

**En effektivitetsanalyse av laksefisknæringen i perioden
2001 – 2006 ved bruk av DEA og Malmquistindeks**

av

Linda Marie Tollefsen



Mastergradsoppgave i økonomi og administrasjon

studieretning regnskap

(30 studiepoeng)

Handelshøgskolen i Tromsø

Fakultet for marin biovitenskap, fiskeri og økonomi

Universitetet i Tromsø

Juni 2009

Forord

Denne mastergradsoppgaven er en obligatorisk del av mastergradsstudiet i økonomi og administrasjon ved Norges Universitetet i Tromsø. Den er skrevet på bakgrunn av kravet til 30 studiepoeng.

Studietiden har vært svært interessant med mange spennende problemstillinger knyttet til et fagfelt bestående av mange innfallsvinkler. Det har gitt uendelige muligheter for fremtiden, og jeg ser frem til å benytte meg av tilegnet kunnskap i praksis.

Jeg ønsker å rette en stor takk for god hjelp til mine veiledere ved Handelshøgskolen i Tromsø, professor Terje Vassdal og stipendiat Helen Marita Sørensen.

Til sist retter jeg en stor takk til tidligere og nåværende medstudenter og forelesere ved Norges fiskerihøgskole og tidligere Høgskolen i Tromsø.

Tromsø, 05. juni 2009


Linda Marie Tollefsen

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	1
1.1	BAKGRUNN.....	1
1.2	PROBLEMSTILLING.....	4
1.3	AVGRENSING	5
1.4	OPPGAVESTRUKTUR	5
2	OPPDRETTSNÆRINGEN	7
2.1	OPPDRETT AV LAKS.....	7
2.1.1	<i>Begrensninger gjennom lovverk</i>	7
2.1.2	<i>Ressurser</i>	8
2.2	PRODUKSJONSPROSESSEN.....	9
2.2.1	<i>Rogn- og smoltproduksjon</i>	10
2.2.2	<i>Produksjon i sjø</i>	10
2.2.3	<i>Slakteri og foredling</i>	11
2.3	SYKDOMMER	12
2.4	LØNNSOMHET OG KOSTNADER.....	13
2.5	MARKEDET FOR LAKSEFISK	15
2.6	TIDLIGERE OPPGAVER	16
3	TEORI OG METODE.....	17
3.1	MÅLSETTINGER	17
3.2	PRODUKTIVITET OG EFFEKTIVITET	18
3.2.1	<i>Produktivitet</i>	18
3.2.2	<i>Effektivitet</i>	20
3.2.3	<i>Input- og outputorientering</i>	22
3.2.4	<i>Produksjonsteknologi</i>	24
3.2.5	<i>Distansfunksjoner</i>	24
3.2.6	<i>Skalaeffektivitet</i>	25
3.3	DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)	28
3.3.1	<i>CCR-modellen</i>	31
3.3.2	<i>BCC-modellen</i>	32
3.3.3	<i>Slakk og Pareto-effektivitet</i>	33
3.4	PRODUKTIVITETSENDNINGER	34
3.5	MALMQUIST PRODUKTIVITETSIKSEKS (MPI).....	35
4	DATAMATERIALE.....	39
4.1	POPULASJON.....	39
4.2	KONSESJONER	39
4.3	VARIABELSPESIFIKASJON.....	40
4.3.1	<i>Input</i>	41
4.3.2	<i>Output</i>	45
4.4	PRISJUSTERING	46
4.5	RENSING AV DATA.....	47
5	RESULTAT OG DISKUSJON	51
5.1	EFFEKTIVITET	51

5.1.1	Total teknisk effektivitet.....	51
5.1.2	Ren teknisk effektivitet.....	55
5.1.3	Skalæffektivitet.....	56
5.1.4	Effektivitet etter produksjonsstørrelse	57
5.1.5	Innsparingspotensial	60
5.2	PRODUKTIVITETSENDERINGER	61
5.2.1	Malmquist Produktivitetsindeks.....	61
5.2.2	Malmquist Produktivitetsindeks etter produksjonsstørrelse.....	65
6	OPPSUMMERING	69
7	LITTERATURLISTE	71
8	VEDLEGG.....	I

Figuroversikt

FIGUR 1-1 GJENNOMSNITTLIG NOMINELL SALGSPRIS PR. KG LAKSEFISK OG ØRRET.	2
FIGUR 1-2 NORSK HUSHOLDNINGSKONSUM AV LAKS OG ØRRET	3
FIGUR 2-1 PRODUKSJON AV LAKS I 4 TRINN	10
FIGUR 2-2 TOTAL LØNNSOMHET OG KOSTNADER I LAKSEFISKNÆRINGEN. NOMINELLE TALL.	14
FIGUR 2-3 GJENNOMSNITTLIGE PRODUKSJONSKOSTNADER PR. KG LAKSEFISK. NOMINELLE TALL.	14
FIGUR 2-4 GJENNOMSNITTLIG DRIFTSMARGIN OG PRODUKSJONSKOSTNAD PR KG LAKSEFISK. KRONER I 2007-VERDI.	15
FIGUR 2-5 DE VIKTIGSTE MARKEDENE FOR LAKS, VERDI I MILLIARDER KRONER	15
FIGUR 3-1 PRODUKTFUNKSJON	19
FIGUR 3-2 FARRELLS RADIALE EFFEKTIVITETSMÅL I EN TO-FAKTORPRODUKSJON	21
FIGUR 3-3 INPUT- OG OUTPUTORIENTERING.....	23
FIGUR 3-4 SKALAUTBYTTE	25
FIGUR 3-5 SKALAEGENSKAPER	27
FIGUR 3-6 DETERMINISTISK (DEA) OG STOKASTISK (SFA) ESTIMERING AV FRONT	29
FIGUR 3-7 SLAKK	34
FIGUR 4-1 INPUT- OG OUTPUTVARIABLER	40
FIGUR 4-2 PRODUKSJON AV LAKSEFISK I NORGE I PERIODEN 2001 - 2006. OPPGITT I TONN.	46
FIGUR 4-3 SUPEREFFEKTIVITET	48
FIGUR 4-4 UTDRAG AV ORIGINALT DATASETTE FRA 2001 MED EN NULLOBSERVASJON SOM MÅ FJERNES.....	49
FIGUR 5-1 TEKNISK EFFEKTIVITET I CRS (TOTAL EFFEKTIVITET) MOT RELATIV PRODUKSJON FRA PERIODEN 2001	53
FIGUR 5-2 TEKNISK EFFEKTIVITET I CRS (TOTAL EFFEKTIVITET) MOT RELATIV PRODUKSJON FRA PERIODEN 2002	53
FIGUR 5-3 TEKNISK EFFEKTIVITET I CRS (TOTAL EFFEKTIVITET) MOT RELATIV PRODUKSJON FRA PERIODEN 2003	53
FIGUR 5-4 TEKNISK EFFEKTIVITET I CRS (TOTAL EFFEKTIVITET) MOT RELATIV PRODUKSJON FRA PERIODEN 2004	54
FIGUR 5-5 TEKNISK EFFEKTIVITET I CRS (TOTAL EFFEKTIVITET) MOT RELATIV PRODUKSJON FRA PERIODEN 2005	54
FIGUR 5-6 TEKNISK EFFEKTIVITET I CRS (TOTAL EFFEKTIVITET) MOT RELATIV PRODUKSJON FRA PERIODEN 2006	54
FIGUR 5-7 PROSENTVIS FORDELING AV SKALAEGENSKAPER I PERIODEN 2001 – 2006	57
FIGUR 5-8 TE I CRS ETTER PRODUKSJONSSTØRRELSE I PERIODEN 2001 – 2006	58
FIGUR 5-9 TE I VRS ETTER PRODUKSJONSSTØRRELSE I PERIODEN 2001 – 2006	59
FIGUR 5-10 SE ETTER PRODUKSJONSSTØRRELSE I PERIODEN 2001 – 2006.....	59
FIGUR 5-11 MC OG MF I PERIODEN 2001 - 2002	63
FIGUR 5-12 MC OG MF I PERIODEN 2002-2003	63
FIGUR 5-13 MC OG MF I PERIODEN 2003-2004	63
FIGUR 5-14 MC OG MF I PERIODEN 2004-2005	64
FIGUR 5-15 MC OG MF I PERIODEN 2005-2006	64
FIGUR 5-16 MC OG MF I PERIODEN 2001-2006	64
FIGUR 5-17 MC ETTER PRODUKSJONSSTØRRELSE I PERIODEN 2001 - 2006.....	66
FIGUR 5-18 MF ETTER PRODUKSJONSSTØRRELSE I PERIODEN 2001 - 2006	66
FIGUR 5-19 MPI ETTER PRODUKSJONSSTØRRELSE I PERIODEN 2001 – 2006	67

Tabelloversikt

TABELL 2-1 SYKDOMMER HOS LAKSEFISK	13
TABELL 4-1 GRUPPERING AV PRODUKSJONSVOLUM PR. LAKSEFISKPRODUSENT FOR BEREKNING AV STORDRIFTSFORDELER.....	39
TABELL 4-2 GJENNOMSNI TT LIG, MINIMUM OG MAKSIMUM FØRFORBRUK I KG PR. KG LAKSEFISK, SAMT STANDARDAVVIK.....	41
TABELL 4-3 GJENNOMSNI TT LIG, MINIMUM OG MAKSIMUM LØNNSKOSTNADER I KRONER PR. ARBEIDSTIME, SAMT STANDARDAVVIK. NOMINELLE TALL.	42
TABELL 4-4 GJENNOMSNI TT LIG, MINIMUM OG MAKSIMUM LØNNSKOSTNAD I KRONER PR. KG LAKSEFISK, SAMT STANDARDAVVIK. NOMINELLE TALL.	42
TABELL 4-5 GJENNOMSNI TT LIG, MINIMUM OG MAKSIMUM SMOLTKOSTNAD I KRONER PR. KG LAKSEFISK, SAMT STANDARDAVVIK	43
TABELL 4-6 TOTALRENTABILITET I % I LAKSEFISKNÆRINGEN PERIODEN 2001 - 2006.....	45
TABELL 4-7 TOTALINDEKS OG PROSENTVIS ENDRING FRA 2001 I PERIODEN 2001 - 2006.....	47
TABELL 4-8 ANTALL NULLOBSERVASJONER, OUTLIERS, NEGATIVE OBSERVASJONER OG DMU'ER FØR OG ETTER RENSING.	49
TABELL 5-1 TOTAL TEKNISK EFFEKTIVITET I PERIODEN 2001 – 2006	52
TABELL 5-2 REN TEKNISK EFFEKTIVITET I PERIODEN 2001 – 2006	55
TABELL 5-3 SKALAEFFEKTIVITET I PERIODEN 2001 – 2006	56
TABELL 5-4 ANTALL ENHETER MED SKALAEGENSKAPENE IRS, CRS OG DRS I DEA-ANALYSENE.	56
TABELL 5-5 GJENNOMSNI TT LIG FORBEDRINGSPOTENSIAL FOR HVER INNSATSFAKTOR I PERIODEN 2001 - 2006 FOR HELE LAKSEFISKNÆRINGEN.	60
TABELL 5-6 GJENNOMSNI TT LIG FORBEDRINGSPOTENSIAL FOR HVER INNSATSFAKTOR I PERIODEN 2001 - 2006 FOR INEFFEKTIVE PRODUSENTER I LAKSEFISKNÆRINGEN.	61
TABELL 5-7 MALMQUIST PRODUKTIVITETSINDEKS I PERIODEN 2001 – 2006	62

Sammendrag

Oppdrett av laks og ørret i Norge er verdimeslig en av de største eksportvarene i landet. I 2007 ble det solgt i overkant av 820 000 tonn laks og ørret til en verdi av 17 milliarder kroner.

Laksefisknæringen har vært styrt av staten gjennom konsesjoner og reglement for drift av oppdrett helt siden starten av 70-tallet. Dette lovverket har gjennomgått mange endringer for best mulig å sikre en lønnsom næring og forsvarlig ressursforvaltning. Slike krav kan gå på bekostning av fri produksjon, og kan dermed være med på å redusere effektiviteten i laksefisknæringen.

I 2003 ble det innført krav til maksimalt tillatt biomasse (MTB), noe som begrenser antallet kg laksefisk pr. konsesjon. I denne oppgaven har man sett på effektivitetsutviklingen før og etter innføringen, for å kartlegge om MTB har hatt konsekvenser for effektiviteten i laksefisknæringen.

Effektivitetsanalysene er gjennomført ved hjelp av DEA (Data Envelopment Analysis), som er en ikke-parametrisk metode. Denne danner en front av de beste (effektive) bedriftene i analysen, med bakgrunn i input og output i produksjonen. I denne oppgaven er det brukt en inputorientert modell med fôr, arbeidskraft, smoltkostnader, kapitalkostnad og annen driftskostnad som innsatsfaktorer. Produksjon av laksefisk er det ferdige produktet av produksjonen. Disse tallene er hentet fra Fiskeridirektoratets datainnsamlinger.

Videre har man brukt Malmquist Produktivitetsindeks (MPI) for å beregne produktivitetsendringer over tid. Denne kan videre dekomponeres i forklaringsvariablene ”Catch-up”-effekt og frontendring.

Resultatene som fremkommer av analysene viser at effektiviteten ikke endres noe utover det som kan regnes som en normal fremgang i laksefisknæringen totalt sett. Ser man derimot på bedriftenes størrelse, kan det se ut til at bedrifter med 3 – 5 konsesjoner har hatt en større økning enn de andre i perioden etter innføringsåret 2003. Dette tyder på at denne gruppen har dratt fordel av MTB.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Oppdrett av fisk er en form for akvakultur, som også omfatter dyrking av planter, alger og skjell under vann. Fiskeoppdrett har allerede eksistert i flere tusen år, hvor tidligste eksempel er fra Kina ca. 4 000 – 5 000 år før Kristus. I Norge kom oppdrettsnæringen ordentlig i gang først på 1970-tallet, da man startet oppdrett av laks og ørret i merder. Denne næringen har siden båret preg av svingninger og statlige reguleringer, men er i dag en av de største eksportsektorene i Norge. I 2007 ble det solgt 821 687 tonn laks (og ørret), hvorav 655 883 tonn ble eksportert til utlandet (Eksportutvalget, 2008). Flere fiskearter produseres på denne måten, men laks- og ørretbestanden har hele tiden vært den største. I dag utgjør laksefiskproduksjonen hele 85 % av oppdrettsnæringen i landet, og 51 % av den totale eksporten av sjømat.

Norge var den største nasjonen innen oppdrett av atlantisk laks på verdensbasis i 2007 med hele 51 % av det totale produksjonsvolumet. Med hensyn til topografi, strømforhold, saltholdighet og temperatur er den langstrakte norskekysten tilnærmet optimal for oppdrett av laksefisk i sjøvann. For distriktene er dette en viktig næring som opprettholder kystens mange tettsteder gjennom å skape arbeidsplasser. I 2007 sysselsatte laksefisknæringen på landsbasis 2 536 personer fordelt på 3 626 715 timer¹.

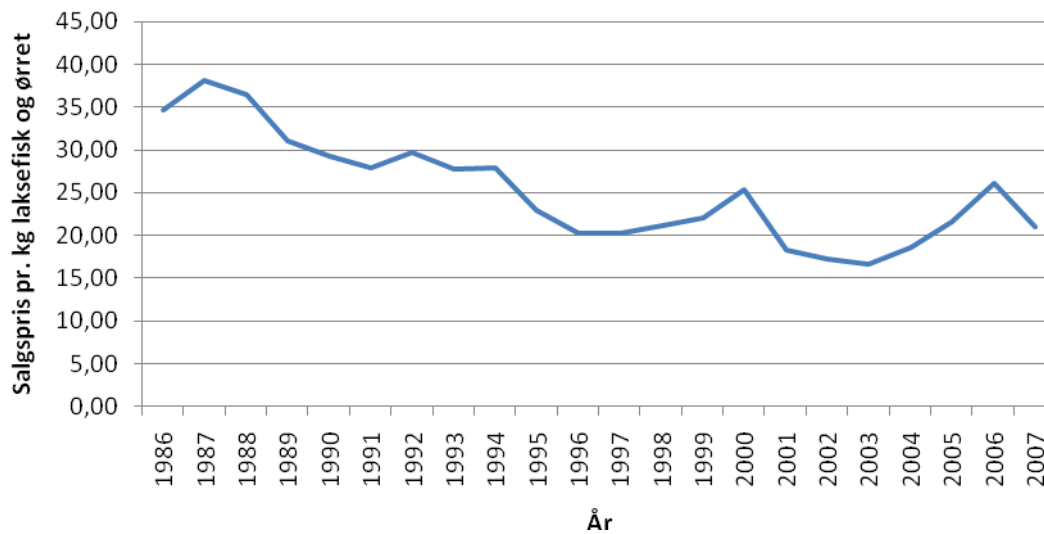
Siden starten av lakseoppdrett i Norge og frem til i dag har ny og mer kostnadseffektiv teknologi blitt utviklet. I 1990 kostet det gjennomsnittlig kr. 31,51 å produsere 1 kg laksefisk, sammenlignet med kr. 18,21 i 2007. På denne tiden har konsumprisindeksen økt med 41,7 %, noe som gir brutto produksjonskostnad i 2007 på kr 10,62 pr. kg laksefisk (SSB). Dette har hatt konsekvenser for sysselsettingen som har minsket gjennom årenes løp, og kommer av for eksempel automatiske fôringsautomater i anleggene.

Konkurransen i laksemarkedet er stor blant norske og utenlandske produsenter, men de konkurrerer på ulike vilkår. Norge har et fortrinn som ”fiskenasjon”, men det er fortsatt dyrt å drive oppdrett pga. landets høye prisnivå. Som produsent av laksefisk er det derfor essensielt

¹ Basert på Fiskeridirektoratets lønnsomhetsmålinger. Utgjør ikke hele årsverk.

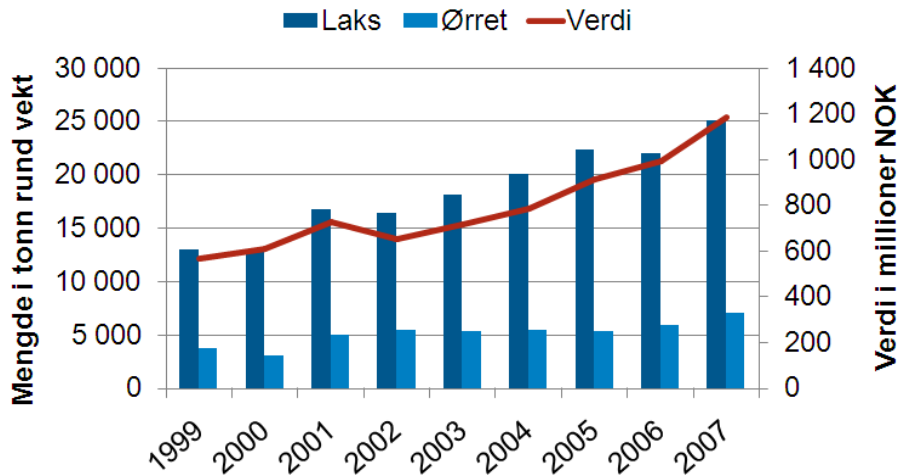
å kutte kostnader. Slik kan man opprettholde konkurransevnen ovenfor de utenlandske aktørene, som har lavere kostnader og derav muligheten til lavere utsalgspriser.

Produksjonsvolumet i Norge har økt kontinuerlig siden starten på 1970-tallet, med det utfall at markedsprisen har falt betraktelig som vist i Figur 1-1. I 1986 var gjennomsnittlig nominell utsalgspris pr. kilo laksefisk kr. 34,72 sammenlignet med kr. 26,12 i 2007. Produksjon og salg av ørret er også medberegnet i disse tallene fordi laks og ørret ikke ble adskilt regnskapsmessig før etter 1995. (Fiskeridirektoratet, 2007)



Figur 1-1 Gjennomsnittlig nominell salgspris pr. kg laksefisk og ørret.

Fra å være en luksusvare er laks blitt mer og mer vanlig i det norske og utenlandske kostholdet. Figur 1-2 viser det norske konsumentmarkedets økning i kjøp av laks og ørret.



Figur 1-2 Norsk husholdningskonsum av laks og ørret

Kilde: EFF²

Fiskeridirektoratet deler ut konsesjoner for laksefiskproduksjon. Frem til 1991 ble det gitt én konsesjon pr. produsent, men en endring i konsesjonsreglene dette året åpnet for at hver konsesjonshaver kunne eie flere. Denne endringen bør ha ført til stordriftsfordeler pga. muligheten for felles administrasjon og logistikk. Men, for de som fortsatt driver med bare én konsesjon er forholdene som før. I 2007 fantes 929 aktive tillatelser til produksjon av matfisk langs den norske kysten.

Innenfor hver enkelt konsesjon ligger det spesielle krav til oppdrettet. Tidligere var dette et komplisert system som mange mente var lite hensiktsmessig og at det arbeidet mot optimal konkurransekraft for Norge. Det forelå blant annet krav til maksimalt tillatt fôrbruk (MTF) for å møte EU-krav og krav til maksimalt tillatt volum (MTA) for å begrense produksjonen innen én konsesjon. I 2003 kom det derfor en forskrift som skulle gjøre reglene enklere å bruke og mer forståelige. Produksjonsvolumet av matfisk kan nå foregå i 12 000 m³ pr. konsesjon, med krav til maksimalt tillatt biomasse (MTB) pr. m³ vann, altså fisketettheten. Dette kravet satte en øvre grense for produksjonsmengden i laksefisknæringen. Fiskeridepartementet anbefaler maksimalt 25 kg laks pr. m³ i en merd, men at det heller ikke bør komme mye under dette da det kan føre til stress for fisken.

Regulering i produksjonsvolumet har både positive og negative sider. Det gir en stabil produksjon og forutsigbarhet, samt at det sender et signal om en kontrollert produksjon i

² Eksportutvalget for fisk (EFF)

bransjen. Den negative siden er at muligheten for optimal produksjon delvis faller bort, og produksjonspotensialet i Norge utnyttes ikke fullt ut. I verste fall fører dette til redusert konkurransekraft for produsentene i landet. De fleste konsesjonseierne utnytter sine kvoter og produserer derfor maksimalt av det de har tillatelse til. Dette gjør at produksjonsvolumet ikke kan økes mer innenfor hver enkelt konsesjon, og derav ikke salgsvolumet. Innsatsfaktorene i denne produksjonen kan derimot ha potensial til å effektiviseres ved å utnytte ressursene på en bedre eller annen måte.

1.2 Problemstilling

Produksjonsbegrensningene gjennom MTB i den norske laksefisknæringen kan ha resultert i en ineffektiv produksjon. En måling av effektivitet fra et innsatsfaktororientert syn vil kunne gi svar på om dette er tilfelle. Dette er fordi det ikke foreligger begrensninger i produksjonens innsatsfaktorer. Ved hjelp av teori og metode som gjennomgås i denne oppgaven, ønskes svar på følgende to problemformuleringer:

1. Har endringene i regelverket rundt MTB i 2003 ført til en effektivitetsendring i produksjonen av laksefisk i Norge?
2. Har endringene i regelverket rundt MTB i 2003 hatt forskjellig innvirkning etter hvor stort volum de ulike laksefiskprodusentene i Norge har tillatelse til å produsere?

Laksefisknæringen har vist seg å være lønnsom, med enkelte unntak som i 1990, 2002 og 2003 hvor næringen på landsbasis gikk med tap. Siden 2004 og frem til tilgjengelig data i 2007, har næringen hatt et positivt resultat. Dette betyr ikke at produksjonens potensial utnyttes fullt ut, da det kan være mulig å forbedre utnyttelsen av innsatsfaktorer.

For å måle effektiviteten til de forskjellige laksefiskprodusentene benyttes en analysemetode kalt Data Envelopment Analysis (DEA). Denne metoden viser hvilke enheter som er ineffektiv i forhold til de beste i bransjen, og sier derfor noe om forbedringspotensial.

En eventuell effektivitetsendring før og etter 2003 vil måles ved hjelp av Malmquist Produktivitetsindeks (MPI). Denne metoden tar utgangspunkt i et baseår, og forteller om teknologiske endringer og i hvilken grad de ineffektive produsentene er blitt bedre.

Datasettet som benyttes i disse analysene er innhentet av Fiskeridirektoratet, og inneholder mye tallinformasjon om laksefisknæringen i Norge. Det vil være nødvendig å gjøre et utvalg av variablene, samt en omgjøring av enkelte tall for å sikre et pålitelig resultat. Antall konsesjoner pr. oppdretter er registrert siden 1991, men er kun gjort tilgjengelig frem til og med 2004. I påfølgende år er kun produksjonsvolum pr. oppdretter oppgitt. For å kunne besvare problemstillingen i denne oppgaven er det derfor nødvendig å omarbeide volumopplysningene til grupper som tilsvarer konsesjoner. Dette vil være et gjennomsnittlig produksjonsvolum pr. konsesjon i perioden 2000 – 2003.

1.3 Avgrensing

Produksjonen av laksefisk inneholder mange trinn i en produksjonsprosess over en tidsperiode fra 1,5 til 2 år. Denne oppgaven vil begrenses til kun å se på matfiskproduksjonen, altså produksjonen som finner sted i sjøen. Settefiskanleggene vil dermed bli sett bort ifra.

Både laks og ørret produseres som oppdrettsfisk i Norge. Likheten mellom disse to fisketyperne og produksjonsprosessen gjør at Fiskeridirektoratet samler registreringer fra oppdrettsanleggene. Med tanke på produksjonsvolum har laksefisken vært og er fortsatt den dominerende blant de to typene. Videre i oppgaven vil jeg betegne både laks og ørret som laksefisk, og den samlede næringen laksefisknæringen.

En effektivitets- og produktivitetsanalyse følges gjerne opp av statistiske tester for å måle signifikansnivået i resultatet man har kommet frem til. På grunn av tidsmessige begrensninger som foreligger ved å skrive en mastergradsoppgave vil jeg kun benytte effektivitets- og produktivitetsanalyser for å søke svar på oppgavens problemstillinger.

1.4 Oppgavestruktur

Innledningen av oppgaven gir en kort innsikt i historikken og problematikken rundt begrensningene i laksefisknæringen, og grunner ned til to problemstillinger jeg ønsker svar på i denne oppgaven. For å kunne løse problemstillingene, er en forståelse av laksefisknæringen og produksjonsprosessen viktig å kjenne. Kapittel 2 er derfor en presentasjon av laksefisknæringen i Norge, som gir en kort beskrivelse av det fysiske oppdrettet, lovverk og

begrensninger, markedet for laksefisk og lønnsomhet og kostnader forbundet med produksjonen.

I kapittel 3 presenteres teori og metode som benyttes i denne oppgaven for å komme frem til en løsning på problemstillingene. Det vil hovedsakelig dreie seg om effektivitets- og produktivitetsteori og hvilke verktøy som er nødvendig for å beregne de aktuelle måltallene. Det er lagt spesiell vekt på teori som omhandler et innsatsfaktororientert syn, da jeg forutsetter at det er kun innsatsfaktorene som er realistisk å kunne forbedre utnyttelse av.

Datamaterialet er en viktig og avgjørende del av analysen. Fiskeridirektoratets registreringer er samlet i et datasett som videre må kvalitetsikres. Sammen med valg av variabler og rensem metode vil dette presenteres i kapittel 4.

Resultatene fra DEA- og Malmquist Produktivitetsindeks-beregningene er gjengitt i kapittel 5. Et utvalg av resultatene vil diskuteres med tanke på problemstillingene. Resterende funn vil legges som vedlegg.

Til sist vil jeg komme med en oppsummering av funnene i kapittel 6 og se om de kan gi svar på problemformuleringene jeg har stilt i kapittel 1.

2 Oppdrettsnæringen

2.1 Oppdrett av laks

Gjennombruddet for oppdrettsnæringen i Norge kom allerede i 1959, men skjøt fart først på 1970-tallet. Verdimessig er fiskeoppdrett i dag blitt en viktigere næring enn fiskeri i Norge, og det er bare petroleum og metallindustri som står for større eksportinntekter.

Tiden det tar å produsere laks varierer mye etter hvor ofte og hvor mye den fôres. Hyppigere og større mengder fôr gir kortere produksjonstid, men på bekostning av naturens gang, altså laksens naturlige tilværelse. Mellom 50 og 60 % av de totale kostnadene i laksefiskproduksjon er fôrkostnader.

For at laksefisken skal overleve og trives i oppdrett stilles det krav til vannkvalitet, temperatur, fôr, biologi og miljø. Misligholdelse av disse kriteriene kan føre til sykdom eller misstrivsel. I dag har gode kunnskaper om miljø og biologi ført til gode forhold, mindre sykdom, større produksjon og mer forutsigbarhet. Det er utviklet vaksiner mot bakteriesykdommer, men medisineringen er minimal i forhold til mengden som ble brukt tidligere. Dette er bra for miljøet og produksjonskostnadene.

2.1.1 Begrensninger gjennom lovverk

I Norge er akvakulturdrift underlagt en rekke lover og forskrifter. Fiskeoppdrettsloven fra 1985 (Lov 1985-06-14 nr. 68) og Havbeiteloven fra 2000 (Lov 2000-12-21-118) var i sin tid viktige for å sikre at oppdrettsvirksomhet ble konsesjonsbehandlet og drevet i forsvarlige former. I 2005 ble disse lovene avløst av Akvakulturloven (Lov 2005-06-17 nr. 79). Denne har som formål å fremme akvakulturnæringens lønnsomhet og konkurransevne, samtidig som det tas hensyn til bærekraftig utvikling og økt verdiskapning langs kysten (§ 1). (Lovdata, 2009)

For å drive laksefiskproduksjon i Norge må man søke om akvakulturtillatelse hos Kyst- og fiskeridepartementet gjennom Fiskeridirektoratet (Akvakulturloven §§ 4 – 7). Dette kalles en konsesjon, og fungerer som en begrensning gitt av staten for å regulere og sikre produksjonsforholdene innen lakseoppdrett (SSB, 2009). Pga. mange nyetableringer på 1970-tallet ble det behov for å innføre slike tillatelser, og kravet om konsesjon kom derfor i 1973.

Det ble gitt kun én konsesjon pr. oppdretter. I løpet av tiden har vilkårene for konsesjonene endret seg, og i dag tas det mer hensyn til fiskens leveforhold og miljøet. Det stilles krav til strømforhold, bunnforhold og beliggenhet før oppdrett kan godkjennes (Akvakulturloven § 7, a – e). I dag er det lov å eie flere konsesjoner pr. oppdretter. Dette har gjort det mulig å dra fordeler av stordrift med felles administrasjon og logistikkfunksjoner som innkjøp og transport. Som i så mange andre bransjer er det de senere år en trend i markedet at flere slår seg sammen eller blir oppkjøpt av større enheter, men fortsatt er det mange som driver med kun én konsesjon.

Forskrift om drift av akvakulturanlegg (akvakulturdriftsforskriften) begrenser produksjonsvolumet til hver enkelt konsesjon. FOR 2008-06-17 nr 822§ 46 om tetthet sier:

”Fisketettheten pr. produksjonsenhet med stamfisk og matfisk av laks og regnbueørret skal ikke overstige 25 kg/m³. Ved beregning av fisketettheten i merd skal volumet fiskene har mulighet til å bevege seg i mellom hovedtelne og bunntelne, legges til grunn.”

2.1.2 Ressurser

Produksjonsstørrelsen på landsbasis er regulert av staten gjennom konsesjoner og MTB (maksimalt tillatt biomasse). Dette begrenser ressursknappheten i laksefisknæringen med tanke på innsatsfaktorer. For å produsere laksefisk kreves det et omdiskutert antall kg villfisk. Dette går med til produksjon av fiskemel og fiskeolje. Av disse er det fiskeoljen det kan bli knapphet om. Skulle det komme restriksjoner på dette området for å beskytte villfiskbestander, kan det bety ressursknapphet på fiskefôr i oppdrettsnæringa.

Settefiskanleggene i Norge består av innendørs lokaler som er avhengig av tilgang til ferskvann. Settefisk og oppdrettsanleggene kan heller ikke ligge for nært hverandre eller for nært andre oppdrettere, enten av laksefisk eller annen oppdrettsfisk. Dette gjør ferskvann og lokalitet til en knapp ressurs i laksefisknæringen.

I distrikter med stor fraflytting kan det være knapphet på arbeidskraft til tross for arbeidsledighet i Norge. Ledigheten har økt som følge av dagens finanskriser, noe som kan virke positivt på arbeidskraft som ressurs i laksefiskproduksjonen. Finanskrisen har også ført

til at kapital kan bli en knapphetsfaktor. Disse innvirkningene vil derimot ikke ha noe å si for denne oppgaven, da bare datamateriale frem til og med 2006 er tilgjengelig.

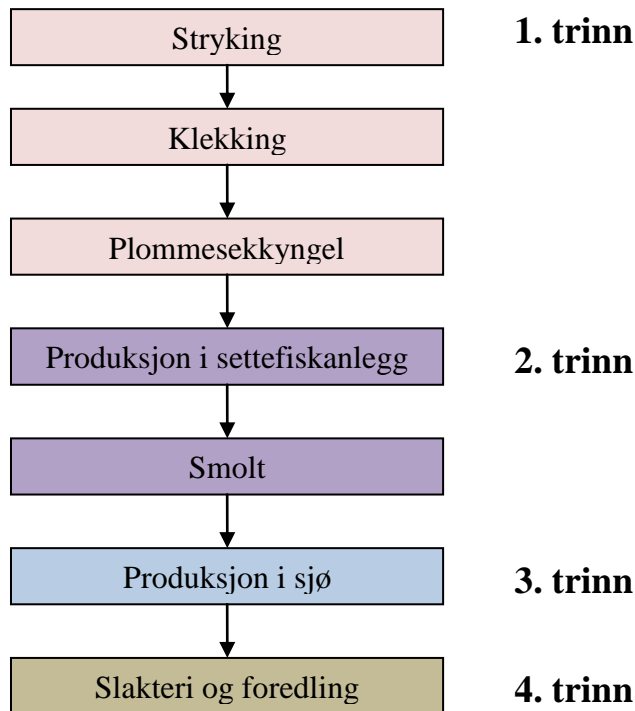
2.2 Produksjonsprosessen

Produksjonstiden for laksefisk går over flere år, og skjer i ulike anlegg i løpet av laksens liv. Tiden det tar å oppnå en fullvoksen laks, kan manipuleres ved hjelp av lys, temperatur og fôringsmengde. Regulering av lysmengde, økt temperatur og fôrmengde gjør at fisken vokser hurtigere. Sammenlikner man oppdrettslaks med villaks, er det tydelig at produksjonsprosessen i oppdrettsnæringen påvirker produksjonstiden. Villaks bruker 1,5 – 6 år på å oppnå pubertetsalder, mens oppdrettslaksen gjennomsnittlig bruker 20 måneder.

Den naturlige befruktingen ute i naturen skjer på høsten. I oppdrettsnæringen har de fleste styrt driftsprosessen slik at man har to utsett av smolt i året, ett på våren og ett på høsten. På denne måten får man en jevnere produksjon i oppdrettsnæringa med mulighet for å slakte hele året.

Lakseprodusentene har mulighet til å kjøpe ferdig settefisk fra settefiskprodusenter eller fra egne settefiskanlegg. Det har den senere tid vært en økning av vertikal integrering, hvor anleggene bygges opp i tilknytning til hverandre. Slik blir fraktruten kortere og kostnadene ved flytting av smolt mindre. Settefiskanleggene kjøper øyerogn fra avls- og stamfiskstasjoner langs kysten. Disse er det bare noen få av i Norge.

Oppdrett beskrives av 4 trinn/områder; rognproduksjon, smoltproduksjon, produksjon i sjø og slakteri og foredling. Dette går frem av Figur 2-1.



Figur 2-1 Produksjon av laks i 4 trinn

2.2.1 Rogn- og smoltproduksjon

I laksefiskproduksjon benyttes kunstig befruktning av rogn fra stamfisk. Dette er voksen laks som brukes i avl. Tidlig på høsten tappes stamfisken for rogn og melke; noe som kalles stryking, før den befruktete rognen legges i klekkeriet. Tiden det tar før rognen klekkes avhenger av temperatur og måles i døgngrader. Etter f. eks. 60 dager ved en vanntemperatur på 8°C, klekkes rognen ved at eggeskallet sprekker. Resultatet er yngel med en stor plommesekk på magen, som er matpakken de første ukene før startfôringa begynner.

Etter ca 1 år i settefiskanlegget er yngelen blitt stor nok til å settes i sjøen, og kalles for smolt. Det har da skjedd en fysiologisk og hormonell forandring i fisken som gjør den i stand til å tåle saltvann. Denne prosessen kalles smoltifisering, og er unik for laksefisken som er en anadrom fisk. Gjennomsnittlig er smolten 80 – 100 gram og 12 – 20 cm når den settes ut.

2.2.2 Produksjon i sjø

Produksjonstiden for laksefisk avhenger av utsettelsestidspunkt, smoltstørrelse og temperatur, men vanligvis er dette 12 – 18 måneder i sjøen. Selve oppdrettsanlegget består vanligvis av

flere merder, fôringsanlegg og forskjellig overvåkingsutstyr. Merdene er ofte satt sammen parvis i en rekke, og hver består av flyteelementer og notposer som fisken svømmer i. Notposene er festet i flyteelementene og kan være inntil 50 meter dype og mellom 60 – 160 meter i omkrets. Fôringen skjer fra automatiske fôringsmaskiner i forbindelse med hver merd, og styres etter fiskens appetitt. Under vann har mange også overvåkingsutstyr for å overvåke miljøet og hva som ellers skjer under vann. Den største faren i denne delen av produksjonsprosessen er sykdom og rømning.

Som tidligere beskrevet er det norske myndigheter som styrer hvor mye fisk som kan være i anleggene. Forskning har vist at fisketettheten maksimalt kan være 25 kg laks pr. m³, men bør heller ikke komme mye under dette da det kan føre til stress for fisken. Dette betyr at 97,5 % av volumet i notposen består av vann og 2,5 % består av fisk.

2.2.3 Slakteri og foredling

Alle slakteri er underlagt strenge internasjonale lover og forskrifter og må derav være godkjent. Det er pålagt med egenkontrollsystemer (HACCP) som skal godkjennes og jevnlig revideres av tilsynsmyndighetene.

Laksen som skal slaktes meldes inn til Fiskeridirektoratets kontrollverk. Før den slaktes må den ha nådd en viss størrelse, men dette må skje før den når pubertetsalder. Laksen fraktes til slakteri med en brønnbåt, for så å bli bedøvet og slaktet. For å unngå at fôrrester ligger i tarmsystemet, blir fisken sultet før slakting.

Det meste av fisken selges hel og fersk, men mye selges også som filet eller går til andre formål. Laksen blir sortert i 3 kvalitetsgrader etter en anbefalt standard fra 1998; Superior Konsum, Superior Foredling og Produksjon. Superior Konsum er et førsteklasses produkt med egenskaper som gjør den anvendelig til alle formål. Superior Foredling er også et førsteklasses produkt, men kan ha enkelte mindre utvendige feil som ikke gjør den egnet i utstilling. Den er derfor velegnet til foredling. Grovere feil enn de som tillates i Superior Foredling ender opp i klassen Produksjon. Denne fisken leveres hodekappet, og kan bare selges i Norge. Dette følger av Fiskekvalitetsforskriften FOR-1996-06-14-667 § 9-6, 1. ledd. Til eksport brukes derfor kun Superior-klassene. (Prosjekt Bransjestandard for fisk, 1998)

2.3 Sykdommer

Oppdrettsanlegg er utsatt for høyere sykdoms- og parasittsmitte enn i naturen. Dette kan komme av dårlig miljø og helsesituasjonen i merdene hvor laksefisken lever. Dersom sykdom bryter ut kan i verste fall hele bestanden dø eller måtte slaktes ned, noe som fører til store økonomiske tap for produsenten. Dette har for eksempel vært et stort problem hos mange produsenter i Chile de siste årene, hvor lakseanemi har ført til store tap og derav oppsigelser. Ved rømming vil også sykdom og parasitter hos oppdrettslaks være en fare for villaks ved smitte. Sykdoms- og parasittrusselen i laksefiskproduksjon forebygges med vaksinasjon og medisiner, men generelt er helsesituasjonen god og bruken av medikamenter lav i Norge (Veterinærinstituttet, 2007).

Parasitter er små organismer som lever på andre organismer som for eksempel laksefisk. Disse kan ha negativ virkning på verten, og kan forårsake skader på huden. Blir de mange nok kan dette føre til dødelighet hos verten. Den vanligste parasitten som kan oppstå hos oppdrettslaks er lakselus. Denne stresser fisken og er bærer av sykdommer.

Laksefisk rammes også av ulike typer sykdommer som følge av bakterier og virus. Tabell 2-1 er hentet fra Veterinærinstituttets ”Helsesituasjonen hos oppdrettsfisk 2007”, og viser en *oversikt over antall lokaliteter med påvist infeksjøs lakseanemi (ILA), infeksjøs pankreasnekrose (IPN), pancreas disease (PD), hjerte- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB), piscirickettsiosis, furunculosis og bakteriell nyresyke (BKD) på atlantisk laksefisk i perioden 1998 – 2007. Tallene er basert på innsendte saker til Veterinærinstituttet i Norge (National Veterinary Institute), med unntak av PD-tallene som i tillegg baserer seg på tall fra Mattilsynet. Tallene fra 2007 er sammenliknet med tidligere år.*

Sykdommer	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ILA	13	14	23	21	12	8	16	11	4	7
IPN					174	178	172	208	207	165
PD*	7	10	11	15	14	22	43	45	58	98
HSMB							54	83	94	162
Piscirickettsiosis	0	6	0	1	17	5	0	0	1	1
Furunculosis	1	2	6	3	0	2	3	1	3**	5***
BKD	0	3	3	3	1	1	1	2	0	0

* Tallene fra 2002-2005 er justert i forhold til rapport 2005.

** 1 settefiskanlegg, 2 elver.

*** 4 lokaliteter i sjø, 1 elv.

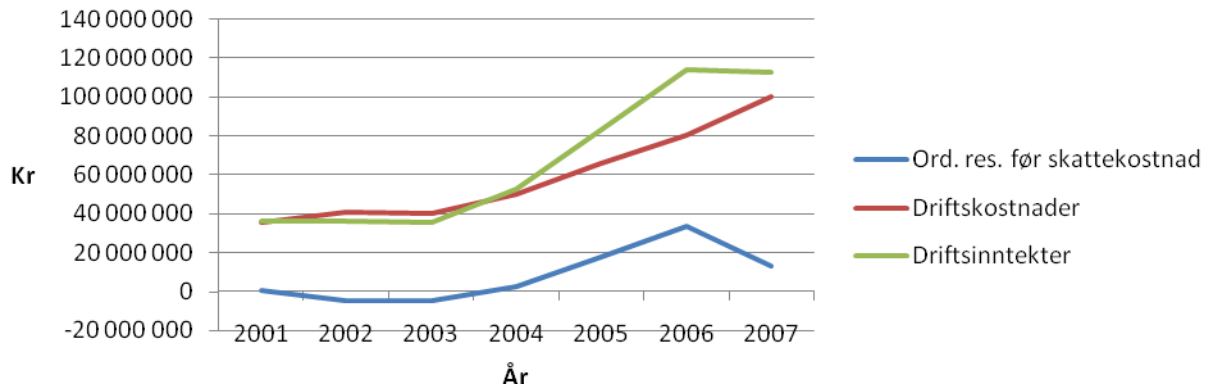
Tabell 2-1 Sykdommer hos laksefisk

Tabell 2-1 viser en merkbar økning i observerte PD-tilfeller i årene 2004 – 2007. Dette vil være viktig å se på i tolkningen av analyseresultatene med tanke på at MTB kom i 2003. Dersom denne begrensingen har ført til et større sykdomsbilde i oppdrettsnæringen eller det er en tilfeldighet, vil effekten kunne være redusert effektivitet/produktivitet i tidsperioden.

2.4 Lønnsomhet og kostnader

Fiskeridirektoratet har samlet inn og utarbeidet lønnsomhetsanalyser helt tilbake fra 1982 og frem til i dag. Dette er regnskapstall som gir god innsikt i hver enkelt laksefiskprodusent, og gir dermed god kunnskap om økonomien i laksefisknæringen. Med bakgrunn i tall hentet fra disse analysene, viser Figur 2-2 den totale lønnsomhetsutviklingen i laksefisknæringen fra 2001 til 2007. Årene 2001 til 2003 var dårlige økonomiske år resultatmessig. Dette er begrunnet med dårlige markedstider for laksefisk i 2001 til 2002 og nedgang i finansinntektene som følge av et lavere rentenivå i 2003. I påfølgende år har næringen hatt en positiv utvikling med gode resultat. Året 2006 var et historisk toppår med lavere salgspris pr. kg laksefisk og økt gjennomsnittlig produktivitet pr. årsverk, til tross for høyere produksjonskostnader. I 2007 klarte ikke laksefisknæringen å leve opp til det foregående året, og fikk et redusert resultat før skatt som følge av økonomisk nedgang og lavere salgspriser. (Fiskeridirektoratet, 2007)

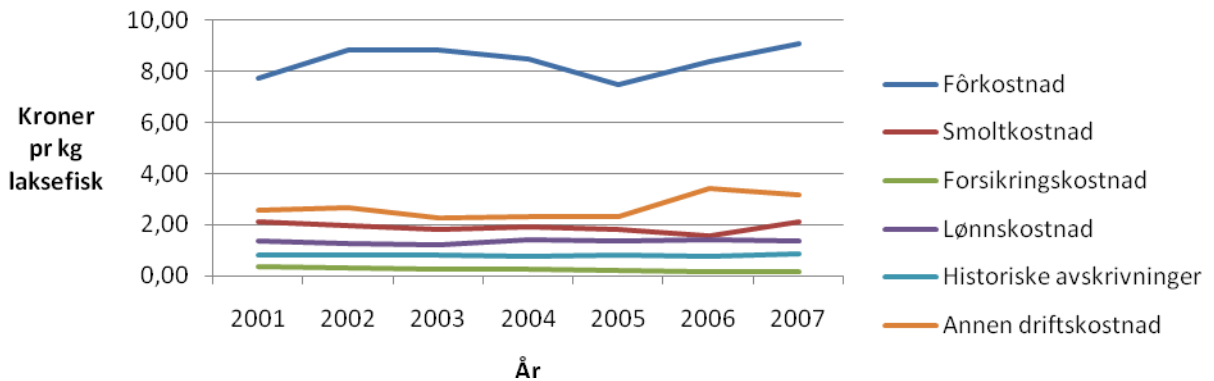
Lønnsomhet og kostnader i laksefisknæringen



Figur 2-2 Total lønnsomhet og kostnader i laksefisknæringen. Nominelle tall.

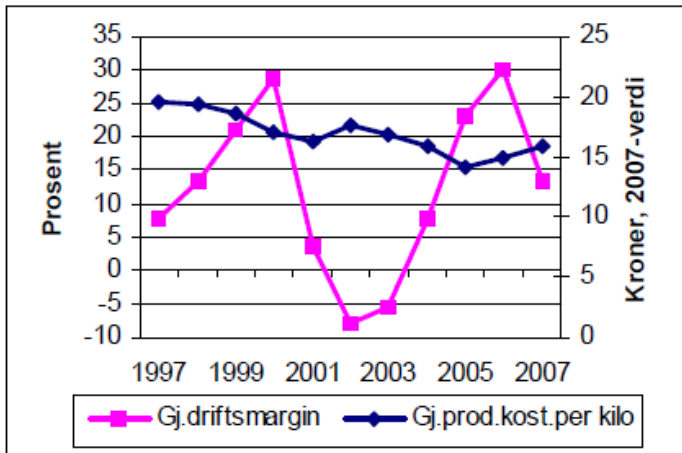
Av kostnadene som går med til produksjon viser Figur 2-3 at fôr er den største kostnadsposten i produksjon av laksefisk. Kostnadsfaktorer som smolt, forsikring, lønn, avskrivninger og annen driftskostnad utgjør hver for seg en liten del sammenlignet med fôrkostnadene, men er betydelig stor når de settes sammen.

Produksjonskostnader pr. kg laksefisk



Figur 2-3 Gjennomsnittlige produksjonskostnader pr. kg laksefisk. Nominelle tall.

De gjennomsnittlige produksjonskostnadene er redusert gjennom årenes løp. Figur 2-4 viser denne kurven opp mot gjennomsnittlig driftsmargin, som forteller hvor stor andelen driftsresultatet utgjør av inntektene. I samsvar med Figur 2-2 vises et negativt resultat i perioden 2001 – 2003.

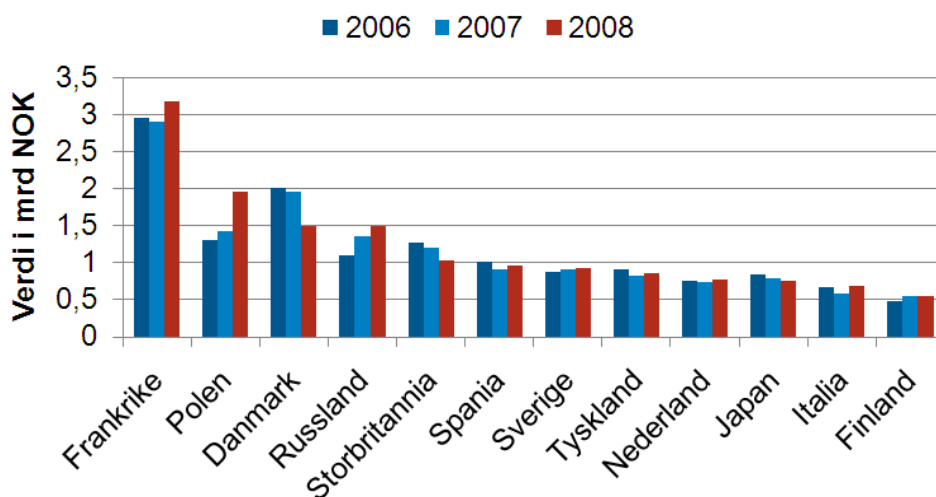


Figur 2-4 Gjennomsnittlig driftsmargin og produksjonskostnad pr kg laksefisk. Kroner i 2007-verdi.

Kilde: Fiskeridirektoratet (Lønnsomhetsundersøkelse for matfiskproduksjon 2007)

2.5 Markedet for laksefisk

På verdensbasis er Norge den største produsenten av atlantisk laks, og sto for hele 51 % av den totale produksjonen i 2007. Norske eksportører av laksefisk opererer i flere markeder. Figur 2-5 viser at Frankrike har vært det viktigste de siste 3 årene, etterfulgt av Polen og Danmark.



Figur 2-5 De viktigste markedene for laks, verdi i milliarder kroner

Kilde: EFF

Etterspørselen i laksefiskmarkedet er varierende i løpet av et år. Den viktigste tiden i sesongen er rundt jul og påske, hvor blant annet røkelakssalget øker betraktelig. (Rustad, 2005)

2.6 Tidligere oppgaver

Tidligere er det skrevet mange oppgaver om produktivitet og effektivitet med laksefisknæringen i Norge som utgangspunkt. Dette har vært et populært valg som mastergradsoppgave, noe som kan komme av at det er registrert nyttig informasjon om næringen i mange år. Noen av de seneste oppgavene er skrevet ved Norges fiskerihøgskole av Hansen og Hansen (2008), Kjeldsen og Larsen (2008) og Lagesen og Sørensen (2006). Alle disse oppgavene omhandler en form for effektivitetsanalyse, men det er kun Lagesen og Sørensen (2006) som benytter tverrsnittdata over flere år og beregning av Malmquist Produktivitetsindeks. Deres problemstilling gikk ut på å finne effektiviteten og produktivitetsutviklingen i laksefisknæringen i perioden 1996 – 2003. Både variabler og analysemetoder er lik denne oppgaven, men i tillegg har de også benyttet en variant av Malmquist Produktivitetsindeks (MPI) som kjeder alle periodene i datasettet (Global Malmquist Index). Det er også skrevet andre vitenskapelige rapporter om samme tema, for eksempel Vassdal (2006).

Angående valg av variabler i analysene så er det store likheter mellom tidligere oppgaver og denne. Resultatene blir ofte nokså like fordi samme datasett benyttes, men det kan oppstå små variasjoner som følger av den subjektive innvirkningen når datasettet kvalitetssikres.

Denne oppgaven skiller seg fra de andre gjennom problemstillingen. Det er ikke utført effektivitets- og produktivitetsanalyser med virkningene av MTB som utgangspunkt.

3 Teori og metode

Denne oppgaven vil være en empirisk analyse av laksenæringen, basert på sekundære tverrsnittdata fra Fiskeridirektoratet.

Oppgaven vil være beskrivende (deskriptivt design) med en klar problemstilling, en formening om hvilke variabler som forklarer lakseproduksjonen, hypoteser og en definert populasjon. Det er ønskelig å finne ut om konsesjonsendringen har påvirket effektiviteten til de oppdretterne som driver med flere enn en konsesjon.

3.1 Målsettinger

Bedriftsøkonomi baserer seg på en bedrifts inntekter og kostnader, hvor inntektene over tid bør være større eller lik kostnadene. Dersom kostnadene er for høye i forhold til inntekten, vil overskuddet minske eller utebli, og i verste fall må driften legges ned. Det er derfor viktig i enhver bedrift å sette seg økonomiske og strategiske målsettinger for hvordan akkurat denne organisasjonen skal forbli levedyktig.

Det tas forbehold om at alle laksefiskprodusentene søker å maksimere sitt produksjonsvolum pga. gitte begrensninger gjennom konsesjoner og MTB. Det er da ikke hensiktsmessig for en bedrift å legge strategi for å øke produksjons- og salgsvolumet. Da er det mer relevant å se på produktiviteten og hvor god bedriften er i forhold til sine konkurrenter. Dette krever informasjonsdeling i bransjen, noe som er påtvunget av den norske stat gjennom Fiskeridirektoratet. Dette er en etat underlagt Fiskeri- og kystdepartementet, og har blant annet som oppgave å drive akvakulturforvaltning. Deres overordnede mål er:

«Vi skal fremme lønnsom og verdiskapende næringsaktivitet gjennom bærekraftig og brukerrettet forvaltning av marine ressurser og marint miljø.»

(Fiskeridirektoratet, 2009)

Gjennom å pålegge innrapportering fra alle laksefiskprodusenter, er det mulig å danne et konkret bilde av ressursforbruket og produksjonen i næringen. Denne informasjonen er tilgjengelig for alle, og gir derfor ikke et spesielt konkurransefortrinn for den enkelte produsent. Brukes datasettet på rett måte kan man likevel få kunnskap om hvordan

ressursforbruket er i forhold til konkurrenter, og om det foreligger et forbedringspotensial. Over tid vil det være ønskelig å se en forbedring i forhold til de andre produsentene, noe som vil gjøre den aktuelle produsenten mer konkurransedyktig med tanke på salgspris.

3.2 Produktivitet og effektivitet

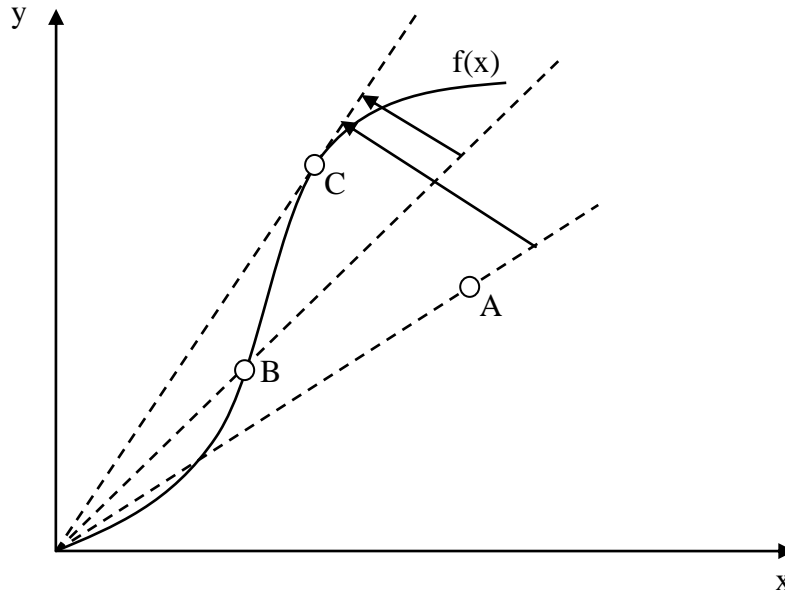
I den daglige tale benyttes begrepene produktivitet og effektivitet om hverandre, men i teorien om produktivitet og effektivitetsanalyse, har de ulik betydning. Kunnskap om ressursutnyttelse i produksjon er svært nyttig for et selskap med tanke på kostnadsbesparelse og profitt. Det er derfor viktig å skille mellom disse begrepene for å nyttiggjøre seg informasjon om produksjonsenhetens prestasjoner.

3.2.1 Produktivitet

Produktivitet er et absolutt mål og defineres som forholdet mellom mengde produserte enheter (output, y) og innsatsfaktorer (input, x) i produksjonen. Den gjennomsnittlige produktiviteten for enhet j beregnes slik:

$$AP(j) = \frac{\text{Output}_j}{\text{Input}_j} = \frac{y_j}{x_j} \quad (1)$$

I en produktfunksjon kalt $Y = f(x)$ avhenger mengden output av inputmengden. Figur 3-1 viser en slik funksjon grafisk. Punktene A, B og C viser mulig gjennomsnittlig produksjon for en produksjonsenhet. Ved å trekke rette linjer fra origo og gjennom de observerte enhetene, finner man helningen som også er representert med produktivitetsformelen. Ved å nærme seg selve produktfunksjonen øker den gjennomsnittlige produktiviteten, og enhetene utvinner større mengde outputmengde i forhold til inputmengden. Ved å se på helningen på tangeringslinjene ser man at jo brattere stigning, jo høyere gjennomsnittlig produktivitet. I dette tilfellet ligger både punkt C og B på produktfunksjonlinjen. Punkt C er likevel mer produktiv enn B som følge av brattere helning på tangeringslinjen og derav høyere gjennomsnittlig produktivitet fra (1). Punkt B er likevel bedre enn punkt A som ligger under produktfunksjonlinjen, men begge kan forbedre sin produktivitet ved å nærme seg produktfunksjonen og punkt C så mye som mulig.

**Figur 3-1** Produktfunksjon

Høy produktivitet vil altså følge av høyest mulig produksjonsverdi med lavest mulig verdi på innsatsfaktorer. Innsatsfaktorenes verdi vil være et produkt av innsatt mengde og prisen pr. enhet.

Alene forteller ikke produktivitetstallet noe om produksjonsenheten utnytter sine ressurser på en god eller dårlig måte. Ved å sette en standard basert på tidligere registreringer som enten beste tidspunkt eller et gjennomsnitt, kan produktivitetstallet peke i retning av forbedret eller forverret prestasjon eller utnyttelse av innsatsfaktorer. Produksjonsstørrelsen eller innsatsstørrelsen, samt teknologien må hele tiden være lik. Dette tallet vil ikke kunne si noe om ressursutnyttelsen i forhold til det som er teoretisk mulig eller som er prestert av andre.

Produktivitetsendringer i situasjoner med bare en input og en output er enkelt å beregne. Har man derimot flere inputs og outputs i produksjonen blir denne beregningen straks litt mer komplisert. Man bruker gjerne partiell produktivetsmåling som for eksempel output pr. arbeidstime. Dette gir begrenset nytte og kan virke misvisende angående bedriftens prestasjoner. Totalfaktorproduktivitet (Total Factor Productivity – TFP) er mer pålitelig, og dermed bedre som prestasjonsmål for sammenligning over tid eller mellom bedrifter.

TFP er definert som forholdet mellom aggregert output og aggregert input, og er gitt ved:

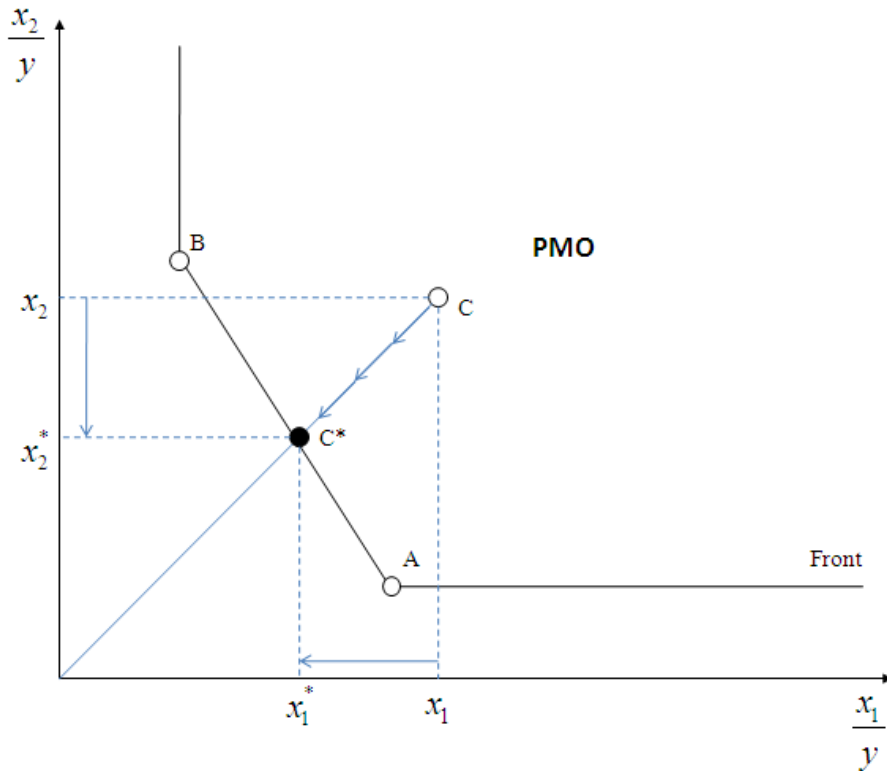
$$TFP = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} = \frac{\text{Veid sum output}}{\text{Veid sum input}} \quad (2)$$

Her er u_r og v_i pris- eller verdivektorer for henholdsvis output r og input i hvor $r = (1, \dots, s)$ og $i = (1, \dots, m)$. Problemet med denne metoden er at man ikke alltid kjenner til vektene og dermed må anta en verdi.

I virkeligheten forekommer det sjeldent bare en input og en output i produksjonen, da det for eksempel vanligvis inngår flere typer innsatsfaktorer for å produsere et sluttprodukt. For å måle graden av ressursutnyttelse i en produksjon med flere input og output kreves det derfor analyseverktøy og -metoder som håndterer denne problemstillingen

3.2.2 Effektivitet

Effektivitet er et forholdstall som forteller hvordan en produksjonsenhet ligger i forhold til de mest effektive enhetene den er sammenlignet med. De beste enhetene er betegnet som ”best practice” eller de beste observasjonene. Effektivitetstallet beskriver altså graden av måloppnåelse i forhold til de beste observerte enhetene. Dersom effektiviteten er lik 1 vil denne enheten være en av de beste i sammenlikningen. Dette betyr derimot ikke at ressursene blir utnyttet maksimalt, men at ingen andre utnytter dem bedre (som i ”best practice”). (Coelli, Rao, O'Donnell, & Battese, 2005)



Figur 3-2 Farrells radiale effektivitetsmål i en to-faktorproduksjon

Farrell (1957) omtalte effektivitet som teknisk effektivitet (technical efficiency – TE) og beskrev hvordan en effektivitetsforbedring kunne oppnås ved hjelp av en radial (proporsjonal) endring i innsatsfaktorkombinasjonen. I en to-faktorproduksjon vil dette si lik reduksjon i begge innsatsfaktorene, som vist i Figur 3-2. Her er punkt C en ineffektiv bedrift med en inputkombinasjon (x_1, x_2) . Ved en proporsjonal reduksjon i sin kombinasjon av inputs vil C havne på fronten med optimal inputkombinasjon (x_1^*, x_2^*) og dermed bli C^* . Punkt A og B er referanseenheterne til punkt C, og fungerer som andelsmessige forbilder.

Den tekniske effektiviteten er forholdet mellom faktisk produktivitet og optimal produktivitet. En DMU er teknisk effektiv ($TE = 1 = 100\%$) dersom den ligger på produksjonsfronten, og produserer så mye output som mulig gitt en viss mengde input eller minimerer mengden input gitt en viss mengde output.

Teknisk effektivitet i inputorientering:

$$TE_I = \frac{\frac{y}{x}}{\frac{y}{x^*}} = \frac{x^*}{x} \leq 1 \quad (3)$$

Teknisk effektivitet i outputorientering:

$$TE_O = \frac{\frac{y}{x}}{\frac{y^*}{x}} = \frac{y}{y^*} \leq 1 \quad (4)$$

Den tekniske effektiviteten er enkel å beregne på denne måten i situasjoner med en input og en output. Dersom man øker antallet innsatsfaktorer eller sluttprodukter i en og samme produksjon er ikke dette lenger like enkelt. Det må finnes en metode som aggregerer input og output. Denne problematikken kan for eksempel løses ved hjelp av DEA (Data Envelopment Analysis). Dette vil senere gjennomgås i kapittel 3 (se 3.3 om DEA).

Dersom prisinformasjon på innsatsfaktorer er tilgjengelig kan man måle så kalt kostnadseffektivitet (CE). Farrell (1957) definerte dette som et produkt av teknisk effektivitet (TE) og priseffektivitet/allokeringseffektivitet (AE):

$$CE = TE \times AE \quad (5)$$

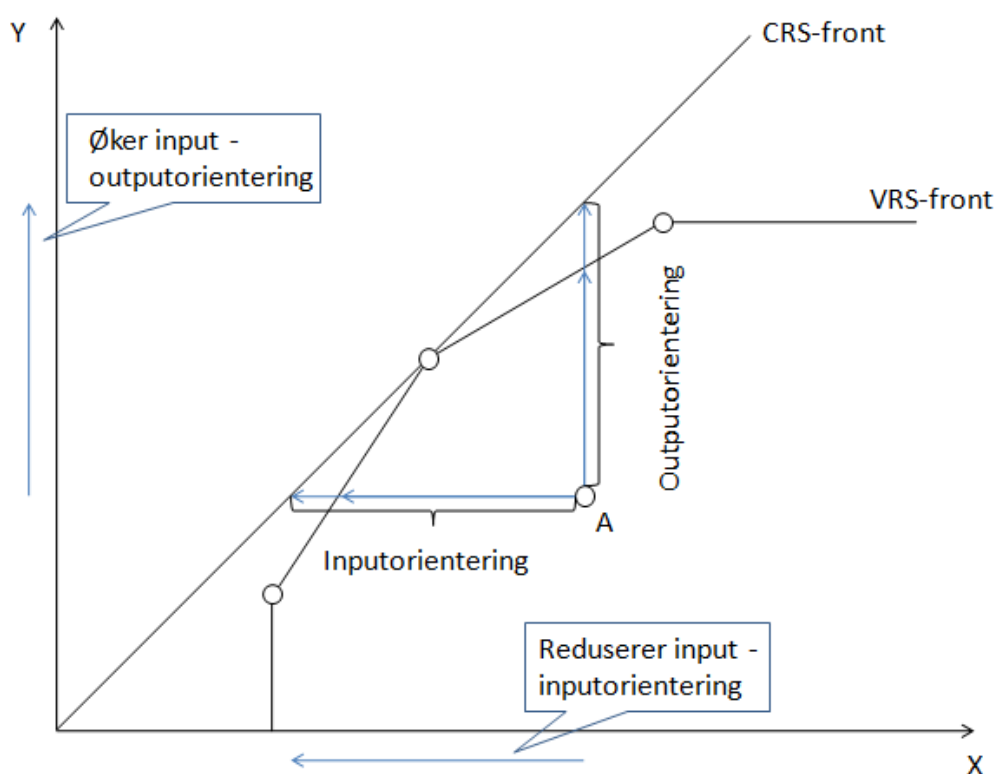
3.2.3 Input- og outputorientering

Maksimal profitt bør være enhver bedrifts langsiktige mål for å kunne overleve i markedet. Dette gjøres ved enten å øke total salgsinntekt eller minske kostnader i produksjon. Dersom man ikke fokuserer på dette vil det være mulig for konkurrenter å gjøre det bedre, og derav ha bedre overlevelsessevne.

For å effektivisere produksjonen i en produksjonsenhet kan man gjøre en rekke tiltak som enten a) reduserer mengden input eller b) øker mengden output, begge et par i en effektivitetsanalyse. Slike tiltak vil kunne være å redusere sløsing som følge av unøyaktighet eller øke produksjonsmengden ved å utnytte ressursene på en bedre måte. Sistnevnte kan være f. eks. kjøp av ny produksjonsteknologi.

Dersom en produsent har begrenset tilgang til innsatsfaktorer, vil det være i driftens interesse å produsere så mye som mulig med gitte begrensninger. I forbindelse med en effektivitetsanalyse vil dette kalles outputorientering. I motsatt tilfelle kan en produsent være begrenset av kvoter som setter en grense for hvor mye som er lov å produsere. I dette tilfellet vil det være ønskelig å minimere bruken av innsatsfaktorer, men likevel produsere så mye som er lov. Dette kalles inputorientering.

Figur 3-3 viser forskjellen mellom input- og outputorientering grafisk. CRS (Constant Return to Scale) og VRS (Variable Return to Scale) vil forklares under kapittel 3.2.6 om skalaeffektivitet.



Figur 3-3 Input- og outputorientering

I laksefiskproduksjon er det lagt begrensninger på produksjonsvolum gjennom konsesjoner. Dette gjør det hensiktsmessig å benytte en inputorientering i denne oppgavens analyser. Slik vil man kunne belyse et forbedringspotensial i effektiviteten gjennom å se på forbruket av innsatsfaktorer.

3.2.4 Produksjonsteknologi

For å beskrive situasjoner med flere input og flere output kan teknologien bak produksjonen forklares ved hjelp av teknologisetten (S). Dette kalles sett-teori og går ut på å finne det minste input-settet til et gitt output-sett i inputorientering, basert på produksjonsmulighetsområdet (PMO). I outputorientering finnes det største output-settet til et gitt input-sett.

Teknologisetten S er gitt ved (Färe & Primont, 1995):

$$S = \{(x, y) : x \text{ kan produsere } y\} \quad (6)$$

Her har man en inputvektor $x = (x_1, \dots, x_N)$ og en outputvektor $y = (y_1, \dots, y_M)$. Teknologisetten beskrives altså ved at et gitt input-sett maksimerer outputmengden så lenge x kan produsere y , eller ved at et gitt output-sett minimerer inputmengden så lenge x kan produsere y .

Teknologisetten S deles videre opp i et output- eller input-sett. Teknologisetten til output er gitt ved:

$$P(x) = \max \{y : x \text{ kan produsere } y\} = \{y : (x, y) \in S\} \quad (7)$$

Teknologisetten til input er gitt ved:

$$L(y) = \min \{x : x \text{ kan produsere } y\} = \{x : (x, y) \in S\} \quad (8)$$

3.2.5 Distansefunksjoner

Distansefunksjoner gjør det mulig å måle effektivitet og produktivitet med flere input og output ved å beskrive teknologien. Dette kan gjøres uten antagelser om kostnadsminimering eller profittmaksimering. Malmquist (1953) og Shephard (1953) introduserte hver for seg teori om distansefunksjoner. (Coelli, et al., 2005)

I outputorientering beskriver distansefunksjonen teknologien ved hjelp av en maksimal proporsjonal økning av outputvektoren, gitt en inputvektor. Output distansefunksjon med outputsettet $P(x)$ er gitt ved (Färe & Primont, 1995):

$$D_o(x, y) = \min \{\delta : (y / \delta) \in P(x)\} \quad (9)$$

I inputorientering beskriver distansefunksjonen teknologien ved hjelp av en minimal proporsjonal minskning av inputvektoren, gitt en outputvektor. Input distansefunksjon med inputsettet $L(y)$ er gitt ved (Färe & Primont, 1995):

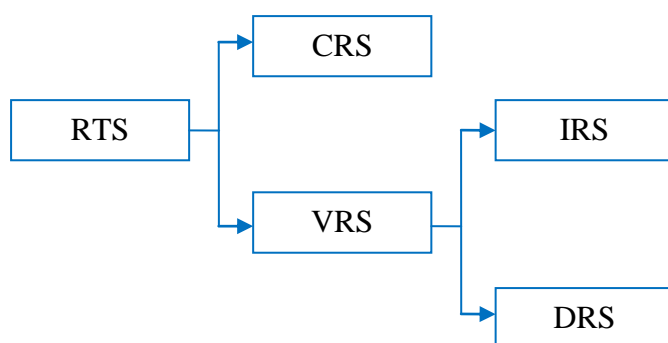
$$D_i(x, y) = \max \{ \rho : (x/\rho) \in L(y) \} \quad (10)$$

Distansefunksjoner er det inverse av Farrells beregning av TE:

$$D_i(x, y) = \frac{1}{TE_i} \quad (11)$$

3.2.6 Skalaeffektivitet

En bedrifts produksjonsstørrelse kan ha mye å si for lønnsomheten. Høy produksjonskapasitet og full utnyttelse av den betyr ikke nødvendigvis optimalt produksjonsvolum (skala). Det kan være mer lønnsomt å redusere produksjonsvolumet (nedskalere) og dermed øke effektiviteten i bedriften. På den andre siden kan også en bedrift produsere mindre enn optimal skala. Da vil det kunne lønne seg å øke produksjonsvolumet (oppskalere). Skalaeffektivitet (SE) sier noe konkret om hvordan størrelsen på bedriftens produksjon påvirker effektiviteten. Skalautbyttet (RTS – Return To Scale) deles opp i variabelt og konstant. Variabelt skalautbytte deles igjen opp i økende og avtagende skalautbytte (Banker, Charnes, & Cooper, 1984). Skalautbyttet sier noe om hvor mye en proporsjonal økning i alle inputs, vil øke output.



Figur 3-4 Skalautbytte

CRS (Constant Returns to Scale) er konstant skalautbytte. Dette gjør størrelsen på bedriftens produksjon ubetydelig for effektiviteten, da økt eller redusert mengde input gir en

proporsjonal endring i output. CRS-fronten har derfor en lineær form og lar alle enheter sammenlignes uavhengig av størrelse. Dette kan gi et feil bilde med mindre enhetene i analysen har tilnærmet lik produksjonsstørrelse. Dersom man øker input med en andel k kan CRS matematisk skrives som:

$$f(kx) = kf(x) \tag{12}$$

Dette gir en proporsjonal økning i output.

VRS (Variable Return to Scale) er variabelt skalautbytte, og gir i motsetning til CRS, størrelsen på bedriften betydning for effektiviteten. Her vil man lettere kunne identifisere hvem som produserer i liten og stor skala og evt. sammenligne dem med likesinnede størrelser.

MPSS (Maximum Productive Scale Size) er punktet for optimal skala (Banker, et al., 1984). I dette punktet tangerer CRS- og VRS-fronten, og enheten må være effektiv med tanke på både VRS og CRS.

IRS (Increasing Return to Scale) er økende skalautbytte. Dette betyr at produksjonen er for lav i forhold til optimal skala (MPSS), og det vil dermed lønne seg å øke produksjonsvolumet (oppskalere). Dersom man øker input med en andel k kan IRS matematisk skrives som:

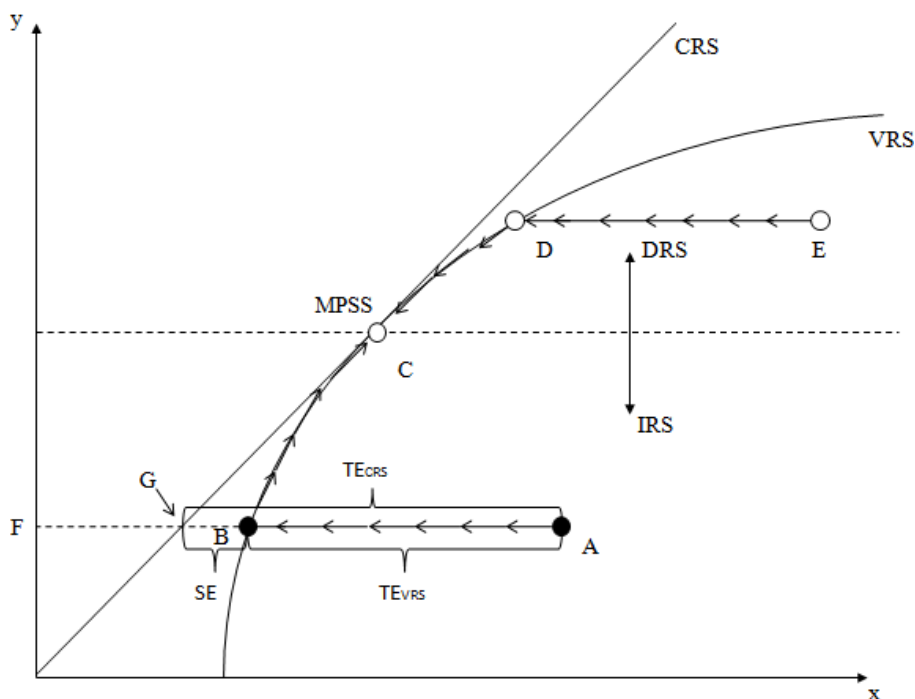
$$f(kx) < kf(x) \tag{13}$$

Dette gir en større økning i output enn i input.

DRS (Decreasing Return to Scale) er avtagende skalautbytte. I slike tilfeller er produksjonen for høy i forhold til den optimale skalaen (MPSS), og det vil lønne seg å redusere produksjonsvolumet (nedskalering). Dersom man øker input med en andel k kan DRS matematisk skrives som:

$$f(kx) > kf(x) \tag{14}$$

Dette gir en lavere økning i output enn i input.



Figur 3-5 Skalaegenskaper

Figur 3-5 viser de ulike skalaegenskapene grafisk. Punkt E er ineffektiv og har for stor skala i sin produksjon (DRS). Punkt D er effektiv, men har også for stor skala (DRS). Punkt A er på lik linje med punkt E ineffektiv, men har på sin side for liten skala i produksjonen (IRS). Punkt B er effektiv, men har også for liten skala (IRS). I figuren fremkommer det at det er forskjell på TE i CRS (TE_{CRS}) og TE i VRS (TE_{VRS}). Dette kommer av at variabelt skalautbytte gjør det mulig å separere TE og SE. Punkt C ligger både på CRS- og VRS-fronten, og har dermed optimal skala i sin produksjon (MPSS). Denne enheten er skala- og teknisk effektiv.

Produktet av TE_{VRS} og SE er det samme som TE_{CRS} :

$$TE_{CRS} = TE_{VRS} \times SE \quad (15)$$

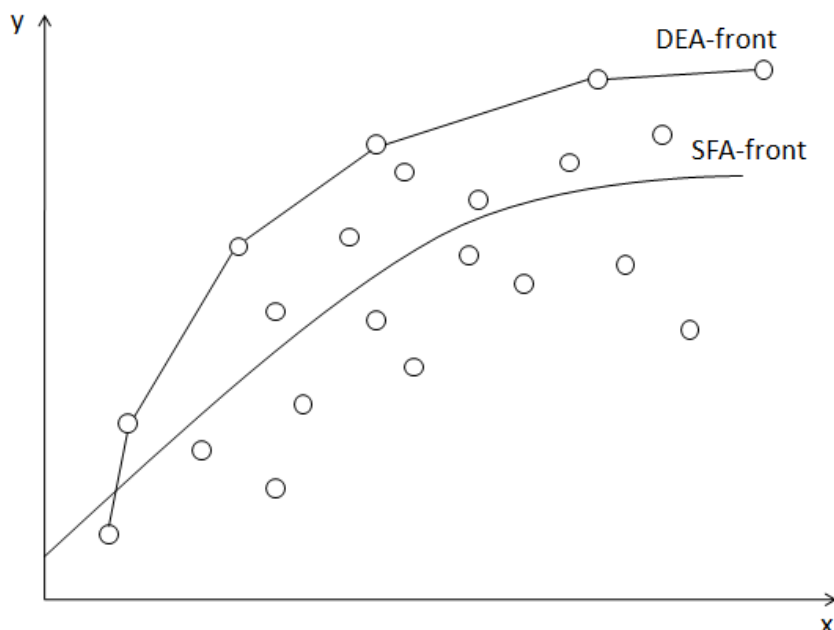
Denne kan videre omformes for å finne SE (for punkt A, B, G og F, se Figur 3-5):

$$SE = \frac{TE_{CRS}}{TE_{VRS}} = \frac{\frac{FG}{FA}}{\frac{FB}{FA}} \quad (16)$$

TE_{CRS} refereres ofte som totaleffektivitet. Bedriftens produksjonsstørrelse blir ikke tatt hensyn til under forutsetningen om CRS, men analysen viser om bedriftens skala er optimal (CRS), for liten (IRS) eller for stor (DRS) ved hjelp av kopieringsfaktoren λ (gjennomgås i kapittel 3.3.1. om CCR-modellens duale formulering). Det er derfor viktig i tillegg å kunne finne TE_{VRS} , som også er kalt ren teknisk effektivitet. Slik vil man kunne finne tallstørrelsen SE ved hjelp av (16).

3.3 Data Envelopment Analysis (DEA)

Det er utviklet flere metoder for å måle effektivitet. Blant disse finnes Data Envelopment Analysis (DEA) og Stochastic Front Analysis (SFA). DEA eller *omhyllingsanalyse* er en ikke-parametrisk metode som måler beslutningsenheters relative effektivitet. Dette betyr at metoden baserer seg på virkelige målinger i en bestemt populasjon. I motsetning til DEA er SFA en parametrisk metode, som baserer seg på statistiske målinger og teorier (Coelli, et al., 2005). Figur 3-6 viser resultatet av disse to analysemetodene grafisk. DEA innhyller et produksjonsmulighetsområde (PMO), mens SFA baserer seg på et statistisk utfall som viser hvor gjennomsnittet ligger.



Figur 3-6 Deterministisk (DEA) og stokastisk (SFA) estimering av front

I denne oppgaven skal jeg sammenligne ineffektive lakseprodusenter med de beste, finne forbedringspotensial og eventuelle stordriftsfordeler. SFA er en parametriske modell og krever derfor en funksjonell form (produktfunksjon) for å løse disse problemstillingene, noe som kan være umulig å komme frem til. DEA er som tidligere skrevet, en ikke-parametriske modell og krever dermed ikke at man setter en funksjonell form. Metoden har derfor en stor fordel fremfor SFA, og jeg vil derfor benytte meg av DEA og teorien rundt for å besvare en del av denne oppgavens problemstillinger.

I DEA blir bedriftene eller de enhetene som analyseres ofte kalt DMU (Decision Making Unit). En slik DMU kan være en hel bedrift, en avdeling, en ideell organisasjon uten lønnsomhetsmål eller andre beslutningsenheter man ønsker å analysere. Videre i oppgaven vil jeg benytte betegnelsen DMU som en laksefiskprodusent.

DEA-metoden har sitt opphav i Farrells (1957) teorier. Han foreslo å beregne effektiviteten ved hjelp av vektorer og matriseregning, men dette viste seg ubrukelig i virkeligheten. Det var først i 1978 at Charnes, Cooper og Rhodes (CCR) utviklet den første DEA-modellen som et brøkprogrammeringsproblem. Denne kunne videre omformes til et lineært programmeringsproblem (LP-problem).

Effektiviteten i tilfeller med flere inntasfaktorer eller sluttprodukter i samme produksjon kan løses ved hjelp av DEA-metoden. Analysen baserer seg på et innsamlet datasett, hvor alle

DMU'ene må ha et likt antall og like typer innsatsfaktorer og sluttprodukter. Ved hjelp av beregninger basert på matematiske formler (se 3.3.1 om CCR-modellen og 3.3.2 om BCC-modellen) dannes en visuell front som viser produksjonsmulighetsområdet (PMO). Langs denne fronten ligger de beste observerte DMU'ene.

Det beregnede resultatets nytteverdi er avhengig av blant annet antallet DMU'er. Veldig få observasjoner kan gi et feilaktig bilde og vil egne seg dårlig til sammenligning. For mange variabler øker også sannsynligheten for redusert sammenlignbarhet. I denne oppgaven vil det tas utgangspunkt i et datasett med over 100 DMU'er, med like typer av uavhengige variabler.

De mest effektive DMU'ene i en slik analyse vil danne en "best practice"-front. Dette betyr ikke at de utnytter sine ressurser optimalt, men at de er blant de beste i markedet. Det vil fortsatt kunne være rom for forbedringer. DEA er en deterministisk metode og gir derfor rom for at feilregistreringer kan forekomme. Slike feil kan ha betydelig innvirkning på resultatet ved at noen DMU'er fremstår som veldig gode eller veldig dårlige. De kan derav feilaktig være med å danne fronten eller trekke ned gjennomsnittet. For å unngå et slikt utfall vil datasettet som benyttes i en DEA-analyse bli rensset på forhånd (se 4.5 om rensing av data).

Selv om DEA er en ikke-parametrisk metode som ikke krever en funksjonell form, stilles det likevel en del forutsetninger (aksiomer) til produksjonsteknologien:

1. Alle observerte kombinasjoner av input og output er gyldig. Så lenge y kan produseres av x , er alle sammensetninger av input og output (x, y) mulige.
2. Produksjonsmulighetsområdet (PMO) er konvekst. Så lenge (x^A, y^A) og (x^B, y^B) er mulig, så vil også et vektet gjennomsnitt av disse være mulig.
3. Det er mulig å sløse med input (free disposability). Dersom (x^*, y^*) er mulig, så vil for enhver $x \geq x^*$ også (x, y^*) være mulig.
4. Det er mulig å produsere færre output enn det optimale med gitt mengde input. Dersom (x^*, y^*) er mulig, vil for enhver $y \leq y^*$ også (x^*, y) være mulig.
5. Under forutsetningen om konstant skalautbytte (CRS) er skalering gyldig. Dersom (x, y) er mulig, vil også (kx, ky) for enhver $k \geq 0$ være mulig.

3.3.1 CCR-modellen

Den første DEA-modellen ble utviklet av Charnes, Cooper og Rhodes (1978), heretter kalt CCR³, som et brøkprogrammeringsproblem (LP-problem). Dette var en videreutvikling av Farrells (1957) teorier, som gjorde beregningen av effektivitet ved flere input og output mulig. (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978)

Et LP-problem har både en primal- og en dualformulering. Dualen er det motsatte av primalen, men begge to gir likt resultat gjennom en effektivitetsscore. Dualen gir derimot tilleggsopplysninger om referansesettet til de ineffektive DMU'ene.

CCR multiplikatormodellen (primalen) i inputorientering:

$$\text{Max} \quad h_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \quad (17)$$

$$\text{St.} \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \quad (18)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \quad (19)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (20)$$

Primalen i inputorientering er et maksimeringsproblem som vist i (17). Her er h_0 effektivitetsscoren til den aktuelle DMU'en man analyserer (analyse-DMU). Maksimeringsproblemet følger videre av 3 restriksjoner (18) – (20) hvor v_i er en vektor for input i ($i = 1, \dots, m$) og u_r er en vektor for output r ($r = 1, \dots, m$). I analysen har man j DMU'er, hvor $j = (1, \dots, n)$.

³ For en utdypende redegjørelse av CCR-modellen, se for eksempel Vassdal (2007).

CCR envelopmentmodellen (dualen) i inputorientering:

$$\text{Min} \quad w_0 \quad (21)$$

$$\text{St.} \quad x_{i0} w_0 \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \quad (22)$$

$$y_{r0} \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \quad (23)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (24)$$

Dualen er et minimeringsproblem som vist i (21). Her er w_0 effektivitetsscoren til analyse-DMU'en og nedskaleringfaktoren til input. Også minimeringsproblemet er fulgt av 3 restriksjoner (22) – (24), men ulikt fra primalen vises en λ_j som er en kopieringsfaktor for input og output. Dersom $\lambda_j > 1$ har DMU'en avtagende skalautbytte (DRS), $\lambda_j < 1$ gir økende skalautbytte, mens $\lambda_j = 1$ viser en skalaeffektiv DMU (MPSS).

3.3.2 BCC-modellen

CCR-modellen forutsetter konstant skalautbytte (CRS), og tar dermed ikke hensyn til bedriftens produksjonsstørrelse. Slik vil det ikke være mulig å beregne bedriftens skalaeffektivitet (SE). CCR-modellen ble derfor videre utviklet til å kunne analysere ulike typer av skalaøkonomi av Banker, Charnes og Cooper (1984), heretter kalt BCC⁴. Dermed ble det mulig å skille ren teknisk effektivitet og skalaeffektivitet fra hverandre i DEA. (Banker, et al., 1984)

Referansepunktet på fronten er ikke uavhengig av størrelse (som i CCR). En opp- eller nedskalering vil derfor føre til at DMU'en havner utenfor produksjonsmulighetsområdet (PMO). Dette gjør en opp- eller nedskalering ugyldig i BCC-modellen. På grunn av dette la BCC derfor til en ekstra restriksjon i CCR-modellen.

⁴ For en utdypende redegjørelse av BCC-modellen, se for eksempel Vassdal (2007).

BCC envelopmentmodellen (dualen) i inputorientering har kun en tilleggsrestriksjon til CCR-modellen:

$$\text{St.} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (25)$$

Denne restriksjonen sier at summen av alle λ_j skal være lik 1. Slik forhindres opp- og nedskalering, da alle sammenligningspunkter nå må være konvekse kombinasjoner av virkelige observasjoner.

3.3.3 Slakk og Pareto-effektivitet

En av forutsetningene til produksjonsteknologien i en DEA-analyse er at sløsing tillates. Dette kalles slakk (S) og betyr at man bruker en større mengde av inputs for å produsere en gitt mengde output. Det samme gjelder output hvor slakk forekommer dersom man produserer en mindre mengde enn en gitt mengde inputs tilsier. Slakk er dermed differansen mellom referanseenheten og det faktiske referansepunktet.

Beregning av slakk i output (S_r^+) er gitt ved:

$$S_r^+ = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - y_{r0} \quad (26)$$

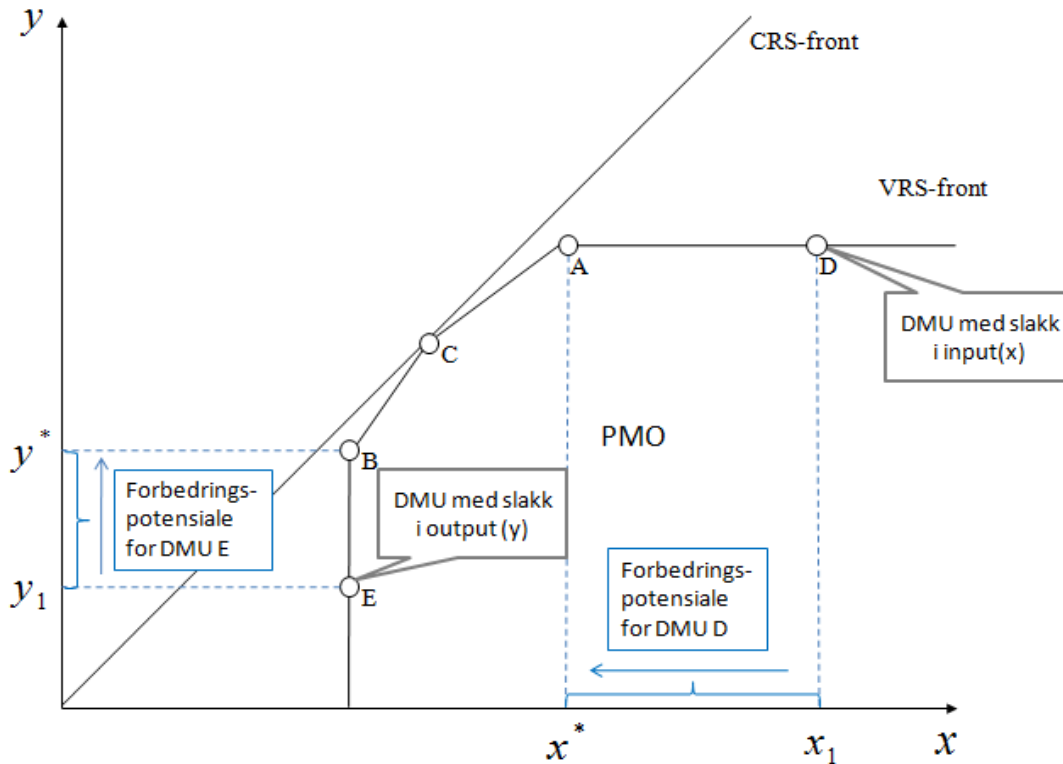
Beregning av slakk i input (S_i^-) er gitt ved:

$$S_i^- = w_0 x_{i0} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \quad (27)$$

Her er w_0 den maksimale nedskaleringen (proporsjonalt) av observert input.

Figur 3-7 viser slakkproblematikken grafisk i et tilfelle med en input og en output. Punkt A – E ligger alle på fronten, men punkt D og E har slakk i henholdsvis input og output. Grafisk vises dette ved at punkt D kan redusere sin inputmengde (x_1) uten å endre på mengden output. Ved å redusere inputmengden til det samme som punkt A (x^*) vil punkt D bli såkalt Paretooptimal eller Paretoeffektiv. Paretooptimalitet har man så lenge det ikke er mulig å endre mengden input eller output uten å havne utenfor produksjonsmulighetsområdet (PMO). Dette gjelder også for punkt E som kan øke mengden output (y_1) uten å endre mengden input.

Slik figuren viser er det kun punkt A, B og C som er Paretoeffektiv. Punkt D og E kan endre enten input eller output og er derfor ikke Paretoeffektiv.



Figur 3-7 Slakk

3.4 Produktivitetsendringer

For å beregne produktivitetsendringer over tid benyttes ofte indekser som sammenligner flere perioder. En indeks kan for eksempel se slik ut (Coelli, et al., 2005):

$$\pi_1 = \frac{\sum_{r=1}^s p_{r1} y_{r1}}{\sum_{i=1}^m w_{i1} x_{i1}} \tag{28}$$

$$\pi_2 = \frac{\sum_{r=1}^s p_{r2} y_{r2}}{\sum_{i=1}^m w_{i2} x_{i2}}$$

I (28) er π_1 og π_2 produktiviteten til DMU 1 og 2 eller i periode 1 og 2 for samme DMU. Variablene p og w er prisen på henholdsvis output r og input i . Ved å dividere π_2 på π_1 finner man produktivitetsendringen mellom 1 og 2. (Coelli, et al., 2005)

Andre kjente produktivetsindekser er Malmquist Produktivetsindex, Fishers indeks og Tornquist Produktivetsindeks. Videre i oppgaven vil jeg benytte DEA og Malmquist Produktivetsindeks fordi de ikke krever informasjon om priser.

3.5 Malmquist Produktivetsindeks (MPI)

Ved hjelp av Malmquist Produktivetsindeks⁵ kan man måle produktivetsutvikling over tid. Denne metoden ble utviklet videre av Caves, Christensen og Diewert (1982) (CCD) til produksjonsteori, men hadde sitt opphav i Malmquist (1953) som i sin tid foreslo å benytte indifferenskurver (Malmquist, 1953). CCD benyttet derimot avstandsfunksjoner med input- eller outputorientering.

Produktivetsindeks (M) for output _{r} i periode t :

$$MPI_{CCD1}^o = \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \quad (29)$$

Her måles observasjoner (x, y) fra periode t og $t+1$ mot fronten i periode t .

Produktivetsindeks (M) for output _{r} i periode $t+1$:

$$MPI_{CCD2}^o = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (30)$$

Her måles observasjoner fra periode t og $t+1$ mot fronten periode $t+1$.

⁵ For en dypere redegjørelse av Malmquist Produktivetsindeks, se for eksempel Vassdal (2007)

Produktivitetsindeks (M) for input_i i periode t:

$$MPI_{CCD1}^t = \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \quad (31)$$

Her måles observasjoner (x, y) fra periode t og t+1 mot fronten i periode t.

Produktivitetsindeks (M) for input_i i periode t+1:

$$MPI_{CCD2}^t = \frac{D^{t+1}(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \quad (32)$$

Her måles observasjoner (x, y) fra periode t og t+1 mot fronten i periode t+1.

Periode t og t+1 er altså to perioder som sammenlignes. Ved å ta utgangspunkt i et baseår t kan man sammenligne med periode t+/-n hvor n er antall perioder frem eller tilbake i tid.

For å finne produktivitetsindeksen (M) mellom disse periodene tar man gjerne et geometrisk snitt:

$$MPI = \sqrt{MPI_{CCD1} \times MPI_{CCD2}} \quad (33)$$

Dersom man ikke har kjennskap til parametrene i produktivitetsindeksene er det umulig å finne en løsning. Ved hjelp av DEA-metoden kan produktivitetsindeksen til CCD derimot løses som et LP-problem. Dette ble presentert av Färe, Grosskopf, Lindgren og Roos (1989) som Adjacent Malmquist Productivity Index. De antok at teknologisetet (fronten) tilfredsstilte konstant skalautbytte (CRS).

$$MPI_{t,t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{D_t^t(x^t, y^t)}{D_t^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_t^{t+1}(x^t, y^t)}{D_t^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (34)$$

Videre kan produktivitetsindeksen skrives som:

$$\begin{aligned}
 MPI_{t,t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) &= \underbrace{\frac{D_i^t(x^t, y^t)}{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}}_{\text{Catch-up effekt}} \times \underbrace{\left[\frac{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_i^{t+1}(x^t, y^t)}{D_i^t(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}}_{\text{Frontendring}} \quad (35) \\
 &\qquad\qquad\qquad \text{MC} \qquad\qquad\qquad \text{MF}
 \end{aligned}$$

Eller som:

$$MPI = MC \times MF \quad (36)$$

Denne metoden gir mer informasjon fordi den kan dekomponeres til en ”catch-up”-effekt (MC) og en frontendring (MF). MC forteller i hvilken grad de ineffektive har tatt igjen de effektive (fronten) fra periode t til periode t+1. MF forteller om fronten i periode t+1 har skiftet utover ($MF > 1$), innover ($MF < 1$) eller er uendret ($MF = 1$).

4 Datamateriale

Denne oppgaven vil basere seg på sekundære tverrsnitt- og tidsseriedata fra Fiskeridirektoratets lønnsomhetsmålinger. Alle oppdrettsanleggene er pålagt å innrapportere fôrforbruk, forbrukte arbeidstimer, temperatur, andre driftskostnader, fiskebeholdning, uttak av fisk med mer. Disse registreringene er samlet i årlige datasett.

4.1 Populasjon

Datasettet fra Fiskeridirektoratet er anonymisert, og kan derfor ikke deles opp i regioner eller si noe om avstanden til oppdrettsanlegg med samme eier. Det er også en svakhet med datasettet at enkelte konsern (flere konsesjoner) leverer totale tall, mens andre leverer inn tall direkte fra datterselskapsnivå (Fiskeridirektoratet, 2001).

4.2 Konsesjoner

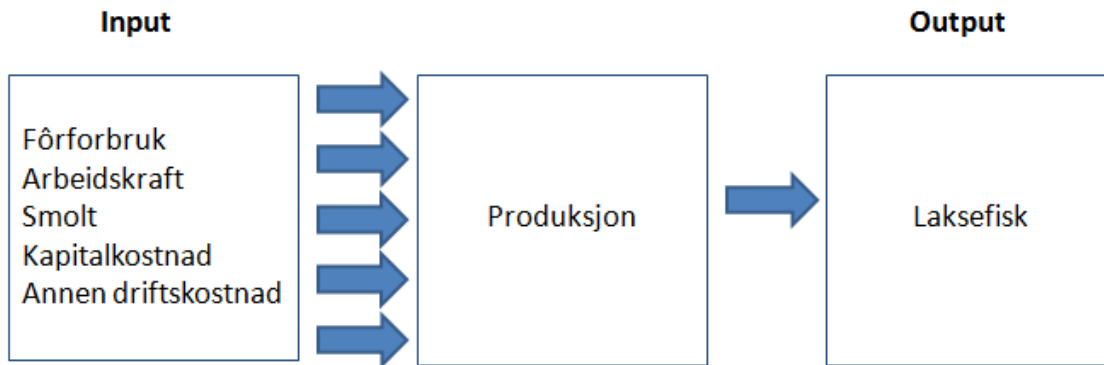
Problemstillingen i denne oppgaven er blant annet å søke svar på om produksjonsvolumet hver konsesjonseier produserer etter gir stordriftsfordeler etter innføringen av MTB. Det er gitt opplysninger om antallet konsesjoner pr. laksefiskprodusent frem til og med 2004 i datasettet som benyttes i denne oppgaven. Senere år er kun produksjonstallene gjort synlig. Ved å beregne gjennomsnittlig produksjonsvolum pr. konsesjon i en periode før 2004 kan man anslå et ca antall konsesjoner pr. laksefiskprodusent i årene 2004 – 2006. I en beregning gjort i perioden 2000 – 2003 fant jeg at laksefiskprodusentene gjennomsnittlig produserer 712 tonn laksefisk pr. konsesjon. For å måle eventuelle stordriftsfordeler deles laksefiskprodusentene opp i 4 grupper etter produksjonsvolum/antallet konsesjoner, som vist i Tabell 4-1:

	Produksjonsvolum	Tilsvarende ca antall konsesjoner
Gruppe 1	0 - 1500 tonn	1 - 2
Gruppe 2	1501 - 4000 tonn	3 - 5
Gruppe 3	4001 - 8000 tonn	5-10
Gruppe 4	> 8000 tonn	> 10

Tabell 4-1 Gruppering av produksjonsvolum pr. laksefiskprodusent for beregning av stordriftsfordeler.

4.3 Variabelspesifikasjon

Variablene som benyttes i analysen er innsatsfaktorer og ferdig produkt. I laksefisknæringen er det hovedsakelig fôr, arbeidskraft og smolt som er innsatsfaktorer, altså input (x). Dette er størrelser målt i f. eks. penger (kostnader), kg eller tonn, antall osv. I analysen vil det også inngå kapitalkostnad og annen driftskostnad som innsatsvariabler.



Figur 4-1 Input- og outputvariabler

Datasettet som benyttes i denne oppgaven inneholder som tidligere skrevet en rekke regnskapstall. I DEA- og MPI-analyser benyttes tall som oppstår i en eller flere gitte perioder. I denne oppgaven benyttes årlige perioder, og det vil derfor være nødvendig å gjøre enkelte beregninger for å nyttiggjøre denne informasjonen.

I analysemetoder som DEA og MPI vil priser på innsatsfaktorer kunne påvirke effektiviteten på en misvisende måte. Dette er fordi alle bedrifter står fritt til å kunne gjøre egne innkjøpsavtaler, og derav forhandle seg frem til bedre priser enn andre. Det vil da se ut som en produsent har lavere totale kostnader på en innsatsfaktor sammenliknet med andre, og derav få en feilaktig god effektivitetsscore. Dette vil være typisk i situasjoner med stordriftsfordeler, hvor kvantumsrabatt kan gjøre innkjøpsprisen lavere. På den andre siden kan man argumentere for at prisene bør være med i analysen, da prisforhandlingen er en del av driftsprosessen. I dette tilfellet mener jeg det blir riktig å benytte mengdedata så langt det lar seg gjøre. Dette er fordi det er stor variasjon i produksjonsstørrelsen til de ulike laksefiskprodusentene og fordi jeg i denne oppgaven ønsker å se på effektiviteten i selve produksjonen av laksefisk. For å unngå dette problemet er det ønskelig å benytte mengdedata i DEA- og MPI-analysen. Slik utelukker man at prisene får innvirkning på faktorene.

4.3.1 Input

Inputvariabel 1: Fôrforbruk

Den største kostnaden i laksefiskproduksjon er fôr, og utgjør mellom 50 og 60 % av de totale kostnadene. Det vil kunne utgjøre stor forskjell på effektivitetsscoren å bruke en større mengde fôr enn de beste DMU'ene, og det er derfor viktig å kontrollere forbruket. I datasettet er størrelsen på de ulike produsentene forskjellige. En større bedrift vil kunne dra fordel av stordrift gjennom kvantumsrabatter, og av den grunn redusere fôrkostnadene pr. kg laksefisk. Ved å bruke fôrkostnad som en innsatsfaktor vil mindre produsenter få dårligere effektivitetsscore selv om de utnytter fôret på samme måte som de store produsentene. I analysene er det derfor nødvendig å benytte fôrmengde forbrukt i perioden, og finnes som vist i formel:

$$\text{IB fôrlager 1.1} + \text{fôrkjøp} - \text{UB fôrlager} \quad (37)$$

I datasettet er inngående (IB) og utgående (UB) varebeholdning, samt fôrkjøp i perioden oppgitt. Tabell 4-2 viser en oversikt over gjennomsnittlig, maksimal og minimal fôrmengde brukt pr. kg produsert laksefisk. Tallene varierer lite fra år til år i hele perioden 2001 – 2006. Dette øker påliteligheten til disse observasjonene og det er lite som tilsier at det finnes mye feilregistreringer i denne variabelen.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Gjennomsnitt	1,233	1,232	1,269	1,248	1,233	1,226
Standardavvik	0,187	0,195	0,245	0,194	0,194	0,183
Minimum	0,691	0,803	0,509	0,611	0,529	0,723
Maksimum	1,799	2,010	2,310	1,776	1,960	1,880

Tabell 4-2 Gjennomsnittlig, minimum og maksimum fôrforbruk i kg pr. kg laksefisk, samt standardavvik.

Inputvariabel 2: Arbeidskraft

Arbeidskraft er en viktig innsatsfaktor som kan ha stor påvirkningskraft på effektiviteten i enhver bedrift. Antall arbeidstimer pr. produserte kg laksefisk kan si noe om effektiviteten til de ansatte i produksjonen av laksefisk. Fra laksefisknæringen er det innrapportert total lønnskostnad og betalte og ikke betalte arbeidstimer pr. år. Ved å beregne gjennomsnittlig

lønn pr. arbeidstime pr. produsent kan man avsløre påliteligheten til informasjonen om timeantallet.

Tabell 4-3 viser minimums og maksimumsverdier fra denne beregningen, og avslører et stort spenn i den gjennomsnittlige timelønnen. Dette gir grunn til å tro at innrapporteringen av antall benyttede timer fra noen produsenter er basert på antakelser eller er direkte feil.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Gjennomsnitt	212,497	215,369	216,063	228,079	250,430	269,858
Standardavvik	71,906	65,176	68,691	69,902	82,101	82,859
Minimum	45,355	47,476	19,270	68,994	97,317	105,953
Maksimum	497,238	445,488	377,333	428,921	609,766	531,221

Tabell 4-3 Gjennomsnittlig, minimum og maksimum lønnskostnader i kroner pr. arbeidstime, samt standardavvik. Nominelle tall.

En veldig lav timelønn kan indikere at det er innrapportert feilaktig mange timer, eller at en arbeider jobber mer enn fastlønnen dekker. Sistnevnte kan f. eks. være at en eier selv jobber veldig mye, men ikke tar ut lønn for alt arbeidet. Dersom timelønnen er veldig høy kan dette tyde på at det er innrapportert for få timer i forhold til det som er reelt, at en arbeider får betalt for timer som ikke utføres, men må gjøres av en annen eller at en arbeider har meget høy timelønn sammenlignet med gjennomsnittet.

Store variasjoner som dette vil kunne gi uheldig utslag på effektiviteten i en DEA- eller MPI-analyse. Ved å bruke arbeidstimer vil et for lavt antall gi en bedre effektivitetsscore, mens for mange timer reduserer effektivitetsscoren. For å unngå dette problemet benyttes derfor totale lønnskostnader i perioden. Tabell 4-4 viser gjennomsnittlig, minimums og maksimumskostnader pr. kg laksefisk.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Gjennomsnitt	1,482	1,438	1,324	1,310	1,313	1,420
Standardavvik	0,682	0,763	0,497	0,547	0,591	0,840
Minimum	0,158	0,114	0,091	0,260	0,373	0,327
Maksimum	6,090	5,877	3,356	2,935	3,535	5,560

Tabell 4-4 Gjennomsnittlig, minimum og maksimum lønnskostnad i kroner pr. kg laksefisk, samt standardavvik. Nominelle tall.

Lønnskostnader er reviderte regnskapstall, og det antas derfor at påliteligheten er høyere enn innrapporteringen av timeantallet fra laksefiskprodusentene (Revisorloven § 5-1, 1990). En negativ konsekvens av dette valget er at ulike lønnstrinn vil kunne påvirke resultatene i analysene. Til tross for dette vurderer jeg det som mest riktig å benytte totale lønnskostnader i perioden som innsatsfaktor i produksjonen av laksefisk.

Inputvariabel 3: Smolt

Smolt er en viktig innsatsfaktor, men er en liten kostnadspost i laksefiskproduksjon. Allerede 1,5 – 2 år før laksefisken er ferdigprodusert benyttes smolten. Datasettet inneholder ikke en måling av antall eller kg smolt i perioden. På grunn av ulik størrelse og overlevelsessevne, samt vanskeligheter med å måle dette er det mest hensiktsmessig å rapportere den totale smoltkostnaden i perioden.

En konsekvens av å benytte totale kostnader i en DEA- eller MPI-analyse er som tidligere skrevet, at ulike priser kan påvirke effektivitetsscoren på en uheldig måte. I tilfellet med smolt har ulik størrelse og vekt betydning for hvor mye produsentene av laksefisk må betale. Stordriftsfordeler vil også kunne gi fordeler for store bedrifter i form av kvantumsrabatter. Jeg anser det likevel som hensiktsmessig å innlemme smolt som en innsatsfaktor i analysene.

Tabell 4-5 viser en oversikt over gjennomsnittlig, minimums og maksimumskostnader pr. kg produsert laksefisk. Minimumskostnaden var i utgangspunktet lik null alle årene, noe som kunne indikere feilrapporteringer eller at en produsent har avsluttet eller satt produksjonen på hold. Disse observasjonene er fjernet fra datasettet for å øke påliteligheten i resultatet. Minimumskostnadene er fortsatt lave, men jeg har valgt ikke å fjerne dem pga et lavt gjennomsnitt og standardavvik.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Gjennomsnitt	2,489	2,320	2,191	2,344	2,284	2,388
Standardavvik	0,984	0,965	1,133	1,024	0,965	1,310
Minimum	0,566	0,589	0,115	0,500	0,100	0,087
Maksimum	7,548	7,220	9,821	8,380	8,789	7,933

Tabell 4-5 Gjennomsnittlig, minimum og maksimum smoltkostnad i kroner pr. kg laksefisk, samt standardavvik

Videre viser Tabell 4-5 høye maksimumskostnader i forhold til gjennomsnittet. Dette kan skyldes dårlig kvalitet og sykdom, og dermed høyere dødelighet blant smolten. Jeg har valgt ikke å fjerne disse som ekstremobservasjoner, da de senker gjennomsnittet og ikke vil være med å danne effektivitetsfronten i analysene. Dette kommer av at høyere kostnader fører til ineffektivitet.

Inputvariabel 4: Kapitalkostnad

I en bedrift bindes det opp kapital gjennom kjøp av produksjonsutstyr, produksjonslokaler og lignende. Slike eiendeler kan ha en forventet levetid på mange år og kostnadsfordeles derfor gjennom avskrivninger over for eksempel 10 år. En slik investering krever en betydelig utgift ved kjøp, og trenger ikke gi avkastning før flere år senere. Dersom en eiendel er finansiert med lån vil utgiftene komme periodevis gjennom hele eller deler av den forventede levetiden, men med et tillegg av rentekostnader. Kostnaden ved å binde opp kapital på denne måten kalles kapital- eller alternativkostnad og er lik meravkastningen man kunne ha oppnådd ved å plassere kapitalen i et alternativt prosjekt.

”Alternativkosttankegangen er helt fundamental i all økonomisk virksomhet hvor målet er å utnytte de knappe ressursene optimalt ut fra kravet til best mulig lønnsomhet.” (Hoff & Köber, 2002)

Kapitalkostnaden beregnes ved hjelp av følgende formel:

$$\begin{aligned} & \text{Avskrivninger (historisk)} \\ & + \text{rentesats} \times (\text{kontanter} + \text{fordringer} + \text{varelager} \\ & + \text{varige driftsmidler} + \text{finansielle anleggsmidler}) \end{aligned} \quad (38)$$

Alle komponentene med unntak av rentesatsen i dette regnestykket er oppgitt i datasettet. Rentesatsen skal gjenspeile det fremtidige avkastningskravet man kan forvente fra den aktuelle investeringen med bakgrunn i avkastningshistorikken. I dette tilfellet vil jeg benytte gjennomsnittlig totalrentabilitet i laksefisknæringen som et mål på forventet avkastning.

Tabell 4-6 viser den årlige, gjennomsnittlige totalrentabiliteten i laksefisknæringen i perioden 2001-2006 (Fiskeridirektoratet, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006). For hele perioden 2001 – 2006 gir dette en gjennomsnittlig totalkapitalrentabilitet på 9,7 %.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Totalrentabilitet	4,7	-2,6	-3,2	7,6	21,8	30,3

Tabell 4-6 Totalrentabilitet i % i laksefisknæringen perioden 2001 - 2006.

Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelser

Inputvariabel 5: Andre driftskostnader

Andre driftskostnader fra Fiskeridirektoratets datasett omfatter vedlikehold, elektrisitet, leiekostnader, kontorutgifter, reparasjoner og lignende. Dette er kostnader som totalt sett utgjør en viktig del av produksjonskostnadene, men som ikke kan relateres direkte til laksefiskproduksjonen som en inputvariabel. Disse kostnadene er likevel viktige å belyse i en beregning av effektiviteten.

Datasettet inneholder også opplysninger om forsikringskostnader for den enkelte produsent. Dette er en kostnad alle har, men likevel er enkelte registrert uten. Det er grunn til å tro at årsaken til dette ligger i at produsentene selv registrere dette feilaktig under andre driftskostnader. For å unngå dette problemet, velger jeg å legge forsikringskostnadene til andre driftskostnader.

4.3.2 Output

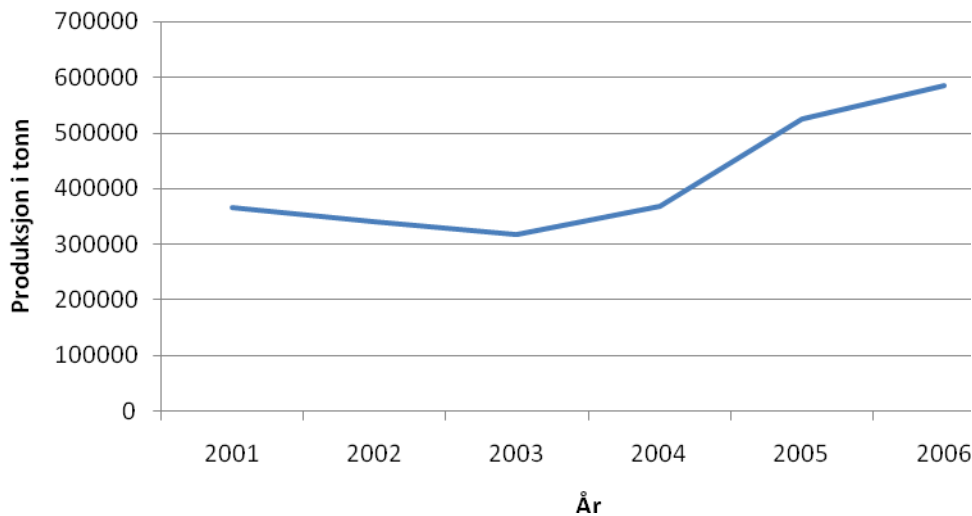
Outputvariabel: Produsert laksefisk

Som output i laksefisknæringen er det naturlig å se på sluttproduktet voksen laks i en analyse. Det er denne variabelen som forteller hvor mye enheten har klart å produsere med sine forbrukte innsatsfaktorer i perioden. Fiskeridirektoratets datasett inneholder produksjonsvolum oppgitt i kg. De benytter en egen formel for å beregne denne mengden:

$$\begin{aligned} & (\text{Solgt mengde (laks og regnbueørret)} + \text{Beholdning av frossenfisk pr. 31.12}) && (39) \\ & + ((\text{beholdning av levende fisk pr. 31.12 (kg)} - \text{beholdning av levende fisk 01.01 (kg)}) / 1,1111) \end{aligned}$$

For å unngå en blanding av ulike vekttyper som levende, rund og sløyd, har Fiskeridirektoratet valgt å regne om levende fisk i rundvekt. Dette er fiskens vekt etter sulting og bløgging. For å komme frem til denne vekten dividerer de den levende fiskens virkelige vekt med en omregningsfaktor på 1,1111.

Figur 4-2 viser produksjonsutviklingen i Norge i perioden 2001 – 2006 omregnet til tonn. Denne er økende, men hadde et fall i perioden 2001 – 2003, da det var dårlige tider for laksefisknæringen (se kapittel 2.4 om lønnsomhet og kostnader).



Figur 4-2 Produksjon av laksefisk i Norge i perioden 2001 - 2006. Oppgitt i tonn.

4.4 Prisjustering

Prisnivået i et land øker over tid på lik linje med at pengeverdien reduseres. Dette gjør at bruttoobservasjoner målt i penger ikke alltid direkte kan sammenlignes. I noen tilfeller må bruttotall gjøres om til nettotall ved hjelp av en indeksjustering basert på konsumprisindeksen. I en DEA-analyse er det ikke nødvendig å justere for denne endringen fordi effektiviteten beregnes for et år av gangen. Ved beregning av Malmquistindeksen må derimot datasettet balanseres med to og to år sammen. Det er derfor nødvendig å justere for denne endringen. I denne oppgaven har jeg valgt å benytte 2001 som et utgangår og deretter justert alle etterfølgende år ned til 2001-nivå. Tabell 4-7 viser en oversikt over totalindeksen og endringene i perioden 2001 – 2006 (SSB).

Datamateriale

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Totalindeks	108,7	110,1	112,8	113,3	115,1	117,7
Endring fra 2001		1,29 %	3,77 %	4,23 %	5,89 %	8,28 %

Tabell 4-7 Totalindeks og prosentvis endring fra 2001 i perioden 2001 - 2006.

Kilde: SSB

4.5 Rensing av data

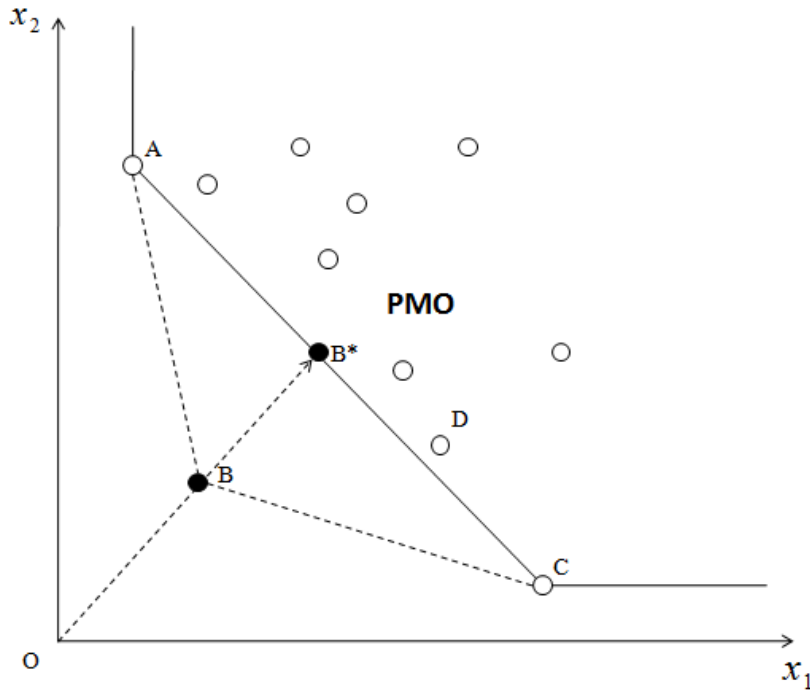
For å sikre et troverdig resultat av en hvilken som helst analyse er det viktig at informasjonen man benytter er representativ for det aktuelle problemområdet. Både primære og sekundære data kan inneholde feilregistreringer og/eller ekstreme data som gir et feilaktig bilde. For å redusere og helst eliminere denne formen for feil i datasettet, kan forskjellige metoder benyttes.

Ekstreme observasjoner eller "outliers" i et datasett er ikke nødvendigvis feil, men det kan være galt å antyde at andre DMU'er bør kopiere disse. Outliers kan oppstå av to årsaker; ulik produksjonsstørrelse og/eller ulik sammensetning av input-variabler. I en DEA-analyse vil dette være enheter som danner en front med stor avstand fra de andre, og derav fremstår som mye bedre. Av forskjellige årsaker som geografi, økonomi, marked og lignende er det ikke mulig eller hensiktsmessig å kopiere en slik produksjonsstørrelse eller sammensetning av input.

Forskjellige metoder kan benyttes for å oppdage outliers. Supereffektivitet er en metode som ble utviklet av Andersen og Petersen (1993). Denne metoden benyttes til å rangere DMU'ene som danner fronten i en DEA-analyse. Jo høyere effektivitetsscore de oppnår, jo høyere opp på listen kommer de. Det vil da være interessant å se på den eller de DMU'ene med høyest score, og vurdere om de ligger for langt fra de andre. Dersom man ikke anser disse outliers'ene som gode rollemodeller for resten av DMU'ene kan de slettes fra datasettet for å danne en ny og riktigere front. Avstanden mellom den veldig gode observasjonen og en ny front vil være supereffektiviteten. (Coelli, et al., 2005; Fried, Lovell, & Schmidt, 2008)

Figur 4-3 viser at DMU B ligger et stykke fra de andre observasjonene. Supereffektiviteten til

DMU B vil være $\frac{OB^*}{OB} \geq 1$.



Figur 4-3 Supereffektivitet

Et datasett kan også inneholde mangler og feilregistreringer. Dersom en DMU rapporterer tall med mangler vil de aktuelle variablene inneholde tallet null. Dette vil ikke analyseverktøyet ta hensyn til, og effektivitetsscoren til denne DMU'en vil bli for god eller for dårlig i forhold til virkeligheten. Dersom den viser seg for god vil den i verste fall være med på å danne fronten, og derav vise et feilaktig bilde av produksjonsmulighetsområdet. Feilregistreringer påvirker også nøkkeltall for hele populasjonen som gjennomsnitt og standardavvik. For å sikre troverdigheten til datasettet må derfor slike DMU'er elimineres fra populasjonen. Figur 2-4 viser et utdrag av datasettet fra 2001 hvor DMU M_0015 har rapportert null smoltkostnader det aktuelle året. Det er derfor nødvendig å fjerne alle observasjonene dette året fra den aktuelle DMU'en.

Datamateriale

DMU	Smoltkost	Fôrforbruk	Lønnskost	Kapitalkostnad	Annen driftkost	Produksjon
M_0009	1131500	825250	735069	2122741,672	1 588 486	738956
M_0012	7506350	1675733	2064271	6840321,658	3 091 814	1764270
M_0015	0	758491	751228	2933624,796	2 408 088	626762
M_0017	2743489	1505900	1417779	4083271,086	1 702 205	1241394

Figur 4-4 Utdrag av originalt datasett fra 2001 med en nullobservasjon som må fjernes.

En annen måte å kartlegge outliers på er å sette hver enkelt input opp mot output i et (x, y)-diagram. Et slikt plott kan avsløre om det finnes usannsynlige observasjoner eller DMU'er som ikke egner seg som forbilder for de andre i populasjonen. Dette er en nokså subjektiv metode som jeg har valgt ikke å bruke i denne oppgaven.

Tabell 4-8 viser resultatet av rensingen av datasettet. Alle årene i perioden inneholdt nullobservasjoner fra ulike DMU'er. Det er verdt å merke seg at disse observasjonene kun gjaldt smoltkostnader. Dette kan skyldes at noen produsenter har lagt ned eller frosset produksjonen. Dersom en produsent ikke setter ut ny smolt et år, betyr det ikke nødvendigvis at det ikke produseres laksefisk. Produksjonsmengden gjelder siste års laksefisk som ble satt ut som smolt året før.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
DMU før rensing	173	151	148	134	133	121
Nullobservasjoner	5	8	8	5	6	2
Outliers	0	0	1	0	0	0
Negative observasjoner	0	0	0	0	0	0
DMU etter rensing	168	143	139	129	127	119

Tabell 4-8 Antall nullobservasjoner, outliers, negative observasjoner og DMU'er før og etter rensing.

Tabell 4-8 viser også at det ikke var observert negative tall i hele perioden 2001-2006. Dette kan skyldes at Fiskeridirektoratet selv har rensed datasettet for slike observasjoner eller at produsentene har blitt flinkere å innrapportere og luke ut sine egne feil.

5 Resultat og diskusjon

I dette kapitlet presenteres resultatet fra analysene gjort på bakgrunn av datamaterialet fra perioden 2001 – 2006. Jeg vil også sammenligne en del av funnene i oppgaven med funn gjort i andre lignende oppgaver. Tallene presenteres først samlet med alle laksefiskprodusentene i næringen, for så å dele dem opp i grupper etter produksjonsstørrelse.

Analysene og beregningene er gjort ved hjelp av DEA-Solver Professional Version 3.0, SNFMalmquist Version 1.0 (utviklet av Sverre A. C. Kittelsen) og Microsoft Office Excel 2007.

5.1 Effektivitet

Under effektivitet presenteres total teknisk effektivitet, ren teknisk effektivitet, skalaeffektivitet og innsparingspotensial for hver enkelt innsatsfaktor. De ulike effektivitetsmålene vil først bli presentert for hele laksefiskbransjen, for så å bli splittet opp i grupper etter laksefiskprodusentenes produksjonsstørrelse.

5.1.1 Total teknisk effektivitet

Total teknisk effektivitet (TE_{CRS}) baserer seg på konstant skalautbytte (CRS) og beregnes ved hjelp av CCR-modellen gitt i (21) – (24) under kapittel 3.3.1. Tabell 5-1 viser at perioden 2001 – 2006 har hatt gjennomsnittlig TE_{CRS} på 0,788 – 0,816 eller 78,8 – 81,6 %. Det er forholdsvis små prosentvise endringer i løpet av perioden, og standardavviket er nokså jevnt. Fordi TE_{CRS} ikke tar hensyn til skala og dermed inneholder flere typer ineffektivitet, er det å forvente at denne effektivitetsscoren er lavere enn ren teknisk effektivitet (TE_{VRS}).

År	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum
2001	0,793	0,116	0,527	1,000
2002	0,788	0,137	0,419	1,000
2003	0,810	0,132	0,436	1,000
2004	0,816	0,122	0,498	1,000
2005	0,805	0,115	0,499	1,000
2006	0,813	0,128	0,502	1,000

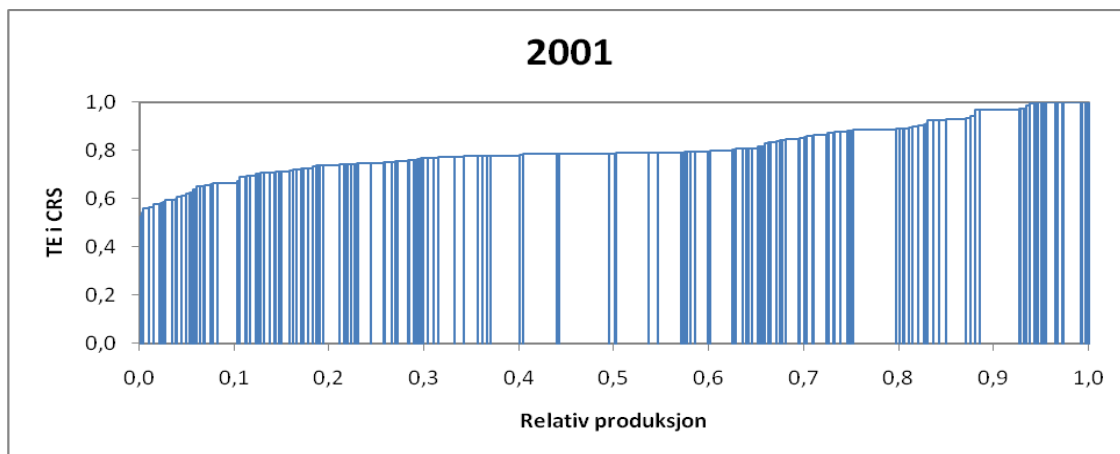
Tabell 5-1 Total teknisk effektivitet i perioden 2001 – 2006

Beregningene i CCR-modellen tar altså ikke hensyn til bedriftens størrelse, men ved å sette TE_{CRS} opp mot produksjonsstørrelse i et Salterdiagram (Salter, 1960) kan man få litt innsikt i om bedriftens størrelse har hatt noe å si for effektiviteten. Dette er et søylediagram hvor hver søyle representerer en bedrift. Bedriftene er sortert i stigende rekkefølge etter hvor effektiv de er. Bredden på søylen forteller noe om størrelsen på bedriften. Salterdiagrammet kan illustrere fordelingen av effektive eller ineffektive bedrifter, og om fordelingen har endret seg i perioden 2001 – 2006.

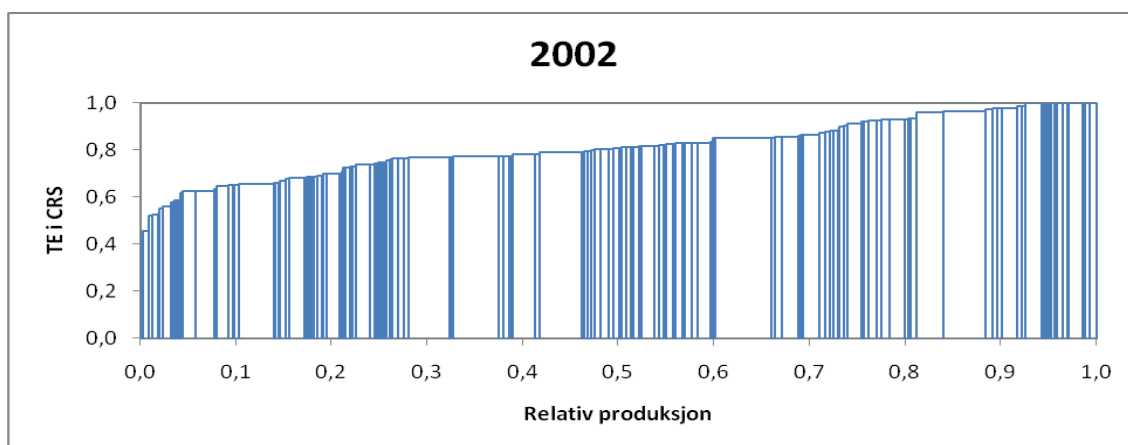
Salterdiagrammet gir en visuell oversikt, og det er verd å merke seg at en bred søyle tar like stor plass som veldig mange smale. Dette gjør at man kan la seg tro at brede søyler har et dominerende antall i enkelte områder. Se for eksempel Figur 5-2 om total effektivitet mot relativ produksjon i 2002. I produksjonsintervallet 0,3 – 0,6 tar flere store bedrifter stor plass. I realiteten er det et overtall av små bedrifter i dette intervallet.

En DEA-analyse krever ikke balanserte data fra periode til periode, da de ikke er avhengig av hverandre. Dette betyr at antallet DMU'er kan være ulikt i alle periodene. Enkelte DMU'er er også fjernet ett eller flere år på grunn av feilregistreringer. Dette må tas hensyn til når man studerer et Salterdiagram. Bredden på søylene lar seg dermed ikke sammenligne fra år til år, da antallet DMU'er er ulikt fra periode til periode

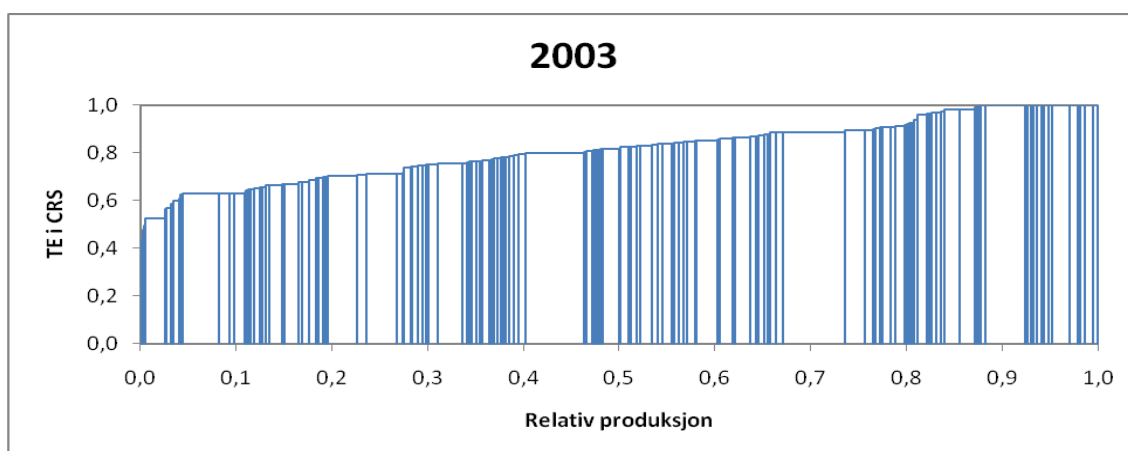
Figur 5-1 til 5-6 viser Salterdiagram for perioden 2001 – 2006. Ved å sammenligne 2001 mot 2006 ser man at flere bedrifter har blitt større i sin produksjon. Dette har vært en trend det siste tiåret, hvor flere har blitt kjøpt opp eller har slått seg sammen. Effektivitetsmessig ligger både store, små og mellomstore laksefiskprodusenter i teten, spesielt i perioden 2002 – 2004. Dette viser at det er mulig å drive effektiv produksjon selv om bedriften er liten eller mellomstor i størrelse. Vel og merke er dette teknisk effektivitet i CRS.



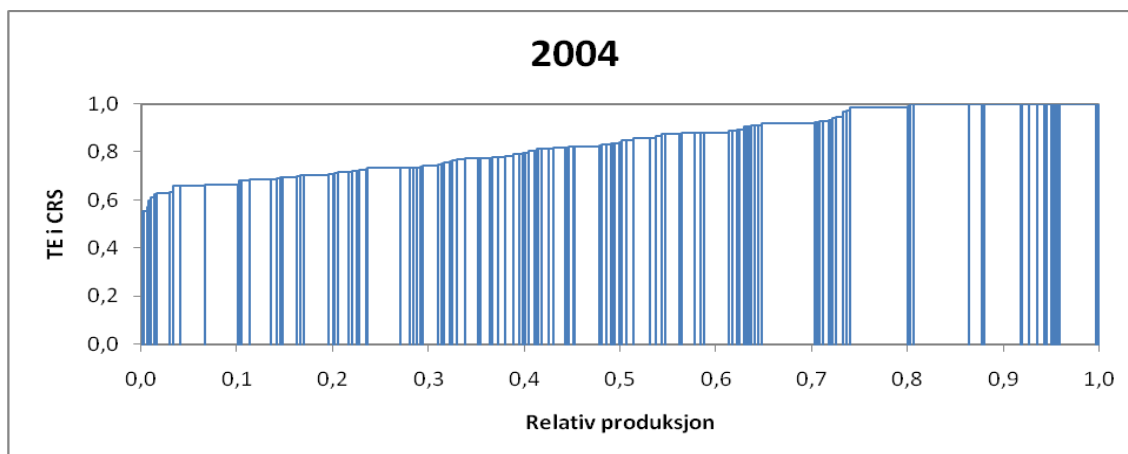
Figur 5-1 Teknisk effektivitet i CRS (total effektivitet) mot relativ produksjon fra perioden 2001



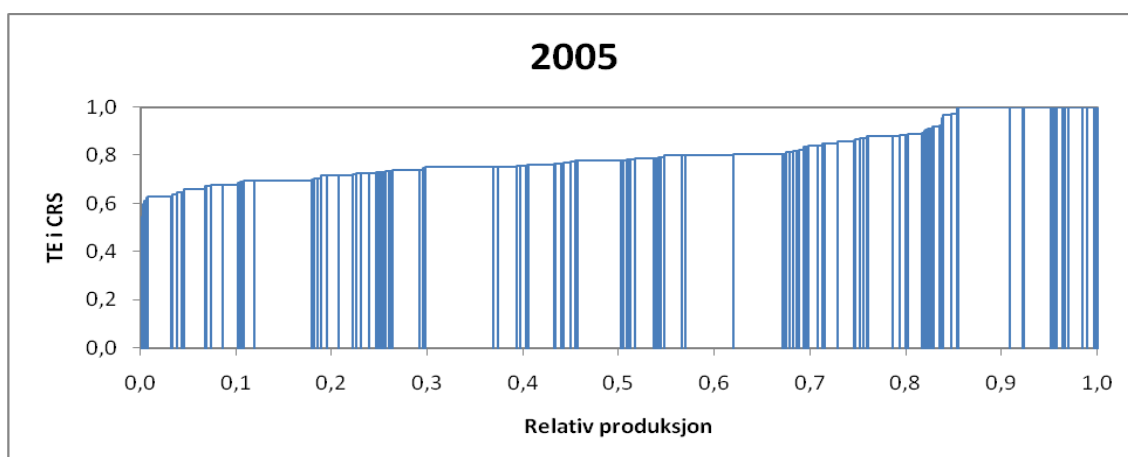
Figur 5-2 Teknisk effektivitet i CRS (total effektivitet) mot relativ produksjon fra perioden 2002



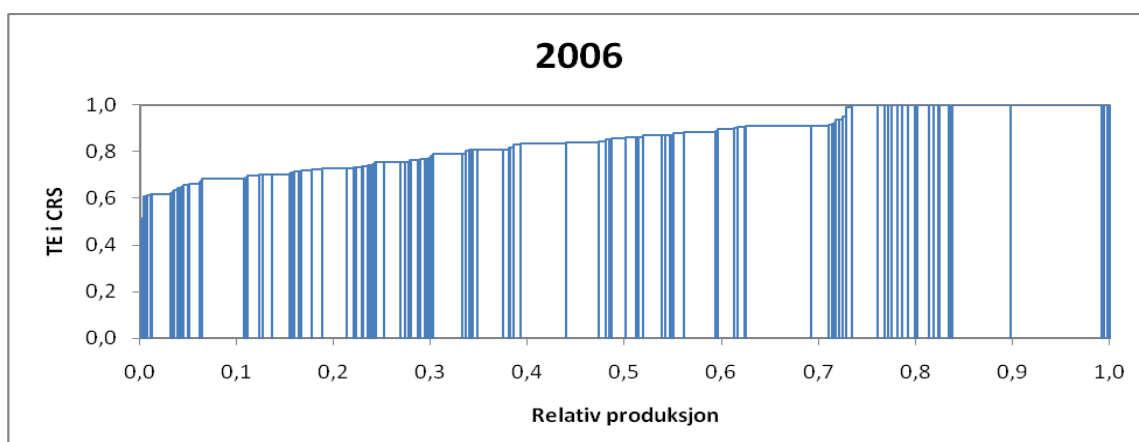
Figur 5-3 Teknisk effektivitet i CRS (total effektivitet) mot relativ produksjon fra perioden 2003



Figur 5-4 Teknisk effektivitet i CRS (total effektivitet) mot relativ produksjon fra perioden 2004



Figur 5-5 Teknisk effektivitet i CRS (total effektivitet) mot relativ produksjon fra perioden 2005



Figur 5-6 Teknisk effektivitet i CRS (total effektivitet) mot relativ produksjon fra perioden 2006

5.1.2 Ren teknisk effektivitet

Ren teknisk effektivitet (TE_{VRS}) baserer seg på variabelt skalautbytte (VRS), og beregnes ved hjelp av BCC-modellen gitt i (20) – (25) under kapittel 3.3.1 og 3.3.2. Som forventet er effektivitetsscorene i VRS høyere enn i CRS, fordi bedriftens skala nå er tatt hensyn til. Tabell 5-2 viser en jevn gjennomsnittlig skalaeffektivitet fra 0,856 – 0,878 (85,6 – 87,8 %) i perioden 2001 – 2006. Standardavviket er også jevnt fordelt i perioden.

År	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum
2001	0,856	0,112	0,545	1,000
2002	0,863	0,125	0,458	1,000
2003	0,878	0,124	0,474	1,000
2004	0,875	0,111	0,565	1,000
2005	0,872	0,110	0,630	1,000
2006	0,874	0,120	0,503	1,000

Tabell 5-2 Ren teknisk effektivitet i perioden 2001 – 2006

Det har vært en liten prosentmessig økning i ren teknisk effektivitet i perioden 2001 - 2006, noe som tilsier at VRS-fronten har skiftet utover eller at de ineffektive DMU'ene har tatt de effektive noe igjen. Dette vil ikke TE_{VRS} kunne gi noe eksakt svar på, men jeg vil komme tilbake til denne problematikken i 5.2.1 om Malmquist Produktivitetsindeks som kan dekomponeres i "Catch-up"-effekten (MC) og frontendring (MF).

Ren teknisk effektivitet er også satt opp mot relativ produksjon i et Salterdiagram⁶ på lik linje med total teknisk effektivitet. Ved å sammenligne utfallet av disse to typene effektivitet kan det se ut til at i de fleste årene er det flere store bedrifter som har høyere ren teknisk effektivitet enn total effektivitet.

Resultatene for TE_{CRS} og TE_{VRS} i perioden 2001 – 2003 stemmer forholdsvis godt med en annen mastergradsoppgave (Lagesen & Sørensen, 2006). Deres minimumsobservasjoner er derimot litt høyere enn i denne oppgaven fordi de har fjernet flere DMU'er fra datasettet. Dette fører til at TE_{CRS} og TE_{VRS} i denne oppgaven er noe lavere. Likhetene er likevel så store at jeg anser resultatene som troverdige.

⁶ For Salterdiagram med TE_{VRS} mot relativ produksjon, se vedlegg 4.

5.1.3 Skalaeffektivitet

Det er nødvendig å benytte både CCR- og BCC-modellene for å finne skalaeffektivitet (SE) jfr. (16) under kapittel 3.2.6. Denne forteller i hvilken grad DMU'ene opererer med rett skala i forhold til det optimale (MPSS eller CRS). Tabell 5-3 viser en jevn gjennomsnittlig skalaeffektivitet mellom 91,5 – 93,5 % i perioden 2001 – 2006. Ut i fra denne tabellen kan man ikke si noe konkret om en økende trend, da gjennomsnittet varierer opp og ned fra år til år. Skalaeffektiviteten er likevel lavest i 2001 og 2002 og høyest i 2004 og 2006. Dette gjør at man kan ane en liten økning. Standardavviket er nokså jevnt og lavt i hele perioden.

År	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum
2001	0,928	0,066	0,638	1,000
2002	0,915	0,099	0,486	1,000
2003	0,925	0,092	0,484	1,000
2004	0,935	0,089	0,563	1,000
2005	0,925	0,080	0,632	1,000
2006	0,932	0,082	0,655	1,000

Tabell 5-3 Skalaeffektivitet i perioden 2001 – 2006

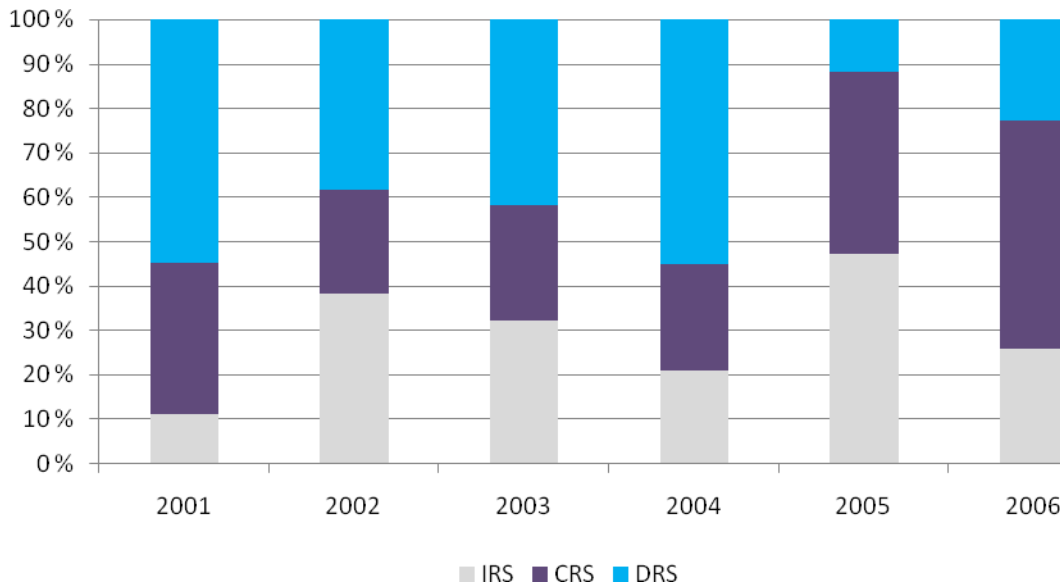
Fordelingen av de ulike skalaegenskapene er gitt i Tabell 5-4. IRS (Increasing Return to Scale) er økende skalautbytte og betyr at bedriften produserer i for liten skala i forhold til det optimale (MPSS eller CRS). DRS (Decreasing Return to Scale) er avtagende skalautbytte og betyr at bedriften må redusere sin skala for å oppnå optimal skala (MPSS eller CRS). Tabellen viser et synkende antall DMU'er underveis i analyseperioden, og fordelingen er nokså variabel.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
IRS	19 11 %	55 38 %	45 32 %	27 21 %	60 47 %	31 26 %
CRS	57 34 %	33 23 %	36 26 %	31 24 %	52 41 %	61 51 %
DRS	92 55 %	55 38 %	58 42 %	71 55 %	15 12 %	27 23 %
TOTAL	168 100 %	143 100 %	139 100 %	129 100 %	127 100 %	119 100 %

Tabell 5-4 Antall enheter med skalaegenskapene IRS, CRS og DRS i DEA-analysene.

Ved å sette inn den prosentmessige fordelingen av skalaegenskapene i et andelsdiagram kommer fordelingen bedre frem. Figur 5-7 viser at fordelingen er ujevn i perioden 2001 – 2006. Fordi andelene varierer en del fra år til år er det vanskelig å se noen trend i dette

andelsdiagrammet. Det kan se ut til at andelen CRS, altså optimal skala, øker, mens andelen av DRS, altså avtagende skalautbytte, reduseres noe i samme perioden.



Figur 5-7 Prosentvis fordeling av skalaegenskaper i perioden 2001 – 2006

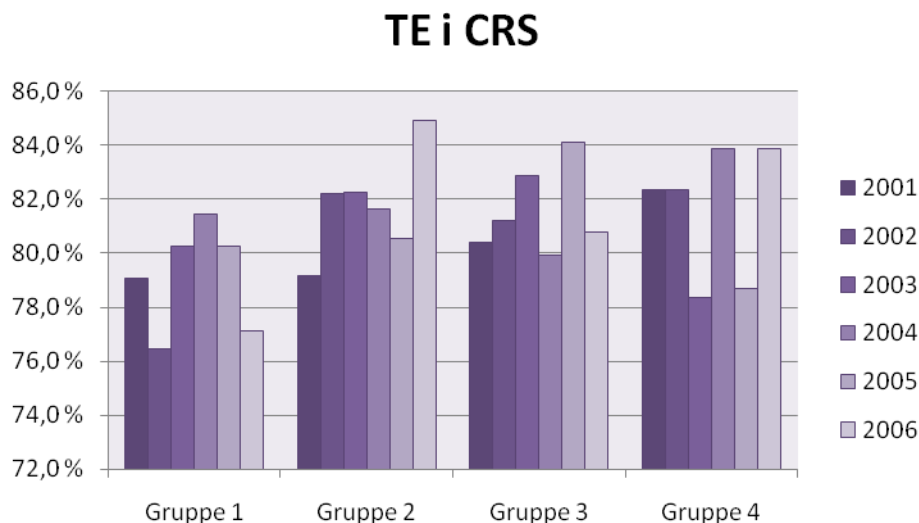
Skalaeffektiviteten er på lik linje med teknisk effektivitet i CRS og i VRS satt opp mot relativ produksjonsstørrelse i et Salterdiagram⁷ for hver periode. I motsetning til teknisk effektivitet i CRS og i VRS viser skalaeffektiviteten at det er en overvekt av mindre bedrifter som er skalaeffektiv i perioden 2001 – 2006. De fleste store produsentene har lav skalaeffektivitet. Når analysen kommer til 2005 og 2006 vises det at antallet store bedrifter har økt. Men fortsatt er det flest store og mellomstore bedrifter med lavest skalaeffektivitet.

5.1.4 Effektivitet etter produksjonsstørrelse

Ved å dele alle DMU'ene inn i grupper etter produksjonsstørrelse, kan de ulike effektivitetsmålene gi svar på om noen grupper er mer eller mindre effektiv enn andre. I analysen ble det brukt 4 grupper i stigende rekkefølge som tilsvarte 1 – 2, 3 – 5, 6 – 10 og flere enn 10 konsesjoner.

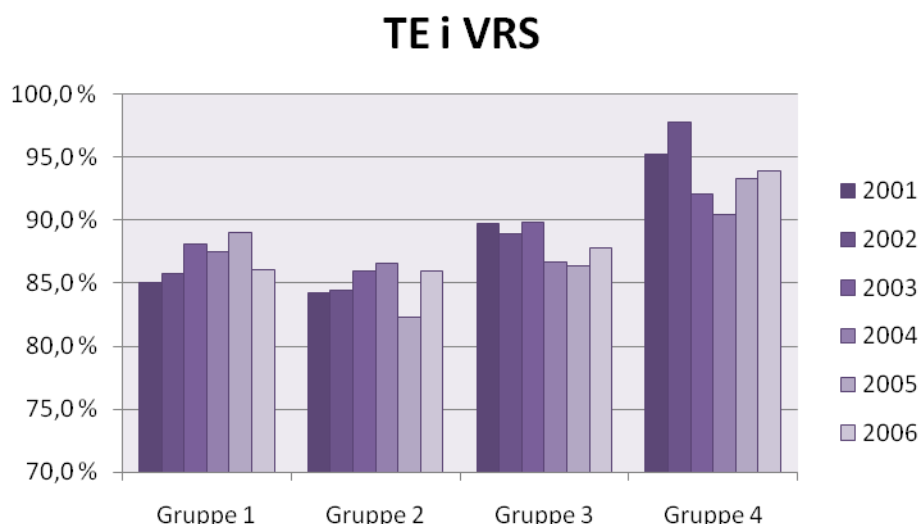
⁷ For Salterdiagram med SE mot relativ produksjon, se vedlegg 5.

Figur 5-8 viser et stolpediagram med total teknisk effektivitet (TE i CRS) fordelt gruppevis etter produksjonsstørrelse. Gruppe 2 (3 – 5 konsesjoner) har, med unntak av 2001 og 2006, nest best effektivitetsscore. I 2006 var denne gruppen best. Gruppe 4 (mer enn 10 konsesjoner) fremstår som noe varierende, men svært god med unntak av 2003 og 2005. Det er derimot viktig å huske at det er få DMU'er i gruppe 4 (mer enn 10 konsesjoner) i forhold til de andre gruppene, og de store produsentene vil derfor lettere bli effektive i en DEA-analyse.



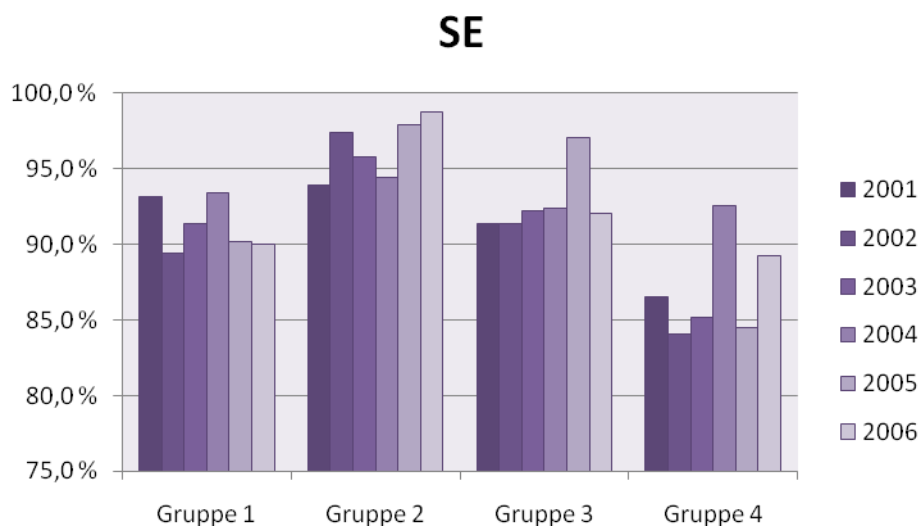
Figur 5-8 TE i CRS etter produksjonsstørrelse i perioden 2001 – 2006

Figur 5-9 viser ren teknisk effektivitet (TE i VRS) fordelt etter bedriftens produksjonsstørrelse. Det er tydelig at gruppe 4 (mer enn 10 konsesjoner) er mest effektiv i produksjonen når man tar hensyn til produksjonsstørrelse i beregningen av effektivitet. Dette samsvarer med Salterdiagrammene, hvor total teknisk effektivitet og ren teknisk effektivitet hver for seg er satt opp mot relativ produksjon. Antallet DMU'er er fortsatt lavt i gruppe 4 sammenlignet med de andre gruppene, men har økt i perioden 2001 – 2006. Dette kan være årsaken til at ren teknisk effektivitet ser ut til å reduseres i gruppe 4. Flere DMU'er gjør det vanskeligere å bli effektiv. For øvrig ser det ut til at den rene tekniske effektiviteten varierer mindre hos alle DMU'ene fra år til år sammenlignet med total teknisk effektivitet vist i Figur 5-8. Dette kan komme av at skalaeffektiviteten slår inn på den rene tekniske effektiviteten.



Figur 5-9 TE i VRS etter produksjonsstørrelse i perioden 2001 – 2006

Figur 5-10 viser skalaeffektiviteten (SE) fordelt etter bedriftenes produksjonsstørrelse. Her er det gjennomgående at gruppe 2 (3 – 5 konsesjoner) er mest skalaeffektiv, og da spesielt de to siste årene i perioden (2005 og 2006). Dette kan tyde på at det mest optimale, når det kommer til produksjonsvolum, er å produsere med 3 – 5 konsesjoner pr. laksefiskoppdretter. Gruppe 4 (mer enn 10 konsesjoner) har den laveste skalaeffektiviteten alle årene, noen som tyder på at det ikke lønner seg å produsere i så stor skala (DRS).



Figur 5-10 SE etter produksjonsstørrelse i perioden 2001 – 2006

Ut ifra fordelingen av de ulike effektivitetsscorene er de mest fremtredende funnene at gruppe 2 (3 – 5 konsesjoner) har høyest skalaeffektivitet, mens gruppe 4 (mer enn 10 konsesjoner) har best teknisk effektivitet.

5.1.5 Innsparingspotensial

Ved beregning av ren teknisk effektivitet i BCC-modellen vil det også fremkomme i resultatet hvor eventuell ineffektivitet forekommer, for hvilke DMU'er det gjelder og hvilke mengder det er snakk om i forhold til det optimale. Det optimale i en DMU-analyse vil være de effektives forbruk ("best practise"). En ineffektiv DMU måles mot sine referanseenheter som ligger på fronten, og det beregnes ut ifra dette hva DMU'en optimalt burde bruke av innsatsfaktorer. Forbedringspotensialtallet som fremkommer av DEA-analysen inneholder slakk i tillegg til ren ineffektivitet. Slakk er sløsing av innsatsfaktorer som kan forbedres uten å påvirke bruken av andre innsatsfaktorer.

Tabell 5-5 viser gjennomsnittlig ineffektivitet i innsatsfaktorer på landsbasis. Her er også de effektive DMU'ene tatt med. Det er åpenbart at det er minst ineffektivitet på fôr som innsatsfaktor. Ved å sammenligne det prosentvise forbedringspotensialet med gjennomsnittlig TE i VRS (se Tabell 5-2) finner man at det også er minimalt med slakk på fôr. I 2001 var TE i VRS på 85,6 %. Ved å subtrahere denne med forbedringspotensialet til fôr på 14,5 % utgjør dette 100,1 %. Av 14,5 % forbedringspotensial utgjør 14,4 % ren ineffektivitet (TE i VRS). Dette betyr at det kun var 0,1 % slakk på fôr i 2001. Årsaken er at fôr og produksjon har en nær sammenheng. Reduseres fôrforbruket så stagnerer fiskens vekt, økes det så blir fisken tyngre. Fôret som benyttes av laksefiskprodusentene er også nokså standardisert. Slik vil ikke ulike fôrtyper spille inn på effektiviteten.

	Smolt	Fôr	Arbeid	Kapital	Annen	Antall
2001	19,7 %	14,5 %	26,5 %	29,9 %	20,4 %	168
2002	16,6 %	14,3 %	21,2 %	22,5 %	18,2 %	143
2003	13,4 %	13,0 %	19,4 %	19,4 %	12,6 %	139
2004	19,3 %	13,4 %	26,1 %	19,9 %	14,8 %	129
2005	17,1 %	13,1 %	17,0 %	18,1 %	18,3 %	127
2006	21,0 %	12,8 %	20,3 %	17,5 %	14,9 %	119

Tabell 5-5 Gjennomsnittlig forbedringspotensial for hver innsatsfaktor i perioden 2001 - 2006 for hele laksefisknæringen.

Innsatsfaktorene arbeid og kapitalkostnad viser seg å ha et høyt forbedringspotensial de fleste årene, med unntak av 2006, hvor ineffektivitet på smolt er meget høy. At smolt har et veldig høyt forbedringspotensial en periode kan komme av dårlig kvalitet, sykdom og/eller høy dødelighet.

Tabell 5-6 viser forbedringspotensialet på innsatsfaktorer kun blant de ineffektive DMU'ene i analysen. På lik linje med Tabell 5-5 er det et høyt forbedringspotensial i innsatsfaktorene arbeid og kapitalkostnad de fleste årene. Fôr er også her den faktoren med lavest forbedringspotensial.

	Smolt	Fôr	Arbeid	Kapital	Annen	Antall
2001	23,8 %	17,6 %	31,8 %	35,8 %	24,4 %	140
2002	21,9 %	18,9 %	28,1 %	29,8 %	24,1 %	108
2003	18,8 %	18,2 %	27,3 %	27,3 %	17,7 %	99
2004	24,8 %	17,3 %	33,6 %	25,6 %	19,1 %	100
2005	23,1 %	17,7 %	23,0 %	24,4 %	24,7 %	94
2006	30,4 %	18,6 %	29,4 %	25,4 %	21,6 %	82

Tabell 5-6 Gjennomsnittlig forbedringspotensial for hver innsatsfaktor i perioden 2001 - 2006 for ineffektive produsenter i laksefiskneringen.

5.2 Produktivitetsendringer

Produktivitetsendringer mellom perioder beregnes ved hjelp av Malmquist Produktivitetsindeks, og forteller om der har vært en positiv, negativ eller ingen endring over tid. Først vil totale tall for hele laksefiskbransjen presenteres, etterfulgt av grupperinger etter produksjonsstørrelse.

5.2.1 Malmquist Produktivitetsindeks

Resultatet fra Malmquist Produktivitetsindeks (MPI) er gitt i Tabell 5-7. Score under 1 er en tilbakegang, lik 1 tilsvarer ingen endring og over 1 er en forbedring i forhold til året før. MPI er dekomponert i MC ("Catch-up"-effekt) og MF (frontendring). MC forteller i hvilken grad de ineffektive DMU'ene har klart å ta igjen de effektive fra en periode til den neste. Sammenhengen mellom disse komponentene er tidligere vist i (36):

$$MPI = MC \times MF$$

De fem første periodene i Tabell 5-7 er fra ett år til det påfølgende. Den sjette perioden 2001 – 2006 er kun basert på baseåret 2001 og sammenligningsåret 2006, og er ment som en

illustrasjon på endringen fra begynnelsen til slutten av analyseperioden i oppgaven. Årene i mellom er dermed ikke tatt hensyn til i denne utregningen. Alle periodene er balansert med de samme DMU'ene i hver enkelt periode. Dette har gjort at sammenligningen mellom 2001 og 2006 har svært få DMU'er i forhold til de andre periodene. Dette kommer av at datasettet fra periodene ikke er kjedet. Det er heller ikke uproblematisk å summere de fem første periodenes endring for å finne total endring. Om dette skal gjøres helt rett må periodene være kjedet.

Periode	MC	MF	MPI	Antall DMU
2001-2002	0,961	1,089	1,046	123
2002-2003	1,030	1,057	1,095	112
2003-2004	1,065	0,931	0,992	112
2004-2005	0,974	1,072	1,044	106
2005-2006	0,983	1,013	0,996	104
2001-2006	0,958	1,161	1,112	81

Tabell 5-7 Malmquist Produktivitetsindeks i perioden 2001 – 2006

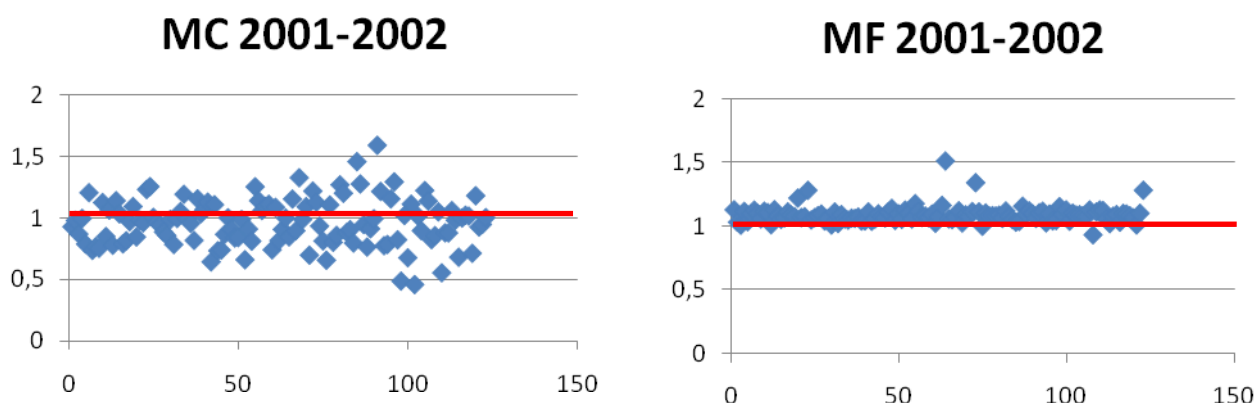
Tabell 5-7 viser at MC varierer mye rundt 1,00, men totalt utgjør svingningene en liten endring ($MC - 1 = \text{Endring i MC}$). Ved å summere endringene de fem første periodene har MC endret seg med 1,3 %. Dette betyr at de ineffektive DMU'ene har tatt igjen de effektive svært lite på denne tiden. Observasjonene i MC er bedriftsindividuelle, og varierer mye på grunn av støy. Støy kan komme av variabel registrering av innsatsfaktorer som igjen fører til uregelmessigheter i innsatsfaktorbruken.

MF er derimot bransjespesifikk, altså gjennomsnittlig, og viser om selve produksjonsfronten ("best practise") endrer seg. Ved å legge sammen MF-endringene ($MF - 1 = \text{Ending i MF}$) de fem første periodene i Tabell 5-7, viser det seg at fronten har hatt en total endring på 16,2 %. Dette betyr at de gode bedriftene har blitt enda bedre i løpet av perioden 2001 – 2006. Bare i perioden 2003 – 2004 hadde fronten en tilbakegang på 6,9 %.

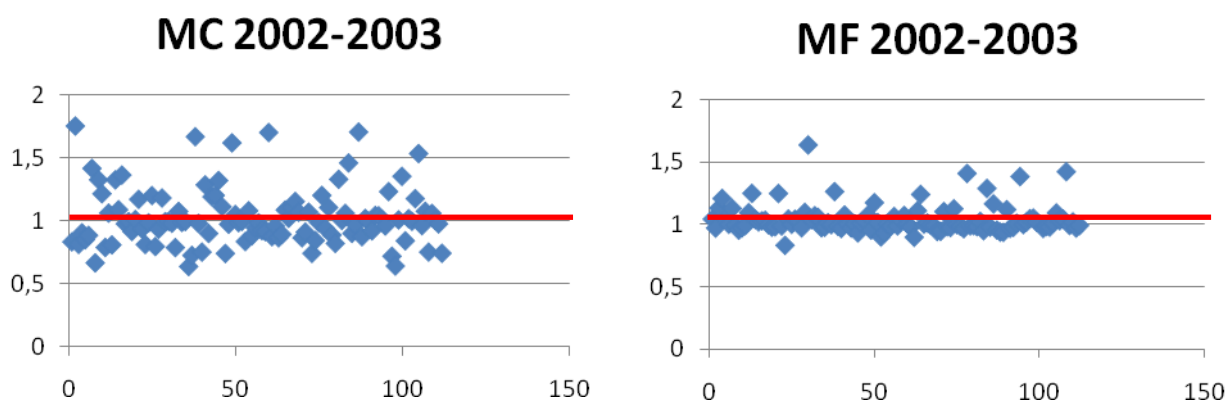
Selve Malmquist Produktivitetsindeks (MPI) har totalt sett hatt en økning på 17,3 % ved å legge sammen de fem første periodene. I periodene 2003 – 2004 og 2005 – 2006 var det en tilbakegang på henholdsvis 0,8 og 0,4 % som er tilnærmet lik null.

MC og MF sin variasjon rundt 1,0 vises bedre dersom man plottet dem i en graf i de ulike periodene. Figur 5-11 til 5-16 viser slike plott fra alle periodene, hvor hver enkelt plott er en DMU fra analysen. Her kommer det tydelig frem at MC varierer mye, mens MC har en

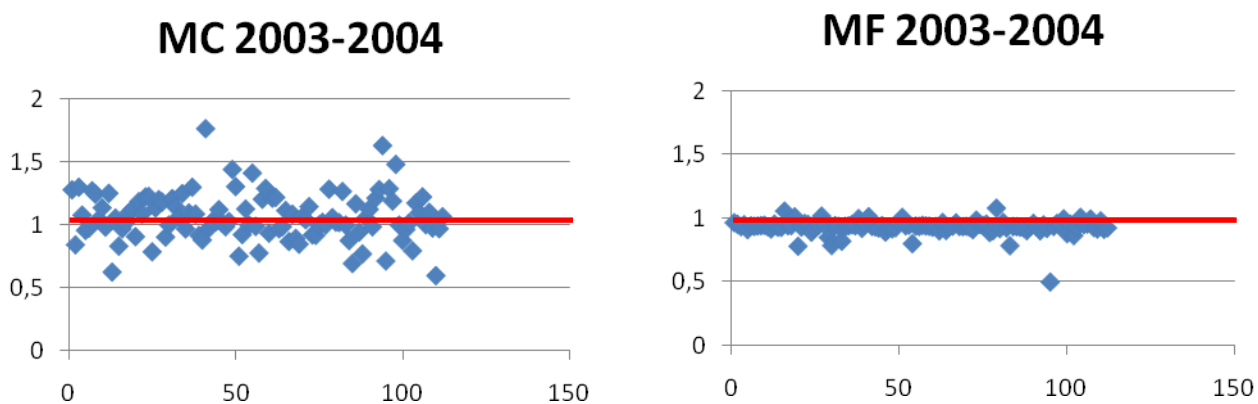
jevne utvikling. Disse observasjonene stemmer godt overens med resultatene i en tidligere mastergradsoppgave (Lagesen & Sørensen, 2006).



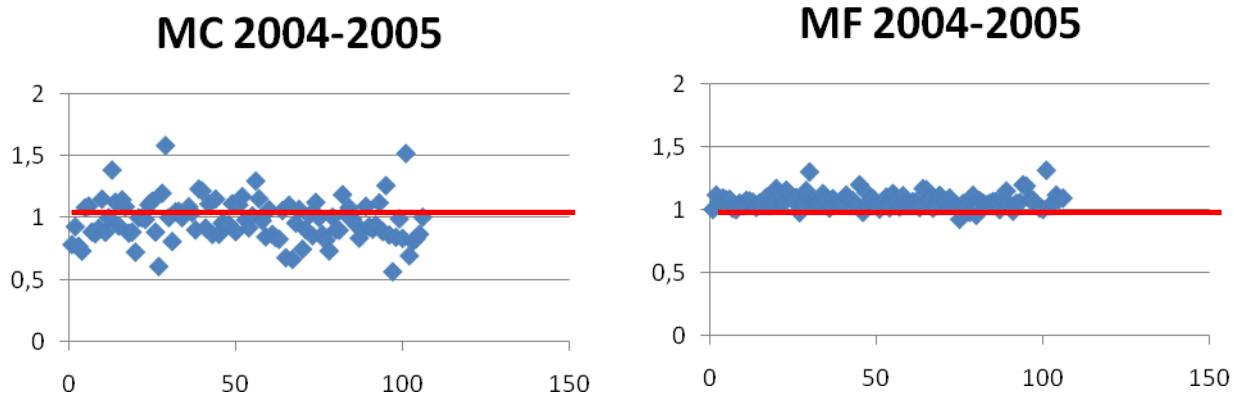
Figur 5-11 MC og MF i perioden 2001 - 2002



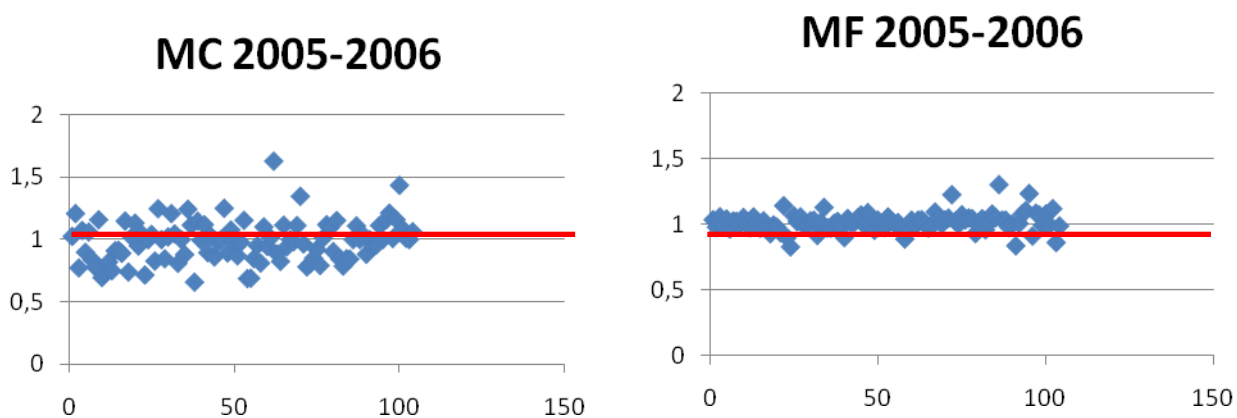
Figur 5-12 MC og MF i perioden 2002-2003



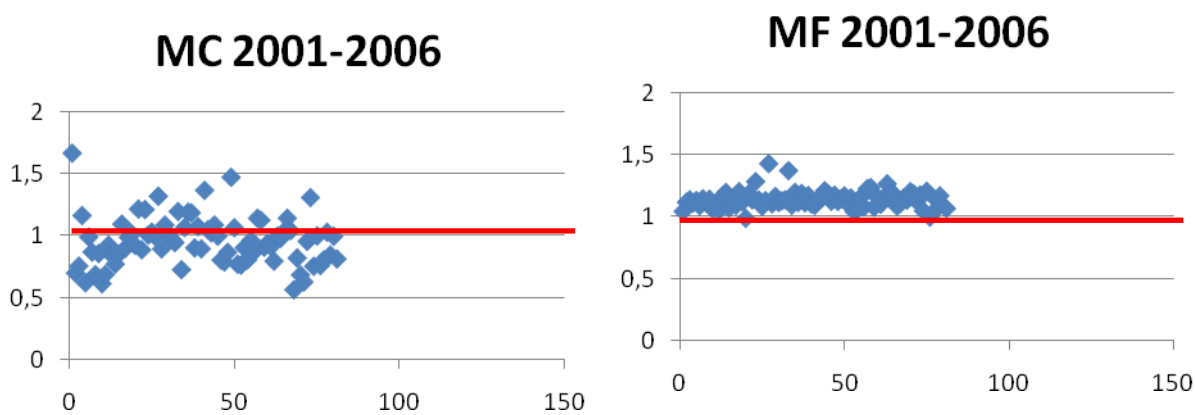
Figur 5-13 MC og MF i perioden 2003-2004



Figur 5-14 MC og MF i perioden 2004-2005



Figur 5-15 MC og MF i perioden 2005-2006



Figur 5-16 MC og MF i perioden 2001-2006

Ved å studere plottediagrammene fremkommer det en endring i selve produksjonsfronten (MF) i periodene 2002 – 2003 og 2003 – 2004. Etter en jevn fremgang i 2001 – 2002, begynner fronten å spre seg noe i 2002 – 2003. I 2003 – 2004 har de fleste som danner fronten en tilbakegang (MPI er også redusert i samme perioden), for så å øke igjen i 2004 – 2005. Her har de fleste DMU'ene i fronten en fremgang. Disse observasjonene kan komme av innføringen av MTB i 2003. De fleste bedrifter vil ikke kunne tilpasse seg en slik endring umiddelbart. På denne måten har fronten fått en tilbakegang i 2003 - 2004, for så å øke igjen i 2004 – 2005.

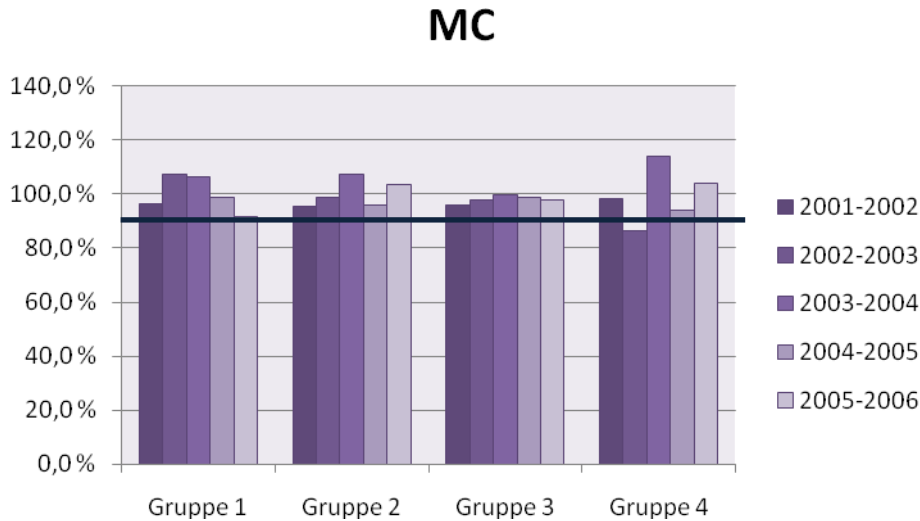
Figur 5-16 viser at om lag 50 % av DMU'ene har blitt mer effektiv i perioden 2001 – 2006 (MC), mens den andre halvparten har blitt mer ineffektiv. Man ser også at der har vært en positiv teknologisk endring i dette tidsrommet, da overvekten av DMU'ene ligger over 1 i MF-plottet. Dette kan komme av tekniske forbedringer, automatisering av produksjonsprosessen, økt konsentrering av fôr slik at mengden reduseres eller lignende.

5.2.2 Malmquist Produktivitetsindeks etter produksjonsstørrelse

På lik linje med teknisk effektivitet i CRS og VRS i kapittel 5.1.4 er det også beregnet MPI, MC og MF etter produksjonsstørrelse. Forskjellen er at MPI forteller om en endring fra en periode en til annen, mens teknisk effektivitet sier noe om en aktuell periode. I analysen ble det brukt 4 grupper i stigende rekkefølge som tilsvarte 1 – 2, 3 – 5, 6 – 10 og flere enn 10 konsesjoner. Det må igjen nevnes at det er svært få DMU'er i gruppe 4 sammenlignet med de andre gruppene. Dette lave antallet⁸ gjør det dermed lettere å bli effektiv for de store bedriftene.

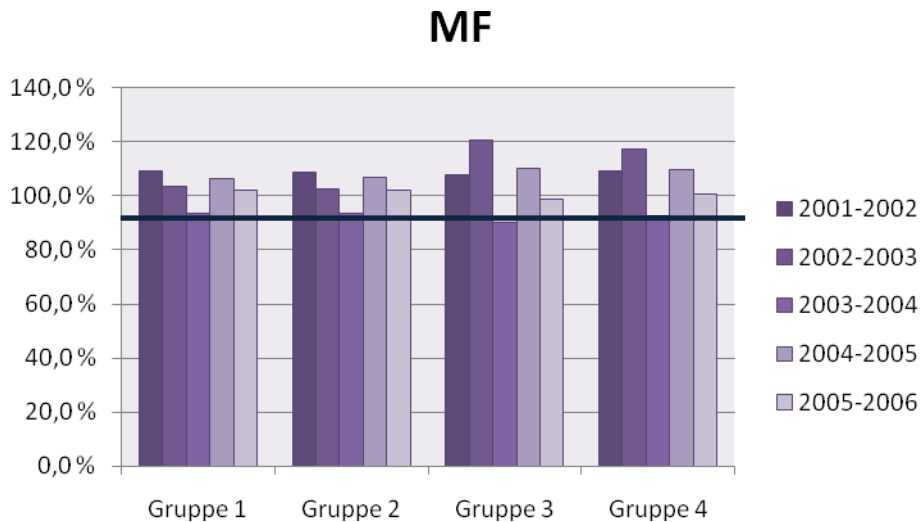
Figur 5-17 viser utviklingen av MC ("Catch-up"-effekten) for de 4 ulike gruppene i perioden 2001 – 2006. Det er ingen spesielle ulikheter mellom gruppene, med unntak av gruppe 4 (mer enn 10 konsesjoner) som i 2002 – 2003 økte avstanden til fronten (ble dårligere enn de beste), mens i 2003 – 2004 reduserte avstanden til de beste mer enn de andre gruppene.

⁸ Se vedlegg 8 for oversikt over antall DMU'er og resultat i gruppevis Malmquist Produktivitetsindeks.



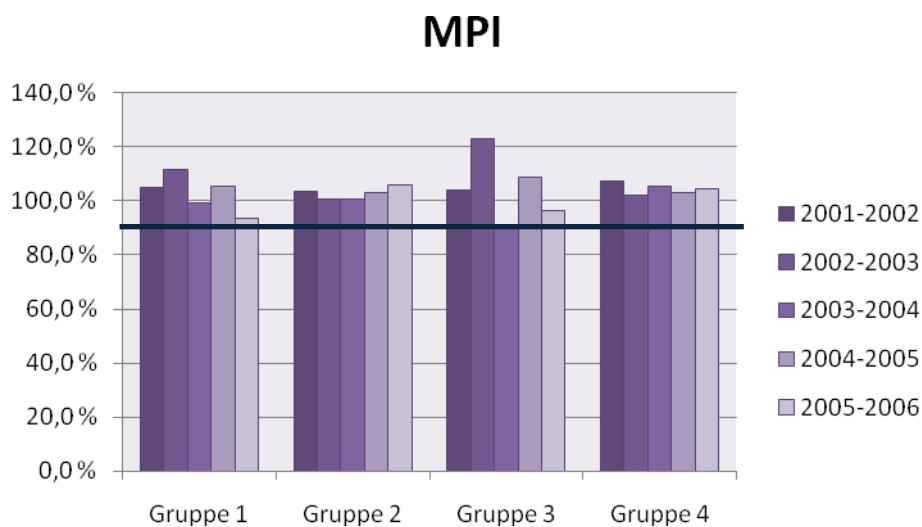
Figur 5-17 MC etter produksjonsstørrelse i perioden 2001 - 2006

Figur 5-18 viser utviklingen av selve produksjonsfronten (MF) etter produksjonsstørrelse i perioden 2001 – 2006. Gruppe 1 og 2 varierer mindre rundt MF = 1, mens gruppe 3 og 4 ser ut til å svinge mer. De to største gruppene har den beste utviklingen i periodene 2002 – 2003 og 2004 – 2005, hvor fronten ser ut til å ha blitt enda bedre. Det må også nevnes at disse gruppene reduserte avstanden til fronten mer enn de andre gruppene i perioden 2003 – 2004.



Figur 5-18 MF etter produksjonsstørrelse i perioden 2001 - 2006

Figur 5-19 viser Malmquist Produktivitetsindeks (MPI) etter produksjonsstørrelse i perioden 2001 – 2006. Gruppe 2 og 4 har en nokså jevn utvikling av MPI som svinger lite og holder seg på $MPI \geq 1$. Av disse to ser det ut til at gruppe 2 har hatt den mest positive utviklingen de siste to periodene, men forskjellene er svært små. Både gruppe 1 og 3 har en noe mer varierende utvikling av MPI.



Figur 5-19 MPI etter produksjonsstørrelse i perioden 2001 – 2006

Dersom noen av gruppene hadde skilt seg ut som bedre enn andre i en eller flere av periodene etter 2003, kunne det ha antydnet at MTB har hatt ulik effekt på bedriftene etter hvilket volum de produserer etter.

6 Oppsummering

Ved hjelp av DEA-analyse og Malmquist Produktivitetsindeks er det beregnet effektivitet og produktivitetstall for den norske laksefisknæringen i perioden 2001 – 2006. For å løse problemstillingene i kapittel 1.2 er resultatene presentert på ulike måter slik at eventuelle funn blir belyst. Analysene er utført med bakgrunn i Fiskeridirektoratets innsamlinger av regnskapstall.

Fra DEA-analysene er det trukket frem ulike effektivitetsmål; total effektivitet (TE_{CRS}) som ikke tar hensyn til produksjonsskala, ren teknisk effektivitet (TE_{VRS}) som tar hensyn til bedriftens størrelse, samt skalaeffektivitet (SE) som forteller hvor godt bedriften drar nytte av sin størrelse. Både TE_{CRS} og TE_{VRS} har hatt små, men positive endringer i løpet av perioden 2001 – 2006. Ved å sammenligne endringene i Salterdiagram fremkommer det at flest store bedrifter har høyest ren effektivitet (TE_{VRS}), mens størrelsen på bedriftene er mere spredd når det kommer til den totale effektiviteten (TE_{CRS}).

Skalaeffektiviteten (SE) varierer en del i perioden, men det kan se ut til at også denne typen effektivitet har hatt en liten, men positiv endring. Ved å gruppere bedriftene etter produksjonsvolum fremkommer det at gruppe 2 (3 – 5 konsesjoner) er mest skalaeffektiv i hele perioden, med en ekstra stor økning i 2005 og 2006. Gruppe 4 (mer enn 10 konsesjoner) har lavest skalaeffektivitet så å si alle årene, noe som tyder på at de produserer med for høy skala i forhold til det optimale. I følge skalaeffektiviteten vil det mest optimale være å produsere med 3 – 5 konsesjoner (gruppe 2).

TE_{CRS} og TE_{VRS} ble også målt etter produksjonsstørrelse. Den totale effektiviteten (TE_{CRS}) er nokså varierende i alle gruppene og det er vanskelig å se om noen skiller seg ut som spesielt god. I ren teknisk effektivitet (TE_{VRS}) fremstår derimot gruppe 4 (mer enn 10 konsesjoner) som best i hele perioden. Det er derimot viktig å merke seg at antallet DMU'er i denne gruppen er svært lav i forhold til de andre, og dermed er det lettere å fremstå som effektiv.

Produktivitetsendringene er beregnet ved hjelp av Malmquist Produktivitetsindeks (MPI) som videre er dekomponert i "Catch-up"-effekt (MC) og frontendring (MF). Totalt sett har de ineffektive i liten grad klart å ta igjen de beste bedriftene (fronten) i perioden 2001 - 2006. MC har variert mye, noe som mest sannsynlig kommer av støy forårsaket av variabel rapportering av produksjonstall til Fiskeridirektoratet. Fronten (de beste DMU'ene) har derimot hatt en positiv utvikling i samme periode. En nedgang i MF i 2003 – 2004 kan være

en reaksjon på innføringen av MTB; bedriftene er ikke raske nok til å reagere på denne endringen. Når da fronten igjen har en positiv utvikling i 2004 – 2005 ser det ut til at alle de gode DMU'ene som danner fronten har tilpasset seg endringen; de aller fleste har blitt bedre i denne perioden.

På bakgrunn av funn i resultatene ser det ut til at innføringen av MTB i 2003 ikke har hatt noen påvirkning i effektiviteten utover det som kan regnes som en normal fremgang i laksefisknæringen. En eventuell virkning kan derimot skjules av at andre faktorer har virket inn på den samme effektiviteten, og dermed veid opp for en økning eller reduksjon som en konsekvens av MTB. Ser man på bedriftenes produksjonsstørrelse og deres skalaeffektivitet (SE), kan det se ut til at gruppe 2 (3 – 5 konsesjoner) har tilpasset seg den nye restriksjonen best ved å ha den største økningen i 2005 og 2006. De andre gruppene har lavere skalaeffektivitet, og da er det gruppe 4 (mer enn 10 konsesjoner) som kommer dårligst ut. Om gruppe 2 har innhentet større fordeler effektivitetsmessig enn de andre gruppene er vanskelig å si, men det er en mulighet for dette. Denne gruppens økte skalaeffektivitet kan også skyldes andre faktorer som ikke har noe med MTB å gjøre.

7 Litteraturliste

Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. 18.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. 16.

Coelli, T., Rao, D. S. P., O'Donnell, C., & Battese, G. (2005). *An Introduction to efficiency and productivity analysis* (2nd ed.). New York: Springer.

Eksportutvalget (2008). Hovedtabeller Månedstatistikk Desember 2008, from <http://www.seafood.no/Bransje/Statistikk/2008>

Fiskeridirektoratet (2001). *Lønnsomhetsundersøkelse for matfiskproduksjon laks og ørret.*

Fiskeridirektoratet (2002). *Lønnsomhetsundersøkelse for matfiskproduksjon laks og ørret.*

Fiskeridirektoratet (2003). *Lønnsomhetsundersøkelse for matfiskproduksjon laks og ørret.*

Fiskeridirektoratet (2004). *Lønnsomhetsundersøkelse for matfiskproduksjon laks og ørret.*

Fiskeridirektoratet (2005). *Lønnsomhetsundersøkelse for matfiskproduksjon, laks og ørret.*

Fiskeridirektoratet (2006). *Lønnsomhetsundersøkelse for matfiskproduksjon, laks og ørret.*

Fiskeridirektoratet (2007). *Lønnsomhetsundersøkelse for matfiskproduksjon laks og ørret.*

Fiskeridirektoratet (2009). Oppgaver og rolle i havressurs- og akvakulturforvaltningen Retrieved 23.03., 2009, from <http://www.fiskeridir.no/fiskeridir/om-oss/vaare-oppgaver/oppgaver-og-rolle-i-havressurs-og-akvakulturforvaltningen>

- Fried, H. O., Lovell, C. A. K., & Schmidt, S. S. (2008). *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*. New York: Oxford University Press.
- Färe, R., & Primont, D. (1995). *Multi-output production and duality : theory and applications*. Boston, Mass.: Kluwer Academic Publishers.
- Hoff, K. G., & Köber, S. (2002). *Grunnleggende bedriftsøkonomisk analyse* (4. utg. ed.). [Oslo]: Universitetsforl.
- Lagesen, M. P., & Sørensen, H. M. (2006). *Effektivitet og produktivitet i norsk matfisknæring for perioden 1996-2003 målt ved bruk av DEA og MPI*. Tromsø: M.P. Lagesen.
- Lovdata (2009). Akvakulturloven Retrieved 31.03, 2009, from <http://www.lovdata.no/all/tl-20050617-079-001.html#1>
- Malmquist, S. (1953). Index Numbers and Indifferenceurfaces. *Trabajos de Estadística y de Investigación Operativa, Volume 4*, 209-242.
- Prosjekt Bransjestandard for fisk (1998). *Kvalitetsgradering av oppdrettet laks : standard elektronisk ressurs*. Bergen: Prosjekt Bransjestandard for fisk.
- Rustad, K. (2005). *Markedsmuligheter for foredlet laks i Frankrike*. Tromsø: Fiskeriforskning.
- Salter, W. E. G. (1960). *Productivity and technical change*. Cambridge [Eng.]: University Press.
- SSB. Statistikkbanken, from http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/Default_FR.asp?PXSid=0&nvl=true&PLanguage=0&tilside=selecttable/hovedtabellHjem.asp&KortnavnWeb=kpi
- SSB (2009). Fiskeri og havbruk, from http://www.ssb.no/fiskeri_havbruk/
- Veterinærinstituttet (2007). *Helsesituasjonen hos laksefisk 2007*.

8 Vedlegg

VEDLEGG 1: Variabler – deskriptiv statistikk

		Smolt (kr)	Fôr (kg)	Arbeid (kr)	Kapital (kr)	Annen (kr)	Produksjon (kg)
2001	Gj snitt	4 732 501	2 577 581	3 099 123	7 427 426	6 404 276	2 153 019
	Std avvik	5 415 049	3 308 897	4 486 312	10 589 220	10 426 962	2 891 372
	Min	612 000	461 200	110 000	335 600	368 147	373 654
	Maks	37 452 825	21 558 117	32 504 144	74 861 599	77 847 606	19 412 261
2002	Gj snitt	4 780 837	2 807 741	3 000 292	7 068 291	6 943 481	2 321 884
	Std avvik	5 793 719	3 816 826	4 262 442	9 398 687	11 945 954	3 139 016
	Min	706 500	414 200	115 758	832 598	415 426	264 331
	Maks	36 827 554	21 415 935	27 633 781	60 501 069	85 628 978	19 321 604
2003	Gj snitt	4 322 671	2 831 258	2 826 898	6 684 015	5 808 785	2 231 718
	Std avvik	5 822 069	3 881 168	3 884 320	9 260 031	8 078 211	2 995 201
	Min	300 000	272 350	115 758	650 431	352 248	312 173
	Maks	37 609 909	26 483 252	27 475 000	65 639 972	51 079 865	20 055 512
2004	Gj snitt	5 642 468	3 447 213	4 106 912	7 694 371	7 351 330	2 801 245
	Std avvik	6 884 087	4 896 447	7 796 324	11 659 391	11 552 778	3 933 760
	Min	842 076	303 071	125 000	776 583	469 388	211 211
	Maks	40 799 719	28 672 260	59 312 000	71 764 337	86 469 643	22 089 039
2005	Gj snitt	7 836 552	4 998 758	5 777 132	12 279 602	10 750 766	4 091 335
	Std avvik	11 407 359	7 869 455	11 568 972	24 862 152	23 654 523	6 463 994
	Min	406 000	158 710	178 913	606 477	536 859	284 462
	Maks	59 896 207	43 072 028	66 437 787	192 839 421	157 998 566	37 098 250
2006	Gj snitt	7 927 331	5 802 406	7 157 026	14 409 523	17 818 949	4 889 290
	Std avvik	10 148 501	9 204 667	13 570 153	29 616 132	45 780 597	8 019 087
	Min	289 000	611 600	254 287	630 453	319 816	492 746
	Maks	64 708 684	57 944 485	94 793 470	264 531 222	453 241 395	54 482 166

VEDLEGG 2: Fiskeridirektoratets beregningsprinsipper og definisjoner brukt i lønnsomhetsundersøkelsene

G. DEFINISJONER

En skal her se på ulike utregningsprinsipper og definisjoner som er brukt i lønnsomhetsundersøkelsen for matfiskproduksjon av laks og regnbueørret i 2006.

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 regnbueørret

Den inntekt selskapet har hatt på egenprodusert regnbueørret 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 2006. 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 regnbueørret, 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 per 31.12. og verdien av levende fisk per 1.1.

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

I verddivurderingen har vi med utgangspunkt i fjorårets lønnsomhetsundersøkelse beregnet direkte oppdrettskostnad per kilo. Direkte oppdrettskostnad per kilo 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 kr 9 per kilo produsert fisk.

Forutsetningen er videre at direkte oppdrettskostnader for laks og regnbueørret er like. Dessuten at laksesmolten er gjennomsnittlig 90 gram ved levering, mens regnbueørret er 120 gram på leveringstidspunktet.

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:

		1.1.06	31.12.06
Settefiskpris - ørret	kr	5,43	6,57
Smoltpris - laks	kr	7,10	7,46
Minimumskostnad	kr	10,00	9,00

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 per 31.12. og bokført verdi av frossen fisk på lager per 1.1.

✓ **Historiske avskrivninger**

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 under 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 matfisk-produksjon av laks og regnbueørret, 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 som 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 per 31.12. er basert på en gjennomsnittlig pris på settefisk (regnbueørret) på kr 6,57 og laksesmolt kr 7,46. I tillegg kommer oppdrettskostnaden, som er beregnet til kr 9 per kilo.

✓ **Beholdningsverdi av frossenfisk 31.12.**
Bokført verdi av frossenfisk per 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, BEREGNET PRODUKSJON OG ANDRE LØNNSOMHETSMÅL

✓ **Solgt mengde av laks**

Solgt mengde av laks er gjennomsnittlig antall kilo rund oppdrettslaks solgt i 2006.

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 regnbueørret**

Solgt mengde av regnbueørret er gjennomsnittlig antall kilo rund oppdrettsørret solgt i 2006.

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 regnbueørret) + Beholdning av frossenfisk per 31.12.) + ((beholdning av levende fisk 31.12. (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.

✓ **Produksjon per årsverk**

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

beholdningsendring (kg). Gir uttrykk for produktivitet.

✓ **Antall årsverk**

Antall årsverk som er utført i anlegget i løpet av året. Vi bruker det samme timetallet per årsverk som Budsjettnemda for jordbruket, der et årsverk er satt til 1845 timer. Både lønnet og ulønnet arbeidsinnsats er tatt med.

✓ **Økonomisk førfaktor**

Er i undersøkelsen definert som :

(Førlager 1.1. + førkjøp - førlager 31.12)

Produksjon av fisk

✓ **Salgspris per kilo solgt laks**

Salgsinntekt av laks dividert på solgt mengde av laks.

✓ **Salgspris per kilo solgt regnbueørret**

Salgsinntekt av regnbueørret dividert på solgt mengde av regnbueørret.

✓ **Salgspris per kilo solgt fisk (laks og regnbueørret)**

Salgsinntekt av laks og regnbueørret dividert på solgt mengde av laks og regnbueørret.

✓ **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 per 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 avskrivning (blandet prinsipp) legges til grunn ved beregning av lønnsevne 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 4,07 prosent i 2006. Inflasjonen for 2006 er beregnet til 2,26 prosent. Dermed blir realrenten 1,77 prosent for 2006.

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 2006 er det egenkapitalandelen per 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.

✓ Lønnsevne

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. Lønnsevne er definert som:

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

✓ Lønnsevne per årsverk

Lønnsevne dividert på antall årsverk.

G4. BEREGNEDE NØKKELTALL

✓ Totalrentabilitet

Gir uttrykk for avkastningen på totalkapitalen i virksomheten.

Definisjon:

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

✓ Driftsmargin

Definisjon:

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

✓ Overskuddsgrad

Definisjon:

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

✓ **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:

$$\frac{(\text{Driftsresultat} + \text{Finansinntekter}) * 100}{\text{Finanskostnader}}$$

✓ **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**

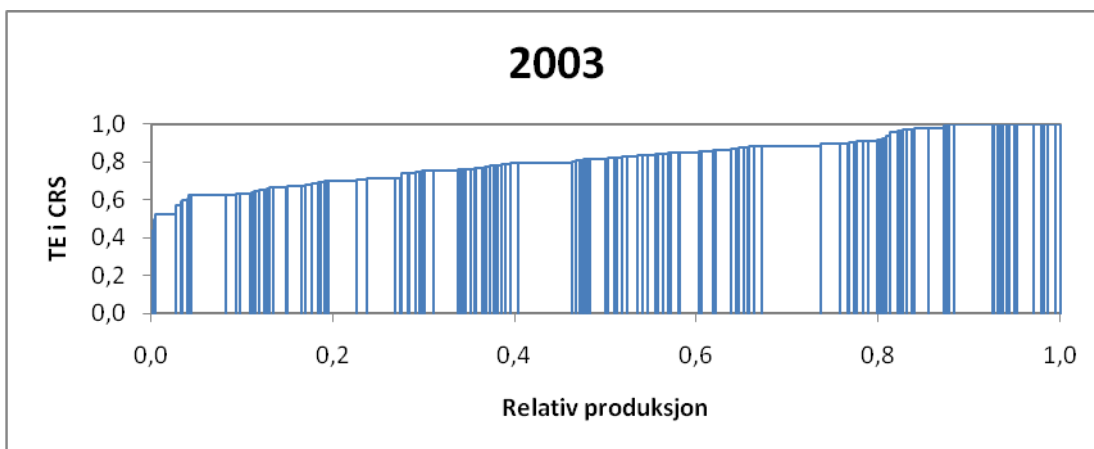
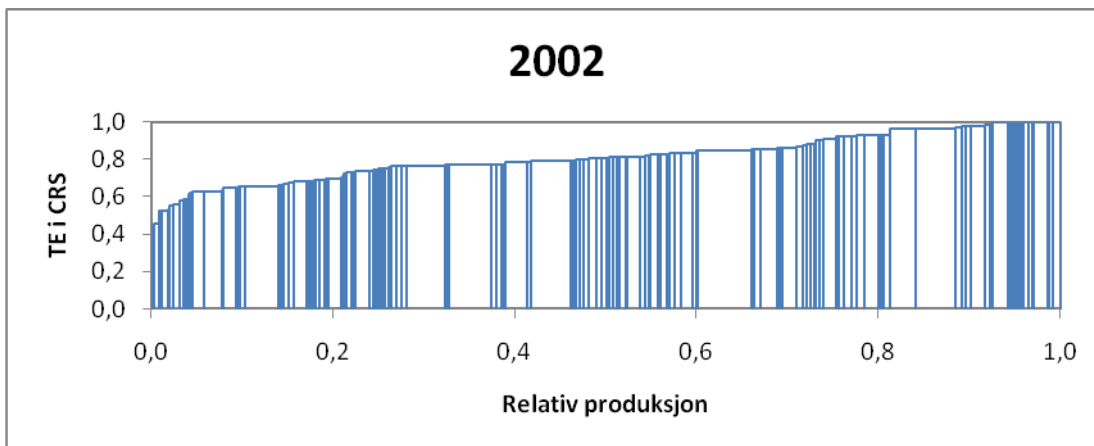
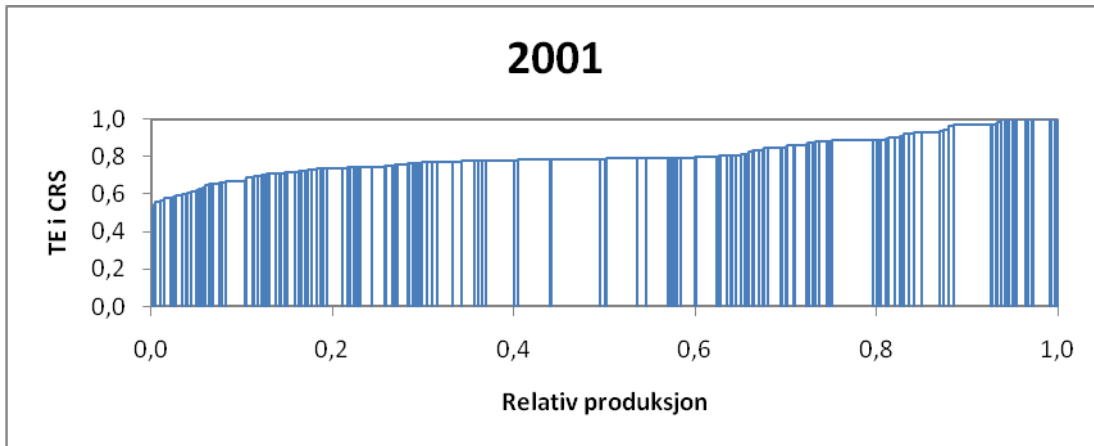
Definisjon:

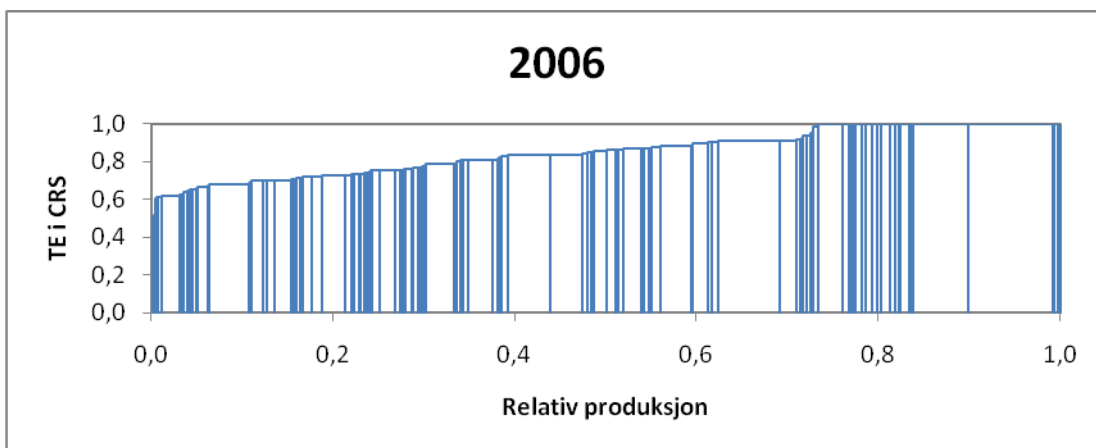
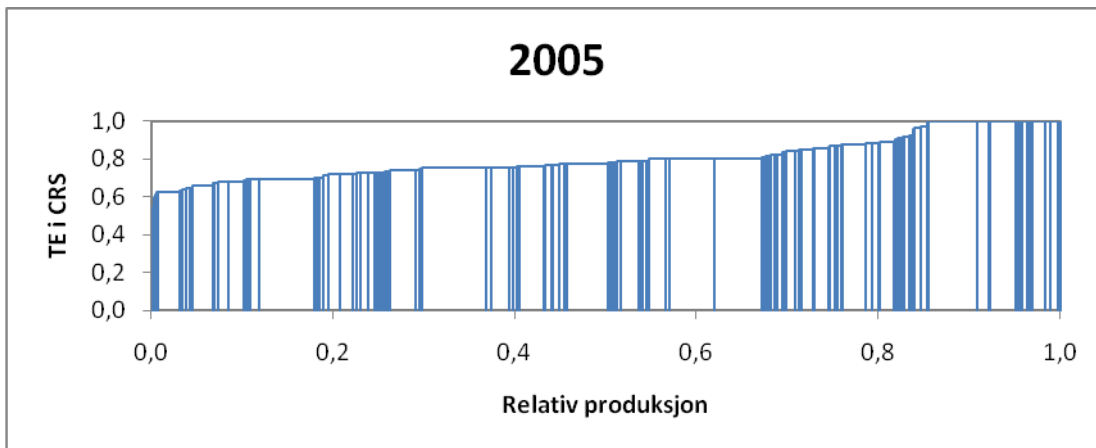
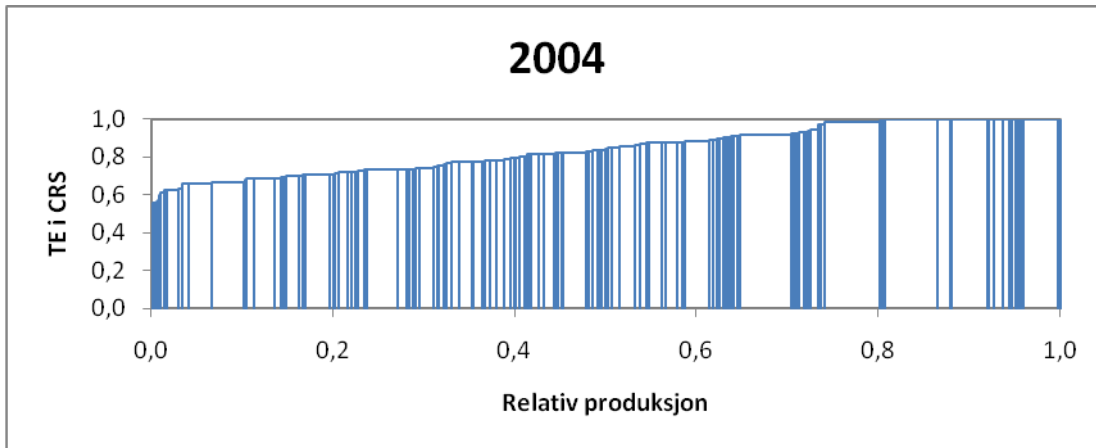
$$\frac{(\text{Utsatt skatt} + \text{langsiktig gjeld}) * 100}{\text{Sum eiendeler}}$$

G5. BEREGNEDE KOSTNADER PER KG PRODUSERT FISK

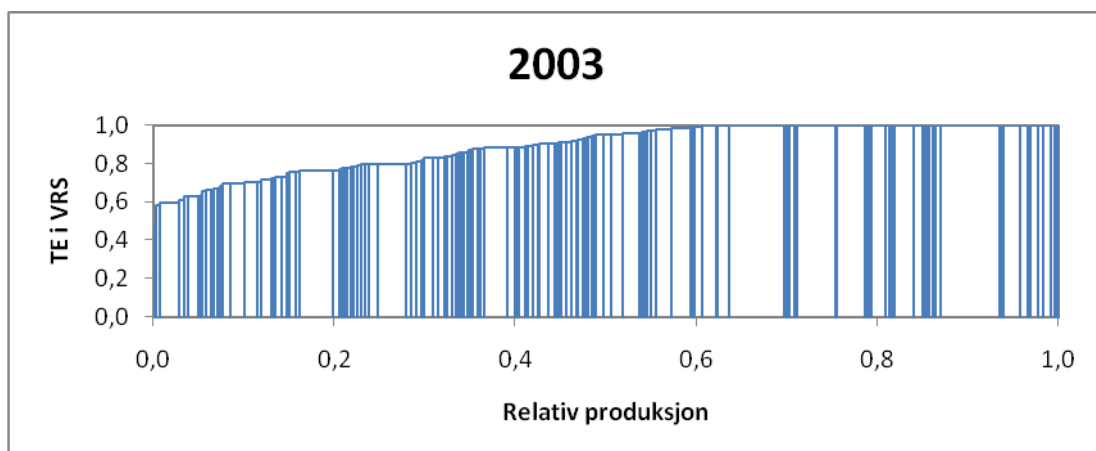
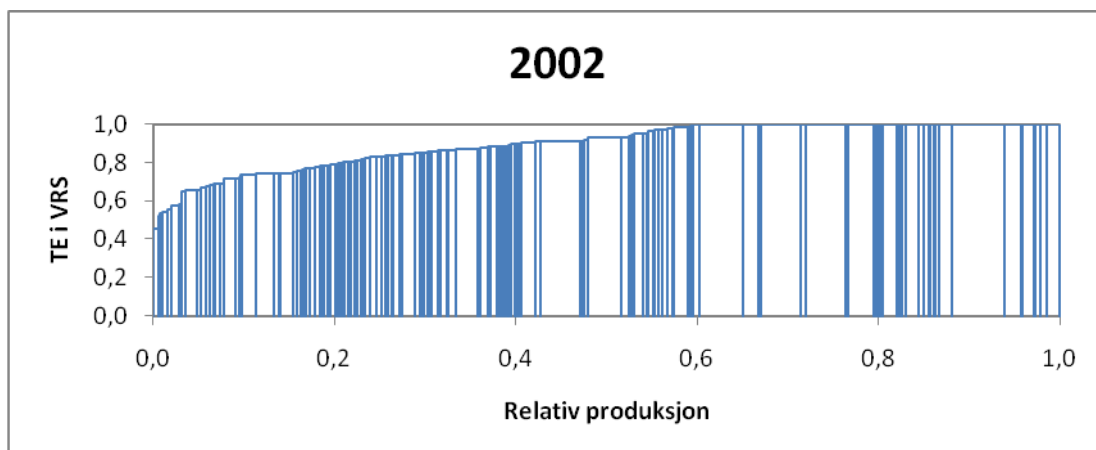
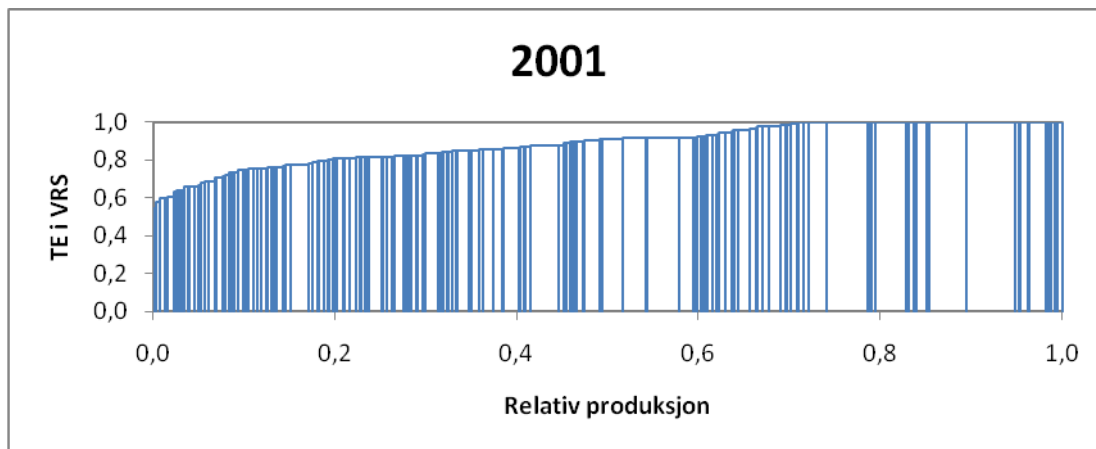
Hver kostnadsart er dividert med produksjon av fisk, slik at vi får kostnad per kilo (rundvekt)

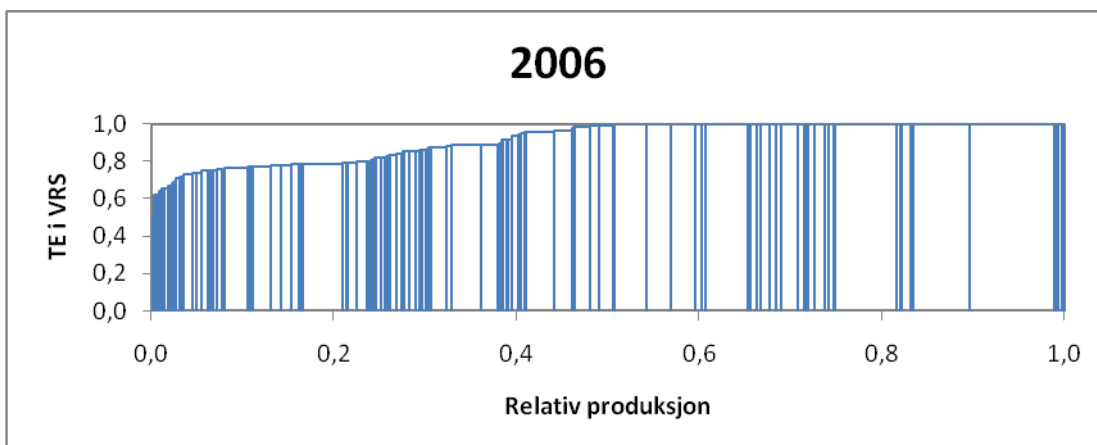
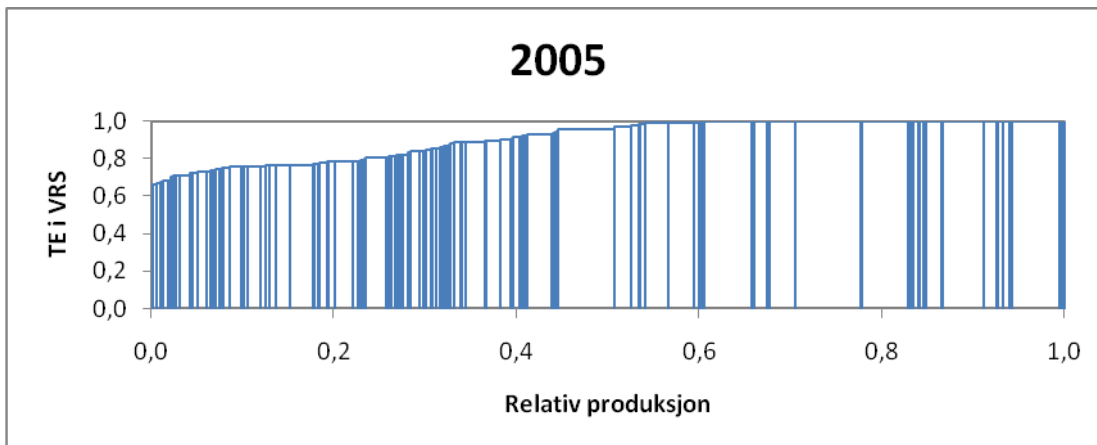
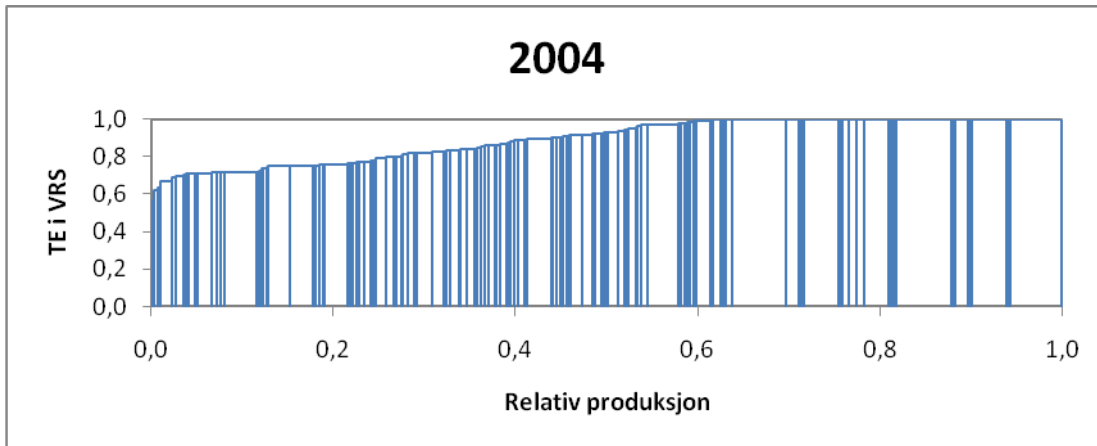
VEDLEGG 3: Teknisk effektivitet i CRS – SALTERDIAGRAM



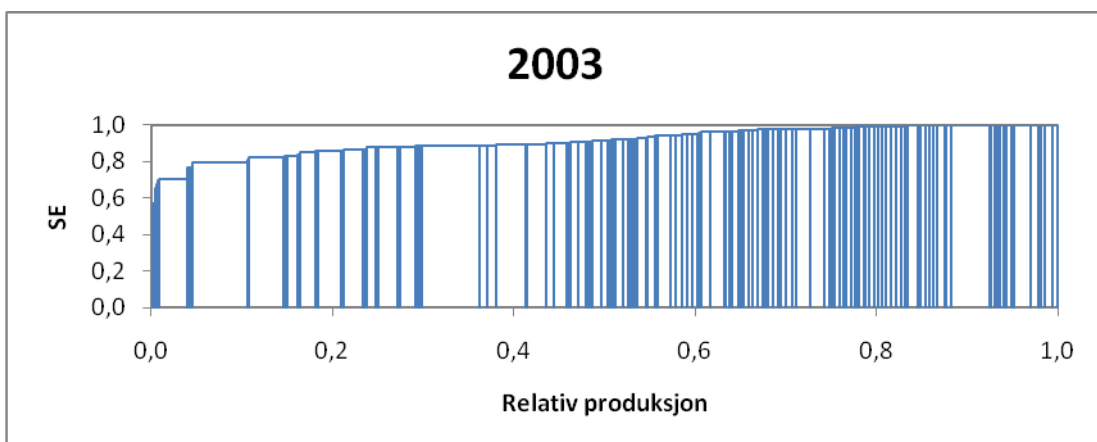
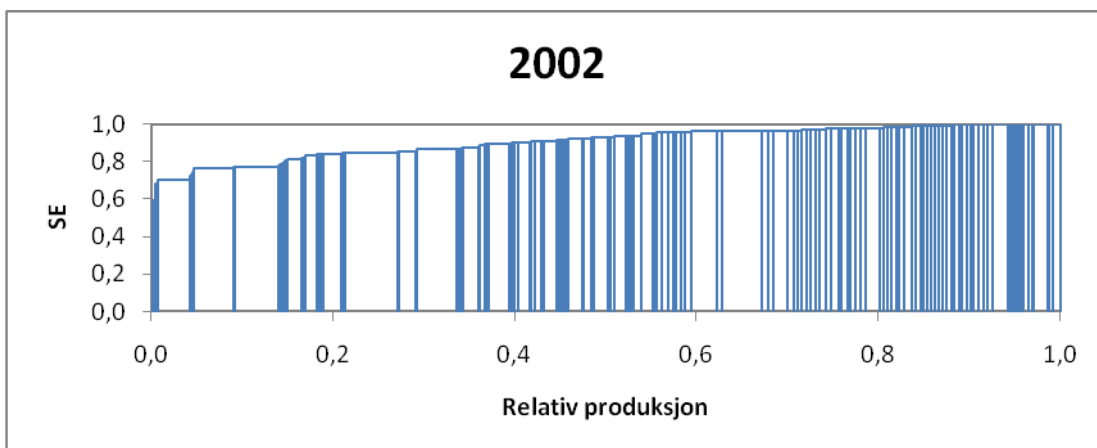
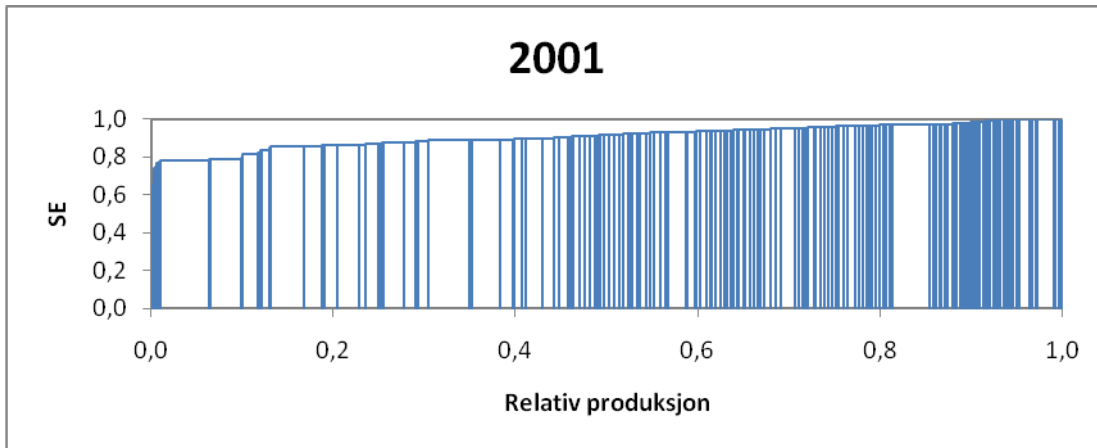


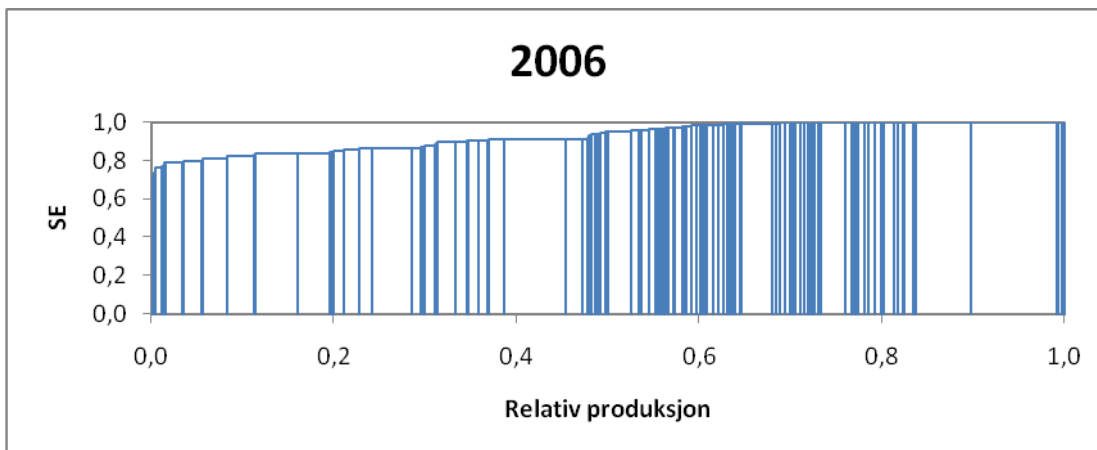
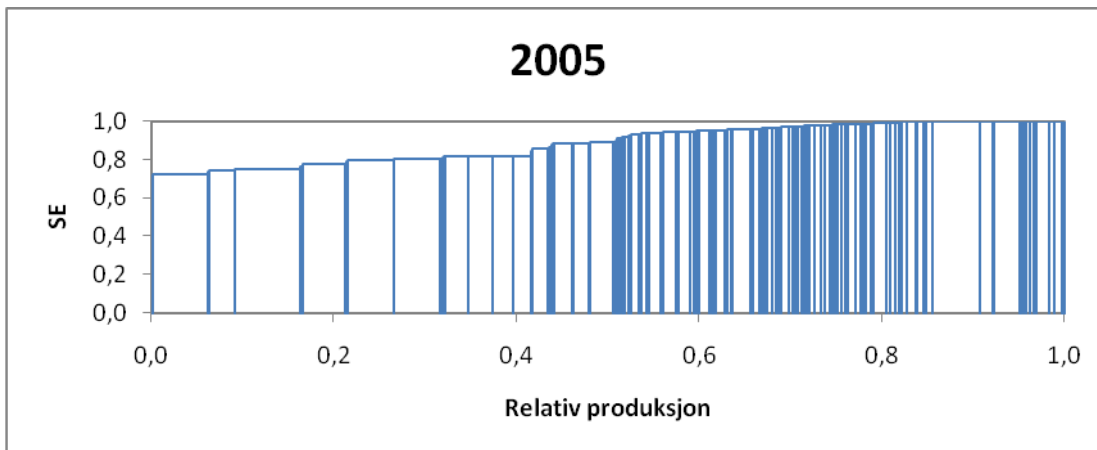
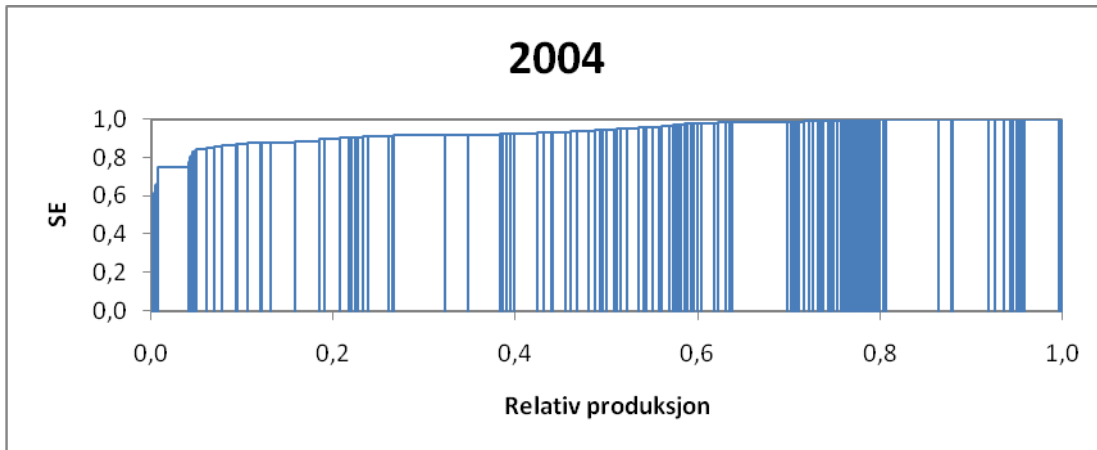
VEDLEGG 4: Teknisk effektivitet i VRS – SALTERDIAGRAM





VEDLEGG 5: Skalaeffektivitet – SALTERDAGRAM





VEDLEGG 6: Teknisk effektivitet i VRS og CRS og skalaeffektivitet – gruppert etter produksjonsvolum.

Periode	Antall		Antall	TE i CRS	TE i VRS	SE
	DMU	Gruppe				
2001	168	Gruppe 1	97	79,1 %	85,0 %	93,1 %
		Gruppe 2	51	79,1 %	84,2 %	93,9 %
		Gruppe 3	12	80,4 %	89,7 %	89,5 %
		Gruppe 4	8	82,4 %	95,2 %	86,5 %
2002	143	Gruppe 1	82	76,5 %	85,7 %	89,4 %
		Gruppe 2	38	82,2 %	84,5 %	97,4 %
		Gruppe 3	16	81,2 %	88,9 %	91,4 %
		Gruppe 4	7	82,3 %	97,8 %	84,1 %
2003	139	Gruppe 1	78	80,2 %	88,1 %	91,4 %
		Gruppe 2	43	82,2 %	85,9 %	95,8 %
		Gruppe 3	11	82,9 %	89,9 %	92,2 %
		Gruppe 4	7	78,4 %	92,1 %	85,1 %
2004	129	Gruppe 1	73	81,5 %	87,5 %	93,4 %
		Gruppe 2	34	81,6 %	86,5 %	94,4 %
		Gruppe 3	10	79,9 %	86,7 %	92,3 %
		Gruppe 4	12	83,9 %	90,4 %	92,6 %
2005	127	Gruppe 1	57	80,2 %	89,0 %	90,1 %
		Gruppe 2	41	80,5 %	82,3 %	97,8 %
		Gruppe 3	12	84,1 %	86,4 %	97,0 %
		Gruppe 4	17	78,7 %	93,3 %	84,5 %
2006	119	Gruppe 1	46	77,1 %	86,0 %	90,0 %
		Gruppe 2	42	84,9 %	86,0 %	98,7 %
		Gruppe 3	13	80,8 %	87,8 %	92,0 %
		Gruppe 4	18	83,9 %	93,9 %	89,3 %

VEDLEGG 7: Malmquist Produktivitetsindeks – RESULTAT PÅ LANDSBASIS

Periode	Antall		MC	MF	MPI
	DMU				
2001-2002	123	Gjennomsnitt	0,961	1,089	1,046
		Standardavvik	0,190	0,066	0,217
		Minimum	0,457	0,932	0,504
		Maksimum	1,593	1,514	1,690

Periode	Antall		MC	MF	MPI
	DMU				
2002-2003	112	Gjennomsnitt	1,030	1,058	1,095
		Standardavvik	0,226	0,192	0,360
		Minimum	0,642	0,838	0,654
		Maksimum	1,755	2,679	3,633

Periode	Antall		MC	MF	MPI
	DMU				
2003-2004	112	Gjennomsnitt	1,065	0,931	0,994
		Standardavvik	0,188	0,061	0,196
		Minimum	0,597	0,495	0,353
		Maksimum	1,768	1,081	1,792

Periode	Antall		MC	MF	MPI
	DMU				
2004-2005	106	Gjennomsnitt	0,974	1,072	1,046
		Standardavvik	0,169	0,059	0,209
		Minimum	0,566	0,926	0,595
		Maksimum	1,579	1,311	1,987

Periode	Antall		MC	MF	MPI
	DMU				
2005-2006	104	Gjennomsnitt	0,983	1,013	0,997
		Standardavvik	0,165	0,070	0,184
		Minimum	0,658	0,826	0,642
		Maksimum	1,630	1,300	1,679

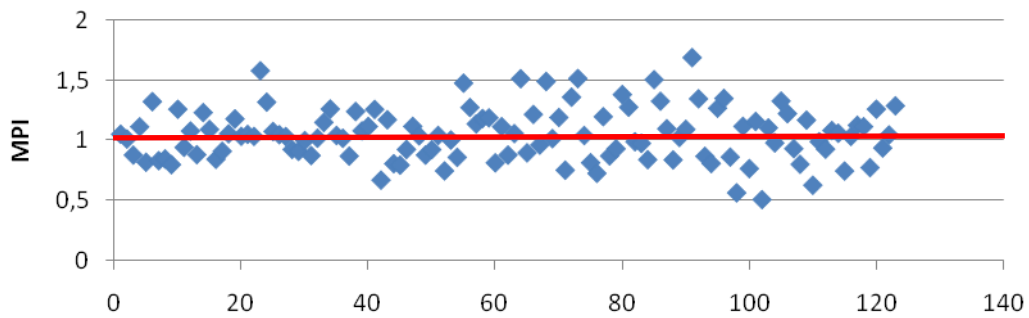
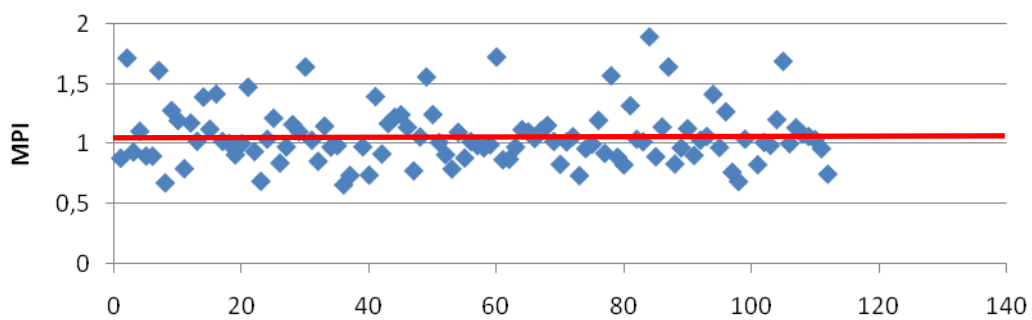
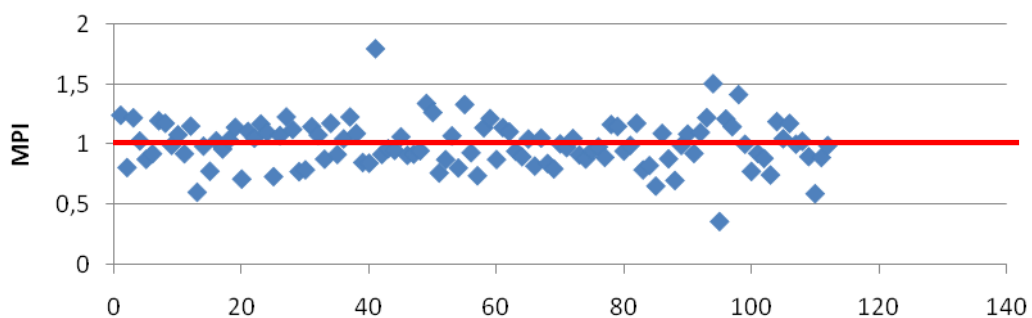
Periode	Antall		MC	MF	MPI
	DMU				
2001-2006	81	Gjennomsnitt	0,958	1,161	1,117
		Standardavvik	0,197	0,217	0,331
		Minimum	0,567	0,986	0,652
		Maksimum	1,670	2,988	2,988

VEDLEGG 8: Malmquist Produktivitetsindeks – RESULTAT GRUPPEVIS

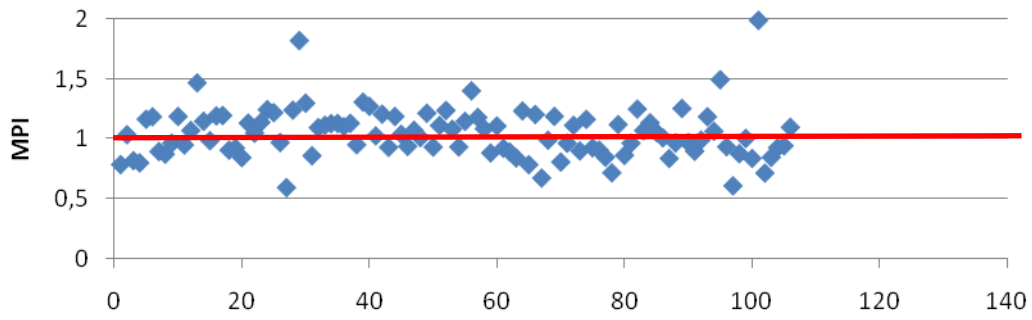
Periode	Antall DMU	Gruppe	Antall	MC	MF	M
2001-2002	123	Gruppe 1	71	96,3 %	109,0 %	105,0 %
		Gruppe 2	35	95,3 %	108,8 %	103,6 %
		Gruppe 3	10	95,9 %	107,7 %	103,8 %
		Gruppe 4	7	98,2 %	109,2 %	107,1 %
2002-2003	112	Gruppe 1	66	107,3 %	103,4 %	111,4 %
		Gruppe 2	28	98,7 %	102,3 %	100,8 %
		Gruppe 3	12	98,0 %	120,7 %	122,9 %
		Gruppe 4	6	86,3 %	117,1 %	102,2 %
2003-2004	112	Gruppe 1	63	106,2 %	93,5 %	99,4 %
		Gruppe 2	33	107,4 %	93,5 %	100,4 %
		Gruppe 3	9	99,7 %	89,9 %	91,1 %
		Gruppe 4	7	113,8 %	92,5 %	105,5 %
2004-2005	106	Gruppe 1	53	98,8 %	106,2 %	105,4 %
		Gruppe 2	32	96,1 %	106,9 %	102,8 %
		Gruppe 3	9	98,7 %	110,2 %	108,9 %
		Gruppe 4	12	94,0 %	109,7 %	103,2 %
2005-2006	104	Gruppe 1	42	91,7 %	101,8 %	93,4 %
		Gruppe 2	36	103,6 %	101,9 %	105,6 %
		Gruppe 3	9	98,0 %	98,8 %	96,6 %
		Gruppe 4	17	103,7 %	100,4 %	104,3 %
2001-2006	81	Gruppe 1	37	90,5 %	112,7 %	102,5 %
		Gruppe 2	31	98,8 %	121,3 %	120,3 %
		Gruppe 3	6	107,2 %	111,1 %	118,4 %
		Gruppe 4	7	100,7 %	114,6 %	116,2 %

VEDLEGG 9: Malmquist Produktivitetsindeks – PLOTT

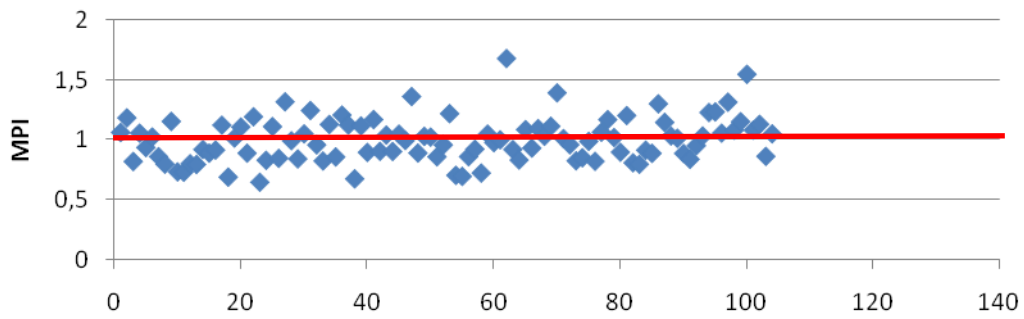
Hvert plott representerer en DMU i analysen. Den horisontale akse viser antall DMU'er i perioden. Dette antallet synker for hver periode.

MPI 2001-2002**MPI 2002 - 2003****MPI 2003-2004**

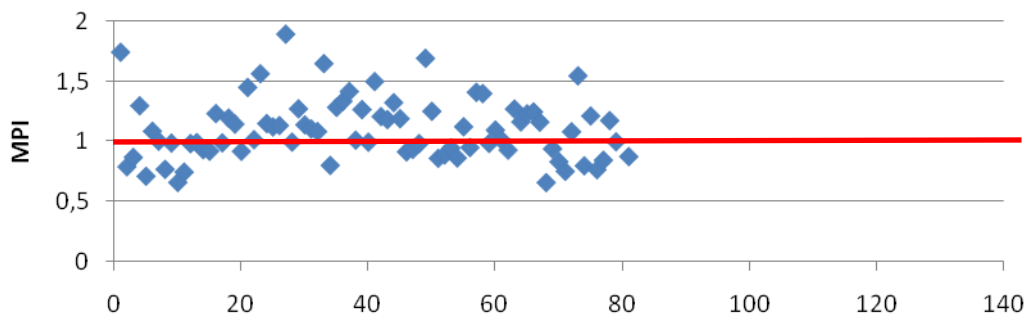
MPI 2004-2005



MPI 2005-2006



MPI 2001-2006



VEDLEGG 10: Malmquist Produktivetsindeks – SALTERDIAGRAM

