

**Effektivitet og produktivitet i
norsk matfisknæring for perioden 1996-2003
målt ved bruk av DEA og MPI**

av

Marte Punsvik Lagesen

Helén Marita Sørensen



**Mastergradsoppgave i økonomi og administrasjon
studieretning bedriftsøkonomi**

Institutt for økonomi – Norges fiskerihøgskole

Universitetet i Tromsø

Mai 2006

I. Forord

Med denne oppgaven avsluttes vårt mastergradsstudium i økonomi og administrasjon, retning bedriftsøkonomi ved Norges fiskerihøgskole (NFH), Universitetet i Tromsø.

Vi ønsker herved å takke våre veiledere ved NFH; førsteamanuensis Bent-Eirik Roland og forsker Øystein Hermansen for all hjelp og støtte gjennom arbeidet. Det rettes også en stor takk til professor Terje Vassdal, NFH, for bidrag til oppgaven.

Tromsø, 15. mai 2006

Helén Marita Sørensen

Marte Punsvik Lagesen

II. Innholdsfortegnelse

I. FORORD	I
II. INNHOLDSFORTEGNELSE	II
III. FIGURER	IV
IV. TABELLER	V
V. SAMMENDRAG	VI
1 INNLEDNING	1
1.1 BAKGRUNN	1
1.2 PROBLEMSTILLING	3
2 NORSK MATFISKNÆRING	5
2.1 NÆRINGEN	5
2.2 PRODUKSJONSPROESSEN	7
2.3 PRODUKSJON OG LØNNSOMHET	9
2.4 MARKEDET FOR NORSK LAKS	15
3 TEORI OG METODE	18
3.1 EFFEKTIVITET OG PRODUKTIVITET	18
3.1.1 <i>Produksjonsteknologi</i>	20
3.1.2 <i>Avstandsfunksjoner</i>	21
3.2 TEKNISK EFFEKTIVITET	22
3.3 SKALAEGENSKAPER	25
3.4 DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)	28
3.4.1 <i>CCR-modellen</i>	29
3.4.2 <i>BCC-modellen</i>	32
3.4.3 <i>Slakk og pareto-optimalitet</i>	33
3.5 PRODUKTIVITETSENDRINGER	33
3.6 MALMQUIST PRODUKTIVITETSINDEKS (MPI)	35
3.6.1 <i>Caves, Christensen og Diewert (CCD)</i>	35
3.6.2 <i>Adjacent Malmquist Productivity Index</i>	37
3.6.3 <i>Base Period Malmquist Productivity Index</i>	38
3.7 GLOBAL MALMQUIST INDEX	39
3.7.1 <i>Global Adjacent Malmquist Index</i>	40
3.7.2 <i>Global Base Period Malmquist Index</i>	41
4 DATAMATERIALE	43
4.1 UTVALG	43

4.1.1	<i>Utliggere</i>	44
4.2	VARIABELBESKRIVELSE	45
4.2.1	<i>Inputvariablene</i>	46
4.2.2	<i>Outputvariabelen</i>	47
4.2.3	<i>Indeksjustering</i>	47
4.2.4	<i>Deskriptiv statistikk</i>	48
5	RESULTATER	50
5.1	EFFEKTIVITET.....	50
5.1.1	<i>Total teknisk effektivitet</i>	50
5.1.2	<i>Ren teknisk effektivitet</i>	54
5.1.3	<i>Innsparingspotensialet for de ulike inputs</i>	55
5.1.4	<i>Skalaeffektivitet</i>	56
5.1.5	<i>Skalautvikling</i>	58
5.2	PRODUKTIVITETSENDRING	59
5.2.1	<i>Adjacent MPI</i>	59
5.2.2	<i>Global Adjacent MPI</i>	64
5.2.3	<i>Adjacent MPI og Fiskeridirektoratets produktivitetsmål</i>	66
6	OPPSUMMERING	68
7	REFERANSER	71
8	VEDLEGG	I
	VEDLEGG 1: LISTE OVER VARIABLER	I
	VEDLEGG 2: FISKERIDIREKTORATETS UTREGNINGSPRINSIPPER OG DEFINISJONER BRUKT I LØNNSOMHETSUNDERSØKELSEN	IV
	VEDLEGG 3: FJERNING AV UTLIGGERE	IX
	VEDLEGG 4: RESULTATER ADJACENT MPI.....	X
	VEDLEGG 5: RESULTATER BASE PERIOD MPI.....	XIII
	VEDLEGG 6: PLOTT MPI 1996-2003	XVI
	VEDLEGG 7: SALTERDIAGRAM MPI 1996-2003.....	XVII

III. Figurer

FIGUR 2.1: SLAKTET MENGDE ATLANTISK LAKS I NORGE I TONN OG EKSPORTPRISEN I NOK/KG FRA 1980 – 2003.	6
FIGUR 2.2: VEIEN FRA STRYKNING TIL FERDIG PAKKET LAKS OG ØRRET.....	7
FIGUR 2.3: VERDIKJEDEN I NORSK HAVBRUKSNÆRING 2003.	8
FIGUR 2.4: SAMMENHENGER I OPPDRETT AV NORSK LAKS (MATFISK).	9
FIGUR 2.5: PRODUKSJON MÅLT VED GJ.SNITTLIG PRODUKSJON PER ÅRSVERK. TALL I TONN.....	10
FIGUR 2.6: BEREGNET FÔRFAKTOR.....	11
FIGUR 2.7: SALGSPRIS PER KILO LAKS OG ØRRET. TALL I KR.....	11
FIGUR 2.8: PRODUKSJONSKOSTNADER PER KILO FOR LAKS OG ØRRET.	12
FIGUR 2.9: TOTALRENTABILITET OG UTLÅNSRENTE.	14
FIGUR 2.10: TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY GROWTH 1986-2003.....	14
FIGUR 2.11:DE STØRSTE MARKEDENE FOR NORSK LAKS. VERDI I MRD NOK.....	16
FIGUR 3.1: EN OUTPUT, TO INPUTS.	23
FIGUR 3.2: ESTIMERING AV FRONT.....	25
FIGUR 3.3: CRS-FRONT, VRS-FRONT OG OPTIMAL SKALA.....	26
FIGUR 3.4: PARAMETRISK OG IKKE-PARAMETRISK ESTIMERING AV FRONT.	28
FIGUR 4.1: INPUT OG OUTPUT BENYTTET I ANALYSEN.	45
FIGUR 5.1.A)-H): SALTERDIAGRAM – TEKNISK EFFEKTIVITET OG RELATIV PRODUKSJONSSTØRRELSE 1996-2003.	54
FIGUR 5.2: EFFEKTIVITET OG INEFFEKTIVITET I PERIODEN 1996 TIL 2003.....	57
FIGUR 5.3: ANDEL MED KONSTANT, ØKENDE OG AVTAKENDE SKALAUTBYTTE.	58
FIGUR 5.4: MPI (PRODUKTIVITETSENDRING) FOR PERIODEN 1996-2003.....	60
FIGUR 5.5: EC (EFFEKTIVITETSENDRING) FOR PERIODEN 1996-2003.....	60
FIGUR 5.6: TC (TEKNOLOGISK ENDRING) FOR PERIODEN 1996-2003.	61
FIGUR 5.7 A)-G): TC OG EC 1996-2003.	63
FIGUR 5.8: SALTERDIAGRAM – PRODUKTIVITET (MPI) OG RELATIV PRODUKSJONSSTØRRELSE (1996-2003).....	64
FIGUR 5.9: ADJACENT TC OG GLOBAL ADJACENT TC.....	65
FIGUR 5.10: MPI I FORHOLD TIL FISKERIDIREKTORATETS PRODUKTIVITETSMÅL, 1996-2003.	66
FIGUR 5.11: MPI I FORHOLD TIL FISKERIDIREKTORATETS FÔRFAKTOR, 1996-2003.....	67

IV. Tabeller

TABELL 2.1: GJ.SNITTLIGE RESULTAT, DRIFTSMARGIN, TOTALRENTABILITET OG NOMINELL UTLÅNSRENTE.	13
TABELL 2.2: PRODUKTIVITETSUTVIKLING (MPI) 1992-1995.....	15
TABELL 4.1: ANTALL SELSKAPER OG KONSEJONER I DATABASEN.	43
TABELL 4.2: DATASETT DEA ANALYSE.....	44
TABELL 4.3: REPRESENTATIVITET, SOLGT MENGDE LAKS OG ØRRET. TALL I TONN.	44
TABELL 4.4: BALANSERTE PANELDATA FOR MPI.	45
TABELL 4.5: KONSUMPRISINDEKSEN FRA 1996 TIL 2003, 1998 = 100.....	48
TABELL 4.6: DESKRIPTIV STATISTIKK AV INPUT- OG OUTPUTVARIABLENE.	49
TABELL 5.1: TEKNISK EFFEKTIVITET VED KONSTANT SKALAUTBYTTE (TE_{CRS}).	50
TABELL 5.2: TEKNISK EFFEKTIVITET VED VARIABELT SKALAUTBYTTE (TE_{VRS}).	54
TABELL 5.3: FREKVENSFORDELING REN TEKNISK EFFEKTIVITET.	55
TABELL 5.4: RELATIVT INNSPARINGSPOTENSIALET FOR INPUT VED VARIABELT SKALAUTBYTTE.	55
TABELL 5.5: ABSOLUTT GJENNOMSNITTLIG INNSPARINGSPOTENSIAL FOR DE ULIKE INPUTS.	56
TABELL 5.6: SKALAEFFEKTIVITET.	57
TABELL 5.7: ANTALL ENHETER IRS, CRS OG DRS AV TOTALT ANTALL SELSKAPER I ANALYSEN.	58
TABELL 5.8: ADJACENT MALMQUIST PRODUKTIVITETSINDEKS, 1996 TIL 2003.	59
TABELL 5.9: GLOBAL ADJACENT MPI 1996-2003.	65

V. Sammendrag

I denne oppgaven analyseres effektivitet og produktivitetsutviklingen i norsk matfisknæring i perioden 1996-2003. Produksjonen av laks og ørret har økt betraktelig de siste tiårene. En best mulig utnyttelse av innsatsfaktorene øker produktiviteten ved at produksjonskostnadene synker. For å oppnå et reelt mål på effektivitet og produktivitet for bransjen er det viktig å ta hensyn til alle faktorer som har innvirkning på produksjonen.

Måling av totalfaktorproduktivitet er utført med de ikke-parametriske metodene Data Envelopment Analysis (DEA) og Malmquist Produktivitetsindeks (MPI). DEA måler den relative effektiviteten til enhetene i analysen ved å sammenligne med "best-practice" enhetene. MPI viser produktivitetsutviklingen over tid og forsøker å forklare årsaken til utviklingen ved å dekomponere resultatet i hva som skyldes teknologiske endringer og endringer i effektivitet. Hjelpemiddel som er brukt ved måling av effektivitet er dataprogrammene DEA-Solver og SNF DEA, mens SNF Malmquist er benyttet til produktivitetmålinger.

Produksjon av laks og ørret er avhengig av innsatsfaktorer som arbeidskraft, fôr, smolt, diverse driftskostnader og kapitalkostnader. Det empiriske datamaterialet som ligger til grunn for analysen er utelukkende hentet fra Fiskeridirektoratets årlige lønnsomhetsundersøkelser for norsk matfisknæring. I rapportene fra Fiskeridirektoratet presenteres ulike partielle produktivitetsmål for matfisknæringen.

Resultatene viser at andelen effektive selskaper har økt i perioden der de ineffektive har nærmet seg "best-practice". Den største årsaken til ineffektivitet ligger i utnyttelsen av ressursene og skala betyr lite i den store sammenheng. Det viser likevel seg at enhetene har gått fra å være for små til å være for store.

Målingene viser en produktivitetsfremgang i perioden. Dette skyldes i hovedsak teknologisk forbedring. Produktiviteten har blitt ytterligere forbedret ved at næringen i gjennomsnitt har nærmet seg den effektive fronten. Ved sammenligning viser det seg at Fiskeridirektoratets produktivitetsmål gir en dårlig beskrivelse av den totale utviklingen.

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

En av Norges viktigste eksportnæring er matfisknæringen, bestående av oppdrett av laks og ørret. Næringen har siden 1980-tallet økt voldsomt i produksjon. Det har skjedd en tidobling av produksjonen fra 1986 frem til 2003. De siste årene har solgt mengde laks og ørret økt fra 320 tusen tonn i 1996 til 578 tusen tonn i 2003. Dette til tross, den gjennomsnittlige lønnsomheten har de siste årene falt, og ført til negativ rentabilitet på totalkapitalen.

Den store økningen i produksjon i løpet av de siste tiårene kan delvis tilskrives den teknologiske fremgangen som har funnet sted innenfor oppdrettsnæringen. Etter generelle antagelser er det vanlig å regne med at økt produksjon og økt produktivitet henger sammen. Produksjonsøkningen henger også sammen med økt konkurranse, både nasjonalt og internasjonal, og i denne sammenheng blir det mer og mer viktig å utnytte ressursene maksimalt.

Fiskeridirektoratet rapporterer gjennom sine lønnsomhetsanalyser en fortsatt partiell produktivitetsfremgang i perioden 1996-2003, men en stagnasjon de siste årene. Ved målingen av produktivitetsendringer benytter Fiskeridirektoratet seg av gjennomsnittlig produksjon per årsverk. Selv om det er vanlig praksis å kun bruke partielle mål ved beregning av produktivitet, kan dette gi misvisende informasjon dersom de betraktes isolert sett. Endringen kan avhenge av teknologiske fremskritt, for eksempel i form av fôringsmaskiner som har erstattet arbeidskraft, og den totale produktiviteten behøver ikke være endret. Et annet lønnsomhetsmål som benyttes er fôrfaktor; benyttet fôrmengde dividert på kvantum ferdigprodusert verdi. Disse partielle målene kan påvirkes av andre innsatsfaktorerers mengdeendringer og kan derfor være et utilstrekkelig mål på produktivitet.

Økning i produksjon forklares ofte ved økt bruk av innsatsfaktorer. Dersom produksjonen øker mer enn økningen i innsatsfaktorene står man overfor produktivitetsvekst. I motsatt fall, om innsatsfaktorbruk har økt mer enn produksjon, har det funnet sted en reduksjon i produktiviteten. Ved å benytte seg av totalfaktorproduktivitet, får man en mer presis

beskrivelse av produktivitetens utviklingen i matfisknæringen enn ved bruk av partielle produktivitetsmål.

Det er i dag utviklet flere metoder for beregning av effektivitet og produktivitet, som totalfaktorproduktivitetsindekser (deriblant Malmquist Produktivitetsindeks), minste kvadraters økonometriske modeller samt Data Envelopment Analysis (DEA) og stokastisk frontanalyse (SFA).

I produksjonsprosessen for laks og ørret (matfisk), produseres produktet ved hjelp av innsatsfaktorer som smolt, fôr, arbeid, kapital og diverse kostnader. Dette er de innsatsfaktorene som ligger innenfor enhetenes kontroll. I tillegg til dette vil det være en rekke eksogene faktorer som påvirker resultatet av produksjonen, som for eksempel temperatur, lys og lignende. I denne oppgaven vil vi forsøke å studere totalfaktorproduktivitet, men med en mer realistisk tenkemåte kunne det vært kalt multifaktorproduktivitet.

For å estimere effektiviteten til hvert enkelt selskap benytter vi DEA som ved hjelp av lineær programmering danner en front med de beste selskapene i bransjen. DEA måler hvert enkelt selskap opp mot denne "best-practice" fronten. For å beregne produktivitetsendring i tidsperioden benyttes Malmquist Produktivitetsindeks (MPI). MPI søker å forklare noe av årsaken til en eventuell endring ved at den dekomponeres i en teknologisk endring og en ren effektivitetsendring. Førstnevnte definerer frontskifte i perioden, skift i teknologien. Den andre sier noe om "catching-up" effekten, eller hvorvidt selskapene har nærmet seg fronten i løpet av perioden.

Roland (1998) utførte en analyse av norsk matfisknæring ved hjelp av DEA og MPI. Her ble perioden 1992 til 1995 analysert og resultatene viser at det har funnet sted en betydelig produktivitetsfremgang i norske matfiskanlegg i perioden. Han konkluderer med at den primære kilden til produktivitetsvekst har vært en betydelig forbedring i "best-practice" enhetene, dvs. teknologisk endring. I en studie av Vassdal (2006) der han ser på årene 1986 til 2003, ser han en klar tendens med mindre produktivitetsvekst etter 1997. Her konkluderes det med at det er en mulighet for at bransjen har stagnert med tanke på kostnadsforbedringer og totalfaktorproduktivitetsforbedringer.

1.2 Problemstilling

Ved å benytte oss av teori og metode innen effektivitets- og produktivetsanalyse skal vi videre besvare følgende problemstilling:

1. Hvordan har den årlige effektiviteten i norsk matfisknæring vært i perioden 1996 – 2003?
2. Hvordan har produktivetsutviklingen i norsk matfisknæring vært i perioden 1996 – 2003?

Måling av effektivitet skjer opp mot en estimert "best-practice" teknologi. Gjennomsnittlig effektivitet beskriver forholdene i næringen og det eventuelle potensialet for forbedring. En analyse av forflytninger i enhetsmassen skaper et bilde på endringene for enkeltenhetene. En analyse av produktivetsutviklingen søker å si noe om hvorvidt endringene som skjer i bransjen skyldes teknologiske endringer eller hvorvidt effektivitetsutviklingen er årsaken. I tillegg vil det bli tatt opp hvorvidt det kan indikeres noen sammenheng mellom veksten i produksjon og utvikling i produktivitet.

Fiskeridirektoratets tallmateriale inneholder informasjon som er innhentet fra næringen. Tallmateriale som vil bli benyttet strekker seg fra 1996 til 2003. Årsaken til at nettopp dette tidsrommet blir benyttet ligger i tilgjengeligheten av data og hvilke analyser som tidligere har blitt gjort på området. Roland (1998) tar for seg perioden 1992 til 1995, hvilket gjør det naturlig for oss å fortsette dette arbeidet. Datamaterialet fra Fiskeridirektoratet har endret karakter i løpet av rapporteringsperioden. En større endring ble foretatt i 1996 og en ny i 2004. Disse endringene har ført til at vårt datamateriale ligger i perioden 1996 til 2003 for nettopp å kunne være best mulig sammenlignbare år for år.

Produksjonen av laks og ørret påvirkes gjennom offentlige reguleringer. Fra 1996 til 2003 har antallet konsesjoner økt fra 762 til 870. Reguleringen gjennom konsesjoner legger en naturlig begrensning på mengden produsert fisk. Konsesjonene oppgis i analyseperioden i m^3 og tetthet i merdene. Dermed er det viktig for selskapene å ha kontroll over innsatsfaktorbruken. Analysen vil derfor ta utgangspunkt i en minimering av ressursbruken. Resultater vil bli presentert både på aggregert nivå og for enkeltenhetene i datamaterialet.

Resten av oppgaven er organisert som følger: I kapittel 2 vil det bli gitt en kort oversikt over matfisknæringen, produksjonsprosessen, presentasjon av ulike lønnsomhetsmål og litt om norsk eksport. Det teoretiske og metodiske grunnlaget for oppgaven blir presentert i kapittel 3. Dette kapitlet vil danne den grunnleggende forståelsen bak analysen samt gi en innføring i de metodene som vil bli brukt (DEA og MPI). I kapittel 4 går vi inn på datamaterialet fra Fiskeridirektoratet. Resultatene med kommentarer fra analysene blir lagt frem i kapittel 5 før vi foretar en oppsummering i siste kapittel.

2NORSK MATFISKNÆRING

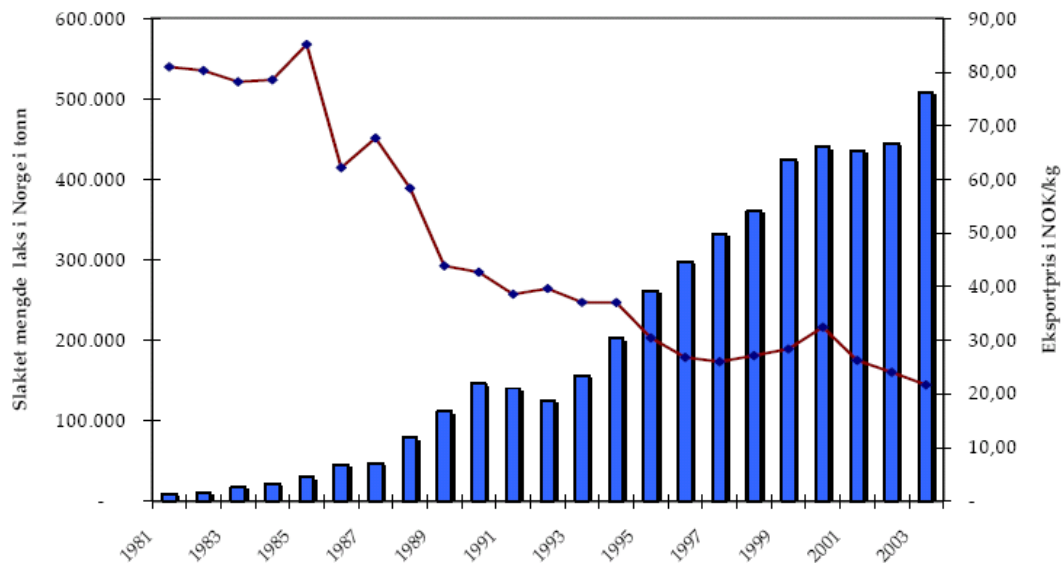
En økonomisk analyse av en industri bør være basert på en grunnleggende forståelse av produksjonsprosessen. Dette er spesielt viktig i biologisk produksjon siden det vil innebære en teknisk forståelse av selve prosessen. I dette kapitlet presenteres næringen med et historisk tilbakeblikk og selve produksjonsprosessen. Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelser, med partielle produktivetsmål og lønnsomhet refereres. Til slutt gis en oversikt over hvilke markeder norsk matfisk blir eksportert til.

2.1 Næringen

Norsk akvakultur¹ og oppdrett av laks og ørret har hentet mange erfaringer fra den tradisjonelle fiskerinæringen. Næringen har gjort seg nytte av erfaringene og kunnskapen fra forvaltningsmiljøene i norske laksevassdrag og fra norsk husdyravl i landbruksnæringen. Virksomhetene er i mange tilfeller blitt hjørnesteinsbedrifter i flere kystsamfunn i Norge. Havbruksnæringen er en ung næring og det er bare 9 generasjoner tilbake til det ville opphavet som var utgangspunktet (FHL, 2003¹)

Figur 2.1 viser den betydelige økningen i mengde slaktet laks. De siste tiårene har mengde slaktet laks vokst fra en produksjon i 1980 på 8.000 tonn til nærmere 510.000 tonn laks i 2003. Mengde slaktet ørret var i 2003 på 65.000 tonn (www.fiskeridirektoratet.no). Det var en liten nedgang i 1992 og 1993 og fra 2001 til 2002. I 1991 ble det innført en endring i regelverket hvor det ble åpnet for at man kan eie mer enn en konsesjon. Foruten nedgangen disse to årene har slaktet mengde laks økt betraktelig etter denne endringen.

¹ Les mer om Akvakultur i Norge i Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening (2003).



Figur 2.1: Slaktet mengde Atlantisk laks i Norge i tonn og eksportprisen i NOK/kg fra 1980 – 2003 (inflasjonsjustert).

Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (2004).

Næringen har gjennom de siste årene vært gjennom store strukturelle endringer ved vertikal integrasjon i form av oppkjøp. Trenden viser at enkelte selskaper eier flere og flere konsesjoner. Mange av de største bedriftene som driver med oppdrett av laks og ørret, er etablert i flere produksjonsland (EFF, 2004).

Sektoren har i de siste årene vært preget av overproduksjon og en lang periode med priser som er lavere enn de gjennomsnittlige produksjonskostnadene. Markedet har vært i vekst og det er blitt iverksatt begrensende tiltak på produksjonen som for eksempel redusert fôring og redusert smoltutsett. Dette for å gjenopprette en positiv prisutvikling.

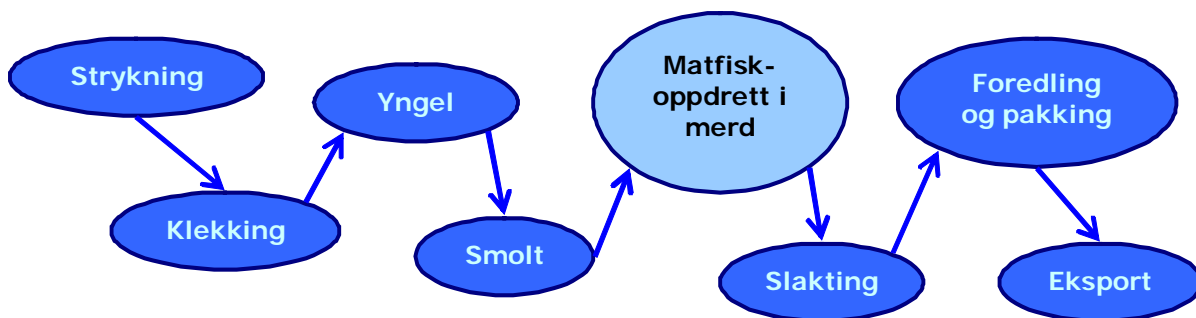
Matfisknæringen er styrt av offentlige reguleringer ved konsesjoner. Det blir tildelt konsesjoner i egne tildelingsrunder. I en periode var konsesjonene begrenset på hvor mye fôr konsesjonseieren kunne kjøpe. Dette var en tilleggsbegrensning til hovedbegrensningen i form av m³ vannvolum. Begrensningen er i dag satt til hvor mye levende fisk en standardkonsesjon til enhver tid kan ha, kalt maksimal tillatt biomasse (MTB). Den er for tiden 65kg /m³ konsesjonsvolum. På grunn av lavere temperatur og lavere tilvekst/omløpshastighet har man i Nord-Troms og Finnmark lov til å ha 120 tonn mer tillatt biomasse enn resten av landet, 900

mot 780 tonn/konsesjon. Det offentlige legger til grunn to viktige hensyn når det gjelder denne endringen, hensynet til miljø og fiskehelse. Økt fiskemengde i tildelt konsesjonsvolum medfører økt belastninger på miljø og vil øke risikoen for negative effekter på fiskehelsen (www.fiskeridirektoratet.no).

2.2 Produksjonsprosessen

Produksjon av laks og ørret er en komplisert prosess som foregår både i ferskvann og sjøvann. Det tar 10-15 måneder fra klekking av egg til laksen er klar til å utsettes som smolt i sjøvann. Prosessen i sjøvann tar litt over ett år. Produksjonen av laks og ørret krever flere innsatsfaktorer.

I første fase strykes stamfiskene for rogn og melke. Befruktet rogn legges inn i ett klekkeri. Tidsperspektivet på klekking av rogn er avhengig av hvor mange grader² klekkeriet holder. Rogna er nå blitt yngler med plommesekker på magen, som vil gi yngelen næring de første ukene. Etter disse ukene begynner man å gi yngelen tørrfôr.



Figur 2.2: Veien fra stryking til ferdig pakket laks og ørret.

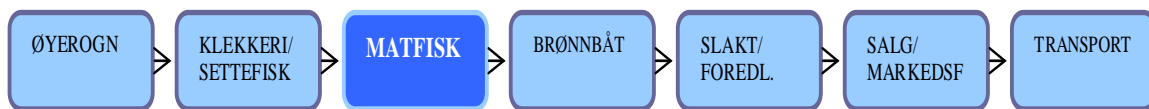
Yngelen utvikler seg med tørrfôr og er etter ett år i settefiskanlegg blitt stor nok til å settes i sjøen. I siste fase av ferskvannsperioden går yngelen inn i en smoltifiseringsprosess som gjør at den nå kan tåle å gå fra ferskvann i setteanleggene til sjøvann. Yngelen kalles nå smolt. Gjennomsnittsvekten når den settes i sjøen er ca. 80 gram. Denne utsettingen skjer i hovedsak

² Døgngrader: Hvor mange grader de oppholdes i * antall døgn.

om våren. På grunn av naturens forutsetninger er dette den beste tiden for utsetting. I Nord-Norge er det i hovedsak utsetting på våren, mens lengre sør er det vanlig med utsetting også på høsten. Laksen og ørreten er satt ut i merder i sjøen. Her skal den vokse seg frem til slaktevekten på ca. 4 – 5 kilo. Denne vekten oppnår den etter knappe to år i merdene. Flere forhold påvirker fiskens vekst i disse årene, spesielt viktig er temperatur, lysforhold og fôr.

Når laks og ørret er klar for slakting, fraktes de levende til slakteriet med brønnbåter. Det finnes i Norge ca. 100 godkjente brønnbåter og ca. 120 slakte- og foredlingsanlegg (FHL, 2003).

Fra slakte- og foredlingsanleggene blir mesteparten, 68 % i 2004 (EFF 2004), av matfisken slaktet og solgt fersk og sløyd. Noe blir også røkt, fryst eller skåret til filet (FHL, 2003). Den ferdigforedte fisken blir solgt og transportert ut til forbrukerne.

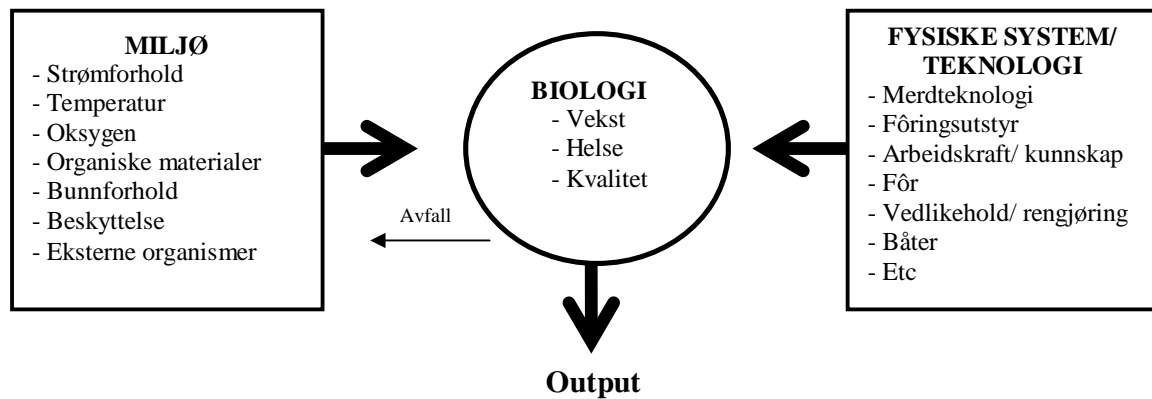


Figur 2.3: Verdikjeden i norsk havbruksnæring 2003.

Kilde: FHL (2003).

Produksjonen av matfisk defineres som prosessen som skjer fra smolten settes ut i merdene og til den blir ført til slakting. Denne prosessen påvirkes av flere ulike forhold. Vi vil her bruke en modell som er laget av Roland (1998) for å beskrive faktorene som påvirker produksjonen av matfisk.

Som man ser av figur 2.4 påvirkes biologien av to forhold. Det ene er miljøet som går på ulike forhold som er tilknyttet lokaliteten til merdene. Disse betingelsene kan man som oppdretter bare svært begrenset gjøre noe med. Det er derfor viktig å finne en optimal plassering av merdene. Det oppdretteren kan påvirke er de øvrige forholdene, ved bedre teknologi, vedlikehold, fôr etc. Disse to hovedfaktorene påvirker fiskens biologi og avgjør vekst, helse og kvalitet på det ferdige produktet.



Figur 2.4: Sammenhenger i oppdrett av norsk laks (matfisk).

Kilde: Roland (1998).

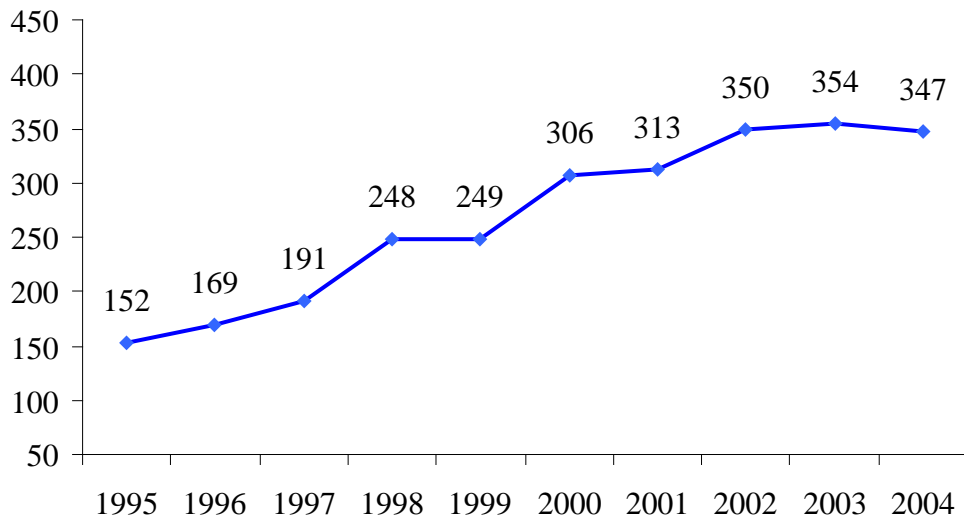
Fiskehelse er en av faktorene som norsk havbruksnæring har forbedret betydelig de siste årene. Fra 1987 til 1992 hadde norsk matfisknæring store problemer med sykdom.

Forbedringen har hovedsakelig kommet som følge av effektive vaksiner i sammenheng med bedre driftsrutiner og driftsopplegg. Dette har redusert sykdomsutbruddene (www.fiskeridirektoratet.no).

2.3 Produksjon og lønnsomhet

Fiskeridirektoratet utfører årlig lønnsomhetsanalyser av matfisknæringen. Her samles det blant annet inn data for kostnader og oppnådde priser på laks for de enkelte oppdrettsselskapene i Norge. Undersøkelsen er representativ for utviklingen blant oppdrettsselskapene og man har et godt datagrunnlag til å vise lønnsomhet, kostnader og produktivitetsvekst over tid.

Fiskeridirektoratets lønnsomhetsmålinger presenterer et partielt produktivitetsbegrep som er målt ved gjennomsnittlig produksjon per årsverk, her presentert i figur 2.5. Matfisknæringen har hatt en forbedring i produktivitet målt ved ovennevnte metode. Vi ser en utfliating i årene 1998 til 1999 og i årene 2002, 2003 og 2004. Reduksjon eller økning i antall årsverk får store utslag på denne målingen.



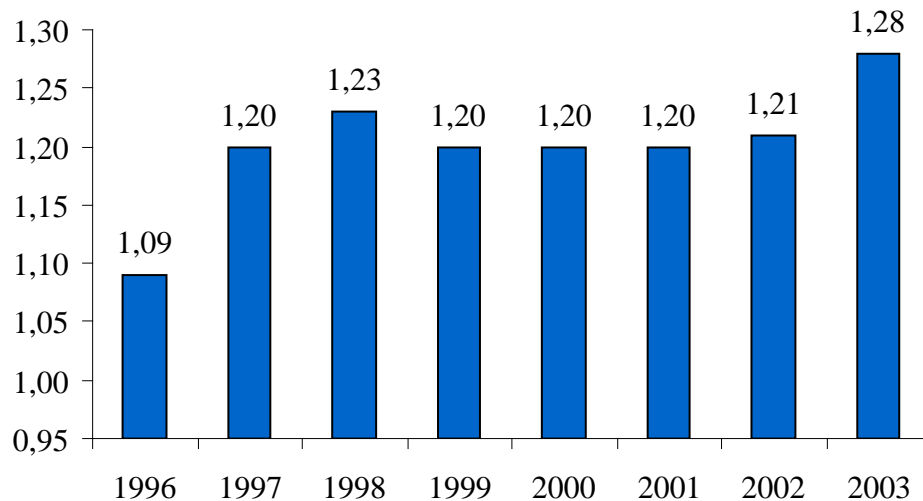
Figur 2.5: Produksjon målt ved gj.snittlig produksjon per årsverk. Tall i tonn.

Kilde: Tall hentet fra Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelser i 1997, 1999 og 2004.

Fôrfaktor er ett annet partielt produktivitetsmål Fiskeridirektoratet presenterer i sine lønnsomhetsanalyser. Denne regnes ut fra Fôrforbruk / Produsert mengde³. Faktoren indikerer hvor mye fisk oppdretteren har fått for det fôret som er brukt (Fiskeridirektoratets lønnsomhetsanalyse, 2003). Fôrfaktoren påvirkes blant annet av tilvekst, fôringskontroll, fôrtype, svinn og lokalitet.

I figur 2.6 presenterer vi Fiskeridirektoratets fôrfaktor for årene 1996 til 2003. Ved lav fôrfaktor brukes mindre utgifter til fôr. Faktoren bør ligge på 1, men det er også fullt mulig å komme under 1. I 1996 ble det innført produseringsregulerende tiltak på fôr ved fôrkvoter. Vi ser av figuren at fôrfaktoren i 1996 er lav. I 1998 var det en prisstigning på fôr på grunn av liten tilgang på fiskemel. Gjennomsnittlig fôrpris per kg har vært på rundt 7 kr i perioden.

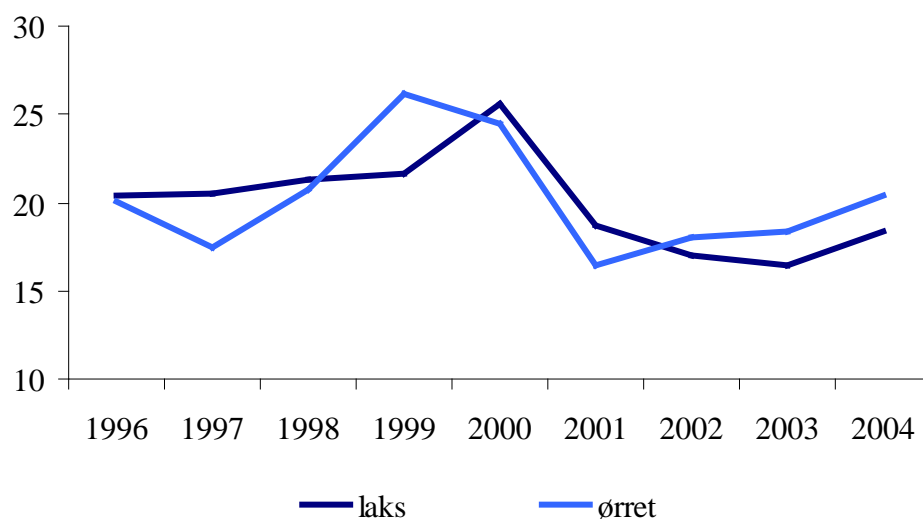
³ Fôrfaktor = Fôrforbruk / Produsert mengde = (Fôrlager 1.1 + Fôrkjøp – Fôrlager 31.12) / (Solgt mengde + frossen fisk pr 31.12) + ((Biomasse 31.12 – vekt på årets utsatte smolt – biomasse 1.1) / 1,1111)



Figur 2.6: Beregnet Førfaktor.

Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsanalyse (2003).

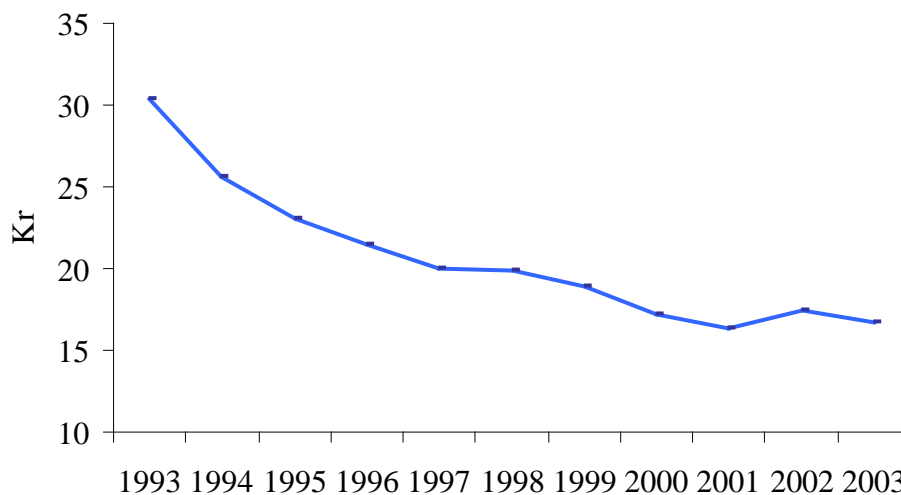
Stor variasjon i pris på laks og ørret kjennetegner næringen. Markedsforholdene for laks og ørret endret seg kraftig i løpet av 2000 og derfor den betydelige nedgangen i pris som vist i figuren 2.7. Nedgangen i salgpris dette året var på 26,7 % for laks, mens den for ørret var på 32,8 %. Salgsprisen har hatt en svak økning de siste årene.



Figur 2.7: Salgspris per kilo laks og ørret. Tall i kr.

Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (1999 – 2003).

I figur 2.8 vises utviklingen av gjennomsnittlig produksjonskostnad ved oppdrett av laks og ørret i Norge. I produksjonskostnaden inngår smoltkostnad, fôrkostnad, forsikringskostnad, lønnskostnad, kalkulerte avskrivninger (historisk), andre driftskostnader og netto finanskostnad. Slakte- og fraktkostnader er ikke medberegnet i disse kostnadene. Man ser ut fra figur 2.8 en utjevning av produksjonskostnadene. Fra 2001 til 2002 har det vært en negativ utvikling, mens det i de andre årene har vært en nedgang i kostnader.



Figur 2.8: Produksjonskostnader per kilo for laks og ørret.

Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (1997 – 2003).

Man har også hatt en betydelig økning i produksjon per årsverk, jfr. figur 2.5., og en nedgang i andre driftskostnader per kilo som følge av høyere volum og mer effektiv drift. Dette i tillegg til lavere priser på innsatsfaktorene, mindre dødelighet, reduserte kostnader knyttet til sykdom og sykdomsforbyggende tiltak, har bidratt til en produktivitetsvekst. Videre har bedre og mer velegnede lokaliteter i produksjonen blitt tatt i bruk, samt at avl har medført raskere produksjonstid og en fisk mer tilpasset oppdrett (Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelsen, 2004).

De viktigste kostnadene; smolt og fôr, utgjør ca 65 % av driftskostnadene. Det vil ikke være synergier knyttet til disse kostnadene. Større oppdrettselskaper kan gjennom forhandlinger oppnå bedre priser på fôr og smolt, og på den måten oppnå produktivitetsgevinst, men dette vil også være mulig gjennom samarbeid mellom selskaper. Mulighetene til å hente ut

synergier og stordriftsfordeler vil derfor begrense seg til lønn, andre driftskostnader, avskrivninger og finanskostnader. Trenden i det siste viser likevel at selskaper eier flere konsesjoner.

I tabellen nedenfor er det vist gjennomsnittlig resultat for hvert år, driftsmargin⁴ og totalrentabilitet⁵. Som det fremgår av tabell 2.1 har det i årene 2002 og 2003 vært et negativt resultat for gjennomsnittsbedriften i matfisknæringen. Noe av dette skyldes økte kapitalkostnader grunnet oppkjøp. Dette slår også ut på en negativ totalrentabilitet. Hvis man ser på utviklingen fra 1996 har det vært en kraftig økning i lønnsomheten frem til 2001. Dette gjelder også for driftsmarginen.

Tabell 2.1: Gj.snittlige resultat, driftsmargin, totalrentabilitet og nominell utlånsrente.

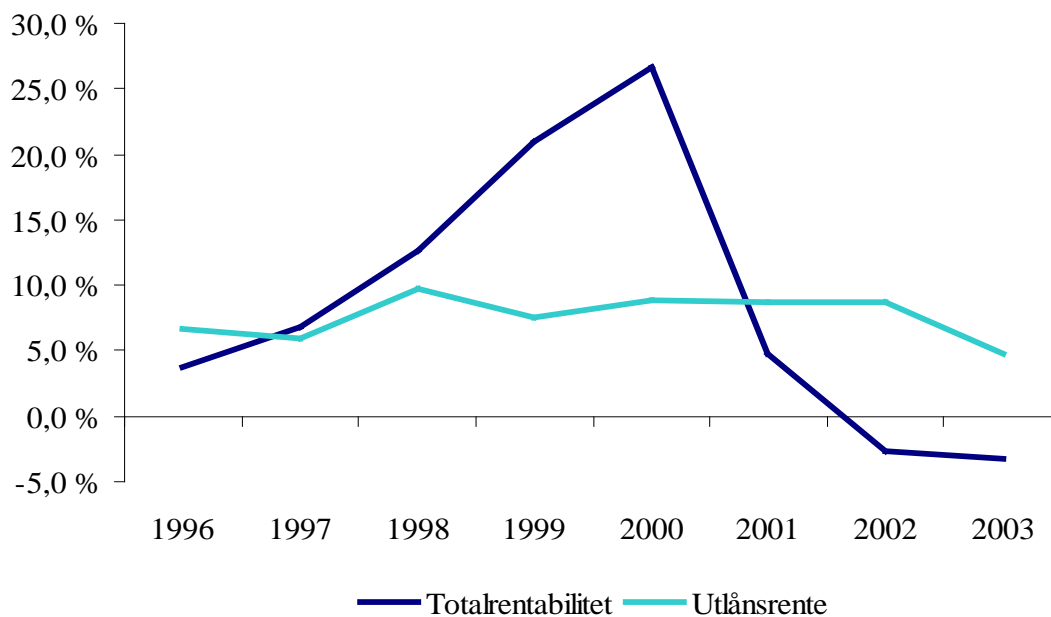
Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (1996-2003) og Statistisk Sentralbyrås Årbok for 2005.

	Ord. resultat før skatt	Driftsmargin	Totalrentabilitet	Utlånsrente
1996	-117 038	3,8	3,8	6,7 %
1997	823 923	7,7	6,8	6,0 %
1998	3 069 682	13,5	12,7	9,8 %
1999	6 594 461	20,9	20,9	7,6 %
2000	12 742 255	28,7	26,7	8,9 %
2001	318 144	3,7	4,7	8,7 %
2002	-4 879 543	-8,0	-2,6	8,7 %
2003	-4 601 986	-6,6	-3,2	4,7 %

Figur 2.9 viser grafisk utviklingen i utlånsrenten mot totalrentabiliteten. Totalrentabiliteten bør være høyere enn utlånsrenten. Vi ser at den i de tre siste årene har vært under utlånsrenten og i de to siste årene negativ. Dette kommer av det negative resultatet i 2002 og 2003. I årene 1998 til 2000 var totalrentabiliteten mye høyere enn utlånsrenten og eierne tjente penger på sine investeringer.

⁴ Driftsmargin = driftsresultat / sum driftsinntekt.

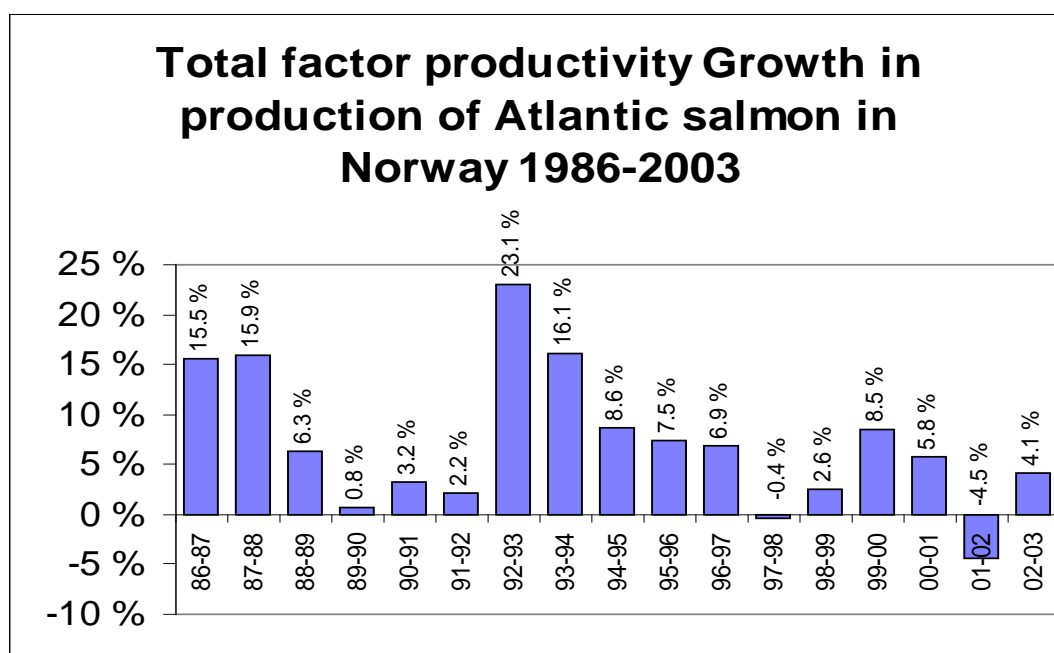
⁵ Totalrentabilitet = resultat før skattekostnad / sum eiendeler.



Figur 2.9: Totalrentabilitet og utlånsrente.

Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (1996-2003) og Statistisk Sentralbyrås Årbok for 2005.

I en studie utført av Vassdal (2006) er det beregnet totalfaktorproduktivitetsvekst for perioden 1986 til 2003. Her er det inkludert innsatsfaktorene slaktekostnad og fraktkostnad i tillegg til produksjon av matfisk, for å illustrere en større del av verdikjeden.



Figur 2.10: Total factor productivity growth 1986-2003.

Kilde: Vassdal (2006).

Resultatene i figur 2.10 viser at det har vært en varierende utvikling i bransjen, også med nedgang i enkelte perioder. De siste årene har veksten vært lav. I perioden 1997 til 1999, og 2001 til 2002, ser man at veksten er negativ eller nærmest lik null.

Roland (1998) presenterer produktivitetsutviklingen for perioden 1992 til 1995. Resultatene i tabell 2.2 viser en sterk produktivitetsfremgang på henholdsvis 29,6 %, 19,4 % og 16,1 %.

Tabell 2.2: Produktivitetsutvikling (MPI) 1992-1995.

Kilde: Roland (1998) – modifisert.

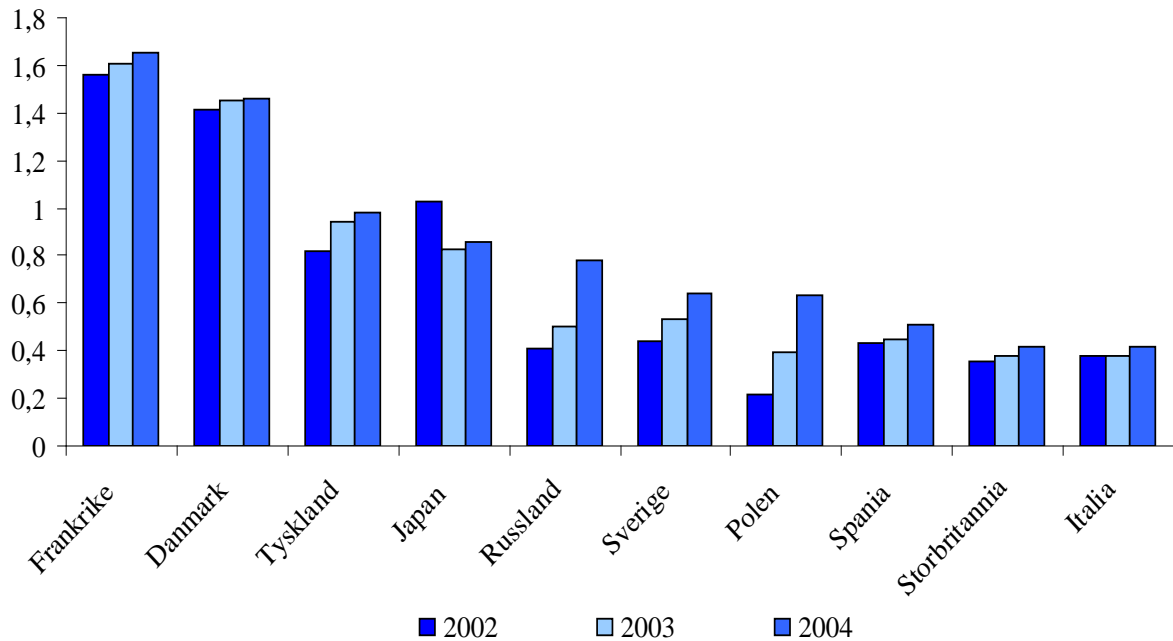
Periode	MPI
1992-1993	1,296
1993-1994	1,194
1994-1995	1,161

Dette samsvarer med funnene til Vassdal (2006) hvor utviklingen ser ut til å avta i perioden. Roland (1998) betrakter kun produksjon av matfisk og tar ikke med variabler som slaktekostnad og fraktkostnad.

2.4 Markedet for norsk laks

Norge produserte i 2004 hele 45 % av totalt produsert mengde atlantisk laks. Norsk oppdrettslaks eksporteres til over 120 land. EU og Japan er hovedmarkedsområdene for den norske oppdrettslaksen.

Figur 2.11 viser de største markedene for norsk laks. Den samlede sjømateksporten til EU økte fra 2003 til 2004 med 960 millioner til 17,1 milliarder kroner. Hovedgrunnene til eksportveksten er økning i salg av laks til 897 millioner kroner. Det er spesielt eksport til landene Polen, Storbritannia og Sverige som øker. Selv om det har vært en betydeig økning av eksport til EU er det markedet utenfor EU som vokser raskest. Norge økte eksporten i 2004 til markedet utenfor EU med 1,1 milliard kroner (EFF, 2004).



Figur 2.11: De største markedene for norsk laks. Verdi i mrd NOK.

Kilde: Eksportstatistikk (2004), Eksportutvalget for Fisk.

Japan var lenge den viktigste importøren av norsk ørret men i de siste årene har dette jevnet seg ut og i 2003 stod Japan for i underkant av 50 % av norsk import av ørret. Det er bare Chile som produserer like mye ørret som Norge. Japan mottar over 90 % av Chiles produksjon.

Eksport av laks og ørret har også økt til Russland. Dette landet er det tredje viktigste eksportlandet for norsk sjømat, der eksport av fersk laks var på 377 millioner i 2004 og ørret på 400 millioner kroner.

Det er sesongvise variasjoner i etterspørselen etter laks og ørret. Julisesongen er årets viktigste sesong, mens påskehøytider og mai måned også innebærer et løft i etterspørselen.

Det har i lengre tid pågått en diskusjon hvor EU anklager Norge for å selge laks til under kostpris på EU-markedet. EU har hatt straffetoll på import av laks og en midlertidig minsteprisordning. Fra 17. januar 2005 ble det innført et definitivt anti-dumpingtiltak mot import av norsk laks til EU. Denne minsteprisen er p.t. på 2,80 euro per kilo importert oppdrettslaks som har sitt opphav i Norge. Hensikten er ifølge EU å stabilisere EU-markedet

og ivareta alle berørte parters interesser. ”Ved å innføre disse anti-dumpingtiltak, ønsker EU å skape nye arbeidsplasser i EUs egen lakseindustri” (www.west-norway.no).⁶

⁶ Kan lese mer om denne konflikten i SNF rapport nr. 25/05: Reguleringer av markedsadgang for norsk laks til EU av Asche, Guttormsen og Tvetervås, Bergen, oktober 2005.

3 TEORI OG METODE

Dette kapitlet presenterer en gjennomgang av det teoretiske og metodiske grunnlaget for analysen av effektivitet og produktivitet i norsk matfisknæring. Her vil en del grunnleggende begreper bli definert, samt vil det bli gitt en detaljert beskrivelse av de metoder og modeller som benyttes. Det tas utgangspunkt i eksisterende teori og metode på området effektivitets- og produktivitetsanalyse, herunder teknisk effektivitet og avstandsfunksjoner, Data Envelopment Analysis (DEA) og Malmquist Produktivitetsindeks (MPI), samt den justerte Global MPI.

I oppgaven foretas en empirisk analyse av et datamateriale bestående av sekundærdata. De data som foreligger er tilstrekkelig for å belyse problemstillingen da databasen inneholder et stort antall enheter med mange variabler for hver enhet. Metoden for å analysere materialet er ikke-parametrisk, og det brukes deskriptivt, beskrivende design.

3.1 Effektivitet og produktivitet

Begrepene effektivitet og produktivitet benyttes ofte om hverandre, men i denne sammenheng har de ulike definisjoner. Begge begrepene er forholdstall som uttrykker sammenhengen mellom to eller flere variabler, som produkter (output) i forhold til innsatsfaktorer (input). Forholdstall er ofte foretrukket fremfor absolutte tall, for eksempel profitt, ved evaluering av en bedrifts prestasjon (Eilon, 1988).

Produksjonsprosessen i en bedrift består av å omdanne en viss mengde innsatsfaktorer til ferdige produkter. Selve omdanningsprosessen eller transformasjonen skal skape merverdi for bedriften. Begrepet produktivitet er et prestasjonsmål som beskriver ytelsen i produksjonsprosessen.

Produktivitet beskrives formelt som forholdet mellom output og input:

$$\text{produktivitet} = \frac{\text{output}(y)}{\text{input}(x)} \quad (1)$$

Produktiviteten er et mål på hvor mye output som produseres gitt mengde input. Dette er et absolutt tall i den forstand at det beskriver status internt i produksjonsprosessen. Jo høyere dette tallet er desto bedre ansees produktiviteten å være.

Der én innsatsfaktor benyttes for å produsere ett produkt er det en enkel sak å beregne produktiviteten. I de tilfeller det forekommer flere inputvariabler og flere outputvariabler, noe som i de fleste situasjoner er tilfellet, må det konstrueres en metode for å aggregere disse. Dette gjøres ved å vekte variablene etter deres relative betydning, eller ved hjelp av priser.

Effektivitet er et relativt begrep som sier noe om forholdet mellom den faktiske produktiviteten og det best mulige oppnåelige:

$$\text{effektivitet} = \frac{\frac{y_j}{x_j}}{\frac{y_{best}}{x_{best}}} \quad (2)$$

Over brøkstreken finner vi produktiviteten til bedrift j ($j = 1, \dots, n$) og under finner vi den beste produktiviteten som det er mulig for bedrift j å oppnå. Hva som er det beste mulige vil avhenge av hvilken standard eller benchmark man bruker. Målet er å nå denne standarden, som for eksempel kan være basert på et teoretisk optimum, et faktisk gjennomsnitt eller ”best-practice”.

Benchmarking er et konsept som innebærer å sammenligne seg selv med andre sammenlignbare bedrifter for å få et mål på ens egen ytelse, samt danne grunnlaget for iverksettelse av konkrete tiltak for å bedre ytelsen (Agustsson, 1996). Måling av effektivitet og produktivitet kan være en del av denne benchmarkingprosessen, hvor resultatet er at man finner benchmark, det vil si den man ønsker å sammenligne seg med og gjerne etterligne.

Effektivitet måles relativt i forhold til andre sammenlignbare enheter. Den skal fange opp graden av måloppnåelse, og sier noe om hvorvidt det bør produseres mer eller brukes færre ressurser. Produktivitet sier noe om relativ utvikling i forhold til tidligere perioder. Økt effektivitet forbedrer produktiviteten.

Partielle produktivitetsmål (PP) betrakter en enkelt innsatsfaktor i forhold til produksjon. Slike produktivitetsmål har den svakhet at de kan gi feilaktig informasjon dersom de blir betraktet isolert sett. Ved bruk av flere variabler får man et multifaktorproduktivitetsmål (MFP) (Coelli et. al, 2005) eller et totalfaktorproduktivitetsmål (TFP), som veier sammen alle faktorene og dermed skaper et mer representativt resultat. Mange slike TFP-mål benytter priser på innsatsfaktorer og verdi på produkter for å veie variablene sammen.

3.1.1 Produksjonsteknologi

Teknologien bak produksjonen kan illustreres ved hjelp av teknologisetten, S . x er her vektor for input ($x = x_1, x_2, \dots, x_i$) hvor ($i = 1, \dots, m$) og y er vektor for output ($y = y_1, y_2, \dots, y_r$) hvor ($r = 1, \dots, s$). Teknologisetten kan da defineres slik (Coelli et. al, 2005):

$$S = \{(x,y): x \text{ kan produsere } y\} \quad (3)$$

Produksjonsteknologien kan likeledes defineres ved hjelp av outputsettet ($P(x)$):

$$P(x) = \{y: x \text{ kan produsere } y\} = \{y: (x, y) \in S\} \quad (4)$$

Outputsettet representerer et sett av alle outputvektorer, y , som kan bli produsert fra inputvektoren, x .

Produksjonsteknologien definert ved hjelp av inputsettet ($L(y)$):

$$L(y) = \{x: x \text{ kan produsere } y\} = \{x: (x, y) \in S\} \quad (5)$$

Inputsettet består av alle inputvektorer, x , som kan produsere en gitt outputvektor, y .

For å kunne konstruere teknologisetten ut fra en observert input-output kombinasjon spesifiseres det en del generelle forutsetninger (aksiomer) rundt teknologien. Dette gjøres uten å spesifisere noen funksjonell form på produksjonen (Ray, 2004):

- Axiom 1: Alle observerte input-output kombinasjoner er mulige. En sammensetning av input og output (x, y) er mulig så lenge y kan produseres ved hjelp av x .
- Axiom 2: Produksjonsmulighetsområdet (settet) er konvekst. Dersom (x^A, y^A) og (x^B, y^B) er mulig vil også et vektet gjennomsnitt av disse (\bar{x}, \bar{y}) være mulig.
- Axiom 3: Sløsing med input er mulig: dersom (x^0, y^0) er mulig, vil for enhver $x \geq x^0$, også (x, y^0) være mulig.
- Axiom 4: Sløsing med output er mulig: dersom (x^0, y^0) er mulig, vil for enhver $y \leq y^0$, også (x^0, y) være mulig.
- Axiom 5: Under forutsetning om konstant skalautbytte⁷: skalering. Dersom (x, y) er mulig vil også (kx, ky) for enhver $k \geq 0$ være mulig.

3.1.2 Avstandsfunksjoner

Avstandsfunksjoner er et nyttig hjelpemiddel innen måling av effektivitet og produktivitet. Konseptet ble introdusert uavhengig av både Malmquist (1953) og Shephard (1953), men ble først tatt i bruk innen effektivitets- og produktivitetmåling noe senere. Man kan spesifisere både input- og outputbaserte avstandsfunksjoner⁸.

Outputbasert avstandsfunksjon definert ved outputsettet, $P(x)$:

$$d_o(x, y) = \inf \{ \delta : (y / \delta) \in P(x) \} \quad (6)$$

En outputbasert avstandsfunksjon ($d_o(x, y)$) betrakter en maksimal proporsjonal økning i outputvektoren, gitt en inputvektor. Den plasserer outputvektoren på isokvanten som avgrenser outputsettet. Verdien på $d_o(x, y)$ er 1 dersom vektoren allerede befinner seg på isokvanten.

⁷ Mer om konstant skalautbytte i kapittel 3.3.

⁸ Se f. eks. Coelli et.al (2005), Freid, Lovell og Schmidt (1993) og Färe og Grosskopf (1996)

Inputbasert avstandsfunksjon definert ved inputsettet, $L(y)$:

$$d_i(x, y) = \sup\{\rho : (x/\rho) \in L(y)\} \quad (7)$$

En inputbasert avstandsfunksjon ($d_i(x, y)$) karakteriserer produksjonsteknologien ved å se på en minimal proporsjonal reduksjon av inputvektoren, gitt en outputvektor.

3.2 Teknisk effektivitet

Farrell (1957) definerer for første gang begrepet ”teknisk effektivitet” og beskriver forbedringer i effektivitet som en proporsjonal eller radial reduksjon av innsatsfaktorer. Hans bidrag er at effektiviteten til en enhet består av to komponenter; teknisk effektivitet og allokativ effektivitet. Kombinasjonen av disse utgjør den totale effektiviteten.

Utgangspunktet for hans arbeid var problematikken rundt det å kunne beregne ett mål for effektivitet som tar alle innsatsfaktorer og alle produkter i betraktning. Mange måltall har vært brukt tidligere for å måle effektivitet, og selv om noen har tatt alle inputs og outputs i betraktning, er det ingen som har klart å lage ett generelt mål for effektivitet.

Farrell definerte teknisk effektivitet (TE^9) som det å produsere så mye som mulig output med en gitt mengde input, eller produsere en gitt mengde output med minst mulig input. De to retningene i produksjonen kalles henholdsvis produksjonsøkende og faktorbesparende (se Kittelsen og Førstund, 2001).

Outputorientering: En DMU¹⁰ er ikke effektiv dersom det er mulig å øke en hvilken som helst output uten å øke noen input og uten å redusere noen annen output.

Inputorientering: En DMU er ikke effektiv dersom det er mulig å redusere en hvilken som helst input uten å øke noen andre inputs og uten å redusere noen output.

(Charnes, Cooper og Rhodes, 1981)

⁹ Technical Efficiency.

¹⁰ Decision Making Unit – beslutningsenhet.

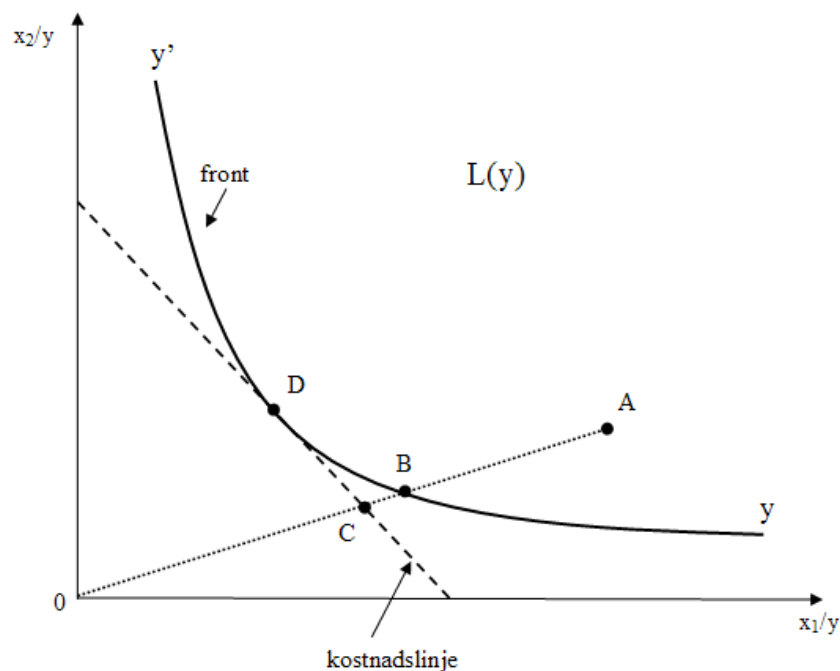
Med utgangspunkt i ligning (4) kan dette defineres som:

$$TE_i(y, x) = \min\{\lambda : \lambda \cdot x \in L(y)\} \quad (8)$$

Teknisk effektivitet kan enkelt knyttes opp mot avstandsfunksjoner¹¹:

$$TE_i = \frac{1}{d_i(x, y)} \quad (9)$$

For å illustrere dette bruker Farrell et enkelt tilfelle hvor det produseres ett produkt med to innsatsfaktorer. Videre forutsettes det konstant skalautbytte og at det foreligger data fra enhetene som beskriver teknologien.



Figur 3.1: En output, to inputs.

I figur 3.1 er punktet A observasjon av hvor mye av de ulike inputs en enhet bruker til å produsere sitt produkt. Linjen yy' representerer den effektive fronten, det vil si et anslag på hvor mye de mest effektive enhetene vil bruke av innsatsfaktorene. Vi ser da at A kan bruke

¹¹ Se Shephards (1970) inputavstandsfunksjoner.

mindre innsatsfaktorer, det vil si at A er ineffektiv, og burde bevege seg proporsjonalt mot punkt B . Etter Farrells radiale effektivitetsmål, kan A redusere innsatsfaktorbruken proporsjonalt med følgende forhold:

$$TE_i = OB/OA \quad (10)$$

Dette forholdstallet vil ta en verdi mellom 0 og 1, hvor 1 (eller 100 %) representerer de mest effektive. En eventuell ineffektivitet viser forbedringspotensialet for innsatsfaktorbruk ($1-TE$).

Gitt at vi nå har priser på innsatsfaktorene vil den inntegnede kostnadslinjen si oss noe om kostnadsbruken og hvorvidt enheten bruker rette proporsjoner av innsatsfaktorene. Kostnadslinjen viser prisforholdet mellom de to innsatsfaktorene. I punktet hvor kostnadslinjen tangerer fronten vil vi finne enheter med optimal kostnadsbruk. I dette tilfelle er punkt D det optimale. Både punkt B og D er 100 % teknisk effektive, men D er å foretrekke fordi allokeringen av innsatsfaktorene er optimal. Allokeringseffektivitet (AE), eller som Farrell kalte det; priseffektivitet¹², beregnes som i ligning (11):

$$AE = OC/OB \quad (11)$$

Produktet av ligningene (10) og (11) er det Farrell kaller total effektivitet¹³, og som senere har fått navnet kostnadseffektivitet (CE ¹⁴). For å være kostnadseffektiv må altså A redusere kostnadene sine med forholdet:

$$CE = OC/OA \quad (12)$$

Sammenhengen kan uttrykkes som følger, hvor CE er produktet av TE og AE :

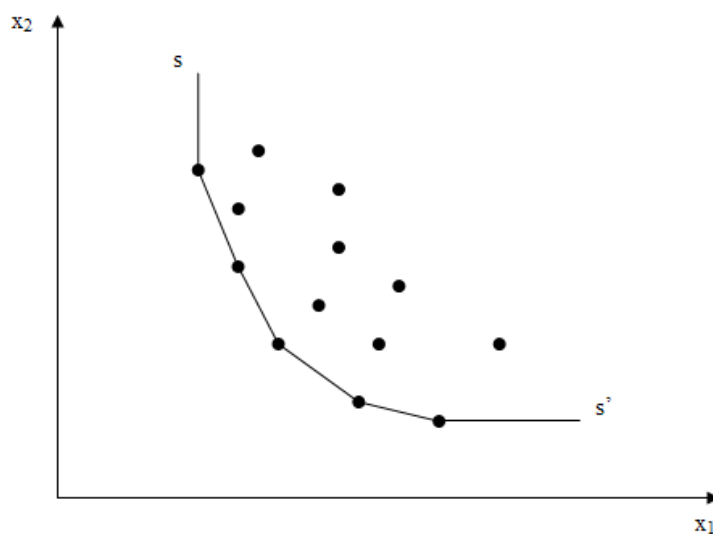
$$CE = TE \cdot AE = (OB/OA) \cdot (OC/OB) = OC/OA \quad (13)$$

¹² Price Efficiency.

¹³ Overall Efficiency.

¹⁴ Cost Efficiency.

For å beregne den effektive fronten kan man velge å bruke en kunstig standard eller en observert standard. Farrell argumenterer for at den observerte standarden er den beste. Med et gitt antall enheter som her produserer ett produkt med to innsatsfaktorer, kan fronten estimeres som de enhetene som bruker minst innsatsfaktorer. Denne fronten er illustrert i figur 3.2 (se Farrell, 1957), og viser en stykkvis lineær isokvant. Denne er konveks fra origo og helningen er alltid negativ, slik at denne kurven er den mest pessimistiske estimeringen av fronten. Det er denne ideen som danner grunnlaget for estimering av fronten i en DEA-analyse.



Figur 3.2: Estimering av front.

Kilde: Diagram 2, Farrell (1957).

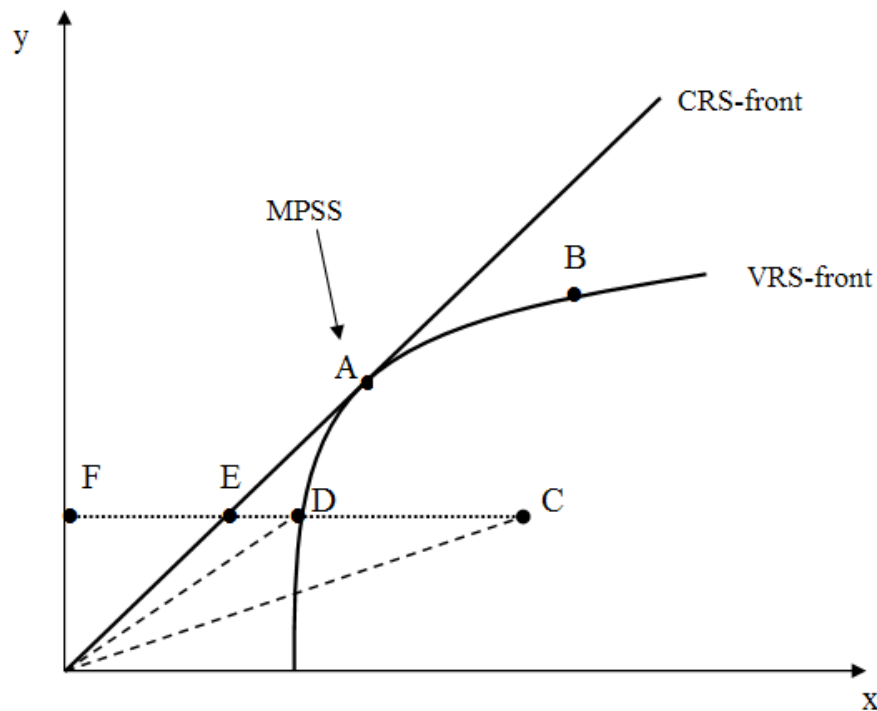
3.3 Skalaegenskaper

Konstant skalautbytte (CRS¹⁵) indikerer at skala ikke setter begrensninger på mulig produksjon. Det vil si at man antar at skala ikke har betydning for produktiviteten. Ved å anta variabelt skalutbytte (VRS¹⁶) tar man hensyn til at enhetene er av forskjellig størrelse med tanke på produksjon. Teknisk effektivitet (TE) som beregnes ut fra en CRS front, vil være lik uansett hvilken orientering som benyttes. Dette er ikke tilfelle ved VRS hvor man kan få ulike mål på TE ved input- og outputorientering.

¹⁵ Constant Returns to Scale.

¹⁶ Variable Returns to Scale.

En enhet som er både teknisk effektiv og allokerings effektiv kan være ineffektiv med hensyn til skala. Skalaeffektivitet (SE) gir et mål på hvorvidt enheten opererer ved optimal skala. I figur 3.3 vises frontene ved CRS og VRS for fire enheter; A, B, C og D.



Figur 3.3: CRS-front, VRS-front og Optimal Skala.

Som vi ser er det kun A som befinner seg på CRS-fronten og dermed er effektiv. Ved VRS-teknologien er både A, B og D effektive enheter, mens C er ineffektiv. For å bli teknisk effektiv må den C enheten bevege seg mot punkt D, ved inputminimering. D betraktes som referanseenheter for C. Selv om den i dette punktet vil være 100 % teknisk effektiv, er det mulig å oppnå høyere produktivitet. Dette vises av helningen på linjen fra origo og til observasjonene. Jo brattere denne er desto høyere produktivitet. Maksimal produktivitet vil oppnås i punkt A. Dette punktet kalles optimal skala (MPSS¹⁷). Dette forutsetter at det er mulig å endre størrelsen på produksjonen. Alternativt ser vi at produktiviteten blir den samme i punktet E. Helningen langs CRS-kurven er konstant, og indikerer lik produktivitet.

¹⁷ Maximum Productive Scale Size.

Ren teknisk effektivitet målt opp mot VRS front, TE_{VRS} , for enhet C blir:

$$TE_{VRS} = FD / FC \quad (14)$$

Legger vil til grunn konstant skalautbytte får vi et mål på den *totale effektiviteten*, TE_{CRS} :

$$TE_{CRS} = FE / FC \quad (15)$$

Differansen mellom disse representerer skalaeffektiviteten (SE). Denne kan beregnes på to måter:

$$SE = FE / FD \quad (16a)$$

eller:

$$SE = \frac{TE_{CRS}}{TE_{VRS}} = \frac{d_i(x, y|VRS)}{d_i(x, y|CRS)} \quad (16b)$$

I (16b) uttrykkes skalaeffektivitet ved hjelp av avstandsfunksjoner. SE beregnes som forholdet mellom avstandsfunksjonene gitt henholdsvis VRS front og CRS front.

Som det illustreres i figur 3.3 er den totale effektiviteten satt sammen av ren teknisk effektivitet og skalaeffektivitet. Forholdet er multiplikativt og kan uttrykkes som følger:

$$\text{Totaleffektivitet} = \text{Skalaeffektivitet} * \text{Ren teknisk effektivitet} \quad (17)$$

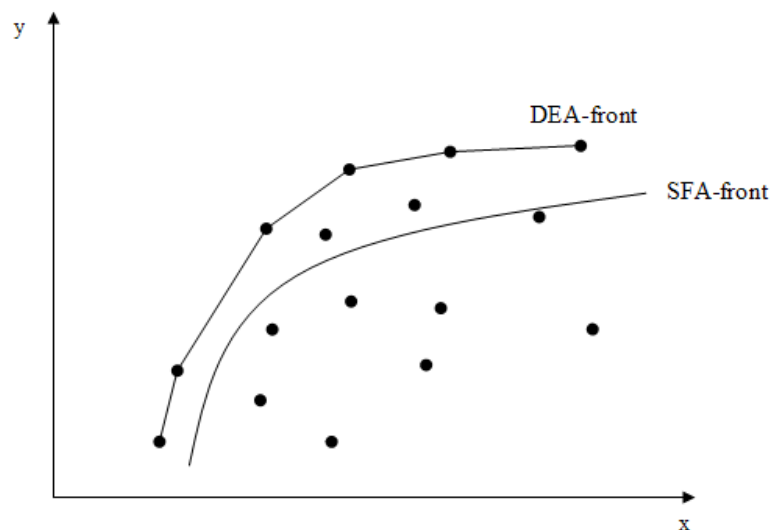
I tillegg til å bemerke hvem som ikke opererer under optimal skala, er det også mulig å si noe om hvorvidt de ineffektive er for små eller for store. En enhet som befinner seg i området med økende skalautbytte (IRS¹⁸) vil være for liten. Motsatt vil en enhet som befinner seg i et område med avtagende skalautbytte (DRS¹⁹) være for stor. Fra figur 3.3 har vi at enhet A har CRS. De enhetene som befinner seg i området under denne har økende utbytte med hensyn på skala. I dette tilfellet vil enhet C og D ha IRS. De enhetene som derimot befinner seg i området over enhet A vil ha avtagende utbytte med hensyn på skala. Her har enhet B DRS.

¹⁸ Increasing Returns to Scale.

¹⁹ Decreasing Returns to Scale.

3.4 Data Envelopment Analysis (DEA)

Flere metoder er utviklet for å måle effektivitet²⁰. Data Envelopment Analysis, forkortet DEA, er en ikke-parametrisk metode for å måle den relative effektiviteten til produksjonsenheter. Man behøver ikke kjenne formen på produktfunksjonen. Dataene innhyles og skaper dermed en front eller produksjonsfunksjon (se figur 3.4). Stokastisk Front Analysis (SFA) er en parametrisk metode, det vil si at man må spesifisere formen på produktfunksjonen for deretter å estimere parameterne. DEA er en deterministisk mens SFA er en stokastisk metode.



Figur 3.4: Parametrisk og ikke-parametrisk estimering av front.

Å spesifisere formen på produktfunksjonen er i alle tilfeller en vanskelig, om ikke umulig, oppgave og DEA har dermed en stor fordel fremfor SFA. I forhold til mange TFP-mål har DEA den fordel at metoden ikke er avhengig av priser.

Basert på Farrells bidrag fra 1957, utformet Charnes, Cooper og Rhodes (CCR) i 1978 DEA. Metoden ble utviklet som et resultat av at det ikke er alle tilfeller hvor bedriftsøkonomiske lønnsomhetsmål er egnet for å beskrive effektivitet (Vassdal, 1990-2). DEA er ofte benyttet i tilfeller hvor det er vanskelig å sette priser på de ulike innsatsfaktorene og produktene. Eksempler er skolesektoren og sykehussektoren som var av de første bransjer som ble analysert med DEA (Vassdal, 1990-2).

²⁰ For en diskusjon rundt alternative effektivitets- og produktivitetmålinger, se Roland (1998).

Enhetene som analyseres i DEA blir ofte kalt DMU. Dette er et mer omfattende begrep enn ”bedrift”, da det også inkluderer ideelle organisasjoner, uten lønnsomhetsmål. Noe av fordelen med DEA er nettopp at denne type beslutningsenheter kan analyseres. I tillegg er det mulig å analysere underenheter eller avdelinger i en enkelt bedrift. Heretter kalles analyseobjektene for enheter eller DMU for å gjenspeile nettopp dette.

DEA er en ikke-parametrisk metode basert på lineær programmering (LP). Metoden måler den relative ytelsen til et sett av beslutningsenheter. På mer eller mindre godt norsk kan dette oversettes til ”datainnhyllingsanalyse”. Det konstrueres en stykkevis lineær og konveks front som består av de mest effektive enhetene og lineære kombinasjoner av disse. Denne fronten omringer enheter med lavere produktivitet. Effektiviteten til de resterende enhetene blir så beregnet opp mot denne fronten.

DEA sammenligner produksjonsenheters observerte output og observerte input, identifiserer de relative ”best practice” enhetene som videre anvendes ved definering av den effektive fronten. Deretter måler den graden av ineffektivitet for de andre enhetene (dvs. de enhetene som ikke ligger på fronten) relatert til den effektive fronten.

3.4.1 CCR-modellen

I Charnes, Cooper og Rhodes (1978) beregnes fronten Farrell foreslo ved hjelp av lineær programmering. CCR-modellen er inputorientert²¹ og forutsetter konstant skalutbytte (CRS). Denne CRS-modellen ble senere fulgt av Banker, Charnes og Cooper (BCC) (1984) som oppløste restriksjonen om konstant skalautbytte.

Den første DEA-modellen på brøkform er formulert som følger (etter Vassdal, 1990-2):

$$Maxh_0 = \frac{\sum_{r=1}^s \eta_r \cdot y_{r0}}{\sum_{i=1}^m \xi_i \cdot x_{i0}} \quad (18)$$

²¹ Tilsvarende modeller med outputorientering beskrives for eksempel i Vassdal (1990-1) og Coelli et.al (2005).

når:

$$\frac{\sum_{r=1}^s \eta_r \cdot y_{rj}}{\sum_{i=1}^m \xi_i \cdot x_{ij}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$\eta \geq 0, \xi \geq 0, \forall r, i$$

Variablene i modellen er definert som følger:

y_{r0} = mengde av produkt r for analyse-DMU 0

y_{rj} = mengde av produkt r for DMU j

x_{i0} = mengde av innsatsfaktor i for analyse-DMU 0

x_{ij} = mengde av innsatsfaktor i for DMU j

λ_j = kopieringsfaktor, intensitetsvektor

n = antall enheter i analysen

s = antall output

m = antall input

Vektene η_r og ξ_i er løsninger på ligning (18). Denne modellen er ikke mulig å løse siden et uendelig antall vektor vil maksimere brøken. Den kan derimot enkelt omformuleres²² til et lineært problem på følgende måte:

$$Max h_0 = \sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{r0} \quad (19)$$

når:

$$\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij} \leq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$

²² En utredning av denne omformuleringen fins i CCR (1978).

$$u_r \geq 0, v_i \geq 0, \forall r, i$$

Ligning (19) er i litteraturen kjent som "the *multiplier* form". Her har vektene fått ny benevning, u og v , for å vise at dette er en ny modell. Den første restriksjonen kalles normeringsbetingelsen og denne gjør modellen løselig ved hjelp av LP. I praksis er den duale formuleringen (se ligning (20)) mest brukt, da den er enklere å relatere til teori²³ og har færre restriksjoner²⁴.

$$\text{Min } W_0 = w_0 \tag{20}$$

når:

$$w_0 \cdot x_{i0} \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$y_{r0} \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} \quad (r = 1, \dots, s)$$

$$\lambda \geq 0, \forall j$$

Denne dualformuleringen kalles ofte "the *envelopment* form". Her minimeres en skalar vekt w_0 , som er effektivitetstallet for enheten som undersøkes. LP-problemet må løses for alle DMU, og hver enkelt får da ett effektivitetstall mellom 0 og 1 hvor 1 indikerer effektivitet. Skalaren skal brukes til å skalere ned input. Restriksjonene i modellen gir begrensninger for hvor mye input kan nedskaleres. Den første restriksjonen sier at den nedskalerte input må være minst like stor som den observerte bruken av input multiplisert med λ_j (lambda). Denne lambda er en kopieringsfaktor, ofte kalt intensitetstall. Den viser hvilke enheter som er referanse for den analyserte enheten.

Den andre restriksjonen sier at output må være innefor rammen av det som i utgangspunktet var mulig å produsere. Man må altså ikke bevege seg utenfor det opprinnelige mulighetsområdet. Nedskaleringen av input gjør at man beveger seg radiallyt mot fronten og plasserer seg på et projisert punkt som er en lineær kombinasjon av referanseenhetene definert med lambda. Siste restriksjon sier at alle λ må være større eller lik null.

²³ Jfr. ligning (8), Farrells $TE_i(x, y)$.

²⁴ I forhold til primalen som har $n + 1$ restriksjoner vil dualen ha $m + s$ restriksjoner.

3.4.2 BCC-modellen

CCR-modellen opererer under forutsetning om konstant skalautbytte (CRS). Det vil si at man antar at skala ikke påvirker mulig produktivitet. Dette behøver av flere årsaker ikke være tilfelle. Imperfekt konkurranse, offentlige reguleringer, finansielle restriksjoner er noen av årsakene Coelli et. al (2005) nevner. TE basert på CRS har da innbakt et element av skalaeffektivitet (SE). Ved å anta variabelt skalautbytte (VRS) unngår man dette. En modell med variabelt skalutbytte ble utviklet av Banker, Charnes og Cooper (BCC) (1984) som foreslo å ta med en ekstra restriksjon (i dualformuleringen):

$$\text{Min} W_0 = \theta \quad (21)$$

når:

$$w_0 \cdot x_{i0} \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$y_{r0} \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} \quad (r = 1, \dots, s)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda \geq 0, \forall j$$

Ved å kreve at $\sum \lambda_j = 1$ må nå alle sammenligningspunktene være konvekse kombinasjoner av faktiske observasjoner. $\sum \lambda_j = 1$ hindrer at et referansepunkt er en opp- eller nedskalering av observerte enheter. Denne ekstra restriksjonen vil gjøre det lettere å havne på fronten slik at $\theta > w_0$ er mulig.

Ved hjelp av λ_j fra CRS-modellen ligning (20) kan vi få ytterligere informasjon om skalaegenskapene. Dersom $\sum \lambda = 1$, er enheten skalaeffektiv. Dersom $\sum \lambda > 1$, er enheten for

stor, den burde vært mindre og opererer altså i området med avtakende skalautbytte. Motsatt dersom $\sum \lambda < 1$, er bedriften for liten og befinner seg i området med økende skalautbytte.

3.4.3 Slakk og pareto-optimalitet

Siden DEA er et effektivitetsmål basert på lineære likninger vil slakk kunne oppstå mellom et referansepunkt og en faktisk referanseenhet. Rent matematisk betegnes slakk som differansen mellom referanseenheten og det faktiske referansepunktet (Cooper, Seiford og Kaoru, 2000):

$$s_i^- = w_0 \cdot x_{i0} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \quad (i = 1, \dots, m) \quad (22a)$$

$$s_r^+ = \sum_{j=1}^n y_{rj} \cdot \lambda_j - y_{r0} \quad (r = 1, \dots, s) \quad (22b)$$

Her er s_i^- og s_r^+ slakk for henholdsvis input og output. $w_0 \leq 1$ er den maksimale proporsjonale nedskaleringen av observert input. En DMU som har $w_0 = 1$ og samtidig $s_i^- = s_r^+ = 0 \quad \forall i, r$, er pareto-effektiv²⁵.

Dette har som nevnt vært et omdiskutert tema og Torgersen, Førund og Kittelsen (1996) foreslår en mulig løsning på problematikken, hvor deres modell tar hensyn til denne slakken. Det forbedringspotensialet som fremkommer ved løsning av modellen består da av en komponent for teknisk ineffektivitet og en komponent for slakk. Torgersen et. al (1996) kaller dette begrepet "slack-adjusted efficiency".

3.5 Produktivitetsendringer

Indekser benyttes ofte til å måle produktivitetsendringer over tid ved at man sammenligner flere perioder. Alternativt kan slike mål benyttes til å sammenligne ulike enheters produktivitet. En mulig indeks kan defineres slik (Coelli et. al 2005):

²⁵ For mer om slakk se Cooper, Seiford og Kaoru (2000) eller Vassdal (1990-1) for en gjennomgang på norsk.

$$\pi_1 = \frac{\sum_{r=1}^s p_{r1} \cdot y_{r1}}{\sum_{i=1}^m w_{i1} \cdot x_{i1}} \quad \pi_2 = \frac{\sum_{r=1}^s p_{r2} \cdot y_{r2}}{\sum_{i=1}^m w_{i2} \cdot x_{i2}} \quad (23)$$

I (23) er π produktivitet i henholdsvis periode 1 og 2 eller for enhet 1 og 2, mens p og w er henholdsvis verdi på output y og pris på input x , når enhetene bruker m innsatsfaktorer til å produsere s produkter. Det finnes flere alternative indeksmetoder, og disse varierer med hensyn til hvilke data de krever og hvilket resultat som fremkommer. Kjente indekser er for eksempel Fishers indeks, Tornquist Produktivitetsindeks og Malmquist Produktivitetsindeks²⁶.

Malmquist Produktivitetsindeks (MPI) og dens utvikling, samt de nyere modeller vil bli brukt videre i denne fremstillingen. Årsaken til at MPI er valgt her er at den ikke krever bruk av priser for å beregne produktivitet, slik for eksempel Tornquistindeksen gjør.

Tornquistindeksen har derimot den fordel at den med letthet kan beregne effektiviteten til én enkelt enhet mens man ved Malmquistindeksen må ha et sett med observasjoner.

Malmquistindeksen forsøker i motsetning til andre indekser å si noe om årsaken til produktivitetsendring ved at den kan dekomponeres i teknologisk endring og effektivitetsendring.

Malmquist Produktivitetsindeks (MPI) er konstruert med utgangspunkt i forholdet mellom avstandsfunksjoner. For å definere MPI forutsetter man at det for hver tidsperiode, $t = 1, \dots, T$, kan produseres y av x gitt produksjonssettet S (se ligning (3)).

Outputbasert avstandsfunksjon definert med utgangspunkt i teknologisettet S for periode t :

$$d_o^t(x^t, y^t) = \inf \{ \theta : (x^t, y^t / \theta) \in S^t \} \quad (24)$$

Inputbasert avstandsfunksjon definert med utgangspunkt i teknologisettet S for periode t :

$$d_i^t(x^t, y^t) = \sup \{ \lambda : (x^t / \lambda, y^t) \in S^t \} \quad (25)$$

²⁶ Se Coelli et. al (2005) for mer utdypende om indekser.

3.6 Malmquist Produktivitetsindeks (MPI)

Malmquist Produktivitetsindeks (MPI), introdusert av Caves, Christensen, Diewert (CCD) (1982), måler produktivitetsutvikling over tid. Deres arbeid var inspirert av Sten Malmquist (1953). Indeksen kan dekomponeres slik at den forklarer en del av årsaken til produktivitetsendringene. Dekomponeringen skjer i en ren effektivitetsendring og en ren teknologisk endring. Førstnevnte betegnes ofte som "catching up"-effekten og sier noe om den relative bevegelsen mot fronten. Det vil si hvorvidt de ineffektive har klart å nærme seg fronten over tid, derav betegnelsen "catching-up". Den andre delen betraktes som "frontier-shift" eller om den effektive fronten i seg selv har endret seg. Endringer av fronten skjer som følge av endrede teknologiske forhold.

3.6.1 Caves, Christensen og Diewert (CCD)

Sten Malmquist (1953) foreslo å benytte indifferenskurver ved valg mellom to goder. Dette synspunktet fra konsumentteorien overførte CCD (1982) til produksjonsteorien. De foreslo derimot å benytte avstandsfunksjoner i stedet for indifferenskurver. CCD (1982) definerte indekser med både input- og outputorienterte avstandsfunksjoner.

Produktivitetsindeks for output i periode t :

$$M_{CCD1}^o = \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \quad (26a)$$

Her måles observasjoner fra periode t og $t+1$ i forhold til front t .

Produktivitetsindeks for output i periode $t+1$:

$$M_{CCD2}^o = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (26b)$$

Her måles observasjoner fra periode t og $t+1$ i forhold til front $t+1$.

Produktivitetsindeks for input i periode t ²⁷:

$$M_{CCD1}^i = \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \quad (27a)$$

Produktivitetsindeks for input i periode $t+1$:

$$M_{CCD2}^i = \frac{D^{t+1}(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \quad (27b)$$

Uten kjennskap til parameterne kan ingen av disse indeksene løses. CCD foreslo å koble indeksene opp mot Tornquistindeksen, for på den måten å kunne beregne MPI ved hjelp av priser og kvantum, uten avhengighet til parameterne;

”an average of the two Malmquist indexes can be computed using information on prices and quantities only, i.e. without knowledge of the translog parameters” (CCD, 1982: side 1394).

Endringene beregnes med utgangspunkt i begge perioder, t og $t+1$, for så å ta et geometrisk snitt av disse. Adjacent MPI slik CCD foreslo, kan uttrykkes som i ligning (28):

$$MPI = \sqrt{M_{CCD1} \cdot M_{CCD2}} \quad (28)$$

Årsaken til at det tas et geometrisk snitt av de to periodene er at forutsetningen om Hicks-nøytralitet²⁸ mellom de to periodene er urealistisk. Jo lengre avstand det er mellom to perioder, desto større sjanse vil det være for at man står ovenfor et unøytralt skift i teknologien. Følgene av slike unøytrale skift vil være vridde (“biased”) resultater.

²⁷ For å sikre at indeksen har samme tolkning snus brøken.

²⁸ Hicks-nøytralitet er en forutsetning om parallelle skift i teknologien, (se f. eks. Färe, Grosskopf og Russel (1998)).

Det er bred enighet i eksisterende litteratur om å bruke konstant skalautbytte ved beregning av produktivitetsendringer²⁹. Dette betyr at avstandsfunksjonene i (26) til (28) løses med (20).

3.6.2 Adjacent Malmquist Productivity Index

Färe, Grosskopf, Lindgren og Roos (1989) presenterte en numerisk løsning på CCD's Malmquist Produktivitetsindeks ved hjelp av DEA. De definerte teknologien som stykkvis lineær og tillot dermed ineffektivitet. Slik kan det skilles mellom endringer i effektivitet og endringer i fronten.

Den inputbaserte Malmquist Produktivitetsindeks kan defineres slik:

$$MPI_{t,t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \left[\frac{D_i^t(y^t, x^t)}{D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D_i^{t+1}(y^t, x^t)}{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \right]^{1/2} \quad (29)$$

Videre viste Färe et. al (1989) at ligning (29) kan dekomponeres i henholdsvis endring i effektivitet ("efficiency change" – EC) og endring i teknologi ("technical change" – TC). Inputbasert Malmquist Produktivitetsindeks kan dekomponert defineres som følger:

$$MPI_{t,t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \underbrace{\frac{D_i^t(y^t, x^t)}{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}}_{EC} \left[\underbrace{\frac{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D_i^{t+1}(y^t, x^t)}{D_i^t(y^t, x^t)}}_{TC} \right]^{1/2} \quad (30)$$

Ligning (30) sier at Malmquist Produktivitetsindeks er et produkt av effektivitetsendringer og teknologiske endringer: $MPI = EC * TC$. Effektivitetsendringen, eller EC, er her forholdet mellom den tekniske effektiviteten i periode t og $t+1$, mens frontskiftet, eller TC, er det geometriske gjennomsnittet av endringen i fronten i forhold til periode t og $t+1$.

²⁹ Det er forøvrig mulig å dekomponere endringene mer enn bare i teknologisk endring og endring i effektivitet. For eksempel kan det skilles mellom teknisk effektivitet og skalaeffektivitet, se for eksempel Coelli et. al (2005).

3.6.3 Base Period Malmquist Productivity Index

Berg, Førsund og Jansen (1992) beskriver en alternativ fremgangsmåte for å kalkulere Malmquist Produktivitetsindeks (MPI). Denne metoden har blitt kalt Base Period MPI (Althin, 2001) og er den samme som Adjacent MPI bortsett fra at du bruker et fast baseår. Adjacent MPI sammenligner to perioder mens Base Period MPI kan sammenligne observasjoner fra to perioder mot fronten fra en tredje. På denne måten blir indeksen kjedet over tid. En indeks $I(t, t+1)$ som sammenligner to perioder t og $t+1$, er kjedet dersom det for tre situasjoner 1, 2 og 3 er følgende sammenheng (Balk og Althin, 1996):

$$I(3,2) * I(2,1) = I(3,1) \quad (31)$$

Fra Adjacent MPI kan vi se at kun effektivitetsendringen er kjedet. Det nye i Base Period MPI er at også frontskiftet blir kjedet på grunn av at man hele tiden sammenligner med periode k .

Berg et. al (1992) definerte følgende MPI:

$$MPI_{k,t,t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \frac{D_i^k(y^t, x^t)}{D_i^k(y^{t+1}, x^{t+1})}, k = \text{baseår} \quad (32)$$

Videre dekomponeres ligning (32) slik at ikke bare effektivitetsendringen blir en kjedet indeks, men også frontskiftet og dermed hele MPI.

$$MPI_{k,t,t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \frac{D_i^t(y^t, x^t)}{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \cdot \frac{\frac{D_i^k(y^t, x^t)}{D_i^t(y^t, x^t)}}{\frac{D_i^k(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}}, k = \text{baseår} \quad (33)$$

Frontskiftet er her den relative endringen mellom teknologien fra periode k og periode $t+1$ på den ene siden og teknologien fra periode k og periode t på den andre siden.

En svakhet ved denne modellen er at man må ha balanserte paneldata, noe som fører til at man taper en del informasjon. I tillegg er valg av baseperiode med på å svekke resultatet. Ved

å velge rett baseperiode kan man manipulere resultatene dit man ønsker. Her foreslår Berg et. al (1992) å foreta beregningen med to forskjellige år som baseår, for eksempel det første og det siste året. Av disse to kalkuleringene tas så et geometrisk snitt.

3.7 Global Malmquist Index³⁰

I denne oppgaven benyttes en justert Malmquist Produktivitetsindeks, kalt Global Malmquist Index, introdusert av Asmild og Tam (2004). Denne modellen er spesiell ved at den beregner den teknologiske endringen eller frontskiftet ved hjelp av flere observasjoner.

Teknologisk endring eller frontskift antas ofte å være et globalt fenomen som gjelder hele produktfunksjonen, ikke et lokalt. Årsakene til teknologiske endringer kan være endrede økonomiske forhold eller at forbedret teknologi er blitt tilgjengelig (Asmild og Tam, 2004). Slike faktorer antas å være rimelig like for alle enheter i en undersøkelse og derfor kan man bruke én enkelt verdi til å representere frontendringen til alle enhetene.

Tradisjonelt er Malmquist Produktivitetsindeks og dens komponenter kalkulert lokalt men rapportert globalt (Asmild og Tam, 2004). Dette har for eksempel vært gjort ved å ta et geometrisk gjennomsnitt av de individuelle frontskiftindeksene for deretter å bruke disse som et mål for hele utvalget. Denne justerte modellen foreslår å kalkulere spesielt frontendringen globalt i stedet for lokalt. Dette kan gjøres ved hjelp av såkalte *globale indekser* (Asmild og Tam, 2004) for både Adjacent MPI og Base Period MPI.

Asmild og Tams (2004) globale indeks skiller seg fra den tradisjonelle modellen på flere områder. Det er ikke nødvendig med balanserte paneldata for å beregne den teknologiske endringen, noe som gir en mulighet til å betrakte flere enheter over en lengre periode. Dette i motsetning til Adjacent MPI-beregning hvor man minst må ha balanserte paneldata for to og to perioder. Ved bruk av Global Malmquist Indeks får man et resultat som bygger på flere observasjoner. En svakhet som må nevnes er at indeksene er kalkulert ved hjelp av alle

³⁰ Lovell og Pastor (2005) har også brukt benevnelsen Global Malmquist Produktivitetsindeks, men i en litt annen form. På samme måte som Asmild og Tam (2004) foreslår de ett enkelt mål på den teknologiske endringen, basert på hele datasettet. Forskjellen mellom de to metodene ligger i beregningen av den teknologiske endringen. Asmild og Tam (2004) bruker geometrisk snitt mens Lovell og Pastor (2005) argumenterer for at dette er unødvendig da det kun eksisterer én benchmark-teknologi.

observasjonene i settet, alle DMU'er over alle perioder, og at de dermed vil være sensitive ovenfor nye data.

Som det er vist eksempel på i artikkelen til Asmild og Tam (2004), kan denne modellen også benyttes til å beregne produktivitetsforskjeller for ulike grupper på samme tidspunkt. Dette henger sammen med at modellen ikke krever balanserte paneldata.

3.7.1 Global Adjacent Malmquist Index

For hver periode t , defineres en teknologi indeks (TI):

$$TI^t(\bar{X}, \bar{Y}) = \left(\prod_{\substack{j=1, \dots, N \\ \tau=1, \dots, T}} D_i^t(x_j^\tau, y_j^\tau) \right)^{1/(N \cdot T)} \quad (34)$$

Denne teknologi indeksen beregnes for alle N DMU'er over alle T perioder. Dette er altså det geometriske gjennomsnittet av distansene fra alle observasjonene i datasettet (alle DMU'ene i alle periodene) til fronten i periode t . Avstandsfunksjonen i ligning (34) skiller seg fra de foregående ved τ (tau) som angir hver av de ulike perioder som inngår i analysen.

Videre beregnes det globale frontskiftet eller den teknologiske endringen som forholdet mellom den teknologiske indeksen i periode t og periode $t+i$:

$$TC^G(t, t+i; \bar{X}, \bar{Y}) = \frac{TI^{t+i}(\bar{X}, \bar{Y})}{TI^t(\bar{X}, \bar{Y})} = \left(\frac{\prod_{\substack{j=1, \dots, N \\ \tau=1, \dots, T}} D_i^{t+i}(x_j^\tau, y_j^\tau)}{\prod_{\substack{j=1, \dots, N \\ \tau=1, \dots, T}} D_i^t(x_j^\tau, y_j^\tau)} \right)^{1/(N \cdot T)} \quad (35)$$

Å kalkulere dette frontskiftet kan gjøres i tre trinn (Asmild og Tam 2004): Først beregnes distansen for alle $N \cdot T$ DMU'er relativt til hver periodes front. Dernest kalkuleres det geometriske gjennomsnitt av distansene for hver av de T frontene. Til sist kalkuleres forholdet for hvert par av perioder.

Global endring i effektivitet beregnes som følger:

$$EC^G(t, t+i; (X^t, Y^t), (X^{t+i}, Y^{t+i})) = \prod_{j=1, \dots, N} \left[\frac{D^t(x_j^t, y_j^t)}{D^{t+i}(x_j^{t+i}, y_j^{t+i})} \right]^{1/N} \quad (36)$$

Dette er det geometriske gjennomsnitt av de individuelle endringene mellom periode t og $t+i$ for alle N DMU'er. Denne beregningen vil gi identisk resultat som EC i ligning (30).

Den globale versjonen av Adjacent Malmquist Produktivitetsindeks kan defineres som produktet av frontendringen og effektivitetsendringen: $MPI^G = TC^G \bullet EC^G$

Dersom vi bare har to tidsperioder, $T=2$, vil ligning (35) tilsvare TC i ligning (30). Det er i tilfeller hvor vi har flere enn to perioder at Global Adjacent MPI får et annet resultat for frontskiftet. Indeksen blir kjedet over tid og er uavhengig av baseperiode.

Ved beregning av frontskift i ligning (30) vil $2*N$ punkter på fronten bli brukt for å beregne Adjacent MPI, mens det ved ligning (35) vil bli brukt et større antall punkter, nærmere bestemt $N*T$ punkter. Dette gir et estimat av fronten som er basert på flere observasjoner, noe som kan være en fordel særlig dersom datasettet er lite.

3.7.2 Global Base Period Malmquist Index

Den globale versjonen av Base Period MPI eliminerer tilfeldigheten ved valg av baseår (Asmild og Tam, 2004). Den teknologiske endringen kan formuleres som i ligning (37):

$$TC^G(t, t+i; (\bar{X}, \bar{Y})) = \left[\prod_{\substack{j=1, \dots, N \\ \tau=1, \dots, T}} \frac{D^t(x_j^t, y_j^t) / D^\tau(x_j^t, y_j^t)}{D^{t+i}(x_j^{t+i}, y_j^{t+i}) / D^\tau(x_j^{t+i}, y_j^{t+i})} \right]^{1/(N*T)} \quad (37)$$

Dette er det geometriske snitt av frontendringene til hver enkelt DMU i utvalget, beregnet med hver tidsperiode som baseperiode. Effektivitetsendringen er den samme som for Global

Adjacent (se ligning (36)), og Global Base Period MPI kan da uttrykkes som produktet av ligningene (36) og (37).

4 DATAMATERIALE

Datagrunnlaget for analysene i denne studien er i sin helhet hentet fra Fiskeridirektoratets årlige lønnsomhetsanalyse for årene 1996-2003. Denne har 95 ulike variabler³¹, men ikke alle er oppgitt for hele perioden på grunn av endringer i rapporteringen. Etter lov fra 14. juni 1985 plikter alle selskaper som har konsesjoner for oppdrett av laks og ørret å sende inn opplysninger til undersøkelsen.

4.1 Utvalg

I tabell 4.1 ser vi antall selskap i databasen for hvert år og hvor mange konsesjoner disse selskapene har.

Tabell 4.1: Antall selskaper og konsesjoner i databasen.

Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (1996 – 2003).

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Antall selskap i utvalget	321	256	207	209	191	173	151	148
Antall konsesjoner i utvalget	465	487	511	539	544	512	446	441
Gj. antall kons pr. selskap	1,4	1,9	2,5	2,6	2,8	3,0	3,0	3,0

Som nevnt i kapittel 2 er det her vist en økning i antall konsesjoner per selskap. I 1996 hadde hvert selskap i gjennomsnitt 1,4 konsesjoner, mens vi ser at i de siste tre årene har det vært et gjennomsnitt på 3 konsesjoner per selskap. Det er mange selskaper som kun har en konsesjon, mens noen er store og eier inntil 26 konsesjoner. Av ulike grunner er ikke alle oppdrettsselskapene med i undersøkelsen. Hvert innsendte årsregnskap i undersøkelsen står for ett selvstendig selskap. Enkelte oppdrettskonsern har konsernregnskap der det er vanskelig å skille ut tall til matfiskproduksjonen. Andre driver med settefiskproduksjon i tillegg til matfiskproduksjon og det kan derfor være vanskelig å skille ut hva som går til produksjon av matfisk.

³¹ Se vedlegg 1.

4.1.1 Utliggere

På grunn av feilrapporteringer har vi fjernet utliggere i databasen. Tabell 4.2 presenterer antall selskaper som er utgangspunktet i for våre analyser. En del observasjoner er forkastet fordi de har oppgitt null i noen av variablene. Store sprik i standardavviket har også ført til fjerning av noen selskaper. Ved visuelt plott har vi fjernet ekstremt gode og ekstremt dårlige observasjoner der de gode vil påvirke fronten og de dårlige vil påvirke gjennomsnittet³².

Tabell 4.2: Datasett DEA analyse.

År	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Antall selskaper	321	256	207	209	191	173	151	148
Fjernet	29	21	6	6	6	10	10	18
Gjenstående selskaper	292	235	201	203	185	163	141	130

For å kunne si noe om utviklingen i næringen som helhet er det viktig at representativiteten til datamaterialet er tilstrekkelig høy. For å vise representativiteten til datasettet har vi satt opp totalt solgt mengde laks og ørret i Norge mot solgt mengde laks og ørret for selskapene som er igjen i datamaterialet. Representativiteten, presentert i tabell 4.3 ligger på alt fra 44,7 % til hele 72,3 % i 1999.

Tabell 4.3: Representativitet, solgt mengde laks og ørret. Tall i tonn.

Kilde: Statistisk Sentralbyrå; Tabell 1 Fiskeoppdrett. Laks og ørret. Solgt mengde og førstehandsverdi. 2004 og Fiskeridirektoratets lønnsomhetsanalyser 1996-2003.

	Solgt mengde - datasett	Totalt solgt mengde	Representativitet
1996	176 770	320 523	55,2 %
1997	198 144	365 875	54,2 %
1998	253 946	410 859	61,8 %
1999	342 685	473 845	72,3 %
2000	337 574	488 840	69,1 %
2001	303 236	506 883	59,8 %
2002	300 743	546 054	55,1 %
2003	258 846	578 475	44,7 %

³² Se vedlegg 3 for illustrasjon.

I DEA analysen har vi benyttet oss av antallet selskaper som vist i tabell 4.2. En del observasjoner er fjernet for å få balanserte paneldata år mot år, tabell 4.4. Dette datamaterialet blir benyttet i Adjacent MPI.

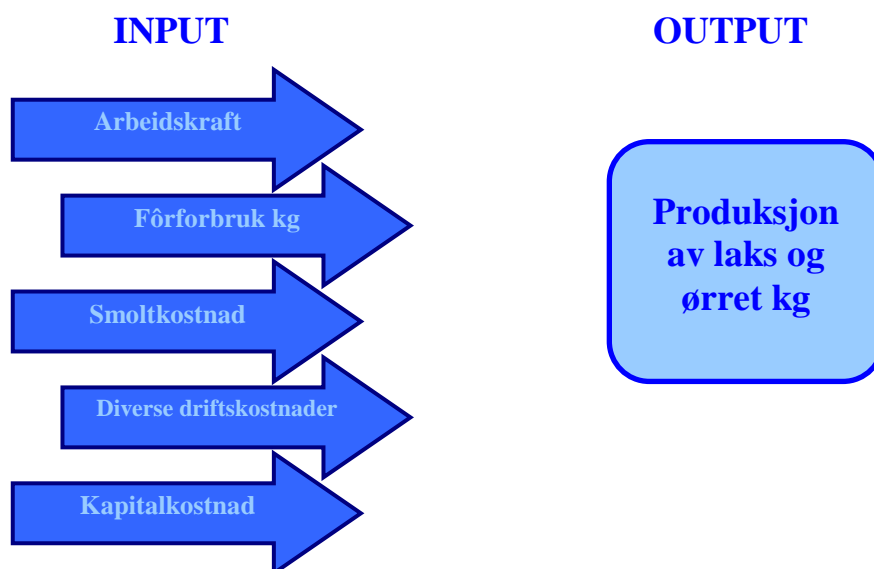
Tabell 4.4: Balanserte paneldata for MPI.

	96-97		97-98		98-99		99-00		00-01		01-02		02-03	
	1996	1997	1997	1998	1998	1999	1999	2000	2000	2001	2001	2002	2002	2003
Opprinnelig	295	239	239	202	202	204	204	187	187	165	165	142	142	135
Fjernet	103	47	71	34	44	46	48	31	48	26	46	23	39	32
Igjen	192		168		158		156		139		119		103	

Hele datasettet er balansert for å kunne foreta Base Period MPI. Vi ble da sittende igjen med 52 selskaper som har vært med i undersøkelsene alle årene fra 1996 til 2003.

4.2 Variabelbeskrivelse

Variablene som blir brukt i denne analysen er illustrert i figur 4.1.



Figur 4.1: Input og Output benyttet i analysen.

De ulike variablene består av kvantum- og verditall. Optimalt bør kvantum benyttes i DEA metoden for å unngå effekten av prisendringer i effektivitetsberegningene.

4.2.1 Inputvariablene

Input 1: Arbeidskraft

I datamaterialet er både antall arbeidstimer og totale lønnskostnader oppgitt. Ved innsatsfaktoren antall arbeidstimer varierer timeprisen mye og det er mistenksomt mange som har rapportert inn runde timetall som 200 eller 350 timer. Timeprisen varierer i 2003 fra 19,27 kr per time til 377,33 kr per time dersom man ser på totale lønnskostnadene delt på antall timer. Vi har i oppgaven valgt å bruke lønnskostnader istedenfor arbeidstimer, dette for å fjerne usikkerheten rundt feilrapportering på lønnstimer.

Fra 1999 har kalkulert eierlønn vært inne i variabelen lønnskostnader, men for årene 1996, 1997 og 1998 har vi beregnet arbeidskraft ut fra lønnskostnader og kalkulert eierlønn.

Input 2: Fôrforbruk kg

Vi har her benyttet oss av variabelen antall kg fôr som er brukt i løpet av året. Ved å benytte denne variabelen fjernes prisforskjeller de ulike selskapene kan få på fôret gjennom ulike avtaler.

Input 3: Smoltkostnad

Her bruker vi forbruk av smolt per år for hvert enkelt selskap. Dette gjennom å benytte oss av variabelen smoltkostnad som er kostnader selskapet har hatt på smolt for det gjeldende året. Å sammenligne de forskjellige anleggene med basis i antall smolt er vanskelig på grunn av variasjonen i kvalitet og størrelse på smolten. Smoltkostnad gir en bedre tilnærming enn mengde.

Input 4: Diverse driftskostnader

Diverse driftskostnader består av vedlikehold, elektrisitet, leiekostnader, kontorutgifter, reparasjoner og forsikringskostnad. Leiekostnader kan i noen selskaper inneholde leasingkostnader. Disse burde optimalt være med i kapitalkostnaden, men er umulig å skille ut fra driftskostnadene. Noen selskaper vil på grunn av dette ha høyere diverse kostnader og lavere kapitalkostnader enn de reelt burde ha.

Input 5: Kapitalkostnad

Denne variabelen illustrerer kostnaden forbundet med kapitalbruken. Kapitalkostnader blir definert som avskrivninger og rentekostnader. Avskrivninger viser kostnader ved forringelse av kapitalen, og rentekostnaden viser kostnaden ved å ha kapital bundet i bedriften.

Kostnaden er beregnet som:

Avskrivninger (historisk)

+ Rentesats* (Kontanter + fordringer + beholdningsverdi fôr + beholdningsverdi fisk (+ frossen) + varige driftsmidler))

Rentesatsen som er benyttet i utregningen er den gjennomsnittlige nominelle lånerenten, hentet fra Statistisk Sentralbyrå. Vi korrigerer for rentesatsen for at å begrense betydningen av finansieringsgrad. Renten er vist i tabell 2.1.

4.2.2 Outputvariabelen

Produksjonen av laks og ørret i antall kilo er av fiskeridirektoratet regnet ut som:

(Solgt mengde (laks og ørret) + Beholdning av frossenfisk pr 31.12) + ((beholdning av levende fisk 31.12 (kg) – vekt på årets utsatt smolt (kg) – beholdning av levende fisk 01.01 (kg)) / 1,1111).

Fiskeridirektoratet benytter seg i formelen ovenfor av en omregningsfaktor på 1,1111 for å unngå en blanding av ulike vekttyper i produksjonsberegningen. Dette gjøres for å omregne levende fisk til rundvekt etter sulting og bløgging (Fiskeridirektoratet 2004).

4.2.3 Indeksjustering

Datamaterialet spenner seg over en lengre tidsperiode, fra 1996 til 2003. Siden enkelte av variablene er kostnadstall justeres tallverdiene i datamaterialet med konsumprisindeksen (KPI) hentet fra Statistisk Sentralbyrå. Beregningene blir foretatt både med å ta hensyn til KPI og uten.

Det beste vil være å justere de variablene som er avhengig av pris med en indeks som er tilpasset hver enkelt variabel. En annen mulighet vil være å bruke én egnet indeks på alle variablene. Et eksempel vil være en produsentprisindeks konstruert med utgangspunkt i oppdrettsnæringen. Noe slikt finnes ikke lett tilgjengelig per dags dato og det nærmeste man kommer er KPI. Å benytte denne vil gi et noe skjævt bilde da man ikke kan si at for eksempel lønnsveksten har beveget seg likt KPI.

Da vi allikevel har valgt å justere våre tall med KPI er det for å kunne gi et mer nyansert bilde av utviklingen. Det som er gjort er å justere variablene Arbeidskraft, Smoltkostnad, Diverse driftskostnader og Kapitalkostnad med KPI for perioden 1996 til 2003.

Tabell 4.5: Konsumprisindeksen fra 1996 til 2003, 1998 = 100.

Kilde: Statistisk Sentralbyrå

Totalindeks	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Konsumprisindeks	95,3	97,8	100	102,3	105,5	108,7	110,1	112,8

4.2.4 Deskriptiv statistikk

I tabell 4.6 presenteres minimum, maksimum, gjennomsnitt og standardavvik for hver enkelt variabel for hvert enkelt år. Det er også beregnet endringen i gjennomsnittet fra 1996 til 2003. Store variasjoner preger alle variablene, og det er ett stort spenn i datamaterialet.

Fôr er den variabelen som har økt mest i gjennomsnitt fra 1996 til 2003 med hele 310 %. Output har derimot ikke økt like mye, 276 %. Smoltkostnaden har den laveste endringen, en gjennomsnittlig prosentvis økning på 183 % i perioden.

Tabell 4.6: Deskriptiv statistikk av input- og outputvariablene.

		Arbeid	Fôr	Smolt	Diverse	Kapital	Prod
1996	Gj.snitt	1 193 799	786 639	2 185 085	2 083 064	1 414 750	687 938
	St.dev	1 148 962	567 564	1 940 890	2 699 989	1 182 945	512 145
	Maks	14 862 138	5 012 000	20 806 449	34 933 845	9 146 365	4 126 678
	Min	161 500	116 923	435 000	205 315	305 967	121 522
1997	Gj.snitt	1 441 321	1 088 306	2 541 044	2 372 458	1 727 106	906 852
	St.dev	1 710 948	964 200	2 644 343	3 324 878	1 880 410	873 758
	Maks	13 445 777	7 965 759	22 507 256	29 711 716	15 155 487	6 821 130
	Min	126 006	361 794	437 460	265 691	303 439	243 546
1998	Gj.snitt	1 990 296	1 660 407	3 290 430	3 730 377	3 595 507	1 328 774
	St.dev	2 480 733	2 102 851	3 613 439	6 196 982	4 051 242	1 613 415
	Maks	17 027 708	16 282 398	29 917 759	48 268 981	32 177 724	11 331 411
	Min	122 005	184 975	499 500	175 105	619 098	155 969
1999	Gj.snitt	2 429 757	1 954 812	4 142 186	4 949 552	3 965 409	1 611 081
	St.dev	2 940 014	2 247 316	4 706 380	7 968 846	4 643 457	1 808 644
	Maks	18 627 968	15 295 600	36 984 637	61 316 412	27 195 876	12 230 069
	Min	315 709	417 625	739 250	182 750	414 248	323 701
2000	Gj.snitt	3 173 388	2 462 936	4 847 825	6 354 070	5 986 678	2 017 330
	St.dev	4 544 065	2 977 222	5 684 132	10 443 780	7 739 699	2 373 852
	Maks	33 863 673	17 121 925	34 837 000	109 705 458	41 127 209	14 451 821
	Min	187 500	542 050	729 000	332 767	794 046	392 815
2001	Gj.snitt	2 921 141	2 429 711	4 681 233	5 887 744	5 865 077	2 024 328
	St.avvik	4 121 309	3 023 015	5 440 192	8 801 274	7 577 354	2 652 589
	Maks	32 504 144	21 558 117	37 452 825	68 140 632	53 412 716	19 412 261
	Min	335 435	461 200	612 000	416 389	290 146	373 654
2002	Gj.snitt	3 026 288	2 786 882	4 746 441	6 985 697	6 493 948	2 306 522
	St.avvik	4 285 265	3 817 669	5 817 077	12 025 350	8 689 402	3 145 727
	Maks	27 633 781	21 415 935	36 827 554	85 628 978	55 975 966	19 321 604
	Min	375 000	414 200	706 500	415 426	749 047	264 331
2003	Gj.snitt	2 431 658	2 439 296	4 004 017	5 120 746	3 615 664	1 899 042
	St.avvik	2 684 903	2 680 777	4 637 655	7 211 748	4 301 894	1 954 701
	Maks	17 126 283	17 486 443	28 808 299	51 079 865	30 477 828	11 848 880
	Min	395 429	447 800	750 000	352 248	355 550	312 173
Endring 1996-2003		204 %	310 %	183 %	246 %	256 %	276 %

5 RESULTATER

I dette kapittelet presenteres resultatene av analysen av datamaterialet for perioden 1996 til 2003. Jfr. kapittel 4 er det beregnet både indeksjustert og ujustert MPI, men kun det ujusterte resultatet vil bli presentert her. Dette for å unngå vridning av verdi mellom de ulike variablene. Det er lagt hovedvekt på beregning av Adjacent MPI da datamaterialet for Base Period MPI kun inneholder 52 enheter. For resultater fra de indeksjusterte beregningene og beregning av Base Period MPI; se vedlegg 4 og 5.

Beregningene er gjort ved hjelp av DEA-Solver Professional Version 3.0, SNF Malmquist Versjon 1.0 og SNF DEA Versjon 2.1. SNF programvare er utviklet av Sverre A. C. Kittelsen.

5.1 Effektivitet

Her presenteres total teknisk effektivitet, ren teknisk effektivitet og skalaeffektivitet samt beregning av forbedringspotensialet for inputs og utvikling med hensyn på skala.

5.1.1 Total teknisk effektivitet

For perioden 1996 til 2003 ser vi at den gjennomsnittlige effektiviteten varierer mellom 0,76 og 0,83. Enhetene har i gjennomsnitt et potensial for forbedring som ligger mellom 17 % og 24 % ($100\% - 83\% = 17\%$). Standardavviket er jevnt for hele periodene.

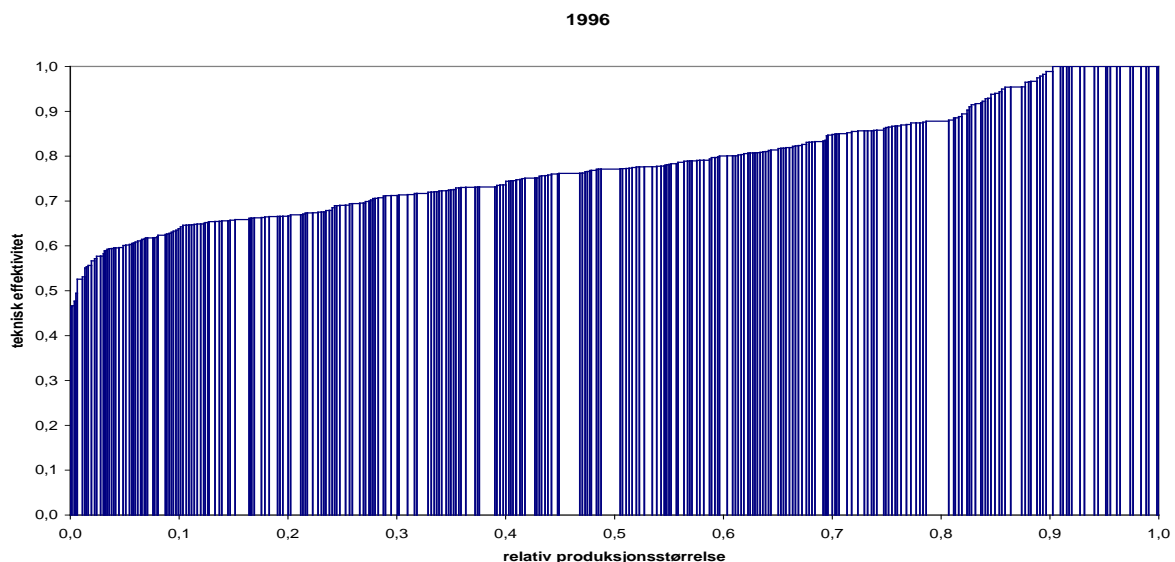
Tabell 5.1: Teknisk effektivitet ved konstant skalautbytte (TE_{CRS}).

År	Gjennomsnitt	Standardavvik	Maksimum	Minimum
1996	0,76	0,12	1,00	0,46
1997	0,83	0,10	1,00	0,58
1998	0,81	0,12	1,00	0,43
1999	0,79	0,11	1,00	0,44
2000	0,78	0,13	1,00	0,45
2001	0,82	0,12	1,00	0,55
2002	0,79	0,14	1,00	0,42
2003	0,81	0,13	1,00	0,41

Total effektivitet inkluderer ineffektivitet som skyldes skala. Det er derfor interessant å se på sammenheng mellom størrelse og effektivitet. Dette visualiseres lett med Salterdiagram³³. Hver søyle representerer et selskap, hvor høyden på søylen representerer effektivitetsscoren og bredden den relative produksjonsstørrelsen. Søylene er sortert etter stigende effektivitetsscore. Arealet øverst til venstre representerer det samlede forbedringspotensialet til de ineffektive selskapene.

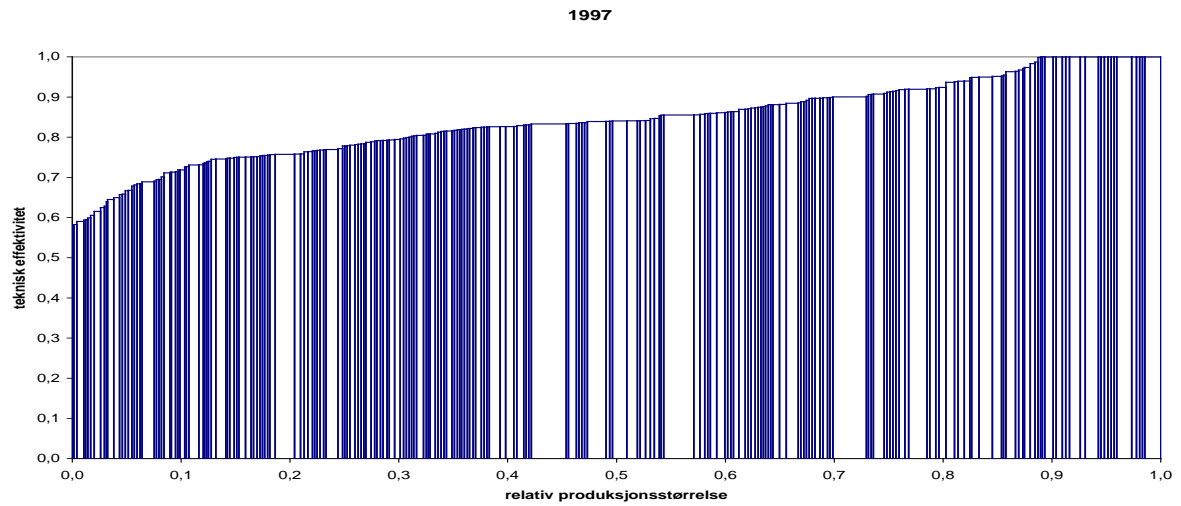
Tolkning av tabell 5.1 og figur 5.1 i henhold til økonomisk teori, tar høyde for at datamaterialet omfatter ”store” enheter som både faktisk er fysisk store enheter, og selskaper som består av flere små.

Diagrammene i figur 5.1 viser er at det har blitt flere store selskaper i løpet av perioden. Merk at bredden i de ulike år ikke er sammenlignbare siden antall enheter reduseres. Ut fra diagrammene kan man ikke konkludere med at produksjonsstørrelse og effektivitet har noen sammenheng.

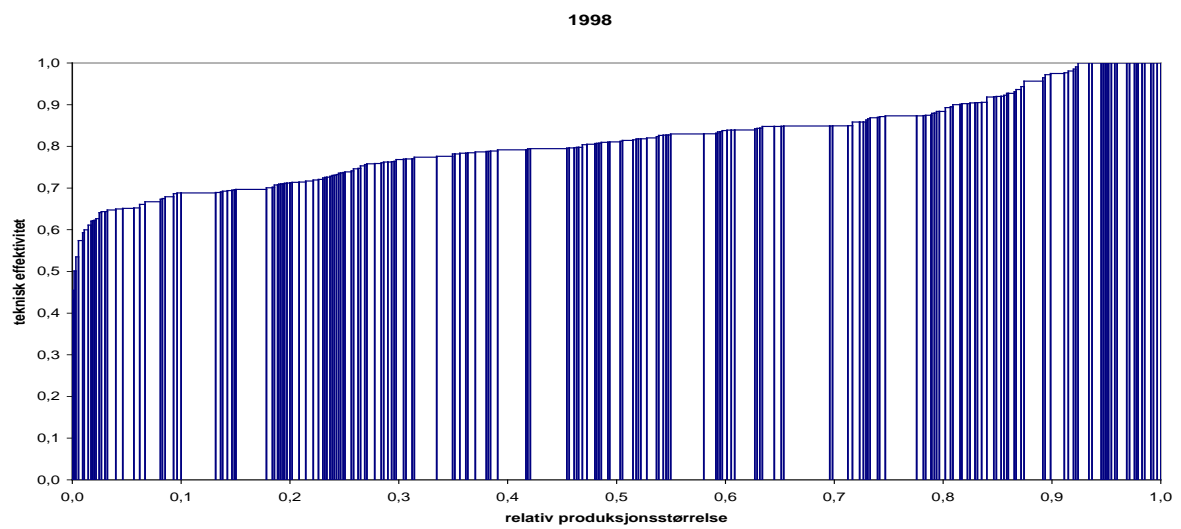


Figur 5.1 a)

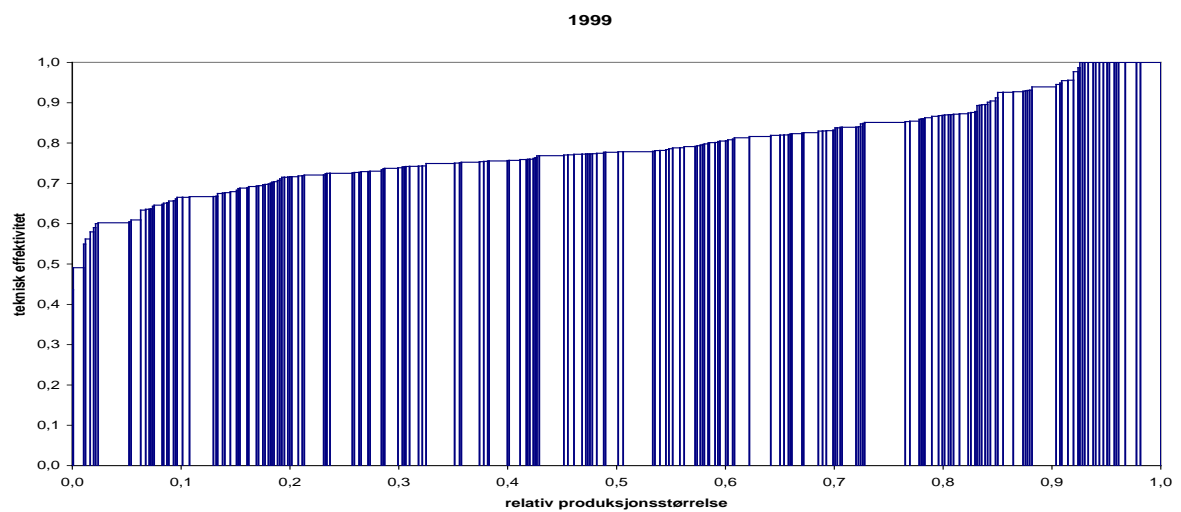
³³ Salterdiagram er en spesiell type to-dimensjonal søylediagram utviklet av Salter (1960).



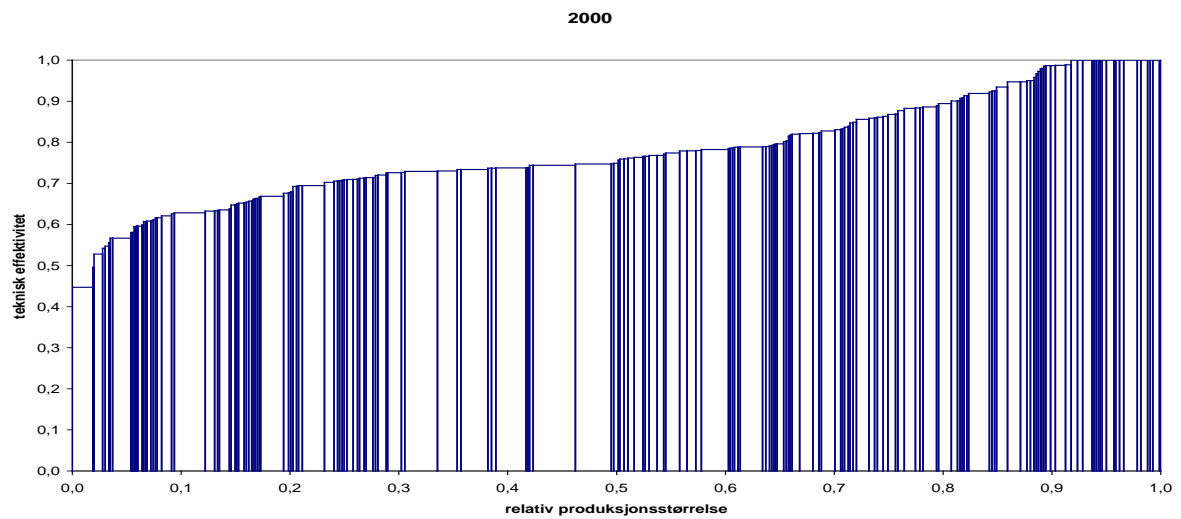
Figur 5.1 b)



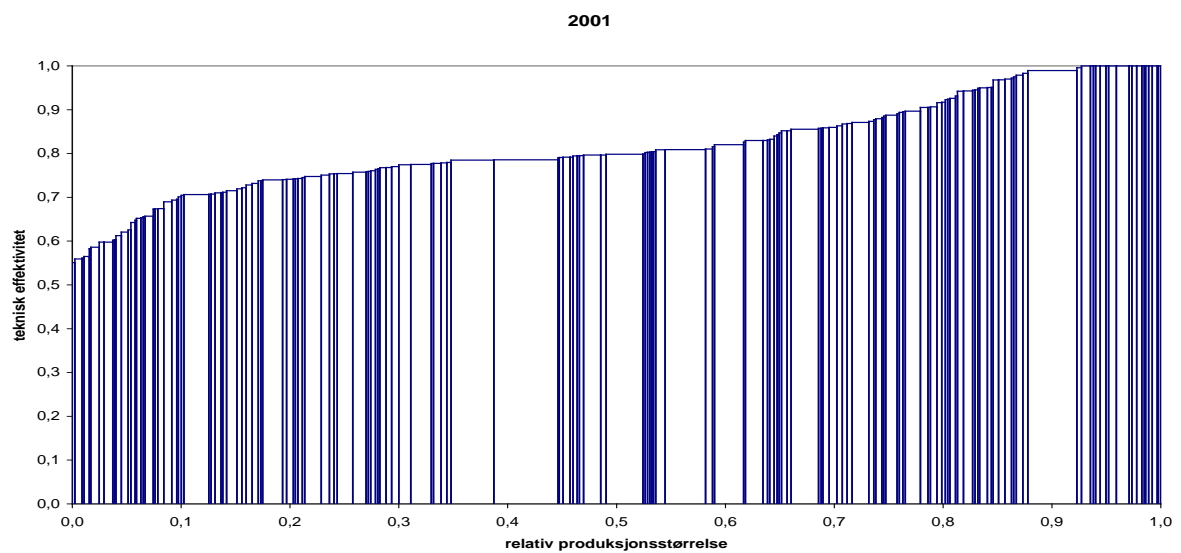
Figur 5.1 c)



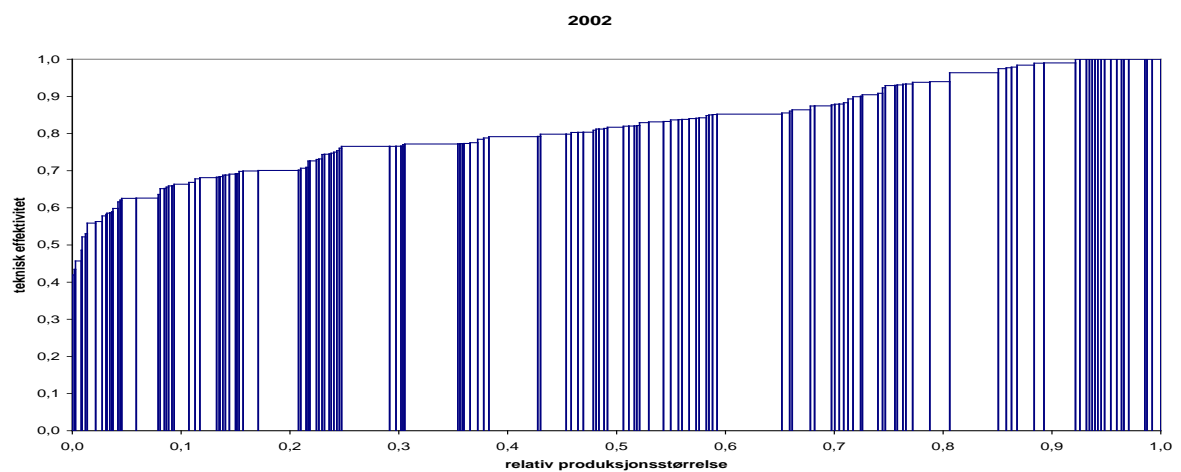
Figur 5.1 d)



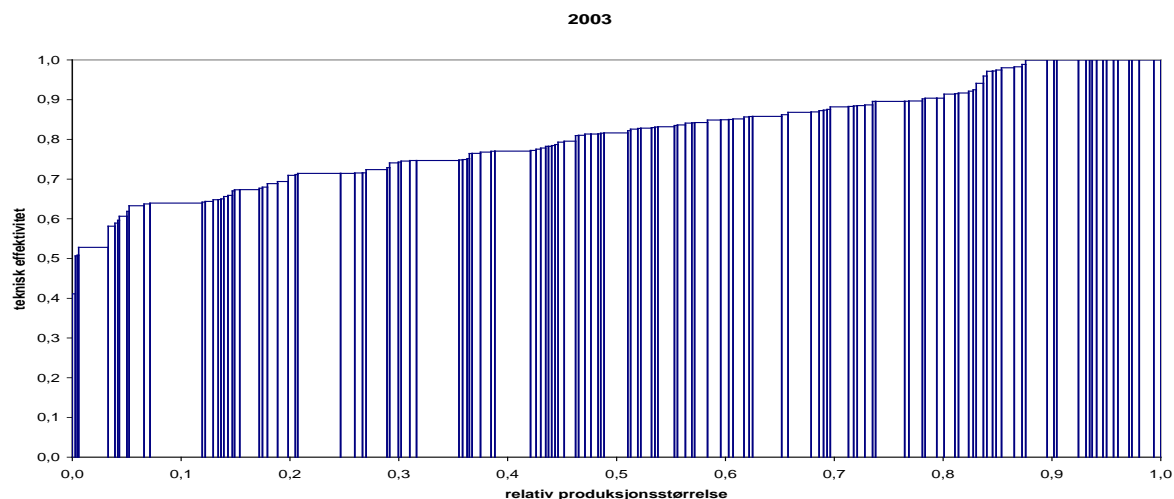
Figur 5.1 e)



Figur 5.1 f)



Figur 5.1 g)



Figur 5.1 h)

Figur 5.1.a-h): Salterdiagram – teknisk effektivitet og relativ produksjonsstørrelse 1996-2003.

5.1.2 Ren teknisk effektivitet

Scorene er som forventet høyere enn eller like når det brukes VRS enn ved CRS. Den gjennomsnittlige effektiviteten i perioden 1996 til 2003 varierer mellom 82 % og 89 %. Ser man bort fra 1996 hvor scoren var på det laveste, 82 %, vil den gjennomsnittlige effektiviteten ligge mellom 86 % og 89 %. Standardavviket er også her jevnt for perioden.

Tabell 5.2: Teknisk effektivitet ved variabelt skalautbytte (TE_{VRS}).

År	Gjennomsnitt	Standardavvik	Maksimum	Minimum
1996	0,82	0,12	1,00	0,49
1997	0,87	0,10	1,00	0,59
1998	0,86	0,11	1,00	0,56
1999	0,86	0,11	1,00	0,56
2000	0,87	0,12	1,00	0,55
2001	0,88	0,11	1,00	0,56
2002	0,87	0,12	1,00	0,46
2003	0,89	0,12	1,00	0,48

I oppdrettsnæringen er størrelsen differensiert i form av antall konsesjoner. Noen selskaper i datamaterialet eier opp til 26 konsesjoner og er unike i analysesammenheng. Disse kan være sammensatt av mange mindre enheter. Selv om utviklingen viser en trend til større og større selskaper er det fortsatt mange som driver med én konsesjon og dermed er små og unike.

Ytterligere informasjon får man i tabell 5.3 som viser frekvensfordeling av estimert ren teknisk effektivitet. Her presenteres antall enheter i ulike prosentiler. For perioden 1996 til 2003 ser vi at andelen effektive har økt fra 12,3 % i 1996 til 32,3 % i 2003. Det har vært en tydelig forflytning i enhetsmassen mot ”best practice” teknologien, ved at færre enheter ligger i 0,6. til 0,8. prosentil. I denne tokningen må det for øvrig tas hensyn til at antall enheter er betydelig redusert i løpet av perioden.

Tabell 5.3: Frekvensfordeling ren teknisk effektivitet.

År	1	0,9	0,8	0,7	0,6	<0,6	Ant. enh.
1996	12,3 %	13,7 %	28,8 %	29,1 %	13,4 %	2,7 %	292
1997	19,1 %	26,4 %	28,9 %	18,7 %	6,4 %	0,4 %	235
1998	20,4 %	21,4 %	31,8 %	17,9 %	8,0 %	0,5 %	201
1999	19,2 %	22,2 %	28,1 %	22,7 %	6,4 %	1,5 %	203
2000	27,6 %	16,8 %	22,7 %	24,3 %	7,0 %	1,6 %	185
2001	24,5 %	25,2 %	28,2 %	13,5 %	7,4 %	1,2 %	163
2002	27,0 %	18,4 %	28,4 %	15,6 %	6,4 %	4,3 %	141
2003	32,3 %	23,1 %	20,0 %	14,6 %	8,5 %	1,5 %	130

5.1.3 Innsparingspotensialet for de ulike inputs

Det er mulig å beregne optimal bruk av innsatsfaktorer i motsetning til hva selskapene faktisk bruker av disse. Vi har tatt utgangspunkt i ”slack-adjusted efficiency” og beregnet et vektet gjennomsnitt av disse, foretatt ut fra andel produksjon. Disse tallene har da innkalkulert den slakk som eventuelt finnes på de ulike inputs. Resultatene vises i tabell 5.4.

Tabell 5.4: Relativt innsparingspotensialet for input ved variabelt skalautbytte.

År	Arbeid	Fôr	Smolt	Diverse	Kapital
1996	29 %	17 %	19 %	18 %	22 %
1997	15 %	11 %	13 %	15 %	17 %
1998	17 %	12 %	19 %	16 %	14 %
1999	24 %	13 %	18 %	19 %	15 %
2000	13 %	10 %	12 %	11 %	16 %
2001	19 %	10 %	12 %	12 %	18 %
2002	15 %	11 %	15 %	16 %	16 %
2003	17 %	10 %	10 %	10 %	18 %

Lønnskostnader og kapitalkostnader har hatt det største forbedringspotensialet, mens fôrforbruket er den variabelen enhetene har vært flinkest til å utnytte. Myndighetenes begrensning på fôr har tvunget oppdretterne til å ha større fokus på nettopp denne dominerende innsatsfaktoren.

I absolutte tall, tabell 5.5, ligger det største potensialet på smoltkostnad og diverse kostnad de første årene, mens dette endrer seg til å gjelde kapitalkostnader de siste årene i perioden. Det minste potensialet i kroner ligger gjennomgående i lønnskostnadene. Det økte potensialet på kapitalkostnader kan henge sammen med vertikal integrasjon i form av oppkjøp av konsesjoner og en betraktelig verdistigning på disse.

Tabell 5.5: Absolutt gjennomsnittlig innsparingspotensial for de ulike inputs.

År	Arbeid		Fôr		Smolt		Diverse		Kapital	
1996	kr	340 461	kg	133 494	kr	411 973	kr	369 185	kr	313 175
1997	kr	214 217	kg	119 353	kr	339 504	kr	351 388	kr	298 347
1998	kr	346 041	kg	196 061	kr	626 925	kr	610 809	kr	517 537
1999	kr	581 086	kg	253 401	kr	753 061	kr	955 453	kr	606 010
2000	kr	423 729	kg	249 642	kr	582 688	kr	676 112	kr	942 956
2001	kr	552 093	kg	253 242	kr	562 723	kr	682 388	kr	1 033 244
2002	kr	457 164	kg	302 914	kr	730 791	kr	1 114 220	kr	1 036 477
2003	kr	403 097	kg	245 645	kr	419 724	kr	515 260	kr	635 534

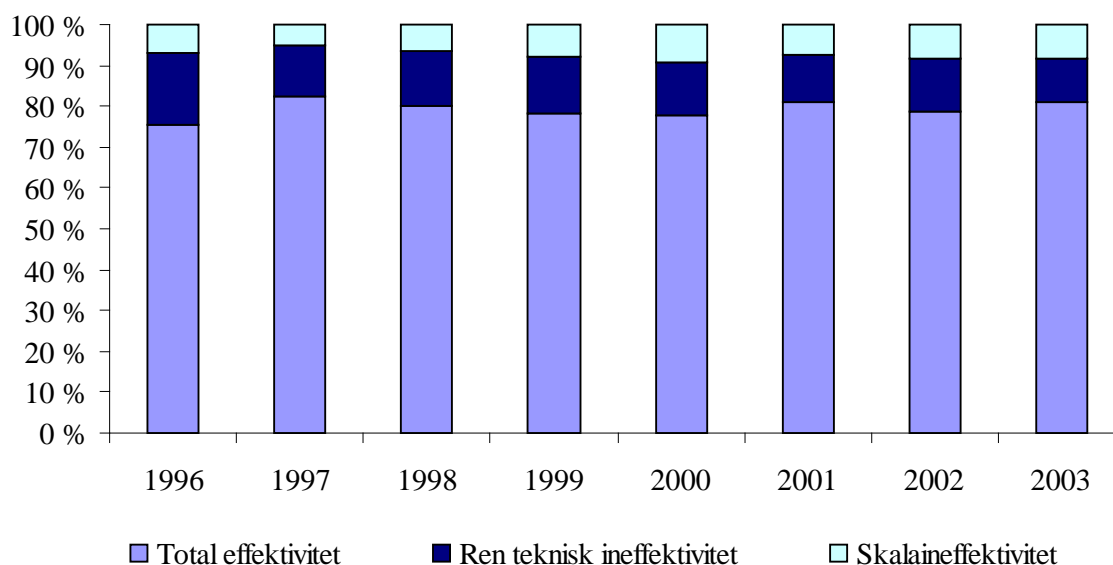
5.1.4 Skalaeffektivitet

Skalaeffektiviteten sier noe om hvorvidt selskapene opererer under riktig skala, og kan ses på som årsaken til at det er forskjell på total effektivitet og ren teknisk effektivitet. Ut fra tabell 5.6 ligger gjennomsnittlig skalaeffektivitet mellom 91 % og 95 % i perioden 1996 til 2003, høyest de første årene. Standardavviket er noe lavere enn ved beregning av TE.

Tabell 5.6: Skalaeffektivitet.

År	Gjennomsnitt	Standardavvik	Maksimum	Minimum
1996	0,93	0,08	1,00	0,62
1997	0,95	0,06	1,00	0,64
1998	0,94	0,08	1,00	0,54
1999	0,92	0,08	1,00	0,53
2000	0,91	0,11	1,00	0,53
2001	0,93	0,07	1,00	0,66
2002	0,91	0,10	1,00	0,49
2003	0,92	0,10	1,00	0,51

For å illustrere sammenhengen mellom teknisk effektivitet og skalaeffektivitet vises effektivitet og ineffektivitet for perioden i figur 5.2. Her deles ineffektiviteten inn i den andel som skyldes feil størrelse på produksjonen og hva som kan skyldes evne til å utnytte ressursene maksimalt.



Figur 5.2: Effektivitet og ineffektivitet i perioden 1996 til 2003.

Diagrammet viser at den største årsaken til ineffektivitet er ren teknisk ineffektivitet. Vi ser at den andelen som skyldes skala er mindre enn den andelen som skyldes ren teknisk effektivitet. Dette betyr at skala har forholdsvis lite å si for effektiviteten blant enhetene.

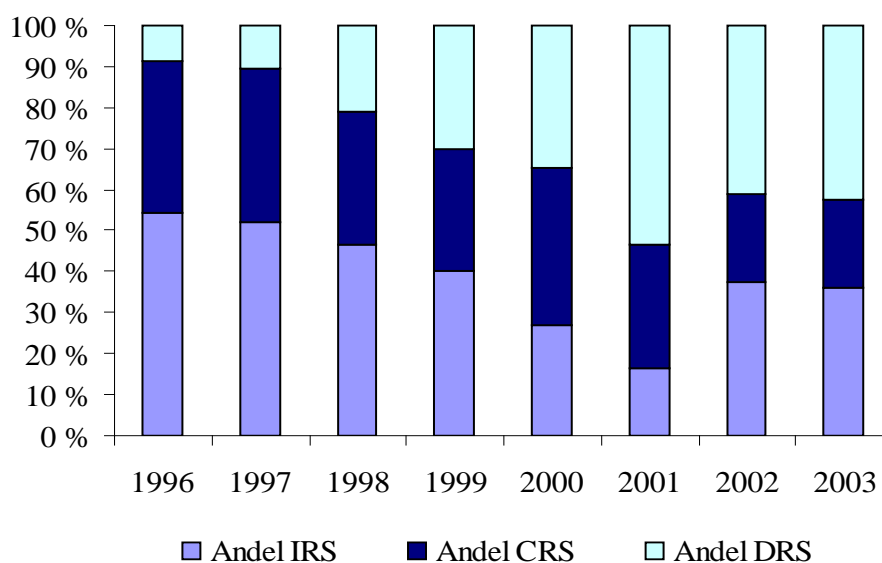
5.1.5 Skalautvikling

Ved å se på skalautviklingen i perioden kan vi si noe om hvorvidt selskapene over tid opererer med optimal størrelse og hvilken betydning dette har. For å se på dette tar vi utgangspunkt i antallet selskaper i analysen og deres skalaegenskaper. I tabell 5.7 ser vi at antallet med økende og konstant utbytte med hensyn på skala er redusert i perioden, henholdsvis fra 54 % til 36 % og fra 37 % til 22 %. Antallet selskaper med avtakende skalautbytte har derimot økt fra 9 % i 1996 til hele 42 % i 2003.

Tabell 5.7: Antall enheter IRS, CRS og DRS av totalt antall selskaper i analysen.

År	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Andel IRS	159	122	94	82	50	27	53	47
Andel CRS	108	88	65	60	71	49	30	28
Andel DRS	25	25	42	61	64	87	58	55
Total	292	235	201	203	185	163	141	130

I figur 5.3 illustreres utviklingen i perioden grafisk. Denne viser hvor stor andel av enhetene som har hatt konstant (CRS), økende (IRS) og avtakende (DRS) utbytte med hensyn på skala. Mens det i begynnelsen av perioden virket som om de skalaineffektive anleggene var for små har det nå blitt en tendens til at de er for store. En av årsakene kan være økte kapitalkostnader som følge av verdiutviklingen på konsesjonene.



Figur 5.3: Andel med konstant, økende og avtakende skalautbytte.

5.2 Produktivitetsendring

Produktivitetsendring beregnes ved hjelp av Adjacent MPI samt Global Adjacent MPI.

Resultatene av disse beregningene vil bli sammenlignet, og sett opp mot Fiskeridirektoratets partielle produktivetsmål.

5.2.1 Adjacent MPI

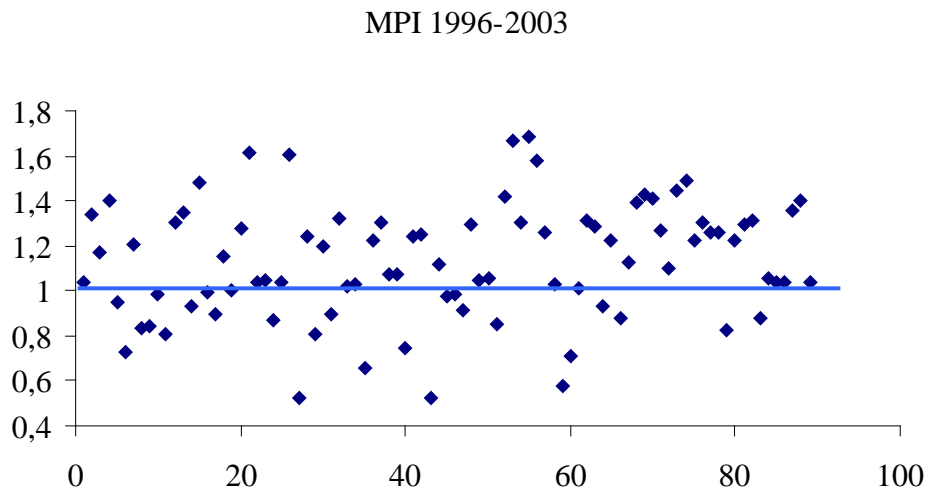
Resultat av Adjacent MPI og indeksens dekomponering i hva som skyldes teknologisk endring og hva som skyldes endringer i effektivitet presenteres i tabell 5.8. Her står TC for den teknologiske endringen, EC for endring i effektivitet og MPI for den samlede produktivetsutviklingen. For perioden 1996 til 2003 har det funnet sted en gjennomsnittlig produktivetsfremgang på 12,8 % hvor størstedelen skyldes teknologisk fremgang. Den største fremgangen finner vi fra 2002 til 2003 med hele 8,3 %, mens det i 1997 til 1998 og 1999 til 2000 vises tilbakegang. Både endring i effektivitet og teknologisk endring har variert i årene fra 1996 til 2003.

Utviklingen for hele perioden beregnes ved å sammenligne data fra første og siste år. Her er antall DMU noe mindre siden flere av enhetene som var med i 1996 ikke lenger er med i 2003.

Tabell 5.8: Adjacent Malmquist Produktivetsindeks, 1996 til 2003.

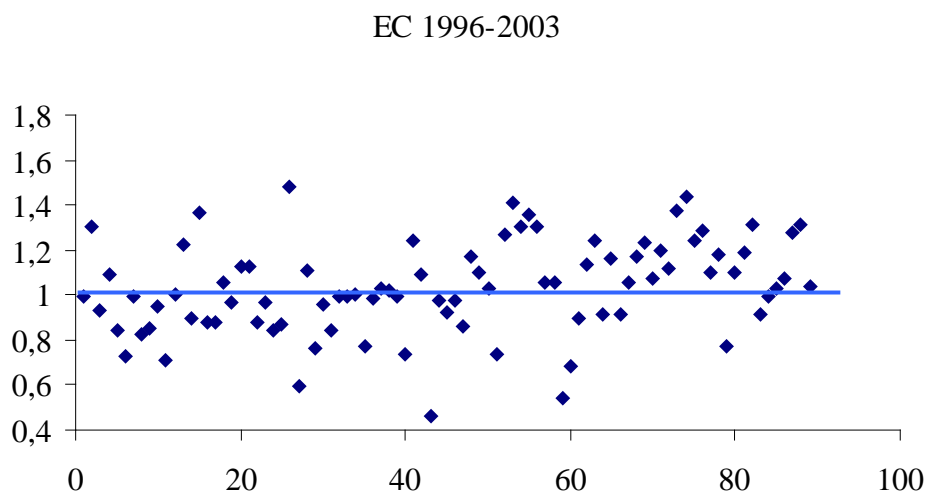
Periode	TC	EC	MPI
1996-1997	0,944	1,101	1,039
1997-1998	0,989	0,981	0,970
1998-1999	1,037	0,996	1,032
1999-2000	1,030	0,969	0,994
2000-2001	0,957	1,068	1,022
2001-2002	1,081	0,957	1,035
2002-2003	1,049	1,032	1,083
1996-2003	1,090	1,033	1,128

Et plott av resultatene viser utviklingen for enkeltenhetene og spredningen blant disse. Figur 5.4 viser at det for MPI er stor spredning blant de enkelte enhetene. En god del har faktisk hatt tilbakegang i produktivitet i perioden. Likevel ser vi at det har vært en betydelig fremgang, da gjennomsnittet ligger godt over 1. Nivålinjen i figuren viser skillet mellom fremgang og tilbakegang.



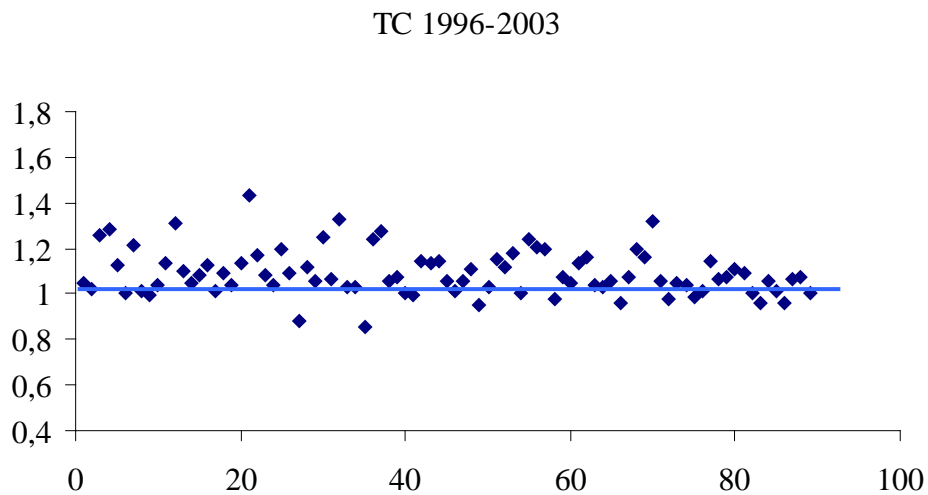
Figur 5.4: MPI (produktivitetsendring) for perioden 1996-2003.

Når det gjelder effektivitetsendringen ser vi av figur 5.5 at også her er det stor spredning blant enhetene. Gjennomsnittet ligger på om lag 1 og enhetene har fordelt seg jevnt over og under.



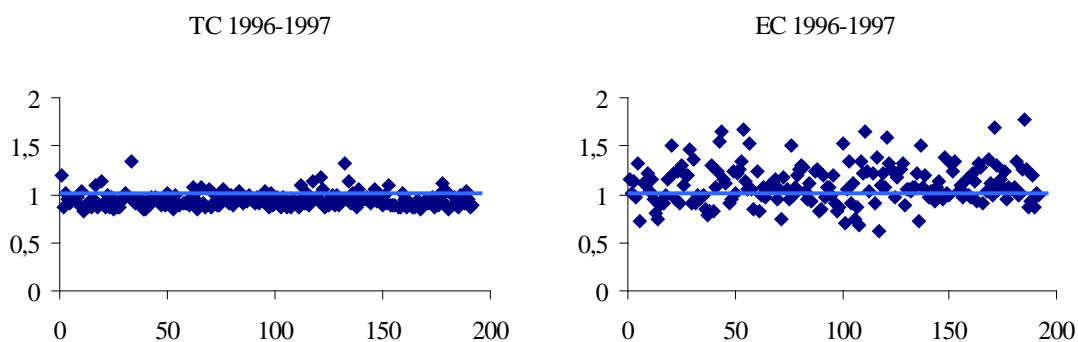
Figur 5.5: EC (effektivitetsendring) for perioden 1996-2003.

Med tanke på den teknologiske utviklingen ser vi av plottet i figur 5.6 at det har funnet sted en entydig positiv endring. De aller fleste enhetene har opplevd en teknologisk forbedring ved at de ligger over eller nært 1. Spredningen er mindre enn for effektivitetsendringen, noe som kan tyde på at alle enhetene har kunnet dra nytte av samme teknologisk fremskritt. Endringen i MPI skyldes fremgangen i TC for stort sett alle enheter.

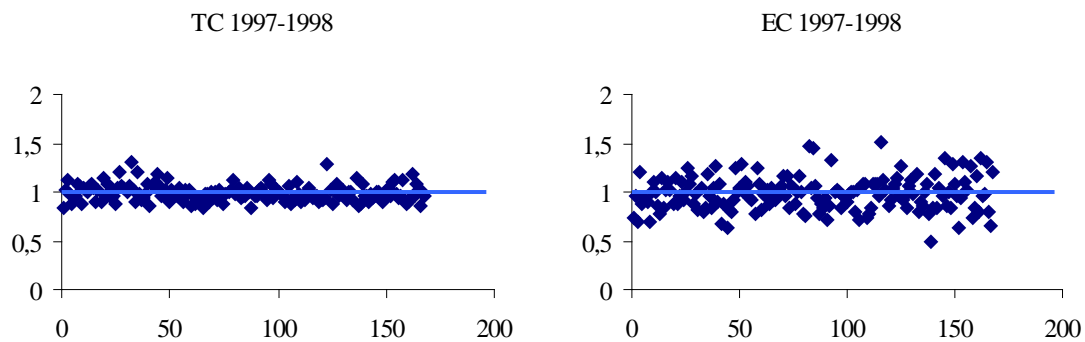


Figur 5.6: TC (teknologisk endring) for perioden 1996-2003.

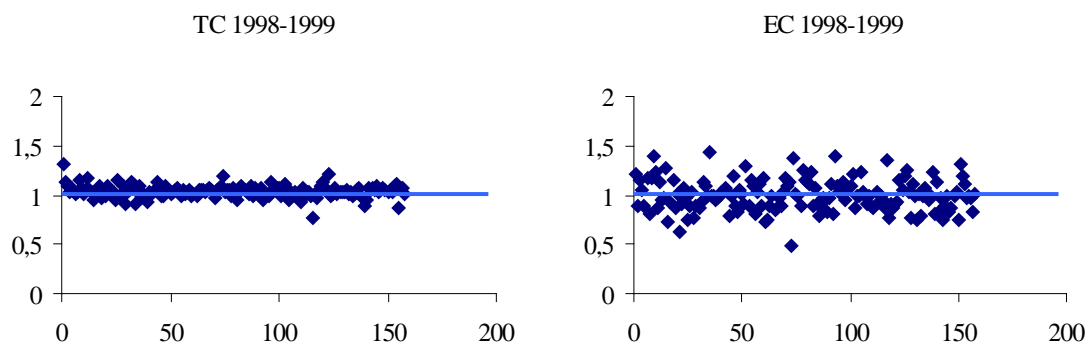
For utviklingen periode for periode viser vi i figur 5.7 a)-g) TC og EC. For MPI, se vedlegg 6.



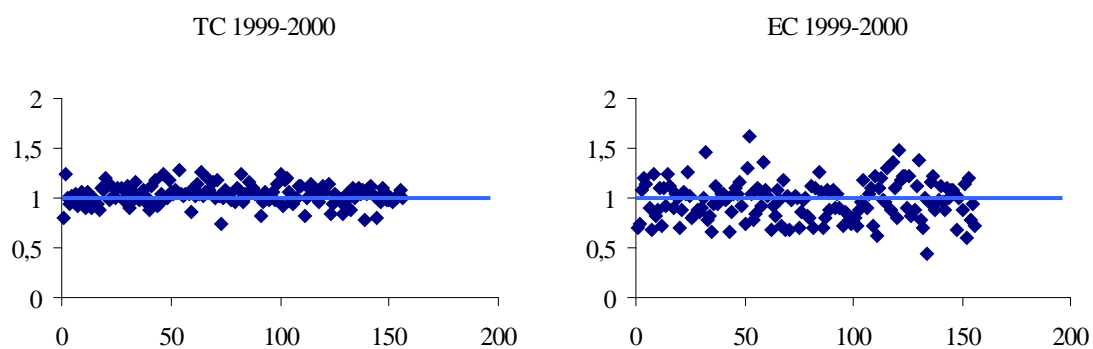
Figur 5.7a) TC og EC 1996-1997.



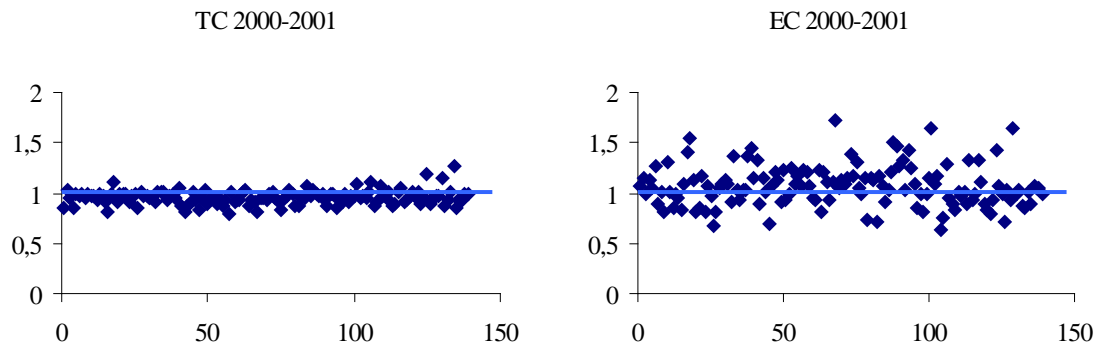
Figur 5.7b) TC og EC 1997-1998.



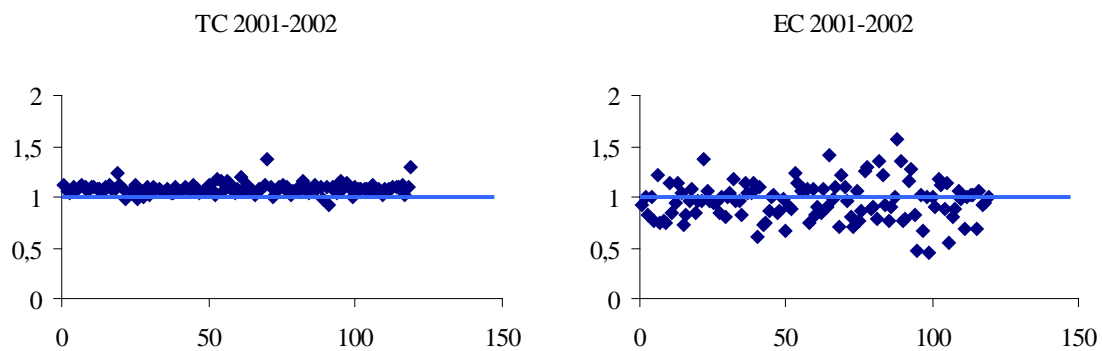
Figur 5.7c) TC og EC 1998-1999.



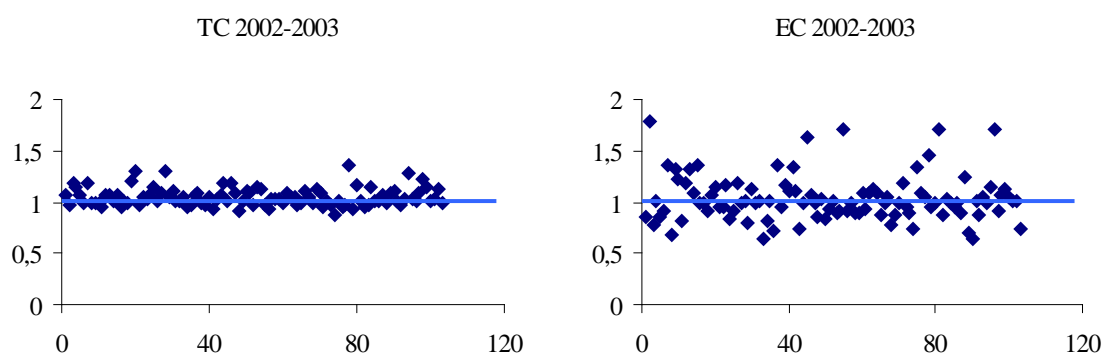
Figur 5.7d) TC og EC 1999-2000.



Figur 5.7e) TC og EC 2000-2001.



Figur 5.7f) TC og EC 2001-2002.



Figur 5.7g) TC og EC 2002-2003.

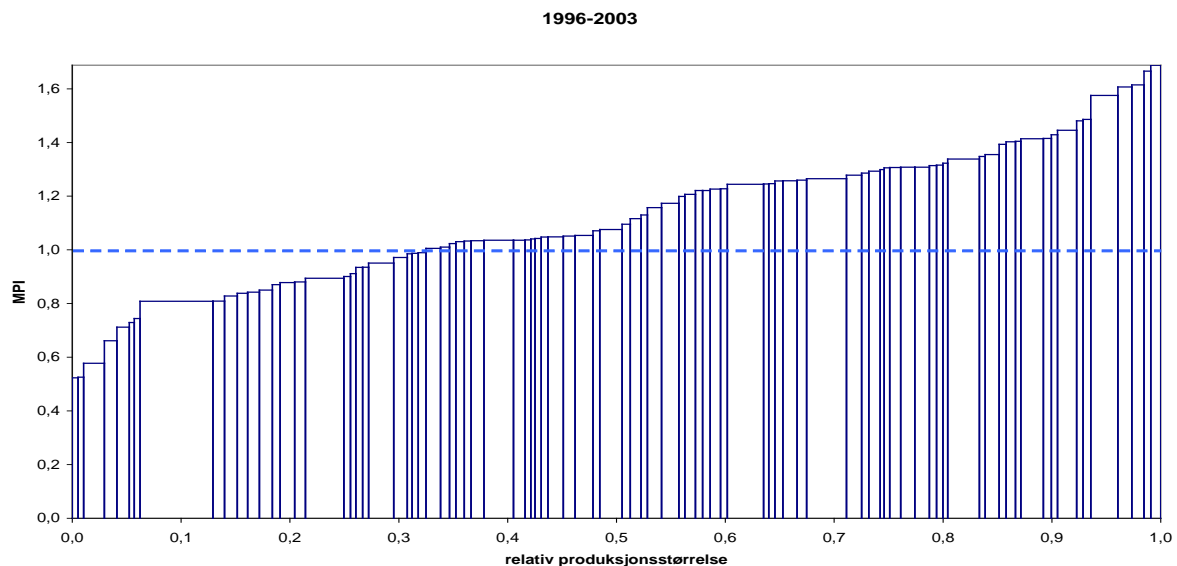
Figur 5.7 a)-g): TC og EC 1996-2003.

Av diagrammene i figur 5.7 ser man klart at TC har en entydig endring for alle periodene. For perioden 1996 til 1998 samt 2000 til 2001 ligger de aller fleste enhetene tett under 1, noe som

tilsvarende teknologisk tilbakegang. For 1998 til 2000 og 2001 til 2003 ligger derimot de aller fleste tett over 1, og vi har en teknologisk fremgang. Denne fremgangen er størst i de siste periodene. For EC viser diagrammene en noe større spredning for alle periodene, med om lag halvparten av enhetene over og under nivålinjen.

Utviklingen periode for periode kan illustreres ved hjelp av Salterdiagram.

Produktivitetsendringene er målt opp mot relativ produksjon, beregnet som et gjennomsnitt av produksjonen for enhetene i perioden. I figur 5.8 vises utviklingen for hele perioden, 1996-2003. For utviklingen i enkeltperioder, se vedlegg 7. Av diagrammene er det vanskelig å se noen klar sammenheng mellom produktivitetsutvikling og produksjonsstørrelse. Selskaper med varierende produksjonsstørrelse er spredt mellom ytterpunktene på produktivitetsskalaen.



Figur 5.8: Salterdiagram – produktivitet (MPI) og relativ produksjonsstørrelse (1996-2003).

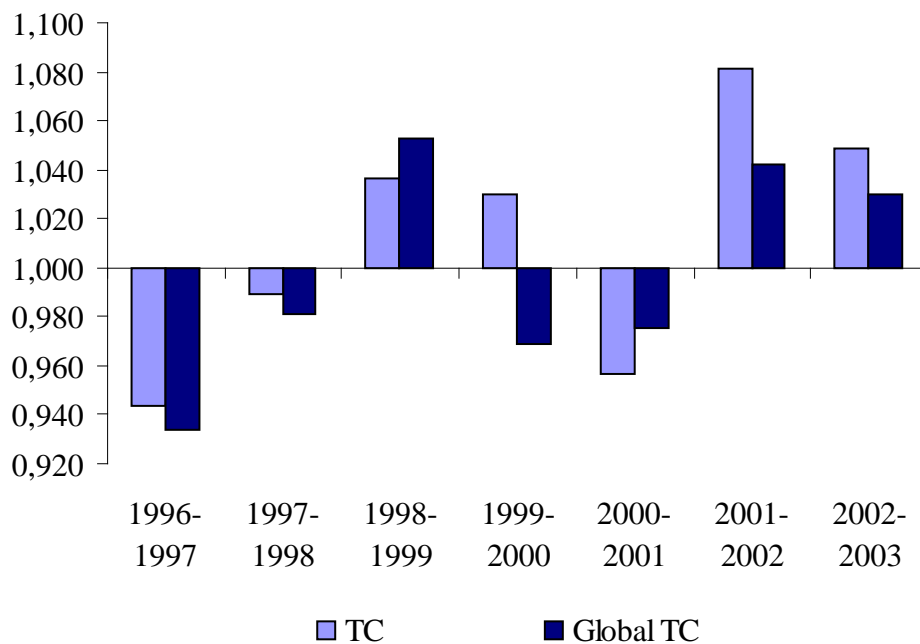
5.2.2 Global Adjacent MPI

En produktivitetsanalyse er også utført ved hjelp av Global Adjacent MPI. Datamaterialet benyttet er det samme for beregning av effektivitet, jfr. tabell 4.2. Resultatene for den teknologiske endringen (TC) vises i tabell 5.9. Den viktigste fremgangen er for perioden 2001 til 2003, men den største enkeltstående fremgangen finner vi i perioden 1998 til 1999 på 5,3 %. I de resterende periodene viser denne metoden en teknologisk tilbakegang.

Tabell 5.9: Global Adjacent MPI 1996-2003.

Periode	Global TC
1996-1997	0,934
1997-1998	0,981
1998-1999	1,053
1999-2000	0,969
2000-2001	0,975
2001-2002	1,042
2002-2003	1,030

De periodevise forskjellene mellom TC (se tabell 5.8) og Global TC er illustrert i figur 5.9. Metodene viser samme utviklingstendens for alle perioder foruten 1999 til 2000. Global TC viser en noe mer negativ utvikling i starten av perioden og en noe mindre positiv utvikling mot slutten av analyseperioden.

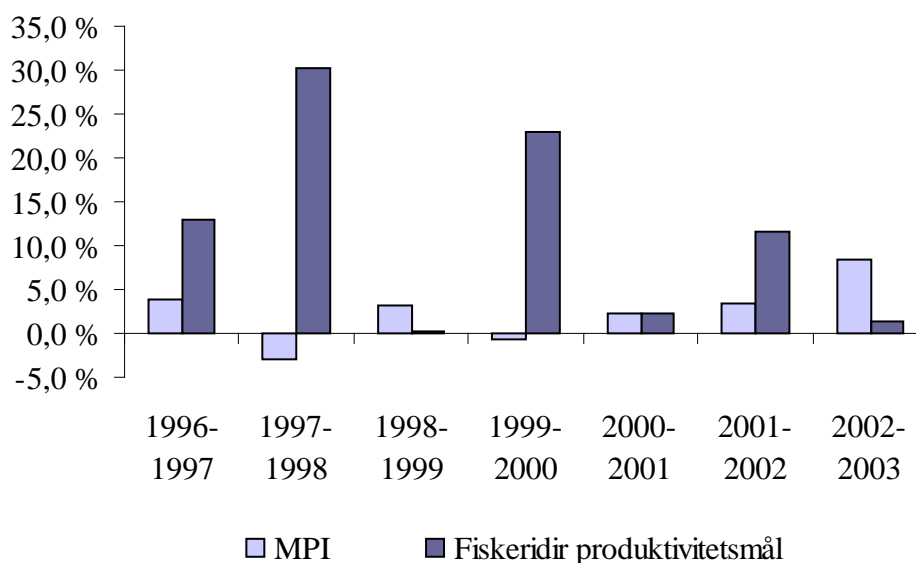


Figur 5.9: Adjacent TC og Global Adjacent TC.

5.2.3 Adjacent MPI og Fiskeridirektoratets produktivitetsmål

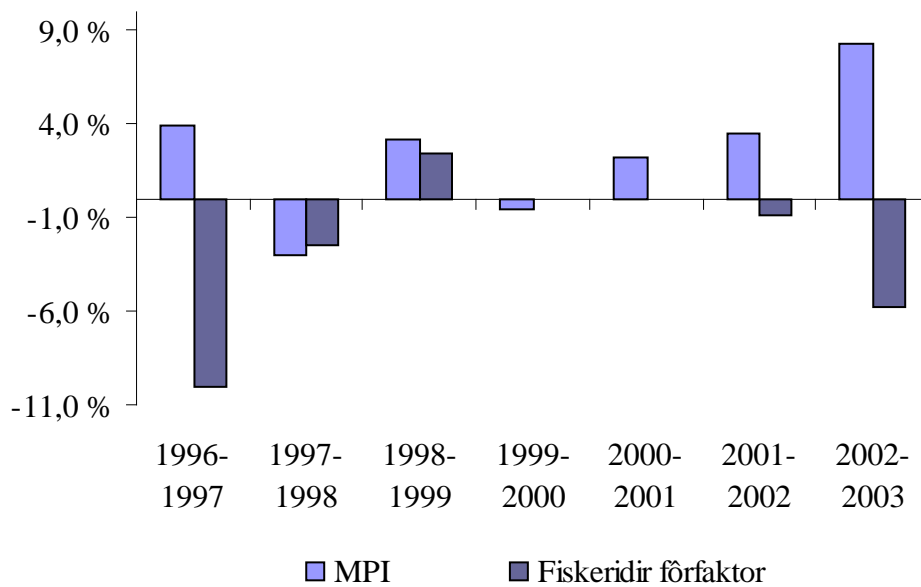
For å kunne sammenligne Fiskeridirektoratets produktivitetsmål, som er gjennomsnittlig produksjon per årsverk, opp mot MPI, er dette omregnet til prosentvis endring. Det partielle produktivitetsmålet fra Fiskeridirektoratet viser store forskjeller i forhold til totalfaktorproduktivitetens målet MPI, se figur 5.10.

Legg spesielt merke til perioder som 1997 til 1998 og 1999 til 2000 hvor Fiskeridirektoratet viser en vekst på opp mot 30 % mens MPI viser en tilbakegang. For perioden 2002 til 2003 har Fiskeridirektoratet en lavere vekst enn målt ved MPI. Dette viser at det partielle produktivitetsmålet fra Fiskeridirektoratet er totalt intetsigende alene og kan gi svært misvisende konklusjoner for bransjen.



Figur 5.10: MPI i forhold til Fiskeridirektoratets produktivitetsmål, 1996-2003.

Et annet partielt produktivitetsmål Fiskeridirektorater bruker, fôrfaktor, er i figur 5.11 satt opp mot MPI. Heller ikke her kan vi se noen sammenheng mot totalfaktorproduktivitetens målet. I de to periodene hvor MPI viser størst fremgang, viser fôrfaktor den største negative utviklingen. For perioden 1999 til 2001 hvor MPI viser en mer moderat utvikling, har fôrfaktoren vært uendret.



Figur 5.11: MPI i forhold til Fiskeridirektoratets fôrfaktor, 1996-2003.

Partielle produktivetsmål slik de Fiskeridirektoratet benytter må en være forsiktig med å bruke isolert sett. Dette viser sammenligningen av produksjon per årsverk og fôrfaktor opp mot MPI. Disse målene sier ingenting om utviklingen som faktisk har skjedd i perioden. Fôrfaktor er en god indikator på hvor flinke enhetene er til å utnytte denne innsatsfaktoren men sier lite om den totale produktivetsutviklingen for enheten som helhet.

6OPPSUMMERING

Ut fra problemstillingen i kapittel 1.2 er effektivitet og produktivitetsutvikling i norsk matfisknæring for perioden 1996 til 2003 beregnet ved hjelp av DEA og MPI. Analysen er basert på datamateriale fra Fiskeridirektoratets årlige lønnsomhetsundersøkelse.

Resultatene viser en gjennomsnittlig total teknisk effektivitet for selskapene på mellom 76 % og 83 %, mens den rene tekniske effektiviteten ligger mellom 82 % og 89 %. Visuell inspeksjon av Salterdiagram for perioden, viser ingen opplagt sammenheng mellom effektivitet og produksjonsstørrelse. Det har vært en betydelig forflytning av enhetsmassen mot "best-practice" ved at flere enheter nå anses som effektive.

Ser vi på innsparingspotensialet for de ulike inputs, har dette endret seg i løpet av perioden. Som følge av mange og store oppkjøp av konsesjoner har selskapene fått større kapitalkostnader. Dette har straffet seg i form av lavere lønnsomhet.

Det største potensialet for forbedring generelt ligger i det å bli bedre på å utnytte ressursene. Hvorvidt produksjonen er av riktig skala viser seg å være av mindre betydning i denne sammenheng. Likevel vil vi trekke frem at andelen selskaper med avtakende skalautbytte har økt i perioden, mest de siste tre årene, i takt med de økte kapitalkostnadene. En av årsakene kan være at oppkjøp av konsesjoner har gjort selskapene for store.

Produktivitetsutviklingen i perioden viser totalt sett en positiv utvikling. Selv om det i enkelt perioder har vært stagnasjon og tilbakegang viser det samlede resultatet en fremgang på hele 12,8 %. I periodene 1997 til 1998 og 1999 til 2000 har det vært en svak tilbakegang. De andre periodene frem til 2002 viser en fremgang på opp mot 4 %. Den siste perioden fra 2002 til 2003 viser en noe større fremgang på hele 8,3 %. Enkelte studier hevder at produktivitetsveksten i bransjen har stoppet opp, men våre resultater viser at det fortsatt er potensial å hente ut.

Store deler av den totale fremgangen skyldes teknologisk forbedring innen bransjen, noe som godt illustreres ved plott (TC) av enkeltenhetenes utvikling i de ulike periodene. Plottene viser en entydig endring for alle periodene, noe som illustrerer at alle enhetene har kunnet dra nytte

av samme teknologisk utvikling. Den største teknologiske fremgangen finner vi fra 2001 til 2003. Dette viser at det fremdeles er produktivitetsgevinster å hente i næringen.

Det er vanlig å anta at produktivitet utvikling kommer som en følge av høyere produksjon. For matfisknæringen har det tidligere ikke vært påvist en slik sammenheng. Dette underbygges i vår analyse ved visuell inspeksjon av Salterdiagram hvor produktivitet utviklingen ses opp mot produksjonsstørrelsen.

Beregning av den teknologiske endringen ved hjelp av globale indekser viser en noe svakere fremgang. Resultatene varierer mellom periodene, den viktigste fremgangen finner vi også her for årene 2001 til 2003. Den største enkeltstående fremgangen er fra 1998 til 1999 med 5,3 %.

Sammenligner vi våre resultater med målingene av produktivitet gjort av Fiskeridirektoratet, ser vi at disse samsvarer dårlig. Dette er i overensstemmelse med tidligere antagelser om at partielle produktivetsmål kan gi misvisende konklusjoner dersom de betraktes enkeltvis. De best egnede målene for å betrakte utviklingen i en bransje er totalfaktorproduktivetsmål.

Arbeidskraftproduktivitet er i praksis et godkjent mål på produktivitet. Det kan med enkelhet måles, men kan også lett manipuleres ved for eksempel å regulere antall skift eller utbedre utstyr for den enkelte arbeider. Dersom et mål som gjennomsnittlig produksjon per årsverk skal kunne benyttes, bør de elementene som påvirker effekten av arbeid på produksjon fjernes. Det enkleste her er å forsikre seg om at innsatsfaktorene er fullt sammenlignbare, så vel som produktene som produseres og teknikkene bak produksjonen. Fiskeridirektoratets produktivetsmål tar ikke høyde for disse vanskelighetene, og sammenlignet med et totalfaktorproduktivetsmål gir det feil informasjon om produktiviteten i næringen.

Endring i fôrfaktor viser liten sammenheng med den totale produktivitet utviklingen for næringen. Fôrfaktor er et viktig produksjonsmål i den forstand at det indikerer hvor mye fisk oppdretteren har fått for det fôret som er brukt, men må ikke forbindes med et totalfaktorproduktivetsmål.

Ikke-parametriske metoder egner seg godt til å analysere problemstillinger som i denne oppgaven, hvor det er svært vanskelig å estimere noen funksjonell form på produksjonen. DEA-metoden har derimot en del begrensninger man bør være oppmerksomme på. Ikke-

parametriske metoder tar ikke hensyn til støy og målefeil, og dette kan påvirke estimeringen av fronten. Dette problemet har vi tatt i betraktning ved å fjerne ekstreme observasjoner og åpenbare feilrapporteringer.

Som nevnt innledningsvis vil det være en rekke faktorer som påvirker produksjonen men som ikke tas med i analysen. Eksogene faktorer kan være med på å vri resultatene. Likevel kan man anse dette som en totalfaktorproduktivitetsmåling, så lenge alle variabler innenfor bedriftens kontroll er tatt hensyn til. I parametriske metoder tar feilleddene hensyn til både støy og utelatelse av variabler. I motsetning til SFA som er en stokastisk metode, er det ikke mulig å teste gyldigheten til resultatene fra DEA statistisk.

TFP-metoder er å foretrekke i produktivitetsmålinger, selv om disse metodene også viser noen svakheter. Den største fordelen er kanskje det faktum at DEA og MPI er uavhengige av priser på innsatsfaktorer og produkter. Dette er spesielt bra for matfisknæringen hvor prisene på laks og ørret historisk har variert mye. Det ideelle i en slik analyse er å ha kvantumstall for alle variablene, for på denne å unngå priseffekten på innsatsfaktorer og produkter. Dermed unngår man problematikken rundt indeksjusteringer for hver enkelt innsatsfaktor.

7REFERANSER

Ágústsson, B. É. (1996). "Notat om Benchmarking – Frøya Holding AS" Arbeidsnotat. Norsk institutt for Fiskeri og Havbruksforskning AS.

Althin, R. (2001). "Measurement of Productivity Changes: Two Malmquist Index Approaches", *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 16, pp. 107-128.

Asmild, M. og F. Tam (2004). "Estimating Global Frontier Shifts and Global Malmquist Indices", *The Centre for Management of Technology and Entrepreneurship, University of Toronto*.

Balk, B. M. og R. Althin (1996). "A New, Transitive Productivity Index", *The Journal of Productivity Analysis*, Vol. 7, pp. 19-27.

Banker, R.D., A. Charnes og W.W. Cooper (1984). "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, Vol. 30, No. 9, pp. 1078-1092.

Berg, S. A., F. R. Førsund og E. S. Jansen (1992). "Malmquist Indices of Productivity Growth During the Deregulation of Norwegian Banking 1980-89", *Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 94, pp. 211-228.

Caves, D. W., L. R. Christensen og W. E. Diewert (1982). "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of input, output and productivity", *Econometrica*, Vol. 50, No. 6, pp. 1393-1414.

Charnes, A., W.W. Cooper og E. Rhodes (1978). "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, pp. 429-444.

Charnes, A., W.W. Cooper og E. Rhodes (1981). "Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through", *Management Science*, Vol. 27, No. 6, pp. 668-697.

Coelli, T. J., D. S. P. Rao, C. J. O'Donnell og G. E. Battese (2005). "An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis", 2. utg. Springer.

Cooper, W. W., L.M. Seiford og K. Tone (2000). "Data Envelopment Analysis; a Comprehensive Text With Models, Applications, References, and DEA-Solver Software", Kluwer Academic Publishers.

Eilon, S. (1988). "Three Prominent Performance Ratios", International Journal of Management Science, Vol. 16, No. 6, pp. 503-508.

Eksportutvalget for fisk (2004). "Eksportstatistikk 04". Brosjyre. Lundblad Media AS, Tromsø.

Farrell, M. J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", Journal of the Royal Statistical Society, Vol. 120, pp. 253-281.

Fiskeridirektoratet (1996). "Økonomiske analyser fiskeoppdrett. Lønnsomhetsanalyse for matfiskproduksjon, laks og ørret". Rapport 1/1996, Bergen.

Fiskeridirektoratet (1997). "Økonomiske analyser fiskeoppdrett. Lønnsomhetsanalyse for matfiskproduksjon, laks og ørret". Rapport 1/1997, Bergen.

Fiskeridirektoratet (1998). "Økonomiske analyser fiskeoppdrett. Lønnsomhetsanalyse for matfiskproduksjon, laks og ørret". Rapport 1/1998, Bergen.

Fiskeridirektoratet (1999). "Økonomiske analyser fiskeoppdrett. Lønnsomhetsanalyse for matfiskproduksjon, laks og ørret". Rapport 1/1999, Bergen.

Fiskeridirektoratet (2000). "Økonomiske analyser fiskeoppdrett. Lønnsomhetsanalyse for matfiskproduksjon, laks og ørret". Rapport 1/2000, Bergen.

Fiskeridirektoratet (2001). "Økonomiske analyser fiskeoppdrett. Lønnsomhetsanalyse for matfiskproduksjon, laks og ørret". Rapport 1/2001, Bergen.

Fiskeridirektoratet (2002). "Økonomiske analyser fiskeoppdrett. Lønnsomhetsanalyse for matfiskproduksjon, laks og ørret". Rapport 1/2002, Bergen.

Fiskeridirektoratet (2003). "Økonomiske analyser fiskeoppdrett. Lønnsomhetsanalyse for matfiskproduksjon, laks og ørret". Rapport 1/2003, Bergen.

Fiskeridirektoratet (2004). "Økonomiske analyser fiskeoppdrett. Lønnsomhetsanalyse for matfiskproduksjon, laks og ørret". Rapport 1/2004, Bergen.

Fiskeri- og Havbruksnæringens landsforening (2003). "Akvakultur i Norge". Brosjyre. Grafisk Design AS.

Fried, H. O., C. A. K. Lovell og S. S. Schmidt (1993). "The Measurement of Productive Efficiency – Techniques and Applications", Oxford University Press.

Färe R. S, S. Grosskopf, B. Lindgren og P. Roos (1989). "Productivity changes in Swedish Pharmacies 1980-1989: A Non-Parametric Malmquist Approach", The Journal of Productivity Analysis, Vol. 3, pp. 85-101.

Färe R. S, S. Grosskopf, B. Lindgren og P. Roos (1992). "Productivity developments in Swedish hospitals: a Malmquist output index approach. Discussion Paper 89-3", Southern Illinois University.

Färe, R. S. og S. Grosskopf (1996). "Intertemporal Production Frontiers: With Dynamic DEA", Kluwer Academic Publishers.

Kittelsen, S. A.C, og F. R. Førsund (2001). "Empiriske forskningsresultater om effektivitet i offentlig tjenesteproduksjon", Økonomisk forum nr.6, side 22-29.

Lovell, C. A. K. og J. T. Pastor (2005). "A Global Malmquist Productivity Index", Economic Letters, Vol. 88, pp. 266-271.

Malmquist, S. (1953). "Index Numbers and Indifference Surfaces". *Trabajos de Estadística*, Vol. 4, pp. 209-242.

Mayes, D. G. (1996). "Sources of Productivity Growth", Cambridge University Press, Cambridge.

Ray, S. C. (2004). "Data Envelopment Analysis – Theory and Techniques for Economics and Operational Research". Cambridge, Cambridge University Press.

Roland, B.-E. (1998). "Produktivitetsutvikling i Norsk Matfisknæring målt med DEA og Malmquistindeks", Fiskerikandidatoppgave Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø.

Salter, W. E. G. (1960) "Productivity and Technical Change". Cambridge University Press, 1st ed, London.

Shephard, R. W.(1953). "Cost and Production Functions", Princeton University Press, Princeton.

Shephard, R. W.(1970). "Theory of Cost and Production Functions", Princeton University Press, Princeton.

Torgersen, A. M., F. R. Førstund og S. A.C. Kittelsen (1996). "Slack-Adjusted Efficiency Measures and Ranking of Efficient Units", *The Journal of Productivity Analysis*, Vol. 7, pp. 379-398.

Vassdal, T. (1990-1). "Effektivitetsmålinger med ikke-parametriske metoder", *Norsk Økonomisk Tidsskrift*, Særtrykk. Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø.

Vassdal, T. (1990-2). "En oversikt over en del DEA modeller – et forelesningsnotat", Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø.

Vassdal, T. (2006). "Total Factor Productivity Growth in Production of Norwegian Aquaculture Salmon". Manuscript, Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø.

Statistisk Sentralbyrå (2006) Tabell 1 Fiskeoppdrett. Laks og ørret. Solgt mengde og førstehåndsverdi. 2004. <http://www.ssb.no/emner/10/05/fiskeoppdrett/tab-2005-08-24-01.html>

Statistisk Sentralbyrå (2006). Konsumprisindeksen fra 1865-2004 <http://www.ssb.no>

Statistisk Sentralbyrå (2006). Nominelle utlånsrente fra 1996 – 2003 <http://www.ssb.no>

Fiskeridirektoratet (2006). www.fiskeridirektoratet.no

(www.west-norway.no). www.west-norway.no/article_det.php?val=216

8VEDLEGG

VEDLEGG 1: Liste over Variabler

Variabel	Forklaring
p1	Driftsår
p2	Bedriftskode
p3	Fylke
p4	Antall konsesjoner
p5	Selskapsform
p6	Fiskeslag
p7	Full utnyttelse av produksjonskapasiteten
p8	Full utnyttelse av konsesjonskapasiteten
p9	Stamfisk
p10	Startår
p11	Konsesjons størrelse
p12	Mangel smolt
p13	Sykdom
p14	Svinn
p15	Annen virksomhet
p16	Lagerbeholdning av fôr pr 1.1
p17	Lagereholdning av fôr pr 31.12
p18	Kjøp av fôr i undersøkelsesåret
p19	Utnyttet volum
p20	Antall arbeidstimer det har vært utbetalt lønn for
p21	Antall arbeidstimer det ikke har vært utbetalt lønn for
p22	Beholdning av laks 1.1 utsatt 2 år siden
p23	Gj. Vekt på laks 1.1 utsatt 2 år siden
p24	Beholdning av laks 1.1 utsatt 1 år siden
p25	Gj. Vekt på laks 1.1 utsatt 1 år siden
p26	Beholdning av laks 1.1, utsatt aktuelle året 1
p27	Gj. Vekt på laks 1.1, utsatt aktuelle året 1
p28	Beholdning av laks 1.1, utsatt aktuelle året 2
p29	Gj. Vekt på laks 1.1, utsatt aktuelle året 2
p30	Beholdning av laks 1.1, utsatt aktuelle året 3
p31	Gj. Vekt på laks 1.1, utsatt aktuelle året 3
p32	Beholdning av ørret 1.1 utsatt 1 år siden
p33	Gj. Vekt på ørret 1.1 utsatt 1 år siden
p34	Beholdning av ørret 1.1, utsatt aktuelle året
p35	Gj. Vekt på ørret 1.1, utsatt aktuelle året
p36	Inngående beholdning utsatt vekt
p37	Utgående beholdning av laks 1.1 utsatt 2 år siden
p38	Gj. Vekt på utgående beholdning laks 1.1 utsatt 2 år siden
p39	Utgående beholdning av laks 1.1 utsatt 1 år siden
p40	Gj. Vekt på utgående beholdning laks 1.1 utsatt 1 år siden

p41	Utgående beholdning av laks 1.1, utsatt aktuelle året 1	Antall
p42	Gj. Vekt på utgående beholdning laks 1.1, utsatt aktuelle året 1	Antall
p43	Utgående beholdning av laks 1.1, utsatt aktuelle året 2	Antall
p44	Gj. Vekt på utgående beholdning laks 1.1, utsatt aktuelle året 2	Antall
p45	Utgående beholdning av laks 1.1, utsatt aktuelle året 3	Antall
p46	Gj. Vekt på utgående beholdning laks 1.1, utsatt aktuelle året 3	Antall
p47	Utgående beholdning av ørret 1.1 utsatt 1 år siden	Antall
p48	Gj. Vekt på utgående beholdning ørret 1.1 utsatt 1 år siden	kg
p49	Utgående beholdning av ørret 1.1, utsatt aktuelle året	kg
p50	Gj. Vekt på utgående beholdning ørret 1.1, utsatt aktuelle året	kg
p51	Vekt på årets utsatte smolt på utsettingstidspunktet	kg
p52	Salgsinntkt av laks	kr
p53	Salgsinntekt av ørret	kr
p54	Forsikringsutbetaling mottatt i undersøkelsesåret	kr
p55	Annen driftsinntekt	kr
p56	Smoltkostnad	kr
p57	Fôrkostnad	kr
p58	Forsikringskostnad	kr
p59	Slaktekostnad	kr
p60	Fraktkostnad	kr
p61	Beholdningsendring levende fisk	kg
p62	Beholdningsendring frossen fisk	kg
p63	Lønnskostnader	kr
p64	Kalkulert Eierlønn	kr
p65	Kalkulatoriske avskrivninger etter historisk prinsipp	kr
p66	Kostnader som ikke kan knyttes til produksjon av egenprodusert laks og ørret	kr
p67	Annen driftskostnad inkl. tap på fordringer	kr
p68	Tap fordringer	kr
p69	Finansinntekter	kr
p70	Finanskostnader	kr
p71	Varige driftsmidler	kr
p72	Finansielle anleggsmidler	kr
p73	Beholdningsverdi forlager 31.12	kr
p74	Beholdningsverdi levende fisk 31.12.	kr
p75	Beholdningsverdi frossenfisk på lager 31.12.	kr
p76	Fordringer og investeringer	kr
p77	Kontanter og bankinnskudd	kr
p78	Egenkapital	kr
p79	Sum avsetning for forpliktelse	kr
p80	Langsiktig gjeld	kr

p81	Gjeld til kredittinstitusjoner	kr
p82	Leverandørgjeld	kr
p83	Annen kortsiktig gjeld	kr
p84	Salg av laks, målt i kilo (rundvekt)	kg
p85	Salg av ørret, målt i kilo (rundvekt)	kg
p86	Produksjon av fisk	kg
p87	Antall årsverk	Antall
p88	Fôrfaktor	
p89	Kalkulatoris rent på egenkapitalen	
p90	Kalkulatoris avskrivninger (blandet prinsipp)	
p91	Inngående lagerbeholdning av frossenfisk	kg
p92	Utgående beholdning av frossenfisk, kg	kg
p93	Beholdningsverdi frossenfisk på lager 1.1	kr
p94	Utgående beholdning av frossenfisk, kr	kg
p95	Beholdningsendring frossen fisk	kr

VEDLEGG 2: Fiskeridirektoratets utregningsprinsipper og definisjoner brukt i lønnsomhetsundersøkelsen

Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsanalyse 2003

G. DEFINISJONER

En skal her se på ulike utregningsprinsipper og definisjoner som er brukt i lønnsomhetsundersøkelsen for matfiskproduksjon av laks og ørret i 2003.

G1. RESULTATREGNSKAP

✓ Salgsinntekt av laks

Den inntekt selskapet har hatt på egenprodusert laks ved leveranse til slakt og/eller leveranse av mindre levende fisk til videre oppdrett.

✓ Salgsinntekt av ørret

Den inntekt selskapet har hatt på egenprodusert ørret ved leveranse til slakt og/eller leveranse av mindre levende fisk til videre oppdrett.

✓ Forsikringsutbetaling

Her er det tatt med alle forsikringsutbetalinger som gjelder tap av fisk, og som er bokført i 2003. Dette er gjort for å få med forsikringsutbetalingene det året de får innvirkning på inntektene i årsregnskapet.

✓ Annen driftsinntekt

Ordinære inntekter som ikke inngår i hovedvirksomheten, men som likevel har en naturlig tilknytning til hovedvirksomheten. Dette kan f.eks. være salg av rogn, fôr, videreformidling av smolt, leieinntekter, pakkeinntekter etc.

På grunn av disse inntektene vil kostnader ved oppdrettsdelen ikke være helt reelle. Grensen for å utelate ett selskap med høy annen driftsinntekt er:

- 10 prosent; dersom annen ordinær driftsinntekt ikke er knyttet til oppdrettsvirksomheten f. eks butikk og,
- 30 prosent; dersom annen ordinær driftsinntekter er knyttet til oppdrettsvirksomhet f. eks inntekter fra eget slakteri.

✓ Sum driftsinntekt

Er definert som summen av salgsinntekt av laks og ørret, forsikringsutbetalinger og annen driftsinntekt.

✓ Beholdningsendring levende fisk

I resultatregnskapet er beholdningsendring fisk sett på som en kostnadsregulerende post. Beholdningsendringer er definert som differansen mellom

verdien av levende fisk pr. 31.12. og verdien av levende fisk pr. 1.1.

For å kunne sammenligne beholdningsverdi av levende fisk har Fiskeridirektoratet gjort egne beregninger pr. 31.12. og 1.1.

I verdivurderingen har vi med utgangspunkt i fjorårets lønnsomhetsundersøkelse beregnet direkte oppdrettskostnad pr. kg. Direkte oppdrettskostnad pr. kg er så brukt til å beregne hva den levende smolten har kostet oppdretter så langt (minimumskost).

Minimumskost (fôrkostnader, forsikringskostnad og lønnskostnad) er på bakgrunn av fjorårets undersøkelse vurdert til ca. kr 10 pr. kg produsert fisk.

Forutsetningen er videre at direkte oppdrettskostnader for laks og ørret er like. Dessuten at laksesmolten er gjennomsnittlig 70 gram ved levering, mens ørret er 100 gram på det tidspunktet.

Vi har valgt å hente standardpris for smolt og settefisk i Fiskeridirektoratets foreløpige statistikk for oppdrett. Her har vi brukt gjennomsnittlig pris ved innkjøp av smolt og settefisk.

Tabell G.1.1. viser hvilke priser og minimumskostnad vi har brukt ved de to årsskiftene:

		1.1.03	31.12.03
Settefiskpris - ørret	kr	6,30	6,50
Smoltpris - laks	kr	8,01	7,53
Minimumskostnad	kr	10,00	10,50

Årsaken til denne relativt kompliserte vurderingen av beholdningsendring fisk er at vi ønsker å vurdere alle selskaper likt. De offisielle regnskapene benytter ulike prinsipper for beholdningsvurdering, og er derfor ikke brukbare når selskapene skal sammenlignes i undersøkelsen.

Vær likevel oppmerksom på at lønnsomhetsvurderingen er svært sensitiv med hensyn til hvilke forutsetninger vi gjør for beholdninger og beholdningsendringer av levende fisk.

✓ Beholdningsendring frossenfisk

I resultatregnskapet er beholdningsendring frossen fisk på lager sett på som en kostnadsregulerende post.

Beholdningsendring frossen fisk på lager er definert som differansen mellom bokført verdi av frossen fisk på lager pr. 31.12. og bokført verdi av frossen fisk på lager pr. 1.1.

✓ **Kalkulatoriske avskrivninger (historisk prinsipp)**

En har i resultatregnskapet valgt å bruke lineære avskrivninger basert på historisk kostpris. Dette for å lette sammenligningen med tilsvarende beregninger for andre næringer.

Se også annen definisjon på avskrivninger i G3. Salg, produksjon og andre lønnsomhetsmål.

Ved beregning av avskrivningene har vi lagt til grunn følgende økonomiske levetider og avskrivningssatser. I innkjøpsåret blir driftsmiddelet avskrevet med halv sats.

Tabell G.1.2.	Levetid
Tomter	ubegrenset
Grunnlagsinvesteringer	ubegrenset
Bygninger	20,5 år
Flytende driftsbygninger	20,5 år
"Større båter"	20,5 år
Maskiner og utstyr	10,5 år
Anlegg i vann/sjø	8,5 år
Transportmidler	8,5 år
Nøter	6,5 år

✓ **Kostnad vedr. annen virksomhet**

Omfatter kostnader som oppdrettsselskapet har, og som ikke kan knyttes til produksjon av matfiskproduksjon av laks og ørret, f.eks. kostnader ved drift av eget slakteri eller kostnader ved drift av settefiskanlegg.

✓ **Annen driftskostnad**

Omfatter vedlikehold, elektrisitet, leiekostnader, kontorutgifter, reparasjoner etc.

✓ **Sum driftskostnader**

Er definert som summen av smoltkostnad, førkostnad, forsikringskostnad, slaktekostnad, lønnskostnad, kalk. avskrivninger, kostnader vedrørende annen virksomhet, annen driftskostnad fratrukket beholdningsendring levende fisk og frossenfisk.

✓ **Driftsresultat**

Er definert sum driftsinntekt minus sum driftskostnad

✓ **Finansinntekt**

Renter av bankinnskudd og andre finansinntekter.

✓ **Finanskostnad**

Renter på lån og andre finanskostnader.

✓ **Ord. resultat før skattekostnad**

Er definert som driftsresultat pluss finansinntekt minus finanskostnader.

G2. BALANSEREGNSKAP

✓ **Varige driftsmidler**

Varige driftsmidler blir vurdert etter gjenanskaffelsesprinsippet kalkulert med basis i endringer i Statistisk Sentralbyrås engrospris- og byggekostnadsindeks. De viktigste driftsmidlene er driftsbygninger, maskiner, merder, nøter, transportmidler.

✓ **Finansielle anleggsmidler**

Eksempel på finansielle anleggsmidler er andeler i salgslag, andre oppdrettsanlegg, slakterier m.m., samt aksjer og lønn til andre firma/enkelt personer.

✓ **Sum anleggsmidler**

Er definert som varige driftsmidler pluss finansielle anleggsmidler.

✓ **Beholdningsverdi av levende fisk 31.12.**

Beholdningsverdien av levende fisk pr. 31.12. er basert på en gjennomsnittlig pris på settefisk (ørret) på kr 6,50 og laksesmolt kr 7,53. I tillegg kommer oppdrettskostnaden, som er beregnet til kr 10,5 pr. kg.

✓ **Beholdningsverdi av frossenfisk 31.12.**

Bokført verdi av frossenfisk pr. 31.12.

✓ **Omløpsmidler**

Er definert som summen av beholdningsverdi fórlager 31.12., beholdningsverdi levende fisk 31.12., beholdningsverdi frossenfisk 31.12., fordringer, kontanter og bankinnskudd.

✓ **Sum eiendeler**

Er definert som sum anleggsmidler pluss sum omløpsmidler.

✓ **Sum egenkapital**

Sum egenkapital blir regnet som en restpost, der sum eiendeler fratrukket utsatt skatt, langsiktig gjeld og sum kortsiktig gjeld er egenkapital.

✓ **Sum kortsiktig gjeld**

Kortsiktig gjeld er gjeld som forfaller innen ett år eller som er knyttet til driftssyklusen, f.eks. leverandørgjeld, skyldig merverdiavgift og kassekreditt.

I undersøkelsen er kortsiktig gjeld definert som gjeld til kredittinstitusjoner pluss leverandørgjeld pluss annen kortsiktig gjeld.

G3. SALG, PRODUKSJON OG ANDRE LØNNSOMHETSMÅL

✓ **Solgt mengde av laks**

Solgt mengde av laks er gjennomsnittlig antall kilo rund oppdrettslaks solgt i 2003.

Vi har definert rund oppdrettslaks som vekt på fisken etter sulting og bløtting. Er mengde fisk oppgitt i sløyd vekt har vi multiplisert med 1,125 for å finne rund vekt.

✓ **Solgt mengde av ørret**

Solgt mengde av ørret er gjennomsnittlig antall kilo rund oppdrettsørret solgt i 2003.

Vi har definert rund oppdrettsørret som vekt på fisken etter sulting og bløtting. Er mengde fisk oppgitt i sløyd vekt har vi multiplisert med 1,125 for å finne rund vekt.

✓ **Produksjon av fisk**

(Solgt mengde (laks og ørret) + Beholdning av frossenfisk pr. 31.12.) + ((beholdning av levende fisk 31.12. (kg) - vekt på årets utsatt smolt (kg) - beholdning av levende fisk 01.01. (kg)) / 1,1111).

For å unngå å få en blanding av ulike vekttyper (levende/rund/sløyd) i produksjonsberegningen har vi valgt å omregne levende fisk til rundvekt. Rundvekt er i lønnsomhetsundersøkelsen vekt etter sulting og bløtting.

Omregningsfaktor fra levende vekt til rundvekt etter sulting og bløtting er satt til 1,1111.

✓ **Konsesjon**

Gjennomsnittlig konsesjonsstørrelse for de selskapene som er med i utvalget.

✓ **Utnyttet kapasitet**

Gjennomsnittlig faktisk utnyttet kapasitet pr. 31.12. for de selskap som er med i utvalget.

✓ **Utnyttelsesgrad**

Faktisk utnyttet oppdrettsvolum i prosent av det oppdrettsvolum det er gitt konsesjon for.

✓ **Antall årsverk**

Antall årsverk som er utført i anlegget i løpet av året. Vi bruker det samme timetallet pr. årsverk som Budsjettnemda for jordbruket, der et årsverk er satt til 1875 timer. Både lønnet og ulønnet arbeidsinnsats er tatt med.

✓ **Produksjon pr. kubikkmeter**

Produksjon pr. utnyttet kubikkmeter oppdrettsvolum.

✓ **Produksjon pr. årsverk**

Antall kilo produsert fisk dividert med antall utførte årsverk. Produksjon er definert som salg +/- beholdningsendring (kg).

✓ **Fôrfaktor**

Er i undersøkelsen definert som :

$$\frac{\text{Definisjon: (Fôrlager 1.1. + fôrkjøp - fôrlager 31.12)}}{\text{Produksjon av fisk}}$$

✓ **Produksjonsverdi**

Produksjon er definert som salg +/- beholdningsendring. Produksjonsverdi blir da sum salgsinntekt pluss sum beholdningsendring.

✓ **Kalkulatorisk rente på egenkapital**

Kalkulatorisk rente på egenkapital er regnet ut på bakgrunn av egenkapitalen pr. 31.12. For gjennomsnittsanlegget er kalkulatorisk rente på egenkapitalen for hvert selskap summert og deretter delt på antall selskap i utvalget.

For hvert selskap blir beregningene gjort på følgende måte:

- Hvis egenkapital er mindre eller lik 0, er kalkulatorisk rente på egenkapitalen lik 0.
- Hvis egenkapital er større enn 0, blir kalkulatorisk rente på egenkapitalen regnet ut etter følgende formel:

$$Kr = r*((EK/SE)*DM) + n*((EK/SE)+(OM+FA))$$

Der:

Kr	=	Kalkulatorisk rente på egenkapitalen
r	=	Realrente
n	=	Nominell rente
EK	=	Sum egenkapital
DM	=	Varige driftsmidler
FA	=	Finansielle anleggsmidler
SE	=	Sum eiendeler
OM	=	Omløpsmidler

Sum egenkapital (EK) er beregnet som sum eiendeler fratrukket sum gjeld.

Realrente benyttes ved renteberegning av de varige driftsmidlenes andel av egenkapitalen ved beregningen av kalkulatorisk avskrivninger (blandet prinsipp).

Kalkulatorisk rente på egenkapital og kalkulatoriske avskrivninger (blandet prinsipp) legges til grunn ved beregning av lønnssevne i oppdrettsnæringen.

En forutsetter at finansiering av de forskjellige aktivapostene har lik egenkapitalandel. Vi har følgende sammenheng mellom realrente og nominell rente:

$$\text{Realrente} = \frac{\text{Nominell rente} - \text{inflasjonsrate}}{1 + \text{inflasjonsrate}}$$

Ved beregning av effektiv rente har vi tatt utgangspunkt i realrente for norske statsobligasjoner med 10 års løpetid. Den gjennomsnittlige effektive renten ble beregnet til 5,04 prosent i 2003. Inflasjonen for 2003 er beregnet til 2,45 prosent. Dermed blir realrenten 2,53 prosent for 2003.

En har sett bort fra latent skatt på merverdi ved beregning av egenkapital.

✓ **Kalkulatorisk avskrivning (blandet prinsipp)**

Utgangspunktet er lineære avskrivninger basert på gjenanskaffelseskost, men det må korrigeres for finansieringsvirkningen av gjeldsandel. Vi har gått ut fra at gjeldsandelen av de varige driftsmidlene er den samme som for selskapet som helhet.

Formålet med avskrivningene er å holde en konstant egenkapitalandel av driftsmidlene under forutsetning av at driftsmidlene skal gjenanskaffes.

Vi har valgt som prinsipp at egenkapitalandelen av de varige driftsmidlene blir avskrevet lineært basert på gjenanskaffelseskost. Gjeldsandelen blir avskrevet lineært basert på historisk kostpris (byggesum/kjøpesum justert med senere påkostninger).

Dersom egenkapitalen i anlegget er 0 eller mindre blir driftsmidlene avskrevet lineært basert på historisk kostpris. For 2003 er det egenkapitalandelen pr. 31.12. som er grunnlaget for beregningen.

For å regne ut gjenanskaffelsesverdi av driftsmidlene har vi tatt utgangspunkt i den historiske kostpris for hvert enkelt driftsmiddel, og ved hjelp av engrosprisindeksens deleindekser kommet frem til et uttrykk for driftsmiddelets gjenanskaffelsesverdi.

✓ **Lønnssevne**

Gir uttrykk for hvor mye virksomheten egentlig kunne betale til innsatsfaktoren arbeidskraft etter at andre faste og variable kostnader er dekket i samsvar med det som blir sett på som rimelig i driftsøkonomisk forstand. Lønnssevne er definert:

(Sum driftsinntekt pluss beholdningsendring levende fisk og beholdningsendring frossenfisk pluss finansinntekter) fratrukket (smoltkostnad, fôrkostnad, forsikringskostnad, slaktekostnad, kostnader vedrørende annen virksomhet, annen driftskostnad, kalk. avskrivning (BL) og kalk. rente på egenkapitalen.

G4. NØKKELTALL

✓ **Totalrentabilitet**

Gir uttrykk for avkastningen på totalkapitalen i virksomheten.

Definisjon:

$$\frac{(\text{Driftsresultat} + \text{Finansinntekt}) * 100}{\text{Sum eiendeler (31.12.)}}$$

✓ **Driftsmargin**

Definisjon:

$$\frac{\text{Driftsresultat} * 100}{\text{Sum driftsinntekt}}$$

✓ **Egenkapitalrentabilitet**

Definisjon:

$$\frac{\text{Ord. resultat før skattekostnad} * 100}{\text{Sum egenkapital}}$$

✓ **Likviditetsgrad 1**

Definisjon:

$$\frac{\text{Sum omløpsmidler} * 100}{\text{Sum kortsiktig gjeld}}$$

✓ **Likviditetsgrad 2**

Definisjon:

$$\frac{(\text{Omløpsmidl.} - \text{Beh.verdi lev. fisk og fros.fisk})}{\text{Sum kortsiktig gjeld} * 100}$$

✓ **Rentedekningsgrad**

Definisjon:

$$\frac{(\text{Driftsresultat} + \text{Finansinntekter}) * 100}{\text{Sum kortsiktig gjeld}}$$

Finanskostnader

✓ **Egenkapitalandel**

Definisjon:

$$\frac{\text{Sum egenkapital} * 100}{\text{Sum eiendeler}}$$

✓ **Andel av kortsiktig gjeld**

Definisjon:

$$\frac{\text{Sum kortsiktig gjeld} * 100}{\text{Sum eiendeler}}$$

✓ **Andel av langsiktig gjeld**

Definisjon:

$$\frac{(\text{Utsatt skatt} + \text{langsiktig gjeld}) * 100}{\text{Sum eiendeler}}$$

✓ **Overskuddsgrad**

Definisjon:

$$\frac{(\text{Driftsresultat} + \text{finansinntekter}) * 100}{\text{Produksjonsverdi}}$$

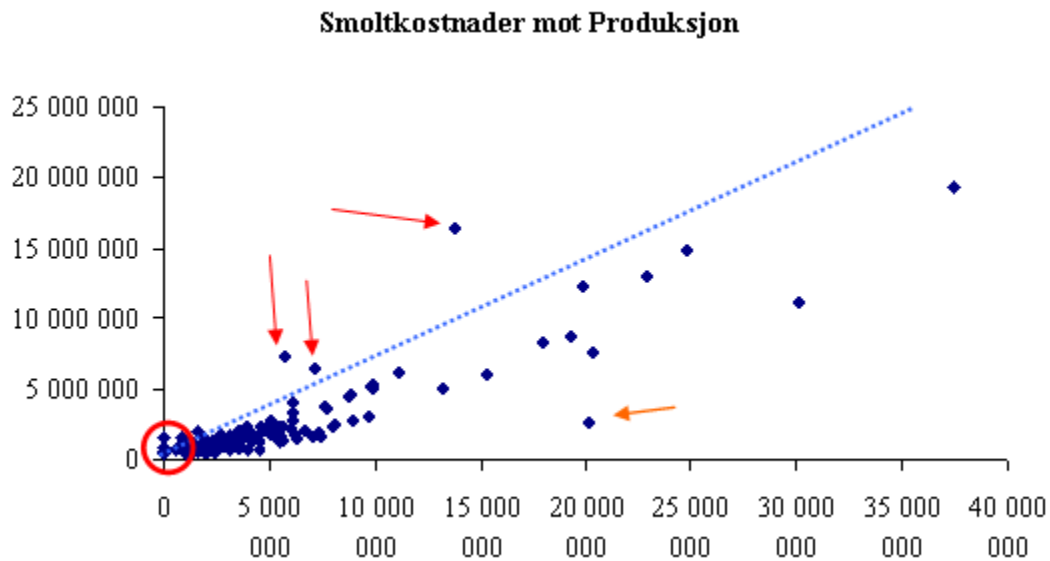
G5. KOSTNADER PR. KG PRODUSERT FISK

I denne tabellen er hver kostnadsart dividert med produksjon av fisk, slik at vi får kostnad pr. kilo (rundvekt)

VEDLEGG 3: Fjerning av utliggere

Ved å plote en av innsatsfaktorene mot produktet kan vi visualisere en front og kan fjerne utliggere fra datamaterialet. Nedenfor har vi pekt på noen ekstremt dårlige og noen ekstremt gode selskaper som bør fjernes.

I sirkelen på y-aksen ligger selskaper som har 0 i smoltkostnad. Disse fjernes også fra datamaterialet.



VEDLEGG 4: Resultater Adjacent MPI

Adjacent Malmquist Produktivitetsindeks

Periode	Antall enheter		Ujusterte tall		
			TC	EC	MPI
1996-1997	192	Gjennomsnitt	0,944	1,101	1,039
		Standardavvik	0,079	0,206	0,211
		Maksimum	1,337	1,783	1,858
		Minimum	0,824	0,618	0,596
1997-1998	168	Gjennomsnitt	0,989	0,981	0,970
		Standardavvik	0,083	0,172	0,192
		Maksimum	1,316	1,502	1,605
		Minimum	0,828	0,493	0,530
1998-1999	158	Gjennomsnitt	1,037	0,996	1,032
		Standardavvik	0,062	0,158	0,176
		Maksimum	1,322	1,434	1,621
		Minimum	0,759	0,491	0,537
1999-2000	156	Gjennomsnitt	1,030	0,969	0,994
		Standardavvik	0,097	0,195	0,200
		Maksimum	1,272	1,624	1,759
		Minimum	0,742	0,447	0,449
2000-2001	139	Gjennomsnitt	0,957	1,068	1,022
		Standardavvik	0,070	0,202	0,210
		Maksimum	1,276	1,723	1,794
		Minimum	0,800	0,627	0,575
2001-2002	119	Gjennomsnitt	1,081	0,957	1,035
		Standardavvik	0,055	0,191	0,215
		Maksimum	1,368	1,575	1,735
		Minimum	0,914	0,457	0,458
2002-2003	103	Gjennomsnitt	1,049	1,032	1,083
		Standardavvik	0,088	0,224	0,250
		Maksimum	1,356	1,790	1,983
		Minimum	0,869	0,634	0,649
1996-2003	89	Gjennomsnitt	1,090	1,033	1,128
		Standardavvik	0,101	0,205	0,254
		Maksimum	1,431	1,478	1,688
		Minimum	0,853	0,464	0,523

Adjacent Malmquist Produktivitetsindeks

Periode	Antall enheter		Indeksjusterte tall (KPI)		
			TC	EC	MPI
1996-1997	192	Gjennomsnitt	0,955	1,101	1,052
		Standardavvik	0,083	0,206	0,215
		Maksimum	1,372	1,783	1,890
		Minimum	0,831	0,618	0,601
1997-1998	168	Gjennomsnitt	1,000	0,981	0,981
		Standardavvik	0,085	0,172	0,194
		Maksimum	1,336	1,502	1,641
		Minimum	0,845	0,493	0,533
1998-1999	158	Gjennomsnitt	1,045	0,996	1,041
		Standardavvik	0,062	0,158	0,178
		Maksimum	1,341	1,434	1,632
		Minimum	0,772	0,491	0,542
1999-2000	156	Gjennomsnitt	1,047	0,969	1,010
		Standardavvik	0,096	0,195	0,203
		Maksimum	1,280	1,624	1,802
		Minimum	0,757	0,447	0,458
2000-2001	139	Gjennomsnitt	0,976	1,068	1,042
		Standardavvik	0,073	0,202	0,214
		Maksimum	1,311	1,723	1,834
		Minimum	0,809	0,627	0,589
2001-2002	119	Gjennomsnitt	1,088	0,957	1,042
		Standardavvik	0,055	0,191	0,217
		Maksimum	1,379	1,575	1,751
		Minimum	0,920	0,457	0,460
2002-2003	103	Gjennomsnitt	1,063	1,032	1,097
		Standardavvik	0,092	0,224	0,254
		Maksimum	1,375	1,790	2,011
		Minimum	0,884	0,634	0,660
1996-2003	89	Gjennomsnitt	1,216	1,033	1,258
		Standardavvik	0,118	0,205	0,283
		Maksimum	1,606	1,478	1,873
		Minimum	0,909	0,464	0,542

Adjacent MPI:

Periode	Ujusterte		
	TC	EC	MPI
1996-1997	0,944	1,101	1,039
1997-1998	0,989	0,981	0,970
1998-1999	1,037	0,996	1,032
1999-2000	1,030	0,969	0,994
2000-2001	0,957	1,068	1,022
2001-2002	1,081	0,957	1,035
2002-2003	1,049	1,032	1,083
1996-2003	1,090	1,033	1,128

Periode	Indeksjusterte (KPI)		
	TC	EC	MPI
1996-1997	0,955	1,101	1,052
1997-1998	1,000	0,981	0,981
1998-1999	1,045	0,996	1,041
1999-2000	1,047	0,969	1,010
2000-2001	0,976	1,068	1,042
2001-2002	1,088	0,957	1,042
2002-2003	1,063	1,032	1,097
1996-2003	1,216	1,033	1,258

VEDLEGG 5: Resultater Base Period MPI**Base period Malmquist Produktivitetsindeks**

Periode	Antall enheter		Ujusterte tall		
			TC	EC	MPI
1996-1997	52	Gjennomsnitt	0,999	1,021	1,021
		Standardavvik	0,096	0,151	0,204
		Maksimum	1,373	1,328	1,823
		Minimum	0,848	0,708	0,712
1997-1998	52	Gjennomsnitt	0,958	1,021	0,979
		Standardavvik	0,142	0,137	0,197
		Maksimum	1,690	1,331	1,690
		Minimum	0,655	0,642	0,595
1998-1999	52	Gjennomsnitt	1,011	0,975	0,986
		Standardavvik	0,123	0,138	0,203
		Maksimum	1,471	1,557	1,742
		Minimum	0,723	0,709	0,665
1999-2000	52	Gjennomsnitt	0,966	1,022	0,987
		Standardavvik	0,089	0,121	0,148
		Maksimum	1,225	1,412	1,410
		Minimum	0,669	0,828	0,669
2000-2001	52	Gjennomsnitt	1,048	0,967	1,014
		Standardavvik	0,098	0,132	0,168
		Maksimum	1,307	1,484	1,458
		Minimum	0,849	0,658	0,696
2001-2002	52	Gjennomsnitt	1,124	0,924	1,038
		Standardavvik	0,126	0,140	0,215
		Maksimum	1,491	1,189	1,538
		Minimum	0,909	0,654	0,703
2002-2003	52	Gjennomsnitt	1,005	1,058	1,063
		Standardavvik	0,086	0,223	0,246
		Maksimum	1,344	1,790	1,777
		Minimum	0,850	0,671	0,621
1996-2003	52	Gjennomsnitt	1,107	0,982	1,087
		Standardavvik	0,110	0,192	0,244
		Maksimum	1,510	1,394	1,685
		Minimum	0,971	0,464	0,531

Base period Malmquist Produktivitetsindeks

Periode	Antall enheter		Indeksjusterte tall (KPI)		
			TC	EC	MPI
1996-1997	52	Gjennomsnitt	1,007	1,021	1,029
		Standardavvik	0,096	0,151	0,202
		Maksimum	1,357	1,328	1,802
		Minimum	0,857	0,708	0,717
1997-1998	52	Gjennomsnitt	0,971	1,021	0,991
		Standardavvik	0,139	0,137	0,195
		Maksimum	1,655	1,331	1,655
		Minimum	0,666	0,642	0,605
1998-1999	52	Gjennomsnitt	1,024	0,975	0,999
		Standardavvik	0,121	0,138	0,203
		Maksimum	1,450	1,557	1,750
		Minimum	0,768	0,709	0,672
1999-2000	52	Gjennomsnitt	0,980	1,022	1,002
		Standardavvik	0,092	0,121	0,150
		Maksimum	1,259	1,412	1,449
		Minimum	0,692	0,828	0,692
2000-2001	52	Gjennomsnitt	1,070	0,967	1,035
		Standardavvik	0,102	0,132	0,175
		Maksimum	1,323	1,484	1,521
		Minimum	0,856	0,658	0,712
2001-2002	52	Gjennomsnitt	1,134	0,924	1,047
		Standardavvik	0,132	0,140	0,222
		Maksimum	1,543	1,189	1,586
		Minimum	0,918	0,654	0,678
2002-2003	52	Gjennomsnitt	1,030	1,058	1,090
		Standardavvik	0,087	0,223	0,259
		Maksimum	1,367	1,790	1,856
		Minimum	0,861	0,671	0,629
1996-2003	52	Gjennomsnitt	1,226	0,982	1,204
		Standardavvik	0,125	0,192	0,272
		Maksimum	1,685	1,394	1,845
		Minimum	1,071	0,464	0,595

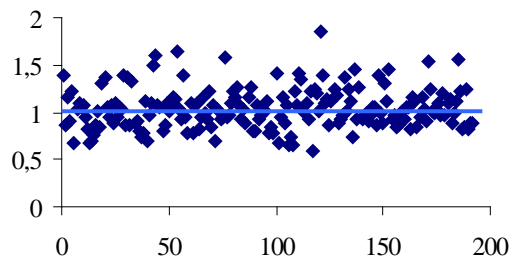
Base Period MPI:

Periode	Ujusterte tall		
	TC	EC	MPI
1996-1997	0,999	1,021	1,021
1997-1998	0,958	1,021	0,979
1998-1999	1,011	0,975	0,986
1999-2000	0,966	1,022	0,987
2000-2001	1,048	0,967	1,014
2001-2002	1,124	0,924	1,038
2002-2003	1,005	1,058	1,063
1996-2003	1,107	0,982	1,087

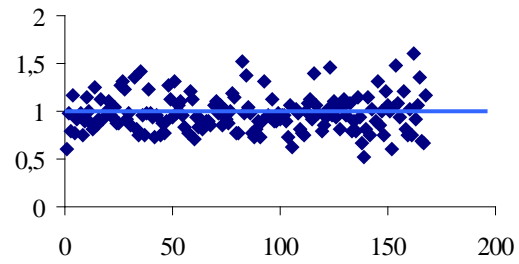
Periode	Indeksjustert (KPI)		
	TC	EC	MPI
1996-1997	1,007	1,021	1,029
1997-1998	0,971	1,021	0,991
1998-1999	1,024	0,975	0,999
1999-2000	0,980	1,022	1,002
2000-2001	1,070	0,967	1,035
2001-2002	1,134	0,924	1,047
2002-2003	1,030	1,058	1,090
1996-2003	1,226	0,982	1,204

VEDLEGG 6: Plott MPI 1996-2003

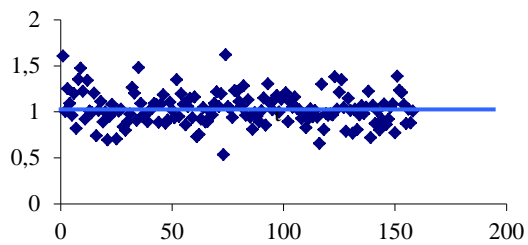
MPI 1996-1997



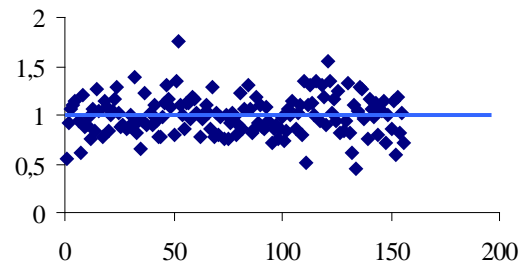
MPI 1997-1998



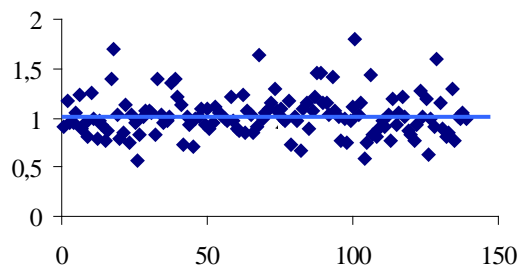
MPI 1998-1999



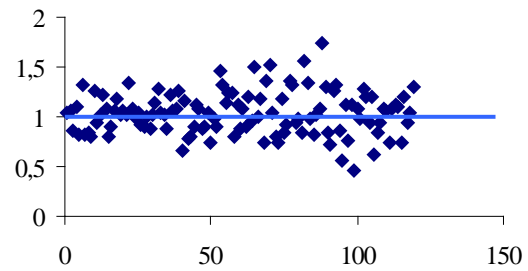
MPI 1999-2000



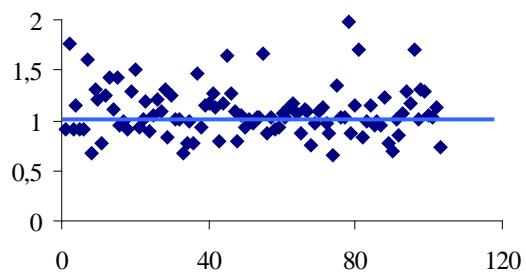
MPI 2000-2001



MPI 2001-2002

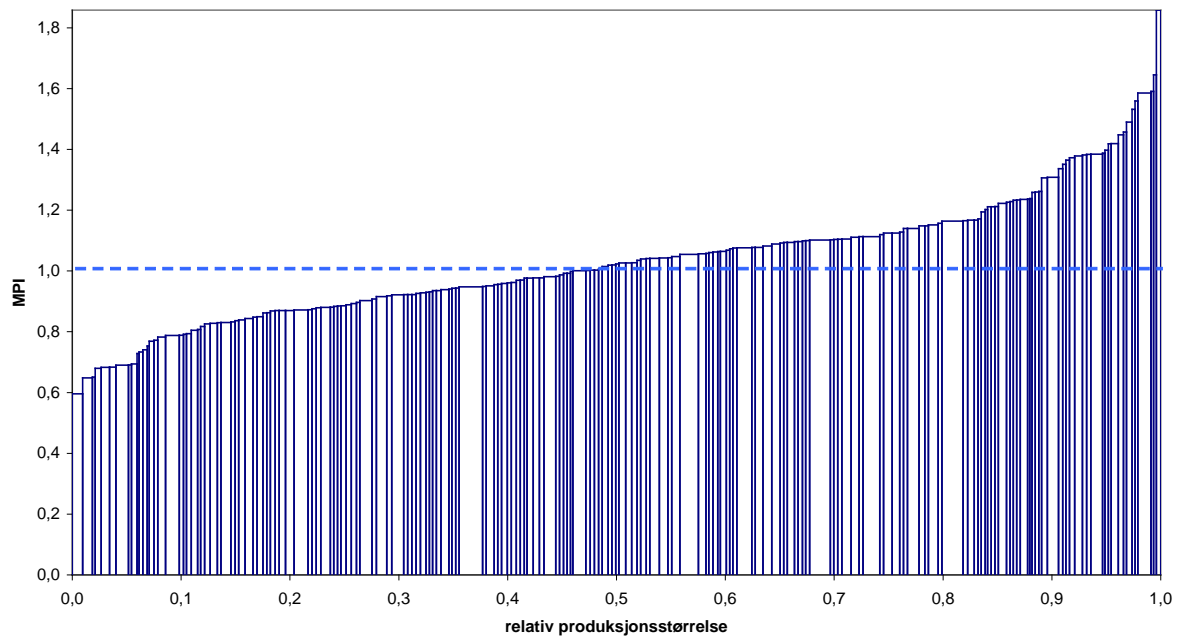


MPI 2002-2003

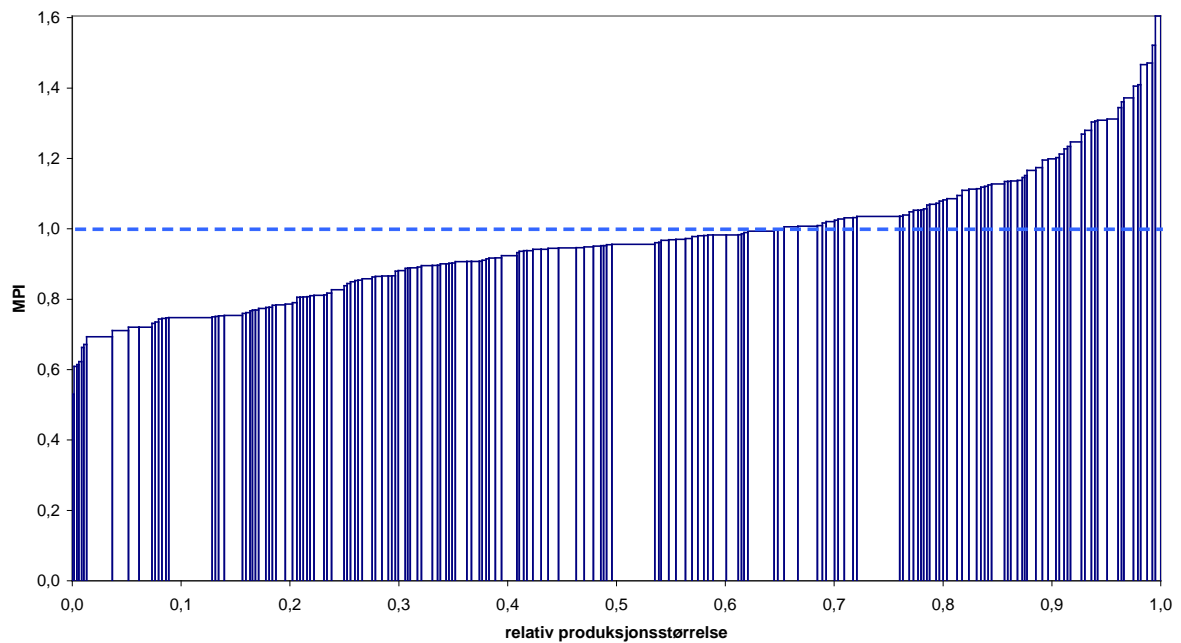


VEDLEGG 7: Salterdiagram MPI 1996-2003

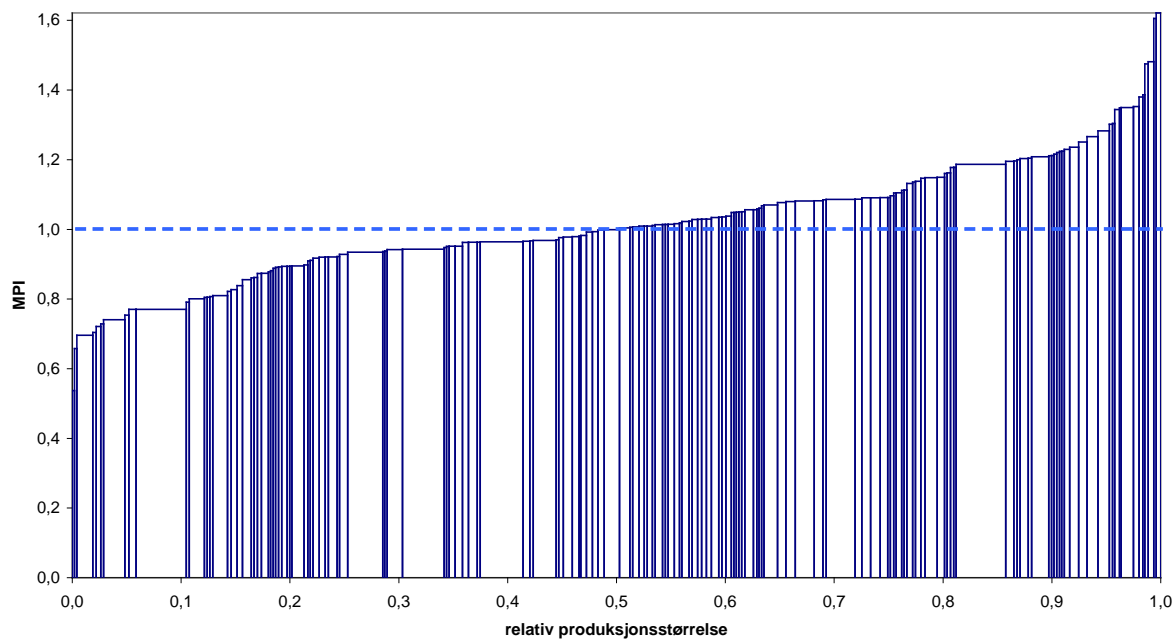
1996-1997



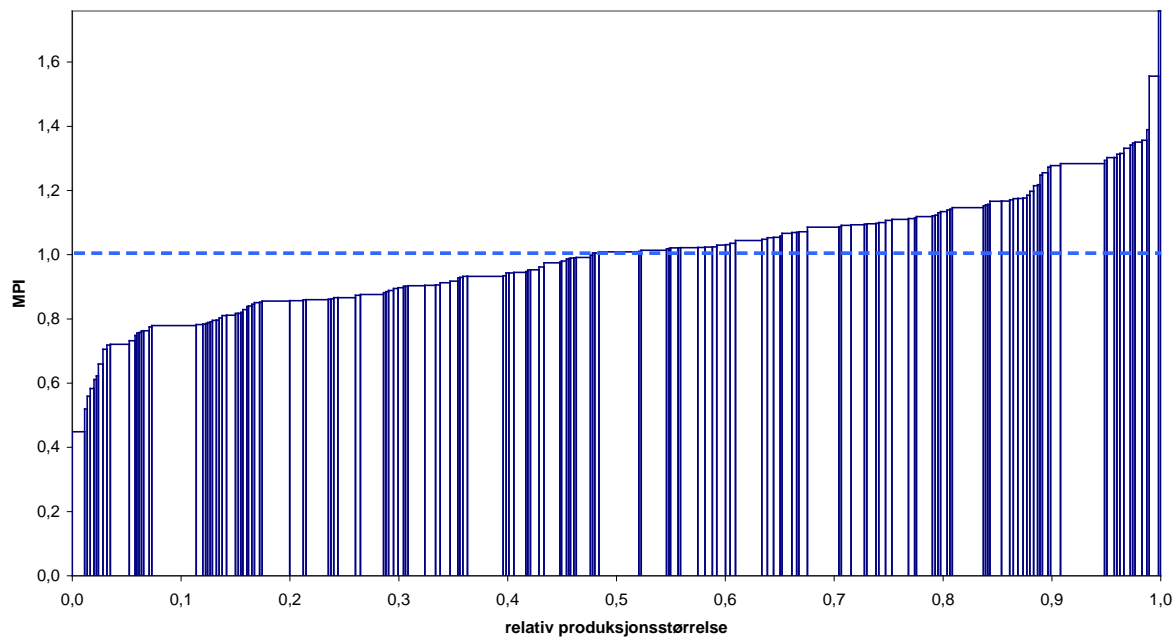
1997-1998



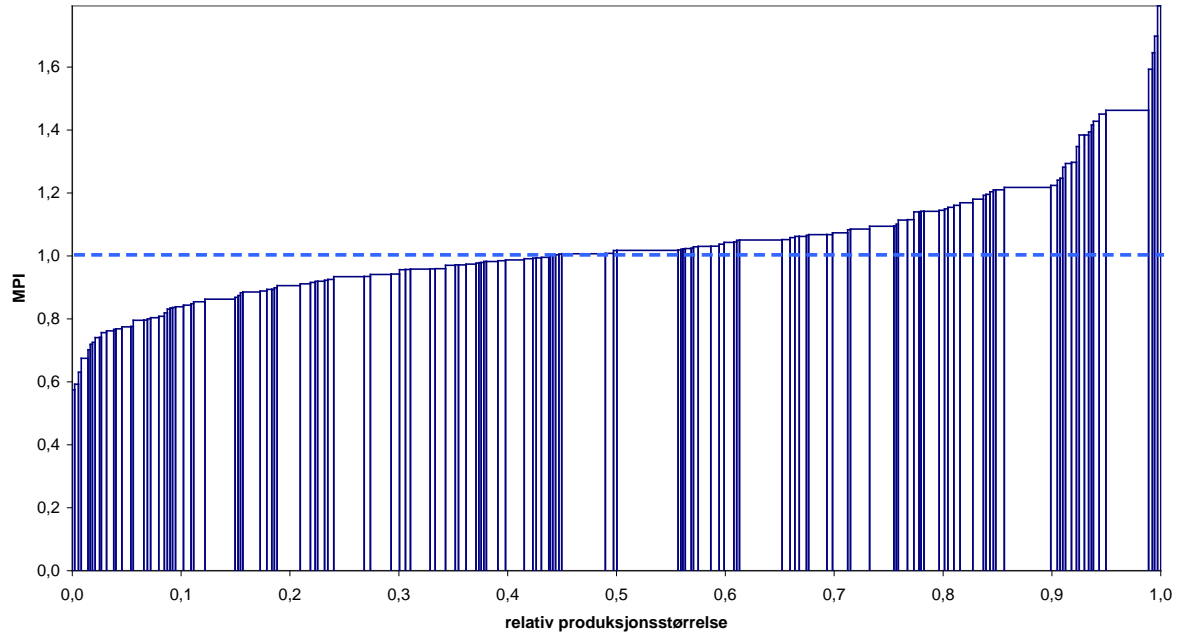
1998-1999



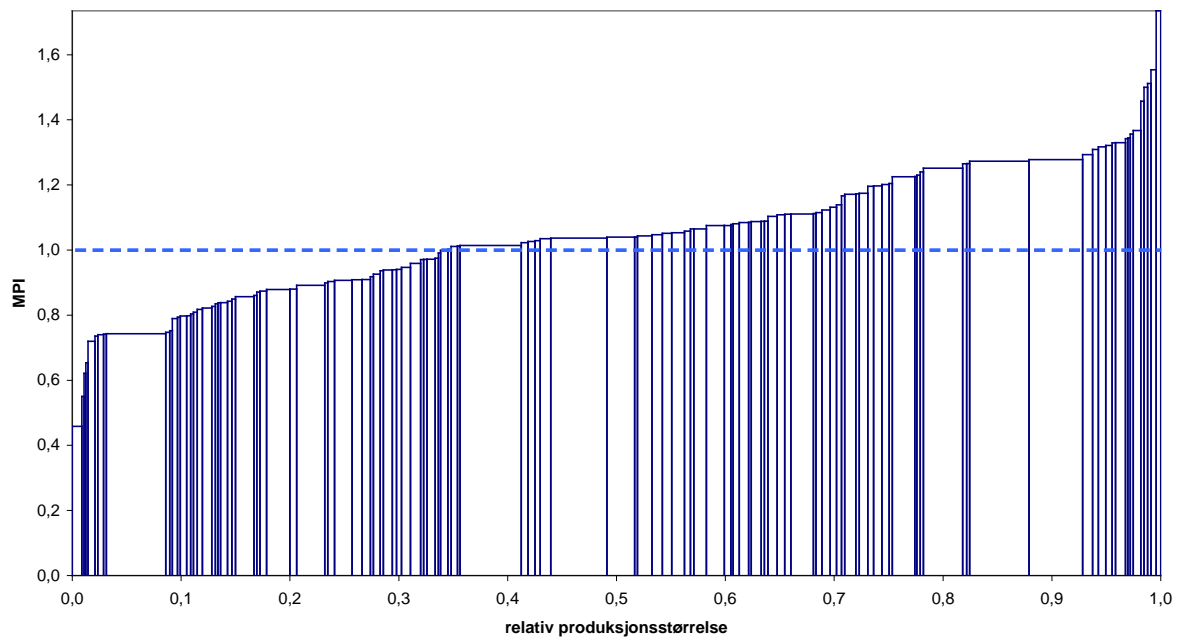
1999-2000



2000-2001



2001-2002



2002-2003

