alpha)P_y F_{X,X}(X)(1-\theta(E,e_h)) - (1-\alpha)h^*_{X,X}(1-\theta(E,e_h)) \\
&+ (1-\beta)W_{X,X}(X)(1-\theta(E,e_h)) + P_y F_{X,X}(X)\theta(E,e_h) \\
&- P_y h^*_X \theta(E,e_h) + W_X(X)\theta(E,e_h) < 0
\end{aligned}$$

$$
\begin{aligned}
B = &-(1-\alpha)P_y F_X(X)\theta_E(E,e_h) - (1-\alpha)h^*_{X,E}(1-\theta(E,e_h) \\
&+ (1-\alpha)h^*_X\theta_E(E,e_h) - (1-\beta)W_X(X)\theta_E(E,e_h) + P_y F_X\theta_E(E,e_h) \\
&- P_y h^*_{X,E}\theta(E,e_h) - P_y h^*_X\theta_E(E,e_h) + W_X\theta_E(E,e_h)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
C = &-\left\{(1-\alpha)P_y\left[F(X)-h^*\right] + (1-\beta)W(X)\right\}\theta_{E,E}(E,e_h) \\
&- (1-\alpha)P_y h^*_{E,E}(1-\theta(E,e_h) + \left\{P_y\left[F(X)-h^*\right] + W(X)\right\}\theta_{E,E}(E,e_h) \\
&- P_y h^*_{E,E}\theta(E,e_h) < 0
\end{aligned}
$$

AC vil vær positiv siden begge er negativ, fortegne til B er usikkert, men antar at de direkte effektene er større en de inndirekte effektene slik at $AC - B^2 > 0$ holder. Vi er dermed i et maksimumspunkt.