

Arbeidsnotat nr. 10/12

Måling av produktivitet i Kystvakten

av

Christian Andersen

SNF-prosjekt nr. 2351
Konsulenttjenester fra SNF

Prosjektet er finansiert av Forsvarets forskningsinstitutt

SAMFUNNS- OG NÆRINGSLIVSFORSKNING AS
BERGEN, MARS 2012
ISSN 1503-2140

© Materialet er vernet etter åndsverkloven. Uten uttrykkelig samtykke er eksemplarframstilling som utskrift og annen kopiering bare tillatt når det er hjemlet i lov (kopiering til privat bruk, sitat o.l.) eller avtale med Kopinar (www.kopinar.no)
Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatnings- og straffansvar.

Måling av produktivitet i Kystvakten

Christian Andersen*

Samfunns- og næringslivsforskning AS (SNF)

March 6, 2012

Abstract

Dette arbeidsnotat er en del av dokumentasjonen for prosjektet *Realkostnadsvekst i offentlig sektor*. Formålet med dette prosjektet har vært å analysere den langsiktige kostnadsutviklingen innen Forsvaret, men prosjektet er bevisst lagt opp med et bredere perspektiv rettet mot offentlig sektor, fordi de økonomiske problemstillinger ikke nødvendigvis er spesifikke for Forsvaret. Realkostnadsvekst må ses som forholdet mellom kostnadsutviklingen og utviklingen i produsert mengde. Det knytter seg imidlertid problemer til definisjon og måling av produksjon innen forsvarssektoren og offentlig sektor generelt. Dette notatet tar utgangspunkt i et begrenset datasett for aktiviteter og kostnader for Kystvakten for årene 2003-2008, og diskuterer muligheten for å definere produksjon og å utvikle produktivitetsmål. Definisjonen av produksjon i Kystvakten tar utgangspunkt i de strategiske målene for Kystvakten, som er å bidra til å opprettholde en bærekraftig ressursforvaltning ved å sikre overholdelse av de reguleringer av fiske som er gjennomført. Det utvikles en teoretisk modell for sammenhengen mellom fiskernes insitammenter til overholdelse av regler og Kystvaktens aktiviteter i form av kontroll og tilstedeværelse på fiskefeltene. Modellen gir innsikt i det kompliserte forholdet mellom kontrollaktiviteter, rammebetingelser for fiskeriene og overholdelse av regler. En sentral komplikasjon knytter seg til at antall *observerte* regelbrudd både påvirkes av atferden til fiskerne og effektiviteten til Kystvakten. Det knytter seg derfor identifikasjonsproblemer til estimering av Kystvaktens produktivitet, forstått som evnen til å redusere fiskernes deltakelse i uregelmessigheter i forhold til gjeldende regelverk. Notatet drøfter estimeringsmetodikk som er hensiktsmessig i forhold til disse problemstillingene. Datagrunnlaget er imidlertid for begrenset til at det kan gjennomføres analyser med signifikante resultater.

Notatet diskuterer også hvordan ulike indekser kan brukes til å beskrive forholdet mellom aktiviteter og kostnader. I en situasjon med flere innsatsfaktorer og aktiviteter må indekser baseres en sammenvæining av de ulike aktivitetene. Det samme gjelder for kostnadene for ulike innsatsfaktorer. I sektorer hvor det ikke finnes markedsbaserte priser, vil kostnadsvekter ofte bli brukt som tilnærming. I diskusjonen av indeksmetodikken vises det at mer arbeid må legges i å etablere kostnadsbaserte vekter for aktivitetsmålene. Datagrunnlaget må også kompletteres. Kostnadstallene for de enkelte årene inkluderer personellkostnad og andre innsatsfaktorer som for eksempel bunkers.

*Kåre P. Hagen, SNF, har revidert og ferdigstilt et tidligere uferdig utkast til dette arbeidsnotatet.

Kapitalkostnader inngår ikke. Antall skip og typen av skip som er involvert i aktivitetene de enkelte årene varierer imidlertid, så denne kostnadskategorien må inkluderes.

Notatet diskuterer metodikk for å måle og verdsette verdien av tjenester fra kapitalutstyr. Notatet kommer ikke frem til konkrete mål på produktivitet i Kystvakten. Diskusjonen bidrar imidlertid til å avklare behovet for data og relevant metodikk for estimering. Problemstillingene for Kystvakten og Forsvaret blir analysert innen rammer gitt ved generell økonomisk teori og et bredere offentlig sektor perspektiv. Dette bidrar til å få frem relevante metoder og problemstillinger.

Contents

1 Innledning: Produksjon og produktivitet i forsvaret	3
2 Nærmere om Kystvaktens organisering og aktivitet	8
2.1 Struktur	8
2.2 Mål og strategi	9
2.3 Innsatsfaktorer, aktivitet og resultater	10
3 Datagrunnlaget for Ytre Kystvakt Nord	11
3.1 Aktivitetsmål	11
3.2 Rammebetingelser for kontrollarbeidet	14
3.3 Kostnader	16
4 Metoder og analysenivå	19
4.1 Indeksberegninger og andre metoder	19
5 En teoretisk modell for produktivitet i Kystvakten	22
5.1 Den teoretiske litteraturen om kriminalitet	22
5.2 Sammenhengen mellom Kystvaktens aktivitet og observerte uregelmessigheter	23
6 Grunnlag for empirisk analyse	28
6.1 Implikasjoner av den teoretiske analysen	28
6.2 Estimering av oppdagelsesrisiko som funksjon av KVs innsats	29
6.2.1 Avsluttende kommentarer	29
7 Litteratur	30
8 Vedlegg: Effektivitetsmåling basert på en produksjonsfront	31
8.1 Innledning	31
8.2 Stokastisk produksjonsfront	33

1 Innledning: Produksjon og produktivitet i forsvaret

Formålet med dette notat er diskutere grunnlaget for produktivetsanalyser for Kystvakten. Utgangspunktet er et mer generelt spørsmål om kostnadsutvikling i forsvaret, men Kystvakten er valgt ut som eksempel for å prøve ut ulike metodiske problemstillinger på en enhet som kan avgrenses fra øvrige deler av forsvaret både med hensyn til innsatsfaktorer og formål. Analyser av forsvarets aktiviteter og økonomi blir gjerne gjennomført av institusjoner og forskere med spesiellkompetanse innen dette området. Dette er hensiktsmessig i og med at forsvaret er en spesialisert del av offentlig sektor. Det kan imidlertid også argumenteres for at hovedproblemene ved analyser av kostnadsutvikling og produktivitet forsvaret har sammenheng med generelle metodiske problemstillinger i offentlig sektor, blant annet knyttet til definisjon og operasjonalisering av produksjon av offentlige goder i økonomisk forstand.

Denne innledningen omtaler kort enkelte problemstillinger, før oppmerksomheten rettes mot Kystvakten.

Når det gjelder det norske forsvaret har diskusjonen av kostnadsutvikling og produktivitet vært knyttet til begrepet realkostnadsvekst. I FFIs terminologi er realkostnadsvekst identisk med enhetskostnadsvekst. Det skjelnes mellom driftskostnadsvekst (EKV-D) og kostnadsvekst for investeringer (EKV-I). EKV-D beskriver veksten i driftskostnader per enhet utover inflasjon målt ved KPI fra ett år til et annet. EKV-I beskriver på tilsvarende måte veksten i anskaffelseskostnader. For personell er enheten en fulltidsansatt person, og for materiell for eksempel en fregatt (FFI 2006, p. 7). Denne definisjonen fokuserer på innsatsfaktorene. En annen mulighet er å definere realkostnadsvekst som en økning i reelle termer i kostnadene ved å produsere en gitt mengde av tjenester eller produkter. Her er fokus på produksjonen og definisjon av produktet. Denne problemstillingen tas også opp i FFIs diskusjon når det vises til at det er naturlig å skjelne mellom ulike grader av kompetanse, kvalitet eller kapasitet for innsatsfaktorene. FFI (2007, p. 10) viser til at bedre teknologi og bedre opplæring og øving kan gjøre de enkelte enhetene mer effektive. I tillegg nevnes det at tilpasningen av innsatsfaktorer til det ulike oppgavene som skal løses, vil ha betydning for forsvarsevnen.

I den internasjonale litteraturen drøftes tilsvarende problemstillinger om kostnadsvekst og enhetspriser under begrepet *defence inflation*. Et eksempel er Alexander & Garden (2001), som diskuterer utviklingen i forsvarsevnen i UK og Europa. De argumenterer for at forsvarsevnen er redusert fordi det har vært nødvendig å redusere mannskap og utstyr. Dette skyldes i følge forfatterne at prisutviklingen innen forsvarssektoren er høyere enn utviklingen i forsvarsbudsjettet. Noen artikler fokuserer på årsaker til at prisutviklingen for forsvarsprodukter er høyere enn pristutviklingen i samfunnet ellers (Wolf 1993, Kirkpatrick 2008, Solomon et al. 2008, Solomon 2003). Her henvises blant annet til spesialiserte innsatsfaktorer, spesielle arbeidsvilkår for ansatte, og markeder med få tilbydere og etterspørere. Noen, men ikke alle, artikler som diskuterer defence inflation, tar opp forholdet mellom kvalitetsutvikling og kostnadsutvikling. Wolf (1993) nevner problemstillingen men diskuterer den ikke nærmere. Solomon (2003) nevner at kvalitetsendringer blir tatt hensyn til i noen analyser, ved at kostnaden ved å frembringe kvalitetsendringen ikke anses for å være en prisøkning for produktet. Kirkpatrick (2008) argumenterer for at produktivitetsutviklingen i produksjonen av forsvarsmateriell vil være lavere enn det som gjelder for sivil produksjon på grunn av kontraktsforholdene i markedet for denne typen produkter. Når det gjelder kapasiteten eller yteevnen til nye generasjoner av forsvarsutstyr, argumenterer Kirkpatrick for at det ikke skal tas hensyn til i og med at en tilsvarende utvikling kan forventes hos eventuelle motstandere. Når det gjelder sistnevnte argument, er det tale om en sammenblanding av to problemstillinger. Det ene gjelder utviklingen i kvalitet, kapasitet eller yteevne for ulike typer forsvarsmateriell. Den andre gjelder behovet for materiell for å opprettholde en gitt grad av sikkerhet. Den siste problemstillingen avhenger av den internasjonale politiske utviklingen og utviklingen i styrke hos mulige motstandere i en konflikt. Spørsmålet om nivå må imidlertid skilles fra utviklingen i yteevne for materiell.

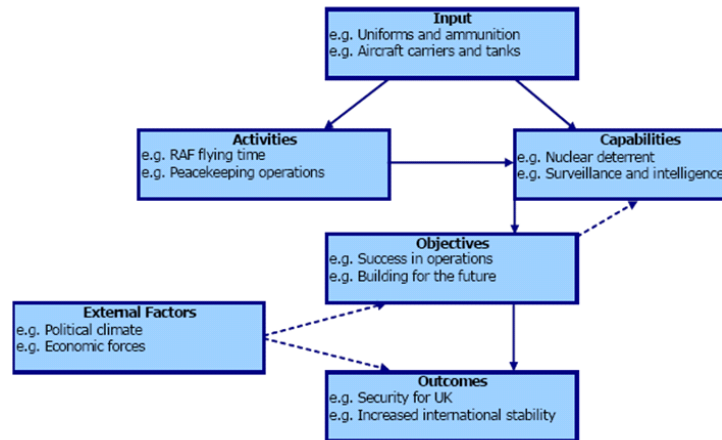
I analyser av realkostnadsvekst og konsekvenser for forsvarsevnen kommer man til stadighet tilbake til noen grunnleggende problemstillinger. Det er problemer knyttet til sammenligning av kostnader over tid. For det første kan nye produkter ha bedre kvalitet og ytelse enn de som har vært brukt tidligere, så kostnadsøkningene kan helt eller delvis motsvares av økt

kapasitet. For det andre endres målsetningene for forsvaret over tid, så det er vanskelig å vite om økte kostnader motsvares av mer krevende oppgaver. Disse problemstillingene vil bli diskutert nærmere i det som følger. Håndtering av kvalitetsutvikling for ulike typer utstyr er ikke bare en problemstilling for forsvaret. Det eksisterer en egen litteratur om prisindekser og justering for kvalitet og nye produkter. På midten av 90-tallet ble det i USA nedsatt en kommisjon med flere fremtredende økonomer, ledet av M. Boskin. Formålet var å vurdere utviklingen i konsumprisindeksen i USA med vekt på betydningen av nye produkter og kvalitetsøkning i eksisterende. Kommisjonens sluttrapport konkluderte med at beregningene som ble lagt til grunn av Bureau of Labor Statistics overvurderte den årlige prisøkningen med 1,1 prosentpoeng. Av dette kom 0,5 prosentpoeng fra varesubstitusjon og endring i detalhandelsmønsteret med skift mot lavpriskjeder. De resterende 0,6 prosentpoeng kom fra nye produkter og økning i kvalitet, som ikke ble fanget opp i indeksen. Boskin et al. (1998) oppsummerer resultatene og debatten som fulgte utredningen. Hausman (1999) argumenterer for en approksimativ metodikk for å anslå betydningen av bedret kvalitet og nye produkter har for nyttenivået med utgangspunkt i en estimering av etterspørselskurven.

En modell som forklarer pris på en vare ved hjelp av dens egenskaper, kalles en hedonisk prismodell (Nesheim, 2006). I en hedonisk prismodell for eksempelvis biler karakteriseres en gitt biltype ved et knippe av egenskaper som vekt, motorstørrelse, hastighet eller lignende. I prinsippet er man interessert i å forklare prisen ut fra egenskaper som etterspørres av konsumentene (inngår i deres nyttefunksjon), men som hovedregel må man anvende fysiske og målbare kjennetegn som en tilnærming. Med utgangspunkt i observerte markedspriser og egenskaper for biler kan man finne priskoeffisienter for de ulike egenskapene. Koeffisientene gir mulighet for å estimere en pris på nye biler som introduseres i markedet. Denne estimerte prisen benyttes som den hypotetiske prisen før introduksjon i markedet, og et avvik i forhold til den observerte prisen kan da tolkes som en prisendring korrigert for kvalitetsegenskapene ved bilen. Henriksen (2006) analyserer nye biler i konsumprisindeksen i Norge, og viser at en indeks basert på hedoniske beregninger gir en lavere indeks for konsumprisen enn dagens metodikk. Zhang (2006) gir en grundigere metodisk diskusjon, og kritiserer blant annet antagelsene i de hedoniske metodene om at ulike varer kan splittes opp i et sett med egenskaper. Et eksempel på en analyse av kampfly med bruk av hedoniske prismodeller finnes i Stelley (2007). Her måles prisutvikling for ulike flytyper over tid i forhold til de enkelte flyenes egenskaper langs et fast sett med dimensjoner. Dette gir en implisitt verdi av større kapasitet langs de ulike dimensjonene. De forventede kostnadene for en konkret ny flytype vurderes ut fra denne modellen som gunstige sett i forhold til flyets yteevne. Ziemer og Kelly (1993) beskriver en metode for kvalitetsjustering som refereres til som *performance/cost-of-production* metodikk. Her analyseres utviklingen for en gitt type utstyr langs prisbestemmende karakteristika. Hvis det er tale om en konkret endring av utstyret som øker evnen til å oppnå utstyrets formål, anses det som en kvalitetsendring. Kostnadene ved å gjennomføre denne endringen vil da bli trukket fra i prisendringen for produktet.

Måling av produksjon i offentlig sektor generellt har vært ansett som vanskelig. Dette gjelder spesielt for offentlige goder (som bl.a. inkluderer ulike former for sikkerhet). Når det gjelder offentlig produksjon av private goder kan problemene være mindre, men for verdsettingen kan det uansett være et problem at tjenestene ikke omsettes i et marked. Med dette utgangspunkt har det internasjonalt vært igangsatt arbeid for å få til en bedre måling og verdsetting av offentlig produksjon. I England ble arbeidet ledet av den kjente økonomen

Relationship between inputs, output and outcomes



Anthony Atkinson, og hovedrapporten fra dette prosjektet har derfor fått navnet Atkinson review. Den fulle tittel på rapporten er Measurement of government output and productivity for the national accounts. Rapporten diskuterer generelle prinsipper for måling av offentlig produksjon, og diskuterer spesifikke problemstillinger for ulike sektorer. Dette gjelder også offentlig sikkerhet (politi, domstoler etc), men ikke forsvar. Atkinson (2005, kap 6) anbefaler bruk av kostnadsbaserte vekter i situasjoner hvor det ikke eksisterer markedspriser for produksjonen fra offentlig sektor. Bruk av kostnadsbaserte vekter var også anbefalingen fra Eurostat (2001, avsnitt 3.1.2) i en diskusjon av produksjon fra offentlig sektor. Arbeidet med Atkinson rapporten ble fulgt opp av etablering av UK Center for Measurement of Government Activity (UKCeMGA). Dette senteret har utarbeidet flere rapporter om ulike sektorer, blant annet forsvarssektoren, som vil bli referert til i et senere avsnitt. I norsk sammenheng er problemstillingene fra Atkinson rapporten fulgt opp innen arbeidet med StatRes i SSB. Det har imidlertid ikke her i landet vært gjennomført spesialanalyser av forsvarssektoren. UKCeMGA (2008) inneholder en interessant diskusjon om forsvarssektoren i England basert på begreper som innsatsfaktorer, aktiviteter og handlingsmuligheter eller kapasitet. Figuren under er hentet fra denne publikasjonen, og gir et eksempel på de ulike indikatorbegreper.

Innsatsfaktorer er arbeidskraft, bygg og anlegg og annet kapitalutstyr, og videre varer og tjenester. I England har det vært et problem at kapitalutstyr som er beregnet for kamp, er blitt regnet som vareinnsats (UKCeMGA 2008).

Selv om man utvikler alternative mål for produksjon, er det viktig med gode indikatorer for bruken av innsatsfaktorer. En detaljert beskrivelse av innsatsfaktorene er nødvendig for å kunne forstå kostnadsutviklingen. Det skjelles i nasjonalregnskapssammenheng mellom direkte mål, som er basert på telling - for eksempel av personell med ulike egenskaper, og indirekte mål som basert på deflatering av de samlede utgiftene med en prisindeks. Hvis både telling og indeks tar hensyn til sammensetningen av innsatsfaktorene, skal i prinsippet resultatet bli det samme. I det følgende blir det tatt utgangspunkt i telling av fysiske enheter. Det er nødvendig å skjelle mellom kostnadsendringer for en gitt innsatsfaktorer med faste egenskaper, og kostnadsendring som følge av endret sammensetning av innsatsfaktorene. Det siste kan for eksempel skyldes ansiennitet eller kompetanseendring for personell. UKCeMGA

(2009) inneholder en diskusjon av måleproblemer knyttet til arbeidskraft, hvor blant annet kvalitet tas opp som tema.

Med aktiviteter menes de handlinger som gjennomføres med de innsatsfaktorer som er til rådighet. Dette kan både gjelde treningsaktiviteter og militære operasjoner. En detaljert beskrivelse av aktiviteter vil være et viktig og nødvendig utgangspunkt for å forstå kostnadsutviklingen i forsvaret. Dette skyldes at kostnaden knyttet til ulike innsatsfaktorer er avhengig av aktivitetenes omfang og karakter. Avlønningen av personell kan være avhengig av øvelser under ulike forhold. Slitasje på materiell og kapitalutstyr kan avhenge av bruk, og forbruket av varer og tjenester er avhengig av aktivitetsnivået. Dette betyr at variasjon i kostnader for innsatsfaktorer samlet vil avhenge av aktivitetsnivå og typer aktivitet. Noen aktiviteter i forsvaret er direkte knyttet til målsettingene. Dette gjelder for eksempel aktive operasjoner i utlandet eller konkrete avskjæringsoppdrag i Nord. Hovedparten av aktivitetene er imidlertid knyttet til opparbeidelse og vedlikehold av kompetanse. Det er konkrete målsettinger om antall soldater som skal utdannes hvert år, og det er i prinsippet mulig å måle hvor mange som kommer igjennom med den forutsatte kompetansen. Det er i norsk sammenheng gjennomført analyser av antall treningsdager, antall flytimer i luften, antall dager til sjøs for skip og andre slike mål som har vært brukt som indikator for produksjonen i forsvaret. Når det gjelder aktivitet som ikke er knyttet til operasjoner, må størstedelen ses som oppbygning av kompetanse eller handlingsevne. Dette har betydning for den kompetansen og kvalitet man kan trekke på, men er ikke et mål i seg selv. Trening og opplæring fremstår i høyere grad som en innsatsfaktor enn et produkt.

Begrepet handlingsevner en oversettelse av det engelske capability. Det kan dekke over enkelthandlinger, men også evnen til å gjennomføre komplekse og sammensatte operasjoner.

For en gitt målsetning, for eksempel håndhevelse av norsk suverenitet i nordområdene, vil det være mulig å formulere et hierarki av handlinger som må kunne gjennomføres. Et tenkt eksempel kan være

- Overvåkning av aktivitet i kyst- og havområder
- Avskjæring av utenlandsk aktivitet i luften eller til sjøs
- Sette inn tiltak mot angrep eller mot anslag fra statlige eller ikke statlige aktører

Overvåkningsaktiviteten kan ses som en rutinemessig aktivitet som må gjennomføres kontinuerlig. Avskjæring er et svar på fremmed aktivitet, og vil som sådan bare forekomme når det er behov for det. Evnen til å sette inn tiltak mot angrep eller anslag skal her oppfattes som førstelinjesvar i tilfelle uventede hendelser. Dette vil være en aktivitet som ikke aktualiseres ofte, men som man må ha evne og mulighet til å gjennomføre.

UKCeMGA (2008) fremhever handlingsevne eller capabilities som det beste mål på produksjon i forsvarssektoren. Med utgangspunkt i analyser for det engelske forsvarsdepartementet (MoD) presenteres en liste over "key capabilities". Diskusjonen av disse handlingsevner følges opp med en konkretisering av hvilke faktorer som avgjør hvilket nivå man har under de ulike punktene. Denne konkretisering er en opplistning av de materielle innsatsfaktorer, som inngår under hvert område.

Det vises til at det kan være to mål for kapasiteten under de forskjellige punktene

- Kvalitetsjustert mål på utstyr
- Kvalitetsjustert mål på mannskap

I tillegg fremheves betydningen av tilgjengelighet (readiness) som en egen kvalitet, som har betydning for produktiviteten av det moderne utstyr.

Diskusjonen i UKMCEGA (2008) er interessant, og den foreløpige konklusjonen er at handlingsevne er det beste målet for produksjon i forsvaret. Tellis et al (2002) beskriver et rammeverk for å analysere og måle nasjonal eller militær styrke for ulike land. Rammeverket de bruker er basert på to nivåer. På det overordnede nivå tar de for seg nasjonale ressurser i form av teknologi, human kapital, finansielle ressurser med mer og et lands evne til å organisere og utnytte de tilgjengelige ressurser. På et gitt tidspunkt vil dette gi seg utslag i et sett av strategiske ressurser som er forutsetningen for militær styrke. Den faktiske militære styrke og muligheten for å utnytte disse ressursene med suksess (combat proficiency) vil imidlertid avhenge av evnen til å utnytte og kombinere disse ressursene. Dette omtales som integrative capability. Innen de ulike våpengrenene skjelnes det i diskusjonen mellom handlinger og aktiviteter på stadig mer kompleks nivå (og med ulik grad av integrering mellom ulike våpengrenene). På hvert kompleksitetsnivå skjelnes det mellom nødvendige ressurser og de integrerende kompetanser som er nødvendig. Det er ikke grunnlag for å gå i detaljer med hensyn til denne analysen, men det er et eksempel på en presisering og operasjonalisering av begrepet handlingsevne som kan være nyttig. Solomon (2008) er et eksempel på en numerisk modell for handlingsevne som er basert på kostnadseffektivitetsanalyse. Innenfor modellen sammenlignes kostnadene ved ulike konfigurasjoner av forsvaret som kan løse et gitt forsvarsbehov.

2 Nærmere om Kystvaktens organisering og aktivitet

2.1 Struktur

Det vil i dette og de neste avsnittene bli gitt en kort presentasjon av kystvaktens oppgaver og virkemidler. Heretter vil ulike mulige nivå for en produktivitetsanalyse bli presentert. Denne diskusjonen vil bli sett i forhold til tilgjengelige data for KV Nord. Kystvakten fungerer som statens myndighetshåndhever på sjøen. Hovedoppgavene fordeler seg på fiskerioppsyn, tolloppsyn, miljøoppsyn og redningsoppgaver. Fiskerioppsynet er den viktigste oppgaven, og den som tar 70 % av kystvaktens ressurser. Hovedoppgaven er her kontroll av den norske og utenlandske havgående fiskeflåten. Dette gjelder for eksempel kontroll av fiske i stengte områder, ulovlig utenlandsk fiske i grenseområdene og kontroll med at fangst rapporteres fra det område hvor den faktisk er tatt. Kontrollen gjennomføres i høy grad i form av inspeksjoner av norske og utenlandske båter.

Kystvaktens ledelse ligger i Oslo. Kystvaktens operative del er organisert i to skvadroner, KV Sør og KV Nord. KV Sør har hovedkvarter på Håkonsvern og ansvar for Nordsjøen, Skagerrak og indre farvann sør for 65 grader nord. KV nord har hovedkvarter i Sortland og ansvar for Norskehavet og Barentshavet og indre farvann nord for 65 grader nord.

Kystvakten disponerer seks Lynx-helikoptre fra forsvarets 337 skvadron basert på Bardufoss. Disse benyttes hovedsakelig om bord på båter av KV Nordkapp klassen i Barentshavet. Kystvakten benytter også Orion overvåkningsfly fra forsvarets 333 skvadron på Andøya flystasjon. Disse et viktig ledd i den generelle daglige overvåkingen.

Kystvakten disponerer per i dag 14 fartøy, hvor av 9 disponeres av KV Nord og 5 av KV Sør. Båtene er av ulike typer

Nordkapp klassen er større fartøy med helikopterdekk og forsterkninger tilpasset arktiske

strøk. De opererer i hovedsak i Barentshavet. Tre båter inngår

- KV Nordkapp, KV Senja, KV Andenes

Nornen klassen er spesialbygd for den indre kystvakt. Det inngår fem båter

- KV Nornen, KV Farm, KV Heimdal, KV Njord, KV Tor

Barentshav klassen er utviklet for tjeneste i nord og skal supplere slepebåtkapasiteten.

Det er lagt vekt på økonomisk drift. Tre båter inngår

- KV Sortland, KV Bergen, KV Barentshav

KV Ålesund er spesialbygd for oljeoperasjoner. KV Harstad har kapasitet for slep og oljevern. Det opererer hovedsakelig i nord. KV Svalbard er et nyere og stort skip bygd for aktivitet i is.

2.2 Mål og strategi

Kystvaktens mål er å bidra til en rasjonell ressursutnyttelse i fiskeriene, og arbeidet er i høy grad knyttet til ressurskontroll av fiskeriene. Det er fiskeridirektøren som leder ressurskontrollen i Norge, etter overordnede mål gitt av Fiskeri- og kystdepartementet. Fiskeridirektoratet og Kystvakten skal ha fokus på å effektivisere ressurskontrollen. Det legges vekt på kontroll basert på økt tilstedeværelse, og på effektive omsetningskontroller.

Når det gjelder ressurskontrollen, har Fiskeridirektøren gitt 7 overordnede delmål:

1. Sikre etterlevelse av årlige kvotereguleringer (nasjonalt og internasjonalt)
2. Sikre etterlevelse av deltakerreguleringer
3. Sikre etterlevelse av tekniske reguleringer

4.-7. delmål knytter seg til oppgave- og veieplikt, samarbeidsavtaler, kvalitet i ressurskontrollen og bidrag til kvotereguleringer.

Det er spesielt de tre første delmålene som påvirker Kystvaktens operative tjeneste. Prioriteringene for den operative delen av Fiskeridirektoratet og Kystvakten utledes i Nasjonal strategisk risikovurdering, som er en årlig publikasjon fra Fiskeridirektøren. Her utledes prioriterte områder med utgangspunkt i risikoanalyser, det vil si sannsynligheter og konsekvenser kombineres for å identifisere de områder som skal prioriteres. Konsekvens defineres som følgene et regelbrudd får for både fiskebestand og samfunnet for øvrig. Tre parametre brukes i vurderingen: Fiskeartenes sårbarhet med hensyn til bestand, artens økonomiske betydning og fiskeriets regionale betydning. For 2008 var følgende tema prioritert i Fiskeridirektoratets strategiarbeid

- Russisk overfiske i Barentshavet
- Utkast og slipping
- Svarte landinger og svart omsetning
- Bifangst i trålfiske etter øyepål og kolmule

Spesielt de to øverste punktene er relevant for KV skvadron Nord. Blant tiltak mot russisk overfiske nevnes kontroll av russiske fartøyers fiske basert på lisenser, fangstdagbok og konnossementer. Når det gjelder utkast og slipping nevnes tilstedeværelse og stenging av fiskefelt med for stor innblanding av fisk med minstemål eller av bifangst.

Det understrekes at ressurskontrollen skal ha en allmennpreventiv virkning. Kontrollhandlinger som gjennomføres skal være i overensstemmelse med den nasjonale risikovurderingen. Hver enhet som inngår skal kunne dokumentere sin aktivitet i en risikoanalyse. I løpet av 2008 er det blitt etablert en inspeksjonsdatabase hos Kystvakten og i Fiskeridirektoratet, som skal gjøre det lettere å vurdere effekten og behovet for tiltak.

Det må ut fra diskusjonen over konkluderes at risiko for regelbrudd og konsekvensen av regelbrudd er de sentrale variablene for fiskerikontrollen. Det følger da at de operative delene av Fiskeridirektoratet og Kystverket må påvirke denne sannsynligheten og skadeomfanget ved ulovlig fiske.

2.3 Innsatsfaktorer, aktivitet og resultater

Tabellen under viser en oppstilling av ulike dimensjoner som aktiviteten i Kystvakten kan måles etter. Oppstillingen følger standard begrepsbruk innen evaluering av tiltak eller institusjon. Det tas utgangspunkt i et sett med innsatsfaktorer som gir grunnlag for et sett med aktiviteter. Disse aktivitetene må være rettet mot å oppnå et veldefinert mål. I hvilken grad et sett med aktiviteter bidrar til å oppnå et gitt mål vil som hovedregel avhenge av et sett med rammebetingelser det er nødvendig å kontrollere for. Endelig er det mål på resultatoppnåelsen for aktiviteten. Det er ikke gitt at man alltid kan gjennomføre evalueringer basert på klare mål på resultatoppnåelsen. Dette kan skyldes problemer med å operasjonalisere effektmålene, eller det kan ha å gjøre med tidspunktet for evalueringen, hvis resultater bare viser seg over lang tid. I slike situasjoner gjennomføres det evalueringer på lavere nivå i kjeden.

Første kolonne i tabellen viser hovedgrupper av innsatsfaktorer som Kystvakten har til rådighet og som dekker de vesentligste kostnadene knyttet til tjenesten. Andre kolonne viser ulike aktiviteter som innsatsfaktorene gir grunnlag for. Dette gjelder utseilt distanse, tilstedeværelse på sjøen og antall inspeksjoner som er gjennomført. Aktivitetsmålene kan i seg selv være interessante i forhold til måling av indre effektivitet på skipsnivå eller på skvadronnivå. Indre effektivitet retter seg mot spørsmålet om den aktivitet som er gjennomført, er gjennomført på en kostnadseffektiv måte. Aktivitet knyttet til seiling, tilstedeværelse og inspeksjoner er imidlertid ikke et mål i seg selv. Formålet er å avdekke uregelmessigheter og å bidra til at oppdagelsesrisikoen er så stor, at det ikke forekommer uregelmessigheter i et omfang som kan true den langsiktige forvaltningen av ressursene. Det kortsiktige formål er altså at inspeksjonene har vært slik utformet at de avdekker uregelmessigheter. Andelen inspeksjoner som avdekker uregelmessigheter er slik sett et relevant kortsiktig mål. Dette er indikert i kolonnene 5 og 6 under resultatmål. Når det gjelder de langsiktige resultatmål, bygger de på flere forutsetninger. For det første at muligheten for at regelbrudd blir avslørt har en preventiv effekt, og altå bidrar til at antall overtredelser reduseres. For det andet forutsettes det at de begrensninger og regler for fiske som innføres, faktisk har en påvirkning på ressursituasjonen, slik at en overholdelse av disse regler og begrensninger har en gunstig effekt på ressursituasjonen. Dette er i seg selv et interessant spørsmål, som kan være gjenstand for analyser. Kystvaktens er imidlertid ikke i seg selv ansvarlig for effektiviteten i valg av reguleringer. Kystvakten er ansvarlig for at aktiviteten for å sikre at disse reglene overholdes, gjennomføres på en god måte. Oppmerksomheten må derfor rettes mot reduksjon av overtredelser.

Implementering		Rammebetingelser	
Innsatsfaktorer	Aktivitet	Aktivitetsgrupper	Ressurssituasjonen
Skip	Seiling km	Fiskerioppsyn	Faktorer som påvirker omfang av skader og overtredelser
Fly/helikopter	Døgn på sjøen	Redningsarbeid	
Mannskap	Inspeksjoner	Miljøvern	
Varer/tjenester	Flytimer		

Resultatmål	
Kort sikt	Lang sikt
Avdekkede regelbrudd	Reduksjon av overtredelser
	Bedret ressurs-situasjon

Tabell 1: Begreper fra evalueringslitteraturen brukt på Kystvakten

Kolonnene 3 og 4 viser viktige rammebetingelser som bestemmer hvordan en gitt implementering får innflytelse på resultatmålene for ressurskontrollen. Ressurskontrollen er hovedformålet for fiskerioppsynet. Kystvakten er imidlertid også forpliktet til å bidra til redningsarbeid og miljøvern. Hvis det er stor aktivitet på disse områdene, kan det trekke ressurser fra fiskerioppsynet. Resultatmålene må derfor vurderes i forhold til omfanget av Kystvaktens andre aktiviteter.

I kolonne 5 og 6 er det satt opp både et kortsiktig og et langsiktig mål. Andre benevnelser kunne være brukt. Antallet uregelmessigheter som registreres ved kontrollarbeidet, kan være en relevant indikator for den dyktighet hvormed kontrollarbeidet gjennomføres. Dette er en observerbar variabel. På den andre siden kan antallet uregelmessigheter som observeres, avspeile et høyere nivå på uregelmessighetene. Dette nivået observeres ikke direkte. I avsnitt 4 vil det bli gitt en nærmere diskusjon av dette og implikasjonene det har for måling av produktivitet.

3 Datagrunnlaget for Ytre Kystvakt Nord

3.1 Aktivitetsmål

Det er etablert et datasett for aktiviteter og kostnader i Kystvakten. Dataene gjelder for Skvadron Nord og dekker årene 2003-2008. Dataene inneholder aktivitetstall på aggregert nivå for variablene

- Patruljedøgn med helikopter
- Patruljedøgn uten helikopter
- Utseilt distanse
- Inspeksjoner
- Flytimer

- Andre oppdrag (bare årene 2007-2008)

Flytimer er viktige for å overvåke områder hvor satellittsporing av fiskefartøy ikke er tilgjengelig, som Smutthullet og Smutthavet. Kystvakten har imidlertid ikke full kontroll over flyvninger, og kan bare i begrenset grad rekvirere fly til spesielle oppdrag eller områder. Helikopterstøtte gir mulighet for overraskende inspeksjoner, og skal derfor kunne øke muligheten for å avdekke uregelmessigheter.

I Tabell 2 er de viktigste aktivitetsmålene vist for årene 2003-2008.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Patruljedøgn med helikopter	907	723	594	774	821	1 120
Patruljedøgn uten helikopter	839	1 312	1 310	1 241	869	918
Utseilt distanse (1000 km)	302,9	316,6	270,2	298,9	246,8	261,8
Flytimer		2 205	1 952	1 691	1 404	1 218
Andre oppdrag (døgn)					657	643

Tabell 2: Aktivitetsmål for YKVN 2003-2008.

Som nevnt over, vil antall inspeksjoner som gjennomføres være et viktig aktivitetsmål. Antall reaksjoner i forhold til inspeksjoner har imidlertid en rolle som resultatmål i analysen. Det er i Kystvaktens datagrunnlag tatt med inspeksjoner som er gjennomført av skip innen YKVN. Når det gjelder reaksjoner, er det imidlertid ikke tilsvarende tall tilgjengelig. Reaksjoner har i databasene ikke vært knyttet til enkeltskip eller enheter, men til geografiske områder. For å forstå tallene for inspeksjoner er det derfor nødvendig å se på Figur 1, som gjengir et kart over de viktigste fiskerisoner og aktivitetsområder for Kystvakten. Norsk Økonomisk Sone (NØS) dekker havområder langs hele kysten ut til 200 sjømil. I Kystvaktens statistikker skilles det mellom økonomisk sone nord og sør for 65 grader nord. Norge kontrollerer også fiskerisonen omkring Jan Mayen (JM). Norge har også myndighet til å kontrollere fiskeri i Fiskevernsonen omkring Svalbard (FV). Det er to områder på kartet som er internasjonalt farvann. Det gjelder Smutthavet og Smutthullet. Disse områder forvaltes fiskerimessig av en gruppe land som har inngått en traktat om forvaltningen (NEAFC).

NEAFC (North East Atlantic Fisheries Commission) er et samarbeidsforum for regulering av fisket i de områder som ligger utenfor nasjonal kontroll. Partnerne er Norge, Russland, EU, Danmark (på vegne av Grønland og Færøyene) og Island. Områdene som er mest relevante for Norge og KV er Smutthullet og Smutthavet. Ellers dekker NEAFC traktaten området vest for Irland. NEAFC traktaten er også viktig for havnestatskontrollen.

Tabellen under viser inspeksjoner og reaksjoner for ulike geografiske områder. Antall inspeksjoner for ytre Kystvakt Nord (YKVN) er vist i linje 1. Når det gjelder NØS finnes det to i tabellen. Det er tall for NØS nord for 65 grader nord og for hele NØS. For NØS nord for 65 grader nord er det imidlertid bare data i kildene for årene 2005 og fremover. Verdiene fra 2003 og 2004 er derfor konstruert. Dette er gjort ved å beregne hvor stor andel inspeksjoner i det nordlige NØS området er i forhold til alle inspeksjoner i NØS. Denne prosentatsen er deretter brukt til å beregne verdier for nordlige NØS. Det samme gjelder for reaksjoner. Det fremgår av tabellen at det er et relativt høyt antall reaksjoner i forhold til inspeksjoner i FV-JM-NEAFC. Tallene for de nordlige områdene er summen av NØS nord for 65 grader nord og FV-JM-NEAFC. Det er disse tallene som blir brukt som indikator for



Figure 1: De viktigste fiskeområdene som er omtalt i teksten. Det er ikke full samsvar mellom datagrunnlaget og ansvarsområdet for Ytre KV Nord.

inspeksjoner og reaksjoner for YKVN. Som det fremgår, er summen av inspeksjoner for de nordlige områdene noe høyere enn tallene for inspeksjoner gjennomført av YKVN. Dette kan ha sammenheng med at NØS nord omfatter indre farvann, som ikke dekkes av YKVN.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Antall inspeksjoner Ytre Kystvakt Nord	1 247	1 280	1 291	1 147	896	975
Antall inspeksjoner i NØS nord for 65 gr.n.	1 002	954	976	856	631	704
Antall reaksjoner i NØS nord for 65 gr.n.	121	109	101	101	84	87
Antall inspeksjoner i FV-JM-NEAFC	337	466	465	338	357	365
Antall reaksjoner i FV-JM-NEAFC	159	156	200	142	140	159
Nordlige områder* inspeksjoner	1 339	1 420	1 513	1 194	988	1 068
Nordlige områder* reaksjoner	280	265	301	244	224	248
Nordlige områder* reaksjoner i prosent	21	19	20	20	23	23
NØS inspeksjoner	2 045	1 946	1 841	1 812	1 383	1 409
NØS reaksjoner	313	191	170	169	138	190
NØS reaksjoner i prosent av inspeksjoner	10	10	9	9	10	13

* Tallene for de nordlige områdene er summen av NØS nord for 65 grader nord og FV-JM-NEAC

Tabell 3: Indikatorer for kontrollvirksomhet og reaksjoner. Tall fra Kystvaktens årsmeldinger.

3.2 Rammebetingelser for kontrollarbeidet

Antallet av overtredelser som oppdages med en gitt kontrollaktivitet, vil avhenge av det samlede omfanget av uregelmessigheter. Dette vil på sin side avhenge av forhold som øker insitamentene til uregelmessighet. Dette kan for eksempel være høye priser for ulike ressurstyper eller lave tildelte kvoter som gjør det vanskelig å oppnå tilstrekkelig inntjening for fiskerne. En situasjon med stor innblanding av ung fisk vil øke muligheten for at fiskefartøy får for stor andel av undermåls fisk. Dette øker på sin side risikoen for dumping og utkastelse. Stenging av store områder for fiske vil gi større mulighet for å observere overtredelser i og med at stenging i seg selv tilfører en ny mulighet for overtredelse og også er en indikasjon på at det er stort omfang av undermålsfisk i et gitt havområde.

Inspeksjon er en blant flere kontrolltyper som gjennomføres. Andre kontroller er basert på land, det vi si kontroll ved landing og lossing eller ved salg. Hvis denne typen kontroller avdekker ulovlig fiske, er det et tegn på økt uregelmessig aktivitet, som også skulle kunne vise seg i inspeksjoner til sjøs.

Opplegg for radar og satellittsporing av skip kan ha betydning for kontrollarbeidet. Endringer i omfanget eller kvaliteten av dette kan derfor være en relevant indikator. Det samme gjelder internasjonale avtaler om kontroll. Hvis enkelte land ikke fører tilstrekkelig kontroll med tredje lands leveringer, kan det øke muligheten for at ulovlig fangst blir solgt videre. En indikator for endring i slike avtaler er derfor relevant. Ordningen med havnestatskontroll fra 2007 er viktig i den sammenheng.

Fiskeridepartementet har i en årrekke utarbeidet et årlig notat om russisk overfiske i Barentshavet. Analysene som er gjort, tyder på en jevn reduksjon i overfisket i årene 2003-2008.

Kortsiktig og langsiktig utvikling i priser kan ha betydning for insitamenter til brudd på regler, og kan derfor være en relevant dimensjon i vurderingen av risiko. Fiskeridirektoratet har i 2008 igangsatt arbeid for å systematisere denne typen informasjon. Fiskeridirektoratet utgir årlig statistikk for fangst og verdi for de norske fiskeriene . Når det gjelder nordaustarktisk torsk ble fangsten redusert fra omkring 300 tusen tonn i 1998 til omkring 200 tusen tonn i år 2000. Siden har denne fangsten ligget på dette nivå. Fangsten av nordaustarktisk sei lå i årene 1998-2003 litt under 150 tusen tonn, men er i årene 2004-2008 økt til omkring 170 tusen tonn. Når det gjelder hyse, har det vært en økning i dette området fra litt under 50 tusen tonn i 2000 til omkring 75 tusen tonn i 2008.

Verdien av fangsten har imidlertid variert mer mellom 2000 og 2008 enn kvantum. Det var et kraftig prisfall omkring 2003 for torsk, mens prisen har økt fra 2003 til 2007. For sei og hyse har verdien vært jevnere. Tabellen under viser utviklingen i gjennomsnittspriser 1998-2008.

		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Reelle	Torsk	12,9	15,6	15,6	15,7	14,1	11,7	13,1	14,1	15,6	17,6	16,3
priser	Hyse	11,2	13,4	13,6	13,5	11,2	7,6	7,6	8,9	11,4	11,9	8,7
2008	Sei	6,7	6,1	5,1	5,5	5,2	4,1	4,3	5,1	5,7	5,8	5,6

Kilde: Økonomiske og biologiske nøkkeltall 2008.

Tabell 4: Priser i Norge. Reelle priser beregnet ut fra konsumprisindeksen.

Salgsavgifter er trukket fra, mens produktavgift, strukturavgift og kontrollavgift er inkludert.

For å beskytte ulike økosystemer, sikre biodiversitet og langsiktig avkastning for marine ressurser er det etablert marine beskyttelsesområder. Disse kan være permanente eller midlertidige. I forhold til fiskeriene er det aktuelt med midlertidig stenging av fiske i ulike fiskefelt. Når det gjelder KV Nord er det spesielt reguleringer av fisket i Barentshavet som er interessant. Viktige virkemidler for å bevare bestandene av fisk er forbudet mot utkastelse av fisk og forbud mot fiske med for stor innblanding av unge fisk. Det er et eget program for overvåking av Barentshavet, hvor midlertidig stenging av fiskeområder blir brukt. Relativt store områder kan bli stengt for fiske på dette grunnlag. I løpet av et år kan det forekomme mer enn 60 stenginger, utvidelser eller åpninger av fiskefelter. Ved en stengning skal fiskefartøy umiddelbart forlate området. Antall stengninger har variert betydelig de siste årene. Dette fremgår av Tabell 3. Et stort antall stengninger kan indikere større sannsynlighet for overtredelser.

Muligheten for russisk overfiske utover tildelte kvoter av torsk og hyse har vært tillagt spesiell vekt i Kystvaktens arbeid. Det utarbeides årlige oversikter over rapportert russisk fangst av disse fiskeslagene. Det registreres kvantum fisket og landet fordelt på destinasjonene Norge, 3. land og Russland. Det er imidlertid en del transporter med fiskebåt eller lastebåt hvor fangsten ikke blir registrert, eller hvor tallene registrert virker urealistisk lave. For disse transportene gjennomføres det beregninger basert på gjennomsnitt av registrerte kvanta for sammenlignbare fartøy. Rapportene som er utarbeidet tyder på en stadig reduksjon av russisk overfiske fra 2005 og frem til 2008. Samtidig er en stadig større del av fisket registrert. For 2008 utgjorde dokumentert kvantum 84 % for torsk og 61 % for hyse. Tabell 6 viser tall

for fangst fordelt på norske og utenlandske fiskerier i nordområdene. Det er også gjengitt en indikator for russisk overfiske, basert på Fiskeridirektoratets estimater.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Melding om stengning i Barentshavet			4	5	38	52
Norske fiskere nord for 62 gr (1000 tonn)	210,6	226,1	221,2	216,5	209,5	209,2
Utenlandske fiskere nord for 62 gr (1000 tonn)	97,7	97,7	94,7	111,9	120,1	113,0
Indikator russisk overfiske (1000 tonn)	109,0	79,4	101,3	80,0	40,0	15,0
Reaksjoner i % for landbaserte kontroller	16	11	4	8	10	14
Indikator for havnestatskontroll	0	0	0	0	1	1

Tabell 5: Ulike indikatorer for rammebetingelser for fiskerier og ressurskontroll i nordområdene

Fiskeridirektoratet har en egen enhet for overvåkning av fiskefelt. Aktiviteten gjennomføres dels ved at inspektører er om bord på fiskefartøy, dels ved at Fiskeridirektoratet leier inn fiskefartøy som gjennomfører kontrollfiske. Aktiviteten er konsentrert til området nord for 62 grader nord i hele vernesonen og i norsk økonomisk sone. I 2008 var det mange og hyppige stenginger, med størst økning på torsketrålfeltene i nordområdene, Bjørnøya-Hopen-Vest-Spitsbergen. På fiskeridirektoratets hjemmeside er det en egen seksjon for Overvåkingstjenesten for fiskefelt. Her er det opplysninger om alle vedtak om stengninger og åpning av fiskefelt.

Fiskeridirektoratets tilnærming til ressurskontroll utgjør et samspill mellom ulike virkemidler, med kontroll både på land og til sjøs. På land er det Fiskeridirektoratet og salgslagene som står for den utøvende delen av kontrollen. Tabell 3 viser en indikator for reaksjoner basert på Fiskeridirektoratets landbaserte kontroll. Salgslagene har eneretten til førstehåndsomsetning av fisk, og har ansvar for å registrere all fisk som omsettes i Norge og norske fartøys salg i utlandet. Overvåkning til sjøs kombinerer direktoratets egen overvåkningsaktivitet og Kystvaktens aktivitet. Det gjelder også kontroller i havner, både norske og i tredjeland. Det er internasjonale avtaler om overvåkning som både stiller krav til den norske aktiviteten på området, og som gir Norge tilgang til rapporter fra utenlandske havner. Brud på bestemmelser om fiske og fangst vil ofte være kombinert med brudd på regler innen Toll- og avgiftsetatens område. På samme måte kan det være brudd i forhold til Skatteetatens område.

Dette betyr at Kystvaktens aktivitet og prioriteringer må ses som ledd i et større prosjekt om ressurskontroll. Hva som er optimal ressursbruk og aktivitet vil avhenge av samspillet med andre aktører og utviklingen i fiskeriene som kan variere fra år til år. Hvis aktiviteten og utfordringene i kontrollarbeidet er svingende og varierende fra år til år, er det vanskelig å vurdere aktiviteten i Kystvakten år for år. En vesentlig suksessfaktor for Kystvakten vil være å ha kapasitet til å håndtere aktivitet på ulike områder og med ulik intensitet fra år til år.

3.3 Kostnader

De samlede driftskostnadene for Ytre Kystvakt Nord for årene 2003 til 2008 er vist i tabellen under.

Millioner NOK	2003	2004	2005	2006	2007	2008
KPI indeks	112,8	113,3	115,1	117,7	118,6	123,1
Nominelle kostnader	236 946	314 596	333 384	346 760	335 686	445 708
Reelle kostnader 2008 priser	258 582	341 808	356 555	362 669	348 423	445 708

Tabell 6: Samlede driftskostnader for skip i nominelle priser og 2008 priser

Kostnadene som inngår er kostnader knyttet til drift av skip. For hvert skip som inngår i YKVN i hvert år er ulike driftskostnader registrert. De største enkeltpostene er ulike kategorier av personellkostnader. Bunkerskostnader og ulike varer inngår også. Det varierer for hvert år hvilke skip som inngår i datagrunnlaget. Tabellen under viser hvilke enheter som inngår de enkelte årene, og de nominelle kostnadene som er knyttet til hver enkelt.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Nordkap	47 842	50 523	50 044	51 285	50 471	63 051
Senja	44 908	44 084	10 918	19 660	35 306	69 357
Andenes	32 496	2 636	29	50 784	49 074	49 479
Svalbard	45 688	44 458	58 416	50 761	58 132	77 001
Tromsø	34 151	37 507	37 203	55		
Østvold		25 902	26 573	31 866		
Sjøveien		7 182	376	-32		
Ytre KV		49 798	1 992			
Nordsjøbas		18 125	2 187			
Harstad		538	51 378	51 788	64 958	67 677
Slepebåt		2 198	40 790	23	-1	
Andenes redn.		31 646	53 379	97	17	
Chieftain				60 935	51 070	90 030
Ståbas				29 480	26 657	28 757
Barentshav						356
Annet	31 861			47		
SUM	236 946	314 596	33 287	346 747	335 684	445 708

Tabell 7: Samlede nominelle kostnader fordelt på enkelte skip eller enheter 2003-2008

Innen et enkelt år er det ikke alltid de samme kostnadsdimensjonene som inngår for hvert skip. Det varierer også mellom de ulike år hvilke kostnadsdimensjoner som inngår. Det er ikke klart om dette skyldes at kostnadselementer rubriseres under ulike dimensjoner de forskjellige årene, eller det er forskjell i dekning av ulike poster mellom de enkelte årene. Kostnader for fly inngår i datagrunnlaget for 2003, men ikke for de senere årene. Flykostnadene er derfor ikke tatt inn i tallene i Tabell 6. Sammenholder man kostnadsdata med de aktiviteter som inngår i Tabell 2, vil det formodentlig være antall patruljedøgn og utseilt distanse som har mest å si for variasjoner i kostnadene. Det er ikke gitt at antall inspeksjoner øker kostnadene, forutsatt at skipene som er involvert er på patrulje.

Det fremgår av tabellen at den inneholder både summen av kostnader i nominelle priser og reelle kostnader, som er summen av nominelle kostnader deflatert med konsumprisindeksen. I de fleste teoretiske fremstillinger vil man se de reelle kostnadene beregnet som summen av kostnadene for hver enkelt kostnadskategori, deflatert med hver sin prisindeks. Det er imidlertid ikke noe prinsipielt feil i å bruke en aggregert prisindeks som KPI, forutsatt at vektene for de varer som inngår i denne aggregerte indeksen, svarer til vekten av de

kostnadstyper som inngår i summen av de nominelle kostnadene. Hvorvidt dette er tilfelle, er det mulig å kontrollere.

Det er ikke kapitalkostnader med i kostnadsgrunnlaget som er vist over. Dette er et problem i og med at de skip som inngår skifter i løpet av perioden, og at det kan være en substitusjonsmulighet mellom kapitalen som er investert i de ulike skipstypene, og de personell- og driftskostnader som hører til. Å innarbeide kapitalkostnader i datagrunnlaget er ikke en uoverkommelig oppgave, men det er heller ikke uten utfordringer. Håndteringen av kapital i offentlige regnskaper har tradisjonelt vært et problem, selv om utviklingen har gått i retning bruk av bedre regnskapsmessige prinsipper for periodisering. I datagrunnlaget vil det være nødvendig med et uttrykk for alternativverdien for den årlige tjenestestrømmen som kommer fra kapitalen som er bundet opp i aktiviteten. Dette kan operasjonaliseres som renteavkastningen av alternativverdien av kapitalen som brukes. Alternativverdien er i prinsippet verdien i beste alternative anvendelse eller ved salg av skipene. Det er få alternative anvendelser av slike skip, og det eksisterer ikke gode markeder for brukt materiell. Det vil derfor være naturlig å ta utgangspunkt i nedskrevne verdier av kapitalutstyret. For å beregne disse må man ha kjennskap til

- Den opprinnelige investeringen og senere tilleggsinvesteringer for hvert skip
- En prisindeks for investeringer i skip som går tilbake til tidspunkt for bygging av skipet
- Utviklingen i tjenestestrømmen eller kvaliteten på utstyret over tid. Dette gjelder både den tekniske levetiden og funksjonsformen for utviklingen i tjenestestrømmen. Eksempler på funksjonsform kan være konstant over tid frem til teknisk levetid, lineær over tid eller konkav (hyperbolsk, dvs. raskt fall de første årene, deretter avtagende endring) eller konveks (geometrisk fall) endring over tid.

Med dette utgangspunkt kan man beregne strømmen av tjenester fra kapital i faste priser. Verdien av kapitalutstyret er nåverdien av den fremtidige strømmen av tjenester. Depresieringen kan da defineres som endringen i denne nåverdien som følge av at utstyret er blitt en periode eldre. Depresieringen vil altså avhenge både av formen på endringen i tjenestestrømmen og av rentenivået.

Med et slikt utgangspunkt kan man beregne størrelsen på tjenestestrømmen fra kapital som inngår i produksjonsprosessen. Verdien av denne tjenestestrømmen beregnes ut fra brukerprisen på kapital. Denne består av en rente som gir alternativ avkastning på kapitalen som benyttes, og en depresiering som beskriver verdiendringen av kapitalen som følge av at utstyret er blitt en periode eldre. Denne depresieringen avhenger av renten og representerer endringen i nåverdi av tjenestestrømmen som kan forventes. La μ_t være brukerprisen for en type kapitalutstyr med verdi q_t for periode t . Man har da følgende uttrykk

$$\mu_t = q_t(r_t + d_t) - (q_t - q_{t-1}),$$

hvor d_t er depresieringen og den siste parenteser representerer en eventuell kapitalgevinst på utstyret. Dette er beregninger det er mulig å gjennomføre for den typen kapitalutstyr som brukes i Kystvakten og i militæret generelt. En tilnærming til en overlevelsfunksjon for tjenestestrømmen vil være nødvendig, men er en grunnleggende form på funksjonen valgt, vil detaljer i parameterverdiene sjeldent være avgjørende for resultatet.

4 Metoder og analysenivå

4.1 Indeksberegninger og andre metoder

Dette avsnitt gir en kort diskusjon av ulike metodiske problemstillinger. Det legges vekt på å få frem noen enkle poeng som gir mulighet for å se metodevalg i forhold til egenskaper ved den produksjons- eller beslutningsenhet som skal analyseres. Fremstillingen bygger på standardlitteratur som Coelli et al (2005) og Kumbhakar og Knox Lovell (2003). Det skjernes i effektivitetsanalyser mellom teknisk effektivitet og kostnadseffektivitet. Teknisk effektivitet er definert som forholdet mellom den fysiske mengde av innsatsfaktorer og den fysiske mengden av produkter det er mulig å produsere. Dette kan enten formuleres som å produsere en gitt mengde med den laveste mengde innsatsfaktorer eller omvendt å produsere den maksimale mengde med en gitt mengde innsatsfaktorer. Teknisk effektivitet er rettet mot å unngå spill av ressurser. Kostnadseffektivitet er definert som evnen til å produsere en gitt mengde til lavest mulige kostnader, eller å produsere den størst mulige mengde gitt en nivå på kostandene. Kostnadseffektivitet forutsetter teknisk effektivitet, men impliserer i tillegg at innsatsfaktorkombinasjonen er optimal gitt prisen for de ulike innsatsfaktorene. Som det fremgår av definisjonene, kan man ta utgangspunkt i et produktperspektiv, hvor mengden av produktet er gitt, eller et innsatsfaktor eller kostnadsperspektiv, hvor mengden innsatsfaktorer eller kostnadsrammen er gitt. Denne distinksjonen har ikke bare teoretisk relevans, men svarer til den beslutningsfrihet en produksjonsenhet har. Innsatsfaktor- eller kostnadsperspektivet kan være mest relevant hvis en produksjonsenhet får stillet til rådighet et gitt sett med innsatsfaktorer, eller har en bestemt kostnadsramme å forholde seg til. Det eksisterer flere metoder for å beskrive produktivitet. Et hovedskille går mellom metoder hvor pris og kvantumsdata for produkter og innsatsfaktorer benyttes til å beregne produktivitetsindekser, og metoder hvor de samme data benyttes for å estimere en produksjonsfront som representerer forventet produksjon gitt innsatsfaktorene.

Diskusjonen som følger vil ta utgangspunkt i generelle uttrykk for produktivitetsindekser for en enhet som produserer flere produkter og bruker flere innsatsfaktorer. Etter den generelle gjennomgangen vil bruk i forhold til Kystvakten bli tatt opp. For et enkelt produkt som produseres med en enkelt innsatsfaktor, vil en indeks for produktivitet kunne uttrykkes som mengden av produktet i forhold til mengden av innsatsfaktoren. Ofte produserer en bedrift flere produkter, og det vil som hovedregel være flere innsatsfaktorer, for eksempel ulike typer driftsmidler, varer eller arbeidskraft. Hvis det er flere innsatsfaktorer, må disse aggregeres for å oppnå et uttrykk for totalfaktorproduktivitet (TFP). Denne aggregeringen baseres på prisene for de innsatsfaktorer som inngår. Hvis det er flere produkter, må de aggregeres ved bruk av markedsprisen for produktet. La q_m være mengden av ett av M produkter som produseres ($m = 1, 2, \dots, M$), og la p_m være markedsprisen for produkt m . La videre x_j være en av J innsatsfaktorer ($j = 1, 2, \dots, J$) og w_j være prisen for innsatsfaktor j . Et uttrykk for produktiviteten i periode t kan da skrives som

$$\frac{\sum_m p_{mt} q_{mt}}{\sum_j w_{js} x_{js}}$$

Dette enkle uttrykk er egentlig den vektete fysiske mengde som er produsert delt med de samlede kostnadene ved produksjonen. Det vil også svare til rentabiliteten av virksomheten

målt som inntjeningen delt på de samlede kostnadene. Hvis man skal sammenligne indekser over flere perioder, er det nødvendig å ta hensyn til at både teller og nevner i uttrykket over kan endre seg både på grunn av prisendringer og endringer i kvantum. Det vil derfor være nødvendig å dekomponere endringen i både produksjon og innsatsfaktorer i en priskomponent og en kvantumskomponent. En isolering av effekten fra endringer i kvantum kan oppnås ved å benytte i faste priser i beregningen. Sammenligner vi to perioder, t og en periode $s < t$, kan man benytte en indeks for endring i produksjon delt med en indeks for endring i innsatsfaktorer. Dette svarer til en Hicks-Moorsteen indeks. Med utgangspunkt i en Laspeyres formel kan disse to indeksene skrives som henholdsvis

$$\frac{\sum_m p_{ms} q_{mt}}{\sum_m p_{ms} q_{ms}} \text{ og } \frac{\sum_j w_{js} x_{jt}}{\sum_j w_{js} x_{js}}.$$

Forholdet mellom disse to indeksene svarer til forholdet mellom uttrykket for produktiviteten for hver av de to periodene, men med faste periode s priser

$$\frac{\sum_m p_{ms} q_{ms}}{\sum_j w_{js} x_{js}} \text{ og } \frac{\sum_m p_{ms} q_{mt}}{\sum_j w_{js} x_{jt}}.$$

Det er bare når man bruker en slik fastprisberegning, at indeksene kan tolkes som uttrykk for produktivitet. Bruk av markedspriser for vektning av produkter og innsatsfaktorer gir økonomisk mening ut fra standard produksjonsteori. Forholdet mellom marginalproduktet til ulike innsatsfaktorer vil svare til forholdet mellom prisene for disse innsatsfaktorer, og forholdet mellom prisene for produktene svarer til avveiningen mellom ulike produkter i produksjonsmulighetssettet. Dette gjelder når det er veletablerte markeder både for produktene og innsatsfaktorene, og det kan tas utgangspunkt i en målsetting om profittmaksimering for bedriftene. Veletablerte markeder for innsatsfaktorene er en realistisk antagelse også i offentlig sektor. Dette skyldes at offentlig sektor må konkurrere med privat sektor om innsatsfaktorene. Når det gjelder produktprisene, eksisterer det ikke markedsbaserte priser for offentlige goder (forstått som public goods) som produseres i offentlig sektor. Som tidligere nevnt, var dette en problemstilling som ble diskutert blant annet i Atkinson rapporten (2005) og i Eurostat (2001). Anbefalingen i begge rapporter var at man skulle legge til grunn kostnadsbaserte vekter for produktene i offentlig sektor. Med *kostnadsbasert vekt* kan man forstå en enhetskostnad basert på kostnadene målt i basisåret. For beregningen i basisåret, s , vil summen av de vektete produktene svare til de samlede kostnadene, hvis alle kostnader kan fordeles på enkeltprodukter. For året etter, t , vil det være avvik fra én hvis utviklingen i mengden produkter er anderledes enn utviklingen i kostnadene for innsatsfaktorene. La $c(q_m)$ være kostnadene som tilordnes produktet q_m . Vi må da ha at $\sum_m c(q_m) = \sum_j w_{js} x_{js}$, altså at summen av de produktfordelte kostnadene svarer til de samlede kostnader for innsatsfaktorene. La γ_{ms} være den kostnadsbaserte vekten for produkt m i beregnet for periode s . Da har vi at

$$\gamma_{ms} = \frac{c(q_{ms})}{q_{ms}}.$$

Det er imidlertid ikke trivielt å beregne enhetskostnader for de enkelte produktene. Dette skyldes at det kan være innsatsfaktorer som bidrar til flere produkter samtidig. Da vil man stå overfor et problem med hensyn til å fordele kostnadene på en korrekt måte. Det vil som

hovedregel ikke være noen entydig løsning på slike problemer. Aktivitetsbaserte analyser som ABC-analyse har vært brukt for å identifisere kostnadsdrivere for ulike aktiviteter, men metodene anses som meget ressurskrevende å bruke, og er i dag mindre brukt.

En stor fordel med indeksbaserte produktivitetsmål er at de krever få observasjoner. I prinsippet kan slike produktivitetsmål benyttes med bare 2 observasjoner, for eksempel for å måle produktiviteten mellom to bedrifter, eller ved å sammenligne produktivitetstilviklingen for samme bedrift over to tidsperioder. Dette avhenger imidlertid av at tolkning av hva som er produkter, og hva som er de rette vekter for produktene er enkel. Å gjennomføre en grundig fordeling av kostnader på enkeltprodukter kan i seg selv kreve et vesentlig datagrunnlag, for eksempel hvis regresjonsanalyser skal gjennomføres. Slike "hedoniske kostnadsfunksjoner" vil ha samlede kostnader som avhengig variabel og mengden av de enkelte produktene som forklaringsvariabler. Andre formaliserte kostnadsfordelingsmetoder kan også være datakrevende. Det er vanskelig å se alternativer til kostnadsbaserte vekter hvis man må håndtere flere aktiviteter eller produkter. Det gir ikke mening å se på de enkelte aktivitetene isolert i og med at de er knyttet sammen i en overordnet målsetning, og at det er mulighet for substitusjon mellom ulike aktiviteter. Det gir heller ikke mening å skape en aggregert aktivitet uten bruk av pris- eller kostnadsvekter. Et slikt aggregert produkt vil ikke ha noen økonomisk tolkning. En avansert aggregering av aktivitetene, for eksempel ved hjelp av en Cobb-Douglas funksjon kan bare tolkes som en produktfunksjon, hvis aktivitetene inngår som innsatsfaktorer i et større produkt. I diskusjonen over er begrepet "produkt" brukt uten nærmere diskusjon. Skal indekser brukes som det er beskrevet over, må produktene være uavhengige av hverandre.

Et problem ved bruk av produksjonsindekser er at de vanskelig kan utformes slik at de tar hensyn til endringer i rammebetingelser som påvirker sammenhengen mellom innsatsfaktorer og produkter. Ser man på oppstillingen i Tabell 1, legges det til grunn at der er rammebetingelser som har vesentlig innflytelse på sammenhengen mellom innsatsfaktorer, aktiviteter og resultatmål. Dette betyr, at indeksbaserte analyser fungerer bedre på et lavere nivå i modellen, for eksempel ved at ulike aktiviteter benyttes som produksjon, som så ses i forhold til bruk av innsatsfaktorer. Analyser basert på estimering med regresjonsmetoder vil i utgangspunktet være bedre egnet til å håndtere varierende rammebetingelser. Dette gjelder produktfunksjoner eller produksjonsfronter. Forskjellen mellom produktfunksjoner og produksjonsfronter er at sistnevnte tar hensyn til at variasjon i produksjon ikke avhenger deterministisk av mengden innsatsfaktorer, men i tillegg av den enkelte bedriftens produktivitet. Dette betyr at produksjonsfronten blir estimert slik at den omhylles av positive og negative avvik som kan tolkes som produktivitetsforskjeller mellom ulike bedrifter. En annen vesentlig fordel ved slike metoder er at de kan estimeres uten bruk av prisdata. Muligheten for å ta hensyn til rammebetingelser på en systematisk måte, og muligheten for å unngå bruk av prisdata for produkter og innsatsfaktorer, er et vesentlig insitament til å utprøve denne metoden på høyere nivå, altså i forhold til resultatmål som nevnt i Tabell 1. Dette krever imidlertid en nøyere definisjon av disse resultatmål, og en spesifisering av sammenhengen mellom innsatsfaktorer, aktiviteter og resultatmålene. Dette vil bli analysert nærmere i et senere avsnitt.

5 En teoretisk modell for produktivitet i Kystvakten

5.1 Den teoretiske litteraturen om kriminalitet

For å få et grunnlag for diskusjonen av Kystvaktens aktivitet kan det være hensiktsmessig å ta utgangspunkt i den generelle litteraturen om kriminalitet. Utgangspunktet for denne litteraturen var Beckers banebrytende artikkel fra 1968: *Crime and punishment: An economic approach*. Her tar han utgangspunkt i den forventede nytte for et individ j ved å begå en kriminell handling. La $U()$ representere individets nyttefunksjon. La p være sannsynligheten for oppdagelse, Y et mål for monetære og andre nytteelementer fra å begå en forbrytelse og f et tilsvarende mål for unytten knyttet til straff. Da kan den forventede nytten av en kriminell handling uttrykkes som

$$EU_j = p_j U(Y_j - f_j) + (1 - p_j) U(Y_j). \quad (1)$$

Det er lett å vise at den forventede nytten reduseres både hvis oppdagelsesrisikoen øker, og hvis straffen økes. Becker viser at denne individuelle funksjonen kan aggregeres til en *market offense function*

$$O = O(p, f, u), \quad (2)$$

hvor O er antall forbrytelser, p og f har samme betydning som over, og u er en variabel som oppsummerer andre relevante faktorer som påvirker kriminaliteten. Formålet med Beckers analyse er å besvare det normative spørsmålet om samfunnsøkonomisk optimal kriminalitetspolitikk, forstått som nivået og sammensetning av ulike virkemidler. For å gjennomføre denne diskusjon må det knyttes kostnadsfunksjoner til O , p og f . Det er i den senere litteraturen utviklet andre typer modeller, for eksempel basert på optimalt portefølevalg under usikkerhet, hvor individet fordeler sin tid på lovlige og ulovlige aktiviteter og det er en oppdagelsesrisiko knyttet til sistnevnte. Allingham og Sandmo (1972) og Sandmo (2005) benytter samme tankegang på ulovlig unndragelse av inntekt til beskatning. De grunnleggende sammenhenger fra Beckers artikkel gjelder imidlertid stadig. Individenes holdning til risiko (risikoaversjon eller risikosøking) vil ha betydning for effektene av oppdagelsesrisiko og straff. For risikosøkere viser Becker at oppdagelsesrisikoen vil være av stor betydning for avskrekking.

Det er også en omfattende empirisk litteratur som har tatt for seg sammenhengen mellom kriminalitet og innsats for å straffe, forebygge eller oppklare forbrytelser. Det ble imidlertid tidlig klart at det ikke er mulig å estimere et uttrykk som (2) uten videre. Et vesentlig problem er at de ulike variablene i (2) avhenger av hverandre. For en gitt ressursinnsats til politiarbeid, r , kan sannsynligheten p avhenge av antallet forbrytelser, slik at man har $p = p(O, r)$. Når man sammenligner forholdet mellom p og O for ulike land eller for ulike tidsperioder, må man være oppmerksom på at innsatsen i forhold til kriminalitet i seg selv kan være en funksjon av nivået på kriminalitet. Det må derfor kontrolleres for denne endogenitet i denne typen studier. Det er som hovedregel gjort ved estimering av tre simultane ligninger for anmeldte eller oppklarte forbrytelser, sannsynlighet for oppklaring og ressursinnsats. Pyle (1983) inneholder en grundig diskusjon av Beckers utgangspunkt og metodiske problemer knyttet til empirisk analyse.

Det er måleproblemer med hensyn til antall kriminelle handlinger. Det kan skilles mellom det reelle nivå på kriminaliteten, nivået på anmeldte forbrytelser og nivået på oppklarte

forbrytelser. For normal kriminell aktivitet er det som hovedregel bare anmeldte forbrytelser som registreres. Det kan være mørketall for ulike typer kriminalitet, og denne kan variere avhengig av politiinnsats og oppklaringsgrad. Når det gjelder aktivitet som smugling og uregelmessigheter knyttet til fiskeri, er det ingen anmeldte forbrytelser. Det faktiske nivå på uregelmessigheter må utledes fra antall kontroller som avdekker uregelmessigheter. Denne andelen vil, på samme måte som sannsynligheten for oppdagelse, kunne avhenge av nivået på antall faktiske handlinger.

5.2 Sammenhengen mellom Kystvaktens aktivitet og observerte uregelmessigheter

Kystvaktens hovedoppgave i nordområdene er kontroll med fiskeriene. Formålet med aktiviteten er å redusere omfanget av uregelmessigheter og dermed på lang sikt å gi grunnlag for å opprettholde bestandene av fisk på et bærekraftig nivå. For å beskrive Kystvaktens produksjon og produktivitet må vi derfor ta utgangspunkt i en beskrivelse av fiskeriene med vekt på omfanget av uregelmessigheter. Vi lar F være en indikator for aktiviteten i fiskeriområdene som ligger under YKVN's ansvarsområde. Aktiviteten kan måles på ulike måter, for eksempel i form av antall fartøy som er engasjert i fisket over et år, eller den samlede mengden fisk som tas opp. Uansett vil F avhenge av de kvoter som tildeles. I det følgende vil F bli brukt som en indikator for antall fiskefartøy som er i aktivitet innen ansvarsområdet i løpet av ett år. Vi lar O være en indikator for andelen av fiskebåter som engasjerer seg i ulovlig aktivitet. Videre står U for antallet ulovligheter eller uregelmessigheter. Vi har da følgende sammenheng $U = O \times F$. Det er viktig å være oppmerksom på at U er en størrelse som ikke kan observeres.

I et tidligere avsnitt er det beskrevet ulike rammebetingelser som kan ha innflytelse på andelen av ulovligheter. Det er rimelig å anta at O vil påvirkes negativt av sannsynligheten for at en båt som er engasjert i uregelmessigheter blir kontrollert. Prisen for fiskeprodukter vil øke lønnsomheten av en fangst, og høye priser kan derfor øke O . Når det gjelder prisen for fisk, vil det både være en substitusjons- og en inntektseffekt. Inntektseffekten kan være negativ i forhold til uregelmessigheter, men det vil i det følgende bli lagt til grunn at den samlede effekten fra økt pris er økt andel båter engasjert i uregelmessigheter. Antall stenginger av fiskefelt øker sannsynligheten for uregelmessigheter, både fordi vanlig fiske forhindres og fordi dette indikerer en stor grad av undermålsfisk innen fiskefeltene. Det vil også være andre faktorer som bidrar til risiko for oppdagelse. Dette gjelder for eksempel samarbeid mellom land om kontroll av fangster som leveres i tredjeland, tekniske forhold som satellittovervåking, og kontroller som gjennomføres på land. Med dette utgangspunkt kan vi beskrive O som en funksjon av de nevnte faktorene, slik at

$$O = O(\pi, p, s, a), \quad (3)$$

hvor π er sannsynligheten for at en båt med uregelmessigheter kontrolleres på sjøen, p er en indikator for prisene på de viktigste fiskeslagene, s er en indikator på omfanget av stenginger av fiskefeltene og a er en indikator på øvrige faktorer som påvirker oppdagelse (utenom kontroll til sjøs). Vi vil forvente følgende fortegn på de partiellderiverte: $\frac{\partial O}{\partial \pi} < 0$, $\frac{\partial O}{\partial p} > 0$, $\frac{\partial O}{\partial s} > 0$ og $\frac{\partial O}{\partial a} < 0$. En indikator som kunne være inkludert i uttrykket for O , er størrelsen på kvotene

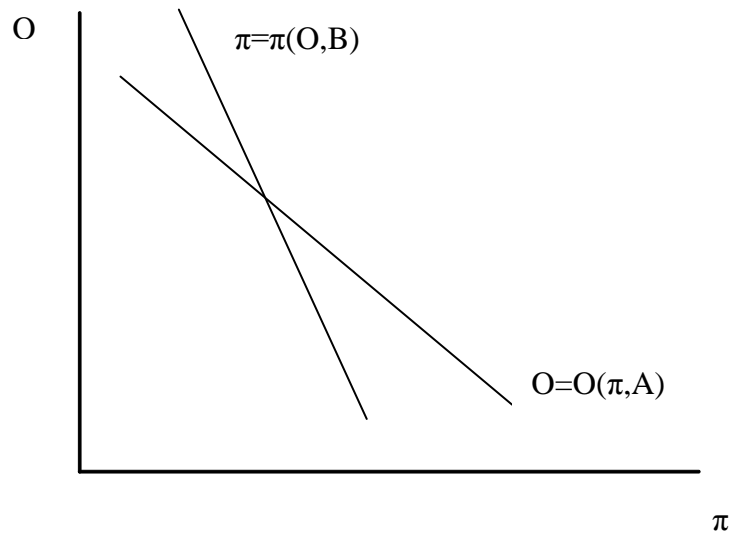


Figure 2: Figuren viser likevektsnivået for O og π , som bestemt av de to kurvene. Kurven for O er en funksjon av π når alle elementene i A holdes konstant. En større oppdagelses-sannsynlighet reduserer nivået på O , så kurven er fallende i diagrammet. Tilsvarende vil π være en funksjon av O når alle elementer i B holdes konstant. For et gitt nivå på kontrollvirksomheten vil en høy verdi for O bety en lav oppdagessannsynlighet. Omvendt vil en lav verdi for O , alt annet like, føre til en høy verdi for π . Kurven for π er derfor også fallende i diagrammet. Forholdet mellom Hellningene på de to linjene er ikke gitt, så om π skjerer fra oven eller fra nedan kan ikke avgjøres matematisk.

som tildeles. En reduksjon i kvoter kan føre til lønnsomhetsproblemer for fartøyene på kort sikt, og vil derfor alt annet like kunne øke insitamentene til uregelmessigheter. På lengre sikt når kapasiteten tilpasses det nye kvotenivå, kan betydningen av dette reduseres. På den andre siden inngår kvotene direkte i F , og det taler for ikke å inkludere kvotestørrelsen i O . Det er ikke angitt subskripter for tid på de ulike variabler som inngår. Alle variablene må derfor oppfattes som målt på samme tidspunkt. Når det gjelder forholdet mellom oppdagessannsynlighet og sannsynligheten for uregelmessigheter, argumenteres det i den generelle litteraturen om kriminalitet at det kan være relevant å bruke laggede verdier for oppdagessannsynligheten. Når det gjelder fiskeriene, kan det imidlertid argumenteres for at fiskefartøy har godt kjennskap til omfanget av kontroller i en gitt periode, både fordi Kystvaktens aktivitet kan observeres og fordi det kan være kommunikasjon mellom fiskefartøy om omfanget av kontroller. Dette er et argument for å bruke samme tidspunkt for uregelmessigheter og oppdagessannsynlighet.

Vi har definert π som sannsynligheten for at et fartøy som er engasjert i uregelmessigheter blir kontrollert. Dette vil naturligvis avhenge av antallet kontroller som gjennomføres, K , men også av sannsynligheten for uregelmessigheter, O , og størrelsen på fiskeaktiviteten F . Hvis kontroller av fartøy gjennomføres helt randomisert vil $\pi = \frac{K}{F}$. Det må imidlertid legges til grunn at inspeksjonsarbeidet kan gjennomføres med større eller mindre dyktighet, og at π derfor kan avvike fra $\frac{K}{F}$. La e være andelen kontroller som retter seg mot den som er involvert i uregelmessigheter. Da får man følgende uttrykk, $\pi = \min(1, \frac{eK}{O \times F})$. Det fremgår at π vil avhenge negativt av størrelsen på O . Som tidligere beskrevet legger både Kystvakten og Fiskeridirektoratet vekt på en risikobasert kontrollstrategi; det vil si man velger ut kontrollobjekter ut fra forhold som erfaringsmessig øker sannsynligheten for uregelmessigheter. Dyktigheten i gjennomføringen av dette strategiske arbeid fanges opp i e . Antallet kontroller, K , blir en viktig faktor som bestemmer π . Antall døgn til sjøs og antall kilometer seilt vil også være bestemmende for π . Antall døgn til sjøs sier noe om tilstedeværelsen på fiskefeltene, og dermed muligheten for å gripe inn raskt ved mistanke om uregelmessigheter. Kvaliteten på skip, assistanse fra helikopter og støtte fra observasjonsfly er også viktige for å øke treffsikkerheten og overraskelseelementet i kontrollene. Ut fra denne diskusjonen kan vi oppfatte π som en funksjon av størrelsen på fiskeaktiviteten og av flere andre ulike innsatsfaktorer

$$\pi = \pi(O, F, K, S, H, L, e), \quad (4)$$

hvor F og K er definert tidligere, S er utseilte kilometer, H er antall kilometer seilt med skip med helikopter, L er omfanget av støtte fra observasjonsfly og e er en indikator for dyktigheten i bruken av innsatsfaktorene. Den siste faktoren, e , vil avhenge både av den overordnede strategiske tilnærming i Kystvakten og Fiskeridirektoratet og av den taktiske dyktighet hos skvadronledere og båtførere. Vi forventer følgende fortegn på de partielle deriverte: $\frac{\partial \pi}{\partial O} < 0$, $\frac{\partial \pi}{\partial F} < 0$, $\frac{\partial \pi}{\partial K} > 0$, $\frac{\partial \pi}{\partial S} > 0$, $\frac{\partial \pi}{\partial H} > 0$, $\frac{\partial \pi}{\partial L} > 0$ og endelig $\frac{\partial \pi}{\partial e} > 0$. Vi vil også forvente at $\frac{\partial^2 \pi}{\partial K \partial S} > 0$, altså at omfanget av seiling bidrar til mulighet for større presisjon i kontrollene, og tilsvarende effekter gitt i form av andreordens deriverte kan forventes for helikopterstøtte og flystøtte. Det er også naturlig å gå ut fra at oppdagelsessannsynligheten er en konkav funksjon av innsatsfaktorene, dvs. at $\frac{\partial^2 \pi}{\partial K^2} < 0$, og tilsvarende for S , H , L og e .

Som nevnt over, er det samlede antall uregelmessigheter, $UO = O \times F$, ikke observerbart. Det som vil bli observert og registrert, er antall kontroller som avdekker uregelmessigheter. Det observerte nivå på uregelmessigheter, UO , er altså gitt ved sannsynligheten for at en uregelmessighet oppdages ved inspeksjon til sjøs, multiplisert med omfanget av uregelmessigheter

$$UO = \pi(O, F, K, S, H, L, e) \times O(\pi, p, s, a) \times F. \quad (5)$$

Det man imidlertid må være oppmerksom på, er at UO er her resultatet av en likevekt mellom funksjonene for O og π . Dette er illustrert i Figur 2. I figuren er antall uregelmessigheter for enkelhets skyld skrevet som en funksjon bare av oppdagelsessannsynligheten, π og en samlefaktor A , som sammenfatter de relevante bakgrunnsvariablene. Oppdagelsessannsynligheten er på sin side avhengig av antallet uregelmessigheter, O , og en samlefaktor for innsatsfaktorene, B , som blant annet inkluderer antallet kontroller.

Det fremgår av uttrykket for UO at π både har en direkte effekt og en indirekte effekt gjennom sannsynligheten for uregelmessigheter. Dette er en viktig observasjon. Med høye

sannsynligheter for oppdagelse kan en ytterligere innsats teoretisk sett føre til færre registrerte tilfeller av uregelmessigheter, hvis O reduseres sterkt. Deriverer man uttrykket for observerte uregelmessigheter med en av innsatsfaktorene, for eksempel K , får man følgende uttrykk for den førstederiverte

$$[\pi'()O() + \pi()O'()\pi'()] \times F. \quad (6)$$

Ut fra de forutsetningene som er gjort om funksjonsformer, vil første ledd i hakeparantesen for de førstederiverte være positivt mens andre ledd vil være negativt. For lave verdier av K vil første ledd være stort, mens andre ledd vil være lite. Samlet vil den førstederiverte være positiv for lave verdier av K . For høye verdier av K vil andre ledd dominere, og helningskoeffisienten blir negativ. En mer presis diskusjon kan opnås ved å se på den andrederiverte, som kan skrives som

$$\pi''()O() + \pi'()O'()\pi'() + [\pi'()O'() + \pi()O''()\pi'()]\pi'() + \pi()O'()\pi''(). \quad (7)$$

Første ledd vil være negativt. Det samme gjelder for det andre leddet. De to leddene i hakeparantesen er begge negative, og faktoren utenfor hakeparantesen er positiv. Da er tredje ledd samlet sett negativt. Fjerde ledd vil imidlertid være positivt. Man kan altså ikke uten videre ta for gitt at den andrederiverte er negativ, men det vil bli lagt til grunn i den følgende diskusjon.

Formen for kurven UO blir da som vist i Figur 3. Den tilsvarende kurven for samlede ikke observerte uregelmessigheter, U , er også vist i figuren. Denne kurven er monotont fallende når K øker. Kurvene vil nærme seg hverandre for høye verdier av K , og de vil nå x-aksen i samme punkt. I Figur 3 er rammebetingelsene sammenfattet i parameteren A . Hvis denne øker eller reduseres i verdi, vil begge kurvene forskyves oppover eller nedover, og punktet hvor de treffer x-aksen kan bli forskøvet til høyre eller venstre.

For å kunne diskutere det optimale nivå på kontrollvirksomheten må kostnadene ved uregelmessigheter og kostnadene ved Kystvaktens innsats defineres. Skadene som påføres fiskebestandene ved uregelmessig fiske, avhenger av U , altså det totale nivå på uregelmessighetene. Vi går ut fra at alle disse kostnadene bæres av Norge. Vi kan definere verdien av skadene som $S(U)$. Kostnadene ved å oppnå et gitt nivå på π avhenger av bruken av innsatsfaktorene, og et gitt nivå for π kan oppnås med ulike kombinasjoner av disse. De samlede kostnadene for et gitt nivå for bakgrunnsvariablene er gitt ved uttrykket

$$S(O(\pi(F, K, S, H, L, e), p, s, a) \times F) + C_1(K) + C_2(S) + C_3(H) + C_4(F). \quad (8)$$

For å forenkle utledningen antar vi at S, H og L er gitt, og at antallet kontroller, K , er eneste styringsvariabel. Da vil optimalt antall kontroller være bestemt av førsteordensbetingelsen for de samlede kostnader

$$S'() \times O'() \times \pi'() \times F + C_1'() = 0. \quad (9)$$

I uttrykket over er faktorene $S'()$ og $\pi'()$ positive, mens $O'()$ er negativ. Samlet sett blir første ledd på venstresiden negativt, mens andre ledd, $C_1'()$, er positivt. Uttrykket viser altså det nivå på innsatsen hvor økningen i kostnadene akkurat motsvares av reduksjonen i omkostningene ved skader. Dette er det samfunnsøkonomisk optimale innsatspunkt.

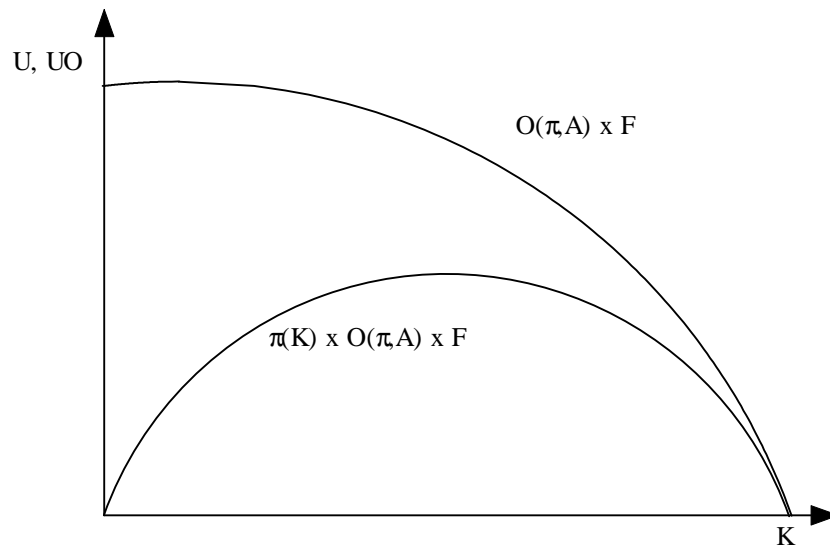


Figure 3: Figuren viser hvordan omfanget av uregelmessigheter avhenger av kontrollinnsatsen. Denne kurven er konstant fallende for høyere nivåer på kontrollinnsatsen. Den nederste kurven viser hvordan antall observerte uregelmessigheter avhenger av ressursinnsatsen. Kurven er først stigende mens økt innsats virker på et stort omfang av uregelmessigheter. Når innsatsen stiger faller antallet uregelmessigheter fordi oppdagelsesrisikoen øker. Når innsatsen kommer over et gitt nivå vil også antall observerte uregelmessigheter falle. Hva som er optimalt nivå på ressursinnsatsen avhenger av skadene ved uregelmessigheter og kostnadene ved innsatsen.

6 Grunnlag for empirisk analyse

6.1 Implikasjoner av den teoretiske analysen

Analysen over gir grunnlag for følgende konklusjoner

- Når det gjelder ressurskontroll, er Kystvaktens virkemiddel å påvirke oppdagelsesrisikoen for uregelmessigheter. Det er evnen til å omsette innsatsfaktorer i oppdagelsesrisiko som er uttrykk for Kystvaktens produktivitet.
- Omfanget av uregelmessigheter i seg selv kan ikke observeres. Det som kan observeres, er inspeksjoner som enten avdekker uregelmessigheter eller ikke gjør det. Observerte uregelmessigheter vil på sin side avhenge ikke-lineært av innsatsen til Kystvakten.
- Hvis omfangt av fiske og tilbøyeligheten eller insitamentene til å begå uregelmessigheter er konstant, vil endringer i registrerte uregelmessigheter utelukkende skyldes variasjon i innsatsen eller effektiviteten i Kystvaktens ressursbruk. Hvis man vil sammenligne registrerte uregelmessigheter over tid, må det kontrolleres for bakgrunnsvariable som påvirker det ikke-observerte omfanget av uregelmessigheter.

Detsom er sagt over, gir sterke føringer for muligheten for å gi empiriske anslag på produktivitet. Det vil være nødvendig med økonometriske metoder fremfor indeksberegninger.

- Økonometrisk metodikk gir mulighet for å vise sammenhengen mellom innsatsfaktorer og måloppnåelse
- Det vil være mulig å innarbeide viktige indikatorer for de rammebetingelser YKVN arbeider under i forskjellige år
- Det eksisterer spesielle metoder for å håndtere estimering av flere simultane likninger
- Det er det ikke mulig å få frem betydningen av rammebetingelser i en indeksberegning, og det vil derfor være vanskelig å sammenligne indekser for ulike år.

Et problem i forhold til økonometrisk analyse er at antallet observasjoner per i dag er veldig lite. I analysen må YKVNs aktivitet i et år være en observasjon. Det eksisterer derfor bare 5 datapunkt. Det å gjennomføre en slik estimering vil imidlertid gi nyttig erfaring med hensyn til å definere og operasjonalisere både produkt og innsatsfaktorer. Disse erfaringene kan være nyttige for videre arbeide med produktivitet innen forsvaret. Vi må bruke hvert år som en observasjon av YKVNs tilpasning. Analysen vil derfor fortelle om hvordan måloppnåelsen, gitt som prosentdel inspeksjoner med reaksjoner, avhenger av de innsatsfaktorer som benyttes. Dette betyr at vi må skille mellom ulike innsatsfaktorer. Disse må være aktivitetsmål, dvs seilingskilometer, døgn på havet, flytimer og eventuelt antall inspeksjoner. Det må videre skilles mellom ulike typer innsatsfaktorer, for eksempel seiling med helikopter og uten. Dette vil være en analyse på aggregert nivå. Det er også mulig å bruke seilingstid for ulike skipstyper som innsatsfaktor. Dette er relevant hvis man ønsker å finne optimal sammensetning av en skvadron med de oppgaver YKVN skal rette seg mot.

6.2 Estimering av oppdagelsesrisiko som funksjon av KVs innsats

Simultaniteten i realiseringen av uregelmessigheter og oppdagelsesrisiko fører til at spesielle økonometriske teknikker må benyttes for å estimere en produktfunksjon for Kystvakten. I den engelskspråklige økonometriske litteraturen omtales problemstillingen som *simultaneous equation models*, og den mest kjente metodikk er *2SLS*. Prinsippet bak denne estimeringsteknikken kan beskrives med utgangspunkt i de generelle uttrykkene for to simultane likninger som er vist under. Det forutsettes at dette er to strukturelle likninger, det vil si de beskriver en kausal sammenheng som har basis i økonomisk teori. Det forutsettes videre at likningene beskriver atferden til ulike økonomiske aktører. Hver likning beskriver en kausal sammenheng under en gitt *ceteris paribus* betingelse.

$$\begin{aligned}y_1 &= \beta_{10} + \alpha_1 y_2 + z_1 \beta_1 + u_1 \\y_2 &= \beta_{20} + \alpha_2 y_1 + z_2 \beta_2 + u_2.\end{aligned}$$

Det fremgår av likningene at y_1 avhenger av y_2 og omvendt. I de to likningene er første ledd på høyresiden et konstantledd, andre ledd viser sammenhengen mellom y_1 og y_2 . I tredje ledd er z_1 og z_2 vektorer av eksogene faktorer som påvirker henholdsvis y_1 og y_2 . Det kan være overlapp mellom faktorene i z_1 og z_2 , men muligheten for å identifisere de to likningene er avhengig av at det er noen eksogene faktorer som er med i den ene likningen, og ikke den andre. Mer presist vil den første likningen kunne identifiseres hvis, og bare hvis den andre likningen inneholder observerbare eksogene faktorer med en koeffisient β forskjellig fra 0, som ikke påvirker den første likningen. Tilsvarende vil gjelde for likning 2. Når det gjelder likning 1, kan den identifiseres under forutsetningen nevnt over, fordi endringer i de eksogene faktorene som påvirker y_2 vil skifte denne funksjonen uten at andre faktorer som inngår i uttrykket for y_1 endres. Disse faktorene kan derfor brukes som *instrumentvariabel* for y_2 i estimeringen av y_1 . Figur 4 under viser prinsippet.

6.2.1 Avsluttende kommentarer

I dette notatet har vi drøftet et opplegg for å analysere produktivitet og realkostnadsutvikling i Kystvakten. Kystvakten skal håndheve norsk suverenitet i norsk økonomisk sone der resultatet av innsatsen på kort sikt er avdekkede regelbrudd, mens de langsiktige resultatene er den preventive effekten som vil resultere i reduksjon av overtredelser og en bedre ressursituasjon. Prosjektet drøfter ulike produktivitetsmål og metodiske problemstillinger knyttet til hvordan de kan måles. I notatet presenteres det i tillegg en teoretisk modell som beskriver hvordan omfanget av overtredelser avhenger av bl.a. sannsynligheten for kontroll samtidig som kontrollvirksomheten og dermed også oppdagelsessannsynligheten avhenger bl.a. av registrerte overtredelser. Denne simultaniteten med hensyn til overtredelser og oppdagelsesrisiko fører til at spesielle økonometriske teknikker må benyttes for å estimere en produktfunksjon for kystvakten. Mangel på tilstrekkelig lange tidsserier for relevante data gjør at den teoretiske modellen ikke kan testes empirisk på det nåværende tidspunkt. Verdien av dette notatet må derfor knyttes til drøftingen av metodiske spørsmål ved måling av produktivitet i en virksomhet som Kystvakten. Når tilstrekkelige data foreligger på et senere tidspunkt,

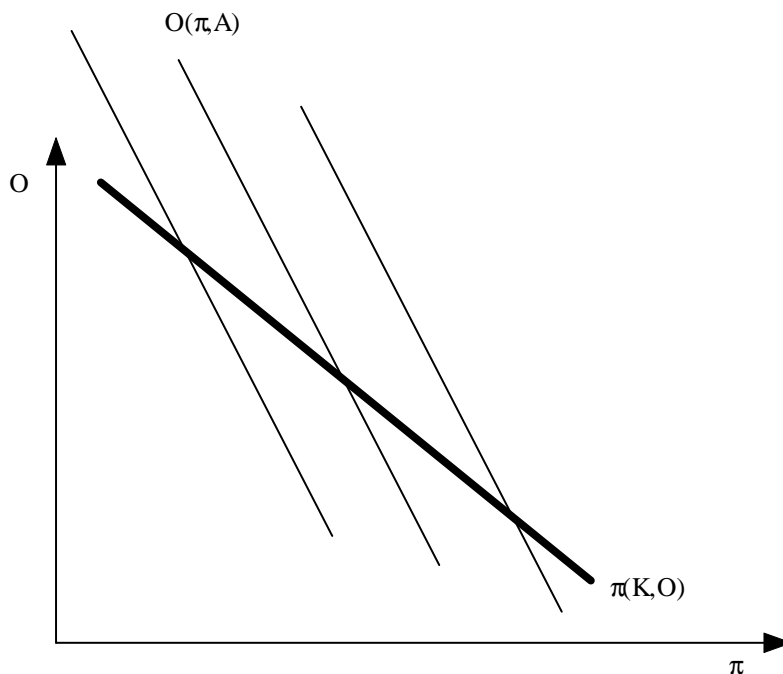


Figure 4: Figuren viser ulike kombinasjoner av oppdagelsessannsynligheten, π , og sannsynligheten for uregelmessigheter i fisket, O . For en gitt verdi av innsatsen fra Kystvakten, K , vil π være gitt av en fallende linje i diagrammet. Det vises tre ulike linjer for $O(\pi, A)$. Disse svarer til tre ulike nivåer for A . Det fremgår av figuren at det er skiftene i A , som ikke påvirker linjen $\pi(K, O)$, gir mulighet for å beskrive ulike punkter $\pi(K, O)$. Dette betyr at funksjonen $\pi(K, O)$ kan beskrives ved hjelp av observasjoner for ulike verdier av K og A . Her kan A oppfattes som en instrumentvariabel.

kan modelldrøftingen i det foreliggende notatet danne grunnlag for måling av produktivitet både på kort og lang sikt.

Kystvakten har både en kontrollfunksjon og en preventiv funksjon. Kontrollfunksjonen som sådan kan observeres og måles ved ulike mål for ressursinnsats, mens den preventive effekten er vanskeligere både å observere og måle. Slik sett kan denne virksomheten ha mye til felles med andre former for offentlig virksomhet som har både et konkret sektorspesifikt mål, men skal også bidra til et mer overordnet samfunns mål der effekten er vanskeligere å måle. I så måte kan de metodiske drøftingene i dette notatet ha mer allmenn interesse.

7 Litteratur

Alexander, M. og T. Garden (2001): The arithmetic of defence policy. International Affairs, vol. 7 no. 3, pp. 509-529.

Atkinson review (2005): Measurement of government output and productivity for the national accounts, Palgrave-Macmillan. Kan lastes ned fra <http://www.statistics.gov.uk/about/data/method>

- Boskin, M.; E.R. Dulberger, R.J. Gordon, Z. Griliches, D.W. Jorgenson (1998): Consumer prices, the consumer price index and the cost of living. *Journal of Economic Perspectives*, vol. 12 no. 1, pp. 3-26.
- Coelli, T.J.; D.S.P. Rao; C.J. O'Donnell og G.E. Battese (2005): *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Springer 2005.
- Eurostat (2001): *Handbook on price and volume measures in national accounts*.
- FFI (2006): *Enhetskostnadsvekst i forsvaret*. FFI rapport 2006/00900, P.K. Johansen og E. Berg-Knutsen.
- FFI (2007): *Forsvaret koster*. FFI Fokus nr 1-07.
- Henriksen, K. (2006): *Justering for kvalitetsendringer av nye personbiler i konsumprisindeksen*. En studie basert på hedonisk imputeringsmetode. SSB notat 2006/58.
- Kirkpatrick (2008): *Is defence inflation really as high as claimed*. RUSI Defence Systems, October 2008, pp. 66-71.
- Kumbhakar, S.C. og C.A. Knox Lovell (2003): *Stochastic frontier analysis*. Cambridge University Press 2003.
- Nesheim, L. (2006): *Hedonic price functions*. Cemmap Working Paper CWP 18/06, University College London.
- Solomon, B. (2003): *Defence specific inflation, A Canadian perspective*. *Defence and Peace Economics*, vol. 14 no. 1, pp. 19-36.
- Solomon, B.; P. Chouinard and L. Kerzner (2008): *The Department of National Defence strategic cost model*. DRDC CORA TR 2008-03 (Canada).
- Stelly, J.M (2007): *Price vs. performance. The value of next generation fighter aircraft*. MSc thesis. Air Force Institute of Technology, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio. AFIT/GCA/ENV/07-M10.
- Tellis, A.J.; J. Bially, C. Layne, M. McPherson (2002): *Mesuring national power in the postindustrial age*. RAND 2002.
- UKCeMGA (2008): *Scoping paper on possible improvements to measurement of defense in the UK national accounts*.
- UKCeMGA (2009): *Labour inputs in public sector productivity. Methods, issues and data*.
- Wolf, C. (1993): *Developing improved deflators for defense research and development*. RAND 1993.
- Zhan, L-C (2006): *Prisindeksberegninger*. SSB notat 2006/74.
- Ziemer, R.K. og P.M. Kelly (1993): *The deflation of military aircraft*. Kapittel 10 i M.F. Foss, M.E. Manser og A.H. Young (eds) *Price measurements and their uses*. The University of Chicago Press 1993.

8 Vedlegg: Effektivitetsmåling basert på en produksjonsfront

8.1 Innledning

En produksjonsfront viser den maksimale produksjon av et gode som kan oppnås med en gitt kombinasjon av innsatsfaktorer. Produksjonsfronten er altså den ytre grense av settet av

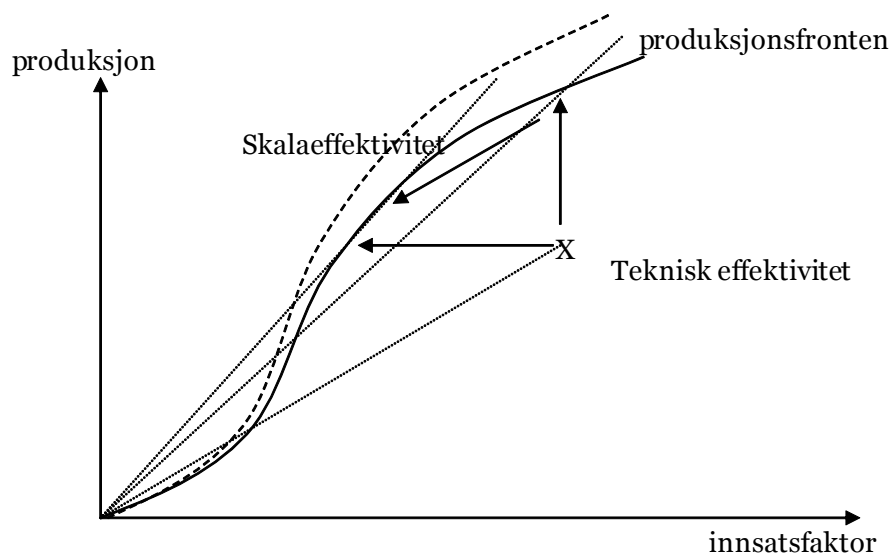


Figure 5: Den heltrukne linjen er produksjonsfronten for en teknologi med et produkt og en innsatsfaktor. Produksjonsfronten ligger fast på ethvert tidspunkt, men kan endre seg over tid som følge av teknologisk utvikling. Et produksjonspunkt er markert med X. Dette ligger under fronten, og er derfor ikke effektivt. Graden av effektivitet kan beskrives på flere måter. Produktperspektivet viser hvor meget produksjonen kunne være økt gitt mengden innsatsfaktorer. Dette svarer til lengden av den lodrette pilen. Innsatsfaktorperspektivet viser hvor meget mengden innsatsfaktorer kunne ha vært redusert for samme mengde produsert. Dette svarer til lengden av den vannrette pilen. På grunn av varierende skalaavkastning vil noen effektive punkter være karakterisert av høyere produktivitet enn andre. Skalaeffektiviteten er vist som helningen på de rette linjene med utgangspunkt i Origo. Høyere helning svarer til høyere produktivitet.

mulige produksjonspunkter. Hvis en produksjonseenhet produserer i et punkt som ligger på produksjonsfronten, kan man si at enheten er effektiv. Det vil ikke være mulig å produsere mer gitt den mengde innsatsfaktorer som er brukt. Produktiviteten målt som produksjon i forhold til innsatsfaktorene kan imidlertid variere mellom ulike effektive produksjonspunkter. Dette vil gjelde hvis produksjonsfronten ikke er lineær. Figur 5 illustrerer enkelte viktige begreper.

Man kan i prinsippet oppfatte kurven for observerte uregelmessigheter i Figur 5 som en produksjonsfront man ønsker å estimere. Datagrunnlaget er observasjoner for ulike år av registrerte uregelmessigheter, kombinasjoner av innsatsfaktorer og relevante bakgrunnsvariable. Neste avsnitt beskriver grunnlaget for estimering mer formelt.

Når det gjelder produksjon og produktivitet i Kystvakten, kan Figur 5 over illustrere tolkningen av produktivitet. Som det er argumentert for, vil Kystvakten bruke ulike innsatsfaktorer for å produsere oppdagelsesrisiko, som på sin side påvirker nivået på uregelmessigheter i fisket. Figur 5 viser en heltrukken og to stiplede versjoner av funksjonen for

oppdagelsessannsynlighet. Hvis man tar utgangspunkt i at nivået på innsatsfaktorene, K , er konstant, kan de tre kurvene tolkes som resultatet av ulike grader av produktivitet. Effektivitet er som vist over evnen til å omsette et gitt nivå av innsatsfaktorer til et produkt. Den stiplede linjen helt til venstre representerer derfor en realisering av funksjonen med lav effektivitet, det vil si nivået på oppdagelsessannsynligheten er lavere enn for den heltrukne linjen. Dette vil også gi seg utslag i et lavere nivå på antall observerte uregelmessigheter.

8.2 Stokastisk produksjonsfront

Dette avsnitt beskriver prinsippene bak estimering av en produksjonsfront. Beskrivelsen av metodikken bygger på Coelli et al (2005) og Kumbhakar og Lovell (2000). Basisuttrykket er gitt i ligningen under.

$$\ln(q_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln(z_{ji}) + \sum_{l=1}^m \beta_l \ln(g_{li}) + v_i - u_i$$

På venstresiden er q_i er mål på produksjonen for bedrift i . Forklaringsvariablene er gitt på høyresiden. β_0 er et konstantledd. Det andre leddet på høyresiden er indikatorene z_j for k ulike innsatsfaktorer, mens β_j er de tilhørende koeffisientene. Tredje ledd er indikatorene g_l for m bakgrunnsvariabler, mens β_l er de tilhørende koeffisientene. Innsatsfaktorer og bakgrunnsvariabler inngår i uttrykket på samme matematiske form, og kunne i uttrykket over være samlet i z . Denne måte å inkludere bakgrunnsvariabler på impliserer at disse variablene påvirker produksjonen deterministisk. Det er andre metoder hvor bakgrunnsvariablene påvirker de stokastiske leddene, se for eksempel Coelli et al. (2005, avsnitt 10.7). Det fjerde leddet på høyresiden, v_i , er et stokastisk feilledd som representerer målefeil når det gjelder innsatsfaktorer og bakgrunnsvariabler og feilspesifisering av funksjonsformen eller utelatte forklaringsvariabler. Dette ledd er symmetrisk, dvs. det kan ha både positive og negative verdier. Siste ledd på høyresiden, u_i , er en ikke-negativ stokastisk variabel som representerer teknisk ineffisiens. De tre første leddene er den deterministiske delen av produksjonsfronten. Dette svarer til en s.k. average response model. Det stokastiske feilled v_i betyr at produksjonen for to bedrifter med samme bruk av innsatsfaktorer kan være forskjellig. Dette betyr på sin side at ikke all forskjell i observert produksjon tolkes som forskjell i produktivitet.

Når parametrene som inngår i modellen er estimert, kan teknisk effisiens, TE , for produksjonshet i uttrykkes som forholdet mellom observert produksjon og produksjon predikert av den stokastiske fronten

$$\begin{aligned} TE_i &= \frac{q_i}{\exp(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln(z_{ji}) + \sum_{l=1}^m \beta_l \ln(g_{li}) + v_i)} \\ &= \frac{\exp(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln(z_{ji}) + \sum_{l=1}^m \beta_l \ln(g_{li}) + v_i - u_i)}{\exp(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln(z_{ji}) + \sum_{l=1}^m \beta_l \ln(g_{li}) + v_i)} \\ &= \exp(-u_i). \end{aligned}$$

Prediksjonen av TE kompliseres av at det er to stokastiske ledd på høyresiden. Det er bare mulig å skille effektene av disse ved å gjøre antakelser om fordelingen for de to leddene. I den s.k. half-normal modellering antas det at det stokastiske feilledet v_i er symmetrisk

normalfordelt, mens effektivitetsleddet er fordelt etter en trunkert normalfordeling med bare positive verdier. Dette kan formaliseres som

$$\begin{aligned} v_i &\sim iidN(0, \sigma^2) \\ u_i &\sim iidN^+(0, \sigma^2). \end{aligned}$$

Ellers antas det at v_i og u_i har egenskaper som svarer til feilleddet i standard lineære regresjonsmodeller, det vil si at de to stokastiske leddene er uavhengige av hverandre for hver i og at de er ukorrelert med forklaringsvariablene i z og g . Modeller av denne typen kan estimeres med maximum likelihood estimering.

Ved estimering av produksjonsfronten beskrives sammenhengen mellom produksjon og innsatsfaktorer ved hjelp av en fleksibel funksjonsform, slik at det ikke er nødvendig å gjøre for sterke forutsetninger om funksjonsformen på forhånd. En meget brukt sammenheng er translog produksjonsfunksjonen. La z inneholde både innsatsfaktorer og bakgrunnsvariabler. Da er sammenhengen mellom produksjon og innsatsfaktorer beskrevet ved

$$\ln q = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln(z_j) + \sum_{h=1}^k \sum_{j=1}^k \beta_{hj} \ln(z_h) \ln(z_j).$$

Denne funksjonsformen er 2. ordens fleksibel, dvs. den kan for et gitt punkt tilpasses både den første og andrederiverte. Flexibiliteten har imidlertid en kostnad i form av flere variable som skal estimeres. Et alternativ er å bruke en cobb-douglas funksjon, som er en førsteordens fleksibel funksjonsform

$$\ln q = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln z_j.$$