

Produktivitetsutvikling over tid i oppdrett av laks

En studie av perioden 2001 til 2008 med bruk av DEA og Malmquistindeks

Av

Nils-Arne Stikholmen



Mastergradsoppgave i økonomi og administrasjon

Studieretning økonomisk analyse

(30 studiepoeng)

Handelshøgskolen i Tromsø

Universitetet i Tromsø

Mai 2010

Forord

Denne mastergradsoppgaven er en obligatorisk del av studieprogrammet Økonomi og Administrasjon ved Handelshøgskolen i Tromsø. Den markerer slutten på fem år som student ved Universitetet i Tromsø.

Studenttilværelsen har vært en interessant tid. I tillegg til å tilegne meg nyttig kunnskap, er nye vennskapsbånd noe jeg spesielt setter pris på etter endte studier.

Jeg vil takke mine medstudenter for en fantastisk studietid. Kontor A260 fortjener en spesiell takk for fine stunder med kake og kortspill det siste året.

Veileder Terje Vassdal ved Handelshøgskolen i Tromsø fortjener en stor takk for mange konstruktive tilbakemeldinger.

Til slutt vil jeg takke familien for god støtte gjennom studietiden.

Nils-Arne Stikholmen

Nils-Arne Stikholmen

Sammendrag

Oppdrett av laks har siden starten på begynnelsen av 1970-tallet utviklet seg til å bli en viktig næring for Norge. Etter noen dårlige år i starten av dette tiåret, har oppdrettsnæringen siden 2004 vært lønnsom. Selv om lønnsomheten er positiv i en næring, vil det alltid være aktuelt å måle effektiviteten. Norske oppdrettere preges i større grad av internasjonal konkurranse, noe som synliggjør betydningen av å være effektiv i produksjonen.

Oppdrettsnæringen kan omtales som et reguleringsregime. Siden begynnelsen har Staten styrt næringen hva gjelder drift og produksjon av laks. Regelverket har etter hvert gjennomgått mange endringer for å på best mulig måte sikre en lønnsom næring som samtidig er ressursforsvarlig. Kravene til oppdrettsnæringen kan gå på bekostning av produksjonsvolumet, og dermed være en direkte årsak til at effektiviteten i næringen reduseres. Den foreløpig siste reguleringen som er introdusert i oppdrettsnæringen er maksimal tillatt biomasse (MTB). Kravene til MTB tredde i kraft fra 2005.

Formålet med denne studien er å undersøke om MTB kan ha hatt noe å si for effektivitets- og produktivitetsutviklingen i oppdrettsnæringen for laks.

Datamaterialet som er analysert i denne oppgaven er innhentet fra Fiskeridirektoratet som siden 1982 har samlet inn regnskapsopplysninger fra selskap med produksjon av laks og regnbueørret. Opplysningene danner grunnlag for beregning av viktige lønnsomhetsmål. Lønnsomhetsundersøkelsene er til nytte for ulike forvaltningsinstitusjoner, forskning og næring, og gir viktige indikatorer over utviklingen i næringen.

Ved hjelp av Data Envelopment Analysis (DEA) og Malmquist produktivitetsindeks (MPI) har jeg utført en effektivitets- og produktivitetsanalyse i den norske oppdrettsnæringen for laks i perioden 2001-2008. DEA er en ikke-parametrisk metode som på bakgrunn av input og output danner en front av effektive enheter. Enheter som ikke er med på å danne fronten karakteriseres som ineffektive. I denne oppgaven brukes en inputorientert modell hvor fôrforbruk, lønn, smolt, kapitalkostnad og andre driftskostnader er innsatsfaktorene. Produksjon av laksefisk brukes som output.

MPI beregner produktivitetsendringer over tid. MPI dekomponeres videre i forklaringsvariablene "Catch-up"- effekt (MC) og frontendring (MF). MC forteller om de ineffektive enhetene har tatt igjen noe av forspranget til de effektive i de periodene som sammenlignes. MF forteller oss om selve produksjonsfronten har endret seg i perioden.

I effektivitetsanalysen kommer det fram at effektivitetsutviklingen i perioden 2001-2008 har en økende tendens. Perioden etter at MTB ble introdusert viser høyere gjennomsnittlig effektivitet enn hva perioden før. Resultatene kan ikke sies å være merkbart forskjellige, og kan ses på som en naturlig framgang i næringen.

Beregningen av skalaegenskapene viser tydelige forskjeller i antall enheter som produserer i optimal skala i perioden 2005-2008 i forhold til hva tilfellet var i perioden før MTB.

Produktiviteten har i periodene 2001-2004 og 2005-2008 hatt en positiv utvikling. Man kan ikke på bakgrunn av resultatene med sikkerhet konkludere med at MTB har hatt noen spesiell innvirkning på produktivitetsutviklingen i næringen. Men resultatene fra analysene kan tyde på at innføringen av MTB som ny reguleringsform i oppdrettsnæringen for laks, kan ha vært positiv for næringen.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	iii
Sammendrag.....	v
Innholdsfortegnelse.....	vii
Figuroversikt.....	ix
Tabelloversikt.....	x
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 problemstilling.....	2
2 Presentasjon av bransjen.....	4
2.1 Kort om utvikling og vekst fra 1970 – 2000.....	4
2.2 Utvikling og vekst i perioden 2001 - 2008.....	5
2.3 Reguleringsregimet.....	9
2.3.1 Maksimal tillatt biomasse (MTB).....	10
2.4 Produksjonsprosessen.....	12
2.4.1 Sykdommer.....	14
3 Teori og metode.....	16
3.1 Produktivitet og effektivitet.....	16
3.2 Produktivitet.....	16
3.3 Effektivitet.....	18
3.4 Output- og inputorientering.....	19
3.5 Skalaeffektivitet.....	20
3.6 Data Envelopment Analysis (DEA).....	23
3.6.1 CCR-modellen.....	24
3.6.2 BCC-modellen.....	28
3.7 Malmquist produktivitetsindeks (MPI).....	29
4 Datagrunnlag.....	32
4.1 Utvalg.....	32
4.2 Outliers.....	33
4.2.1 Rensing av data.....	33
4.3 Input.....	35
4.3.1 Fôrforbrk.....	35
4.3.2 Lønnskostnader.....	36
4.3.3 Smolt.....	36

4.3.4 Andre driftskostnader	36
4.3.5 Kapitalkostnad.....	37
4.4 Output.....	38
4.4.1 Produksjon.....	38
4.5 Korrigering for prisendringer	38
5 Resultater.....	39
5.1 Total teknisk effektivitet.....	39
5.2 Ren teknisk effektivitet	41
5.3 Skalaeffektivitet.....	42
5.4 Malmquist produktivitetsindeks	44
6. Diskusjon og konklusjon	54
6.1 Diskusjon.....	54
6.1 Konklusjon	57
Litteraturliste	61
Vedlegg	64
Vedlegg 1: Supereffektivitet 2001-2008	64
Vedlegg 2: Rensing av data.....	68
Vedlegg 3: Deskriptiv statistikk output- og inputvariabler	69
Vedlegg 4: Teknisk effektivitet i CRS - SALTERDIAGRAM	72
Vedlegg 5: Teknisk effektivitet i VRS – SALTERDIAGRAM	75
Vedlegg 6: Skalaeffektivitet – SALTERDIAGRAM	78
Vedlegg 7: Malmquist produktivitetsindeks – Salterdiagram	81

Figuroversikt

Figur 1 Slaktet mengde laks i tonn rund vekt 1982-2007.....	4
Figur 2 Produksjon av laks og ørret i perioden 2001-2008	5
Figur 3 Gjennomsnittlig produksjonskostnad og salgspris pr. kg i perioden 2001-2008.....	8
Figur 4 Produksjon av laks i 4 faser	14
Figur 5 Produktfunksjon.....	17
Figur 6 Input- og outputorientering.....	20
Figur 7 Skalaeffektivitet.....	21
Figur 8 Skalaegenskaper	22
Figur 9 Prosentvis fordeling av skalaegenskapene IRS, CRS og DRS i perioden 2001 – 2008	43
Figur 10 MPI og gjennomsnittlig produksjonskostnad i perioden 2001-2008	45
Figur 11 MC og gjennomsnittlig produksjonskostnad i perioden 2001-2008.....	46
Figur 12 MF og gjennomsnittlig produksjonskostnad i perioden 2001-2008	47
Figur 13 Plott av MPI i perioden 2001-2004.....	50
Figur 14 Plott av MC i perioden 2001-2004	50
Figur 15 Plott av MF i perioden 2001-2004.....	50
Figur 16 Salterdiagram med MPI mot gjennomsnittlig relativ produksjon i perioden 2001-2004	51
Figur 17 Salterdiagram med MC mot gjennomsnittlig relativ produksjon i perioden 2001-2004	51
Figur 18 Salterdiagram med MF mot gjennomsnittlig relativ produksjon i perioden 2001-2004.....	51
Figur 19 Salterdiagram med MPI mot gjennomsnittlig relativ produksjon i perioden 2005-2008	52
Figur 20 Salterdiagram med MC mot gjennomsnittlig relativ produksjon i perioden 2005-2008	52
Figur 21 Salterdiagram med MF mot gjennomsnittlig relativ produksjon i perioden 2005-2008.....	53

Tabelloversikt

Tabell 1 Gjennomsnittlig produksjonskostnad og salgspris pr. kg samt resultat før skatt 2001-2008	7
Tabell 2 Spredning i gjennomsnittlig produksjonskostnad 2008	8
Tabell 3 Sykdommer hos laks	15
Tabell 4 Representasjon av utvalg 2001 t.o.m. 2008.....	32
Tabell 5 Input og output for DMU M_0331 i 2001-2008	34
Tabell 6 Input og output for DMU M_0447 i 2004.....	35
Tabell 7 Oppsummering av rensing av datamateriale 2001-2008.....	35
Tabell 8 Gjennomsnittlig totalrentabilitet i % i næringen for oppdrett av laks og regnbueørret (2001-2008).....	37
Tabell 9 Totalindeks og prosentvis endring fra 1998 i perioden 2001-2008.....	38
Tabell 10 Total teknisk effektivitet i perioden 2001 - 2008.....	39
Tabell 11 Teknisk effektive enheter i CRS	40
Tabell 12 Ren teknisk effektivitet i perioden 2001 - 2008	41
Tabell 13 Ren teknisk effektive enheter i perioden 2001 - 2008.....	41
Tabell 14 Skalaeffektivitet i perioden 2001 – 2008	42
Tabell 15 Antall DMU med skalaegenskapene IRS, CRS og DRS i perioden 2001 – 2008.....	42
Tabell 16 Malmquist produktivitetsindeks i perioden 2001-2008.....	44
Tabell 17 Antall DMU med framgang i MPI, MC og MF	47
Tabell 18 Malmquist produktivitetsindeks for DMUer som er med i hele perioden 2001-2008	48
Tabell 19 Antall DMUer med framgang i MPI, MC og MF for de DMUer som er med i hele perioden 2001-2008.....	49

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Norges lange kystlinje gjør at Norge har gode forutsetninger for å drive med marin oppdrett. Allikevel er oppdrett av laks ei relativt ny næring i Norge. Ideen kom med pionerene på 1960-tallet. På Hitra satte brødrene Grøntvedt ut laksesmolt i merder i sjøen i 1969, og allerede det første året så man at dette kunne bli en kommende næring i Norge. Brødrene oppnådde gode resultater det første året, og gjennombruddet for norsk lakseoppdrett kom i begynnelsen av 1970 tallet.

Utviklingen har siden vært formidabel, og oppdrettsfisk er i dag en av landets viktigste eksportvarer. Næringen karakteriseres med at den har små marginer, hvor det meste avhenger av markedsprisen på de varene som selges. En utfordring med oppdrett i Norge er det høye kostnadsnivået spesielt på arbeidskraft, og også andre innsatsfaktorer. Den økende konkurransen, både nasjonalt og internasjonalt, gjør at det blir mer og mer avgjørende for oppdrettsbedriftene å utnytte ressursene på en slik måte at man hindrer sløsing.

Etter hvert som produksjonen har økt betraktelig siden starten på 1970-tallet, har prisene på laks sunket. Oppdrettsbedriftenes marginer har med dette sunket, og økt fokuset på produktivitet. Utfordringen er å produsere mest mulig innenfor de rammevilkår oppdretteren står ovenfor. Samtidig er det viktig å holde innsatsfaktorbruken på et minimumsnivå for å oppnå lønnsomhet. Rammeverket til oppdrettsnæringen er regulert av staten.

Oppdrettsselskapene er konsesjonsbelagt. Dvs. at man må eie en eller flere konsesjoner for å drive med oppdrett av matfisk. Hver konsesjon er biomasseregulert, og en kan ha en maksimal tillatt biomasse (MTB) på 780 tonn for hver konsesjon (900 tonn i Troms og Finnmark). Regelverket forklares nærmere i kapittel 2.2, Reguleringsregimet.

Produktivitet er gjerne definert som et forholdstall mellom produksjon og innsatsfaktorbruk. Dette er et absolutt mål som får mening først når man sammenligner forholdstallet med enten andre bedrifter eller tidligere perioder. Effektivitet er definert som produktiviteten i forhold til en norm for best mulig produktivitet.

Det finnes i dag en rekke metoder for å beregne en bedrifts effektivitet og produktivitet. DEA er en av disse, og kan forklares som en innhyllingsmetode. DEA danner en front av de mest effektive bedriftene og lar denne innhulle de ineffektive. DEA er en matematisk metode som ved hjelp av lineær programmering avgjør de analyserte bedriftenes effektivitetsscore.

Bedriftene som er effektiv og danner fronten får en effektivitetsscore på 1, mens de resterende får en effektivitetsscore mindre enn 1. Resultatet reflekterer i hvor stor grad innsatsfaktorbruken kan reduseres samtidig som en holder produksjonen konstant, eller omvendt i hvor stor grad produksjonen kan økes med konstant nivå på innsatsfaktorbruk.

1.2 problemstilling

I denne oppgaven ønsker jeg å gjennomføre en effektivitetsanalyse av oppdrettsnæringen for årene 2001 t.o.m. 2008. Jeg ønsker å se på gjennomsnittlig effektivitet i næringen for å se på om reguleringsendringene som ble innført 1. januar 2005 har hatt noen innvirkning på utviklingen av produktiviteten i næringen. Perioden er valgt slik at analysen består av fire år før og fire år etter at reguleringsordningen med MTB som målenhet kom.

Utgangspunktet for analysen er alle lakseoppdrettsbedrifter i Norge, og jeg vil se på gjennomsnittlig effektivitetsscore til enhetene. I perioden vil det være både bedrifter som faller av og nye bedrifter som kommer inn i næringen.

Problemstillingene som ønskes å belyse nærmere i denne oppgaven er:

”Hvordan har effektivitetsutviklingen i norsk oppdrettsnæring for laks vært fra 2001 t.o.m. 2008?”

”Har overgangen til MTB som ny reguleringsform hatt noe å si for effektiviteten i oppdrett av laks i Norge?”

For å besvare disse problemstillingene vil jeg benytte meg av DEA-metoden med datamateriale fra Fiskeridirektoratet. Resultatene fra DEA fremstiller de effektive og ineffektive bedriftene i oppdrettsnæringen på en slik måte at det er mulig å rangere disse. Med resultatene for hvert år av perioden vil jeg se om utviklingen har vært positiv eller negativ etter at MTB ble introdusert for oppdrettsnæringen. Målet med denne oppgaven er å studere hele oppdrettsnæringen for laks i Norge i en 8 års periode. Videre vil jeg sammenligne effektiviteten til oppdrettselskapene før og etter reguleringsendringen i 2005, for å se om endringen har hatt noe å si for den totale effektivitetsutviklingen.

Analyse av produktivitet og effektivitet har vært et populært tema for masteroppgaveskriving på Norges Fiskerihøgskole. Eksempler er Roland (1998), Hoel (2005), Hansen & Hansen (2008) og Kjeldsen & Larsen (2008). Felles for oppgavene er at DEA-metoden er brukt for å studere produktivitet og effektivitet i norsk oppdrett av laks.

Denne oppgaven tar utgangspunkt i reguleringsregimet, og ser om innføringen av MTB som måleenhet har ført til endringer i utviklingsmønsteret for effektiviteten i oppdrettsnæringen. I arbeidet med innføringen av MTB har det vært kritiske blikk fra forskjellige hold, og da blant annet fordi man mente at effektiviteten for bedriftene kanskje ikke ville nå potensialet sitt med denne produksjonsbegrensningen. Resultatene fra analysene i denne studien kan gi oss et nærmere svar på om disse påstandene har vært riktige.

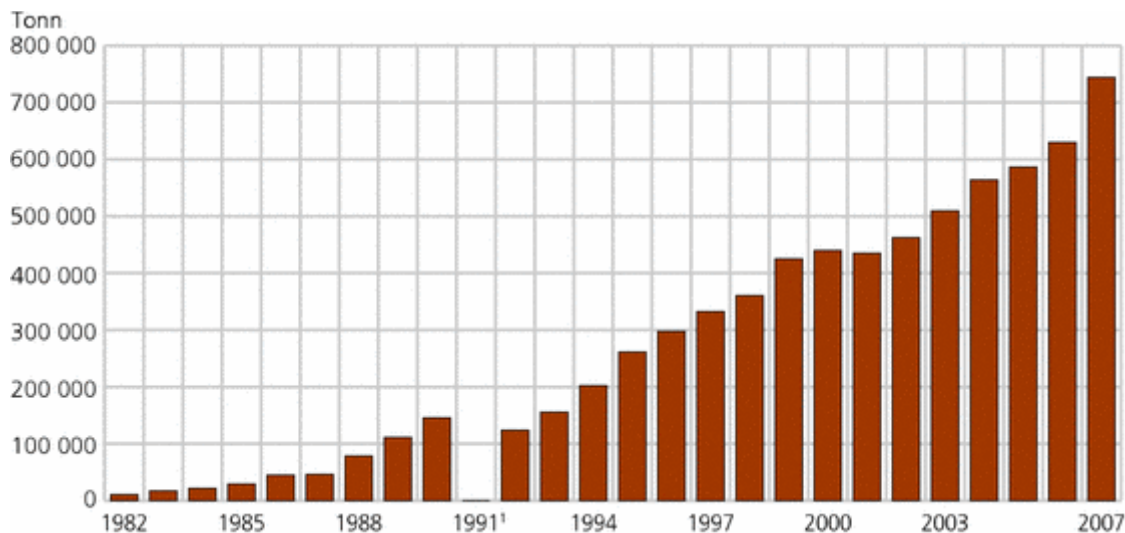
2 Presentasjon av bransjen

I dette kapitlet vil jeg gi en enkel oversikt over bransjen oppdrett av atlantisk laks i Norge. Kapitlet gjennomgår utvikling og vekst fra gjennombruddet på 1970-tallet til i dag. Som del av gjennomgangen vil reguleringene oppdrettsnæringen har vært styrt av bli presentert.

2.1 Kort om utvikling og vekst fra 1970 – 2000

Utviklingen i oppdrett av laks i Norge har siden gjennombruddet i begynnelsen av 1970-årene vært enorm. Fra 1972 til 1975 lå den årlige gjennomsnittlige veksten regnet ut fra produksjonstall i rund vekt på i overkant av 50 %. Lysøutvalget regnet med en liknende utvikling frem til 1980 for deretter å stagnere, men veksten bare fortsatte å øke, og i 1981 var veksten på hele 64 %. Økningen fortsatte videre med en årlig gjennomsnittlig vekst på over 30 % frem til 1991 da den første stansen kom.

Produksjonen av laks gikk ned med ca 0,5 % i 1991 og fortsatte nedgangen med 7,6 % i 1992. Denne perioden var preget av overproduksjon som førte til lavere priser og flere konkurser i oppdrettsanleggene. I 1993 tok næringen seg opp igjen, og hadde frem til 1999 en gjennomsnittlig produksjonsvekst på i underkant av 20 %. Det neste avbrevet kom i 2000 da produksjonen igjen sank med 0,5 % (Michelsen, 2006).



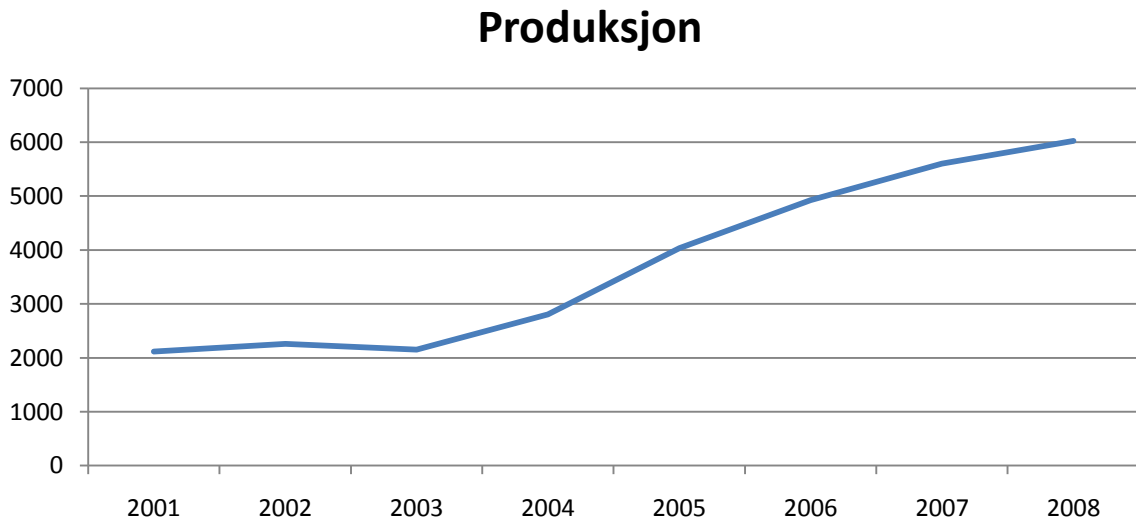
Figur 1 Slaktet mengde laks i tonn rund vekt 1982-2007

¹Tall for 1991 er så usikkert at det ikke blir publisert.

Kilde: Fiskeridirektoratet og fiskeoppdrett, Statistisk sentralbyrå [1]

2.2 Utvikling og vekst i perioden 2001 - 2008

2001 -2008 er perioden jeg har valgt å analysere, og dermed kan det være greit å få et innblikk i hvordan utviklingen i oppdrett av laks har vært i denne perioden. Figur 1 over viser en positiv utvikling i slaktet mengde laks i tonn rund vekt fra 2001 - 2008.



Figur 2 Produksjon av laks og ørret i perioden 2001-2008

Av figur 2 ser vi en positiv utvikling i produksjon av laks og ørret i perioden 2001 – 2008. Økningen fra 2001 har vært på 285 %.

Det økonomiske resultatet for lakseprodusentene i perioden har ikke vært like positivt. I 2001 var hovedkonklusjonen i Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (2001) en kraftig nedgang i det økonomiske resultatet, økt produktivitet, og en lavere produksjonskostnad pr. kg. 2001 var et svakt år for oppdrett av laks. Beregninger forteller at næringen hadde et samlet resultat før skatt på 88 millioner kroner, noe som er en kraftig nedgang fra året før da samme resultat viste 3,6 milliarder kroner før skatt. Dette kan forklares med at markedsforholdene for laks og ørret endret seg kraftig fra 2000 til 2001, noe som førte til en betydelig reduksjon i salgsprisen pr. kg. Salgsprisen pr. kg laks gikk gjennomsnittlig ned med 26,7 %. Nedgangen i produksjonskostnadene skyldtes en reduksjon i smoltkostnad pr. kg, lønnskostnad pr. kg og annen driftskostnad.

I 2002 konkluderte Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (2002) med et meget dårlig økonomisk resultat, redusert produktivitet og økte produksjonskostnader pr. kg. Næringen hadde et samlet resultat før skatt på minus 1,4 milliarder kroner. Markedsforholdene var med andre ord dårlige i 2002, noe som førte til ytterligere reduksjon i gjennomsnittlig salgspris pr.

kg, en nedgang på 8,9 % fra 2001. En økning i gjennomsnittlig pris på fôr bidro til å forverre det økonomiske resultatet.

2003 viser også et dårlig resultat for matfisknæringen. Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (2003) viser at det var en oppgang i resultat før skatt, men samlet sett var resultatet før skatt for matfisknæringen på minus 1,3 milliarder kroner. Dermed hadde ikke markedsforholdene bedret seg betydelig i 2003. Gjennomsnittlig salgspris pr. kg laks gikk nok en gang ned til et rekordlavt nivå, en nedgang på 3,9 %. Kostnadene både totalt sett og produksjonskostnadene hadde en nedgang i 2003. Reduksjonen i de totale kostnadene henger sammen med produsert mengde i samme tidsrom. Nedgangen i produksjonskostnad pr. kg skyldes hovedsakelig en reduksjon i smoltkostnadene og i kostnadsposten annen driftskostnad.

I 2004 var det endelig oppgang i det økonomiske resultatet. Produktiviteten økte og produksjonskostnadene sank samtidig som salgsprisene pr. kg økte. Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (2004) konkluderte med et godt økonomisk år for selskapene med matfiskproduksjon av laks og ørret. Beregninger viser et samlet resultat før skatt for matfisknæringen var på 616 millioner kr. Denne oppgangen skyldes en kraftig forbedring i markedsforholdene for laks og ørret i 2004 sammenlignet med 2003. Gjennomsnittlig salgspris pr. kg laks gikk opp med 11,8 %, mens produksjonskostnad pr. kg gikk ned med 5,4 %.

2005 hadde også en oppgang i det økonomiske resultatet. Produktiviteten økte samtidig som man fikk reduserte produksjonskostnader. Samlet resultat før skatt for næringen var på 3,2 milliarder kroner (Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (2005)). Oppgangen skyldtes nok en kraftig oppgang i markedsforholdene for laks og ørret. Salgsprisen pr. kg gikk opp med 17,9 %, og produksjonskostnadene pr. kg fikk en reduksjon på 8,9 %.

2006 viser på nytt en kraftig forbedring i det økonomiske resultatet. Produktiviteten minket, og produksjonskostnadene pr. kg økte. Samlet resultat før skatt var på 5,9 milliarder kroner (Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (2006)). Oppgangen kan relateres med forbedrede markedsforhold, og gjennomsnittlig salgspris pr. kg gikk opp med 21 % fra 2005 til 2006. Gjennomsnittlig produksjonskostnad pr. kg økte i samme periode med 6,8 %.

2007 hadde en kraftig nedgang i det økonomiske resultatet. Produktiviteten økte og produksjonskostnadene pr. kg sank. Samlet resultat før skatt for næringen var på 2,2

milliarder kroner (Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (2007)). Markedsforholdene ble forverret i forhold til 2006, noe som resulterte i reduksjon i gjennomsnittlig salgspris pr. kg, en nedgang på 19,6 %. Gjennomsnittlig produksjonskostnad gikk opp med 7,6 %. Nedgangen i det økonomiske resultatet kan i tillegg relateres til forverrede sykdomsforhold i laksenæringen. Sykdommer som Pancreas disease (PD) på Vestlandskysten og Infeksiøs lakseanemi (ILA) i Troms økte betraktelig i 2007.

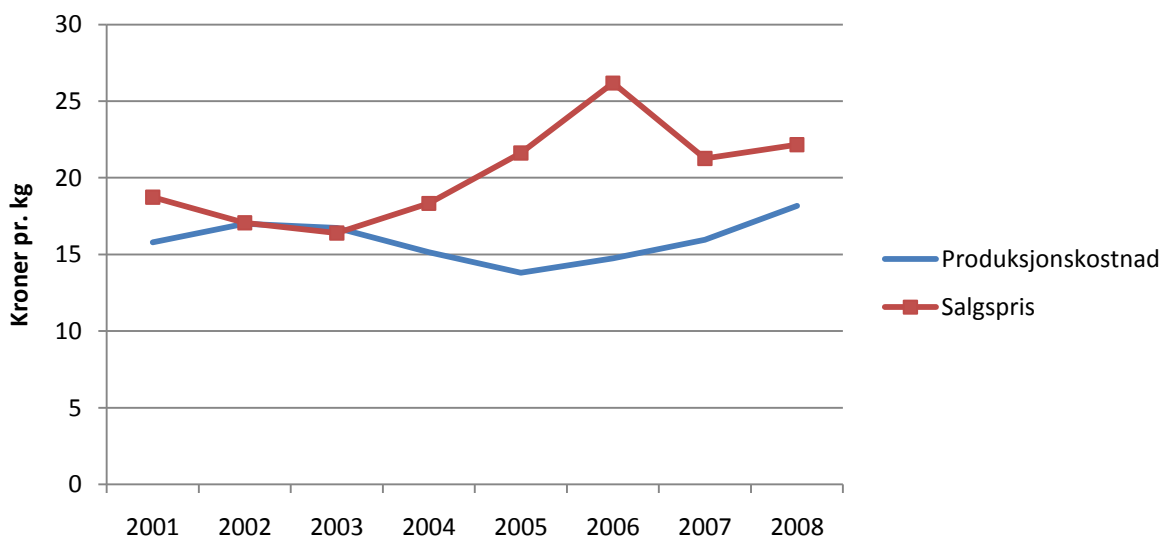
2008 viste også nedgang i det økonomiske resultatet. Produktiviteten og produksjonskostnadene pr. kg økte. Samlet resultat før skatt var på 983 millioner kroner (Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (2008)). Resultatnedgangen i 2008 kan i stor grad relateres til økte kostnader. En økning som henger sammen med tap som følge av nevnte sykdomsutbrudd i 2007, samt dyrere råvarer og økte finanskostnader.

År	Gjennomsnittlig produksjonskostnad	Salgspris	Resultat før skatt
2001	15,80 kr/kg	18,73 kr/kg	88 millioner kr
2002	17,01 kr/kg	17,06 kr/kg	-1,4 milliarder kr
2003	16,73 kr/kg	16,40 kr/kg	-1,3 milliarder kr
2004	15,15 kr/kg	18,33 kr/kg	616 millioner kr
2005	13,80 kr/kg	21,62 kr/kg	3,2 milliarder kr
2006	14,74 kr/kg	26,18 kr/kg	5,9 milliarder kr
2007	15,96 kr/kg	21,26 kr/kg	2,2 milliarder kr
2008	18,17 kr/kg	22,16 kr/kg	983 millioner kr

Tabell 1 Gjennomsnittlig produksjonskostnad og salgspris pr. kg samt resultat før skatt 2001-2008

Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (2001-2008)

Perioden 2001-2008 er preget av både oppganger og nedganger i det økonomiske resultatet. Av tabell 1 ser vi at 2002 og 2003 er svært dårlige år for næringen, mens årene etter er preget av gode resultater. Nedgangen fra 2006 til 2008 kan nok forklares nærmere med den velkjente finanskrisen, men jeg velger å ikke gå nærmere inn på denne.



Figur 3 Gjennomsnittlig produksjonskostnad og salgspris pr. kg i perioden 2001-2008

Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelser (2001-2008)

Figur 3 viser tabell 1 grafisk. Her ser man hvordan kostnader og inntekter henger sammen med de økonomiske resultatene i perioden 2001 - 2008. I 2002 og 2003 hvor de økonomiske resultatene var dårlige er produksjonskostnad og salgspris like store. Perioden etter er preget av at produksjonskostnadene er betydelig lavere enn gjennomsnittlig salgspris, noe som vises i de økonomiske resultatene i tabell 1.

Når det gjelder gjennomsnittlig produksjonskostnad pr. kg gjør jeg oppmerksom på at spredningen mellom de enkelte selskaper er store. Et eksempel fra 2008 vises i tabell 2 under hvor vi får et innblikk i hvor stor spredningen kan være mellom de forskjellige selskapene.

Produksjonskostnad pr. kg	Antall selskaper	Gjennomsnittlig produksjonskostnad	Prosent av alle
Mindre enn kr 10,00	0	0	-
Mellom kr 10,00 - 16,00	13	13,93	12,3 %
Mellom kr 15,00- 20,00	73	17,46	68,85 %
Høyere enn kr 20,00	20	22,30	18,85 %

Tabell 2 Spredning i gjennomsnittlig produksjonskostnad 2008

Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse, 2008.

Tabell 2 viser at produksjonskostnadene i de forskjellige selskapene varierer mye. En av årsakene til dette kan sies å være smoltkostnader som varierer mye fra år til år for enkelte selskaper. Noen selskaper driver dessuten ikke med produksjon av smolt.

2.3 Reguleringsregimet

Produksjonen av laks i Norge, har i hele næringens historie vært regulert med ulike produksjonsbegrensende tiltak. Disse reguleringene har begrenset hvor mye laks som kan produseres på den enkelte konsesjon. En konsesjon er en særskilt tillatelse til å drive oppdrett. På starten av 1970-tallet var ikke spørsmålet lenger om oppdrett kunne bli en næring i Norge, men hvilken næring dette skulle bli. Lysøutvalget fra 1972 som ble oppnevnt av regjeringen, ble satt på saken. Utvalget mente at oppdrett burde være en egen næring som skulle eies og driftes av folk i distriktene. For å kunne styre utviklingen av næringen mente man at det hastet med en reguleringsordning. Resultatet kom allerede 1973 med den første midlertidige oppdrettsloven. Denne loven skulle styrke næringsgrunnlaget i kyst- og fjordstrøkene. Loven innførte også en konsesjonsordning for å sikre en balansert vekst. Myndighetene kunne på denne måten følge med på utviklingen av produksjons- omsetnings- og samfunnsmessige forhold (Osland, 1990).

Etter at konsesjonssystemet ble vedtatt i 1973, har vi i Norge hatt reguleringer som har begrenset hvor mye laks som kan produseres per konsesjon. Formålet med produksjonsreguleringene har variert fra å markedstilpasse norsk totalproduksjon til å begrense oppdrettsanleggenes innflytelse på lokalmiljøet ^[2]. Til å begynne med var konsesjonsordningen mer en registreringsordning, og frem til 1977 ble så si alle konsesjonssøknader innvilget. Men i 1978 stoppet Fiskeridirektoratet tildelingen i påvente av en ny oppdrettslov.

Den første permanente oppdrettsloven kom i 1981. Denne loven hadde en sterk distriktpolitisk intensjon. De sentrale politiske målene var å bidra til å opprettholde en industristruktur basert på små bedriftsenheter, eierskapsstruktur basert på lokale eiere, og en distriktsmessig profil på fordelingen av anlegg (St.meld. nr. 71 (1979-80)). Etter denne lovendringen har konsesjoner kun blitt tildelt gjennom såkalte tildelingsrunder. Tildelingsrundene i periodene 1985 og 1988-1989 var preget av at de to nordligste fylkene ble gitt prioritet ved tildelingen, og 1988-1989 var en ren nordnorsk tildelingsrunde. Den sterke veksten og en manglende presisjon i loven fra 1981 som åpnet for flere tolkninger, økte behovet for en ny oppdrettslov. Denne andre permanente oppdrettsloven kom i 1985 og innebar en viss liberalisering og et økt fokus på lønnsomhet, selv om de distriktpolitiske intensjonene og målsetningene om lokal drifting enda stod sterkt.

1991 kan ses på som et viktig vendepunkt for oppdrettsnæringen. På slutten av 1980-tallet og på begynnelsen av 1990-tallet møtte norsk fiskeoppdrett på store og økende problemer. Økt

internasjonal konkurranse bidro til at prisene falt, og det var dessuten omfattende tap på grunn av sykdom. Svaret fra de politiske myndighetene på denne krisen ble en liberalisering av reguleringsregimet. En ny forskrift gjorde det mulig for ikke-lokale å ha majoritetsinteresser i et fiskeoppdrettsanlegg, og dessuten var det frem til dette tidspunktet kun lov for hvert selskap å eie kun én konsesjon. Et selskap kunne nå ha majoritetsinteresse i mer enn et anlegg, og konsekvensen ble en kraftig eierkonsentrasjon. Endringene bidro samlet til en større aksept for eksternt eierskap og eierkonsentrasjon i næringen (Aarset et al. 2005).

Høsten 1995 ble det vedtatt en midlertidig fôrstopp. Ingen oppdrettere fikk lov til å fôre fisken i en gitt periode. Denne fôrstoppen ble i januar 1996 avløst av en fôrkvoteordning som ga restriksjoner på mengden fôr som oppdretteren ble tillatt å benytte på en konsesjon i løpet av et år. Denne ordningen bidro til en mer direkte og statlig styring av oppdrettsproduksjonen. Fôrkvoteordningen var en konsekvens av EUs gjentatte dumpinganklager mot norsk lakseoppdrett, og kan ses på som en effektiv ordning, i og med at den begrenset veksten i den norske næringen. Selv om konsesjonsvolum og tetthetsbestemmelser fremdeles var en begrensning, gjorde fôrkvotene i de fleste tilfellene disse begrensningene irrelevant, da det var kvantumet fôr en kunne benytte som var den bindende begrensningen.

Endringsfasen på 1990-tallet vektla å omsette fordelingspolitiske mål til oppdrettspolitikk ved å detaljformulere anleggsspesifikasjoner, eierskap og lokaliseringer. På 2000 tallet har myndighetene trukket seg tilbake fra dette, og legger større vekt på rammer som styrker innsyn, overvåking og kontroll. Det gamle reguleringsregimet er i ferd med å bli erstattet av et nytt.

Ved inngangen til 2005 ble fôrkvotene og ordningen med konsesjonsvolum erstattet med dagens MTB-ordning.

2.3.1 Maksimal tillatt biomasse (MTB)

Den norske oppdrettsnæringen for Laks og ørret fikk i inngangen til 2005 gjennomført viktige reguleringsendringer. Fra og med 1. januar 2005 ble volumbegrensningen (konsesjonsvolumet) avskaffet. Før denne endringen var oppdrett begrenset både av oppdrettsvolum og biomasse, i tillegg til fôrkvoten. Endringene av regelverket i 2005 ble en forenkling av det gjeldende, slik at det bare gjensto én bestemmelse som avgrenset selve tillatelsen.

I tiden før MTB ble bestemt som den nye måleenheten i oppdrettsnæringen for laks og ørret ble også to andre alternativer diskutert, maksimal tillatt fôrenergi (MTF) og maksimal tillatt

areal (MTA). MTB, MTF og MTB ville alle på ulike måter påvirket måten oppdrett drives på, og hvordan oppdretternes muligheter for å optimalisere driften på ville vært. Når departementet ønsket et nytt reguleringsystem for konsesjonene innen fiskeoppdrett var det tre sentrale hensyn som sto sentralt i tillegg til at systemet skulle være en forenkling av det gjeldende oppdrettsregelverket: (1) konkurrerende interesser ved bruk av arealene i kystsonen, (2) en bærekraftig forvaltning av miljøet, og herunder lokalitetenes bæreevne samt (3) fiskehelse og velferd (Fiskeridirektoratet (2003)). Etter hvert som departementet har foretatt valg underveis i prosessen med å finne et nytt reguleringsystem har samtidig alternativer blitt valgt bort.

MTF som reguleringsparameter forutsetter en direkte regulering av produksjonen gjennom fôrkvotene. Men siden departementet besluttet å gå bort fra en direkte regulering av produksjonen, sto man igjen med alternativene MTB og MTA. Med MTA ville man gått i en retning av en mindre direkte regulering av oppdrettsproduksjonen. MTA som måleenhet ville begrenset antall lokaliteter og gitt et tak på enten biomasse eller fisk på hver lokalitet.

Når Fiskeridirektøren foreslo areal som regulering på konsesjonsnivå, tok han utgangspunkt i flere innvendinger mot MTB. For det første mente han det var store regionale og lokale forskjeller med hensyn til volum fisk en kunne ha på en lokalitet. I tillegg gjør den internasjonale konkurransen at produksjonen burde innrettes slik at den fullt ut utnytter de naturgitte konkurransefortrinn som både regioner med god plass har, og den bærekraftige produksjonsevnen som gode lokaliteter gir. Forslaget om MTA hadde også svakheter. Når man skal utnytte den gode plassen regionene har, er det ikke innlysende at arealbegrensninger er den beste måten å gjøre det på. Regioner med god plass kan tilsi at en lettere får klarert nye lokaliteter i området. Etter hvert som området fylles opp vil areal bli en knapp faktor, og dermed bli betydningsfull i den videre styringen av utviklingen i området. En annen svakhet med MTA som ny måleenhet ville vært at lokaliteter med god dybde ikke nødvendigvis ville fått noen begrensning med MTA. I tilfeller hvor dybden i motsetning er begrenset, og hvor lokalitetene allikevel på grunn av gode strømforhold har stor bæreevne, ville MTA vært en alvorlig begrensning. Ved slike forhold ville oppdretter valgt relativt grunne merder med stort areal, noe som under MTA ville medført lavere effektivt produksjonsvolum. Fiskeridirektøren mente også at MTB ikke er direkte relatert til de hensyn man ønsker å ivareta, og dessuten at biomassen ikke er lett målbar (Aarset et al. 2005).

MTB ble til tross for flere motforestillinger valgt som ny reguleringsordning, og loven ble iverksatt 1. januar 2005. Med MTB kom det ulike begrensninger for oppdrettere på Vestlandet

og i Nordland og oppdrettere i Troms og Finnmark. Årsaken til dette er at vekstvilkårene for laks er forskjellige i regionene på grunn av temperaturforholdene i sjøen. I 2000 hadde Troms og Finnmark en gjennomsnittlig døgntilvekst på 0,59 % mot 0,74 % i den beste regionen, Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag (Aarset et al. 2005). Dette er en forskjell på hele 25 %, og i 2001 var forskjellen på bare 12 %, noe som blant annet kan forklares med at sommertemperaturen på Vestlandet var ugunstig høy. Med dette innså man at biomassebehovet for bedrifter i Nord-Norge var større enn for bedrifter i andre regioner.

Utgangspunktet med MTB er å gi en biomassebegrensning. Utgangspunktet er at man for hver m³ konsesjonsvolum får en maksimalt tillatt biomasse på 65 kg eller 780 tonn per konsesjon. I Nord-Troms og Finnmark er grensen satt til 75 kg/m³, eller 900 tonn per konsesjon. MTB gjelder for hele året og måles i praksis hver måned.

2.4 Produksjonsprosessen

Produksjon av laks er en prosess som tar flere år, og foregår i ulike typer anlegg i løpet av laksens livssyklus. Tiden det tar å produsere en fullvoksen laks er avhengig av behandlingen fisken får. Lysforhold, temperatur og fôringsmengde er alle avgjørende faktorer for hvor lang tid det tar å produsere laksen. Jo bedre regulering man har på disse, dess hurtigere kan fisken vokse. At oppdrettsnæringen manipulerer laksens livssyklus er sikkert. En villaks bruker mellom 1,5 – 6 år på å oppnå pubertetsalder, mens oppdrettslaks gjennomsnittlig bruker 20 måneder.

Naturlig befruktning for laks skjer en gang i året. I oppdrettsnæringens driftsprosess er det oftest to utsett av smolt i året, noe som gjør at man får en jevn produksjon slik at man kan slakte hele året.

Oppdrettsprodusentene har mulighet til å kjøpe ferdig settefisk fra settefiskprodusenter, eller fra egne settefiskanlegg. Vertikal integrering har gjort at anlegg bygges opp med nærmere tilknytning til hverandre. Fraktruten blir kortere og kostnadene ved flytting av smolt mindre. Settefiskanleggene kjøper øyerogn fra avls- og stamfiskstasjoner langs kysten, stasjoner som det kun finnes noen få av i Norge.

Produksjon av laks er en prosess i fire faser; rognproduksjon, smoltproduksjon, produksjon i sjø og slakteri og foredling. En prosess som illustreres i figur 4.

Oppdrett av laks begynner med kunstig befruktning av rogn fra stamfisk. Stamfisk er voksen laks som brukes i avl. Tidlig høst tappes fisken for rogn og melke, en prosess som kalles for stryking. Den befruktete rognen legges så i klekkeriet, og tiden det tar før rognen klekkes

avhenger av temperatur. Når eggeskallet sprekker, klekkes rognen. Resultatet er små yngel med en stor plommesekk på magen, noe som vil være maten før fôringen begynner.

Omtrent 1 år tar det før yngelen er blitt stor nok til å forlate settefiskanlegget til den settes ut i sjøen. Da kalles laksen for smolt, og det har skjedd en fysiologisk og hormonell forandring i fisken som gjør at den nå tåler saltvann. Dette kalles smoltifiseringsprosessen, og er unik for laksen som er en anadrom fisk. Smolten er i gjennomsnitt mellom 80 – 100 gram og 12 – 20 cm når den settes ut i sjøen.

Produksjonstiden avhenger av utsettelsestidspunkt, smoltstørrelse og temperatur. Vanligvis tar produksjonen i sjøen 12 – 18 måneder. Oppdrettsanlegget består vanligvis av flere merder, fôringsanlegg og forskjellig overvåkingsutstyr. Merdene er plassert parvis i rekker, hvor hver består av flyteelementer og notposer som fisken svømmer i. Notposene er festet til flyteelementet og kan være opptil 50 meter dyp og mellom 60 – 160 meter i omkrets. Fôringen er automatisert med fôringsmaskiner i forbindelse med hver merd. Fôringen styres etter fiskens appetitt. Mange oppdrettsselskaper overvåker også miljøet under vann slik at det er lettere å hindre sykdom og rømming, noe som er de største farene i denne delen av produksjonsprosessen.

Det er de norske myndighetene som bestemmer hvor mye fisk som kan være i anleggene. Forskning sier at det maksimalt ikke bør være mer enn 25 kg laks pr m³, men samtidig ikke mye mindre enn dette i og med at det kan føre til stress for fisken. Videre vil dette si at volumet i notposene består av ca 97,5 % vann og resten fisk.

Alle slakteri er underlagt strenge internasjonale lover og forskrifter. Egenkontrollsystemer (HACCP) skal godkjennes og jevnlig revideres av tilsynsmyndigheter.

Laks som skal slaktes meldes inn til Fiskeridirektoratets kontrollverk. Før slakting må fisken ha nådd en viss størrelse, og må skje før den har nådd pubertetsalder. Brønnbåter transporterer fisken til slakteri. Der blir laksen bedøvet og slaktet, og for å unngå fôrrester i tarmsystemet, blir fisken sultet før slakting.

Noe av fisken blir solgt som filet eller andre formål, men det meste går ut som hel og fersk fisk. Laksen som slaktes har forskjellig kvalitet, og fisken sorteres i 3 kvalitetsgrader etter en anbefalt standard fra 1998; Superior Konsum, Superior Foredling og produksjon. Superior Konsum er anvendelig til alle formål og betraktes som et førsteklasses produkt. Superior Foredling kan ha mindre utvendige feil som gjør at den egner seg til foredling fremfor utstilling. Den fisken som ender opp i klassen produksjon har grovere feil enn de som tillates i

Superior Foredling. Dette er fisk som leveres hodekappet, og kan bare selges i Norge. Dette følger av Fiskekvalitetsforskriften FOR-1996-06-14-667 § 9-6, 1. ledd. Den eksporterte fisken er dermed kun den fisken som klassifiseres i Superiorklassene (Prosjekt Bransjestandard for Fisk, 1999).



Figur 4 Produksjon av laks i 4 faser

2.4.1 Sykdommer

Oppdrettsanlegg er mer utsatt for sykdom og parasittisme enn hva fisk som forplanter seg i naturen. Årsaken til dette kan være dårlig miljø og helsesituasjon i merdene hvor fisken lever. Sykdom kan i verste fall føre til at hele bestanden dør eller må nedslaktes. Fokuset på forebygging av sykdom er stort i oppdrettsnæringen, og sykdom kan føre til store økonomiske tap for oppdretteren. Ved rømming vil smitting av sykdom og parasitter være en fare for villaks. Sykdoms- og parasittrusselen i lakseproduksjon forebygges ved hjelp av vaksinasjon og medisiner, men helsesituasjonen har generelt sett vært god i Norge, og bruken av medikamenter har vært lav (Veterinærinstituttet, 2007).

Parasitter er små organismer som lever av og på andre, som for eksempel på laksen. Dette kan ha negativ innvirkning på verten, og kan forårsake skader på huden. Mange nok parasitter kan føre til død på verten. Lakselus er den vanligste parasitten i oppdrettslaks, og er en parasitt som stresser fisken og er bærer av sykdommer.

Laks rammes av ulike sykdommer som følge av bakterier og virus. Tabell 3 er hentet fra Veterinærinstituttets ”Helsesituasjonen hos oppdrettsfisk 2008”, og viser en *oversikt over antall lokaliteter i årene 1990 – 2008 med infeksjons lakseanemi (ILA), parasittsykdom (PD), hjerte og skjelettmuskelbetennelse (HSMB) og infeksjons pankreasnekrose (IPN). For de sykdommer der det er aktuelt, er både lokaliteter med status ”mistanke” og ”påvist” regnet med.*

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
ILA	13	14	23	21	12	8	16	11	4	7	17
PD	7	10	11	15	14	22	43	45	58	98	108
HSMB							54	83	94	162	144
IPN					174	178	172	208	207	165	158

Tabell 3 Sykdommer hos laks

kilde: Helsesituasjonen hos oppdrettsfisk 2008, Veterinærinstituttet

Tabell 3 viser stor økning av PD-tilfeller fra 2004. Dette kan ha sammenheng med MTB-ordningen som ble innført i 2005. Dersom MTB er en kilde til økt sykdomsutbredelse i oppdrettsnæringen kan effekten være lavere effektivitet/produktivitet i perioden etter innføringen av MTB.

3 Teori og metode

Dette kapittelet gjør rede for det teoretiske og metodiske grunnlaget i effektivitetsanalysen av oppdrettsnæringen. I dette kapittelet blir sentrale produktivitets- og effektivitetsbegreper definert. Videre blir Data Envelopment Analysis og Malmquist produktivitetsindeks gjennomgått.

3.1 Produktivitet og effektivitet

Begrepene produktivitet og effektivitet er ofte brukt, men omtales gjerne ulikt mellom forskjellige fagmiljøer. Sammenhengen mellom begrepene er at begge er et mål på ytelse i enheter som bedrifter. Effektivitets- og produktivitetsanalyse er sentrale deler av denne studien, og det er derfor viktig å presisere hva som menes med uttrykkene og hva som skiller dem.

3.2 Produktivitet

Produktivitet er et absolutt mål og beregnes som et forholdstall mellom output og input. Den gjennomsnittlige produktiviteten for enhet j beregnes slik:

$$AP_j = \frac{\text{output}_j}{\text{input}_j} = \frac{\text{produksjon}}{\text{ressursbruk}} = \frac{y_j}{x_j}$$

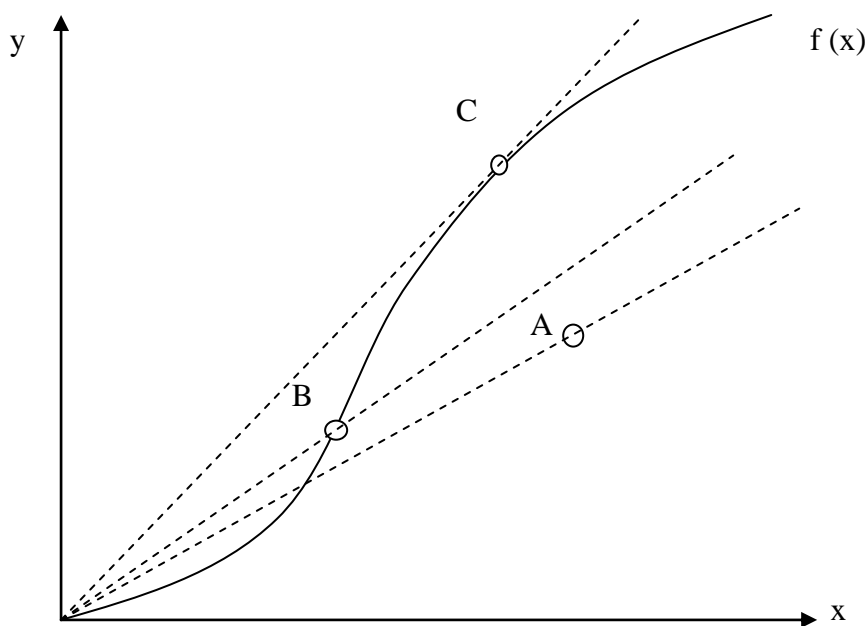
Jo større forhold mellom output og input, dess høyere er produktiviteten. Et enkelt eksempel for å finne produktiviteten til en produksjonsenhet er å bruke arbeid som input og produksjon som output. I virkeligheten er det få eller ingen produksjonsprosesser som består av bare en input og/eller en output. Bedrifter bruker nesten uten unntak flere inputs til å produsere en eller flere outputs. Det vil være mer riktig å bruke multiple inputs og/eller multiple outputs for å måle produktiviteten. For å måle produktiviteten ved multiple inputs og/eller multiple outputs benyttes totalfaktorproduktivitet (TFP). TFP måler forholdet mellom veid sum av outputs og veid sum av inputs:

$$TFP = \frac{\text{veid sum av outputs } (Y)}{\text{veid sum av inputs } (X)}, \text{ hvor } Y = (y_1, y_2, \dots, y_s) \text{ og } X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$$

Ved måling av TFP er beregningen mer komplisert. For å finne et tallmessig uttrykk for produktiviteten, må man veie sammen de ulike inputs og outputs (Kittelsen & Førsum, 2001). Vekting av faktorene kan gjøres enten ved bruk av faktorpriser eller relative priser.

I en produktfunksjon, $Y = f(x)$, avhenger mengden output av inputmengden. Figur 5 illustrerer en slik funksjon grafisk. A, B og C viser mulig gjennomsnittlig produksjon for en produksjonsenhet. Ved å trekke linjer fra origo og gjennom de observerte enhetene finner man

helningen som også er representert med produktivetsformelen. Når en observert enhet nærmer seg produktfunksjonen, øker også den gjennomsnittlige produktiviteten. Helningen på tangeringslinjene forteller oss noe om hvor høy produktiviteten er. Jo brattere helning, dess høyere gjennomsnittlig produktivitet. Her ser man at både C og B ligger på produktfunksjonen. Punkt C kan allikevel ses på som den mest produktive enheten. Årsaken til dette er en brattere helning på tangeringslinjen. Punkt B er bedre enn A som ligger under produktfunksjonen, men begge kan forbedre sin produktivitet ved å prøve å kopiere C så mye som mulig.



Figur 5 Produktfunksjon

Høy produktivitet følger av høyest mulig produksjonsvolum med lavest mulig innsatsfaktorbruk. Innsatsfaktorbruken er en verdi av mengde og pris pr. enhet.

Produktiviteten i seg selv er bare et absolutt mål som alene ikke har stor forklaringskraft. Det er først når man sammenligner produktiviteten over flere perioder, eller mellom flere produksjonsenheter at produktivetsmåling blir interessant. Når man sammenligner produktiviteten med "den beste" (produksjon/teknologi), finner vi teknisk effektivitet. Teknisk effektivitet er et normativt mål som måler faktisk produktivitet per tidsenhet relativt til en norm for best mulig produktivitet, gitt de begrensninger en produksjonsenhet driver innenfor (Ray, 2004). Slike begrensninger kan være alt fra geografiske, juridiske, organisasjonsmessige eller lignende.

3.3 Effektivitet

Effektivitet forteller noe om hvordan en produksjonsenhet gjør det sammenlignet med de mest effektive enhetene. De enhetene som er effektive betegnes som "best practice", og er de beste observasjonene i en effektivitetsanalyse. Effektivitetstallet beskriver grad av måloppnåelse i forhold til de beste observerte enhetene. Dersom effektiviteten til en enhet er lik 1, vil denne enheten være en av de beste enhetene i analysen. Selv om denne er en av de beste, betyr det derimot ikke at ressursene blir utnyttet maksimalt, men bare at ingen andre utnytter dem bedre (Coelli, Rao, O'Donnell & Battese, 2005).

Det skilles mellom inputorientert og outputorientert effektivitet. Inputorientering fokuserer på hvor mye en kan redusere inputs, samtidig som en holder nivået på output konstant.

Outputorientering fokuserer på hvor mye en kan øke nivået på output samtidig som man holder alle inputs konstant. Denne oppgaven vil fokusere på inputorientering. Siden oppdrett er regulert med produksjonsbegrensninger, vil det være hensiktsmessig å se på hvor mye hver enkelt enhet i analysen kan redusere sin innsatsfaktorbruk når produksjonsvolumet holdes konstant.

Farrell (1957) omtalte effektivitet som teknisk effektivitet (TE). Den tekniske effektiviteten er forholdet mellom faktisk produktivitet og optimal produktivitet. En enhet anses som teknisk effektiv ($TE = 1 = 100\%$) dersom den ligger på produksjonsfronten.

Teknisk effektivitet i inputorientering:

$$TE_i = \frac{\frac{y}{x}}{\frac{y}{x^*}} = \frac{x^*}{x}$$

Teknisk effektivitet i outputorientering:

$$TE_o = \frac{\frac{y}{x}}{\frac{y^*}{x}} = \frac{y}{y^*}$$

I situasjoner med en input og en output er den tekniske effektiviteten enkel å beregne. Men dersom antall innsatsfaktorer og/eller sluttprodukter øker vil ikke beregningene være like enkel. Denne beregningen kan løses ved for eksempel Data Envelopment Analysis (DEA). Denne metoden gjennomgås i kapittel 3.6, men er kort forklart en metode som aggregerer input og output.

Ray (2004) beregner effektivitet på følgende måte:

$$\text{Effektivitet } E_j = \frac{AP_j}{AP_{BEST}} = \frac{\frac{y_j}{x_j}}{\frac{y_{BEST}}{x_{BEST}}} = \frac{y_j}{y_{BEST}} \cdot \frac{x_{BEST}}{x_j}$$

Hvor AP_j er produktiviteten til DMU_j ($j = 1, \dots, n$) og AP_{BEST} er best oppnåelige produktivitet for enhet j . DMU er en forkortelse for ”decision making unit”. Oversatt kan man si at DMU er en enhet, ofte referert til å ta egne beslutninger hva angår produksjon og innsatsfaktorbruk.

Videre i oppgaven vil det refereres til DMU når det menes produksjonsenhet. Teknisk effektivitet viser i hvilken grad DMU_j enten kan øke sin output uten å øke sin input, eller hvordan den kan minske sin input uten å redusere output. De DMUer som er teknisk effektiv får en effektivitetsscore på 1, mens de ineffektive DMUene får en effektivitetsscore < 1 .

Effektivitetsmål kan være et hjelpemiddel for bedriftene til å treffe beslutninger om hvordan arbeidet bør organiseres. En effektivitetsanalyse kan finne hvilke enheter man kan lære av, hvilke produkter som er særlig ressurskrevende og hvilke inputs som er produktive.

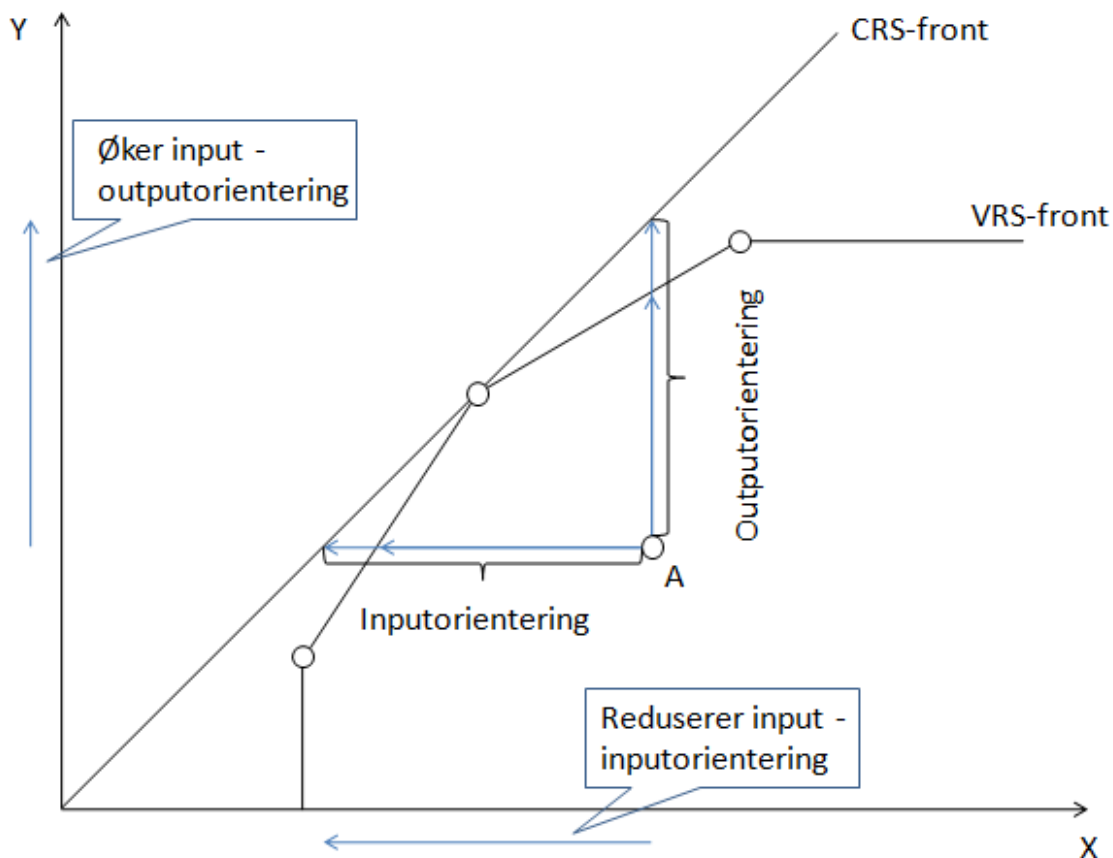
Definisjonene på produktivitet og effektivitet ovenfor viser at man trenger forskjellig informasjon til å måle disse. Måling av produktivitet kan gjøres ved å vite input- og outputmengden til den produksjonsenheten man skal måle. For å måle effektiviteten er det nødvendig å vite normen bestående av ”de beste” (Ray, 2004).

3.4 Output- og inputorientering

Enhver bedrift har et langsiktig mål om maksimal profitt. Maksimal profitt kan man oppnå ved enten å øke salgsinntekt eller å minimere kostnadene i produksjonen. Fokus på dette gjør at man øker sin overlevelsessevne i markedet.

Effektiv produksjon kan man oppnå med en rekke tiltak som for eksempel å redusere mengden input eller øke mengden output. Slike tiltak kan oppnås ved å hindre sløsing som følge av unøyaktighet, eller ved å øke produksjonsmengden ved å utnytte ressursene på en bedre måte ved for eksempel kjøp av ny produksjonsteknologi.

En produsent med begrenset tilgang til innsatsfaktorer har interesse i å produsere så mye som mulig med de begrensningene de har. I en effektivitetsanalyse vil dette kalles outputorientering. En produsent begrenset av kvoter som setter begrensninger på hvor mye som er lov å produsere vil ønske å minimere bruken av innsatsfaktorer, samtidig som den produserer så mye som er lov. Dette kalles i en effektivitetsanalyse for inputorientering.



Figur 6 Input- og outputorientering

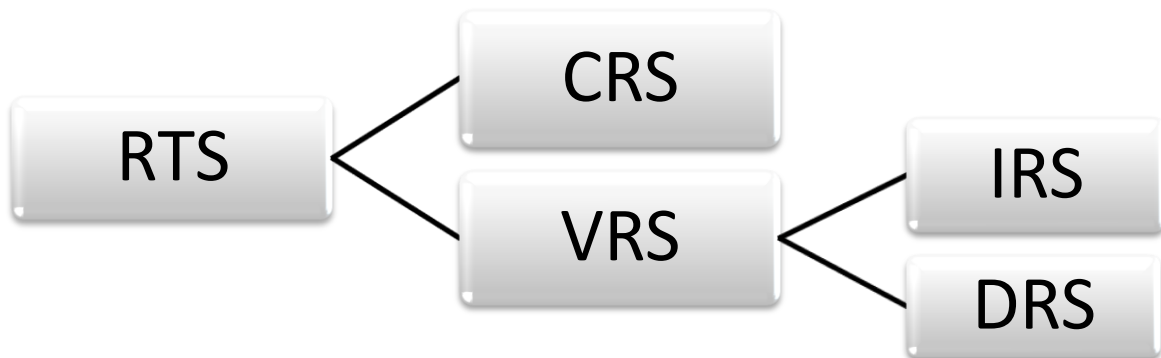
Figur 6 viser forskjellen mellom input- og outputorientering grafisk. CRS (Constant Return to Scale) og VRS (Variable Return to Scale) vil forklares i kapittel 3.5 om skalaeffektivitet.

I oppdrett av laks er det begrensninger på produksjonsvolumet gjennom konsesjoner. Dermed er det hensiktsmessig å benytte seg av inputorientering i analysene som utføres i denne oppgaven. En inputorientering kan belyse problemstillingene i oppgaven gjennom å se på forbruket av innsatsfaktorer.

3.5 Skalaeffektivitet

Bedriftenes produksjonsstørrelse kan ha stor innvirkning på lønnsomheten. Høy produksjonskapasitet og full utnyttelse av den betyr ikke nødvendigvis optimal produksjonsvolum (skala). Ofte kan det være mer lønnsomt å redusere (nedskalere) produksjonsvolumet og øke effektiviteten i bedriften. Det kan også være tilfeller hvor en bedrift produserer mindre enn i optimal skala. Da lønner det seg å øke (oppskalere) produksjonsvolumet. Skalaeffektivitet forteller oss 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 (Banker,

Charnes og Cooper, 1984). Definisjonen på skalautbytte er i hvilken grad en økning i alle inputs øker output.



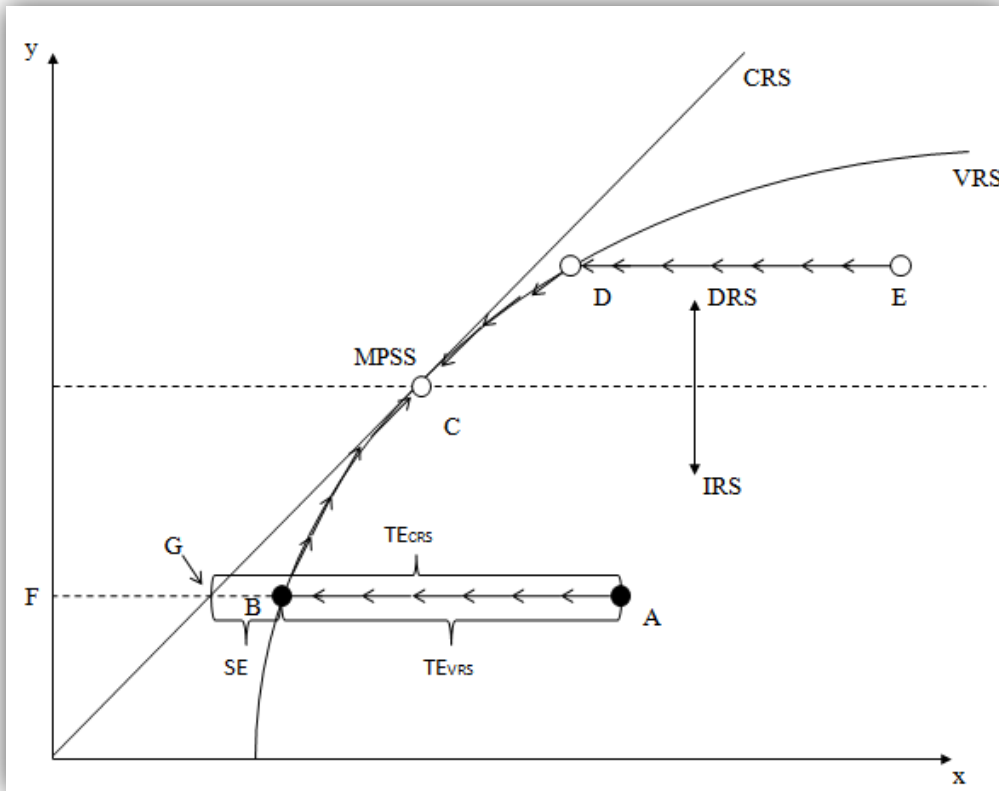
Figur 7 Skalaeffektivitet

Konstant skalautbytte (CRS) er hvis alle inputs øker med en andel α , så øker output like mye. Dvs. en dobling av alle inputs fører til en dobling av output. En økning av inputs med andelen α kan skrives matematiske som; $f(\alpha x) = \alpha f(x)$, noe som gir en proporsjonal økning i output.

I variabelt skalautbytte (VRS) har størrelsen på bedriftene noe å si for effektiviteten. Man kan se hvem som produserer i liten og stor skala, og sammenlikne dem med relativt like bedrifter.

Økende skalautbytte (IRS) er hvis alle inputs øker med en andel α , så øker output mer. Dvs. at output mer enn dobles dersom alle inputs dobles. Årsaker til dette kan være stordriftsfordeler, spesialisering, uoppnåelige inputs og lignende. En økning av inputs med andelen α kan skrives matematisk som; $f(\alpha x) < \alpha f(x)$, noe som gir større økning i output enn i input.

Avtakende skalautbytte (DRS) er hvis alle inputs øker med en andel α , så øker output mindre. Dvs. at output mindre enn dobles dersom alle inputs dobles. Årsaker til dette kan for eksempel være koordineringsproblemer eller at inputpris øker når produksjonen øker. En økning av inputs med andelen α kan skrives matematisk som; $f(\alpha x) > \alpha f(x)$, noe som gir lavere økning i output enn i input.



Figur 8 Skalaegenskaper

Figur 8 viser grafisk de ulike skalaegenskapene. I alle observasjoner bortsett fra C er TE høyere ved VRS enn ved CRS. Forskjellen skyldes skalaineffektivitet. Observasjon E er både teknisk ineffektiv og skalaineffektiv. Den kan sies å produsere i for stor skala. Observasjon D er teknisk effektiv, men skalaineffektiv på grunn av at denne også kan sies å produsere i for stor skala (DRS). Observasjon A er både teknisk- og skalaineffektiv. Forskjellen fra observasjon E er at denne produserer i for liten skala (IRS). Observasjon B er teknisk ineffektiv men skalaeffektiv, og også denne produserer i for liten skala.

Skalautbytte gjør det mulig å separere TE og SE. Punkt C i figur 8 ligger på både CRS- og VRS-fronten, og kan dermed sies å produsere med optimal skala (MPSS). Produktet av TE_{VRS} og SE er det samme som TE_{CRS} :

$$TE_{CRS} = TE_{VRS} \times SE$$

For å finne SE kan man omforme dette til:

$$SE = \frac{TE_{CRS}}{TE_{VRS}}$$

TE_{CRS} omtales gjerne som total effektivitet, og bedriftenes størrelse blir ikke tatt hensyn til under forutsetning om CRS. Om bedriftenes produksjon er optimal (CRS), for liten (IRS) eller for stor (DRS) vises ved hjelp av kopieringsfaktoren λ . TE_{VRS} , gjerne omtalt som ren teknisk effektivitet, blir dermed også viktig å finne slik at man kan finne SE ved hjelp av formelen ovenfor.

3.6 Data Envelopment Analysis (DEA)

Det er utviklet flere metoder for å måle en bedrifts produktivitet. Blant disse finnes Data Envelopment Analysis (DEA) og Stochastic Front Analysis (SFA). DEA er en ikke-parametrisk metode som måler bedriftens relative effektivitet. Relativ fordi en DMU som anses som effektiv i et sett av enheter, ikke nødvendigvis er effektiv i et annet sett av enheter. Metoden baserer seg på virkelige målinger i en bestemt populasjon. SFA er en parametrisk metode som baserer seg på statistisk måling og teorier (Coelli, et al., 2005).

Denne oppgavens formål er å måle bransjens gjennomsnittlige effektivitet i de respektive analyseårene. SFA er parametrisk og krever en produktfunksjon for å løses. Jeg velger dermed å benytte meg av DEA som metode i denne oppgaven.

I DEA omtales gjerne bedriftene som analyseres for DMU (decision making unit). En DMU kan være hele bedriften, en avdeling, en ideell organisasjon uten lønnsomhetsmål eller andre beslutningsenheter. Felles for disse er at de alle kan foreta sine egne beslutninger hva angår innsatsfaktorbruk og produksjon.

Opphavet til DEA-metoden kommer fra Farrell (1957). Den første DEA-modellen ble utviklet av Charnes, Cooper og Rhodes (1978). Disse utviklet DEA som et brøkprogrammeringsproblem, som videre kunne omformes til et lineært programmeringsproblem (LP-problem).

DEA-metoden kan finne effektiviteten til DMUer som produserer et eller flere produkter med en eller flere innsatsfaktorer. Metoden baserer seg på et datasett hvor de forskjellige DMUene må ha likt antall innsatsfaktorer og sluttprodukter. Ved hjelp av beregninger basert på lineær programmering dannes en front som avgrenser produksjonsmulighetsområdet (PMO). De DMUer som er effektive definerer denne fronten.

Datasettet i denne oppgaven opererer med i overkant av 100 DMUer i hver periode som analyseres.

De 100 % effektive DMUene i en DEA-analyse danner en "best-practice"-front. Dette betyr ikke automatisk at disse utnytter sine ressurser optimalt i forhold til en teoretisk mal, men at de er de beste i bransjen når de sammenlignes med andre i samme bransje. DEA er en deterministisk metode. Slike feil kan ha innvirkning på resultatet ved at noen DMUer fremstår som veldig gode eller dårlige. Data med feilregistreringer kan dermed være med på å danne en feilaktig front. For å unngå feilregistreringer vil datasettet som brukes i denne oppgaven nøye gjennomgås før analysen. Dette er viktig for at DMUer med feil oppgitte data kan fjernes. Datakvalitet er et generelt problem og er derfor ikke spesiell for DEA.

Det stilles fem forutsetninger (aksiomer) til produksjonsteknologien i DEA.

- I. Alle observerte input/output- kombinasjoner er gyldige. Så lenge y kan produseres av x , er alle sammensetninger av input og output (x, y) mulige
- II. Produksjonsmulighetsområdet (PMO) er konvekst. Dersom vi har to gyldige input/output- kombinasjoner (x^A, y^A) og (x^B, y^B) , da er det veide gjennomsnittet av disse, (\bar{x}, \bar{y}) også gyldig.
- III. Det er fri "avhending" av input, så sløsing av input er tillatt. Dersom (x_0, y_0) er gyldig, så for enhver $x \geq x_0$, er også (x_1, y_0) gyldig.
- IV. Det er fri "avhending" av output, så sløsing av output er tillatt. Dersom (x_0, y_0) er gyldig, så for enhver $y \geq y_0$ er også (x_0, y_1) gyldig.
- V. Under forutsetning om konstant skalautbytte (CRS) er skalering gyldig. Dersom (x, y) er gyldig, så for enhver $k \geq 0$ er også (kx, ky) gyldig.

3.6.1 CCR-modellen

CCR-modellen er en videreutvikling av Farrells mål på effektivitet. Modellen som forutsetter konstant skalautbytte er utviklet av Charnes, Cooper og Rhodes i 1978. Beregning av effektivitet kan iflg. CCR framstilles som et brøkprogrammeringsproblem.

CCR-modellen på brøkform:

$$1.1 \quad \text{maks } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$$

når:

$$1.2 \quad \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad ; r = 1, \dots, s, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

$$1.3 \quad u_r, v_i \geq 0$$

I modellen er y_{rj} og x_{ij} (alle positive) de observerte outputs og inputs til DMU_j. $u_r, v_i \geq 0$ er de variable vektene som blir beregnet i løsningen på maksimeringsproblemet. Effektiviteten til en DMU ($j = 1, \dots, n$) i referansesettet blir rangert relativt til de andre.

Denne modellen beregner effektiviteten til DMU₀. 1.1 er objektfunksjonen og måler summen av output til DMU₀ dividert med summen av input til sammen. 1.2, og 1.3 er restriksjonene i denne modellen. 1.1 forutsetter at modellen bruker en skala mellom 1 og 0, og videre at det ikke er mulig å bruke mer input enn hva man produserer. Effektivitetsanalysen antar at ingen input eller output er gratis. Det er like vilkår for alle analyseenheter, noe som restriksjon 1.3 forteller, der u_r og v_i er ukjente vektorer for hhv. output og input.

Multiplikatormodellen har flere mulige løsninger for vektorene u og v . Dersom u^* og v^* er en løsning så er også αu^* og αv^* også mulig. Dermed er dette et brøkproblem som er vanskelig å løse numerisk, og man fant det nødvendig å omgjøre brøkproblemet til et lineært programmeringsproblem.

Charnes, Cooper og Rhodes (1978) omformet brøkproblemet til et LP-problem, slik at det er mulig å løse problemet for et stort antall observasjoner. Et LP-problem har både en primal- og en dualformulering. Dualen er det motsatte av primalen, men begge formuleringene gir like resultater gjennom effektivitetsscore. Dualen gir derimot tilleggsopplysninger om referansesettet til de ineffektive DMUene. Det finnes både en input- og outputorientert modell. I begge modellene vil vi finne vektene u_r og v_i . Vekter som videre skal hjelpe oss å finne h_0 . Den inputorienterte modellen maksimerer produksjonen ved å holde inputbruken konstant.

CCR-primalen - inputorientert

$$2.1 \quad \max h_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$$

når

$$2.2 \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$2.3 \quad \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$2.4 \quad u_r, v_i \geq 0 \quad ; r = 1, \dots, s, i = 1, \dots, m$$

CCR-primalen finner de optimale vektene u_r og v_i . I den inputorienterte modellen brukes vektene til å finne ut hvor effektiv inputbruken er i den analyserte DMUen. Restriksjonene

2.2, 2.3 og 2.4 gjør dette til en maksimering av den veide summen av output for den bestemte analyseenheten.

Restriksjon 2.2 forteller oss at den veide summen av input skal være lik 1, noe som gjør dette til et løsbart LP-problem. Restriksjon 2.3 sier at den veide summen av output ikke kan overstige den veide summen av input. 2.3 sørger dermed for at ingen av vektene kan være negative. Optimal inputforbruk av x_i for DMU_0 vil være $h_0 \times x_0$, og forbedringspotensialet vil følgelig være, $(1-h_0) \times x_{i0}$.

En outputorientert modell minimerer innsatsforbruket samtidig som outputnivået holdes konstant.

CCR-primalen - outputorientert

$$3.1 \quad \min h_0 = \sum_{i=1}^m v_i x_{i0}$$

når:

$$3.2 \quad \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} = 1$$

$$3.3 \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0 \quad ; j = 1, \dots, n$$

$$3.4 \quad u_r, v_i \geq 0 \quad ; r = 1, \dots, s, i = 1, \dots, m$$

I den outputorienterte modellen brukes vektene u_r og v_i til å finne h_0 . Restriksjonene 3.2, 3.3 og 3.4 gjør dette til et minimeringsproblem. Restriksjon 3.2 forteller oss at den veide summen av output skal være lik 1, noe som gjør at dette kan omformes til et LP-problem. Restriksjon 3.3 sier at den veide summen av input ikke kan være større enn den veide summen av output. Til slutt sørger restriksjon 3.4 for at ingen av vektene til input eller output kan være negative. Den analyserte DMUen vil ha et forbedringspotensial lik $\frac{(1-h_0)}{h_0}$ og den optimale produksjonen vil følgelig være $\frac{y_{r0}}{h_0}$.

I primalformuleringen av CCR-modellen ser vi at det er $(n + 1)$ restriksjoner. Altså er antall beskrankninger antall bedrifter + 1.

DEA med for få analyseenheter opplever et resultat med en stor andel av effektive DMUer. En tommelfingerregel er dermed at man minimum bør ha med $((m + s) \times 3)$ enheter i analysesettet. Et eksempel med fem inputs og to outputs sier oss at man bør ha med 21 DMUer i analysen. I praksis er det ikke noen øvre grense på enheter i analysesettet, men problemet blir da at man har tilsvarende mange likninger å løse.

Primalformuleringen kalles multiplikatormodellen, mens dualformuleringen kalles "the envelopment" modell. Mens primalformuleringen var et maksimeringsproblem i den inputorienterte modellen, så er den inputorienterte dualformuleringen et minimeringsproblem. Effektivitetsscoren blir den samme i begge problemene, men dualen gir oss i tillegg et referansesett til ineffektive analyseenheter og viser PMO. I modellen er λ en nedskalingsfaktor for inputs, og finnes ved en kombinasjon av andre analyseenheters input og output.

CCR – "envelopmen" eller "omhyllingsmodellen" – inputorientert

$$4.1 \quad \min W_0 \quad = \quad w_0$$

når:

$$4.2 \quad w_0 x_{i0} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \geq 0 \quad ; i = 1, \dots, m$$

$$4.3 \quad y_{r0} \leq \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \quad ; r = 1, \dots, s$$

$$4.4 \quad \lambda_j \geq 0 \quad ; j = 1, \dots, n$$

Nye tegnforklaringer:

w_0 = Effektivitetsscore

λ = kopieringsfaktor

Formålet med den inputorienterte dualformuleringen er å redusere input for DMU_0 så mye som mulig. Dette gjøres ved å multiplisere input med w_0 som er et tall mellom 1 og 0, uten å bruke referansepunkt for output lavere enn observert output for DMU_0 . Man reduserer inputvektoren til DMU_0 proporsjonalt ned til et punkt som består av faktisk forbruk av input for DMU_0 , eller en konveks kombinasjon av flere andre faktiske DMUer. Hvis det ikke er mulig med en nedskalering, er DMU_0 effektiv dvs. $w_0=1$.

Restriksjon 4.2 definerer mulig produksjon i inputreduserende retning. Den sier at x_{i0} kan være større, men ikke mindre enn x_i^* , den optimale mengde for input. Restriksjon 4.3 definerer mulig produksjon i outputretning, og sier at y_{r0} kan være mindre enn eller lik y_r^* , det optimale referansepunkt for output.

Det nye i dualformuleringen er kopieringsfaktoren λ_j . Denne gir konveksitetsegenskaper, og dermed er et veid snitt av to punkt, eller DMUer, mulig. I praksis blir de fleste $\lambda_j = 0$, og en

DMU sammenlignes aldri med mer enn to andre. Dersom en DMU er 100 % effektiv ($w_0 = 1$) er $\lambda_0 = 1$, og alle andre $\lambda_j = 0$.

Siden den outputorienterte primalformuleringen var et minimeringsproblem, så vil den være et minimeringsproblem i dualformuleringen.

CCR – dualen – outputorientering

$$5.1 \quad \max F_0$$

når:

$$5.2 \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0} F_0 \quad ; r = 1, \dots, s$$

$$5.3 \quad x_{i0} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \geq 0 \quad ; i = 1, \dots, m$$

$$5.4 \quad \lambda_j \geq 0 \quad ; j = 1, \dots, n$$

F_0 er en effektivitetsscore som regnes ut i modellen. Ved den outputorienterte dualformuleringen er formålet å finne den maksimale økningen i output uten å øke input ut over observert input for DMU_0 . Restriksjon 5.2 sier at vi ønsker å øke alle outputs med den samme mengden (F_0), slik at det blir den størst mulige output relativt til alle andre DMUer. Restriksjon 5.3 forteller oss at referanseenheterne må bruke samme eller mindre input som DMU_0 .

Output- og inputorienterte modeller vil gi de samme effektive frontene, men når det gjelder de ineffektive DMUene, kan det være forskjellig effektivitetsscore mellom de ulike orienteringene dersom en forutsetter variabel skalautbytte (VRS). CCR forutsetter konstant skalautbytte (CRS), noe som vil si at størrelsen på enhetene i analysen ikke har noe å si. I virkeligheten kan det være interessant å se om små enheter er bedre enn store eller omvendt.

3.6.2 BCC-modellen

Ved CCR forutsettes det CRS. Banker, Cooper og Charnes (1984) videreutviklet CCR - modellen slik at den kunne ta hensyn til skalautbytte. Resultatet ble BCC – modellen.

I BCC- modellen endres PMO på grunn av at modellen tillater analyseenheterne å operere i ulik skala. Dette oppnås ved å legge til en ny restriksjon i forhold til CCR- modellen:

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

Restriksjonen sier at summen av alle kopieringsfaktorer skal være lik 1. Ineffektive DMUer blir sammenlignet med konvekse kombinasjoner av faktiske observasjoner, og restriksjonen hindrer at et referansepunkt er en opp- eller nedskalering av observerte enheter.

BCC gjør det mulig å regne ren teknisk effektivitet og skalaeffektivitet SE for seg selv, mens man i CCR- modellen kun så på den totale effektiviteten. Skalaeffektiviteten har følgende sammenheng:

$$TE = SE \times \text{Ren TE}$$

LP-problemet i CCR kan også finne ut om de enkelte bedriftene produserer i riktig skala. Hvis $\sum \lambda_j = 1$, er bedriftene skalaeffektiv. Hvis $\sum \lambda_j < 1$, produserer bedriftene i for liten skala. Og hvis $\sum \lambda_j > 1$, produserer bedriftene i for stor skala.

3.7 Malmquist produktivitetsindeks (MPI)

Malmquist produktivitetsindeks er basert på teori fra Steen Malmquist (1953). MPI kan måle produktivitetsutvikling over tid, og er videreutviklet av Caves, Christensen og Diewert (CCD) (1982). Malmquist foreslo å benytte indifferenskurver, mens CCD brukte avstandsfunksjoner med input- eller outputorientering. CCD fant ut at man kan måle produktivitet i forhold til en isokvant. Med Malmquist produktivitetsindeks trenger man ikke priser og produktivitetsendringene blir målt ved hjelp av distansefunksjoner.

Notasjonen distansefunksjon ble introdusert av Malmquist (1953) og Shephard (1953) simultant. Distansefunksjoner tillater oss å beskrive en produksjonsteknologi med multiple inputs og/eller multiple outputs uten å ha grunnleggende antakelser som for eksempel kostnadsminimering eller profittmaksimering. Input distansefunksjoner karakteriserer produksjonsteknologien ved å se på en minimal proporsjonal minskning av inputvektoren gitt en outputvektor. Output distansefunksjon ser på en maksimal proporsjonal økning av outputvektoren, gitt en inputvektor.

Produktivitetsindeks (M) for output_t i periode t:

$$MPI_{CCD1}^0 = \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)}$$

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

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

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

Her måles observasjonene x og y fra periode t og t+1 mot fronten i periode t+1.

Produktivitetsindeks for input_i i periode t:

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

Her måles observasjonene x og y fra periode t og t+1 mot fronten i periode t.

Produktivitetsindeks for input_i i periode t+1:

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

Her måles observasjonene x og y fra periode t og t+1 mot fronten i periode t+1.

Periode t og t+1 er periodene 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 forhold til t.

Produktivitetsindeksen (M) mellom disse finnes ved å ta et geometrisk snitt:

$$MPI = \sqrt{MPI_{CCD1} \times MPI_{CCD2}}$$

Uten kjennskap til parametrene i produktivitetsindeksene er det ikke mulig å finne en løsning. Färe, Grasskopf, Lindgren og Roos (FGLR) (1992) hadde to bidrag til Malmquist produktivitetsindeks. De fant ut at man ved hjelp av DEA kunne løse produktivitetsindeksen til CCD som et LP-problem. Dette problemet ble presentert som Adjacent Malmquist Productivity Index, og antar at teknologisetet (fronten) tilfredsstillter CRS. I tillegg dekomponerte de Malmquistindeksen i en Catch-up effekt (MC) og Frontskift (MF).

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

Produktivitetsindeksen kan skrives om slik at man får med seg MC og MF:

$$MPI_{t,t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \underbrace{\frac{D_i^t(x^t, y^t)}{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}}_{\substack{\text{Catch-up effekt} \\ MC}} \times \underbrace{\left[\frac{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_i^{t+1}(x^t, y^t)}{D_i^t(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}}_{\substack{\text{Frontskift} \\ MF}}$$

Som er det samme som:

$$MPI = MC \times MF$$

Siden metoden til FGLR kan dekomponeres til MC og MF mottar man mer informasjon. MC forteller oss noe om hvordan de ineffektive DMUene har gjort det i forhold til de effektive fra periode t til t+1. MF forteller oss noe om den teknologiske utviklingen i bransjen. MF ser om fronten i periode t+1 har skiftet utover (MF > 1), innover (MF < 1) eller er uendret (MF = 1) i forhold til periode t.

4 Datagrunnlag

Datagrunnlaget for analysen er hentet fra Fiskeridirektoratets årlige lønnsomhetsundersøkelse for produksjon av matfisk, laks og ørret. Denne oppgaven bruker data fra driftsårene 2001 til og med 2008. Ethvert firma i bransjen er i følge akvakulturlovens § 24, pliktig til å gi myndighetene de opplysningene de trenger for å utføre sine kontrolloppgaver.

”Lønnsomhetsundersøkelsen gir viktige indikatorer for evaluering av Fiskeri- og kystdepartementets måloppnåelse innenfor langsiktig optimal utnyttelse av levende marine ressurser og som verktøy for å bidra til en lønnsom og bærekraftig akvakulturnæring.”^[3]

Lønnsomhetsundersøkelsen er utarbeidet årlig siden 1982, og i presenterte tidsserier på Fiskeridirektoratets hjemmeside er dataene sammenlignbare over tid (Fiskeridirektoratet 2009). Dataene som benyttes i denne oppgaven er anonymiserte individuelle bedriftsdata.

4.1 Utvalg

I utgangspunktet skal alle tillatelser som har levert laks og regnbueørret til slakt det gjeldende året delta i lønnsomhetsundersøkelsen til Fiskeridirektoratet. En utfordring har imidlertid vært å skille på regnskapet til de selskap som også driver annen næring, eller selskap som kombinerer produksjon av matfisk og settefisk. Dersom den prosentvise andelen av annen inntekt er mindre enn 10 %, eller 30 % ved oppdrettsrelatert inntekt, deltar selskapene i lønnsomhetsundersøkelsen.

Representasjon av utvalget som er med i effektivitetsanalysen fra 2001 t.o.m. 2008 vises i tabell 4.

Konsesjoner i drift	822	848	859	929	917	909	929	921
Konsesjoner med i undersøkelsen	512	446	441	507	666	621	602	619
Selskaper med i undersøkelsen	173	151	148	134	133	121	110	106

Tabell 4 Representasjon av utvalg 2001 t.o.m. 2008

Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelser (2001-2008)

Tabell 4 viser hvor mange selskaper som er med i effektivitetsanalysen i perioden som er valgt.

Datasettet fra Fiskeridirektoratet er anonymisert. Dermed er det ikke mulig å vise resultatene for hver region. En annen svakhet er at enkelte selskap leverer totale tall, mens andre leverer

inn tall direkte fra datterselskapsnivå (Fiskeridirektoratet, 2001). Forskjellige forhold hva gjelder vanntemperatur, strømforhold og lignende kan ha noe å si for produktiviteten til enhetene.

4.2 Outliers

Påliteligheten til de fleste analyser sikres ved at dataene er representativ for det utvalget som er valgt på det aktuelle forskningsfeltet. For å sikre et troverdig resultat er det nødvendig å rense dataene. En rensing av dataene er nødvendig for å unngå feilrapporteringer/feilregistreringer og/eller ”ekstreme” data som gir et feilaktig bilde. Å fjerne ”outliers” er en viktig oppgave før man kan starte på en effektivitetsanalyse. Flere metoder kan benyttes for å redusere målefeil i datasettet.

Ekstremverdier i datasettet er ikke nødvendigvis feilrapporteringer, men det er ofte galt å antyde at andre DMUer kan eller bør kopiere disse. Outliers kan oppstå ved ulik produksjonsstørrelse og/eller ved ulik sammensetning av innsatsfaktorbruken. I en DEA kan disse blant annet finnes ved enheter som er med på å danne den effektive fronten, men har stor avstand til andre enheter, og derav fremstår som mye bedre. Geografi, økonomi, marked og lignende kan være medvirkende faktorer til at det ikke er mulig eller hensiktsmessig å kopiere slike enheter.

Supereffektivitet er en metode som er hyppig benyttet til å oppdage outliers. Metoden ble utviklet av Andersen og Petersen (1993), og brukes til å rangere de effektive DMUene som danner fronten i DEA. En analyse av de effektive enhetene er hensiktsmessig når man skal rense dataene. Effektive enheter kan ha stor innflytelse på andre enheter. Charnes et al. Karakteriserer en enhet som innflytelsesrik dersom den ofte brukes som referanseenheter i effektivitetsberegninger.

4.2.1 Rensing av data

For å rense dataene for outliers har jeg valgt å benytte meg av supereffektivitet. Ved hjelp av programmet DEA-Solver-PRO har jeg beregnet supereffektivitet for alle årene 2001-2008. Supereffektivitet finnes ved å utføre en vanlig DEA og finne ut hvilke enheter som er effektive. Videre fjernes DMU_0 , en effektiv enhet, fra referansesettet og man beregner effektivitetsscore på nytt. Jo mer en DMU påvirker effektiviteten til andre DMUer, jo høyere supereffektivitet har den. Resultatene fra analysen vises i vedlegg 1. I tillegg til supereffektivitet har jeg gjennomgått all data for å fjerne innrapporteringer som virker urimelige. Dette kan være alt fra nullobservasjoner til lave eller høye kostnader.

I 2001 var 13 DMUer supereffektive. DMU M_0344 er den med høyest supereffektivitet med en supereffektivitet på 3,19, noe som kan sies å være en høy score. DMUen er kun med i 2001 og er referansepunkt til 150 andre enheter. Jeg velger dermed å fjerne denne DMUen fra datasettet. Jeg velger også å fjerne M_0377 på grunn av lav kapitalkostnad. Denne var ikke med i 2002.

Data fra 2002 ser grei ut. DMU M_0202 har høyest supereffektivitet, men ingenting tilsier at jeg bør fjerne denne fra datasettet. M_0202 var også effektiv i 2001.

Supereffektiviteten i 2003 viser at DMU M_0436 var den mest effektive, med en score på 2,36. Denne DMUen er ikke referansepunkt til noen andre DMUer, men er kun med i 2003. Den har i tillegg en lav lønnskostnad og jeg velger dermed å fjerne denne fra datasettet. DMU M_0331 er med i hele perioden 2001-2008, men er kun effektiv i 2003, hvor den i tillegg er referansepunkt til hele 105 andre DMUer. I de resterende årene har den en effektivitetsscore på i gjennomsnitt 0,7. Årsaken til at denne er effektiv kun i 2003 kan være feil innrapportering av regnskapstall.

ÅR	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
2001	1 551 450	1 720 294	2 567 500	2 008 000	1 099 838	1 194 937
2002	1 840 350	1 420 094	1 787 000	2 573 053	3 574 492	1 528 882
2003	1 606 600	955 133	2 179 240	2 560 641	2 139 119	1 604 935
2004	1 830 200	1 055 564	2 544 830	3 111 742	3 111 742	1 216 584
2005	1 750 588	1 493 199	12 445 201	2 600 860	2 431 496	1 305 304
2006	2 030 168	1 960 879	3 842 200	2 816 317	7 553 177	1 365 633
2007	1 768 888	1 519 449	2 925 000	2 623 071	3 419 033	1 360 464
2008	2 258 108	1 385 325	2 988 023	2 721 189	7 373 542	1 239 693

Tabell 5 Input og output for DMU M_0331 i 2001-2008

Av tabell 5 ser jeg at lønnskostnadene til M_0331 er lavest i 2003. Produksjonen er dessuten på sitt høyeste dette året. På bakgrunn av at det kun er i 2003 denne DMUen er effektiv, og at den ellers i perioden har en gjennomsnittlig effektivitetsscore på 0,7 velger jeg å fjerne DMU M_0331 fra datasettet i 2003.

I 2004 ser resultatene grei ut. Men DMU M_0447 er referansepunkt til 115 andre DMUer. M_0447 begynte produksjon eller innrapportering i 2004, men innrapporterte ikke inn tall i 2005, noe som kan tyde på at den avvirket produksjonen i 2005.

ÅR	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
2004	789 186	511 678	991 200	964 308	964 308	862 954

Tabell 6 Input og output for DMU M_0447 i 2004

Av tabell 6 ser vi at M_0447 er en relativt liten produsent, da gjennomsnittlig produksjon i 2004 var på 2 742 102. I og med at denne DMUen er referansepunkt til så mange andre DMUer, og at den kun er med i 2004, velger jeg å fjerne M_0447 fra datasettet.

Resultatene fra 2005, 2006 og 2007 tilsier at ingen ytterligere DMUer bør fjernes fra datasettet. Jeg synes allikevel det er verdt å merke seg at det ofte er de DMUer som har kommet inn i bransjen de seneste årene, eller de enhetene som kun har innrapportert tall de seneste årene som oftest er representert som de effektive. Dette kan ha med nyere produksjonsutstyr og/eller gode kunnskaper om produksjon av laks.

En oppsummering av rensingen av datamaterialet vises i tabell 7.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
DMU før rensing	173	151	148	134	133	121	110	106
Nullobservasjoner	5	8	8	5	6	2	2	0
Outliers	1	0	2	1	0	0	0	0
Lav kapitalkostnad	1	0	0	0	0	0	0	0
DMU etter rensing	166	143	138	128	127	119	108	106

Tabell 7 Oppsummering av rensing av datamateriale 2001-2008

Alle nullobservasjoner i perioden gjelder ingen smoltkostnader. Det var ingen negative innrapporteringer i perioden. Tabell 7 viser det antallet DMUer jeg vil bruke i DEA. I vedlegg 2 vises en oppsummering over hvilke DMUer som er fjernet og hva årsaken er.

4.3 Input

Som input i analysen som er gjennomført i denne oppgaven har jeg valgt å fokusere på de viktigste faktorene i oppdrett av fisk. Kostnaden som ikke direkte knytter seg til produksjonen er valgt bort. I analysen er det valgt fem ulike inputs. Disse er forbruk av fôr, smoltproduksjon, lønn, driftskostnader og kapital. Det er viktig generelt å få en så enkel modell som mulig. Enkel vil i DEA bety at man benytter få, men viktige variabler.

4.3.1 Fôrforbrk

Fôrkostnadene er den største kostnadsposten ved matfiskproduksjon av laks og regnbueørret. I perioden denne effektivitetsanalysen konsentrerer seg om, utgjør fôrkostnadene i gjennomsnitt litt i overkant av halvparten av de totale produksjonskostnadene per kilo produsert fisk. Endringer i denne kostnadsposten har derfor stor betydning for de totale

produksjonskostnadene. I datasettet fra Fiskeridirektoratet er bedriftene av ulik størrelse. En stor bedrift vil kunne dra fordel av stordrift gjennom kvantumsrabatter, og dermed også redusere fôrkostnadene pr. kg laksefisk. Å bruke fôrkostnad som input vil dermed kunne medføre til at mindre selskaper får en lavere effektivitetsscore selv om disse utnytter fôret på samme måte som større produsenter. I analysen er det dermed en fordel å benytte seg av den fôrmengden som er brukt i perioden. Fôrforbruket finnes ved følgende formel:

$IB \text{ fôrlager } 1.1. + \text{ fôrkjøp} - UB \text{ fôrlager } 31.12.$

I datasettet får vi oppgitt disse tre faktorene, slik at det ikke er noe problem å finne fôrforbruket i perioden.

4.3.2 Lønnskostnader

Lønnskostnadene er den andre store utgiftsposten i en oppdrettsbedrift, og kan ha stor innvirkning på effektiviteten i bedriftene. I datasettet fra Fiskeridirektoratet er det innrapportert total lønnskostnad og betalte og ikke betalte arbeidstimer pr. år. En beregning av gjennomsnittlig lønn pr. arbeidstime pr. produsent kan avsløre om innrapportering av timeantallet er pålitelig. Jeg velger i denne oppgaven å benytte meg av de totale lønnskostnadene som er rapportert inn.

4.3.3 Smolt

Smolt er en relativt billig, men viktig innsatsfaktor i produksjon av laks. Smolten benyttes allerede 1,5 – 2 år før lakseproduksjonen er ferdig. Det er hensiktsmessig å velge den totale smoltkostnaden som input i analysen i og med at måling av ulik størrelse og overlevelsessevnen til smolten er vanskelig å gjennomføre.

Ved å benytte totale smoltkostnader i analysen, kan man oppnå uheldige eller feile resultater på grunn av at ulike priser kan påvirke effektivitetsscoren. Ulik størrelse og vekt på smolten har betydning for hvor mye produsentene må betale. Stordrift kan gi fordeler for store bedrifter i form av kvantumsrabatter. Til tross for dette vil det være hensiktsmessig å inkludere smolt som input i analysen.

4.3.4 Andre driftskostnader

I Fiskeridirektoratets datasett inkluderer posten andre driftskostnader vedlikehold, elektrisitet, leiekostnader, kontorutgifter, reparasjoner og lignende. Disse kostnadene utgjør en viktig del av produksjonskostnadene, men kan ikke direkte relateres til produksjonsprosessen. Allikevel er dette kostnader som er hensiktsmessig å innlemme i effektivitetsanalysen.

4.3.5 Kapitalkostnad

En bedrift binder opp kapital gjennom kjøp av produksjonsutstyr, produksjonslokaler og lignende. Dette er eiendeler med lang forventet levetid og fører til at kostnadene fordeles oftest gjennom avskrivninger over flere år. Slike investeringer krever en betydelig utgift ved kjøp, men forbruket går over flere år. En eiendel som er finansiert med lån, gjør at utgiftene fordeles gjennom hele den forventede levetiden, men med et tillegg i form av rentekostnaden. Kostnaden ved å binde opp kapital på denne måten kalles kapital- eller alternativkostnad, og er lik den meravkastning en kunne oppnådd ved å plassere kapitalen i et alternativt prosjekt.

Kapitalkostnaden beregnes ved følgende formel:

$$\text{Historiske avskrivninger} + (\text{rente} \times (\text{kontanter} + \text{fordringer} + \text{varelager} + \text{varige driftsmidler} + \text{finansielle anleggsmidler}))$$

Disse faktorene, foruten rentesatsen, er oppgitt i datasettet til Fiskeridirektoratet. Rentesatsen skal reflektere det fremtidige avkastningskravet man kan forvente fra den aktuelle investeringen med bakgrunn i den historiske avkastningen. Jeg vil her velge å benytte meg av den gjennomsnittlige totalrentabiliteten i oppdrett av laks og regnbueørret som et mål på den forventede avkastningen.

Tabell 8 viser den årlige, gjennomsnittlige totalrentabiliteten i oppdrettsnæringen for laks og regnbueørret i perioden 2001-2008 (Fiskeridirektoratet, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008). For hele perioden gir dette en gjennomsnittlig totalrentabilitet på 9,875 %.

Totalrentabilitet er her definert som resultat før skattekostnad dividert på sum eiendeler.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Gjennomsnitt
Totalrentabilitet	4,7	-2,6	-3,2	7,6	21,8	30,3	12,2	8,2	9,875

Tabell 8 Gjennomsnittlig totalrentabilitet i % i næringen for oppdrett av laks og regnbueørret (2001-2008)

Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelser (2001-2008).

4.4 Output

4.4.1 Produksjon

Som output i analysen har jeg valgt å bruke produksjon. Fiskeridirektoratet definerer produksjon av laks og ørret slik:

”(Solgt mengde (laks og ørret) + beholdning av frossenfisk per 31.12)+ ((beholdning av levende fisk 31.12 (kg) – beholdning av levende fisk 01.0. (kg)) / 1,1111)”

1,1111 er en faktor som er satt av Fiskeridirektoratet for å unngå en blanding av ulike vekttyper (levende/rund/sløyd) i produksjonsberegningen, ved å regne om levende fisk til rundvekt.

I datasettet er posten produksjon endret noe over tid. I tidspunktet 2001 t.o.m. 2006 benytter jeg meg av produksjon. I perioden 2007 t.o.m. 2008 erstattes denne av ny produksjon. Dette fører til en marginal endring som vil gi liten eller ingen innvirkning på effektivitetsscoren til enhetene.

4.5 Korrigerer for prisendringer

I ethvert land øker prisnivået over tid samtidig med at pengeverdien reduseres. Observasjoner av løpende kostnader og inntekter er dermed ikke fullt sammenlignbare i forskjellige perioder. I datamaterialet fra Fiskeridirektoratet er det nødvendig å ta hensyn til hvordan prisendringene har vært over tid. I DEA er det ikke nødvendig med justering for prisendringer i og med at effektiviteten beregnes for et år av gangen. Ved beregning av Malmquistindeksen balanseres dataene med to og to perioder, og justering er dermed nødvendig. Data som må justeres i denne oppgaven gjelder inputene fôrforbruk, lønnskostnader, smoltkostnader og andre driftskostnader. Kapitalkostnad er avhengig av renter og er dermed ikke nødvendig å korrigerer, mens produksjon er et mengdetall.

For justering av datamaterialet velger jeg å benytte meg av 1998 som basisår, for så å justere dataene fra 2001-2008 til 1998-nivå.

ÅR	1998	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Totalindeks	100	108,7	110,1	112,8	113,3	115,1	117,7	118,6	123,1

Tabell 9 Totalindeks og prosentvis endring fra 1998 i perioden 2001-2008

Kilde: Statistisk sentralbyrå [4]

5 Resultater

I dette kapitlet presenteres resultater fra analysene gjort i perioden 2001-2008. Analysene og beregningene er gjort ved hjelp av programmet DEA-Solver-PRO Version 3.0.

5.1 Total teknisk effektivitet

Total teknisk effektivitet (TE_{CRS}) forutsetter konstant skalautbytte (CRS). CCR-modellen gitt i 4.1 - 4.4 brukes til å beregne denne effektiviteten.

ÅR	Gjennomsnitt	Maksimum	Minimum	Standardavvik
2001	0,813	1	0,55	0,12
2002	0,791	1	0,42	0,14
2003	0,827	1	0,44	0,13
2004	0,846	1	0,53	0,11
2005	0,802	1	0,49	0,11
2006	0,812	1	0,50	0,12
2007	0,839	1	0,48	0,13
2008	0,877	1	0,57	0,10

Tabell 10 Total teknisk effektivitet i perioden 2001 - 2008

Tabell 10 viser resultatene fra analysene for TE_{CRS} i perioden 2001-2008. Resultatene viser at TE_{CRS} har variert fra 0,791 – 0,877 eller 79,1 – 87,7 %. De prosentvise endringene har vært relativt små. Endringen har vært størst mellom 2004 og 2005 med en gjennomsnittlig nedgang på 4,4 %, mens den største oppgangen var i perioden 2007-2008 med en gjennomsnittlig økning på 3,8 %. Standardavviket har vært stabilt lavt i hele perioden.

Gjennomsnittlig TE_{CRS} i perioden 2001 – 2004 var 81,9 %, mens perioden 2005-2008 viser et gjennomsnitt på 83,25 %. Selv om standardavviket er relativt lavt i hele perioden kan en ikke bevise at gjennomsnittlig TE_{CRS} i 2001 er forskjellig fra resultatet i 2008.

Beregningene i CCR modellen tar ikke hensyn til bedriftenes størrelse. Ved å sette TE_{CRS} opp mot produksjonsstørrelse i et Salterdiagram (Salter, 1960) kan man danne seg et bilde om størrelsen på bedriftene har hatt noe å si for effektiviteten. Et Salterdiagram er et søylediagram hvor hver søyle representerer en DMU. I diagrammet er hver DMU sortert stigende etter hvor effektive de har vært. Bredden på søylene indikerer størrelsen på bedriften. Jo bredere søylen er, dess høyere produksjon har DMUen.

Salterdiagrammet gir kun en visuell oversikt. En bred søyle tar like stor plass som mange små, noe som kan få det til å se ut som at brede søyler har et dominerende antall og dermed preger enkelte områder. DEA krever ikke balanserte data fra periode til periode. Noe som betyr at antall DMUer varierer i antall for hvert analyseår. Dette gjør at bredden på søylene ikke lar seg sammenligne fra år til år.

I vedlegg 4 vises Salterdiagrammene for teknisk effektivitet i CRS for perioden 2001 – 2008. Av diagrammene ser man en tendens til at DMUer med høy produksjon i større grad preger effektive i perioden 2005 – 2008 enn hva tilfellet var for perioden 2001-2004. Når det gjelder de minst effektive DMUene ser det ut som disse preges av bedrifter med relativt lav produksjon i hele perioden.

År	Antall DMU	Antall effektive	Andel effektive i %
2001	166	16	9,6 %
2002	143	14	9,8 %
2003	138	20	14,0 %
2004	128	21	16,4 %
2005	127	15	11,8 %
2006	119	22	18,5 %
2007	108	24	22,2 %
2008	106	21	19,8 %

Tabell 11 Teknisk effektive enheter i CRS

Tabell 11 viser hvor mange DMUer som er teknisk effektiv i CRS i analyseårene. Andelen av effektive enheter øker i analyseperioden. Dette tyder på at DMUene blir flinkere til å utnytte ressursene sine. Samtidig minker antallet DMUer i perioden.

TE_{CRS} tar ikke hensyn til skala og man kan forvente flere typer ineffektivitet enn når man tar hensyn til skala. Dermed kan man i beregningene av TE_{VRS} (ren teknisk effektivitet) forvente en høyere effektivitetsscore enn for TE_{CRS} .

5.2 Ren teknisk effektivitet

Ren teknisk effektivitet, TE_{VRS} , er basert på variabelt skalautbytte (VRS). TE_{VRS} beregnes ved hjelp av BCC-modellen.

ÅR	Gjennomsnitt	Maksimum	Minimum	Standardavvik
2001	0,870	1	0,57	0,11
2002	0,866	1	0,46	0,12
2003	0,887	1	0,48	0,12
2004	0,881	1	0,60	0,10
2005	0,870	1	0,64	0,11
2006	0,872	1	0,50	0,12
2007	0,875	1	0,51	0,12
2008	0,921	1	0,59	0,09

Tabell 12 Ren teknisk effektivitet i perioden 2001 - 2008

Effektivitetsscoren er som forventet høyere i VRS enn i CRS. Årsaken er at modellen nå tar hensyn til bedriftenes skala. Tabell 12 viser gjennomsnittlig jevn effektivitetsscore i hele perioden 2001-2008. Effektivitetsscoren varierer fra 0,866 – 0,921 eller fra 86,6 – 92,1 %. TE_{VRS} har hatt en liten prosentvis økning i perioden. Perioden fra 2007 – 2008 viser størst økning. En økning i TE_{VRS} vil si at fronten enten har skiftet utover, eller at de ineffektive enhetene har blitt mindre ineffektiv. Dette gir ikke TE_{VRS} noe svar på, og er noe jeg vil komme tilbake til i kapittel 5.4 om Malmquist produktivitetsindeks.

Ren teknisk effektivitet er satt opp mot relativ produksjon i et Salterdiagram på lik linje som for total teknisk effektivitet. Salterdiagrammene vises i vedlegg 5. Salterdiagrammene fra 2001 – 2008 viser som Salterdiagrammene i TE_{CRS} en tendens til at de effektive enhetene utover i perioden 2001-2008 blir mer og mer preget av DMUer med en høyere relativ produksjon. Videre er de minst effektive enhetene preget av enheter med relativt liten produksjon i hele perioden.

ÅR	Antall DMU	Antall effektive	Andel effektive i %
2001	166	37	22,3 %
2002	143	36	25,2 %
2003	138	47	34,1 %
2004	128	27	21,1 %
2005	127	33	26 %
2006	119	39	32,8 %
2007	108	33	30,1 %
2008	106	40	37,8 %

Tabell 13 Ren teknisk effektive enheter i perioden 2001 - 2008

Tabell 13 viser hvor mange DMUer som er ren teknisk effektiv i VRS i analyseårene. Tendensen er som i CRS økende. Gjennomsnittlig andel av ren teknisk effektive enheter i perioden 2001 – 2004 er lavere enn i perioden 2005 – 2008.

5.3 Skalaeffektivitet

Skalaeffektivitet (SE) beregnes ved å benytte både CCR- og BCC- modellen.

Skalaeffektiviteten forteller i hvilken grad DMUene produserer med rett skala i forhold til de optimale, MPSS eller CRS.

År	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum
2001	0,923	0,074	0,640	1,000
2002	0,916	0,099	0,486	1,000
2003	0,927	0,091	0,494	1,000
2004	0,927	0,087	0,556	1,000
2005	0,924	0,081	0,632	1,000
2006	0,933	0,080	0,658	1,000
2007	0,958	0,061	0,681	1,000
2008	0,952	0,063	0,735	1,000

Tabell 14 Skalaeffektivitet i perioden 2001 – 2008

Tabell 14 viser en jevn gjennomsnittlig skalaeffektivitet i perioden 2001 – 2008.

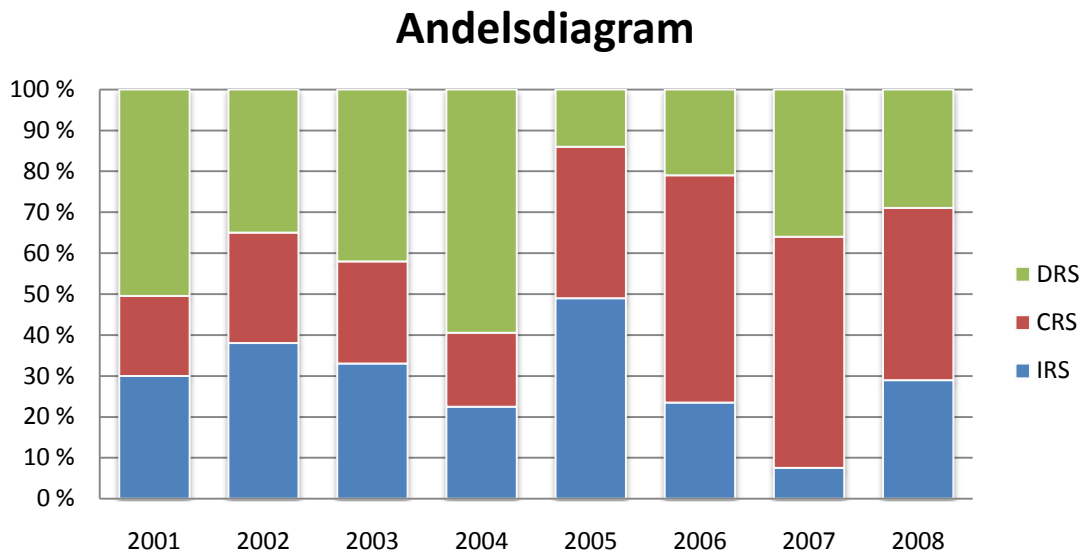
Gjennomsnittlig skalaeffektivitet varierer fra 91,6 – 95,8 %, og tendensen er økende. 2006 – 2008 viser høyest skalaeffektivitet, mens 2001 og 2002 viser lavest score. Standardavviket er stabilt lavt i hele perioden.

	IRS		CRS		DRS		Total
	Antall	Prosent	Antall	Prosent	Antall	Prosent	
2001	50	30,0 %	33	19,5 %	85	50,5 %	168
2002	54	38,0 %	39	27,0 %	50	35,0 %	143
2003	46	33,0 %	35	25,0 %	59	42,0 %	140
2004	29	22,5 %	23	18,0 %	77	59,5 %	129
2005	62	49,0 %	47	37,0 %	18	14,0 %	127
2006	28	23,5 %	66	55,5 %	25	21,0 %	119
2007	8	7,0 %	61	56,5 %	39	36,0 %	108
2008	31	29,0 %	44	42,0 %	31	29,0 %	106

Tabell 15 Antall DMU med skalaegenskapene IRS, CRS og DRS i perioden 2001 – 2008

Tabell 15 viser fordelingen av de ulike skalaegenskapene i perioden 2001 – 2008. Fordelingen av skalaegenskapene varierer mye i perioden. Antall DMU som produserer i optimal skala, CRS eller MPSS, har en økende trend i perioden. Gjennomsnittlig andel som produserer i optimal skala i perioden 2001 – 2004 er 22,4 %, mens gjennomsnittlige andel som produserer

i optimal skala i perioden 2005 – 2008 er 47,4 %. Ved å sette den prosentmessige fordelingen av skalaegenskapene i et andelsdiagram, figur 9, kommer fordelingen bedre frem.



Figur 9 Prosentvis fordeling av skalaegenskapene IRS, CRS og DRS i perioden 2001 – 2008

Andelsdiagrammet viser en klar økende trend i andelen av DMUer som produserer i optimal skala i perioden 2005 – 2008. Det ser ut som det er flest av de som tidligere har produsert i avtakende skala som nå produserer i optimal skala.

Vedlegg 6 viser Salterdiagram av skalaeffektiviteten i perioden 2001 – 2008. Av Salterdiagrammene ser vi at DMUer med skalaeffektivitet lik 1 i 2001, 2002, 2003 og 2005 er preget av DMUer med relativt liten produksjon. I de resterende årene vises det at DMUer med skalaeffektivitet lik 1 også gjelder DMUer med relativt stor produksjon. I hele perioden, foruten 2004, har DMUer med relativt stor produksjon skalaeffektivitet mindre enn 1.

5.4 Malmquist produktivitetsindeks

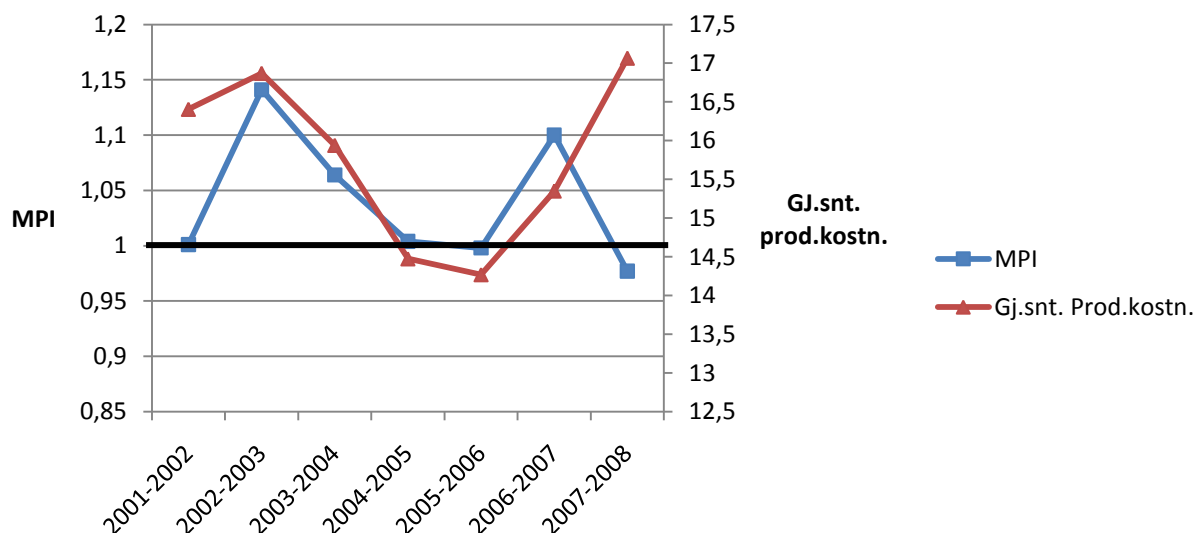
Resultatene fra Malmquist produktivitetsindeks vises i figur 18. Score under 1 indikerer tilbakegang, lik 1 tilsvarer ingen endring, mens en score over 1 er en forbedring i forhold til foregående periode. MPI er dekomponert i MC ("Catch-up"-effekt) og MF (frontendring). MC sier noe om i hvilken grad de ineffektive DMUene har klart å kompensere forspranget i effektivitet i forhold til de effektive fra en periode til neste.

Periode	MPI	MC	MF	Antall DMU
2001-2002	1,001	1,106	0,905	123
2002-2003	1,141	1,156	0,988	111
2003-2004	1,064	0,970	1,094	111
2004-2005	1,004	0,976	1,028	106
2005-2006	0,998	0,969	1,033	104
2006-2007	1,100	1,127	0,981	91
2007-2008	0,977	1,133	0,862	94
2001-2004	1,047	1,053	0,996	96
2005-2008	1,184	1,100	1,079	87
2001-2008	0,995	1,083	0,923	68
2001-2007	1,093	1,078	1,023	68
2002-2008	1,097	1,182	0,934	74

Tabell 16 Malmquist produktivitetsindeks i perioden 2001-2008

I beregningene vist i tabell 16 er det nødvendig med balanserte data. Dermed vil de DMUer som er med i første periode også være med i perioden den sammenlignes med. Dette er årsaken til at antall DMUer som er med i beregningene minker for hver analyseperiode.

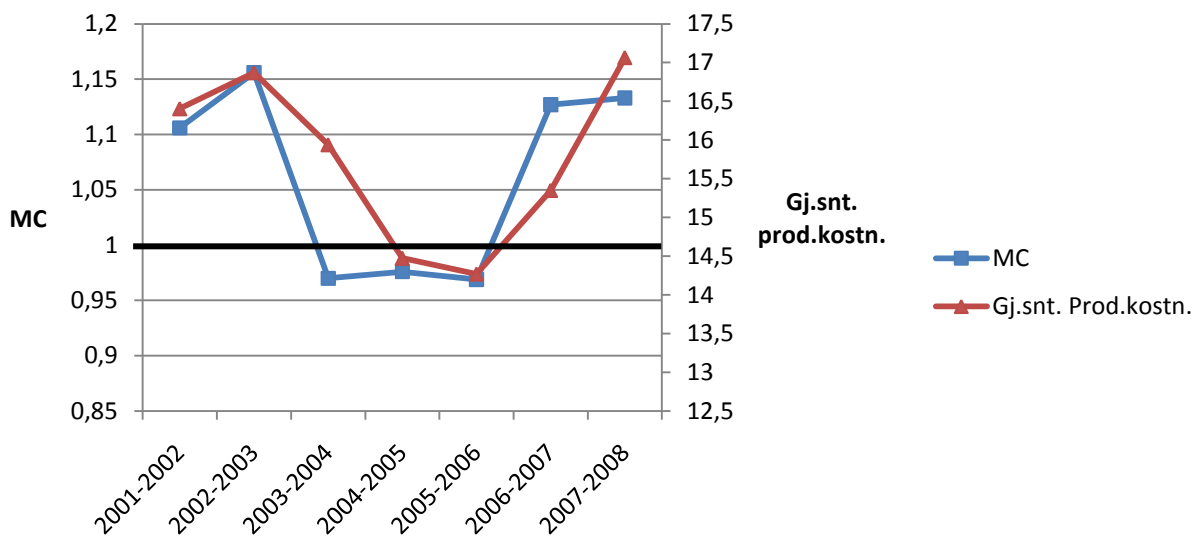
MPI varierer i hele perioden. Perioden 2002-2003 viser størst fremgang på 14,1 %, mens 2007-2008 viser en tilbakegang på 2,2 %. Ved å summere endringene i de 7 første periodene finner man at MPI har hatt en økning på 28,5 %. Når vi ser på periodene 2001-2004 og 2005-2008 ser vi relativt store forskjeller i MPI. Perioden 2001-2004 har hatt en økning på 4,7 %, mens 2005-2008 har hatt en økning i MPI på 18,4 %. En summering av de tre første analysene viser en økning på 20,6 %, mens en summering av de tre siste periodene viser en økning på 7,5 %. Perioden 2001 – 2008 har en tilbakegang i MPI, mens periodene 2001 – 2004 og 2005 – 2008 begge har fremgang. Dette kan skyldes 2001 og/eller 2008, og derfor har jeg også gjennomført analysen for periodene 2001 – 2007 og 2002 – 2008. I analysen av disse periodene viser begge framgang i MPI. Det er vanskelig å se hva som gjør at MPI får tilbakegang i perioden 2001 – 2008. En forklaring kan være at utvalgene er forskjellige for hver analyse. Dette kommer jeg tilbake til senere i resultatkapittelet når analysene utføres på samme utvalg i hele perioden.



Figur 10 MPI og gjennomsnittlig produksjonskostnad i perioden 2001-2008

Figur 10 illustrerer hvordan MPI har endret seg i forhold til produksjonskostnadene i samme periode. I og med at inputs i analysen i stor grad er løpende kostnader, er det rimelig å tro at MPI beveger seg med en viss korrelasjon i forhold til produksjonskostnadene. Av figuren ser vi en viss sammenheng mellom MPI og endring i produksjonskostnader. Det beste eksempelet er perioden 2007-2008. Vi ser da en klar nedgang i MPI samtidig som det er denne perioden som har størst økning i produksjonskostnader.

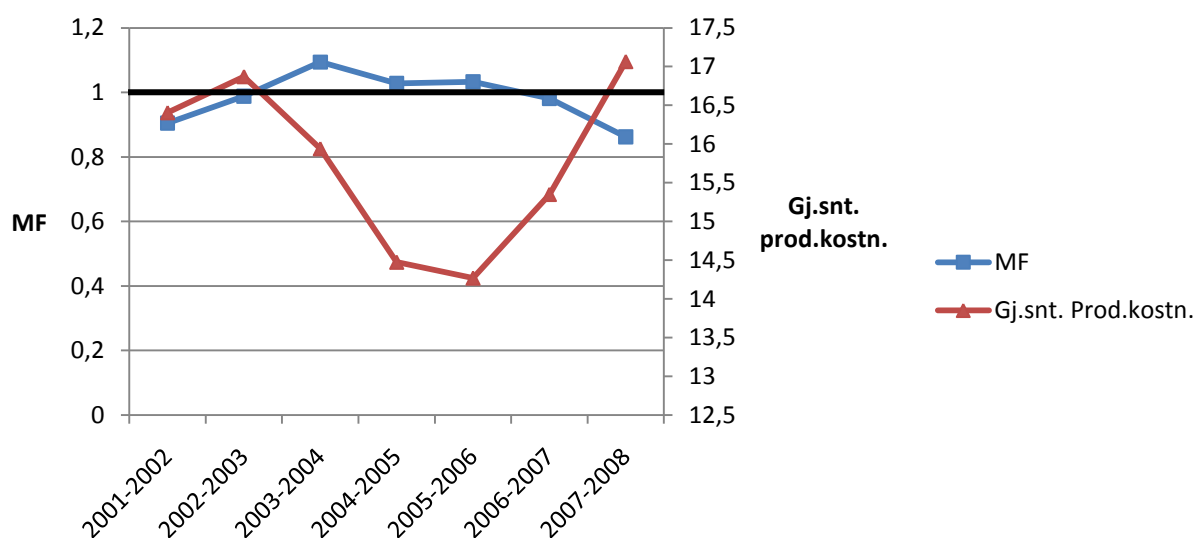
Videre i tabell 16 ser vi at MC ved summering har en økning på 43,7 % i hele perioden. Perioden 2002-2003 viser størst framgang, mens 2005-2006 viser mest tilbakegang. Perioden 2001-2004 viser framgang på 5,3 %, og perioden 2005-2008 viser framgang på 10 %. En summering av de tre første periodene viser en framgang på 23,2 %, mens en summering av de tre siste periodene viser en framgang på 22,9 %. Analysen av periodene 2001-2004 og 2005-2008 viser begge framgang. Perioden 2005-2008 har hatt størst framgang av disse. MC i hele perioden viser en framgang på 8,3 %, noe som betyr at de ineffektive DMUene har tatt igjen noe av forspranget til de effektive. Figur 11 viser på samme måte som figur 10 hvordan MC og gjennomsnittlig produksjonskostnader korrelerer med hverandre.



Figur 11 MC og gjennomsnittlig produksjonskostnad i perioden 2001-2008

Av figur 11 ser vi en viss sammenheng mellom gjennomsnittlig produksjonskostnad og MC. Gjennomsnittlig produksjonskostnad er her et snitt av produksjonskostnadene i den perioden det gjelder. Figuren viser at MC i stor grad følger gjennomsnittlig produksjonskostnad.

MF viser om selve produksjonsfronten har endret seg. En summering av MF i hele perioden fra tabell 16 viser en tilbakegang på 10,9 %. Perioden 2001-2004 har en liten tilbakegang i MF, men fronten er tilnærmet lik i 2001 og 2004. Dette betyr at de beste enhetene i 2001 er tilnærmet like gode i 2004. Perioden 2005-2008 har hatt en framgang på 7,9 %, noe som betyr at de beste DMUene i 2005 har blitt enda bedre i 2008. En analyse basert på 2001 og 2008 viser at fronten har hatt en tilbakegang på 7,7 %. Dette skyldes antakeligvis året 2008 som har vist seg å være et svakt sammenligningsår. Ser vi for eksempel på periodene 2001-2007 kontra 2002-2008 viser resultatene henholdsvis for første periode en framgang, mens det for andre perioden vises en tilbakegang.



Figur 12 MF og gjennomsnittlig produksjonskostnad i perioden 2001-2008

I figur 12 ser vi sammenhengen mellom gjennomsnittlig produksjonskostnad og MF. Her ser det ut som MF har størst fremgang i de periodene hvor gjennomsnittlig produksjonskostnad er lavest.

Periode	Framgang i MPI	Framgang i MC	Framgang i MF	Total
2001-2002	60	76	12	123
2002-2003	64	70	26	111
2003-2004	57	48	98	111
2004-2005	49	38	72	106
2005-2006	49	41	76	104
2006-2007	52	53	34	91
2007-2008	33	61	1	94
2001-2004	49	44	57	96
2005-2008	56	50	83	87
2001-2008	32	40	11	68

Tabell 17 Antall DMU med framgang i MPI, MC og MF

Tabell 17 viser hvor mange DMUer som har hatt framgang i MPI, MC og MF i de periodene som er analysert. I perioden 2001-2004 har ca halvparten av DMUene framgang i alle produktivitetmålene. Perioden 2005-2008 preges av at flere enn halvparten av DMUene har hatt framgang. Perioden 2001-2008 viser at 16 % har hatt framgang i MF, mens nesten 60 % har hatt framgang i MC.

En svakhet med analysene til nå er at utvalgene har vært forskjellige. Dette gjør at representativiteten ikke er som den burde. Jeg velger dermed også å utføre Malmquist analysen på de DMUer som er representert i hele perioden 2001-2008. Denne analysen består av 46 DMUer. Deskriptive statistikk for disse 46 DMUene kan sammenlignes med den deskriptive statistikken for hele utvalget i vedlegg 3. Tabell 18 viser et sammendrag av resultatene.

Periode	MPI	MC	MF	Antall DMU
2001-2002	1,003	0,943	1,075	46
2002-2003	1,115	1,182	0,944	46
2003-2004	1,118	1,082	1,035	46
2004-2005	0,950	0,937	1,015	46
2005-2006	0,999	0,893	1,121	46
2006-2007	1,096	1,234	0,886	46
2007-2008	0,984	1,085	0,907	46
2001-2004	1,094	1,133	0,968	46
2005-2008	1,130	1,084	1,052	46
2001-2008	1,008	1,056	0,955	46

Tabell 18 Malmquist produktivitetsindeks for DMUer som er med i hele perioden 2001-2008

Tabell 18 viser det samme som tabell 16, men nå kun med de DMUene som har produksjon i hele perioden 2001-2008. Resultatene på MPI viser ikke store forskjeller fra hva man fant når utvalgene var forskjellige. 2001-2004 og 2005-2008 viser fortsatt framgang, mens det fortsatt kan stilles spørsmålsteget til resultatet for perioden 2001-2008.

Resultatene på MC viser noen forskjeller fra første analyse, men fortsatt viser både 2001-2004 og 2005-2008 framgang. Nå er imidlertid fremgangen størst i første periode. Resultatet i perioden 2006-2007 viser framgang på hele 23,4 %, mens samme periode i første analyse viste en framgang på 12,7 %.

Resultatene for MF er også relativt lik resultatene i første analyse. 2001-2004 viser tilbakegang i fronten, mens 2005-2008 har framgang. Første analysen viste merkbar tilbakegang i to perioder, mens nå når utvalgene er like i hele perioden viser resultatene merkbar nedgang i tre perioder.

Som nevnt tidligere kan det stilles spørsmålsteget til resultatet for perioden 2001-2008. Antakeligvis er året 2008 en dårlig periode å sammenligne med for perioder før dette. I vedlegg 3 vises den deskriptive statistikken for datasettet. Av statistikken ser man en relativt kraftig økning i kapitalkostnadene i slutten av perioden. Dette kan kanskje ses på i sammenheng med den velkjente finanskrisen, som jeg i denne oppgaven ikke velger å gå noe

nærmere innpå. Det man vet er at oppdrettsnæringen for laks ikke har vært preget i like stor grad av denne krisen som andre næringer.

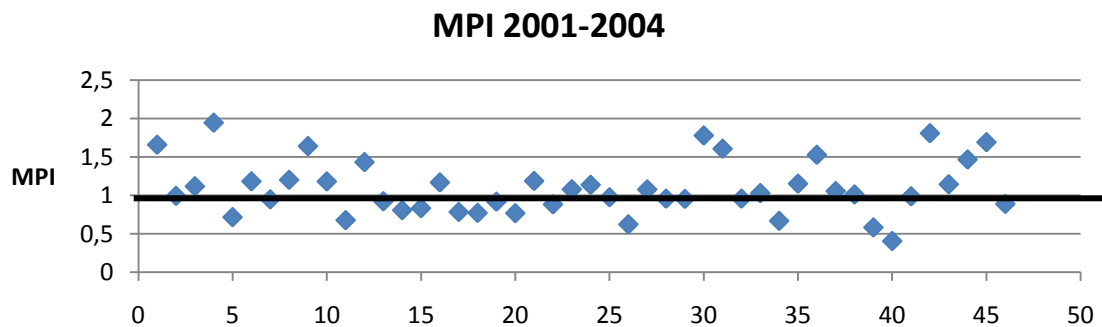
Periode	Framgang i MPI	Framgang i MC	Framgang i MF	Total
2001-2002	23	18	35	46
2002-2003	27	27	6	46
2003-2004	26	25	38	46
2004-2005	17	15	26	46
2005-2006	22	11	45	46
2006-2007	24	34	0	46
2007-2008	17	25	0	46
2001-2004	24	25	13	46
2005-2008	28	26	33	46
2001-2008	20	25	13	46

Tabell 19 Antall DMUer med framgang i MPI, MC og MF for de DMUer som er med i hele perioden 2001-2008

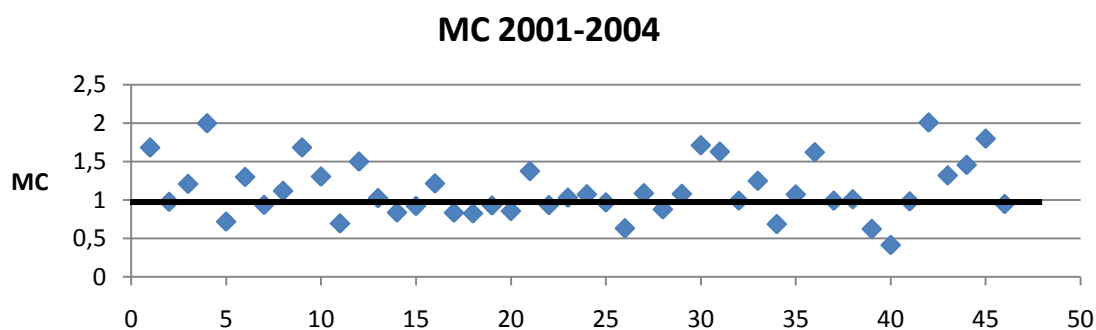
Tabell 19 viser antall DMU med framgang i MPI, MC og MF i alle perioder når utvalgene er like for alle perioder. Resultatene for MPI er relativt lik de resultatene man fikk med forskjellige utvalg. Andelen av DMUer som har framgang i MPI ligger på rundt 50 % \pm 10 % i alle analyseperiodene. Standardavviket for MPI ligger på rundt 30 %, noe som vil si at spredningen er relativt stor og forklarer noe av hvorfor ca. halvparten av DMUene har framgang i MPI, mens den resterende halvparten har tilbakegang.

Tendensen for MC er den samme. Også i MC er fordelingen av DMUer med framgang og tilbakegang i hver analyseperiode forholdsvis lik. Standardavviket ligger gjennomsnittlig på ca. 30 % noe som sier oss at spredningen er relativt stor mellom de forskjellige resultatene til hver DMU.

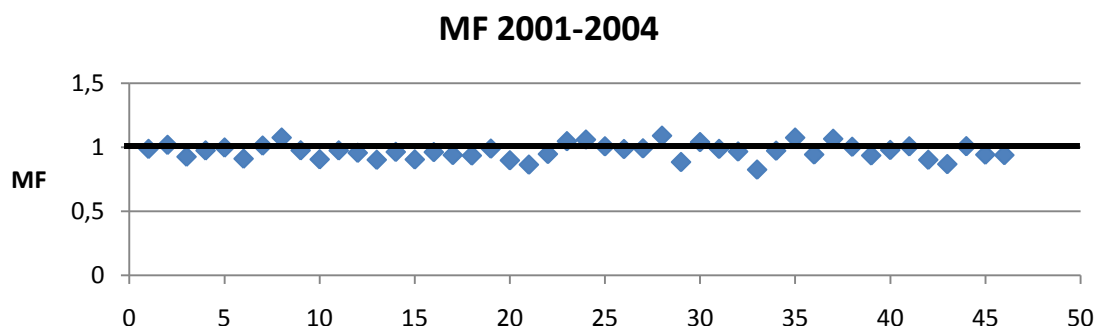
Andelen av DMUer som har tilbakegang eller framgang i MF er mer tydelig. I hver analyseperiode viser resultatene enten at de fleste har framgang i MF eller at de har tilbakegang. Dette vises også med standardavviket som er på ca 10 % \pm 2 % i hver analyseperiode. Dette tydeliggjøres bedre i et plottdiagram for MPI, MC og MF. I figurene under vises plott for perioden 2001-2004.



Figur 13 Plott av MPI i perioden 2001-2004



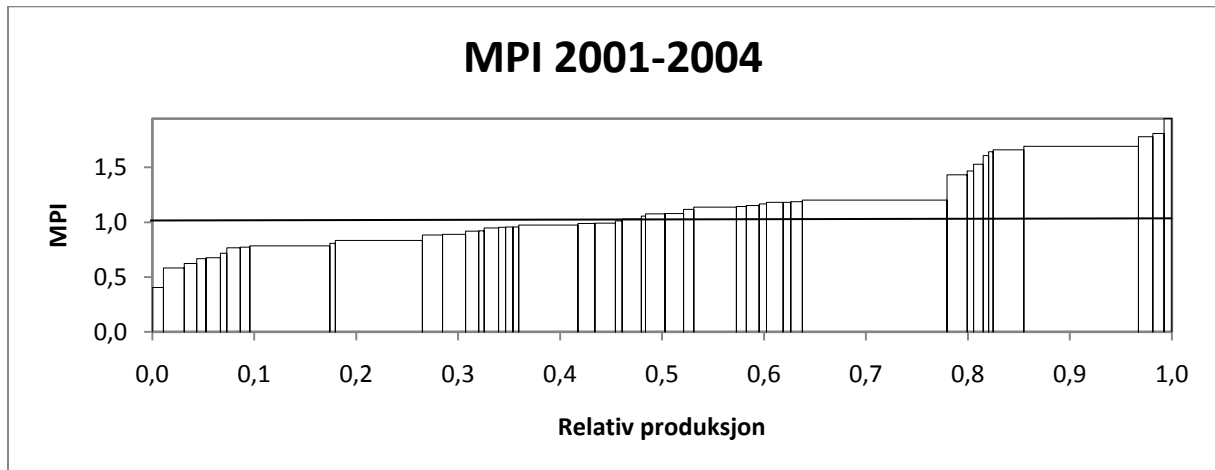
Figur 14 Plott av MC i perioden 2001-2004



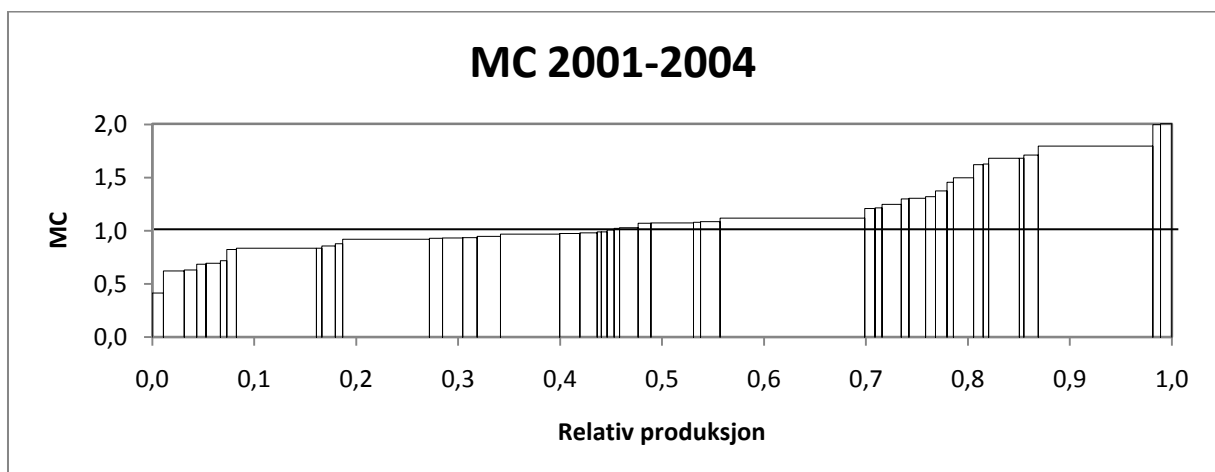
Figur 15 Plott av MF i perioden 2001-2004

Av plottene i figurene over ser vi at spredningen av resultatene til de forskjellige DMUene er store for MPI og MC, mens spredningen i MF er relativt liten. Dette gjør at resultatene for MPI og MC kan være misvisende. Noen DMUer har framgang på 2, og er dermed med på å forsterke den gjennomsnittlige framgangen for hele utvalget betydelig. Selv om disse DMUene har vist stor framgang på MPI og MC i perioden er det ikke riktig å fjerne disse fra analysen.

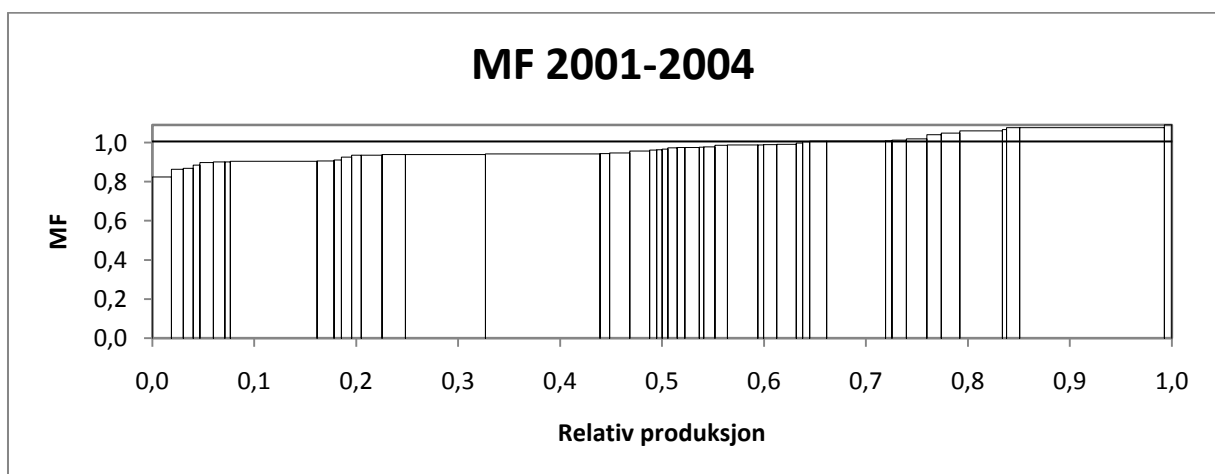
I vedlegg 7 vises Salterdiagram for MPI, MC og MF for alle analyseperiodene hvor utvalgene er forskjellige for hver periode. Figurene under viser Salterdiagram for periodene 2001-2004 og 2005-2008. Her er utvalgene like for hver periode og inneholder 46 DMUer.



Figur 16 Salterdiagram med MPI mot gjennomsnittlig relativ produksjon i perioden 2001-2004



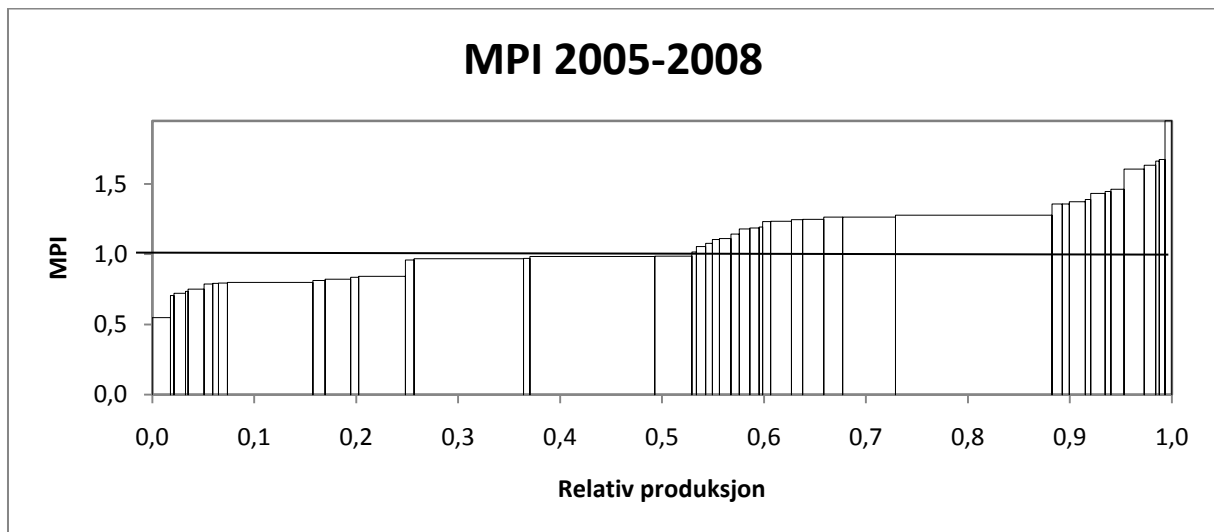
Figur 17 Salterdiagram med MC mot gjennomsnittlig relativ produksjon i perioden 2001-2004



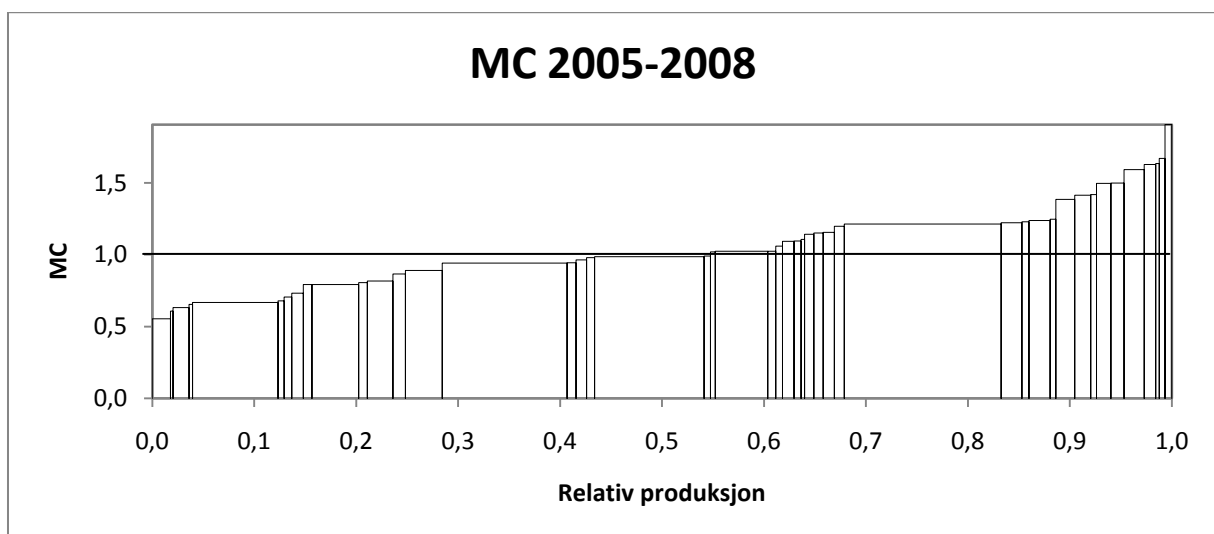
Figur 18 Salterdiagram med MF mot gjennomsnittlig relativ produksjon i perioden 2001-2004

Av Salterdiagrammene i figurene over ser vi enda et eksempel på at fordelingen mellom de som har framgang og tilbakegang i MPI og MC er relativt jevn. I perioden 2001-2004 har ca. halvparten framgang mens de resterende DMUene har tilbakegang. Resultatene i analysen viser det samme i alle analyseperiodene. Ca. halvparten har framgang og tilbakegang i MC og MPI. Ser vi på figur 18 viser resultatene på MF noe annet. I perioden 2001-2004 har nesten alle DMUene tilbakegang i MF. De DMUene som har framgang viser ikke til betydelig framgang. Dette er noe som er gjennomgående i alle analyseperiodene. Resultatene på MF viser enten framgang eller tilbakegang for de fleste DMUer.

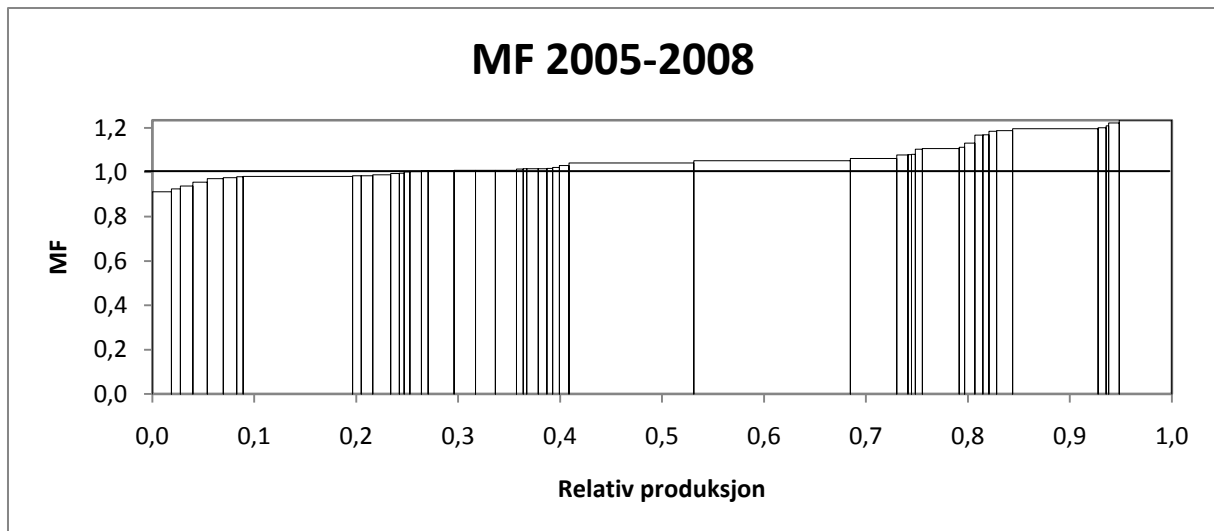
Videre i Salterdiagrammene i perioden 2001-2004 er det ikke noen sammenheng mellom relativ gjennomsnittlig produksjon og framgang eller tilbakegang i noen av resultatmålene.



Figur 19 Salterdiagram med MPI mot gjennomsnittlig relativ produksjon i perioden 2005-2008



Figur 20 Salterdiagram med MC mot gjennomsnittlig relativ produksjon i perioden 2005-2008



Figur 21 Salterdiagram med MF mot gjennomsnittlig relativ produksjon i perioden 2005-2008

Av salterdiagrammene i figurene 19-21 ser vi det samme mønsteret som for alle analyseperiodene. Ca. 50 % av DMUene har framgang i MPI og MC, mens den resterende halvparten har tilbakegang. For MF i figur 21 ser vi at de fleste DMUene har framgang i perioden 2005-2008. Dvs. 33 DMUer har framgang, mens de resterende 13 har tilbakegang.

6. Diskusjon og konklusjon

6.1 Diskusjon

Norsk matfiskoppdrett av laks har i perioden 2001-2008 vært preget av store svingninger i det økonomiske resultatet. 2001-2003 var samlet sett preget av svært dårlige resultater i næringen. Etter 2003 var det vekst i lønnsomheten fram til 2006 hvor man registrerte det beste året noensinne. I 2007 og 2008 var det forholdsvis kraftig nedgang i det økonomiske resultatet. Måling av effektivitet bør være et aktuelt tema for bedrifter som opererer i markeder preget av sterk konkurranse slik som oppdrettsnæringen. Dette selv om lønnsomheten er tilfredsstillende. For å møte den økende konkurransen fra internasjonale aktører, er det viktig for norske oppdrettere å finne ut hva som kan forbedre effektiviteten. Effektivitetsforbedring kan føre til bedre konkurransevne ved økt lønnsomhet og/eller økte markedsandeler.

I denne oppgaven har jeg valgt å måle effektivitet ved bruk av DEA. Selv om metoden har mange muligheter, har den også sine begrensninger. DEA beregner den relative effektiviteten. Dvs. den finner hvilke enheter som er relativt best i et utvalg, og sammenligner den med de resterende enhetene i utvalget. Selv om en enhet omtales som effektiv i analysen betyr ikke at den ikke har forbedringspotensial i produksjonen. En av svakhetene til metoden er at den ikke gir noe klart svar på hva som er årsaken til ineffektivitet. DEA kan aldri erstatte vanlige regnskapsanalyser og tilhørende lønnsomhetsmål, men bør heller være et supplement som hjelper ledelsen til forbedring av produksjonsprosessen.

I perioden 2001-2008 varierte total teknisk effektivitet fra 79,1 – 87,7 %. Andelen av effektive enheter gikk i perioden opp. I 2001 var andelen av enheter som var TE_{CRS} på ca 10 %, mens andelen i slutten av perioden var på ca 20 %. En sammenligning med andre studier, for eksempel Tollefsen 2008, ser jeg at gjennomsnittlig total effektivitet i perioden 2001-2006 varierte fra 79,3 – 81,3 %, noe som ikke er merkbart forskjellig fra resultatene i denne oppgaven. Resultatene i denne studien viser i perioden 2001-2006 en variasjon mellom 79,1 – 84,6 %.

Oppdrettsnæringen har både i perioden 2001-2008 og før dette vært preget av relativt høy vekst og at mindre bedrifter slår seg sammen med mindre bedrifter. Næringen er historisk sett en effektiv næring, noe som er nødvendig for å kunne henge med i bransjen. Fokuset på å holde innsatsfaktorbruken på et lavest mulig nivå er i oppdrettsnæringen viktig, og er forklaringen på hvorfor den gjennomsnittlige effektiviteten er så høy i næringen.

Total teknisk effektivitet tar ikke hensyn til at størrelsen kan ha noe å si for effektiviteten, noe derimot ren teknisk effektivitet gjør. Gjennomsnittlig effektivitet og andelen av effektive enheter vil i ren teknisk effektivitet bli høyere enn i total teknisk effektivitet. I perioden 2001-2008 varierte ren teknisk effektivitet fra 86,6 – 92,1 %. Andelen av ren tekniske effektive enheter var på 21,1 – 37,8 %. Ineffektiviteten som belyses i ren teknisk effektivitet er utelukkende av teknisk art, noe som vil si at den skyldes sløsing av innsatsfaktorer. 2008 er det året som viser best resultater. En gjennomsnittlig ren teknisk effektivitet på 92,1 % betyr at den gjennomsnittlige bedriften i analysen sløser bort 7,9 % av sine innsatsfaktorer. I et økonomisk perspektiv er det lett å se at bedriftene har et innsparingspotensial på produksjonssiden.

Skalaeffektiviteten i perioden 2001-2008 varierer mellom 91,6 – 95,8 %. Skalaeffektiviteten sier oss noe om innsatsfaktorbruken kan reduseres ved at produksjonen utvides eller innskrenkes. For eksempel kan skalaeffektiviteten forbedres ved at to bedrifter slår seg sammen dersom det er stordriftsfordeler, eller hvis en bedrift deler produksjonen opp i flere enheter dersom det er stordriftsulemper.

I tabell 15 og figur 9 ser vi fordelingen av de ulike skalaegenskapene IRS, CRS og DRS i perioden 2001-2008. Andelen av bedrifter som produserer i optimal skala er betydelig større i perioden 2005-2008 enn hva tilfellet er for perioden 2001-2004. Dette tyder på at overgangen til MTB som reguleringsform kan ha hatt noe å si for skalaegenskapene i næringen.

Produktivitetsendringene i den norske oppdrettsnæringen av laks er beregnet ved hjelp av Malmquist produktivitetsindeks, som dekomponeres i ”Catch-up” effekt (MC) og frontendring (MF). Totalt sett ser det ut som næringen ikke har hatt noen betydelig endring i perioden 2001-2008. Resultatene i perioden for hele utvalget viser en liten tilbakegang i MPI, og tilsvarende resultat når utvalgene er like viser en minimal framgang i MPI. Tidligere diskusjon om hvorfor resultatene for denne perioden ikke viser betydelig framgang går på at året 2008 rett og slett er et dårlig år å sammenligne seg med for andre perioder. En av årsakene kan være at inputen kapitalkostnad har hatt en forholdsvis kraftig gjennomsnittlig økning i dette året. En annen årsak til resultatet kan ses på i sammenheng med tabell 1. I tabell 1 ser vi en kraftig økning i gjennomsnittlige produksjonskostnader i forhold til 2007. I tillegg er det diskutert om utvalgskjeller kunne ha hatt noe å si for resultatene, men i og med at resultatene er merverdige i analysen også når utvalgene er like, velger jeg å tro at årsaken ligger i økte gjennomsnittlige produksjonskostnader.

Resultatene for periodene 2001-2004 og 2005-2008 viser begge framgang i MPI med hhv. 4,7 og 18,4 % når utvalgene er forskjellige. Dermed viser resultatene i perioden etter at MTB ble innført som ny reguleringsform større framgang enn hva perioden før viser. Dette gjelder også for resultatene MC og MF. MC har hhv. framgang på 5,3 % i perioden 2001-2004 og en framgang på 10 % i perioden 2005-2008.

Når utvalget er likt for periodene er resultatene forholdsvis lik resultatene som er presentert med forskjellige utvalg. Forskjellen er resultatene av MC som med samme utvalg viser større framgang i perioden 2001-2004, enn hva perioden 2005-2008 gjør.

Spredningen på resultatene i MPI, MC og MF viser store variasjoner. Mens det i MPI og MC virker som om det er tilfeldig om en DMU har framgang eller ikke, så virker det som at MF viser et mer stabilt resultat i de forskjellige analyseperiodene. I resultatene av MF ser man at nesten alle DMUene i hver analyseperiode enten har framgang eller nedgang. I MPI og MC har ca. halvparten av DMUene i hver analyseperiode framgang eller tilbakegang. Dette vises også i standardavviket som for MC og MPI er på ca 30 %, mens det for MF er på ca. 10 %. Dermed er forskjellene for hver enkelt DMU mye større i resultatene av MPI og MC, enn hva de er for MF. Disse forskjellene forklares ved at MC er bedriftsindividuelle, og varierer mye på grunn av støy. MF på den annen side er bransjespesifikk, altså gjennomsnittlig, og viser om selve produksjonsfronten har endret seg i perioden.

6.1 Konklusjon

Oppdrett av laks har historisk sett vært en relativt effektiv næring. Dette viser seg også i resultatene for perioden 2001-2008 der TE_{CRS} er mellom 79 – 88 % og TE_{VRS} er mellom 86 – 92 %. Effektivitetsutviklingen i perioden har en økende trend og effektivitetsscoren for perioden 2001-2004 viser et lavere gjennomsnitt enn for perioden 2005-2008. Andelen av effektive enheter er også stigende i perioden. I perioden 2001-2004 var gjennomsnittlig andel av totalt tekniske enheter på 12,5 %, mens andelen i perioden 2005-2008 var på 18,1 %. Samme resultat for ren teknisk effektivitet viser andel effektive enheter i perioden 2001-2004 på 25,5 %, og i perioden 2005-2008 er andelen effektive enheter på 31,5 %.

Det viser seg at både gjennomsnittlig effektivitet, og andelen av effektive enheter har økt i perioden 2001-2008. Perioden før MTB ble introdusert som ny reguleringsform viser lavere effektivitet i oppdrettsnæringen for laks, enn hva perioden etter viser. At MTB har vært en suksess i forhold til effektivitetsutviklingen i lakseoppdrettsnæringen er noe jeg ikke vil eller kan konkludere med i denne studien. Men resultatene tyder på at innføringen av MTB kan ha medført til en høyere gjennomsnittlig effektivitet, og en større andel av effektive enheter. At andelen effektive enheter har økt i perioden, kan også ses i sammenheng med at enheter faller bort, og at de enhetene som fortsetter driften er de beste i bransjen. Samtidig kommer det nye enheter inn i næringen, enheter man skulle tro ikke var like effektive som erfarne bedrifter. Resultatene fra effektivitetsanalysene viser imidlertid ikke store forskjeller blant de uerfarne og de mer erfarne oppdretterne. Dette kan ha med kunnskap, utstyr og kompetanse nye oppdrettere har før introduksjon i bransjen.

Skalaeffektiviteten viser samme tendens som TE_{CRS} og TE_{VRS} . Gjennomsnittlig skalaeffektivitet i perioden 2001-2004 er 92,3 %, mens den for perioden 2004-2005 er 94,2 %. Dette tyder på at den gjennomsnittlige oppdretter er blitt flinkere til å balansere produksjonsvolum og bruk av innsatsfaktorer. Andelsdiagrammet i figur 9 illustrerer dette bra. Figuren viser at andelen enheter som produserer i optimal skala er betydelig høyere i perioden etter innføringen av MTB enn hva tilfellet var før. Årsaken trenger ikke være den nye oppdrettsreguleringen, men tendensen er så tydelig at man ikke kan avkrefte dette som en direkte årsak.

Resultatene av produktivitetsendringene i perioden 2001-2008 har vist seg å være merkverdige. I diskusjonen ble mulige årsaker drøftet. 2008 er antakeligvis et dårlig år å

sammenligne seg med. Gjennomsnittlige produksjonskostnader steg kraftig fra 2007, og det økonomiske resultatet hadde en merkbar nedgang.

I perioden 2001-2004 har de ineffektive enhetene tatt igjen noe av forspranget til de effektive enhetene. I den påfølgende perioden 2005-2008 blir forspranget skrumpet inn i ytterligere grad. De ineffektive enhetene nærmer seg de effektive enhetene mer i perioden etter innføringen av MTB i 2005. Dette kan skyldes at oppdretterne er blitt flinkere med sammensetningen av innsatsfaktorene etter at oppdrett av laks kun reguleres av biomasse.

Samme beregninger når utvalget er det samme i begge periodene viser at de ineffektive enhetene har tatt igjen noe av forspranget til de effektive. Men når utvalget er likt viser det seg at de ineffektive enhetene i perioden 2001-2004 har tatt igjen mer av forspranget enn hva tilfellet er for perioden 2005-2008. Uansett viser det seg at de ineffektive enhetene blir bedre og bedre utover perioden. At ineffektive enheter blir bedre etter hvert som tiden går, er ikke uvanlig. Oppdretterne tilegner seg kunnskap og kompetanse etter hvert som tiden går. Samarbeid mellom enhetene kan også være med på å utligne noe av forspranget mellom de effektive og de ineffektive.

Fronten har i perioden 2001-2004 skiftet innover. Dette gjelder både når hele utvalget er analysert, og når kun de enhetene som er med i hele perioden 2001-2008 er analysert. Dvs. at de effektive enhetene i 2001 er mindre effektiv i 2004. I perioden 2005-2008 viste det seg at fronten har skiftet utover både med analysering av hele utvalget og når man så på deler av utvalget. Dvs. at de enhetene som dannet fronten i 2005 var mindre effektiv enn de effektive enhetene som dannet fronten i 2008.

Effektiviteten i næringen for oppdrett av laks har hatt en positiv utvikling i perioden 2001-2008. Man kan ikke på bakgrunn av funn i denne studien, med sikkerhet, slå fast at innføringen av MTB som den nye reguleringsformen i oppdrettsnæringen har hatt noen positiv eller negativ innvirkning på effektiviteten i bransjen. Analysene som er gjort registrerer merkbare forskjeller mellom periodene 2001-2004 og 2005-2008, og resultatene kan tyde på at MTB kan ha hatt positiv innflytelse på næringen.

Det kunne vært interessant i videre forskning på temaet, å gå dypere inn i forholdene for produksjon av laks i de respektive periodene man studerer. En svakhet ved analysene gjennomført i denne studien er blant annet at man ikke har noen informasjon om hvilke enheter som er de beste. Det kunne vært interessant å se om det er merkbare forskjeller

mellom oppdrettere i forskjellige landsdeler. Det man vet er at oppdrettsforholdene og vekstvilkårene for laksen er forskjellige mellom regioner. Dermed kunne det vært hensiktsmessig med en analyse av oppdrettsnæringen av laks hvor man vet hvem som produserer i for eksempel Finnmark og Troms, og de som produserer i resten av landet.

Litteraturliste

Aarset, B., Jakobsen, S. E., Iversen, A. og Ottesen G. G., (2005). Lovverk, teknologi og etableringsbetingelser i norsk havbruk. Fase II. Rapport nr. 03/05. Bergen, Samfunns og næringslivsforskning AS.

Andersen, P., og Petersen, N. C., (1993). "A procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis." Management Science, Vol 39, NO. 10.

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

Caves, D. W., Christensen, L. R. og Diewert, W. E. (1982). The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity. Econometrica, VOL 50, NO. 6. The Econometric Society.

Charnes, A., Cooper, W.W. og Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research.

Coelli, T., Prasada Rao, D.S., O'Donnell, C.J. og Battese, G.E. (2005). An introduction to efficiency and productivity analysis. New York: Springer.

Farrell, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General).

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

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

Fiskeridirektoratet (2003) *Forslag til nytt avgrensningssystem for matfiskoppdrett av laks og regnbueørret – Fiskeridirektoratets innstilling.* Fiskeridepartementet, Oslo, 16.06-2003.

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

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

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

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

Fiskeridirektorater (2007). *Lønnsomhetsundersøkelse for matfiskproduksjon av laks og ørret.*

Fiskeridirektoratet (2008). *Lønnsomhetsundersøkelse for matfiskproduksjon av laks og ørret.*

Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B., og Roos, P. (1992). Productivity Changes in Swedish Pharmacies 1980-1989: A Non-Parametric Malmquist Approach. Kluwer Academic Publishers, Boston.

- Hansen, T-A. og Hansen, T.L., 2008, ”Effektivitetsanalyse av norsk matfisknæring for 2006, med benchmarking av Lerøy Aurora AS.” Masteroppgave, HHT, UiT, Tromsø
- Hoel, V., 2005, ”Effektivitet i norsk matfisknæring – en fullstendig rangering.” Masteroppgave, NFH, UiT, Tromsø
- Kittelsen, S. A. C. og Førsund, F. R. (2001). Empiriske forskningsresultater om effektivitet i offentlig tjenesteproduksjon. Økonomisk Forum NR. 6 2001.
- Kjeldsen, R.H. og Larsen, K-T., 2008, ”Analyse av kostnadseffektivitet i norsk oppdrett av laks og ørret”. Masteroppgave, HHT, UiT, Tromsø
- KPMG. (2003). ”Konsekvenser av ulike avgrensninger på konsesjonsnivå (MTA, MTB, MTF).” Utført på oppdrag fra FHL havbruk av KPMG AS, senter for havbruk og fiskeri.
- Malmquist, S. (1953). Index Numbers and Indifference Surfaces. *Trabajos de Estadística y de investigación Operativa, Volume 4*
- Michelsen, H. D., 2006, ”Utvikling av oppdrettsnæringen av laks og ørret på Færøyene sammenlignet med utviklingen i Norge”. Masteroppgave, NFH, UiT, Tromsø.
- Osland, E. (1990), Bruke havet... Pionertid i norsk fiskeoppdrett, Samlaget, Oslo
- Ray, S. C. (2004). Data Envelopment Analysis Theory and Techniques for Economics and Operations Research: Cambridge University Press.
- Roland, B-E., 1998, ”Produktivitetsutvikling i norsk matfisknæring målt med DEA og Malmquistindeks.” Masteroppgave, NFH, UiT, Tromsø.
- Salter, W. E. G. (1960). Productivity and technical change. Cambridge [Eng.]: University Press.
- Shephard, R. W. (1953). *Cost and Production Functions*. Princeton University Press, Princeton.
- Tollefsen, L. M., 2009, ”En effektivitetsanalyse av laksefisknæringen i perioden 2001 – 2006 ved bruk av DEA og Malmquistindeks.” Masteroppgave, HHT, UiT, Tromsø.
- Veterinærinstituttet (2007). *Helsesituasjonen hos oppdrettsfisk 2007*.
- Veterinærinstituttet (2008). *Helsesituasjonen hos oppdrettsfisk 2008*.
- Norsk Bransjestandard for Fisk, NBS 10-01, 1999, Standard Kvalitetsgradering av oppdrettet laks.
- Stortingsmelding. Om offentlig medvirkning til utvikling av fiskeoppdrettsnæringen. 71. 1979. Fiskeridepartementet.

Websider

- [1] Fiskeoppdrett. Slakta mengd laks. Tonn rund vekt. Statistisk sentralbyrå. Web-side: <http://www.ssb.no/aarbok/fig/fig-376.html>. Dato: 17.05-2010.
- [2] Norsk fiskeoppdrett. Aktuelt. Web-side: [http://www.uis.no/getfile.php/SV/Bilder/4.2009\(1\).pdf](http://www.uis.no/getfile.php/SV/Bilder/4.2009(1).pdf). Dato 17.05-2010.
- [3] Om statistikken – Statistikk for akvakultur. Fiskeridirektoratet. Web-Side. <http://www.fiskeridir.no/statistikk/akvakultur/om-statistikken/om-statistikken-statistikk-for-akvakultur>. Publisert 24. juni 2008. Dato: 17.05-2010.
- [4] Konsumprisindeksen fra 1865. 1998 = 100. Statistisk sentralbyrå. Web-side: <http://www.ssb.no/emner/08/02/10/kpi/tab-01.html>. Dato 17.05-2010.

Vedlegg

Vedlegg 1: Supereffektivitet 2001-2008

Supereffektivitet 2001				Supereffektivitet 2002			
Antall DMU	168			Antall DMU	143		
Gjennomsnitt	0,50489865			Gjennomsnitt	0,6963105		
Maximum	3,19205734			Maximum	1,59984063		
Minimum	0,26167239			Minimum	0,23138431		
SD	0,28302931			SD	0,19857652		
Rank	DMU	Score	Frekvens	Rank	DMU	Score	Frekvens
1	M_0344	3,192057338	150	1	M_0202	1,599840631	2
2	M_0404	1,189182575	0	2	M_0051	1,314022158	57
3	M_0202	1,155053795	0	3	M_0234	1,239887794	15
4	M_0036	1,085637677	49	4	M_0422	1,18870674	30
5	M_0419	1,081933036	12	5	M_0412	1,119475538	31
6	M_0377	1,075422159	0	6	M_0176	1,079526966	0
7	M_0369	1,034454635	10	7	M_0180	1,06113502	5
8	M_0075	1,016787241	0	8	M_0270	1,037587238	3
9	M_0249	1,01564791	1	9	M_0357	1,024086002	0
10	M_0181	1,00749274	0	10	M_0118	1,022286826	0
11	M_0310	1,006933539	0	11	M_0417	1,019927255	66
12	M_0390	1,006130949	0	12	M_0307	1,004926801	0
13	M_0173	1,002113404	0	13	M_0179	1,004925926	0
				14	M_0284	1,001025788	0

Supereffektivitet 2003				Supereffektivitet 2004			
Antall DMU	140			Antall DMU	129		
Gjennomsnitt	0,7279277			Gjennomsnitt	0,64524987		
Maximum	2,35871804			Maximum	1,3207201		
Minimum	0,32425119			Minimum	0,31699465		
SD	0,2409987			SD	0,18203846		
Rank	DMU	Score	Frekvens	Rank	DMU	Score	Frekvens
1	M_0436	2,358718044	0	1	M_0202	1,320720102	4
2	M_0397	1,403618153	4	2	M_0051	1,186115086	10
3	M_0202	1,220950577	3	3	M_0447	1,151172003	115
4	M_0321	1,19700507	2	4	M_0091	1,106747911	1
5	M_0291	1,165043567	2	5	M_0030	1,079683186	1
6	M_0331	1,160305855	105	6	M_0001	1,034546241	0
7	M_0091	1,145975517	11	7	M_0113	1,018007371	0
8	M_0045	1,128237272	22	8	M_0443	1,01614949	0
9	M_0131	1,086236941	0	9	M_0321	1,005856288	0
10	M_0412	1,078358657	2	10	M_0451	1,003116929	0
11	M_0406	1,072386303	0	11	M_0441	1,002745975	0
12	M_0375	1,048859921	0	12	M_0218	1,000711934	0
13	M_0284	1,043186433	0				
14	M_0430	1,037162353	0				
15	M_0106	1,035207814	0				
16	M_0034	1,026117575	0				
17	M_0283	1,025162212	0				
18	M_0417	1,024442613	0				
19	M_0176	1,014159149	0				
20	M_0285	1,009174197	0				
21	M_0419	1,007898392	0				

Supereffektivitet 2005				Supereffektivitet 2006			
Antall DMU	127			Antall DMU	119		
Gjennomsnitt	0,69720861			Gjennomsnitt	0,70508427		
Maximum	1,69770431			Maximum	1,39890631		
Minimum	0,38774492			Minimum	0,35920833		
SD	0,19448395			SD	0,20342716		
Rank	DMU	Score	Frekvens	Rank	DMU	Score	Frekvens
1	M_0430	1,697704308	0	1	M_0419	1,398906315	6
2	M_0091	1,379420048	20	2	M_0425	1,183859131	3
3	M_0051	1,210088659	79	3	M_0463	1,179541711	1
4	M_0291	1,121920141	1	4	M_0449	1,150933971	13
5	M_0435	1,10963442	2	5	M_0291	1,109130237	78
6	M_0419	1,096856467	34	6	M_0113	1,079307173	0
7	M_0449	1,079379972	0	7	M_0118	1,052859233	0
8	M_0135	1,060425488	0	8	M_0267	1,043677514	0
9	M_0459	1,055240871	0	9	M_0135	1,041989933	3
10	M_0195	1,049570233	5	10	M_0435	1,040653333	0
11	M_0409	1,047739967	11	11	M_0158	1,032999356	2
12	M_0113	1,02491539	0	12	M_0455	1,029184407	0
13	M_0090	1,008637764	0	13	M_0451	1,0289338	0
14	M_0143	1,004900568	0	14	M_0430	1,02580107	0
				15	M_0144	1,021733869	0
				16	M_0110	1,020842095	1
				17	M_0198	1,018062878	1
				18	M_0195	1,016440655	11
				19	M_0139	1,013192728	0
				20	M_0456	1,004744299	0
				21	M_0091	1,001577568	0
				22	M_0462	1,00087661	0

Supereffektivitet 2007				Supereffektivitet 2008			
Antall DMU	108			Antall DMU	106		
Gjennomsnitt	0,74457282			Gjennomsnitt	0,82138388		
Maximum	1,65536448			Maximum	2,68244104		
Minimum	0,37647458			Minimum	0,45846687		
SD	0,23015627			SD	0,288306687		
Rank	DMU	Score	Frekvens	Rank	DMU	Score	Frekvens
1	M_0463	1,655364477	26	1	M_0470	2,682441036	21
2	M_0451	1,534666827	1	2	M_0451	2,304328008	6
3	M_0072	1,232459229	1	3	M_0463	1,270821815	7
4	M_0113	1,14889109	9	4	M_0152	1,154717383	0
5	M_0238	1,126701424	65	5	M_0464	1,143936287	1
6	M_0094	1,109217976	1	6	M_0454	1,124141666	3
7	M_0291	1,098766925	0	7	M_0239	1,109908652	55
8	M_0020	1,066356531	0	8	M_0110	1,105032714	4
9	M_0429	1,051172106	5	9	M_0158	1,102155085	0
10	M_0036	1,045768038	1	10	M_0143	1,032951469	0
11	M_0321	1,034925109	0	11	M_0178	1,026387059	62
12	M_0452	1,030130808	0	12	M_0138	1,023607586	2
13	M_0063	1,02889031	0	13	M_0015	1,020155382	7
14	M_0151	1,023925527	0	14	M_0041	1,016395577	1
15	M_0087	1,016932867	0	15	M_0299	1,015044407	0
16	M_0218	1,015965713	2	16	M_0117	1,01465125	2
17	M_0410	1,013873584	0	17	M_0227	1,01182256	1
18	M_0457	1,010244173	0	18	M_0408	1,010573299	0
19	M_0143	1,009049996	0	19	M_0327	1,010477325	0
20	M_0267	1,007241899	0	20	M_0452	1,00913215	0
21	M_0435	1,006845143	0	21	M_0139	1,005246214	0
22	M_0110	1,00527784	0	22	M_0144	1	0
23	M_0144	1,002646386	0				
24	M_0033	1,002163773	0				

Vedlegg 2: Rensing av data

År	DMU	Årsak
2001	M_0015	Ingen smoltkostnader
2001	M_0082	Ingen smoltkostnader
2001	M_0341	Ingen smoltkostnader
2001	M_0389	Ingen smoltkostnader
2001	M_0420	Ingen smoltkostnader
2001	M_0344	Outlier
2001	M_0377	Lav kapitalkostnad
2002	M_0062	Ingen smoltkostnader
2002	M_0170	Ingen smoltkostnader
2002	M_0181	Ingen smoltkostnader
2002	M_0302	Ingen smoltkostnader
2002	M_0333	Ingen smoltkostnader
2002	M_0425	Ingen smoltkostnader
2002	M_0427	Ingen smoltkostnader
2002	M_0430	Ingen smoltkostnader
2003	M_0054	Ingen smoltkostnader
2003	M_0063	Ingen smoltkostnader
2003	M_0090	Ingen smoltkostnader
2003	M_0167	Ingen smoltkostnader
2003	M_0279	Ingen smoltkostnader
2003	M_0288	Ingen smoltkostnader
2003	M_0307	Ingen smoltkostnader
2003	M_0403	Ingen smoltkostnader
2003	M_0436	Outlier + lav lønnskostnad
2003	M_0331	Outlier
2004	M_0224	Ingen smoltkostnader
2004	M_0277	Ingen smoltkostnader
2004	M_0436	Ingen smoltkostnader
2004	M_0448	Ingen smoltkostnader
2004	M_0449	Ingen smoltkostnader
2004	M_0447	Outlier
2005	M_0063	Ingen smoltkostnader
2005	M_0167	Ingen smoltkostnader
2005	M_0181	Ingen smoltkostnader
2005	M_0342	Ingen smoltkostnader
2005	M_0411	Ingen smoltkostnader
2005	M_0440	Ingen smoltkostnader
2006	M_0031	Ingen smoltkostnader
2006	M_0297	Ingen smoltkostnader
2007	M_0428	Ingen smoltkostnader
2007	M_0464	Ingen smoltkostnader

Vedlegg 3: Deskriptiv statistikk output- og inputvariabler

Deskriptiv statistikk for hele datasettet

2001	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	2 598 722	3 127 922	4 774 331	5 419 312	5 715 284	2 171 761
Minimum	461 200	110 000	612 000	142 400	206 472	373 654
Maksimum	21 558 117	32 504 144	37 452 825	63 980 669	73 831 606	19 412 261
Standardavvik	3 323 205	4 505 297	5 434 180	8 426 294	9 530 505	2 903 681

2002	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	2 807 741	3 000 292	4 780 837	7 425 102	6 263 689	2 321 884
Minimum	414 200	115 758	706 500	794 909	291 825	264 331
Maksimum	21 415 935	27 633 781	36 827 554	79 521 577	81 167 353	19 321 604
Standardavvik	3 816 826	4 262 442	5 793 719	10 377 228	11 270 516	3 139 016

2003	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	2 817 097	2 806 775	4 301 551	7 114 435	5 186 433	2 220 478
Minimum	272 350	9 635	300 000	636 719	270 536	312 173
Maksimum	26 483 252	27 475 000	37 609 909	78 131 186,4	49 485 975	20 055 512
Standardavvik	3 870 810	3 877 640	5 806 468	10 116 340	7 484 237	2 987 369

2004	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	3 447 213	4 106 912	5 642 468	6 635 555	6 635 555	2 801 245
Minimum	303 071	125 000	842 076	469 388	469 388	211 211
Maksimum	28 672 260	59 312 000	40 799 719	82 645 423	82 645 423	22 089 039
Standardavvik	4 896 446	7 796 324	6 884 087	10 856 100	10 856 100	3 933 760

2005	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	4 998 758	5 777 132	7 836 552	12 974 426	9 846 257	4 091 335
Minimum	158 710	178 913	406 000	615 464	419 669	284 462
Maksimum	43 072 028	66 437 787	59 896 207	194 122 079	153 038 126	37 098 250
Standardavvik	7 869 455	11 568 971	11 407 359	25 515 863	22 226 535	6 463 994

2006	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	5 802 406	7 157 026	7 927 331	15 377 501	17 020 259	4 889 290
Minimum	611 600	254 287	289 000	637 229	150 060	492 746
Maksimum	57 944 485	94 793 470	64 708 684	270 098 240	447 124 231	54 482 166
Standardavvik	9 204 667	13 570 153	10 148 501	31 140 905	44 936 068	8 019 086

2007	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	6 855 761	7 885 306	12 133 486	18 072 579	18 008 516	5 684 082
Minimum	389 515	274 034	780 000	817 196	665 043	565 776
Maksimum	52 786 726	68 909 209	81 574 208	151 187 254	253 453 834	50 044 903
Standardavvik	9 714 827	13 280 276	15 311 820	30 901 633	36 867 455	8 351 878

2008	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	7 541 268	8 597 139	12 604 405	22 077 055	22 139 014	6 022 512
Minimum	460 000	516 750	1 375 523	1 357 209	141 977	583 764
Maksimum	64 846 141	84 647 039	103 815 283	218 169 283	263 168 971	52 042 169
Standardavvik	11 460 502	15 275 930	15 729 551	37 682 066	42 471 421	9 034 859

Deskriptiv statistikk for samme utvalg i hele perioden (46 DMUer)

2001	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	2 686 464	3 390 103	4 660 650	6 761 672	5 157 071	2 420 893
Minimum	511 877	384 606	996 665	187 066	315 463	373 654
Maksimum	17 700 985	29 902 616	21 028 780	63 980 669	67 922 361	16 414 011
Standardavvik	3 466 953	5 455 381	4 679 013	11 982 914	10 145 636	3 169 954

2002	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	2 950 756	3 540 613	5 014 824	9 467 953	6 876 398	2 803 901
Minimum	616 803	437 356	994 789	1 045 240	668 345	570 128
Maksimum	19 451 349	25 098 802	33 449 186	79 521 577	73 721 483	19 321 604
Standardavvik	4 287 508	5 667 739	6 009 954	14 747 601	13 990 929	4 046 707

2003	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	3 275 119	3 270 393	5 143 458	9 348 513	5 187 335	2 874 987
Minimum	660 904	401 507	928 422	876 961	234 677	553 246
Maksimum	23 478 060	24 357 270	33 342 118	78 131 186	42 926 765	20 055 512
Standardavvik	4 675 386	4 833 887	7 127 879	14 311 936	8 134 133	4 112 168

2004	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	3 539 236	3 628 916	5 930 358	7 593 799	6 702 382	3 318 491
Minimum	626 589	521 320	954 325	605 819	534 703	584 929
Maksimum	25 306 496	26 738 286	36 010 343	82 645 423	72 943 886	22 089 039
Standardavvik	4 803 001	5 425 547	6 941 924	13 575 574	11 981 972	4 622 186

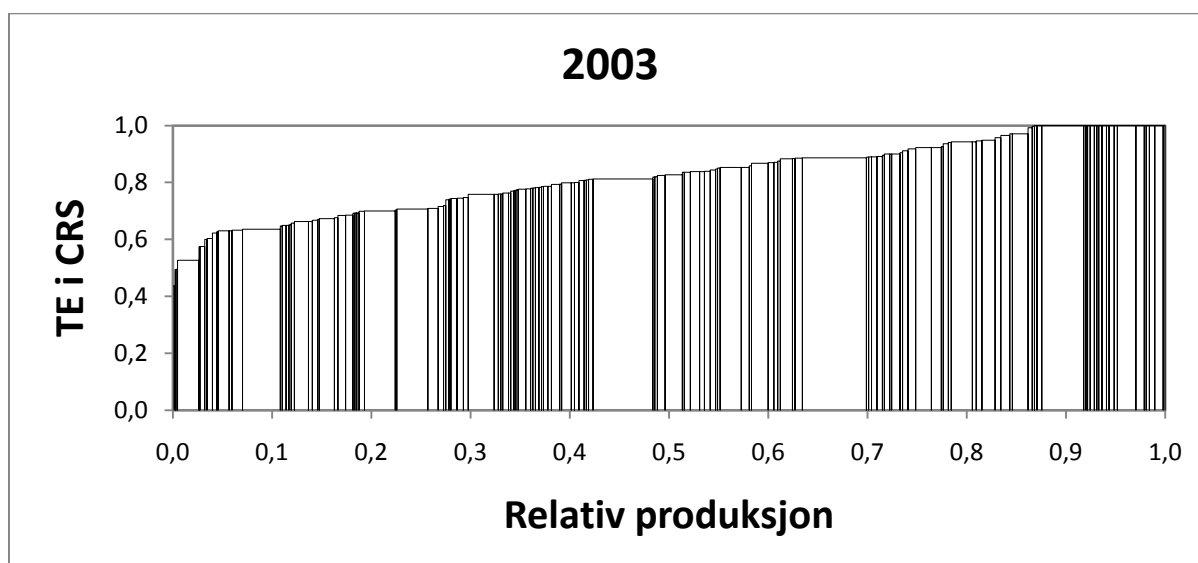
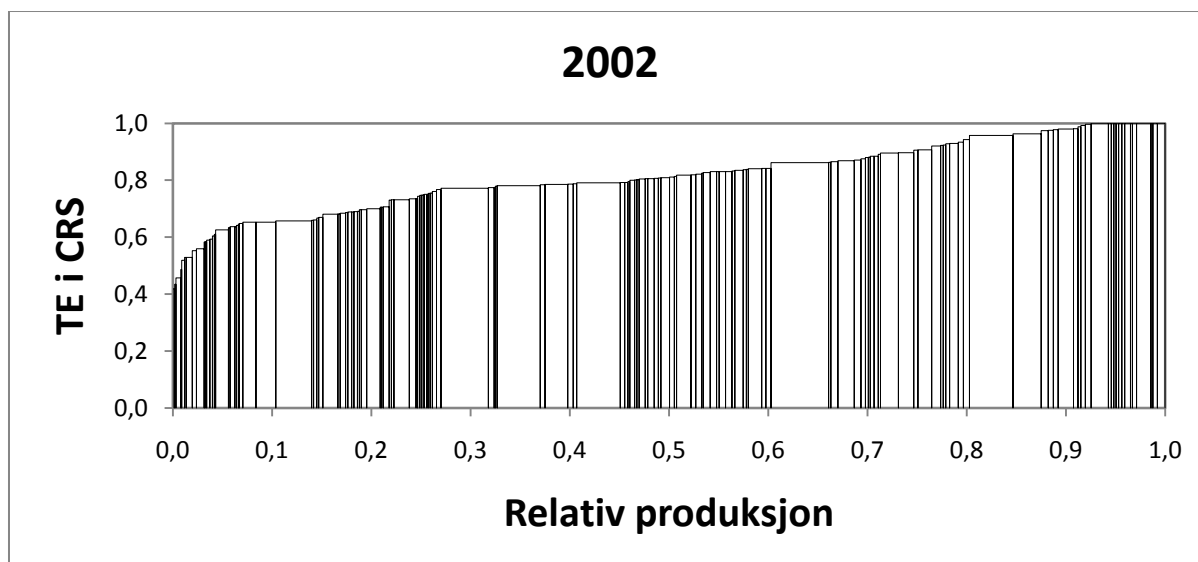
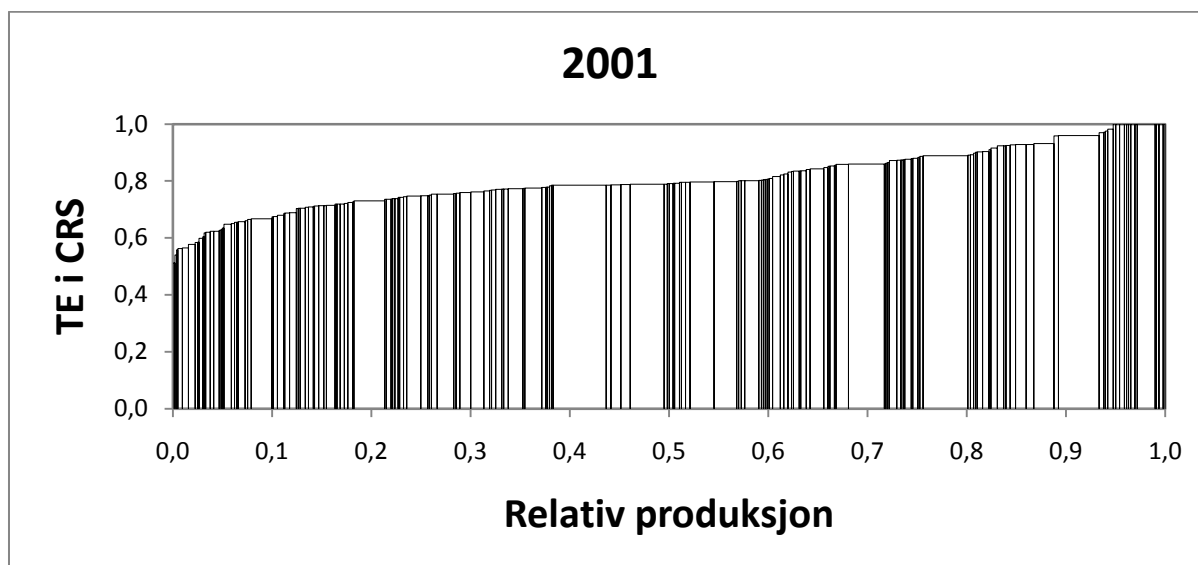
2005	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	4 510 360	4 171 090	7 389 654	12 278 858	8 027 715	4 182 794
Minimum	556 509	487 181	1 083 632	1 296 594	641 010	580 722
Maksimum	29 424 016	36 154 648	51 919 563	88 936 232	132 961 013	27 407 123
Standardavvik	6 764 881	6 638 939	10 327 219	18 608 499	19 770 256	6 243 820

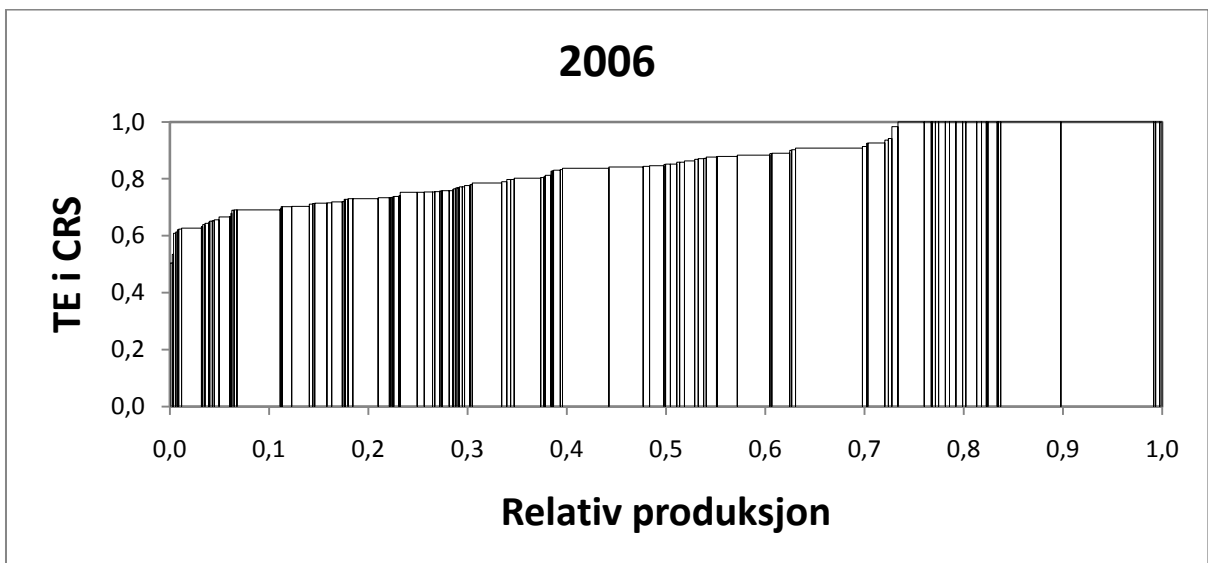
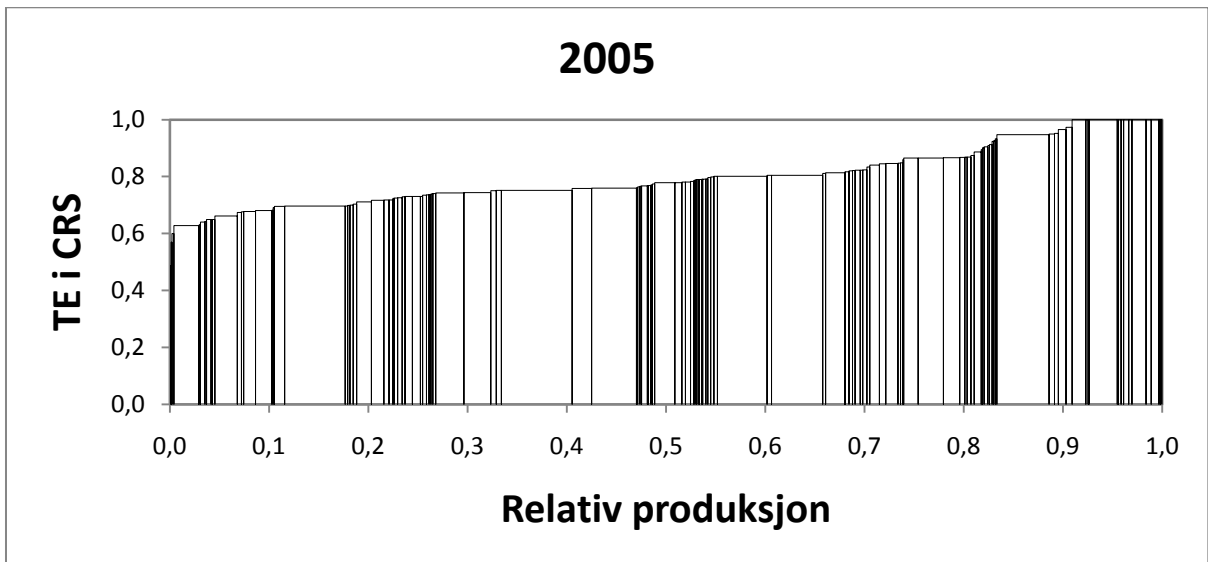
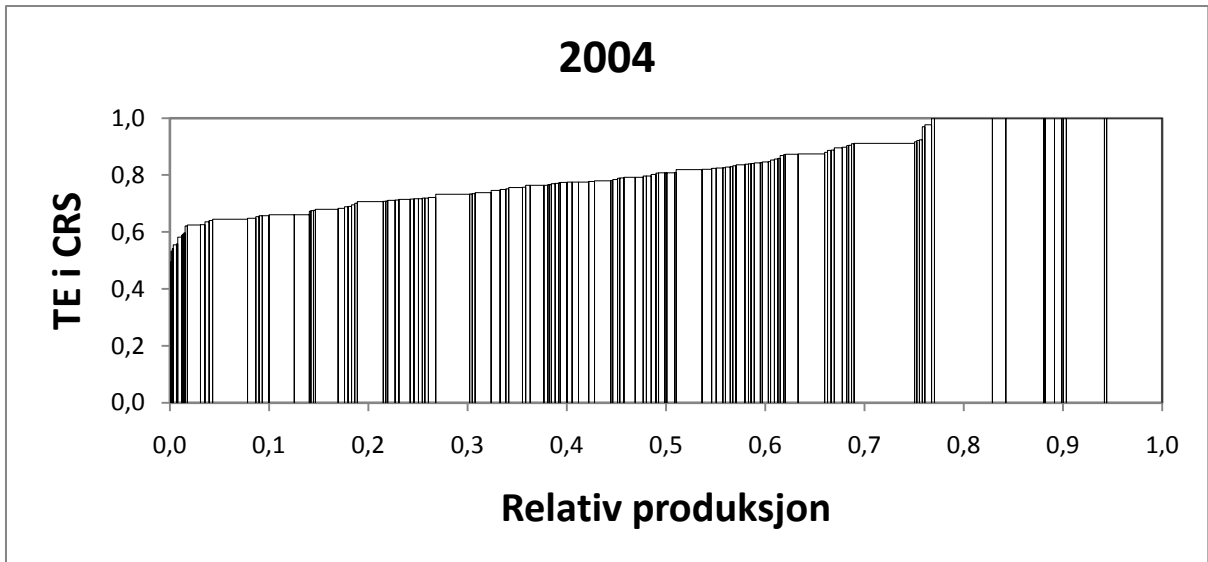
2006	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	5 252 090	5 404 022	8 622 547	14 980 184	11 064 677	5 072 445
Minimum	519 626	545 657	1 065 530	1 598 605	774 094	492 746
Maksimum	36 608 405	42 445 983	54 977 642	109 612 350	92 223 383	39 266 248
Standardavvik	7 868 117	8 442 084	11 292 979	22 852 956	18 791 711	7 652 993

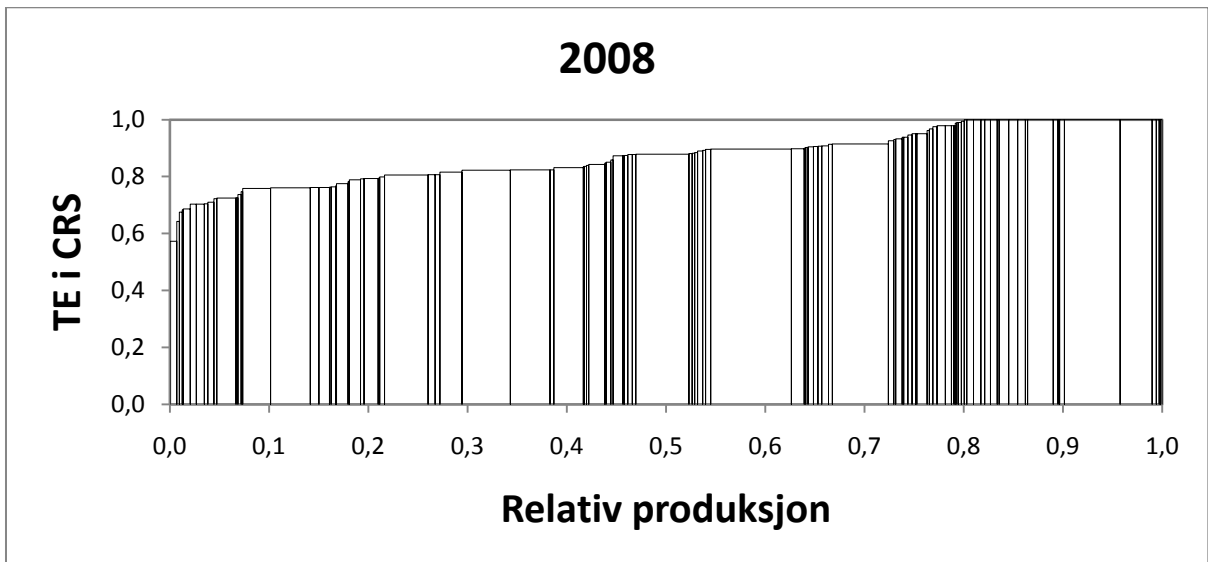
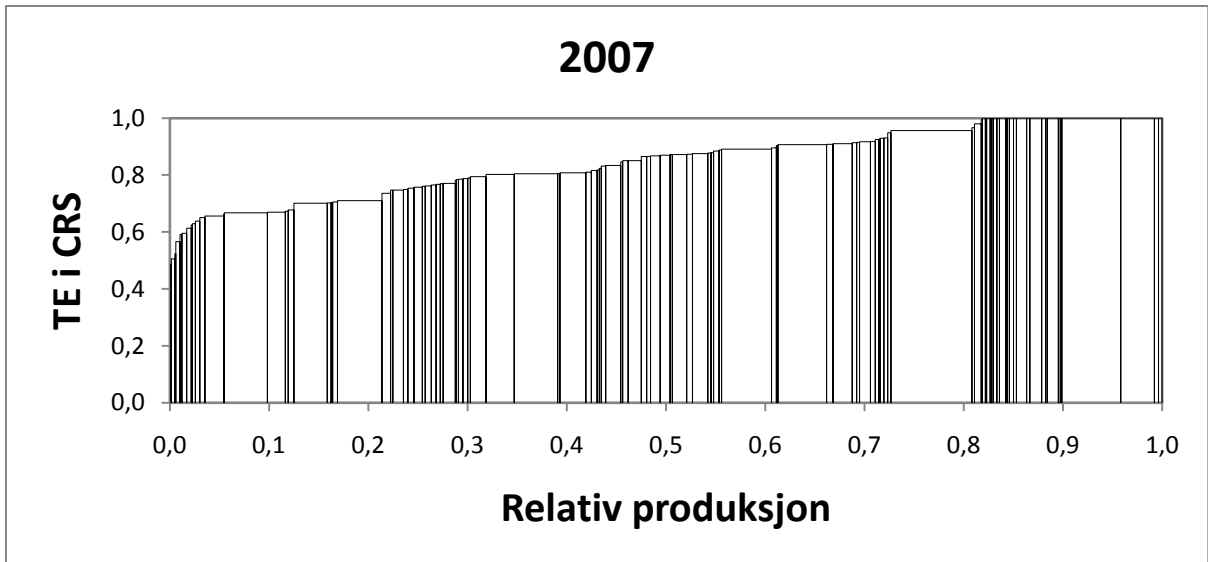
2007	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	6 290 160	6 530 180	11 968 703	19 408 537	18 927 203	6 262 927
Minimum	502 129	755 154	1 316 480	1 084 330	963 080	565 776
Maksimum	44 508 201	50 419 707	68 780 951	149 134 016	213 704 750	50 044 903
Standardavvik	9 135 044	10 333 005	16 350 769	33 549 742	42 272 457	9 538 314

2008	Fôrforbruk	Lønn	Smolt	Kapitalkostnad	Andre driftskostnader	Produksjon
Gjennomsnitt	6 675 777	7 357 261	11 958 553	25 097 794	21 123 842	6 510 456
Minimum	625 102	863 877	1 716 409	1 748 394	960 764	583 764
Maksimum	52 677 613	55 017 671	84 334 105	218 169 283	2 13 784 704	52 042 169
Standardavvik	10 400 504	12 336 144	15 424 263	42 900 735	41 036 328	9 944 105

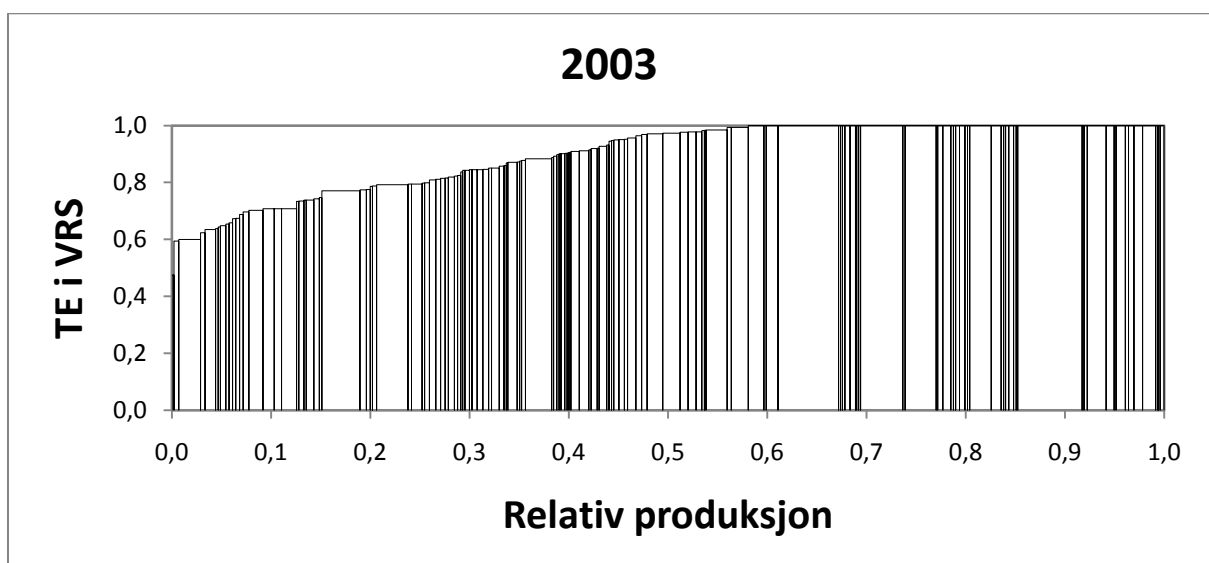
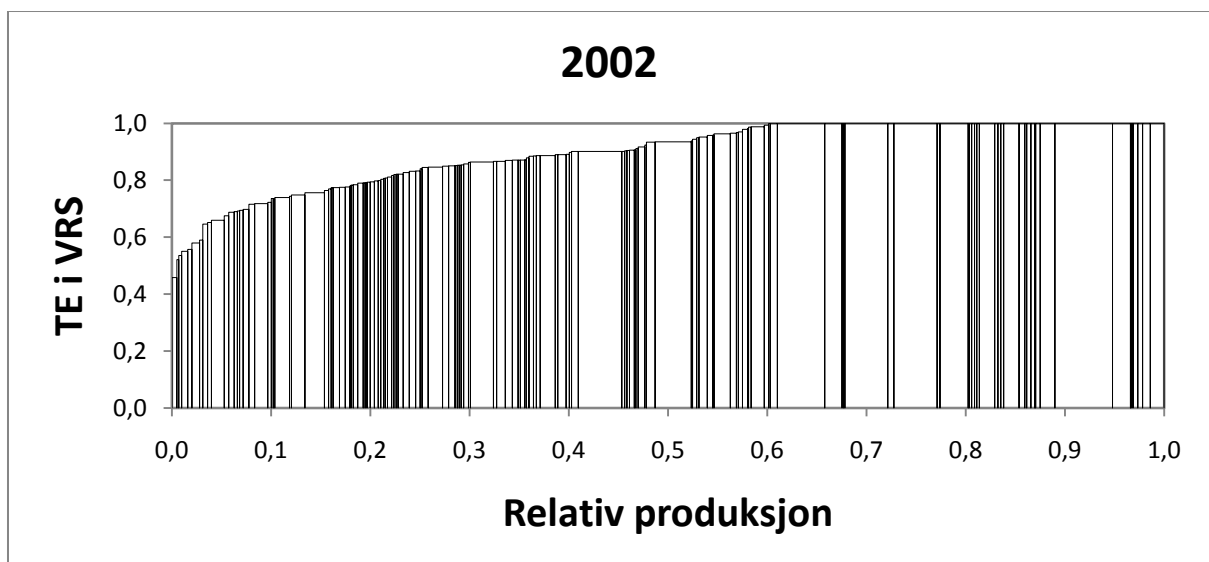
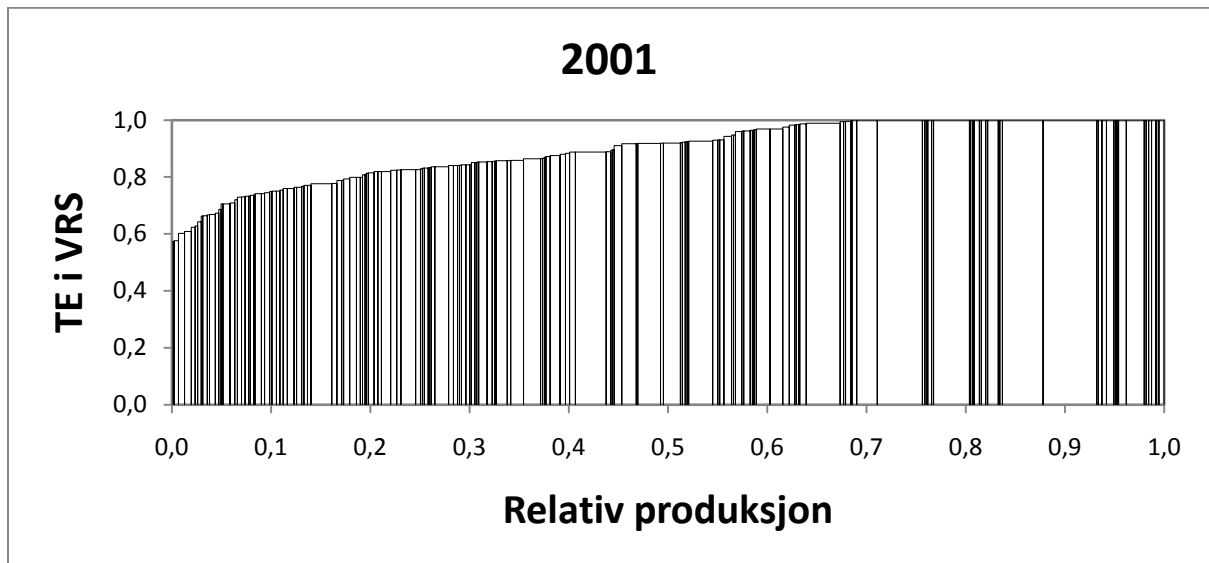
Vedlegg 4: Teknisk effektivitet i CRS - SALTERDIAGRAM

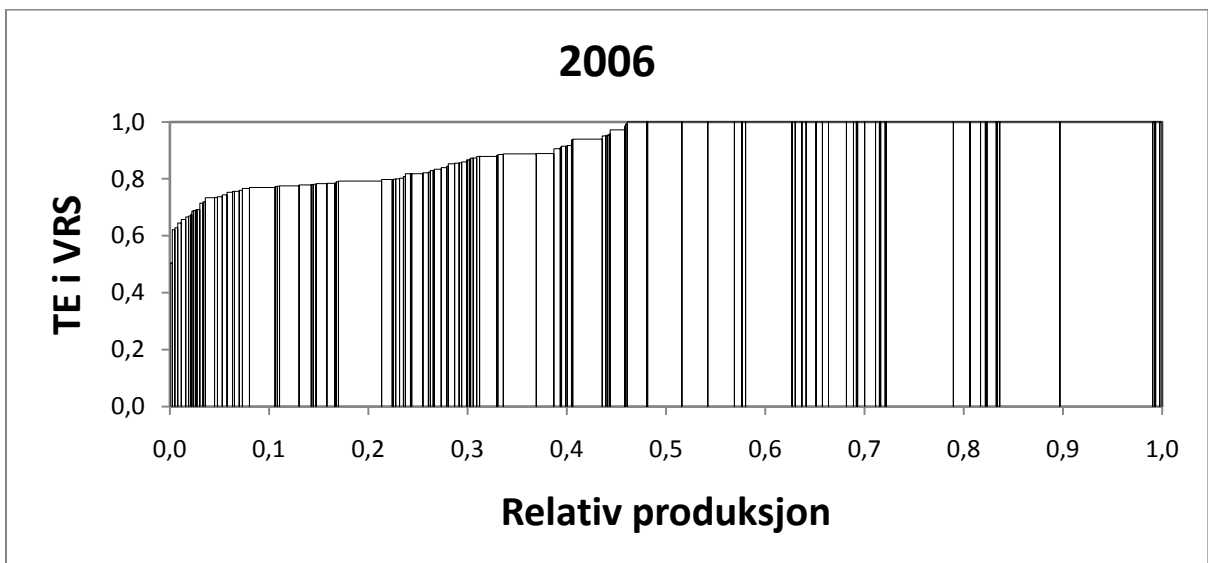
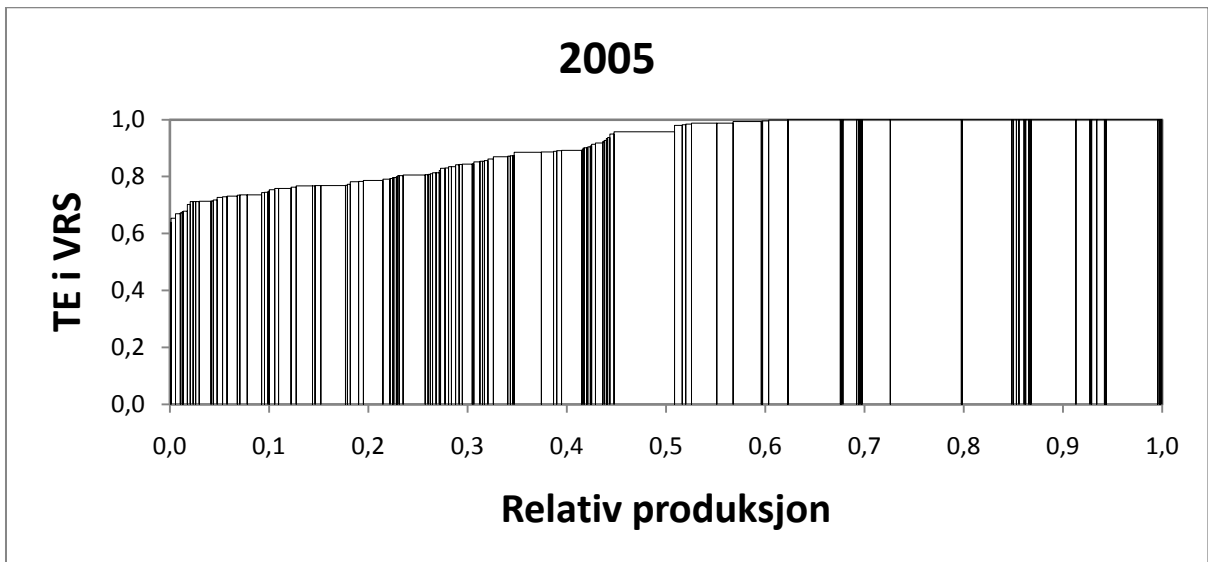
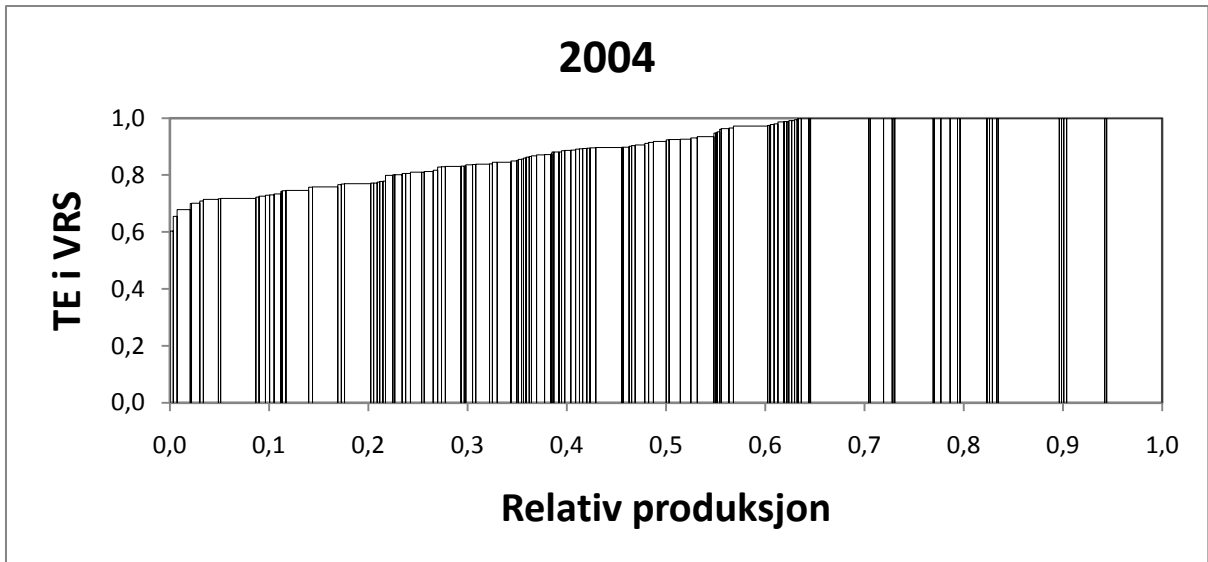


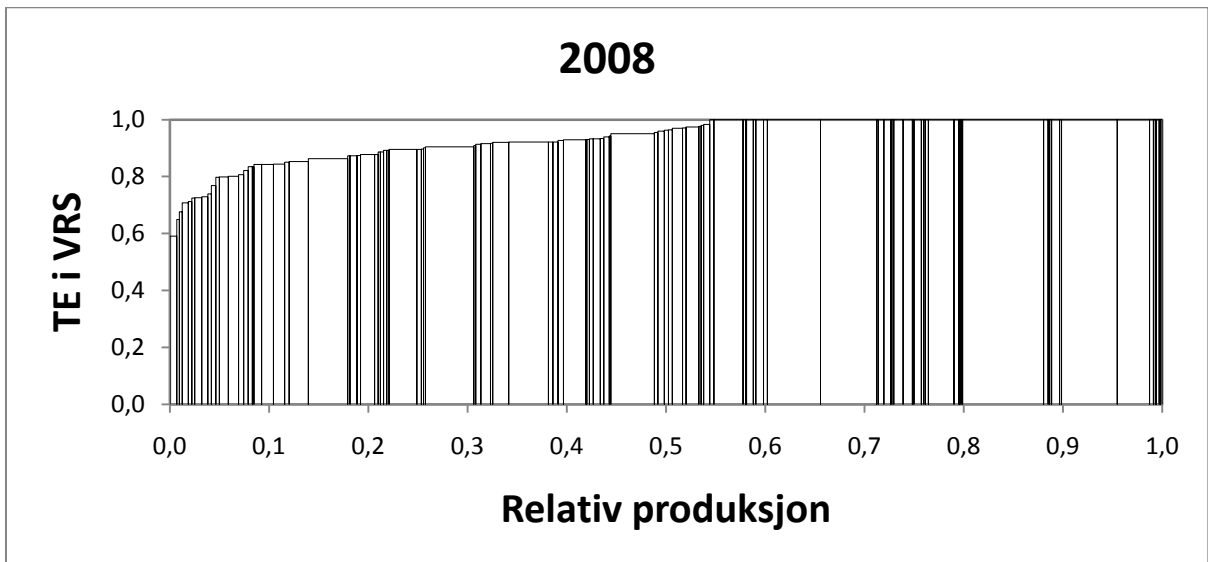
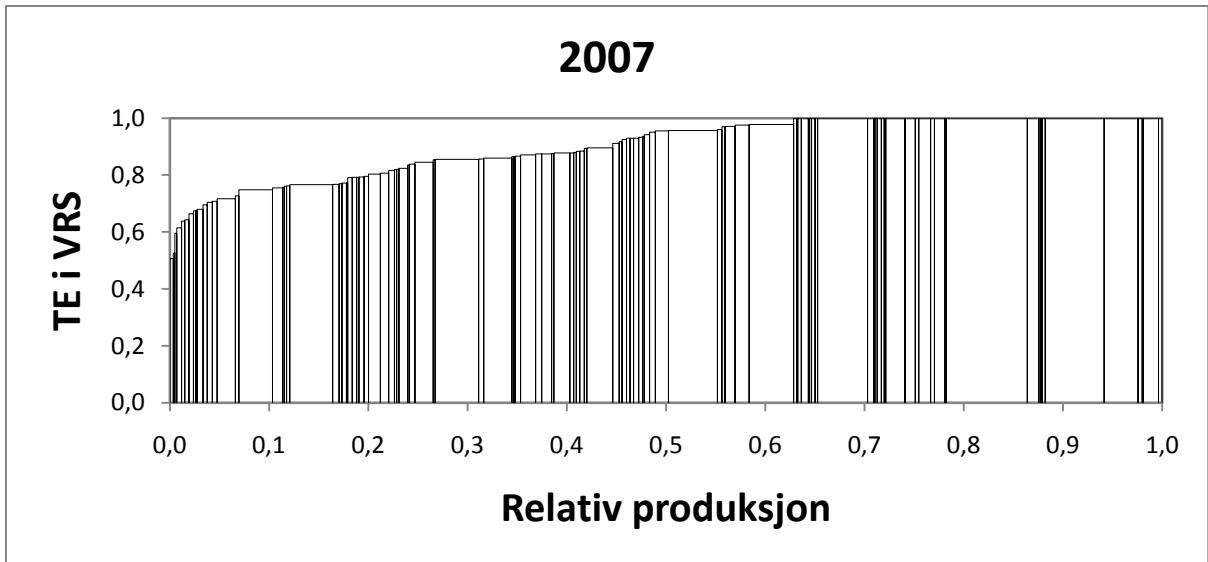




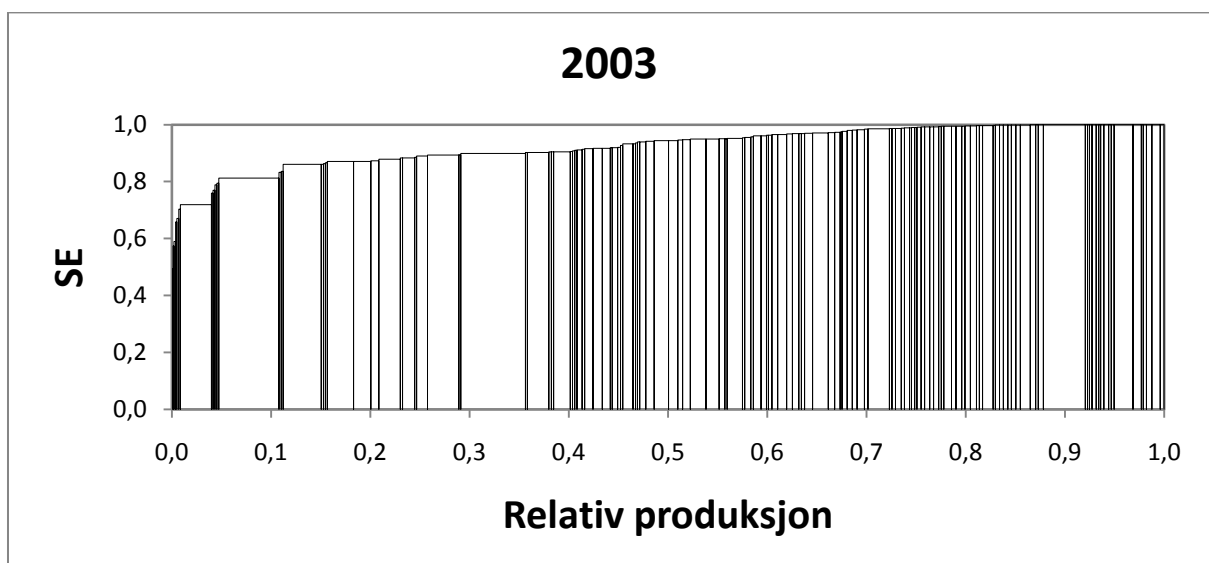
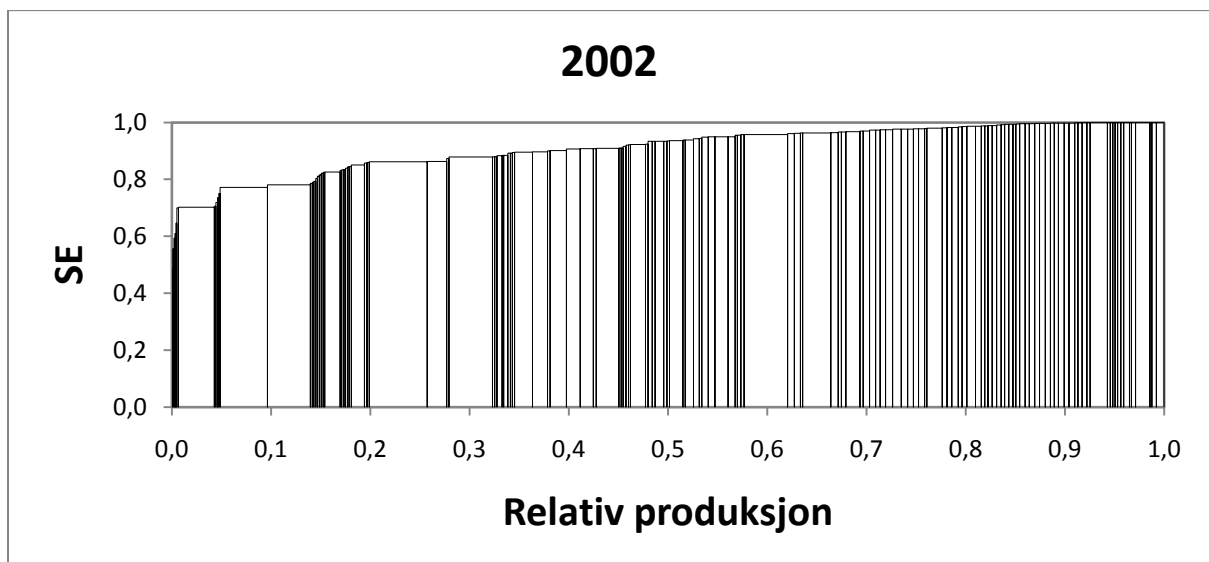
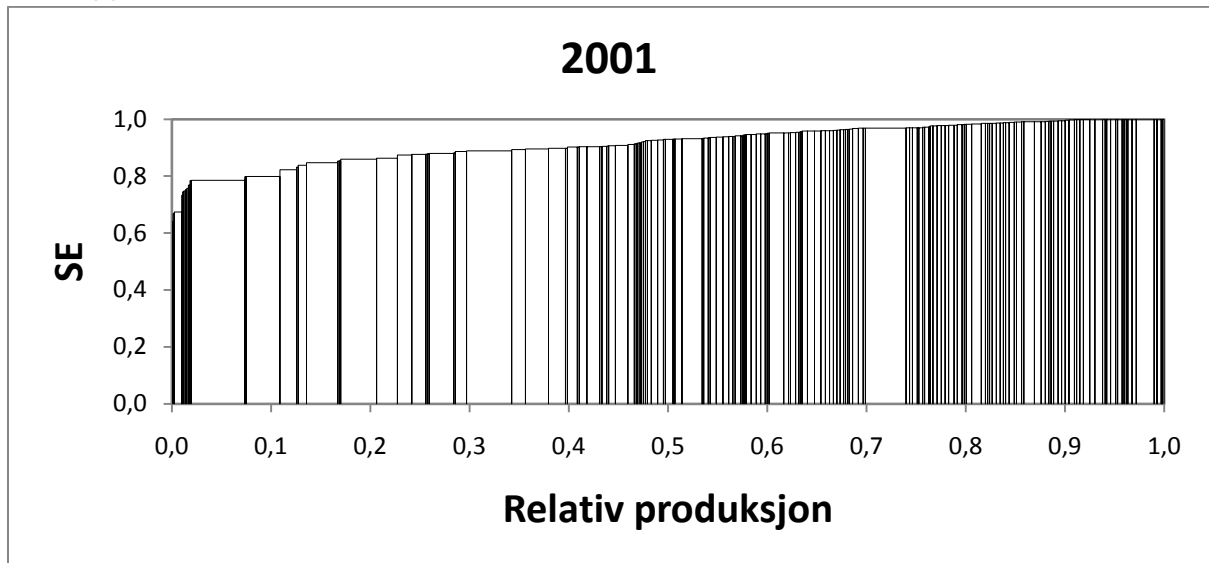
Vedlegg 5: Teknisk effektivitet i VRS – SALTERDIAGRAM

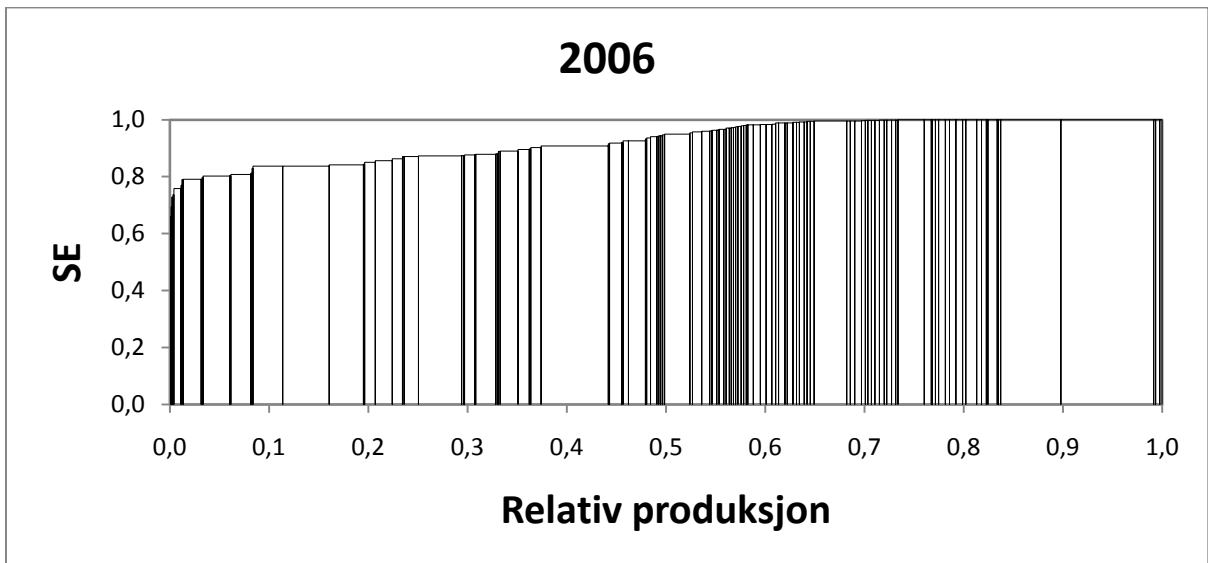
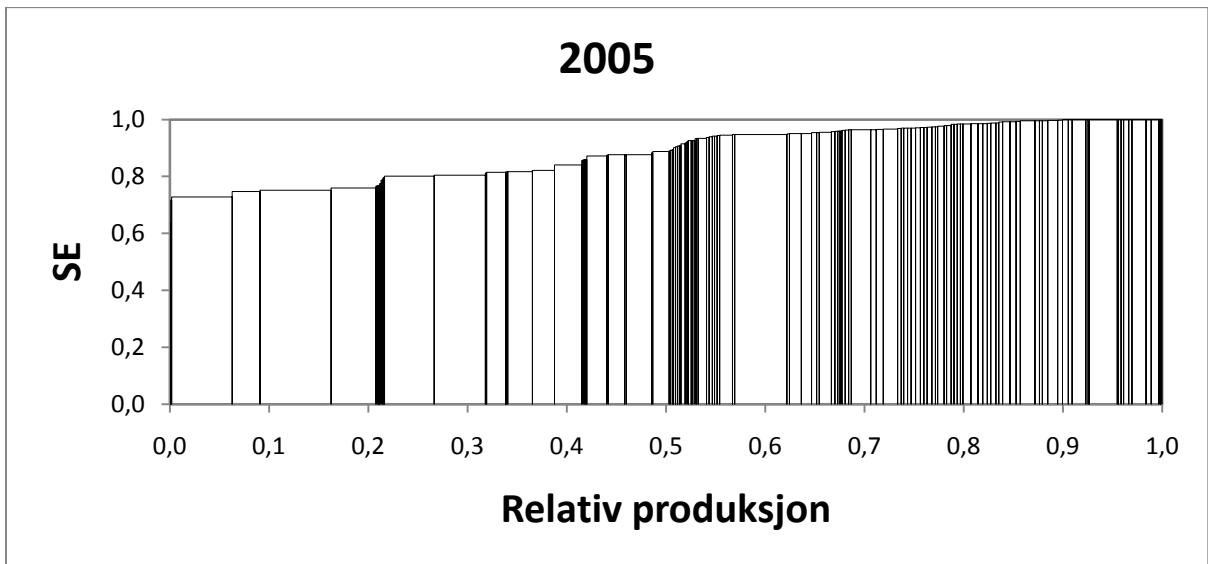
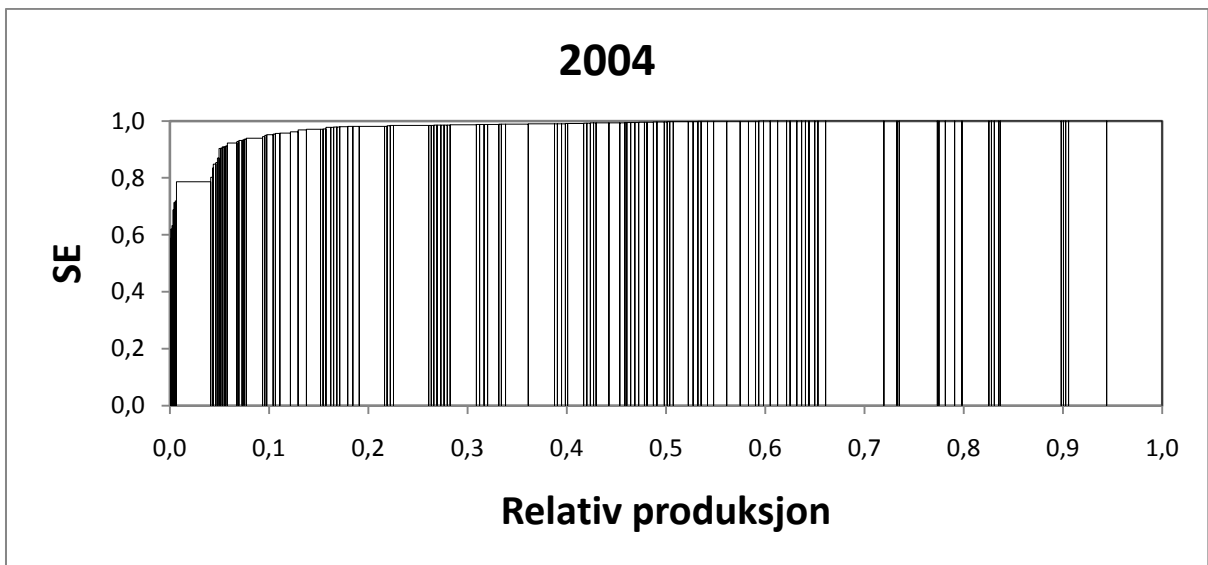


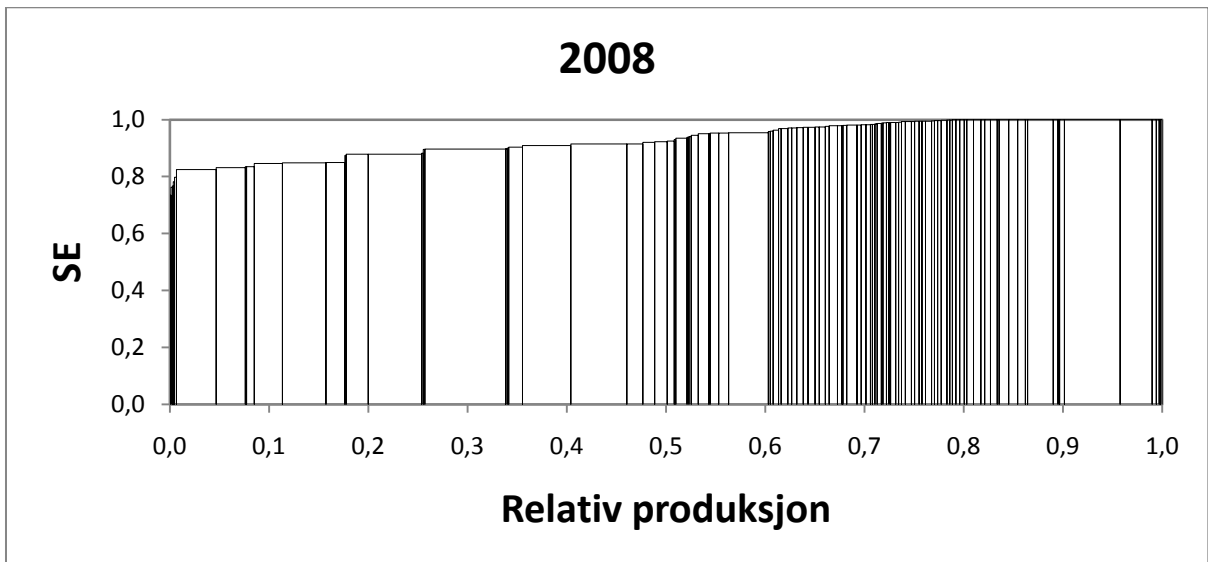
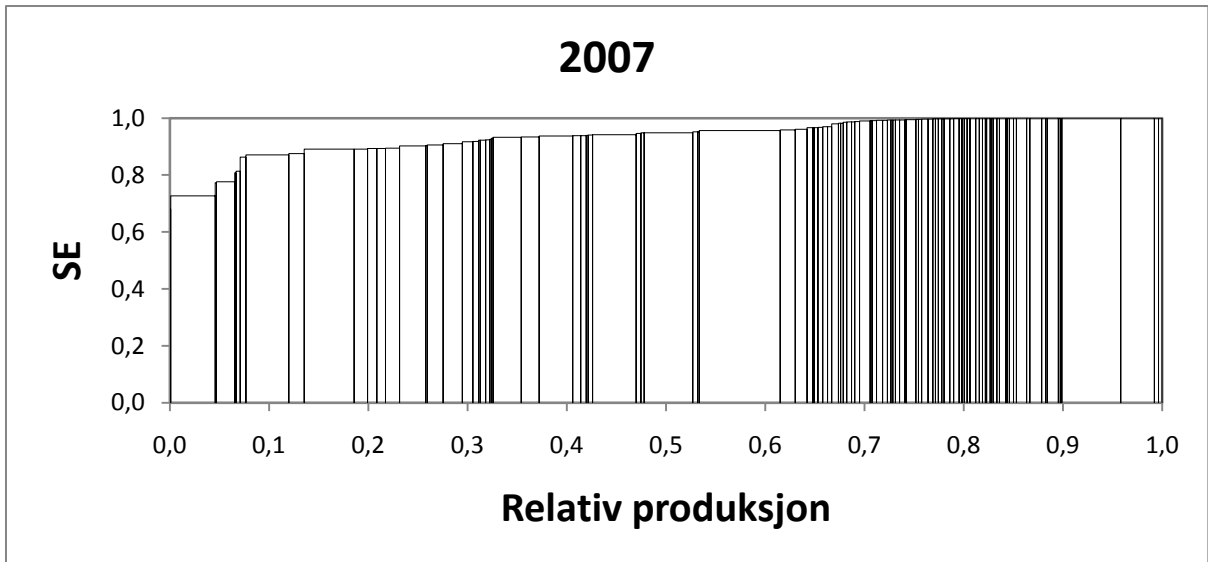




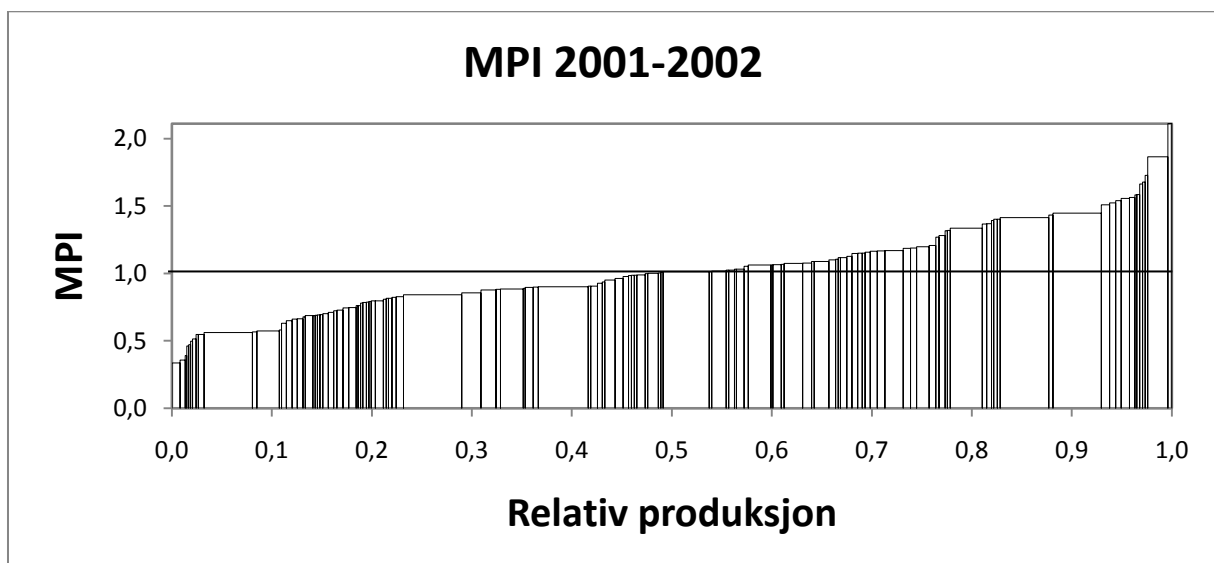
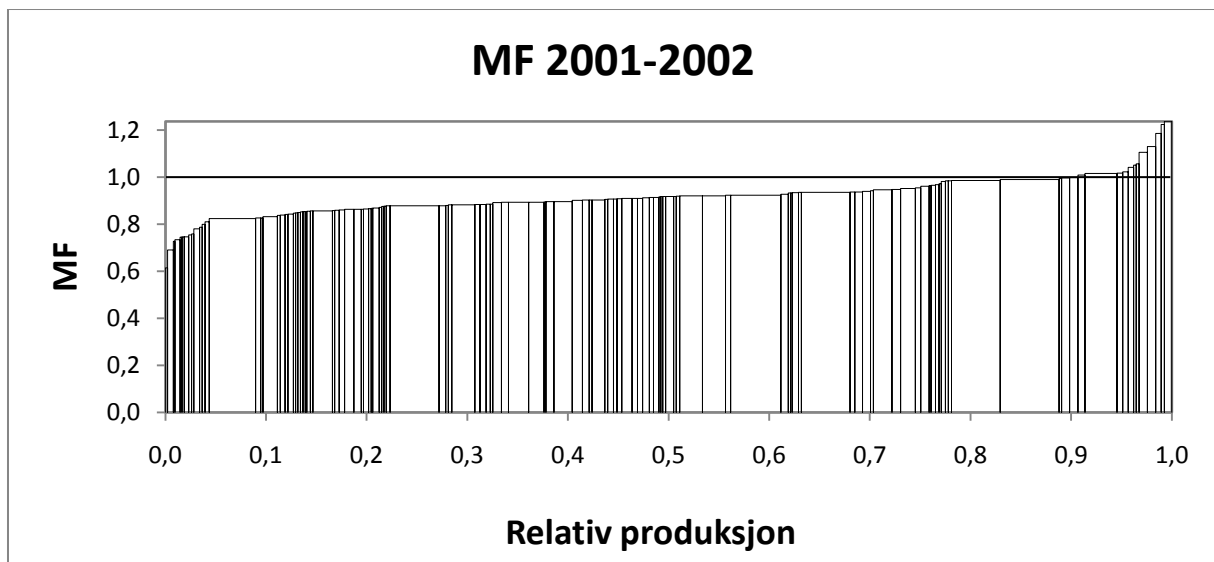
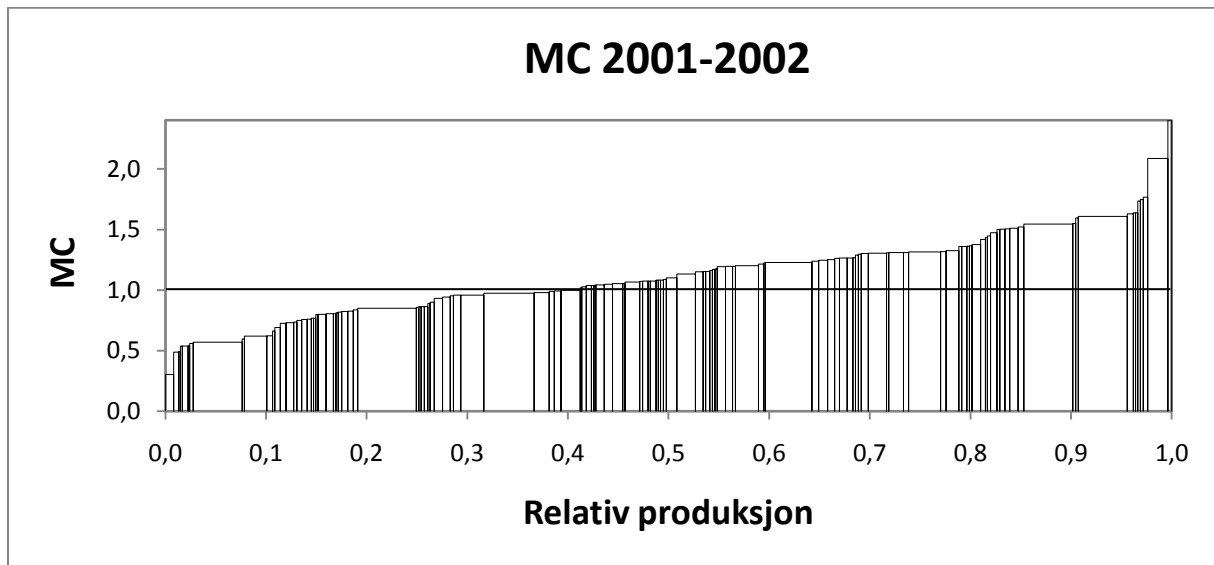
Vedlegg 6: Skalaeffektivitet – SALTERDIAGRAM

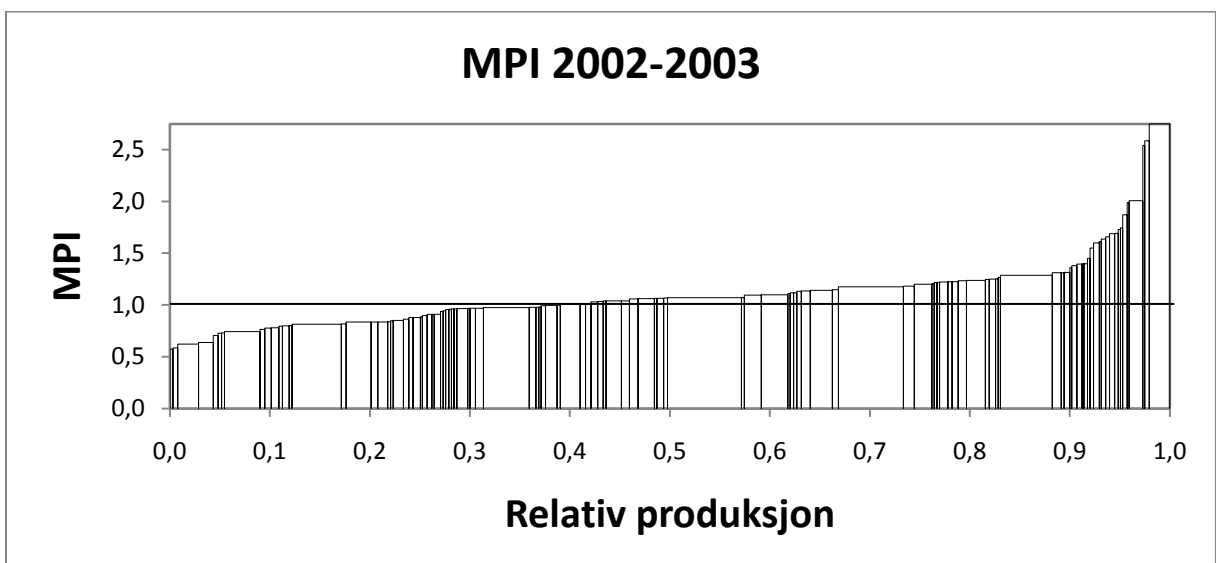
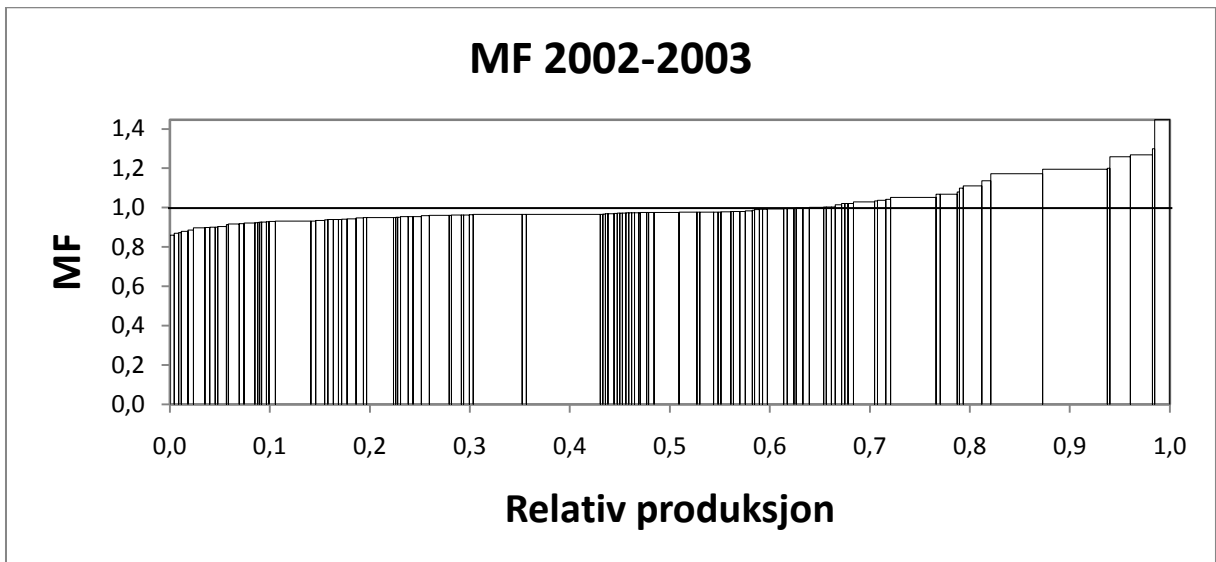
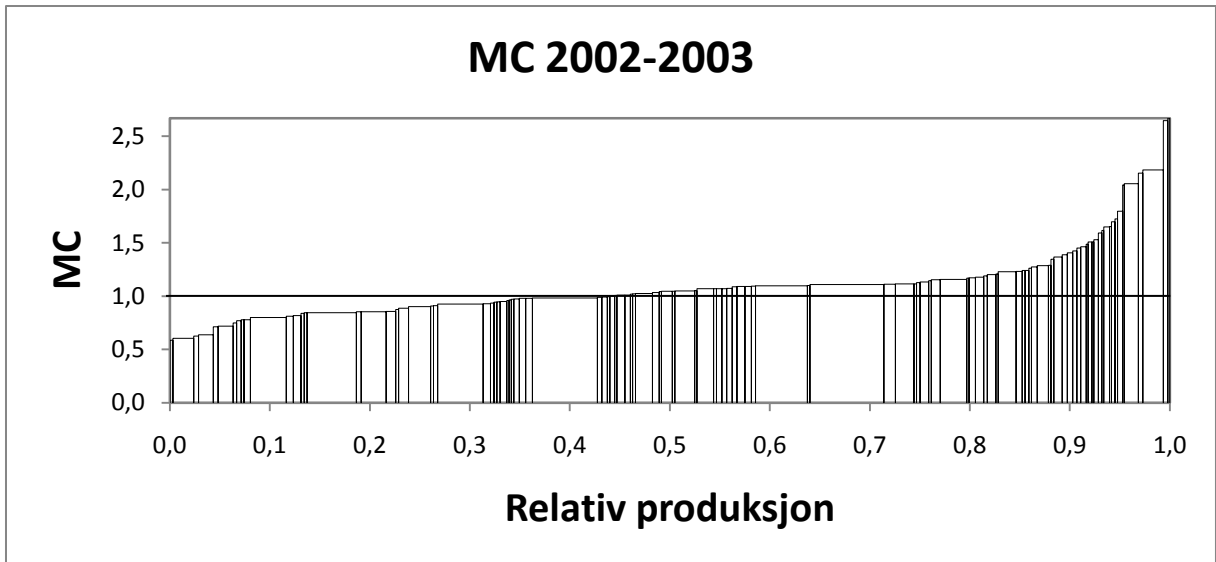


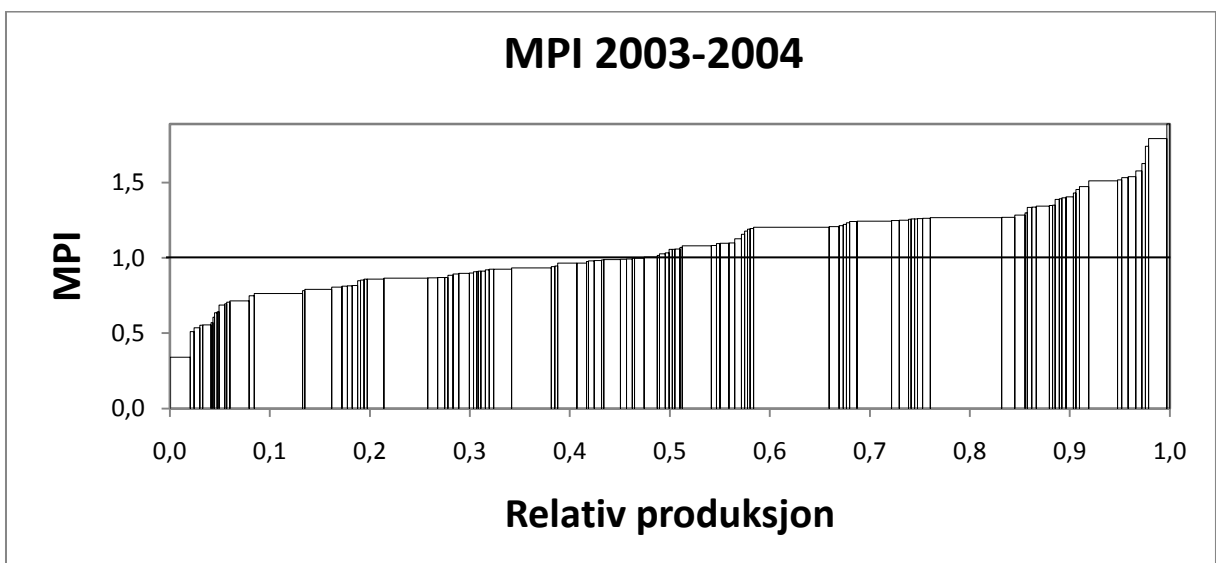
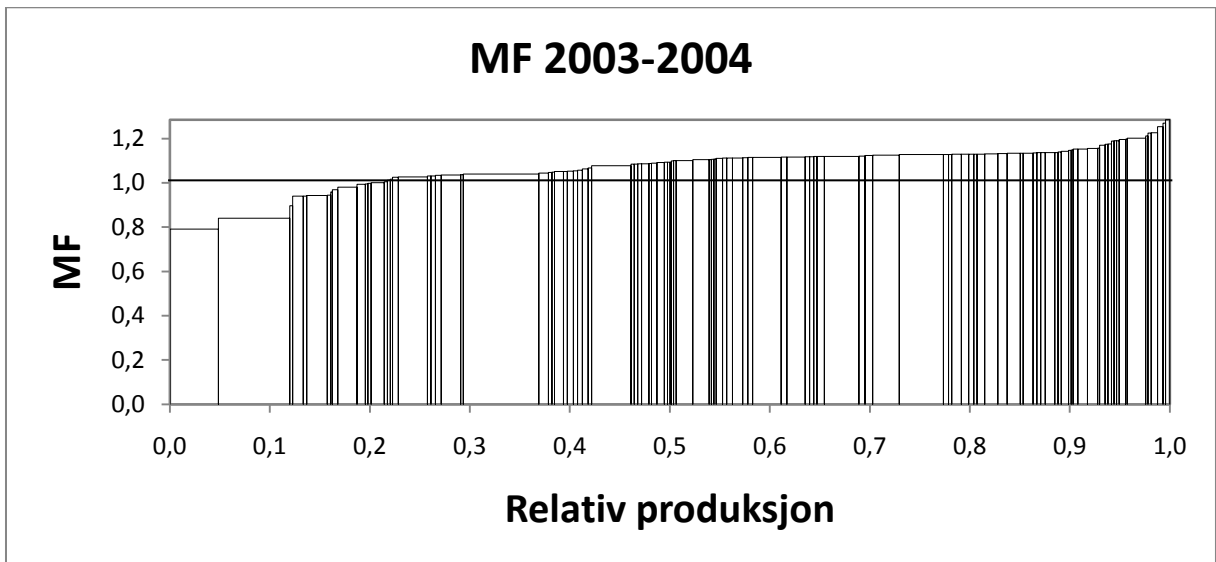
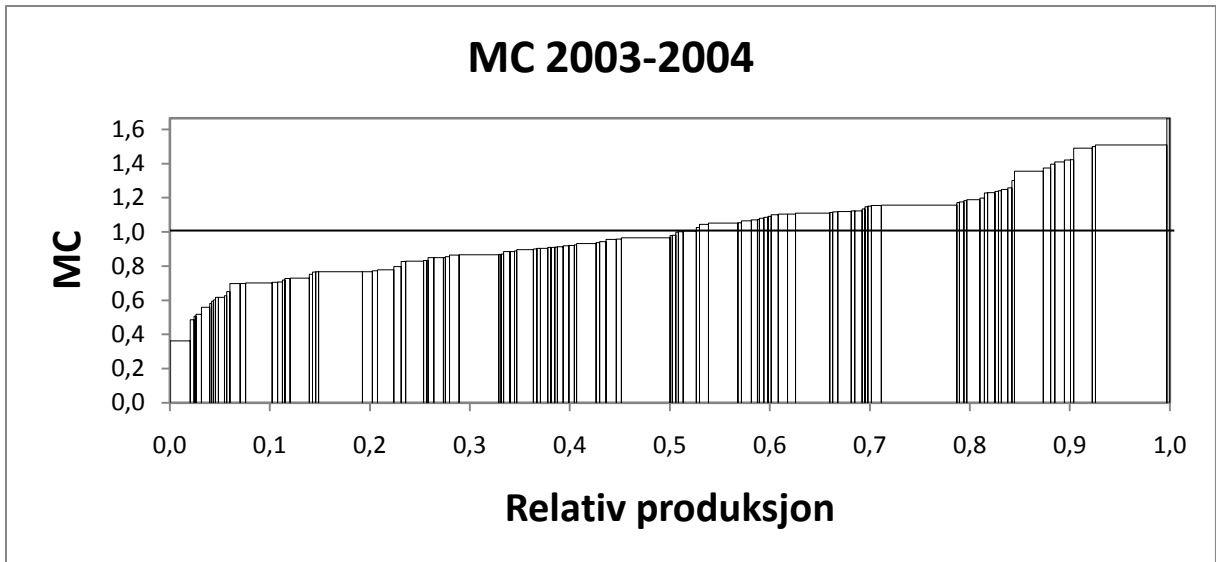




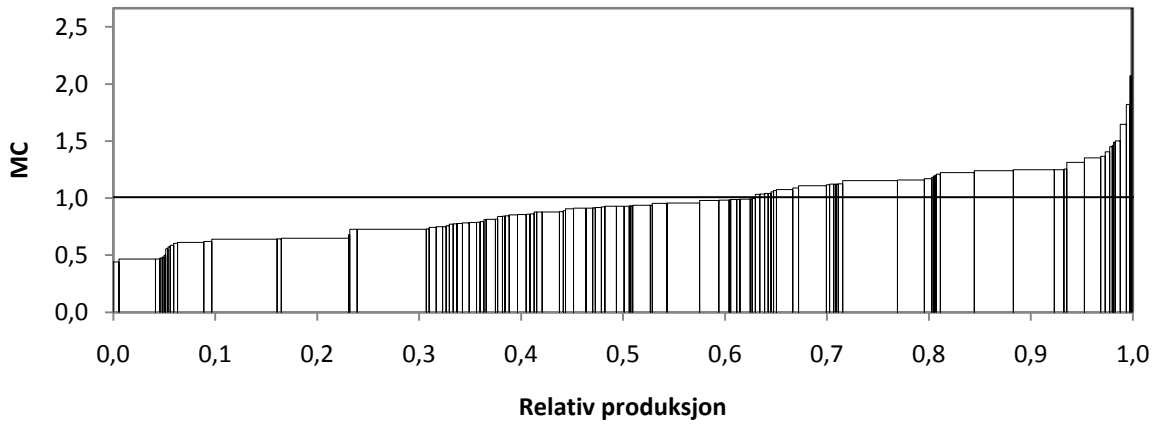
Vedlegg 7: Malmquist produktivitetsindeks – Salterdiagram



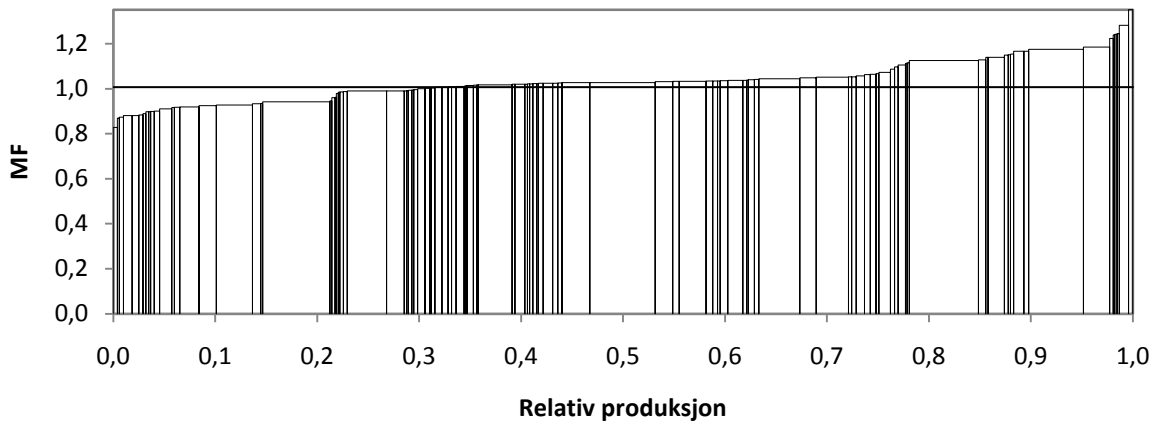




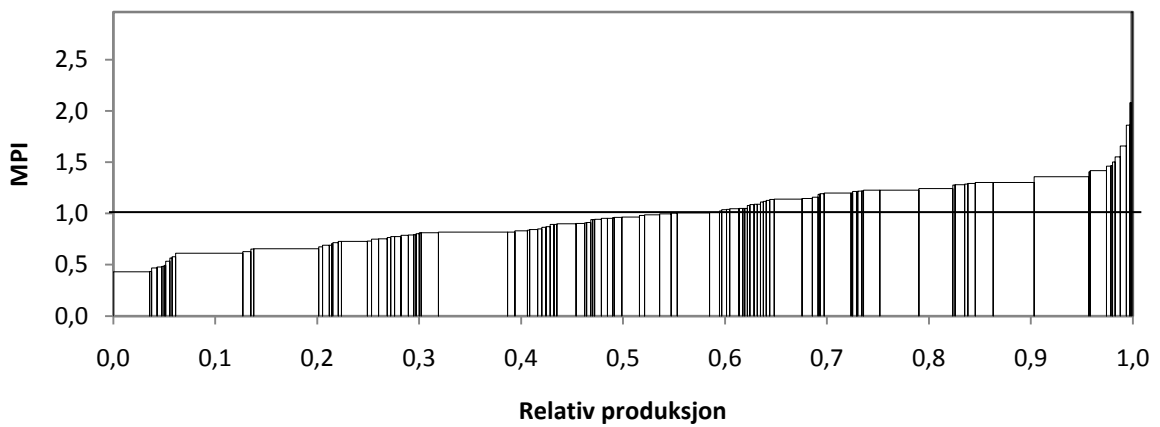
MC 2004-2005



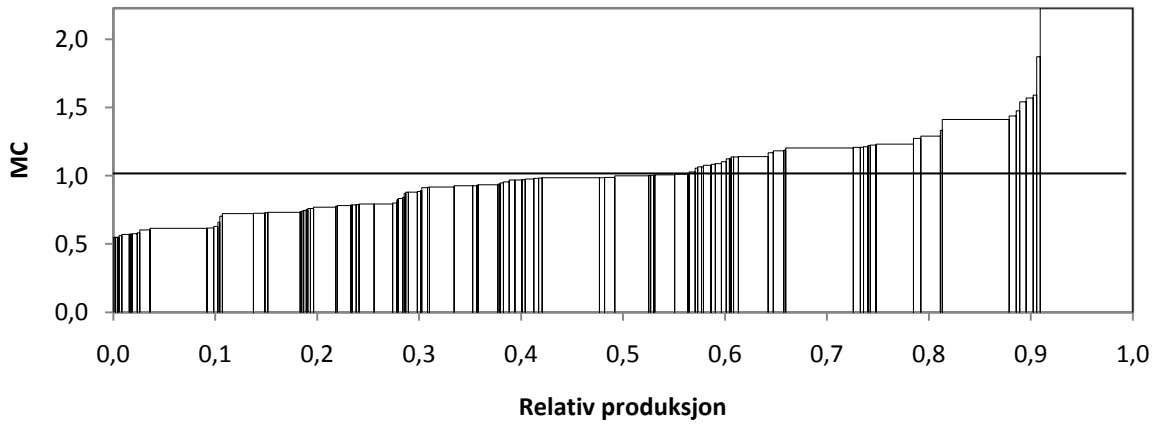
MF 2004-2005



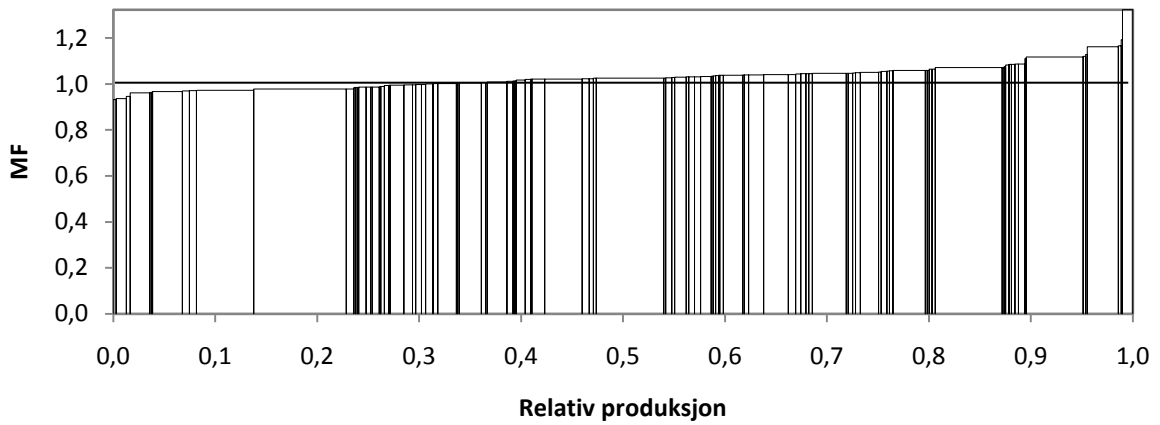
MPI 2004-2005



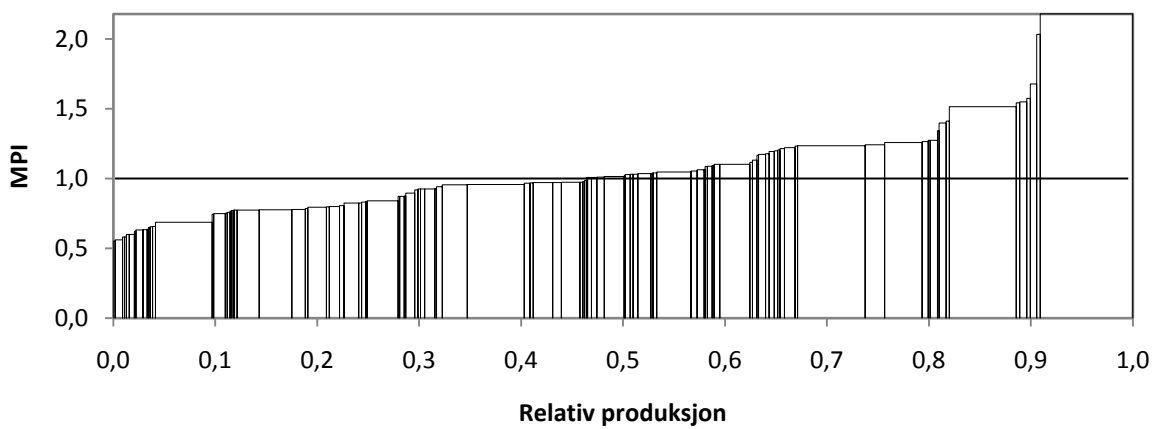
MC 2005-2006

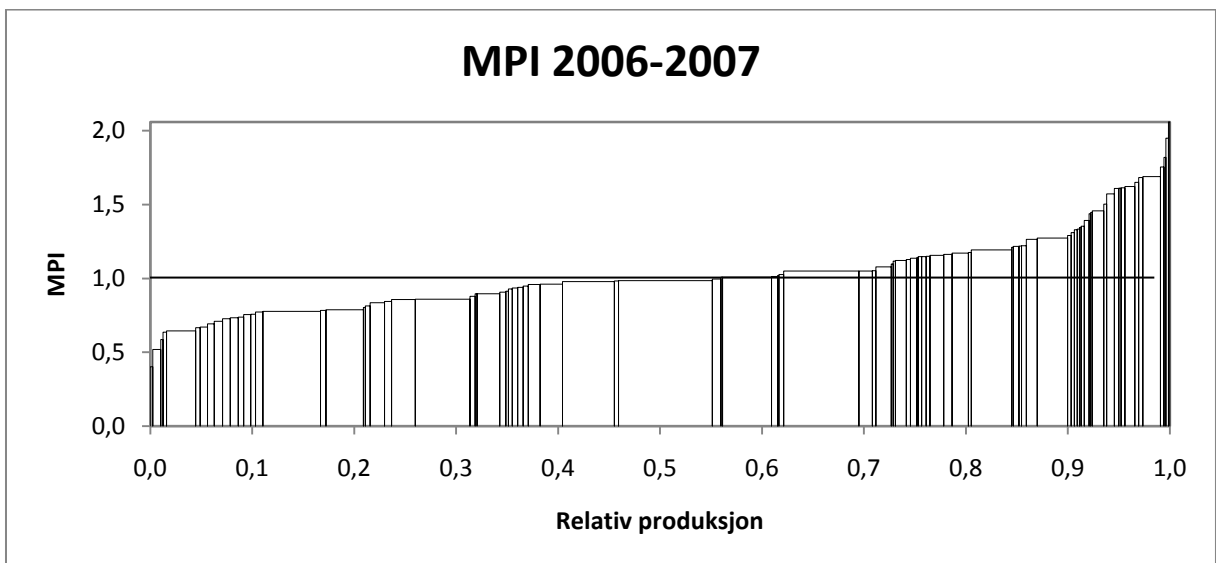
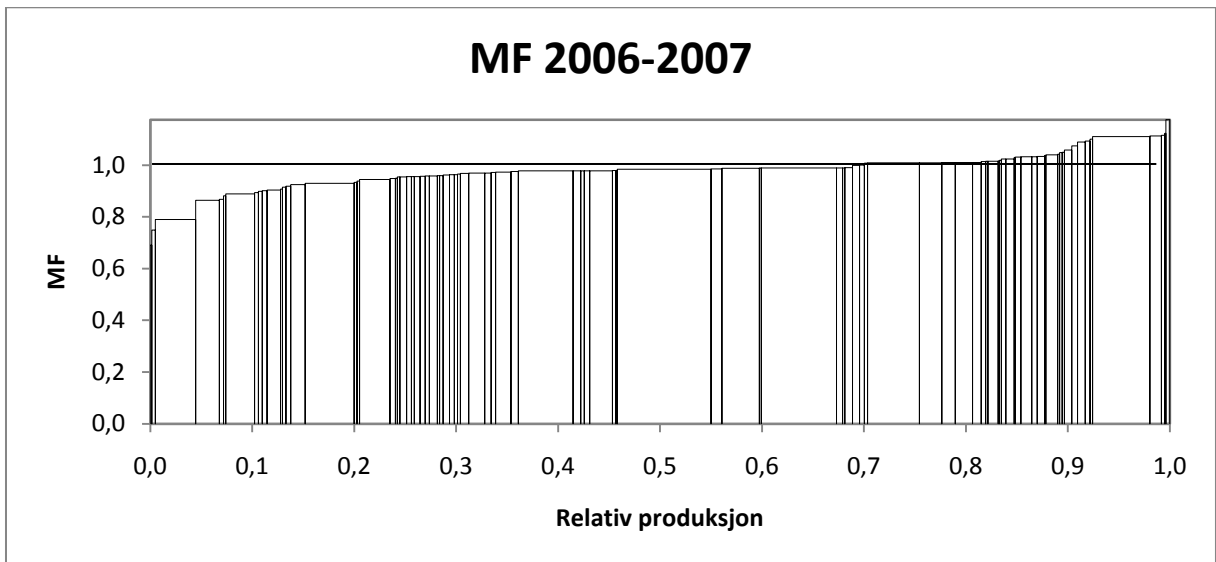
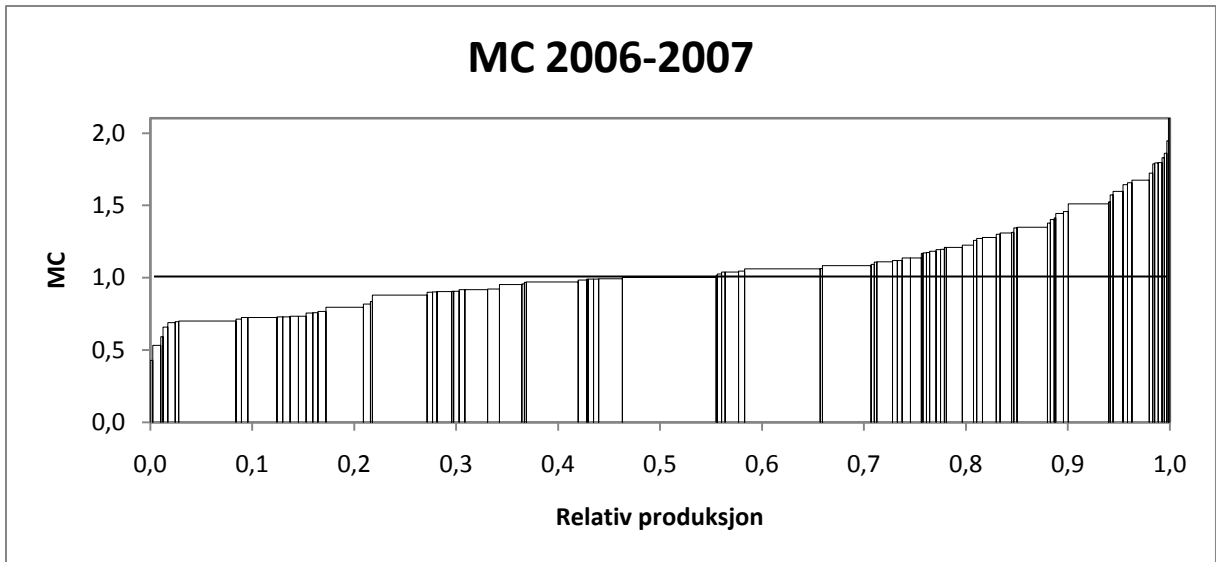


MF 2005-2006

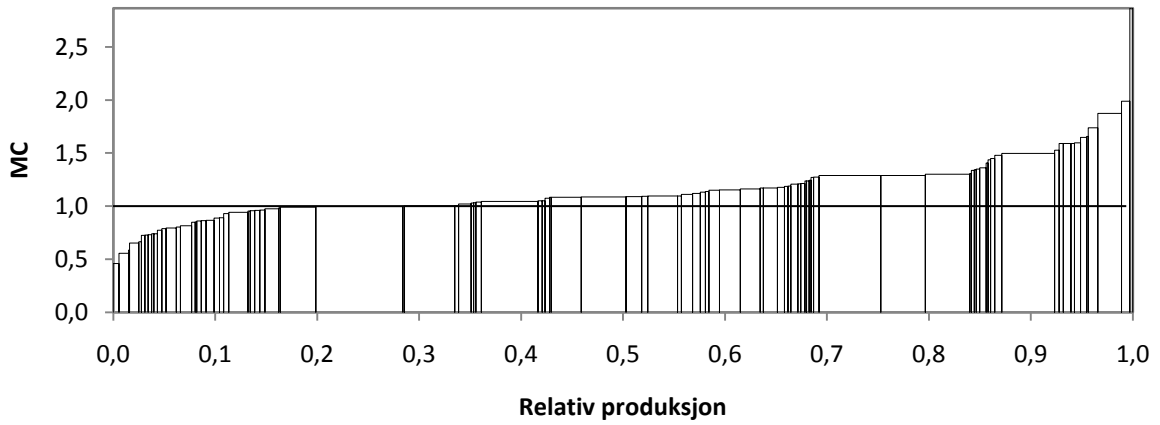


MPI 2005-2006

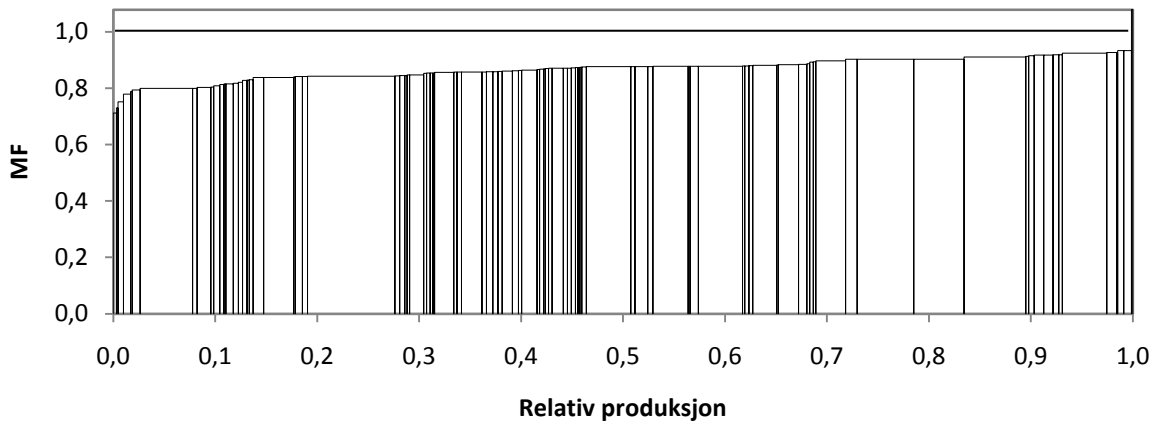




MC 2007-2008



MF 2007-2008



MPI 2007-2008

