



Uit

NORGES  
ARKTISKE  
UNIVERSITET

Handelshøgskolen

## ”Investere, maksimere, regulere, strukturere”

- *Effektivitet og kapasitetsutnyttelse blant trålere i perioden 2002-2015 målt ved DEA*

**Josefine Constance Vora**

Masteroppgave i økonomi og administrasjon - juni 2017





## Forord

Denne masteroppgaven avslutter fem års skolegang ved Universitetet i Tromsø. Både temaet og innholdet i oppgaven gjenspeiler min interesse for politikk, økonomi og fiskerinæringen som sådan.

Proessen har vært lærerik, interessant og utfordrende. Til tider har det vært en ensom prosess, men gode veileder og støttespillere har bidratt til at det også har vært en fin tid med dager fulle av utfordringer og interessante oppdagelser.

Jeg vil gjerne benytte anledningen til å takke mine veiledere univerversitetslektor Helén Marita Sørensen Holst ved Handelshøgskolen i Tromsø og forsker Øystein Hermansen ved Nofima, for konstruktive tilbakemeldinger, god kommunikasjon og positive holdning gjennom hele prosessen. Veien til målet hadde vært tyngre uten dere.

Jeg vil også rette en stor takk til professor Sveinn Agnarsson ved Háskóla Íslands for utveksling av datasett og nyttige innspill om den islandske fiskerinæringen. Takk rettes også til Terje Vassdal ved Handelshøgskolen i Tromsø for nyttige innspill tidlig i prosessen.

Jeg vil også rette en takk til min eminente kone Sara som har sørget for nok søvn, ernæring og korrekturlesing av oppgaven.

Tromsø, 31. mai 2017

## Sammendrag

I denne oppgaven beregnes og analyseres effektiviteten og produktiviteten i det islandske og norske trålfisket i perioden 2002-2015. De to fiskerinæringene er valgt med bakgrunn i at utviklingen og fisket har vært veldig likt mellom de to landene. Begge fiskerinæringene har i løpet av 1900-tallet vært preget av først en periode med tunge *investeringer* i fartøy og utstyr for å *maksimere* fangstgrunnlaget og inntekten fra fisket. Før de igjen har måttet *regulere* den økte fangstkapasiteten som igjen har ført til *strukturering*. De islandske gjennom det markedsbaserte systemet og de norske gjennom myndighetenes ulike kapasitetsreducerende tiltak.

Det norske datagrunnlaget for analysen er hentet av Nofima fra Fiskeridirektoratets sluttseddel- og fartøyregister og Fiskeridirektoratets årlige datasett for lønnsomhetsundersøkelse. Det islandske datagrunnlaget er hentet av Háskóla Íslands fra Fiskeridirektoratet på island, islandske transportmyndigheter og havforskningsinstituttet på Island. Data på bestand for det norske fisket er hentet fra International Council for the Exploration of the SEA (ICES).

I denne studien benyttes Data Envelopment Analysis til å beregne den tekniske effektiviteten til de norske og islandske trålerne i perioden 2002-2015, og til å beregne kapasitetutnyttelsen til de norske trålerne i samme tidsperiode. I begge analysene brukes det to-trinns regresjonsanalyser for å forklare sammenhenger mellom de output-orienterte effektivitet- og kapasitetsberegningene og noen uavhengige forklaringsfaktorer.

Resultatene viser at de norske trålerne har hatt en klar forbedring i både den tekniske effektiviteten og kapasitetutnyttelsen. De islandske derimot har hatt en jevn utvikling, men det skyldes i all hovedsak at de islandske fartøyene har gjennomgått strukturelle endringer før perioden startet. Resultatene viser også at de norske kapasitetsreducerende tiltakene har hatt en effekt på kapasitetsutnyttelsen i løpet av perioden 2002-2015.

Beregningene i oppgaven er utført med programpakke Rstudio (versjon 1.0.136) med tilleggspakkene “Benchmarking”, `dea_package.R` (syntax utviklet av Jeff Shrader) og “FEAR”, i tillegg til Microsoft Office Excel (versjon 15.32).

DEA, Data Envelopment Analysis, Teknisk effektivitet, Kapasitet, Kapasitetsutnyttelse,  
Fiskeri, Kvotesystemer



# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>1</b>
1.1	BAKGRUNN FOR OPPGAVEN.....	1
1.2	PROBLEMSTILLING.....	3
1.3	OPPGAVENS STRUKTUR.....	4
1.4	LITTERATURGJENNOMGANG.....	5
<b>2</b>	<b>PRESENTASJON AV DE NORSKE OG ISLANDSKE FISKERIENE</b> .....	<b>7</b>
2.1	FANGSTFELT.....	7
2.2	FLÅTEN.....	8
2.3	LANDINGER.....	10
2.4	REGULERING.....	13
2.4.1	<i>Norge</i> .....	13
2.4.2	<i>Island</i> .....	17
<b>3</b>	<b>TEORI</b> .....	<b>21</b>
3.1	TEKNISK EFFEKTIVITET .....	21
3.1.1	<i>Output-orientert teknisk effektivitet</i> .....	22
3.2	KAPASITET OG KAPASITETSUTNYTTELSE .....	23
3.3	KAPASITETSUTNYTTELSE .....	26
3.3.1	<i>Ledig kapasitet og overkapasitet</i> .....	27
3.4	UTFORDRINGER KNYTTET TIL MÅLING AV KAPASITET .....	29
<b>4</b>	<b>METODE</b> .....	<b>31</b>
4.1	DATA ENVELOPMENT ANALYSIS .....	31
4.1.1	<i>Modellen</i> .....	31
4.1.2	<i>Skalaeffektivitet i DEA</i> .....	35
4.2	DEA OG ROBUSTHET.....	37
4.2.1	<i>Outliers</i> .....	37
4.3	STATISTISKE ANALYSER .....	40
4.3.1	<i>Ordinary least squares (OLS)</i> .....	41
<b>5</b>	<b>ANALYSE 1: TEKNISK EFFEKTIVITET</b> .....	<b>43</b>
5.1	DATAMATERIALET .....	43
5.1.1	<i>Innhenting av datamateriale for begge analysene</i> .....	43
5.1.2	<i>Utvalget</i> .....	44
5.1.3	<i>Variabelbeskrivelse</i> .....	44
5.1.4	<i>Outlieranalyse</i> .....	46

5.2	RESULTATER .....	53
5.2.1	<i>Teknisk effektivitet</i> .....	53
5.2.2	<i>Skalautvikling</i> .....	57
5.2.3	<i>Produksjonspotensiale for de norske og islandske trålerne</i> .....	59
5.2.4	<i>Regresjonsanalyse</i> .....	60
<b>6</b>	<b>ANALYSE 2: KAPASITET OG KAPASITETSUTNYTTELSE .....</b>	<b>65</b>
6.1	DATAMATERIALE .....	65
6.1.1	<i>Utvalget</i> .....	65
6.1.2	<i>Variabelbeskrivelse</i> .....	66
6.1.3	<i>Outlieranalyse</i> .....	67
6.2	RESULTATER .....	73
6.2.1	<i>Kapasitet og kapasitetsutnyttelse</i> .....	73
6.2.2	<i>Overkapasitet</i> .....	76
6.2.3	<i>Variabel input-utnyttelse (VIU)</i> .....	78
6.2.4	<i>Regresjonsanalyse</i> .....	79
<b>7</b>	<b>DISKUSJON OG KONKLUSJON .....</b>	<b>83</b>
7.1	KONKLUSJON .....	86
7.2	VIDERE FORSKNING .....	86
	<b>VEDLEGG .....</b>	<b>89</b>
	<b>BIBLIOGRAFI .....</b>	<b>91</b>

## Tabelliste

Tabell 1: Trålstigen – fordeling av torsk nord for 62 grader for trål og konvensjonelle redskaper (Nærings- og fiskeridepartementet, 2003).....	15
Tabell 2: Torskeekvivalent i perioden 00/99 - 11/12 (Directorate of Fisheries, 2012) .....	19
Tabell 3: Utvalget av norske og islandske trålere i perioden 2002 – 2015 .....	44
Tabell 4: Definisjon av faste inputs .....	45
Tabell 5: Definisjon av outputvariabler .....	46
Tabell 6: Deskriptiv statistikk av inputene bruttotonn (GK) og hestekrefter (HK) for årene 2002-2015 .....	47
Tabell 7: Deskriptiv statistikk av de ulike outputvariablene i utvalget (målt i kg): .....	47
Tabell 8: Oversikt over hvilke enheter som skal fjernes fra det samlede utvalget .....	53
Tabell 9: Endelig utvalg for analyse 1: beregning av tekniske effektivitet av islandske og norske trålere.....	53
Tabell 10: Ren teknisk effektivitet ( $TE_{VRS}$ ), totaleffektivitet ( $TE_{CRS}$ ) og skalaeffektivitet (SE) samlet for årene 2002-2015 .....	54
Tabell 11: $TE_{VRS}$ effektivitetsresultater for perioden 2002-2015 .....	55
Tabell 12: Oversikt over antall fartøy med tiltakende (IRS), konstant (CRS) og avtakende (DRS) skalautbytte.....	57
Tabell 13: Gjennomsnittlig produksjonspotensial for de islandske trålerne output (VRS) ...	59
Tabell 14: Relativt produksjonspotensial for de norske trålerne output (VRS).....	59
Tabell 15: Faktisk fangst, produksjonspotensial og TAC for perioden 2002-2015 (målt i tonn) .....	60
Tabell 16: Definisjon av uavhengige variabler .....	61
Tabell 17: Deskriptiv statistikk for de forklarende variablene fartøyalder, TAC og den uavhengige variabelen $TE_{VRS}$ .....	61
Tabell 18: Utvalget av norske trålere i perioden 2002-2015 .....	65
Tabell 19: Definisjon av faste inputs, variable inputs og outputs.....	66
Tabell 20: Deskriptiv statistikk av faste og variable innsatsfaktorer for hele perioden.....	67
Tabell 21: Deskriptiv statistikk av outputvariablene (mål i kg) .....	68
Tabell 22: Oversikt over hvilke enheter som skal fjernes fra det norske trålutvalget ( $N_{CU}$ )...	72
Tabell 23: Det endelige utvalget for analyse 2 .....	72
Tabell 24: Teknisk effektivitet og fysisk kapasitet samlet for årene 2002-2015 .....	73
Tabell 25: Gjennomsnittlig teknisk effektivitet og fysisk kapasitet for årene 2002-2015.....	75
Tabell 26: Faktisk fangst, teknisk produksjonspotensial, potensiell produksjonskapasitet, overkapasitet og trålkvoten for årene 2002-2015 for alle outputs samlet.....	77
Tabell 27: Definisjon av uavhengige variabler .....	79
Tabell 28: Deskriptiv statistikk av de uavhengige variablene trålkvote, struktureringsgrad og fartøyalder. Samt den avhengige variabelen $CU_{bias}$ .....	80



## Figurliste

Figur 1: Oversikt over fangstfelt (OSPAR, 2010) .....	7
Figur 2: Endring i antall islandske fartøy fra 1999-2015 fordelt på de tre fartøygruppene (Statistics Iceland).....	9
Figur 3: Andelen norske fiskere og fartøy fordelt på størrelse og gjennomsnittsalder 1995 - 2016 (Statistisk sentralbyrå (SSB)).....	10
Figur 4: Månedlige landinger fra trål på Island i 2015 (Statistics Iceland) .....	12
Figur 5: Månedlige landinger fra trål i Norge i 2014 (Nofima og Fiskeridirektoratet) .....	12
Figur 6: Samlet landet fangst og nominelle tall for islandske fartøy 1988-2015 (Statistics Iceland, 2017) .....	12
Figur 7: Samlet landet fangst og nominelle tall for norske fartøy 1988-2015 (Fiskeridirektoratet, 2016) .....	13
Figur 8: Fordeling av totalkvote for torsk nord for 62°N i 2016 (Nofima og fiskeridirektoratet i Eidesen, 2016) .....	14
Figur 9: Strukturstatus per 19. Januar 2016 (Eidesen, 2016).....	17
Figur 10: De ti største kvoteiernes andel av TAC (Hreinsson & Bende, 2015) .....	19
Figur 11: Illustrasjon av teknisk effektivitet (Kirkley et al., 1999) .....	22
Figur 12: Teknisk effektivitet med output-orientering (Coelli et al., 1998) .....	23
Figur 13: Økonomiske konsepter av produksjonskapasitet (FAO, 2003).....	25
Figur 14 : The sustainable yield kurve (FAO, 2003) .....	28
Figur 15: Illustrasjon av skalaegenskaper .....	36
Figur 16: Supereffektivitet (Coelli et al., 2005).....	39
Figur 17: Resultater ved AP-metoden vist i plot og tabell.....	40
Figur 18: Inputs og outputs som benyttes i analysen. Kilde på illustrasjonene: (Hreinsson og Bende, 2015)).....	45
Figur 19: Boxplot av innsatsfaktorene bruttotonn og hestekrefter .....	48
Figur 20: Boxplot av outputvariablene torsk, hyse, sei og annet.....	48
Figur 21: Plot av bruttotonn (GT) mot total fangst.....	49
Figur 22: Plot av hestekrefter (HK) mot total fangst .....	50
Figur 23: Plot av supereffektivitetsscore med variabelt skalautbytte .....	50
Figur 24: Plot av supereffektivitetsscore mot vanlig effektivitetsscore for VRS og CRS.....	51
Figur 25: Log-ratio plot og $R^{(i)}$ min matrise .....	52
Figur 26: Fordelingen av totaleffektivitet (CRS), ren teknisk effektivitet (VRS) og skalaeffektivitet (SE) .....	54
Figur 27: Effektivitet og ineffektivitet for islandske trålere i perioden 2002-2015.....	56
Figur 28: Effektivitet og ineffektivitet for norske trålere i perioden 2002-2015 .....	57
Figur 29: Andel av de islandske fartøyene med konstant (CRS), økende (IRS) og avtakende skalautbytte (DRS).....	58
Figur 30: Andel av de norske fartøyene med konstant (CRS), økende (IRS) og avtakende skalautbytte (DRS) .....	58
Figur 31: Resultat fra regresjonsanalysen.....	63
Figur 32: Undersøker for heteroskedastisitet med histogram og plot av residualene.....	64

Figur 33: Inputs og outputs som benyttes i analysen. Kilde på illustrasjonene:(Hreinsson og Bende, 2015).....	66
Figur 34: Boxplot av de faste innsatsfaktorene bruttotonn (GT) og hestekrefter (HK).....	68
Figur 35: Boxplot av de variable innsatsfaktorene ”antall dager på sjøen”, årsverk” og ”drivstofforbruk” .....	69
Figur 36: Boxplot av outputvariablene ”torsk”, ”hyse”, ”sei” og ”annet” for hele perioden ..	69
Figur 37: Plot av ”bruttotonn” (GT) mot total fangst .....	70
Figur 38: Plot av "hestekrefter" mot total fangst .....	70
Figur 39: Ulike plot av VRS supereffektivitetsscoren.....	71
Figur 40: Log-ratio plot og $R^{(i)}$ min matrise .....	71
Figur 41: Fordeling av observert kapasitetsutnyttelse ( $CU_{bias}$ ) og effektiv kapasitetsutnyttelse ( $CU_{unbias}$ ) .....	74
Figur 42: Utvikling i kapasitetsutnyttelse ( $CU_{bias}$ og $CU_{unbias}$ ) for perioden 2002-2015.....	76
Figur 43: Outputenes gjennomsnittlige andel av overkapasiteten .....	77
Figur 44: Andel av utvalget med for mange dager på sjøen, optimalt antall eller få dager i løpet av perioden 2002-2015 .....	78
Figur 45: Andel av fartøy med for mange årsverk, optimalt antall eller for få i løpet av perioden 2002-2015 .....	79
Figur 46: Andelen fartøy med for mye drivstofforbruk, optimal mengde og for lite forbruk i løpet av perioden 2002-2015. ....	79
Figur 47: Resultatene fra regresjonsanalysen .....	81
Figur 48: Plot og histogram av residualene .....	81

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn for oppgaven

De fleste fiskeriene i verden har problemer med overfiske av de marine ressursene og overkapasitet i fisket. Frem til 1970 var fiskeriene generelt åpne for alle og fisket foregikk hovedsakelig uten andre begrensninger enn lønnsomhet, kapitaltilgang og bestandsdynamikk (FAO, 2003). Men, selv etter at ulike begrensninger ble innført, økte innsatsen i fiskeriene, godt hjulpet av den teknologiske fremgangen. I årene 1970-1990 økte den globale fangstkapasiteten med en hastighet som var åtte ganger større enn vekstraten til landingene fra fisket (Greboval og Munro, 1999). Konsekvensen av den økte fangstkapasiteten var en situasjon som beskrives som "allmenningens tragedie", der alle aktørene i fisket kappfisket i en kort periode for å sikre seg en så stor andel av fangsten som mulig. Situasjonen førte til overfiske, nedfiskede bestander og behovet for å finne nye måter å regulere fiskeriene på ble helt nødvendig.

Siden 1970-tallet har de fleste fiskerier i verden innført ulike reduksjonsprogrammer eller reguleringer som begrenser fartøyenes kapasitet for å hindre at ressursene blir overutnyttet. Inntil nylig har de fleste reguleringene bestått av direkte reguleringer (påbud og kontroll) som begrenser innsatsen i fisket. Det være seg begrensninger på antall fartøy som er tillatt, størrelse på fartøyet, motorstørrelse og/eller lastekapasitet. Men ulike reguleringer som begrenset innsatsen i fisket fjernet ikke incentivene til å drive kappfiske, og de største og mest effektive fartøyene fikk fortrinn på bekostning av mindre fartøy (Fiskeridirektoratet, 2015). Den neste formen for regulering var begrensninger på fangstkvantumet på individuelle fartøy. Reguleringer på fangst, fartøy og type redskap har redusert incentivene til å overinvestere i utstyr og fangstkapasitet (Asche F. et al., 2014, FAO, 2003).

Norge og Island er to nasjoner med lange tradisjoner i å høste av de marine ressursene som befinner seg langs kystlinjene deres. De to fiskerinæringene har mange likhetstrekk; de har begge kontroll og råderett over ressursene, de høster mange av de samme artene, de benytter seg av den samme teknologien og de eksporterer til mange av de samme markedene eller liknende markeder. Både på Island og i Norge er de næringspolitiske målene til fisket å fremme bærekraftig forvaltning, øke verdiskapning gjennom effektiv utnyttelse av de marine ressursene, samt sikre sysselsetting og økonomisk levedyktige fiskerisamfunn (Fiskistofa.is,



2016, Tveterås, 2014, Ministry of Industries and Innovation, 2016b). Men selv om de to landene har mange likhetstrekk ved fiskerinæringen, benytter de seg av ulike næringspolitiske virkemidler til å regulere fiskeriene.

Som de fleste andre vestlige fiskerier ble det innført totalkvoter (TAC) i det norske og islandske fisket utover 1970-årene, men innsatsreguleringene ga ikke tilfredsstillende utslag på de ulike bestandsnivåene i de to landene. På Island ble det i 1984 innført et system med individuelle omsettelige kvoter (ITQ). Innenfor et ITQ-system disponerer fiskerne en fast andel av totalkvoten, som gir en årlig kvote målt i tonn. Ved at både andelene og kvotene kan omsettes i et marked, har aktørene større frihet til å gjøre nødvendige tilpasninger, og dermed oppnå mer effektive løsninger. I Norge ble det i 1990 innført individuelle fartøyskvoter, der totalkvoten fordeles mellom flåtegrupper, ulike fangstredskaper og det enkelte fartøyet (Fiskeridirektoratet, 2015). De individuelle fartøyskvotene er i Norge i prinsippet låst til det enkelte fartøyet, og kan ikke omsettes fritt på markedet som de islandske omsettelige kvotene.

Hovedforskjellen mellom omsettelige og ikke-omsettelige kvoter er at aktørene ikke bare vurderer om fartøyet skal bli i fisket ut i fra hensyn til driftsresultatet, men også av hensyn til verdien kvotene har i markedet. Aktørene kan selv vurdere om de er best tjent med å utnytte kvotene selv, leie ut eller selge til andre (NOU nr. 26, 2016). I et ITQ-system vil kvoteandelene gradvis flyttes til de aktørene og den fangstteknologien (redskap, fartøy og størrelse) som skaper størst verdi ved å utnytte dem. I tillegg sørger markedet for en raskere nedbygging av overkapasitet, fordi det ikke vil være noen incentiver til å bygge opp større kapasitet enn hva kvotegrunnlaget fordrer. Grafton (1996) fant i sin studie resultater som pekte på at ITQ-systemet førte til en reduksjon i overkapitalisering, bedre økonomisk resultat og økt konsentrasjon av kvoter både geografisk og på eiernivå, og redusert sysselsetting. Selv om et markedsbasert system gir større økonomisk effektivitet og reduserer overkapasitet raskere, reduserer det også fiskeriforvalteres handlingsrom. Det vil si myndighetenes mulighet til å detaljstyrte kvoteallokering mellom ulike aktører og flåtestørrelser for å ivareta andre politiske mål enn de økonomiske, som å sikre sysselsetting og levedyktige fiskerisamfunn (NOU nr. 26, 2016). I Norge har man i tillegg til de individuelle fartøyskvotene forsøkt å innføre ulike strukturelle tiltak med mål om å redusere overkapasitet i flåten gjennom transaksjoner av kvoter og fartøy, slik at kvotegrunnlaget styrkes for de gjenværende fartøyene (NOU nr. 26, 2016).

Både i Norge og på Island pågår debatten om hvordan de knappe fiskeressursene burde reguleres. I begge landene har det blitt innført markedsbaserte ordninger for hele eller deler av fisket for å legge til rette for at næringen kan gjøre individuelle eller langsiktige tilpasninger med hensikt om å redusere overkapasiteten. I begge landene forsøker man å balansere hensynet til effektivisering mot hensynet til sysselsetting og bosetting. Med det er uungåelig at produktivetsforbedringer fører til en betydelig reduksjon av antall fartøyer, nedgang i sysselsatte og større sentralisering. På Island handler fiskeridebatten i stor grad om at de omsettelige kvotene har havnet på noen store bedrifter eller aktører (økt konsentrasjon), noe som har ført til at en rekke kystsamfunn enten har forsvunnet eller har store problemer. I Norge handler debatten om hvordan man skal legge til rette for at næringen kan gjøre individuelle eller langsiktige tilpasninger, samtidig som hensynet til en differensiert flåte og myndighetenes handlingsrom ivaretas (Standal et al., 2015). I store trekk handler det om avveininger mellom produktivitet og distriktshensyn.

## 1.2 Problemstilling

Ulike beregninger av produktivitet kan gi nyttig informasjon om hvor godt en indutri presterer, hvordan man utnytter ressursene og hvordan ressursene bør forvaltes videre. Etter at mange land innførte ulike restriksjoner på fiskeriene, har overkapasitet vært et vanlig problem, og i økende grad ønsker man å endre reguleringene for å imøtekomme denne overkapasiteten. Tidligere forskning har vist at ved å innføre et system for omsettelige kvoter kan man klare å redusere overkapasiteten. Fiskerinasjonene Island og Norge benytter seg av ulike næringspolitiske virkemidler i fiskeriene, men har relativt like utgangspunkt. Derfor vil en sammenlikning av de to fiskerinasjonene kunne gi indikasjoner på hvordan de to fiskeriene har utviklet seg. Problemstillingen som skal besvares i denne oppgaven er:

**Hvordan beregne teknisk effektivitet, kapasitet og kapasitetsutnyttelse i et fiskeri? – med særlig fokus på den norske og islandske trålflåten i perioden 2002-2015.**

For å besvare på denne overordnede problemstillingen har jeg definert tre underordnede forskningsspørsmål:

- *Hvordan har den tekniske effektiviteten i norske og islandsk trålflåte utviklet seg i perioden 2002-2015?*

- *Hvordan har kapasiteten og den tekniske kapasitetsutnyttelsen for norske trålere utviklet seg i perioden 2002-2015?*
- *Har de norske myndigheters kapasitetsreducerende tiltak hatt noen innvirkning på overkapasiteten i fiskeriet?*

For å besvare problemstillingen brukes metoden Data Envelopment Analysis (DEA), som først ble utviklet av Charnes et al. (1978). Färe et al. (1989) utviklet metoden til å kunne beregne det tekno-økonomiske konseptet av kapasitet. Kirkley og Squires (1999) var de første til å bruke Färe et al. (1989) DEA-metode i et fiskeri med flere arter. Metoden beregner en produksjonsfront basert på observerte innsatsfaktorer og outputs. Den effektive fronten representerer det maksimale produksjonsnivået for fartøyene, der eventuelle avvik fra fronten enten skyldes ineffektiv bruk av faste inputs eller at fartøyene bruker mindre variable inputs relativt til de fartøyene som befinner seg på fronten.

Det første forskningsspørsmålet vil bli besvart ved å analysere den tekniske effektiviteten til norske og islandske trålere samlet for alle de fjorten årene. Ved at de kjøres samlet, vil hvert fartøy i utvalget måles mot alle fartøyene i datasettet, slik at en sammenlikning av gjennomsnittlige produksjon, teknisk effektivitet og skalaeffektivitet til de norske og islandske trålerne vil være mulig. Slik vil analysen kunne si noe om forskjeller og likheter ved utviklingen i de to fiskeriene. Det andre forskningsspørsmålet besvares ved å beregne kapasiteten og kapasitetsutnyttelsen til hvert fartøy og optimal utnyttelse av de variable innsatsfaktorene i tillegg til en beregning av optimal produksjon- og produksjonskapasitet. Det siste forskningsspørsmålet henger sammen med de to foregående og vil bli besvart ved å undersøke i hvilken grad ulike forklaringsfaktorer påvirker effektivitetsscoren og kapasitetsutnyttelsen til fartøyene i utvalgene.

### **1.3 Oppgavens struktur**

Denne oppgaven starter med en presentasjon av bakgrunnen og motivasjonen for studien. I kapittel 2 presenteres ulike trekk ved den islandske og norske fiskerinæringen som påvirker produksjonsprosessen i fisket. Det være seg fiskefelt, flåte, landinger og/eller de ulike reguleringssystemene. Kapittel 3 gir en gjennomgang av teoriene knyttet til teknisk effektivitet, kapasitet og kapasitetsutnyttelse. Kapittel 4 beskriver DEA metoden. Kapittel 5



beskriver den tekniske effektivitetsberegningen av de islandske og norske trålerne. Kapittel 6 beskriver den tekno-økonomiske kapasitetsberegningen av de norske trålerne. Kapittel 7 oppsummerer funnene fra de to analysene og avslutter oppgaven med diskusjon og konklusjon på problemstillingen.

## 1.4 Litteraturgjennomgang

En rekke artikler tar for seg produktivitets- og effektivitetsanalyser i fiskerier rundt om i verden. I fiskerinæring betyr kapasiteten den maksimale fangsten et fartøy kan produsere hvis innsatsen er fullt utnyttet gitt biomassen og det teknologiske nivået. Siden de fleste fiskeriene i verden er forvaltet gjennom reguleringer, har beregninger og kontrollering av kapasitet vært et politisk fokus. Blant de vanligste metodene for å beregne teknisk kapasitet er peak-to-peak analyser, data envelopment analysis (DEA) og Stokastisk frontanalyse (SFA) (FAO, 2003). DEA-metoden ble originalt utviklet for effektivitetsstudier av Charnes et al. (1978), og utviklet for kapasitetsberegning av Färe et al. (1989, 1994). Kirkley og Squires (1999) var de første til å bruke metoden i et fiskeri, i dag har den blitt brukt i en rekke studier og former, som Dupont et al. (2002), Coelli et al. (2002), Felthoven et al. (2002), Shrader og Squires (2002), Vestergaard et al. (2003), Pascoe og Tingley (2006), Lindebo et al. (2007), Squires et al. (2010), Grifell-Tatjé og Lovell (2014) og Rust et al. (2017) for å nevne noen.

I DEA-litteraturen finnes det også flere studier som ser på totrinns regresjonsanalyser, enten gjennom en sensurert (tobit) modell eller OLS (Coelli et al., 2005). Se Simar og Wilson (2007) for utfyllende liste over studier som bruker tobit eller OLS. Hoff (2007) og McDonald (2009) finner i sine studier resultater som tyder på at logit fraksjonell regresjon (2LT) gir et bedre estimat enn det OLS og tobit gjør. Men begge forskerne ender imidlertid opp med å anbefale bruken av enklere regresjonsmodeller, selv om estimatene blir litt mer upresise.

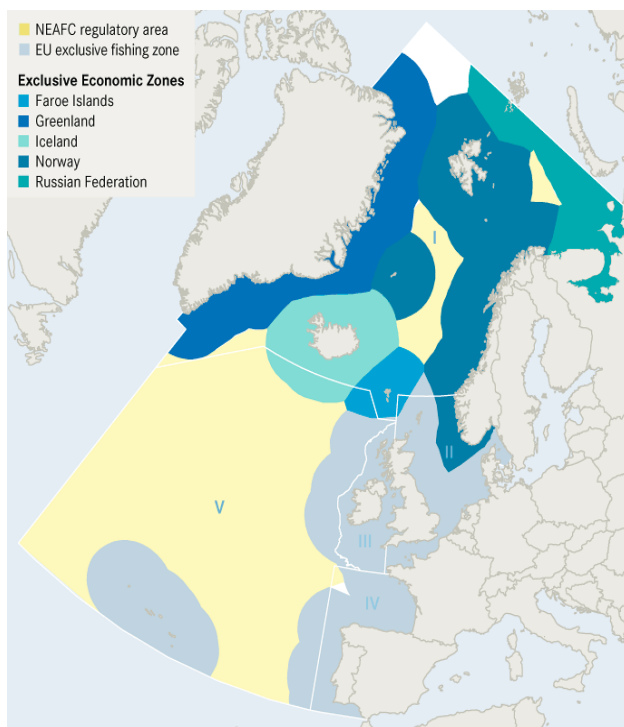
I tillegg til at det finnes mange studier som ser på teknisk effektivitet og kapasitetsutnyttelse, er det en rekke studier som tar for seg ulike aspekter og effekter ved reguleringer og kvoteordninger i fiskerier. I studien av Nova Scotia-fisket brukte Dupont et al. (2002) data fra før og etter ITQ-system til å beregne kapasitet og kapasitetsutnyttelse og for å se effekten av ITQ-systemet. I 2005 gjorde Dupont et al. (2005) en liknende studie av det kanadiske fisket. Fox et al. (2003) fant i sin studie en ny metode for å analysere endringer i produktivitet ved å se på endringer i ressursmengden. Arnason et al. (2004) undersøkte sammenhengen mellom

økonomisk effektivitet og totale fangstkvoter. Squires et al. (2010) studerte hvordan individuelle omsettelige fangstrettigheter i den kanadiske fiskerinæringen påvirket overkapasiteten og kapasitetsutnyttelsen til flåten.

## 2 Presentasjon av de norske og islandske fiskeriene

Det er mange likhetstrekk ved fiskeindustrien på Island og i Norge, de har begge råderett over fiskeriressursene som befinner seg innenfor den økonomiske sonen, de produserer og lander mange av de samme artene og de eksporterer til mange av de samme globale markedene. Men til tross for de mange strukturelle likhetene mellom landene fordeler de fangstene ulikt i løpet av året, og de benytter seg av ulike fiskemetoder for å bringe fersk torsk til land. På Island lander de torsken mer eller mindre jevnt i løpet av året, med en liten nedgang i løpet av sommermånedene. I Norge derimot er det en tydelig årlig fangsttopp i fra januar til april, når skreien fra Barentshavet kommer til norskekysten for å gyte.

### 2.1 Fangstfelt



Figur 1: Oversikt over fangstfelt (OSPAR, 2010)

En kyststats sjøterritorium er en del av landets suverenitet, mens en kyststats økonomiske sone er en havssone som ligger utenfor og støtter opp sjøterritoriet. I den økonomiske sonen har kyststaten ikke suverenitet, men suverene rettigheter. Dette innebærer en rett til å utnytte, bevare og forvalte de ressursene som måtte befinne seg der (regjeringen.no, 2014). Selve rettsordningen for den økonomiske sonen er nedfelt i FNs Havrettskonvensjon fra 1982, der det følger at den økonomiske sonen kan strekke seg til 200 nautiske mil fra grunnlinjene som sjøterritoriets bredde er målt ut i fra (regjeringen.no, 2014).

Både i Norge og på Island har man gradvis innført fiskerisoner, og store deler av det 20. århundre har nordmenn og islendinger kjempet for retten til å disponere og håndtere ressursene som befinner seg i deres farvann. Den islandske økonomiske sonen ble utvidet til 12 mil i 1958, og videre til 50 mil i 1972. Den økonomiske sonen på 200 nautiske mil ble opprettet med full virkning fra mai 1976 (Ministry of Industries and Innovation, 2017). I



Norge har det blitt opprettet tre fiskerisoner på 200 nautiske mil; Den eksklusive økonomiske sonen rundt fastlandet med virkning fra 1. Januar 1977; fiskevernesonen ved Svalbard som med virkning fra 15. Juni 1977; og fiskerisonen rundt Jan Mayen med virkning fra 29.mai 1980. Alle de tre sonene ble opprettet med medhold i soneloven av 17. Desember 1976. Det innebar en utvidelse av området fra 12 nautiske mil til 200 nautiske mil (regjeringen.no, 2014).

Formålet med sonelovene på Island og i Norge er å hindre at fiskebestandene skulle bli overfisket av stadig større og mer effektive utenlandske fartøy. Hovedregelen i lovene er at fartøy fra andre land forbys å drive fiske og fangst i sonen, med mindre andre avtaler om adgang har blitt inngått. Per i dag har både Island og Norge inngått fiskeriavtaler som regulerer adgang og kvoter med Russland, EU, Færøyene og Grønland.

## 2.2 Flåten

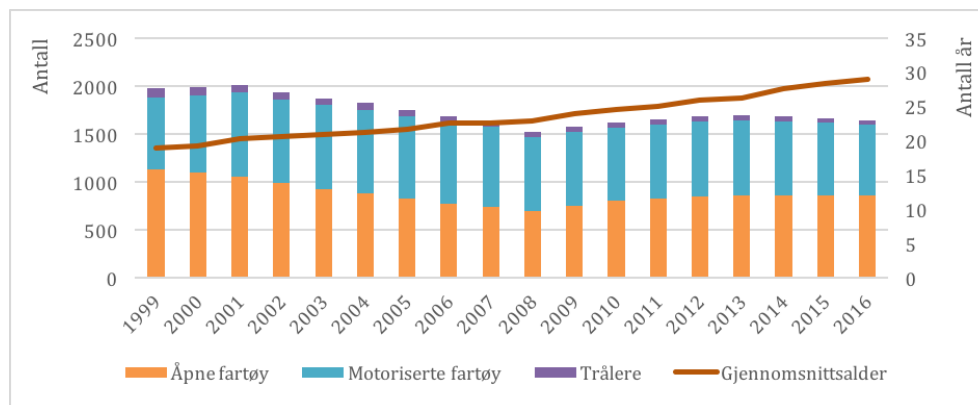
Den teknologiske utviklingen har sterk innvirkning på produksjonskapasiteten og er et viktig element for å forstå hvordan produksjonskapasiteten har utviklet seg i fiskeflåten. Ulike lovendringer har i det islandske og norske fisket redusert antall fartøyer, og ført til en endring i den strukturelle sammensetningen i fiskeflåten. Når gamle fartøy erstattes av nye fartøy med langt større teknisk fangst- og foredlingskapasitet kan den totale tekniske kapasiteten i flåten øke, selv om antall fartøyer reduseres. Ved siden av økte tekniske ytelser om bord i fiskeflåten, har det også skjedd en utvikling av fiskeredskaper og elektroniske instrumenter. Det har bidratt til at fangst per enhet har økt og at behovet for antall personer om bord enten er redusert eller holdes stabilt i forhold til tidligere generasjoner fiskerfartøy (Standal et al., 2015).

Frem til 1800-tallet var både det islandske og norske fisket drevet av åpne robåter. Selv om båtene var mer primitive enn fartøy fra andre land, viste de seg å være veldig effektive fordi fiskefeltene vanligvis var nært kysten. Utover 1900-tallet kom motoriserte fartøy og fra den gang har både den islandske og norske flåten utviklet seg fra å være blant de mest primitive til å bli en av verdens mest moderne fiskeflåter (Valtýsson og Sævaldsson, 2017a).

Den islandske fiskeflåten har tradisjonelt blitt delt inn i tre grupper; åpne fartøy, motoriserte ("decked vessels") og trålfartøy. Motoriserte fartøy er den mest varierte gruppen, med alt fra

små båter som fisker med jukse til store flerbruksfartøy som fisker med trål (som redskap) eller ringnot. Her er det vanlig å skille mellom små og store fartøy. De små fartøyene kan variere fra 10 til 100 GT, mens de store varierer fra 100 til 1000 GT og større. De største båtene har gjerne mer fangsteffektive redskap og kan gå lenger til havs (Valtýsson og Sævaldsson, 2017b).

Da trålerne ble introdusert på starten av 1900-tallet møtte de sterk motstand blant det islandske folk. Men for å skape et lønnsomt fiske var det helt nødvendig med de mulighetene og fordelene de ga. Noen av fordelene ved trålerne var at de krevde færre mannskap, de kunne fiske hele året og de leverte mer stabil fangst (Valtýsson og Sævaldsson, 2017c).

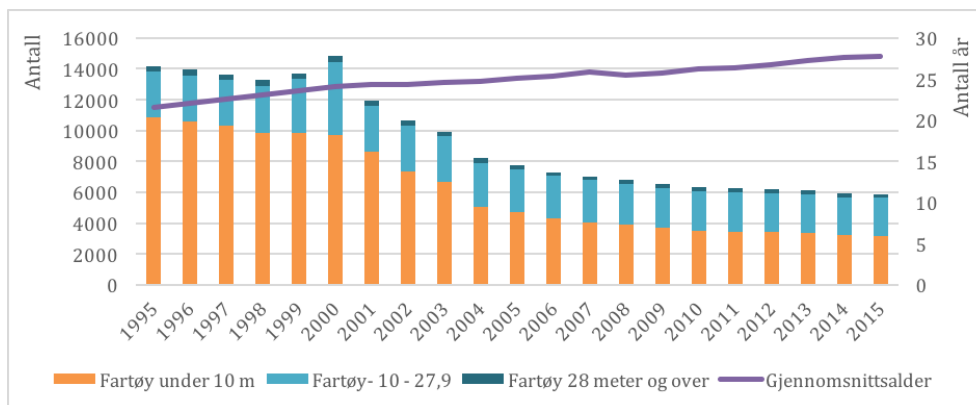


Figur 2: Endring i antall islandske fartøy fra 1999-2015 fordelt på de tre fartøygruppene (Statistics Iceland)

I følge Statistics Iceland (2016) var det i 2016 registrert 1.647 fartøy, 857 åpne, 747 motoriserte og 43 trålere. I 2001 var flåten på sitt største med 2.012 ulike fartøy. Siden den gang har flåten blitt redusert med 365 fartøy (18,1%). Trålergruppen står for den største reduksjonen med 46,3% (37 fartøy). Figur 2 viser at gjennomsnittsalderen til flåten har økt de siste 17 årene, i 1999 var gjennomsnittet på 19 år, i 2016 var den på 29 år med enkelte fartøy på over 50 år.

I Norge er det vanlig å dele fartøyene i ulike fartøygrupper tilpasset de gjeldende reguleringsgruppene i de norske fiskeriene. Dermed er ikke inndelingen like tydelig som på Island, selv om man finner de samme type fartøyene i de ulike grupperingene. Et hovedskille i norsk fiskerinæring går mellom kystfiskefartøy og havfiskefartøy. Fartøyene i kystfiskeflåten

er først og fremst fartøy som driver fiske i kystnære farvann med redskaper som garn, jukse, line, snurrevad, reketrål og not (Jakobsen og Lindkvist, 2003). Havfiskefartøyene fisker lengre fra land og består av ringnotfartøy, industritrålere, torsketrålere, bankfiskefartøy og havgående reketrålere. I Norge er det også vanlig å operere med fartøygrupper etter hvilke fangsmuligheter fartøyene har, eller etter størrelsesgrupper (Jakobsen og Lindkvist, 2003, Fiskeridirektoratet, 2014). Figur 3 er inndelt etter ulike størrelsesgrupper og viser utviklingen til norske fartøy og fiskere fra 1995 til 2015:



Figur 3: Andelen norske fiskere og fartøy fordelt på størrelse og gjennomsnittsalder 1995 - 2016 (Statistisk sentralbyrå (SSB))

Figuren viser at på femten år (2000-2015) har den norske fiskeflåten blitt redusert med 60%. Fra nesten 14.816 fartøy i 2000 til 8932 fartøy i 2015. Den største reduksjonen har vært hos fartøy under 10m. Figur 3 viser også hvordan gjennomsnittsalderen til flåten har utviklet seg fra 21 år i 1995 til 27,8 år i 2015 (Statistisk sentralbyrå (SSB)).

Over tid har gamle fartøy blitt kondemnert og blitt erstattet av nye fartøy med større fangstkapasitet. Det økte volumet har gitt fartøyene bedre oppdrift og stabilitet til å håndtere større redskapsmengder og prosesseringsutstyr. Et annet viktig aspekt ved det økte volumet er at fartøyene har fått større lasterom i tillegg til større tanker for drivstoff og ferskvann. Dette øker rekkevidden og mobiliteten til flåten (Standal et al., 2015).

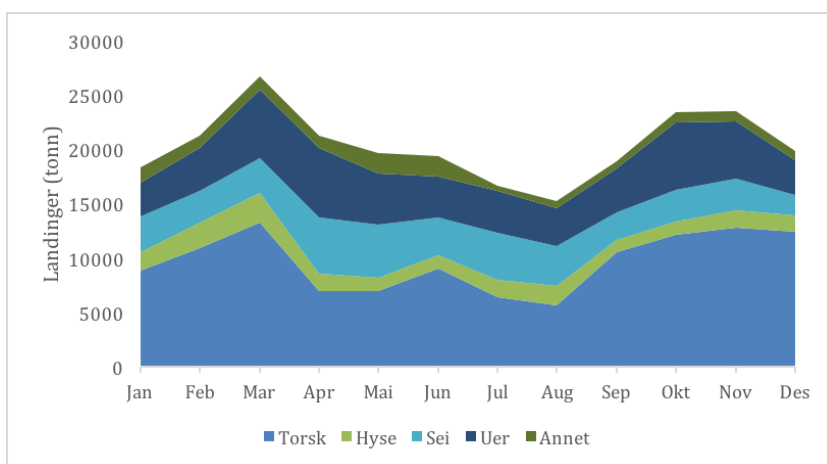
## 2.3 Landinger

I følge FAO (2016) og den årlige rapporten "The state of world fisheries and aquaculture" var Norge den 10. største fiskerinasjonen med en landing på 2,8% av all fisken i verden. Island på

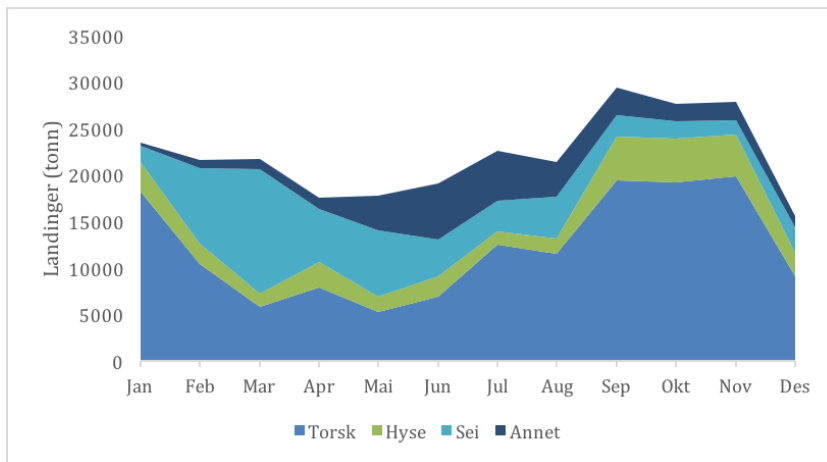
19. plass landet 1,32% av all fisken i verden. På Island ble det i 2015 landet 1.319 tusen tonn fisk til en verdi av 151,3 milliarder ISK, som tilsvarte en økning i verdi på 9,9% fra 2014 (Statistics Iceland, 2016). I Norge er det tilsvarende tallet på 2.335 tusen tonn fisk til en verdi av 16,9 milliarder NOK med en verdiøkning fra 2014 på 12,95% (Fiskeridirektoratet, 2016).

Både i Norge og på Island tilpasser de ulike fartøyene sine tekniske egenskaper og fangststrategi til fiskens vandringsmønster og hva som gir høyest verdi av eget kvotegrunnlag (Aasjord, 2002). Det innebærer at fisket i all hovedsak er sesongbasert for både kyst- og havfiskeflåten. De fleste oppnår dette ved å fiske i hovedsesongen. Men i Norge, hvor torskefisket er sterkere konsentrert i første halvår enn på Island, unngår enkelte fartøyer hovedsesongen for torsk for å maksimere fangsten av andre arter, som hyse og sei (Dreyer et al., 2011).

Figur 4 viser månedlige landinger av torsk, hyse, sei og annet for norske trålere, mens Figur 5 viser månedlige landinger av torsk, hyse, sei, uer og annet for islandske trålere. Uer er den nest største arten det høstes av på Island og vises derfor som en egen variabel i figuren. Av figurene kan vi se at de to landene har litt forskjellig trålsesong for torsk, hyse og sei. Begge landene har hovedsesongen på senhøsten. På Island er det to fangsttopper, den ene i september til november og den andre i mars. I Norge er det én lengre fangststopp fra september til november. I begge landene følger hysefisket mer eller mindre de samme bølgene som torsken. Seifisket og torskefisket i Norge er betydelig større enn på Island, men på Island fiskes det til gjengjeld mer uer. I Norge velger de fleste trålerne å fiske sei i stedet for torsk under skreisesongen (feb. – april), fordi prisene presses ned av store landinger fra kystflåten. Derfor vises det en klar fangststopp for sei i den perioden.

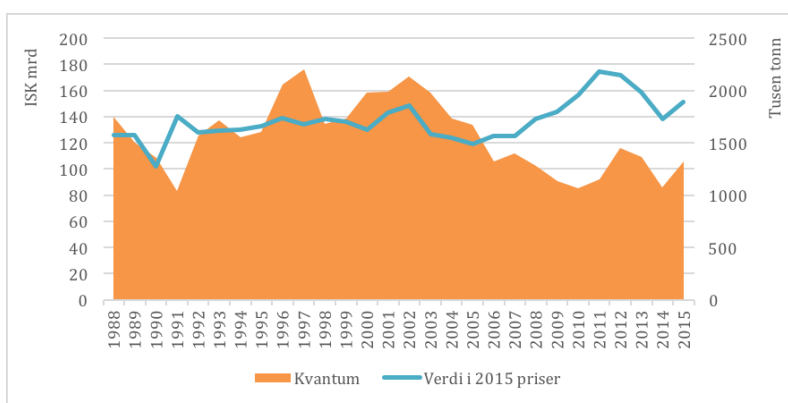


Figur 4: Månedlige landinger fra trål på Island i 2015 (Statistics Iceland)

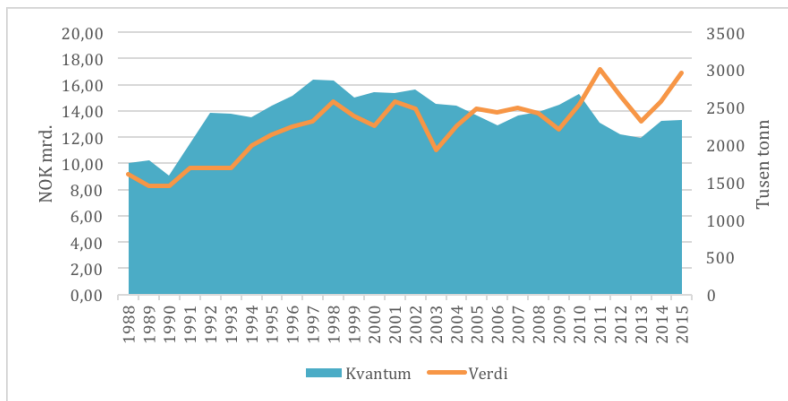


Figur 5: Månedlige landinger fra trål i Norge i 2014 (Nofima og Fiskeridirektoratet)

Figur 6 og Figur 7 nedenfor viser hvordan fangsten og indeksjusterte verdier på landinger har variert for islandske og norske fartøy i perioden 1988 til 2015. På Island har det gjennom hele perioden vært større variasjoner i kvantum enn i Norge. Fra 2002 har mengden landet fisk gått gradvis nedover på Island, fra over 2000 tusen tonn fisk til rundt 1300 tusen tonn i 2015. I Norge har man i samme periode hatt enn mindre reduksjon, fra rundt 2700 tusen tonn i 2003 til rundt 2300 tonn i 2015. I begge figurene vises også den samlede verdien for de to fiskeriene. Begge landene viser samme tendenser; verdien på fangsten har vært økende mens mengden har vært fallende. Dette kan indikere økte priser på fangsten (Ratvik et al., 2016).



Figur 6: Samlet landet fangst og nominelle tall for islandske fartøy 1988-2015 (Statistics Iceland, 2017)



Figur 7: Samlet landet fangst og nominelle tall for norske fartøy 1988-2015 (Fiskeridirektoratet, 2016)

## 2.4 Regulering

Med tilgang til betydelige fornybare ressurser følger det også et stort ansvar for hvordan disse skal forvaltes med hensyn til bærekraft, lønnsomhet, verdiskapning, sysselsetning, og miljø. I løpet av 1970- og 1980 tallet hadde de fleste vestlige land innført totalkvoter for de viktigste fiskebestandene med formål å kontrollere industrien og begrense overfiske. Kvotene ledet til en god utvikling for de viktigste gytebestandene, og i dag forvaltes rundt 25% av verdens fiskerier med individuelle fartøyskvoter (Fiskeridirektoratet, 2014; Grytås, Finstad, & Kalsaas, 2013).

### 2.4.1 Norge

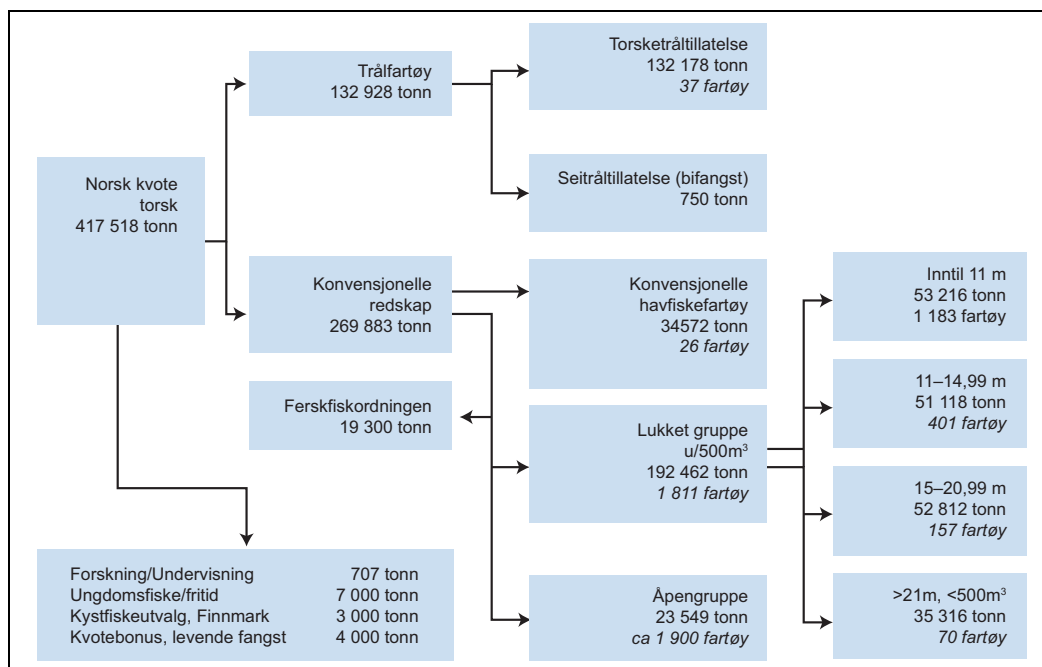
Nasjonaliseringen av fiskeressursene gjennom etableringen av den økonomiske sonen ga Norge det rettslige og politiske grunnlaget til å råde over ressursene. Med introduksjon av begrensede totalkvoter ble det viktig å finne fram en legitim måte å fordele de knappe fiskeressursene på mellom ulike fartøy- og redskapsgrupper (Standal et al., 2015, Fiskeridirektoratet, 2015). Kvotesystemet i Norge skal bidra til at fiskeriressursene forvaltes og høstes på en måte som gjør at det økonomiske potensialet som ligger i de norske fiskeriressursene utnyttes til det beste for samfunnet. For å kunne utnytte ressursene effektivt må fangstkapasiteten stå i forhold til ressursgrunnlaget (NOU nr. 26, 2016).

#### 2.4.1.1 Dagens system for tildeling av kvoter

For å kunne delta i de fleste fiskerier kreves det en konsesjon eller deltakeradgang, med mindre man skal delta i en åpen gruppe. Konsesjonene og deltakeradgangene bestemmer

vilkårene for tildeling av bestemte kvoter for fiske med bestemte fartøy og bestemte fiskeredskaper. Mens konsesjonene ikke har noen tidsbegrensning, må deltakeradgangen fornyes hvert år. Men konsesjoner kan i visse tilfeller tilbakekalles (NOU nr. 26, 2016). Det er i dag 15 ulike typer konsesjonstyper i havfiskeflåten mens det i kystflåten er 11 ulike deltakerbegrensninger (Standal et al., 2015).

Det er videre syv reguleringsgrupper som har kvote for direktefiske av torsk nord for 62°N; trålfartøy, konvensjonelle havfiskefartøy, de fire lengdegruppene i kystflåten og en åpen gruppe for konvensjonelle fartøy. Figur 8 viser fordelingen av totalkvoten for torsk nord for 62°N:



Figur 8: Fordeling av totalkvote for torsk nord for 62°N i 2016 (Nofima og fiskeridirektoratet i Eidesen, 2016)

Som vist i Figur 8 fordeles totalkvoten mellom fartøyer med konvensjonelle redskaper og trålere. Konvensjonelle redskaper er *passive* redskaper som står i sjøen og venter på at fisken skal oppsøke redskapene, mens trål er et *aktivt* redskap som søker fisken. Før totalkvoten (TAC) fordeles mellom fartøyer med passive og aktive redskap avsettes det et mindre kvantum til ulike formål. For de fleste bestander ligger fordelingen mellom gruppene fast fra år til år, men for noen arter er det fordelingsnøkler som varierer med størrelsen på bestanden og totalkvoten (NOU nr. 26, 2016).



Kvoteandelen til trålfartøyene fordeles mellom de som har torsketråltillatelse og seitråltillatelse. Andelen som går til trål varierer med størrelsen på totalkvoten, også omtalt som 'trålstigen' (Standal et al., 2015). Tabell 1 viser hvordan kvoten variere med totalkvoten. I år med gode bistanstnivåer og stor totalkvote tildeles trålerene større kvoter. I 2016 gikk 33 prosent av torskekvoten til trålerflåten (NOU nr. 26, 2016).

*Tabell 1: Trålstigen – fordeling av torsk nord for 62 grader for trål og konvensjonelle redskaper (Nærings- og fiskeridepartementet, 2003)*

<i>Norsk kvote (tonn)</i>	<i>Konvensjonelle redskaper (%)</i>	<i>Trålerflåten (%)</i>
<i>&lt; 130.000</i>	72	28
<i>130.000-330.000</i>	67	33
<i>&gt; 330.000</i>	67	33

Andelen som fordeles til fartøy med konvensjonelle redskap deles mellom konvensjonell havfiskeflåte (autoline) og konvensjonell kystflåte herunder lukket gruppe (fartøy med rett til torskekvote) og åpen gruppe (fartøy under 11 meter). Før kvotene fordeles videre mellom de ulike gruppene i kystflåten tas det et kvantum til dekning av ordningen med levendelagring (NOU nr. 26, 2016).

Gruppekvoteene fordeles videre etter ulike parametere eller kvotenøkler (NOU nr. 26, 2016). I den lukkede kystflåten fordeles gruppekvoteen etter kvotefaktorer innenfor fire forskjellige hjemmelslengder, det vil si lengden fartøyet er registrert med i merkeregisteret (under 11 meter, 11- 14,9 meter, 15 – 20,9 meter og over 21 meter) (NOU nr. 26, 2016).

#### **2.4.1.2 Strukturkvoteordningen**

På 1980-tallet ble ordningen med enhetskvoter for havfiskeflåten introdusert. En kvoteordning som la til rette for at et fartøys kvotegrunnlag i enkeltfiskerier kunne økes gjennom tildeling av enhetskvoter, fordelt på ett fartøy eller flere. Ordningen ble avløst av strukturkvoteordningen for havfiskeflåten i 2005 (Bondevik II-regjeringen) (Standal et al., 2015). I forhold til den tidligere enhetskvoteordningen med begrenset levetid på ervervede kvoter ble det ikke forhåndsatt noen tidsbegrensning på strukturkvotene. Felles for både kyst- og havflåten var at ordningene utvidet antallet kvotefaktorer som var tillatt per fartøy, i tillegg til at flere lengdegrupper i kystflåten ble omfattet. I trålerflåten var det tillatt med 3

kvoter per fartøy, i tillegg til at småtrål, ferskfisk/frysetrål og fabrikktrål ble slått sammen til ett stort kvotemarkedet for transaksjoner. De nye betingelsene førte til at torsketrålerflåten ble nesten halvert i løpet av 2005-2006. I 2006 kom Stoltenberg II-regjeringen til makten og innførte strukturstopp i tillegg til at Myrvang-utvalget (NOU, 2006:16) ble opprettet for å utrede strukturkvoteordningen for fiskeflåten. Resultatet fra utredningene var at det ble innført en tidsbegrensning på 20 år for strukturkvotene (Standal et al., 2015).

Vilkårene for å tildele strukturkvoter er; a) at ett eller flere fartøy blir meldt ut av fartøyregisteret og kondemnert, b) at alle deltakeradganger/konsesjoner knyttet til fartøyet eller fartøyene som blir meldt ut oppgis. Dersom vilkårene er oppfylt, kan et gjenværende fartøy som har adgang til å delta i samme fiskeri(er) få tildelt en forhøyet kvote også kalt strukturkvote (NOU nr. 26, 2016). Strukturkvotene tildeles for ett år av gangen, og kan tildeles inntil 20 år. Strukturkvoter som er tildelt for første gang før 2007 har begrensning på 25 år, mens de som ble tildelt etter 2007 har 20 år (NOU nr. 26, 2016). For å hindre at kvotene samles på noen få aktører eller flåtegrupper har strukturkvotene noen begrensninger. De er begrenset til å virke innad en fartøygruppe og det er et tak på hvor mange strukturkvoter som kan tildeles et enkelt fartøy.

Dagens struktureringsgrad og begrensning for kvotetak vises i Figur 9 nedenfor. De ulike begrensningene kan endres dersom myndighetene mener det er behov for å redusere eller øke kvotetaket til en gitt gruppe.

Fartøygruppe	Kvotetak, inkl. fartøyenes grunnkvote	Struktureringsgrad (%)
Torsketrål <sup>1</sup>	4 kvotefaktorer	torsk/hyse: 61,6 sei: 62,5
Ringnot	850 kvotefaktorer	makrell: 20,1 NVG: 20,4
Grønlands-reketrål	Maks 10 % av totalkvoten	
Seitrål*	3 kvotefaktorer nord for 62°N, 3,5 kvotefaktorer sør for 62° N	sei: 72,1
Konv. havfiskefartøy	Torsk/hyse: 5 kvotefaktorer, Sei: 2 kvotefaktorer	torsk: 68,9 hyse: 70,6 sei: 41,8
Pelagisk trål og nordsjøtrål	1000 kvotefaktorer	makrell: 71,3 NVG: 73,6
Konv. kystfiskefartøy	For 15–27,99 m: 3+3 eller 4+2 For 11–14,99 m: 2+2 eller 3+1	torsk: 33,0 <sup>2</sup> hyse: 33,6 <sup>2</sup> sei: 33,6 <sup>2</sup>
Makrell, kystnot		makrell: 41,0 <sup>2</sup>
Makrell, garn/snøre		makrell: 23,7 <sup>2</sup>
NVG kystnot		NVG: 53,7

<sup>1</sup> Fartøy med torsketråltilatelse og seitråltilatelse kan samstruktureres for så vidt gjelder seikvote. Det kan da tildeles inntil 2 kvotefaktorer som strukturkvote.

<sup>2</sup> Omfatter alle størrelsesgruppene i kyst, dvs. at også størrelsesgrupper som ikke omfattes av strukturkvoteordningen er inkludert.

Kilde: Fiskeridirektoratet

Figur 9: Strukturstatus per 19. Januar 2016 (Eidesen, 2016)

Torsk, hyse og sei er de viktigste fiskeslagene for torsketrålflåten. Med dagens ordning kan torsketrålere konsentrere inntil 4 kvotefaktorer per fartøy. Av det totale torsketrålutvalget på 37 fartøyer, er det i dag 23 fartøyer som har en gjennomsnittlig kvotefaktor for torsk og hyse per fartøy på 2,5 eller mer. For sei er kvotetaket på 3 kvotefaktorer nord for 62° N og 3,5 sør for 62°N. Tabellen høyere opp viser at strukturingsgraden til torsketrålerne er på 61,6% og 72,1% for seitrål. Dersom alle aktørene i gruppen torsketrål hadde benyttet seg av den nye grensen på maksimalt 4 kvotefaktorer per fartøy, kan antall torsketrålere reduseres med 22 fartøyer (Standal et al., 2015, Eidesen, 2016).

## 2.4.2 Island

Fra 1973 ble det satt i gang en rekke tiltak med mål om å begrense innsatsen (antall adganger, fartøyer etc.) i fiskerinæringen på Island. Men innsatsreguleringene de innførte ga ikke tilfredsstillende utslag på bestandsnivåene. Dermed ble Island et av de første landene i verden til å utvikle- og innføre individuelle fartøykvoter og individuelle omsettelig kvoter (ITQ –

individual transferable quotas). Fartøykvoter ble innført i 1975 i sildefisket, i 1979 ble de omgjort til ITQ, og i 1991 ble omsettelige kvoter introdusert i resten av de islandske fiskeriene. Kvotene ble vedlagsfritt fordelt på de individuelle fiskerfartøyene på grunnlag av fangststatistikken fra 1981-1983 (Fiskistofa.is, 2016, Hannes et al., 1999, Runolfsson, 1999).

Under et ITQ-system gjenspeiler prisen på kvoten informasjon om biomassen, priser på input og output og andre forhold som knyttes til fisket (Hannes et al., 1999). Endringer i kvoteprisen kan skyldes ny informasjon i markedet. For eksempel hvis en totalkvote (TAC) justeres mer restriktivt enn aktørene hadde forventet, vil kvoteprisen gå ned. I et ITQ kvotesystem vil det være utfordringer knyttet til det å sette den optimale totalkvoten (Hannes et al., 1999).

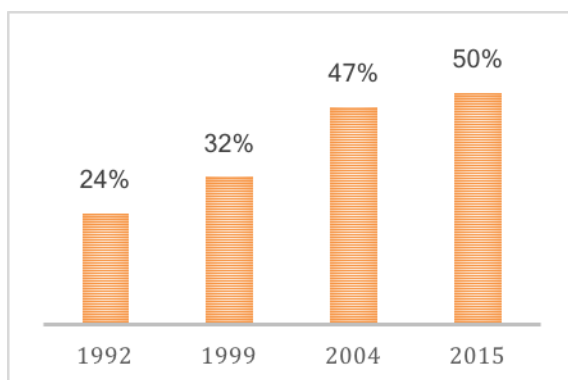
#### **2.4.2.1 Dagens ITQ-system på Island**

I dag er det Fiskeridirektoratet på Island som fordeler de årlige fangstkvotene på hvert fartøy som en andel av TAC. Den totale fangstkvoten fastsettes av departementet for industri og innovasjon basert på rådgivning fra Havforskningsinstituttet. Målet for fiskeriforvaltningen er å fremme bærekraftig forvaltning og effektiv utnyttelse av de marine ressursene og sikre sysselsetting og et økonomisk levedyktig fiskerisamfunn (Holm og Tveiterås, 2012, Ministry of Industries and Innovation, 2016b).

Det islandske ITQ-systemet har noen begrensninger som gjør at markedet ikke er i en kortsiktig likevekt. Det er kun fartøy med kvoterettigheter og de må høste minst 50% av deres totalkvoteandel hvert år. I tillegg er det ikke tillatt at totalkvoten til et fartøy overstiger produksjonskapasiteten til fartøyet (Hannes et al., 1999). Ordningene er innført for at det ikke skal spekuleres i kvotene fra år til år, men de legger en demper på effektiviteten i kvotemarkedet og fører til opprettholdelse av en for stor andel fartøy i flåten.

#### **2.4.2.2 Økt konsentrasjon av kvoterettigheter**

Etter at kvotesystemet ble utvidet og omsettelighet ble innført i 1991 har det vært en sterk økning i antall fiskeribedrifter som slår seg sammen på Island. Den økte konsentrasjon har ført til at den investerte kapitalen har økt innenfor fiskerisektoren. Samtidig har det bidratt til en mer effektiv drift, økt produktivitet, lønnsomhet og vertikal integrasjon, ved at fangst- og foredlingsindustrien eies av de samme bedriftene (Hreinsson og Bende, 2015).



Figur 10: De ti største kvoteiernes andel av TAC (Hreinsson & Bende, 2015)

Figur 10 viser hvordan konsentrasjonen av kvoteandeler har forandret seg fra 1992 til 2015. I 1992 disponerte de ti største fiskeribedriftene på Island 24% av totalkvoten, i 2015 disponerte de 50%. De 20 største bedriftene disponerte i 2015 71% av kvotene med en 'torskeekvivalent' på 293.233.216 (Hreinsson og Bende, 2015). Begrepet torskeekvivalent referer til vekt og innebærer at den relative verdien av forskjellige fiskearter på markedet sammenliknes med torsken. Det vil si at for hvert fartøy som har en kvote for flere arter, kan den totale kvoten beregnes i kg som torskeekvivalenter. Kvoteoverføringer mellom fartøy blir ofte målt i torskeekvivalenter (Directorate of Fisheries, 2012). Tabell 3 viser hvordan torskeekvivalentene har variert i løpet av en tiårsperiode. Alt måles i forhold til torsken, derfor står denne som 1,0 i hele perioden som vises.

Tabell 2: Torskeekvivalent i perioden 00/99 - 11/12 (Directorate of Fisheries, 2012)

	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12
<i>Cod</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Haddock</i>	1,2	1,2	0,94	0,68	0,75	0,81	0,82	0,69	0,76	0,95	0,89
<i>Saithe</i>	0,45	0,48	0,43	0,36	0,37	0,42	0,43	0,38	0,49	0,64	0,63
<i>Redfish</i>	0,55	0,54	0,5	0,47	0,54	0,69	0,6	0,42	0,61	0,74	

### 2.4.2.3 Begrensende tiltak i kvoteordningen

Det er ikke alle som ser positivt på den økte konsentrasjonen, enkelte frykter at ITQ-systemet er med på å undergrave regional politikk ved at de største bedriftene eller eierne av kvotene sitter en annen plass enn der fisket foregår. Hvis det er tilfellet at "kvotebaronene" har fått for

mye makt, vil det ha stor innvirkning på byer som er helt avhengig av fiskeindustrien, og resultatet kan bli økende arbeidsledighet i disse byene og forflytning til sørvest (Runolfsson, 1999). Med bakgrunn i denne debatten har det blitt innført to typer instrumenter for å støtte de regionene som har blitt negativt påvirket av ITQ. Den ene var ”felleskvoter” (Byggðakvótar) som ble innført i 2002/2003, med formål om å begrense kvoteoverføringer mellom små og sårbare samfunn. Den andre var ”kystfiske” (strandveiðar) som ble innført i 2009. Den ordningen skulle gjøre det lettere for småskala operatører å få tilgang til fisket uten å måtte kjøpe kvoter. I tillegg har det blitt innført avgifter på fangst som en slags erstatning for manglende skattlegging (Kokorsch et al., 2015).

Andre begrensende tiltak som har blitt innført er et eget kvotesystem for båter under 15 GRT, der det kun er tillatt å fiske med jukse eller line. Disse båtene får kvoter for alle de store bunnartene, og kan fritt overføre kvoter innenfor dette systemet, men ikke over til felleskvoteordningen (Ministry of Industries and Innovation, 2016a). For å hindre ytterligere konsentrasjon av fiskerettigheter har det blitt fastsatt en øvre grense for hvor stor kvoteandel enkeltbedrifter kan disponere. Øvre grense for torsk er på 12%, 20% for hyse, sei og kveite, 35% for rød fisk, 20% for sild og lodde og 20% for reker. I tillegg er det bestemt at hvert fiskeredskap eller type selskap ikke får lov til å holde mer enn 12% av verdien på TAC (Ministry of Industries and Innovation, 2016a).

### 3 Teori

Industrier med ressurser som eies av fellesskapet plages ofte med fenomenet ”Tragedy of the commons” – der ressursene overbeskattes og fører til en suboptimal tilpasning (Vestergaard et al., 2003, Kirkley og Squires, 1999). Markedet feiler i å fordele ressursene mellom bedrifter og firmaer og fører til et overforbruk av innsatsfaktorer for å høste av ressursene, og som resultatet får man et fiskeri med overkapasitet. Det vil si en overinvestering i kapital og overforbruk av variable inputs, som igjen leder til ineffektiv fordeling og bortkastet bruk av økonomiske ressurser (Kirkley et al., 2002b).

Klare definisjoner og beregninger av kapasitet og kapasitetsutnyttelse gir fiskeriforvaltere informasjon som er helt nødvendig for å kunne lage et forvaltningsprogram som sikrer at fiskeinnsats er i tråd med produksjonskapasiteten og en bærekraftig utnyttelse av ressursen.

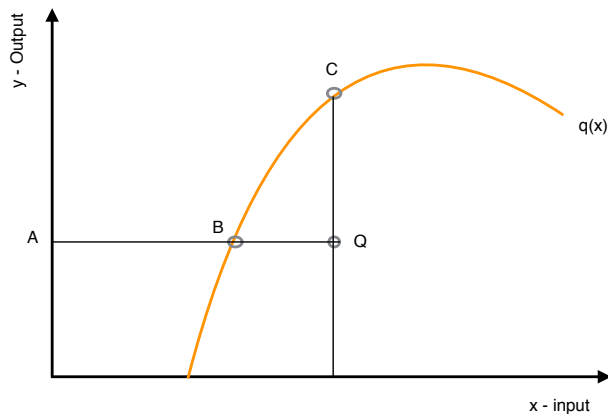
#### 3.1 Teknisk effektivitet

Output-orientert teknisk effektivitet (TE) indikerer hvor nært den faktiske produksjonen er en potensiell produksjon, gitt tilgjengelig faste og variable faktorer (Farrell, 1957). Input-orientert teknisk effektivitet indikerer det minste nivået av inputs eller produksjonsfaktorer som er nødvendige for å produsere en gitt mengde output, relativt til det observerte nivået av inputs som er brukt til å produsere samme mengde output (Kirkley og Squires, 1999). Innen fiskeri er teknisk effektivitet enten en beregning av fartøys evne til å produsere mest mulig output gitt en mengde inputs, eller evnen til å utnytte færrest mulig inputs til å produsere en gitt mengde output.

Teknisk effektivitet er som oftest definert relativt til et benchmarking-nivå. Dette nivået er kjent som ”beste praksis-fronten”, og representerer forholdet mellom input og output. Teknisk effektivitet gir et relativt mål på hvor nært den faktiske produksjonen er den produksjonen som korresponderer med fronten. Bedrifter operer enten på fronten, hvis de er effektive, eller under dersom de er ineffektive.

Med utgangspunkt i Figur 11 av Kirkley og Squires (1999) illustreres teknisk effektivitet gjennom en enkel produksjonsprosess med én input ( $x$ ) og én output ( $y$ ). Produksjon på punkt B og C er effektiv, mens produksjon på punkt Q er ineffektivt. Bedrift Q bruker D enheter av

input ( $x$ ) for å produsere  $A$  enheter av output ( $y$ ), som er mindre enn hva bedrift  $C$  produserer med samme mengde input. Bedrift  $Q$  kan enten øke produksjonen med  $QC$  i outputretning eller minimere innsatsfaktorene med  $QB$  i inputretning for å nå fronten og en effektiv produksjon.



Figur 11: Illustrasjon av teknisk effektivitet (Kirkley et al., 1999)

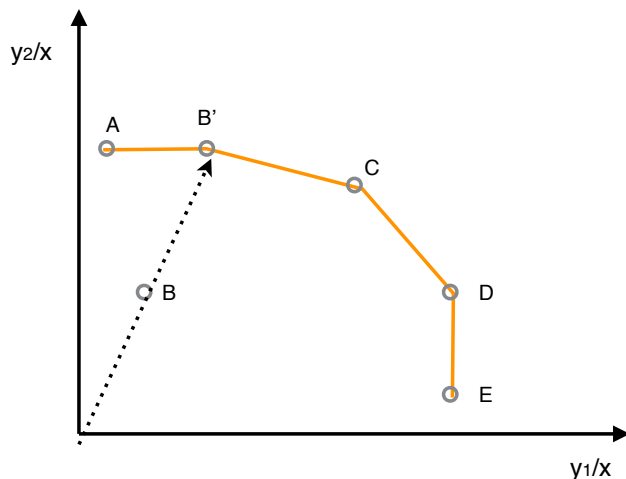
Informasjon om teknisk effektivitet, enten gjennom en reduksjon av inputs eller økning av outputs er nyttig når en skal avgjøre hvilket nivå produksjonen til en bedrift bør økes med, eller input reduseres med for å bli effektive.

### 3.1.1 Output-orientert teknisk effektivitet

I følge Vestergaard et al. (2003) er en output-orientert tilnærming til teknisk effektivitet ansett som en bedre metode til å måle fartøyenes tekniske effektivitet enn en input-orientert, fordi kapasitetsmålinger per definisjon er et output-orientert begrep. En output-orientert TE beregner hvor mye output kan økes med proporsjonalt, gitt at inputs holdes konstant (Kirkley et al., 1999).

Figur 11 illustrerer produksjonskurven til en produsent som bruker én input ( $x$ ) til å produsere to outputer ( $Y_1$  og  $Y_2$ ) Coelli et al. (1998):





Figur 12: Teknisk effektivitet med output-orientering (Coelli et al., 1998)

Punkt A, C, D og E ligger på fronten og er per definisjon teknisk effektive. Punkt B, ligger under fronten og representerer teknisk ineffektivitet. Distansen  $BB'$  er et mål på teknisk ineffektivitet, det vil si den mengden som output kan økes med uten at input endres. Coelli et al. (1998) definerer output-orientert TE som forholdet  $OB/OB'$ . Färe og Johannsen (1984) derimot, definerer det som forholdet  $OB'/OB$ , som indikerer det totale effektive produksjonsnivået for hver output. Ved å dele  $OB'$  på  $OB$  får man et tall på den proporsjonale økningen av hver output i forhold til observerte nivåer (Kirkley et al., 1999). For eksempel vil en TE score på 0,7 indikere at output kan økes med 42,9% ( $1/0,7$ ), mens mengden input holdes konstant. En TE score på 1,0 indikerer at produksjonen er teknisk effektiv og ligger på den effektive fronten.

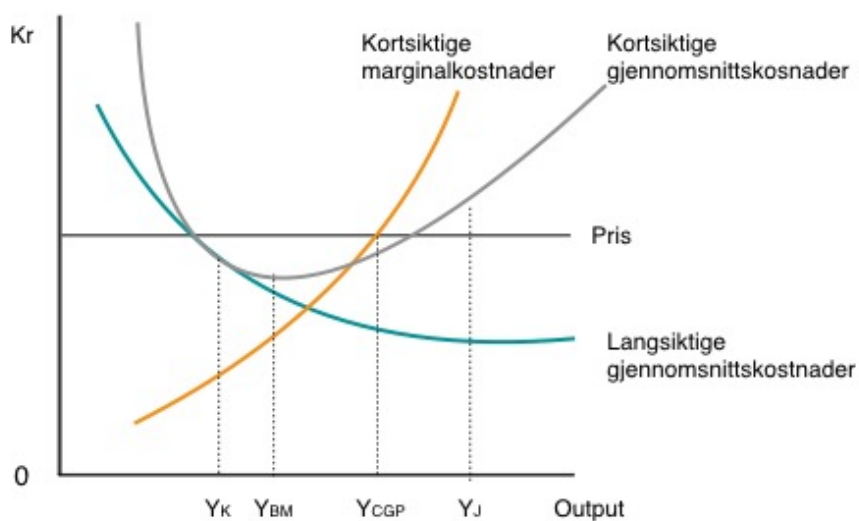
### 3.2 Kapasitet og kapasitetsutnyttelse

Kapasitet kan defineres som en bedrift eller en industri sin evne til å produsere en potensiell mengde output (Vestergaard et al., 2003). I følge Morrison (1985) er det to ulike måter en kan beregne kapasitet på, enten fra et teknisk-økonomisk eller rent økonomisk perspektiv. I den teknisk-økonomiske metoden er ingen økonomiske variabler eksplisitt antatt. I stedet tar man utgangspunkt i den potensielle mengden output en enhet (bedrift eller industri) kan produsere gitt dagens teknologi, kapital og andre produksjonsfaktorer (FAO, 2003). I en ren økonomisk metode defineres produksjonskapasiteten som den mengde output som gir best mulig økonomiske resultat, det være profittmaksimering eller kostnadsminimering (Morrison, 1985, Coelli et al., 2002, Klein, 1960).

Økonomisk beregning av kapasitet kan defineres på flere måter. I følge Klein (1960) kan produksjonskapasitet defineres som det økonomisk optimale – mengden output som korresponderer med at den kortsiktige og langsiktige gjennomsnittskostnadskurven tangerer (punkt  $Y_K$  i Figur 13). Berndt og Morrison (1981), Morrison (1985) og Segerson og Squires (1990) definerer produksjonskapasitet som den mengden output som samsvarer med det lavest punktet på den kortsiktige gjennomsnittskostnadskurven (punkt  $Y_{BM}$  i i Figur 13). Coelli et al. (2002) og Coelli et al. (2002) definerer produksjonskapasitet som mengde output som korresponderer med profittmaksimering ( $Y_{CGP}$ ). Det økonomiske konseptet av kapasitet er ofte umulig å beregne fordi nødvendig data om kostnader og inntekter til ulike bedrifter eller fartøy er umulig å oppdrive eller har store mangler. Derimot krever ikke den teknologisk-økonomiske metoden rene økonomisk data, og av den grunn er dette det mest brukte konseptet av kapasitet.

Den teknologisk-økonomiske beregningen ble først introdusert av Johansen (1968) og videreutviklet av Färe et al. (1989). Johansen (1968) definerer kapasitet som “the maximum amount that can be produced per unit of time with existing plant and equipment, provided that the availability of variable factors of production is not restricted”. Denne definisjonen av kapasitet er i overensstemmelse med full utnyttelse av variable inputs gitt faste produksjonsfaktorer. Färe et al. (1989) sin versjon av teknologisk-økonomisk kapasitetsmåling har blitt betegnet som en svakere versjon enn Johansen (1968) kapasitetsberegning, fordi produksjonspotensialet bestemmes ut fra de faste faktorene for produksjon (Coelli et al., 2002). Kapasitet blir da den maksimale fangsten et fartøy kan produsere ved full utnyttelse av inputs, gitt biomasse, kvoter, faste inputs (hestekrefter, fartøystørrelse, bruttotonn), variable inputs (arbeidskraft og drivstoff), tilstanden til ressursen, teknologien og vanlig driftsprosedyrer (Grafton, 2006).

I Figur 13 illustreres fire ulike definisjoner av produksjonskapasitet gitt ved Klein, Berndt og Morrison ( $Y_K$ ), Berndt og Morrison ( $Y_{BM}$ ), Coelli, Grifell-Tatje og Perelman ( $Y_{CGP}$ ) og Johansen ( $Y_J$ ) (FAO, 2003):



Figur 13: Økonomiske konsepter av produksjonskapasitet (FAO, 2003)

(YK = Klein; YBM = Berndt and Morrison; YCGP = Coelli, Grifell-Tatje and Perelman; and YJ = Johansen)

Johansen sitt konsept av produksjonskapasitet representerer det høyeste nivået av output, mens Coelli, Grifell-Tatje og Perelman står for den statiske, kortsiktige, profittmaksierende konseptet for kapasitet. Produksjonskapasiteten definert av Klein, og Berndt og Morrison er lik når teknologien er lik konstant skalautbytte (FAO, 2003).

For å kunne ta økonomiske drivkrefter og vanlige driftsprosedyrer i betraktning, må kapasiteten måles i forhold til den observerte "beste praksis-fronten" og observerte nivåer av inputs og output. Den effektive fronten er etablert av den eksisterende flåten og gjenspeiler økonomiske beslutninger som er utført av operatørene av de ulike fartøyene. Implisitt reflekterer målingene oppførselen til deltakerne i markedet (Vestergaard et al., 2003). 'Miljøvariabler' kan være viktig å ta hensyn til når en måler kapasitet i en fiskerikontekst. Dette fordi fangstvolumet en kan oppnå med et sett av inputs avhenger av hvor mye fisk det er i havet (dvs. størrelsen på fiskebestanden), i tillegg til andre viktige miljømessige påvirkninger som er utenfor fiskerens kontroll, det være seg temperaturendringer i havet eller værforhold. Sammenlikninger av potensiell kapasitet eller produksjonskapasitet avhenger av underliggende biologiske dynamikker, og det er derfor viktig at kapasitetsberegninger som måles over en lengre periode tar inn over seg endringer i ressursmengden, eller endringer i kapitalmengden (FAO, 2003).

Hvis en tar utgangspunkt i en produktfunksjon, kan fiskebestanden inkorporeres i en kapasitetsmåling:  $Y = f(V,K,S)$ .

I produktfunksjonen står  $Y$  for total produksjon (output).  $V$  står for variable innsatsfaktorer som kan endres på kort sikt (f.eks. antall årsverk).  $K$  står for faste inputs eller kapitalmengden som er investert i fisket og som kan endres på lang sikt.  $S$  representerer fiskebestanden, en variabel som ikke direkte kan endres av fiskeren selv, men som har innvirkning på hvor effektivt du kan fange fisken. Fronten, gitt av produktfunksjonen, er det høyeste nivået av observert output for et gitt nivå av inputs, gitt at de ytre faktorene kontrolleres. En fisker som operer på fronten, er teknisk effektiv, og all produksjon under fronten er ineffektiv (Grafton, 2006).

### 3.3 Kapasitetsutnyttelse

Teknisk effektivitet sikrer maksimal mengde output for et gitt nivå av faste inputs, men det sikrer ikke at et fartøy oppnår sin maksimale produksjonskapasitet, da det krever en optimal bruk av de variable inputs. Kapasitetsutnyttelse (heretter angitt som  $CU$ ) sier noe om andelen av kapital og inputs som blir utnyttet til å produsere en gitt mengde output. Ofte er kapasitetsutnyttelse definert og målt som forholdet mellom faktisk produksjon ( $Y_o$ ) og potensiell produksjonskapasitet ( $Y_c$ ),  $KU = Y_o / Y_c$  (FAO, 2003).

Hvis en tar utgangspunkt i den økonomiske tilnærmingen til kapasitetsutnyttelse, vil  $CU$  være enten større - eller mindre enn én ( $0 < CU > 1$ ). En  $CU$  verdi som er større enn én innebærer at den faktiske produksjonen kan være større enn ønsket økonomisk produksjon. Dersom  $CU$  er mindre enn én, finnes det ledig kapasitet (kortsiktig overkapasitet) og inputs sies å være dårlig utnyttet. Hvis  $CU$  er lik én, er kapasiteten fullt utnyttet og all produksjonen er lik produksjonskapasiteten (Grafton, 2006, FAO, 2003).

Dersom en tar utgangspunkt i den teknologisk-økonomiske tilnærmingen til kapasitet er kapasitetsutnyttelse begrenset til å være mindre enn, eller lik én ( $CU \leq 1$ ), fordi det bare er mulig å produsere det samme eller mindre enn den maksimale produksjonskapasiteten. En  $CU$ -verdi som er mindre enn én forteller oss at det eksisterer en overkapasitet, og at bruken av variable inputs burde forandres for å forbedre produksjonen (Klein et al., 1966, FAO, 2003).

Hvis CU er lik én blir produksjonskapitalen, faste innsatsfaktorer og variable innsatsfaktorer fullt utnyttet.

Ved bruk av den teknologisk-økonomiske tilnærmingen, kan kapasitetsutnyttelse måles på to ulike måter. Enten som forholdet mellom observert output og potensiell produksjonskapasitet, et estimat som angir hvor mye produksjonen kan økes gitt full utnyttelse av de variable innsatsfaktorene (Morrison, 1985). Kapasitetsutnyttelsen begrenses da til observerte output-input forhold og defineres som  $CU_{bias}$ . Eller så kan CU måles som forholdet mellom teknisk effektiv produksjonsmengde og potensiell produksjonskapasitet, som sier noe om hvor mye produksjonen kan økes gitt at både de faste og variable inputene brukes teknisk effektivt (Scazzieri et al., 1995). I dette tilfellet er både faste og variable inputs begrenset til dagens nivå, og kapasitetsutnyttelsen betegnes som  $CU_{unbias}$ .

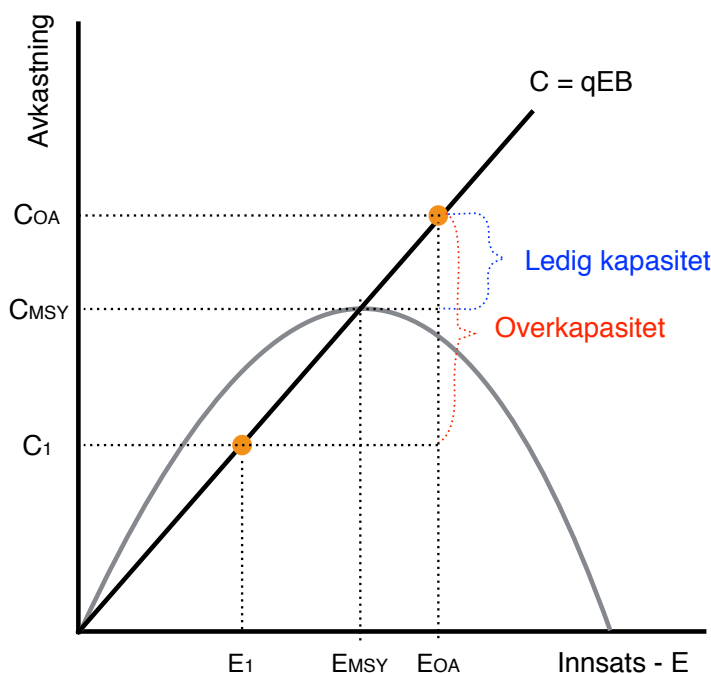
Forskjellen mellom de to målemetodene er at den siste fremgangsmåten korrigerer for eventuelle skjevheter (bias) som kan oppstå fra teknisk ineffektivitet. Siden  $CU_{unbias}$  måles som forholdet mellom teknisk effektiv produksjon og produksjonskapasitet, gir det et mål på den manglende utnyttelsen av variable inputs. Graden av kapasitetsutnyttelse er unbiased fordi både teller og nevner består av teknisk effektive outputnivåer. Dette i motsetning til  $CU_{bias}$ , som sier noe om forhold mellom observert produksjon og produksjonskapasitet, og dermed inkluderer både teknisk ineffektivitet og manglende utnyttelse av de variable inputs. Beregningene av  $CU_{Bias}$  kan inneholde en teller som kan være teknisk ineffektiv og en nevner som er teknisk effektiv. I siste tilfellet kan faktisk produksjon, eller output, være mindre enn kapasiteten fordi et fartøy ikke operer på fronten, og/eller fordi fartøyet er begrenset av nivået på faste inputs. Dette kan gi et mål på kapasitetsutnyttelse som kombinerer både avvik fra full teknisk effektivitet og full kapasitet (Grafton, 2006, FAO, 2003)

### **3.3.1 Ledig kapasitet og overkapasitet**

Food and Agriculture Organization (FAO) og United States National Marine Fisheries Service (NOAA) har blitt enige om to former for overkapasitet som eksisterer innen fiskerier. Det ene er *ledig kapasitet* som er en kortsiktig tilnærming til overkapasitet, og den andre er *overkapasitet* som er en langsiktig tilnærming. Ledig kapasitet blir definert som forskjellen mellom den observerte produksjonen og den maksimale produksjonskapasiteten (Grafton, 2006, FAO, 2003). Ledig kapasitet anses som et av de største problemene knyttet til fiskerier,

fordi det innebærer en overkapitalisering, og dermed bortkastet bruk av ressurser, gitt de eksisterende fangstnivåene. Den andre formen for kapasitet er overkapasitet, som er en langsiktig tilnærming til kapasitet. Overkapasitet blir definert som forskjellen mellom det maksimale produksjonspotensialet og et optimalt ønsket nivå av produksjon (FAO, 2003). Det optimale kan defineres i tekniske termer som den minste kapitalbeholdningen som kreves, eller i økonomiske termer som den kapitalbeholdningen som minimerer kostnadene ved å produsere ønsket nivå (FAO, 2003, Pascoe og Tingley, 2006).

Begrepene ledig kapasitet og overkapasitet kan illustreres ved hjelp av Scaefers rammeverk for overproduksjon (FAO, 2003). Modellen er en langsiktig bærekraftig avkastningsfunksjon, som er utledet ved avkastningsfunksjonen,  $C = qEB$ . Hvor  $C$  er industriens eller flåtens totale fangst;  $q$  er koeffisienten for fangstbarhet (hvor lett det er å fange fisken);  $E$  er fiskeinnsatsen, som er en kombinasjon av antall fartøy  $K$  (kapitalmengden) og nivået på variable inputs,  $V$  (f.eks. dager på sjøen);  $B$  er bestanden eller biomassen til ressursen.



Figur 14 : The sustainable yield curve (FAO, 2003)

Figur 14 illustrerer både kortsiktig- og langsiktig overkapasitet. Hvis en tar utgangspunkt i et uregulert fiske hvor nivået på bestanden  $B$  støtter MSY-nivået og forvaltningsmålet er å høste en mengde som tilsvarer MSY, vil man på kort sikt ha full utnyttelse av  $E_{OA}$  og en fangst lik

$C_{OA}$ . Ledig kapasitet er da differensen mellom faktisk fangstnivå  $C_{OA}$  og  $C_{MSY}$ . Hvis flåten ikke er fullt utnyttet, men i stedet operer med  $E_1$  enheter av innsatsen, og lander  $C_1$  enheter med fangst, er overkapasiteten lik differansen mellom  $C_{OA}$  og  $C_1$ . Den primære forskjellen mellom ledig kapasitet og overkapasitet er måten de defineres og vurderes med hensyn til tid, om det er et kortsiktig eller langsiktig perspektiv. Det er også mulig å vurdere ledig kapasitet og overkapasitet i innsats ( $E$ ) i stedet for fangst eller output. Ledig kapasitet er da differansen mellom  $E_{OA}$  og  $E_1$ , og overkapasitet differansen mellom  $E_{OA}$  og  $E_{MSY}$  (FAO, 2003, Pascoe og Tingley, 2006).

Forskjellen mellom de to begrepene kan ha stor relevans for fiskeriforvaltere med et ønske om å redusere kapasiteten i fiskeriene. Ledig kapasitet er et kortsiktig problem som kan selv-korrigeres ved at man justerer variable inputs og kapitalen. Overkapasitet derimot, oppstår ofte som følge av at markedet ikke klarer å fordele inputs og outputs effektivt, og fordi bedrifter ikke kan hindre andre individer fra å høste av ressursen. En vanlig konsekvens av overkapasitet er overfangst av ressursen og ineffektiv bruk av ressursen, kapitalbeholdning og alle produksjonsfaktorene som inngår i fisket (FAO, 2003).

Overflødig kapasitet eller overkapasitet kan være kostbart for samfunnet i form av tapt fortjeneste, ineffektiv produksjon og tap av alternative muligheter. Men ulike tiltak for å redusere den ledige kapasiteten eller overkapasiteten kan være vanskelig å gjennomføre eller føre til en kostbar prosess, med flere interessekonflikter. Selv om tap av sysselsetting i det korte løp er et vanlig resultat ved en kapasitetsreduksjon, motarbeides det av mange fordi det er i direkte konflikt med næringspolitiske mål som sysselsetting og levedyktige fiskerisamfunn.

### **3.4 utfordringer knyttet til måling av kapasitet**

Kapasitet, kapasitetsutnyttelse og ledig kapasitet i tradisjonelle industrier kan være komplekse begreper å definere, måle og tolke på en konsistent måte. I industrier med fellesressurser er det ekstra utfordrende fordi kompleksiteten forsterkes av at produksjonen er avhengig av mengden til naturressursen (FAO, 2003). I tillegg er fiskerinæringen ofte preget av dårlige utformede reguleringer og eiendomsrettigheter som gjør at kompleksiteten rundt ulike kapasitetsproblemer forverres (Kirkley et al., 2002a).

Et annet potensielt problem knyttet til konstruksjonen, tolkningen og målingen av kapasitet og kapasitetsutnyttelse, er det faktum at fartøyene ikke er homogene verken med hensyn til kostnadsstruktur eller aktivitet. I stedet er det gjerne slik at fartøyene operer ulikt med hensyn til tid, type utstyr, teknologi og kostnadsstruktur, i tillegg til at de høster mange forskjellige fiskearter. Hvis ulike programmer som har til hensikt å redusere kapasiteten ikke baseres på kriterier som tar hensyn til heterogeniteten i flåten, kan resultatet ha store innvirkninger på produksjonsnivået og de potensielle økonomiske fordelene som skal genereres. Det er derfor svært viktig at slike programmer ikke bare måler den samlede kapasitetsutnyttelsen for hele flåten, men at de også måler produktiviteten, effektiviteten og kapasitetsutnyttelsen for hvert fartøy (FAO, 2003, Kirkley og Squires, 1999).

De fleste fiskerier i verden baserer seg på fangst av mer enn én art (flerbestandsfiskerier) og produksjon av flere typer produkter (Vestergaard et al., 2003). Utfordringen ligger ikke i produksjonen av ulike produkter og fiskearter, men hvordan metoden tar hensyn til det i måling av kapasitet og kapasitetsutnyttelse uten at en må innføre restriktive antakelser på den underliggende teknologien (FAO, 2003).

Et annet potensielt problem ved vurdering og måling av produksjonskapasitet og som er nyttig for ressursforvaltere, er tidshorizonten til analysene. Om beregningene skal baseres på informasjon fra ett enkelt år eller informasjon som går over flere år. De fleste fiskeriforvaltere ønsker informasjon om produksjonskapasiteten i det lange løp, eller for ulike bestandsnivåer. I enkelte tilfeller kan det være en fordel med ledig kapasitet, for eksempel i perioder med liten bestand og lav produksjon, slik at man er rustet til å øke produksjonen raskt i perioder med høye bestandsnivåer. Men selv om det kan være en fordel med ledig kapasitet på kort sikt, vil det være fornuftig å basere målinger og analyser av produksjonskapasitet på informasjon som reflekterer flere års drift. Først da vil man få innsikt i hvordan endringer i bestanden har påvirket produksjonskapasiteten, og om man i perioder har hatt overkapasitet bevisst eller ubevisst (FAO, 2003).



## 4 Metode

### 4.1 Data envelopment analysis

Farrell (1957) sitt teoretiske konsept om effektivitet ble videreutviklet av Charnes et al. (1978), som var de første til å ta i bruk *data envelopment analysis* (DEA) i prosesser med flere inputs og flere outputs. DEA er en matematisk programmeringsmetode for å beregne teknisk effektivitet (Charnes et al., 1978, Banker et al., 1984). Färe et al. (1989) var den første til å foreslå endringer av DEA-rammeverket for å måle kapasitet og kapasitetsutnyttelse slik Johansen (1968) definerte det.

DEA metoden definerer produksjonsfronten basert på observerte inputs og outputs i et datasett. Hver bedrift eller hvert fartøy blir sammenliknet med andre firmaer som opererer under de samme forutsetningene, det være seg teknologi, bestand og variable inputs (Pascoe og Tingley, 2006). Eventuelle avvik fra fronten skyldes enten ineffektiv bruk av inputs eller at bedriftene bruker mindre mengder av variable inputs relativt til bedriftene som befinner seg på fronten (Lindebo et al., 2007). Siden DEA tillater flere inputs og outputs er den spesielt velegnet til å beregne produksjonskapasitet i fiskerier med flere arter (Ward, 2000). I tillegg kan DEA-metoden gi informasjon om hva som skal til for at et fartøy skal utnytte sine innsatsfaktorer optimalt.

#### 4.1.1 Modellen

En teknisk-økonomisk beregning av produksjonskapasitet kan beregnes ved å løse et matematisk eller lineært programmeringsproblem. Hvis en følger Färe et al. (1989) er outputvektorene gitt ved  $y = (y_1, \dots, y_m)$  og inputvektorer ved  $x = (x_1, \dots, x_n)$ , og antall observasjoner eller bedrifter i industrien er gitt ved  $j = 1, \dots, J$ . I tillegg er det  $m$  antall outputs og  $n$  inputs. Produksjonskapasiteten og optimal bruk av inputs for bedrift  $j$  beregnes ved å løse følgende problem:

$$\text{Max}_{\theta, z, \lambda} \theta_1 \quad (1)$$

subject to:

$$\sum_{i=1}^J z_i y_{im} \geq \theta_1 y_{jm} \quad \forall m, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^J z_i x_{in} \leq x_{jn}, \quad n \in F_x, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^J z_i x_{in} = \lambda_{jn} x_{jn}, \quad n \in V_x, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^J z_i = 1, \quad (5)$$

$$z_i \geq 0 \quad \forall i, \quad \lambda_{jn} \geq 0 \quad \forall j, n, \quad (6)$$

Kapasitetsscoren er gitt ved  $\theta_1$ ,  $y_{jm}$  er mengden output  $m$  produsert av bedrift  $j$ ,  $x_{jn}$  er mengden input  $n$  som brukes av bedrift  $j$ .  $\lambda_{jn}$  er et mål på optimal utnyttelse av variable inputs, og viser hvor mye variable inputs ( $V_x$ ) proporsjonelt bør økes eller reduseres for å nå kapasitetsfronten.  $z_i$  er en vektor for intensitetsvariabelen for bedrift  $i$ , den definerer referanseteknologien ved tillate konvekse kombinasjoner i dataene.

Inputs er delt inn i faste faktorer (som bruttotonn, hestekrefter) angitt som  $F_x$ , og variable faktorer (som antall dager på sjøen) angitt som  $V_x$ . Likning (2) representerer en begrensning for hver output. Likning (3) begrenser settet av faste faktorer, mens likning (4) tillater variable inputs å variere fritt. I dette tilfellet har ikke likning (4) noen innvirkning på løsningen av problem (1) – (6), men gir informasjon om utnyttelsen av de variable innsatsfaktorene (Lindebo, 2007). Likning (5) pålegger VRS – variabel skalautbytte og sikrer at ineffektive bedrifter bare sammenliknes med bedrifter av samme skala. Dette bidrar til at modellen tar hensyn til heterogeniteten som befinner seg i flåten og tillater større fleksibilitet i modellen. Den siste likningen (6) begrenser  $z$  og  $\lambda$  variablene til å kun ha positive betegnelser.

Modellen kjøres én gang for hver bedrift i datasettet. Kapasitetsscoren  $\theta_1$  angir den prosentandelen som produksjonen av hver output for hver bedrift kan økes med (avstanden mellom observert output og fronten), gitt nivået på faste inputs (Vestergaard et al., 2003, Lindebo et al., 2007). Produksjonen er effektiv når verdien av  $\theta_1$  er lik 1.0. Dersom  $\theta_1$  er større enn 1.0 kan den outputen potensielt økes med  $\theta_1 - 1.0$  prosent for å oppnå full kapasitetsutnyttelse (Lindebo et al., 2007).

#### 4.1.1.1 Observert kapasitetsutnyttelse

Produksjonskapasiteten er bestemt ved å multiplisere  $\theta_l$  med observert output  $y$ , det er konsistent med Johansen (1968) sin definisjon av kapasitet fordi bare faste faktorer begrenser produksjonen (Walden et al., 2012). Observert kapasitetsutnyttelse eller CU kan da bli beregnet på følgende måte:

$$CU_{\text{BIAS}} = \frac{y}{\theta_1 y} = \frac{1}{\theta_1} \quad (7)$$

$CU_{\text{BIAS}}$  gir et proporsjonalt mål på produksjonskapasiteten, det gir den andelen av observert output som utgjør den maksimalt oppnåelige produksjonen. De ulike outputene utvides i faste andeler relativ til de observerte verdiene (Segerson og Squires, 1990). At outputs holdes i en bestemt proporsjon eller mengde sammenfaller med Farrells (1957) output-orienterte tekniske effektivitetsmåling (Vestergaard et al., 2003).  $CU_{\text{BIAS}}$  scoren antar verdier mellom 0 til 1, hvor 1 representerer full kapasitetsutnyttelse. Verdier som er mindre enn 1 indikerer at bedriften operer under potensiell full kapasitet (Vestergaard et al., 2003).

#### 4.1.1.2 Effektiv kapasitetsutnyttelse

Notasjonen  $CU_{\text{BIAS}}$  kommer av at (Färe et al., 1994) anså metoden som biased nedover fordi telleren i CU-beregningen, i dette tilfellet observert output, ikke trenger å være produsert på en teknisk effektiv måte (Lindebo et al., 2007). Selv om  $CU_{\text{BIAS}}$  metoden for å beregne kapasitetsutnyttelse gir oss informasjon om produksjonskapasiteten som en ikke får fra en ren Farrell TE-analyse, henger de sammen ved at de fartøyene som har en kapasitetsutnyttelse lik én også må være teknisk effektive ( $CU = 1$  er også  $TE = 1$ ) (Vestergaard, 2003). Ved å endre likning (3) til også å begrense bruken av variable inputs, vil likning (4) forsvinne og man vil i følge i Färe et al. (1994) stå igjen med en beregning av teknisk effektivitet:

$$\text{Max}_{\theta, z} \theta_2 \quad (8)$$

subject to:

$$\sum_{i=1}^J z_i y_{im} \geq \theta_2 y_{jm} \quad \forall m, \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^J z_i x_{in} \leq x_{jn}, \quad n \in F_x \cup V_x, \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^J z_i = 1, \quad (11)$$

$$z_i \geq 0 \quad \forall i. \quad (12)$$

Resultatet fra dette problemet,  $\theta_2$ , viser den andelen som produksjonen kan økes med, dersom faste og variable inputs brukes effektivt. Teknisk effektiv output, TE, beregnes ved å gange  $\theta_2$  med observert produksjon. Den inverse av TE er det samme som Farrells output-orientert teknisk effektivitet (Färe et al., 1994, Coelli et al., 1998).

$$TE = \frac{y}{\theta_2 y} = \frac{1}{\theta_2} \quad (13)$$

Färe et al. (1989, 1994) foreslår å beregne teknisk effektiv kapasitetsutnyttelse ( $CU_{UNBIAS}$ ) av to grunner. For det første fordi bedrifter ikke vil oppnå full potensiell produksjon dersom deres inputs var fullt utnyttet som følge av ineffektivitet. For det andre fordi tilfeldig variasjon i outputen manifesteres i form av både lavere gjennomsnittlig kapasitetsutnyttelse og lavere gjennomsnittlige effektivitet. Selv om et fartøy er teknisk effektiv, trenger det ikke å ha full kapasitetsutnyttelse. Det er bare når et fartøy har full kapasitetsutnyttelse at det også er teknisk effektivt. Ved å beregne forholdet mellom  $CU_{BIAS}$  og TE, vil man fjerne effektene av ineffektivitet.

$$CU_{UNBIAS} = \frac{CU_{BIAS}}{TE} = \frac{1/\theta_1}{1/\theta_2} = \frac{\theta_2}{\theta_1} \quad (14)$$

Siden  $\theta_1 \geq \theta_2 \geq 1$ ,  $CU_{BIAS} \leq CU_{UNBIAS} \leq 1$  er den korrigerede teknisk effektive beregningen av kapasitetsutnyttelse større enn den originale beregningen, men allikevel mindre enn 1. Forskjellen mellom de to beregningen er i hvilken grad tilfeldig variasjon og teknisk ineffektivitet får påvirke outputnivået til de ulike bedriftene (Pascoe og Tingley, 2006).

Det eksisterer fremdeles en del ulike synspunkt knyttet til hvordan man bør behandle ineffektivitet i forhold til bedrifters kapasitet (Pascoe og Tingley, 2006). I følge Coelli et al. (2002) er ”unbiased” CU-analyser ikke intuitive siden de beregner ulike nivåer av kapasitet for bedrifter med samme nivå av faste inputs, og at teknisk ineffektivitet ikke burde bli silt ut fordi det kun er ubrukt kapasitet. Innen fiskeri, korresponderer teknisk effektivitet med fiskeferdigheter (Kirkley og Squires, 1999). En dårlig skipper vil ikke fiske like mye fisk som en god skipper selv om de operer på identiske fartøy med like forhold. På samme måte trenger ikke økt inntekt være større enn de økte kostnadene ved flytting av fangstfelt (Pascoe og Tingley, 2006). Potensiell produksjon vil være forskjellig for identiske fartøyer som opererer under ulike uobserverbare omgivelser. Men fordi DEA er beskrivende, kan avvik fra fronten også skyldes flaks, skipperens ferdigheter, bestand, dårlig vær, mekaniske feil eller andre vilkårlige hendelser. Det kan dermed være vanskelig å skille mellom hvem som er ineffektive fordi de er dårlige til å fiske, og hvem som er det fordi de har vært uheldige (Coelli et al., 2002). Derfor vil Färe et al. (1994) anvendelse av unbiased kapasitetsutnyttelse bli brukt i deler av denne studien.

#### **4.1.2 Skalaeffektivitet i DEA**

I DEA finnes det en måte å beregne totaleffektivitet ved å skille mellom ren teknisk effektivitet og skalaeffektivitet.

I Likning (8) – (12) i kapittel 4.1.1.2 er det lagt til en restriksjon som forutsetter at moellen beregner variabelt skalautbytte (VRS):  $(11) \sum z_i = 1$ . Det vil si at man tar hensyn til at enhetene er av forskjellig størrelse, og begrenser modellen til å bare sammenlikne ineffektive bedrifter med lik skala. Med konstant skalautbytte (CRS) antar man at skala ikke har noen betydning for produktiviteten, og det settes ikke noen skalabegresninger på produksjonen. Beregning av teknisk effektivitet i en VRS-modell vil gi ulike estimater for en input- og outputorientering, men i en CRS-modell vil den være lik uansett.

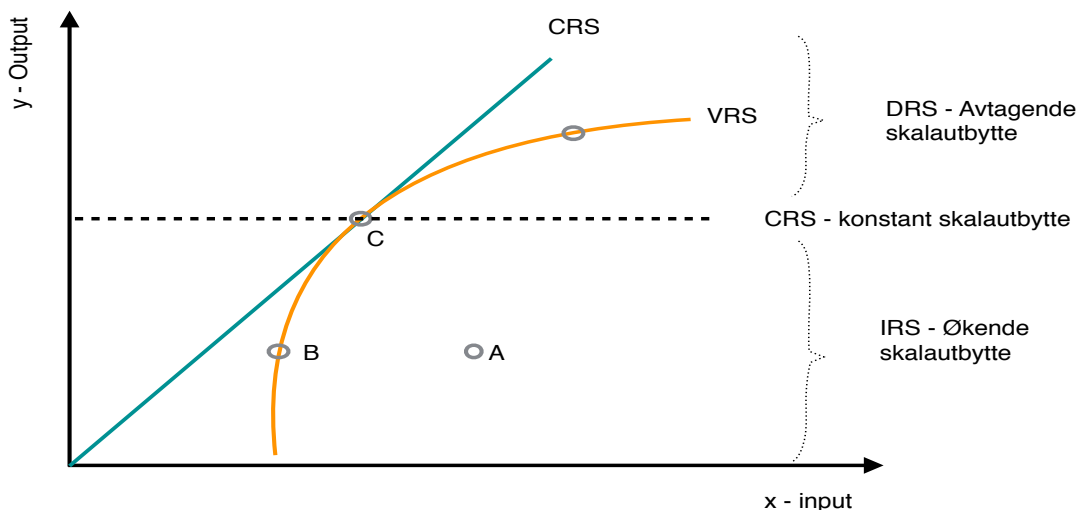
Ved å beregne forholdet mellom  $TE_{VRS}$  og  $TE_{CRS}$  er det mulig å finne skalaeffektiviteten (TE) til en bedrift eller et fartøy. En ulik effektivitetsscore ved beregning med antakelse om CRS og VRS indikerer at et fartøy er ineffektivt i forhold til en produksjonskala. I utforming av fiskeripolitikk kan beregning av SE gi nyttig informasjon om hva den optimale

produksjonsskalaen for industrien bør ligge på (Kirkley et al., 2002a). Skalaeffektivitet kan både beregnes fra input- eller output-orientering:

$$SE = \frac{TE_{CRS}}{TE_{VRS}} = \frac{1/\theta_2^{CRS}}{1/\theta_2^{VRS}} = \frac{\theta_2^{VRS}}{\theta_2^{CRS}} \quad (15)$$

$TE_{VRS}$  måler ren teknisk effektivitet, mens  $TE_{CRS}$  måler totaleffektivitet (teknisk-og skalaeffektivitet). Dersom produksjonen er skalaeffektiv er forholdstallet = 1.0, det vil si at  $TE_{VRS} = TE_{CRS}$ .

Ved å beregne summen av vektene ( $z_i$ ) i CRS-modellen kan man si om skalaegenskapene (RTS) til bedriften er ineffektiv fordi de har for stor eller for liten skala. Dersom  $\sum z_i = 1$ , er enheten skalaeffektiv med konstant skalautbytte (CRS). Dersom  $\sum z_i > 1$  er bedriften skalaineffektiv fordi skalaen burde vært mindre. Bedriften har da tilpasset seg på en del av produksjonskurven som har avtakende skalautbytte (DRS). Motsatt, dersom  $\sum z_i < 1$  er bedriften for liten i skala og det ville vært optimalt å vært større og bedriften har økende skalautbytte (IRS). Figuren under viser forholdet mellom CRS, DRS og IRS.



Figur 15: Illustrasjon av skalaegenskaper

I Figur 15 er fronten til CRS-modellen den rette linjen fra origo, mens den konkave linjen er VRS-fronten. Fra figuren kan vi se at punkt A befinner seg utenfor CRS og VRS fronten og er

per definisjon både teknisk ineffektiv og skalaineffektiv. Punkt B er teknisk effektiv, men skalaineffektiv. Punkt C er både teknisk effektiv og skalaeffektiv. Alle observasjoner som befinner seg under skjæringspunktet C vil ha økende skalautbytte (IRS), der en økning i input gir en høyere økning i output. Over skjæringspunktet er helningen på VRS-fronten slakere og det vil være synkende skalautbytte (DRS). I punkt C vil det være konstant skalautbytte.

## 4.2 DEA og robusthet

DEA er en ikke-statistisk og ikke-parametrisk metode. Beregningene er ikke basert på noen statistisk fordeling og det behøver ikke å være et bestemt forhold mellom inputs og outputs (Kirkley et al., 2002a). I stedet sammenliknes ulike bedrifter på bakgrunn av hvor mye output som kan produseres med gitt teknologi og bruk av inputs. I DEA blir alle avvik fra fronten ansett som ineffektive. Modellen klarer ikke å skille ut de stokastiske elementene, det vil si de observasjonene som er (in)effektive som følge av flaks, eller de som er (in)effektive som følge av egen (u)dyktighet (FAO, 2003).

Det finnes ulike metoder en kan bruke for å teste hvor robust DEA-analysen er, og eventuelt rette på feil eller mangler i datasettet som kan ha kritisk innvirkning på analysen. Seaver og Triantis (1989) argumenterer for bruken av mer enn én metode for å finne ekstreme observasjoner som ikke lar seg sammenliknes (heretter omtalt som outliers). I det følgende avsnittet presenteres ulike metoder for å avdekke feil eller mangler i datasettet, og som har til hensikt å gjøre DEA-beregningene mer robuste.

### 4.2.1 Outliers

Outliers kan være observasjoner som av mange ulike grunner ikke er direkte sammenlignbare med resten av datasettet. Det kan enten være ekstreme observasjoner av en eller flere variabler, eller det kan skyldes registrerings- eller målefeil. Dataobservasjoner som potensielt kan ha stor innvirkning på analysen, spesielt blant de effektive observasjonene, bør rettes på eller vurderes slettet.

Outliers er observasjoner som i stor grad skiller seg ut fra de andre observasjonene, og som enten kan ende opp med å bli evaluert dårlig i modellen, eller potensielt ha for stor påvirkning på modellen (Bogetoft og Otto, 2011). I en DEA-analyse kan outliers være kilden til store

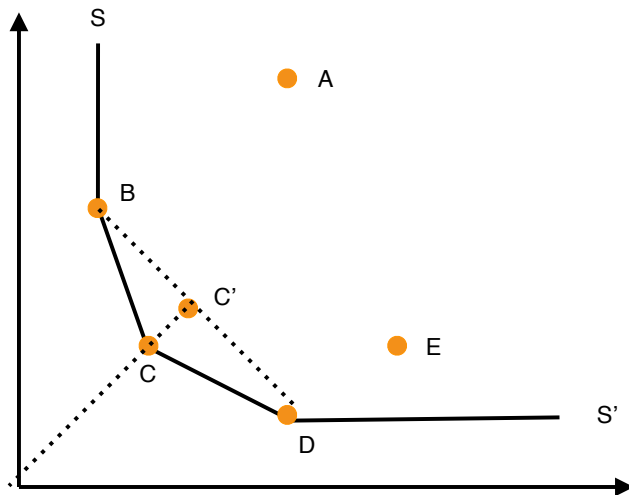
problemer fordi en potensiell outlier kan påvirke fronten og dermed ha stor innvirkning på hva som defineres som effektivitet, og hvordan de andre bedriftene presterer relativt til den fronten. Bogetoft og Otto (2011) lister opp ulike årsaker til at en observasjon kan være en outlier. For eksempel kan det være resultat av feil i dataen som gjør at input- eller output mangler, alternativt kan dataen være registrert eller målt feil. Slike dataer eller potensielle outliers burde enten korrigeres eller fjernes, da de ikke representerer en reell produksjonsprosess. En annen årsak kan være at observasjonene er korrekte, men veldig atypiske med høy innflytelse. De burde identifiseres og elimineres slik at modellen ikke forvrenges til å passe disse ekstreme observasjonene. En tredje årsak kan være at en observasjon ikke er målt feil eller atypisk, men at den presterer veldig mye bedre eller dårligere sammenliknet med de andre. Slike outliers kan også elimineres av forsiktighetshensyn, men samtidig kan de gjenspeile introduksjon av ny teknologi eller prosesser som de andre enhetene bør ønske å lære fra.

#### **4.2.1.1 Supereffektivitet**

Supereffektivitet er en DEA-metode som både kan brukes til å rangere de effektive observasjonene og identifisere potensielle outliers. I modellen kan de effektive enhetene på fronten oppnå en effektivitetsscore som er større enn én, det vil si et ytterligere forbedringspotensiale (Coelli et al., 2005). Supereffektivitet er nyttig å bruke for å omgå problemer knyttet til totrinns regresjonsmetoder.

Ved hjelp av to inputs og én output illustrerer Andersen og Petersen (1993) hvordan supereffektivitet kan brukes til å rangere de bedriftene som befinner seg på fronten. I Figur 16 er B, C og D alle effektive bedrifter og utgjør den effektive fronten med en effektivitetsscore lik 1.0. Ved å ta ut bedrift C vil en ny front dannes mellom bedrift B og D. C vil ikke lenger ha seg selv som referansepunkt, men en kombinasjon av B og D som er angitt ved referansepunktet C'. Supereffektiviteten beregnes som forholdet mellom avstanden fra origo til C' og avstanden fra origo til C ( $OC'/OC$ ). Forholdstallet er alltid lik eller større enn én, og i dette tilfellet er det 1,2 som indikerer at bedriften kan øke inputbruken med tjue prosen og fremdeles være på den tekniske effektivitetsfronten. Bedrift A og E er ineffektive og vil ikke endres selv om fronten endres.





Figur 16: Supereffektivitet (Coelli et al., 2005)

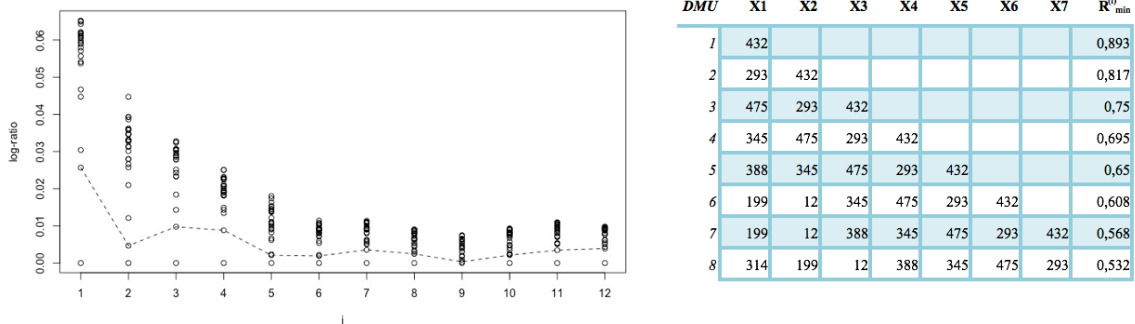
Banker og Hsui (2006) fant i sin studie at supereffektivitet ikke egner seg spesielt godt til å rangere effektive enheter, men at metoden er mer egnet til å identifisere og utelukke ekstreme observasjoner for å oppnå mer nøyaktige effektivitetsberegninger. Enheter med høy supereffektivitet har en signifikant innvirkning på frontens plassering, og dersom de(n) skiller seg ut fra massen bør de(n) betraktes som en potensielle outliers, og vurderes fjernes før man kjører analysen på nytt med de gjenværende enhetene (Bogetoft og Otto, 2011). Hvis ikke de effektive enhetene har noen enheter de kan sammenliknes med, vil det ikke bli returnert noen løsning og man sitter igjen med *hypereffektive* enheter ('infeasible units'). Det kan da være behov for å skille mellom hvilke bedrifter som skal evalueres og de som utgjør eller definerer selve teknologien.

#### 4.2.1.2 AP-analyse

Supereffektivitet lar oss rangere de effektive bedriftene, men metoden sier oss ikke noe om klynger eller grupper av effektive enheter. Andrews og Pregibon (1978) utviklet AP-metoden for å oppdage outliers i LP-baserte modeller. Men modellen fungerte bare for én output, en uheldig begrensning fordi den største fordel til DEA er at den takler flere. Wilson (1993) utviklet AP-modellen til å kunne undersøke flere enn én output.

AP- modellen beregner systematisk hva som skjer hvis man fjerner enheter som skiller seg ut fra en klynge eller gruppe med observasjoner. En enhet som befinner seg 'langt ut' i

faktorummet vil stå for en del av volumet i rommet. Dersom volumet endres mye ved at enheten fjernes, kan den være en potensiell outlier (Draper og John, 1981). Wilson-rutinen bestemmer antall bedrifter eller enheter som skal fjernes i hvert utdrag og kalkulerer  $R_{\min}^{(i)}$ , som er det minste log-forholdet mellom enheten som fjernes, og den DMUen som ligger nærmest (Wilson, 1993). Ved å kjøre AP-outliers metoden i R ved hjelp av FEAR-pakken får man opp et grafisk AP-plot der log-forholdet,  $R_{\min}^{(i)}$  er på y-aksen og antall DMUer som fjernes på x-aksen. For å identifisere hvilke outliers som bør vurderes fjernes ser man etter punkter der avstanden mellom  $R_{\min}^{(i)}$  er størst, og som dermed skiller seg mest ut. Tabellen under viser den minste verdien av  $R_{\min}^{(i)}$  som kan oppnås ved å fjerne opp mot 8 DMUer.



Figur 17: Resultater ved AP-metoden vist i plot og tabell

### 4.3 Statistiske analyser

I en analyse av effektiviteten til bedrifter er det interessant å forstå hvorfor enkelte bedrifter er mer effektive enn andre, og hvilke faktorer som påvirker effektiviteten. Siden introduksjonen av Ray (1988) har standardmetoden for å undersøke underliggende faktorer vært å gjennomføre en to-trinns DEA analyse, også kalt post-effektivitetsanalyser. De har til hensikt å forklare variasjoner og validere modellen (Bogetoft og Otto, 2011). Dette innebærer først å bruke DEA-teknikker for å evaluere den relative effektiviteten til DMUer, og deretter regressere DEA effektivitetsscoren mot passende kovariater (Johnson og Kuosmanen, 2012).

I analyser av fartøyers effektivitet er det vanlig å dele mellom 'endogene' - og 'eksogene' variabler. Endogene variabler er gjerne fysiske inputs som brukes til å lande fisken, det kan være variabler som mannskap, lasterom eller motorstørrelse. Eksogene variabler er ikke fysiske, men de påvirker fangsten og effektiviteten til et fartøy, det kan være byggeår, fiskefelt eller år.

Den vanligste metoden for å undersøke hvordan eksogene variabler påvirker effektiviteten er ved bruk av *tobit* regresjonsanalyse. Hoff (2007) argumenterer for at tobit er en velegnet metode dersom den avhengige variabelen (effektivitetsscoren) er sensurert eller består av hjørneløsninger. En hjørneløsningsvariabel, også kalt "corner solution outcomes" er en kontinuerlig variabel som er begrenset fra over eller under, eller begge deler. Den tar verdien til én eller begge grensene med en positiv sannsynlighet. DEA-scoren er begrenset til intervallet  $[0,1]$  og i følge Hoff (2007) burde også modellen være begrenset av det samme intervallet, og ikke linært.

McDonald (2009) støtter Hoff (2007) i at tobit kan være passende metode å bruke, men han er ikke enig i antakelsene om at effektivitetsscoren er sensurerte og at løsningene befinner seg i hjørne. I stedet mener han at de burde forstås som en normalisert prosess, der DEA normaliserer den maksimale effektivitetsscoren til å bli 1, og at alle verdiene er enten på eller under det intervallet. McDonald (2009) fant i sin studie at også *ordinary least squares* (heretter OLS) er en modell som modellerer effekter på en tilstrekkelig måte (Hoff, 2007). En fordel ved OLS er at det er en unbiased beregning som tillater heteroskedastisitet og hypotesetesting.

### 4.3.1 Ordinary least squares (OLS)

I første trinn brukes en ikke-parametisk DEA-analyse til å beregne effektiviteten og i andre trinn brukes en rekke forklarende variabler  $x_i$ , til å måle i hvilken grad de har en innvirkning på effektivitetstallene,  $E$ , som ble beregnet i trinn 1;

$$E = v_i\beta + \varepsilon_i \quad (16)$$

I statistikk er OLS en metode for å beregne ukjente parametere i en linær regresjonsmodell med formål om å minimere summen av de kvadratiske avvikene mellom de observerte verdiene og gjennomsnittet – eller det tilsvarende punktet på regresjonslinjen (Coelli et al., 2005). Dess mindre avvikene er, dess bedre passer modellen til dataene. Funksjonen som uttrykker summen av kvadrater som en funksjon av  $\beta$ , er (Coelli et al., 2005);

$$S(\beta) = \sum_{i=1}^I (y_i - E[y]_i)^2 = \sum_{i=1}^I (y_i - v_i\beta)^2 \quad (17)$$

En fordel ved metoden er at man enkelt kan beregne marginaeffekten på effektiviteten basert på marginale endringer i  $x_i$ , og siden effekten er uavhengig av verdien til variablene kan man finne ut hvor mye effektiviteten øker hvis  $x_j$  øker med én enhet;

$$\frac{\partial E}{\partial v_i} = \beta_j \quad (18)$$

I regresjonsmodellen er  $\varepsilon$  en error term som beskriver i hvilken grad modellen klarer å forklare effektivitetstallene (Hoff, 2007, McDonald, 2009, Coelli et al., 2005). De vanligste antakelsene er at gjennomsnittet av errortermen ( $\varepsilon_i$ ) er null (19), at den har konstant varians, (20) og at den ikke korrelerer med andre tilfeldige error termer (21):

$$E(\varepsilon_i) = 0 \quad (19) \quad \text{var}(\varepsilon_i) = \sigma^2 \quad (20) \quad \text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_s) = 0 \text{ for alle } i \neq s \quad (21)$$

Arabmazar og Schmidt (1982) påpeker at det er viktig at man tester antakelsen om at errortermen har konstant varians i en to-trinns DEA-analyse, for hvis det viser seg at modellen er heteroskedastisk vil ikke OLS eller tobit-estimatene være det beste etstimatet lenger, det finnes et annet estimat med mindre varians (McDonald, 2009).

Heteroskedastisitet oppstår når variansen i feilleddet varierer med størrelsen til  $v_i$ -verdiene, det vil si at predikert  $y_i$  er en indikator av størrelsen til  $v_i$ -verdiene. Heteroskedastisitet kan komme av målefeil, outliers, feil modell eller spesifikasjonskrav. Det finnes en rekke metoder som tester modellen for heteroskedastisitet, det kan være plot av residualene, histogram som viser fordelingen, "lagrange multipliar test", "Breusch Pagan test", "White test" og "Goldfeld-Quandt test" (Hill et al., 2012). Det man ønsker å teste er antakelsen:

$$\text{var}(y_i) = \text{var}(e_i) = \sigma^2 = h(v_i) \quad (22)$$

Der  $h(x_i)$  er en funksjon av  $v_i$  og som øker når  $v_i$  øker.

## 5 Analyse 1: Teknisk effektivitet

I denne analysen beregnes den tekniske effektiviteten til islandske norske trålere for årene 2002-2015. I et fiskeri innebærer det å beregne et fartøys evne til å produsere mest mulig output gitt en mengde inputs. For å beregne hvor nært den faktiske produksjonen er den potensielle brukes det en output-orientert DEA-metode til å løse LP-problemene i likning (8) – (12) som står beskrevet i 4.1.1.2.

### 5.1 Datamaterialet

I dette kapittelet redegjøres det for hvordan dataen har blitt innhentet, hvilke data som brukes og hvordan dataen bearbeides og kvalitetssikres for eventuelle feil eller mangler (Ringdal, 2013, Johannessen et al., 2011). Pascoe og Tingley (2006) lister opp fire forskjellige nivåer for datatilgjengelighet og passende metoder. På det nest høyeste nivået (nivå 3) har man data på arter, biologisk informasjon og ulike karakteristikk ved fartøyene. Det er standarden for å estimere teknisk effektivitet og fiskerikapasitet. På det øverste nivået (nivå 4) har man i tillegg langsiktig data som beskriver flere års drift og som gir enda bedre estimater på effektiviteten og kapasiteten.

Både på Island og i Norge finnes det data som beskriver flere års drift og informasjon om total fangst fordelt på type fartøy og redskap. I tillegg er det tilgjengelig data på arter, biologisk informasjon og ulike karakteristikk ved fartøyene. Med så mye tilgjengelig data vil man i følge Pascoe og Tingley (2006) ha mulighet til å bruke DEA-metoden til å måle teknisk effektivitet.

#### 5.1.1 Innhenting av datamateriale for begge analysene

Dataene som er tilgjengelig for den tekniske effektivitetsanalysen (analyse 1) og kapasitetsutnyttelsen (analyse 2) er årlige ubalanserte paneldata med observasjoner på fartøynivå for perioden 2002 – 2015. Dataen er ubalansert fordi de samme fartøyene ikke er med alle årene. Årsaken til at akkurat tidsperioden 2002-2015 er valgt ligger i tilgjengeligheten av data, og at denne studien skal undersøke utviklingen i teknisk effektivitet og kapasitetsutnyttelse over tid.

Datagrunnlaget på fangst- og teknisk informasjon av norske trålerne er spørringer kjørt av Nofima i Fiskeridirektoratets sluttseddel- og fartøyregister. Datagrunnlaget på drivstofforbruk og årsverk er kjørt av Nofima i Fiskeridirektoratets datasett fra de årlige lønnsomhetsundersøkelsene. Datagrunnlaget for de islandske trålerne er innhentet og redigert av det islandske universitetet. Data på fangst har Universitetet fått fra det islandske Fiskeridirektoratet og karakteristikker ved fartøyene fått fra islandske transportmyndigheter. Data på bestand er for det norske fisket hentet fra *International Council for the Exploration of the Sea* (ICES), mens data på de islandske bestandsnivåene er hentet fra havforskningsinstituttet på Island.

### 5.1.2 Utvalget

For å kunne sammenlikne de islandske og norske trålerne tekniske effektivitet ved hjelp av DEA er det viktig at datagrunnlagene er sammenliknbare. Men en utfordring ved det islandske datagrunnlaget er at det består av mange små trålere med andre tekniske forutsetninger, og som ikke lar seg direkte sammenlikne. Basert på en frekvensmåling og nærmere undersøkelse av de tekniske parameterene ble det besluttet å sette en grense på lengden til fartøyene på minimum 40 meter. Det ble også satt en nedre grense på at hvert fartøy måtte minst ha landet totalt 500.000 kg fisk (torsk, hyse, sei og annet). Tabellen lenger ned viser utvalget som skal bearbeides og kvalitetssikres for eventuelle feil eller mangler i kapittel 5.3

Tabell 3: Utvalget av norske og islandske trålere i perioden 2002 – 2015

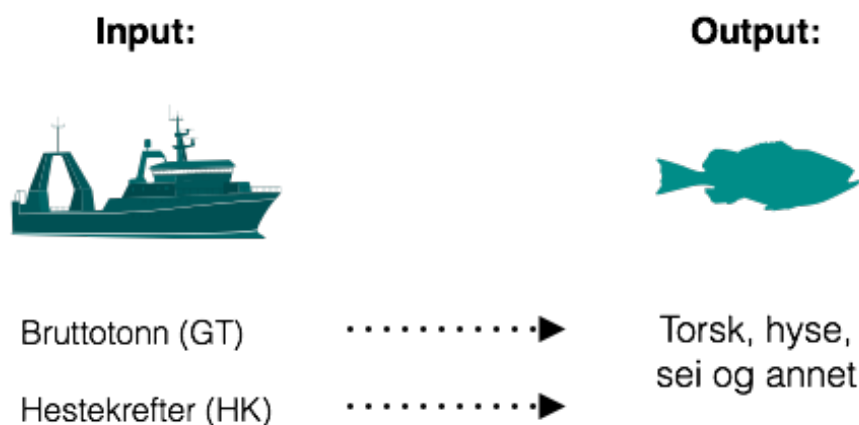
Analyse 1	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Totalt
Norske trålere	55	50	48	37	38	35	31	30	35	31	28	28	29	25	500
Islandske trålere	50	47	50	49	47	43	40	40	39	38	39	37	34	35	588
<b>Samlet utvalg</b>	<b>105</b>	<b>97</b>	<b>98</b>	<b>86</b>	<b>85</b>	<b>78</b>	<b>71</b>	<b>70</b>	<b>74</b>	<b>69</b>	<b>67</b>	<b>65</b>	<b>63</b>	<b>60</b>	<b>1088</b>

### 5.1.3 Variabelbeskrivelse

I analyser av teknisk effektivitet er det gjerne faste attributter ved fartøyene som blir brukt som innsatsfaktorer (inputs). Eksempler på fysiske egenskaper er bruttotonn (GT), lengden, bredden, motorkraft og utstyr (FAO, 2003). I tillegg til tekniske egenskaper ved fartøyene kan

bestandsnivået også ha en innvirkning på fartøyenes fangstmuligheter, jo tettere fisken står jo lettere er det å høste av den. Men hvis bestandsnivået er godt vil ikke biomassen ha så stor innvirkning på fangstmulighetene. Da er det i stedet tekniske egenskaper ved fartøyet som vil påvirke effektiviteten og kapasiteten (Zhou et al., 2003). I følge ICES (2016) er de norske og islandske bestandsnivåene på et historisk høyt nivå, og for at bestandsnivået ikke skal vektes for mye av modellen vil den i stedet gjenspeiles i den årlige totalkvoten (TAC) som brukes i regresjonsanalysen og som bestemmes ut i fra bestandsnivåer. En korrelasjonstest mellom de årlige TAC-verdiene og bestandsnivåer viser at de har en korrelasjon på 0,94 (se vedlegg).

Produksjonen kan enten måles i antall kg eller verdien på fangsten. Siden denne studien måler den tekniske effektiviteten til fartøyene over flere år, brukes kilo fanget fisk per fartøy per år som et mål på produksjonen. Variablene som brukes i denne analysen er illustrert i Figur 18:



Figur 18: Inputs og outputs som benyttes i analysen. Kilde på illustrasjonene: (Hreinsson og Bende, 2015))

### 5.1.3.1 Input

Tabell 4: Definisjon av faste inputs

Inputs	Beskrivelse
Bruttotonn ('GT')	Volumet på fartøyene
Hestekrefter ('HK')	størrelsen på fartøyets motor

I denne analysen brukes *hestekrefter* og *bruttotonn (GT)* som faste innsatsfaktorer. I følge Hsu et al. (2003) er data på GT et foretrukket mål på fartøyets størrelse, fordi lengden og

bredden til fartøyet inngår i beregningen. I tillegg sier GT noe om volumet på fartøyene og dermed hvor mye fisk som kan fanges og fraktes til land. Hestekrefter beskriver hvor mye fisk trålen kan dra inn og gir dermed gode indikasjoner på effektiviteten til fartøyet. Hestekrefter antyder også hvor raskt fartøy kan komme til fiskefeltet.

### 5.1.3.2 Output

Tabell 5: Definisjon av outputvariabler

<b>Outputs</b>	<b>Beskrivelse</b>
<i>Torsk</i>	Total fangst av torsk for hvert fartøy målt i kg per år
<i>Hyse</i>	Total fangst av hyse for hvert fartøy målt i kg per år
<i>Sei</i>	Total fangst av sei for hvert fartøy målt i kg per år
<i>Annet</i>	Total fangst av andre arter for hvert fartøy målt i kg per år

Produksjonen måles i fire outputvariabler; *torsk*, *hyse*, *sei* og *annet*. Både i det islandske- og norske trålfisket er torsk, hyse og sei de artene som det høstes mest av. I tillegg er uer (rødfisk) den nest største arten det fanges av på Island etter torsk, den inngår i 'annet'-variabelen i tillegg til andre arter.

### 5.1.4 Outlieranalyse

Som beskrevet i 4.2.1 er DEA-analyser svært sensitive overfor datagrunnlaget. For å sikre en høy reliabilitet til dataen og undersøkelsen, forsøker man å identifisere og utelukke atypiske observasjoner som kan skyldes feil eller mangler. I denne studien benyttes ulike kriterier som Coelli et al. (2005) beskriver for å identifisere eventuelle outliers i dataen. Først undersøkes observasjonene med deskriptiv statistikk, deretter plottes inputene bruttotonn og hestekrefter mot summen av alle outputs (total fangst). Plottene samt den deskriptive statistikken skal gi nyttig informasjon om hvilke DMUer eller faktorer en bør være spesielt oppmerksomme overfor under kjøringen av supereffektivitet og AP-analysen i de neste stegene. Til sist gjøres det en subjektiv vurdering på hvilke observasjoner som skal beholdes eller hvilke som skal fjernes fra utvalgene.



### 5.1.4.1 Deskriptiv statistikk av variablene

Tabell 6: Deskriptiv statistikk av inputene bruttotonn (GK) og hestekrefter (HK) for årene 2002-2015

Inputs	GT	HK
<i>Gjennomsnitt</i>	1 329	3 275
<i>Std.avvik</i>	701	1 497
<i>Minimum</i>	241	816
<i>Maksimum</i>	7 682	8 160

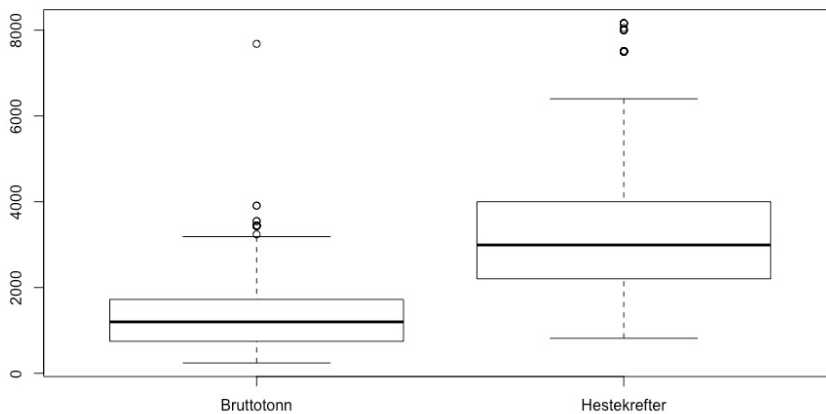
Det samlede utvalget av islandske og norske trålere består av 1088 observasjoner fordelt mellom 2002-2015. På det meste er det 105 forskjellige fartøy med ulike fysiske karakteristikk. Det er dermed ikke veldig overraskende at den deskriptive statistikken viser stor variasjon i innsatsfaktorene bruttotonn og hestekrefter. Også for de ulike outputene er det stor variasjon mellom hvor mye de ulike trålerne fanger av hver art. I Tabell 7 presenteres den deskriptive statistikken for de ulike outputene og den samlede totalfangsten.

Tabell 7: Deskriptiv statistikk av de ulike outputvariablene i utvalget (målt i kg):

Outputs	Torsk	Hyse	Sei	Andre	Total fangst
<i>Gjennomsnitt</i>	1 808 160	654 603	1 249 418	1 130 419	4 842 600
<i>Std.avvik</i>	1 380 151	614 977	997 361	1 181 271	2 144 510
<i>Minimum</i>	0	0	0	2 551	522 574
<i>Maksimum</i>	7 880 502	3 648 012	7 130 787	7 581 750	11 875 603

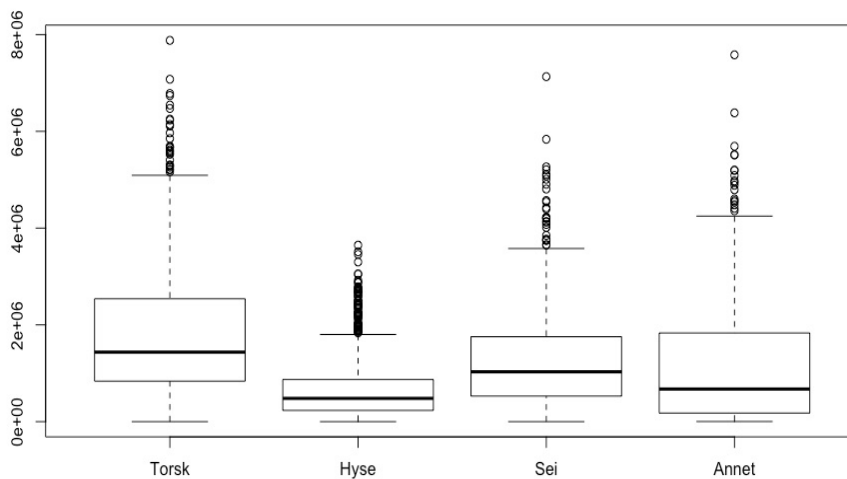
### 5.1.4.2 Boxplot av input og output

I boxplotene lenger ned vises fordelingen av innsatsfaktorene bruttotonn og hestekrefter. Figuren viser en negativ fordeling for begge faktorene og potensielle outliers som befinner seg utenfor den horisontale streken ("whiskers") (Lind et al., 2014). For bruttotonn er det én enhet som skiller seg mye ut med 7.681 i GT (DMU 471) og for hestekrefter er det flere enheter med opp mot 8.000 HK. Etter nærmere undersøkelse viser det seg at det er én observasjon (DMU 70) som mangler verdi for hestekrefter og som må lukes ut.



Figur 19: Boxplot av innsatsfaktorene bruttotonn og hestekrefter

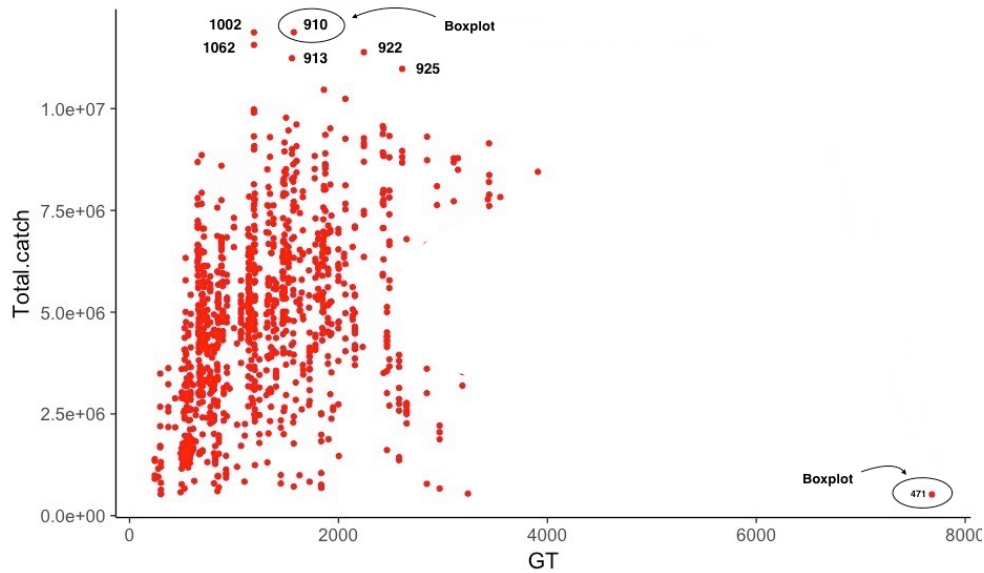
I Figur 20 vises boxplot av de ulike outputvariablene. Fordelingen viser flere potensielle outliers. For variablene torsk, sei og annet er det noen fartøy med ekstremt høy fangst, på henholdsvis 7.880 tonn torsk (DMU 910), 7.130 sei (DMU 578) og 7.582 tonn av andre arter (DMU 690).



Figur 20: Boxplot av outputvariablene torsk, hyse, sei og annet

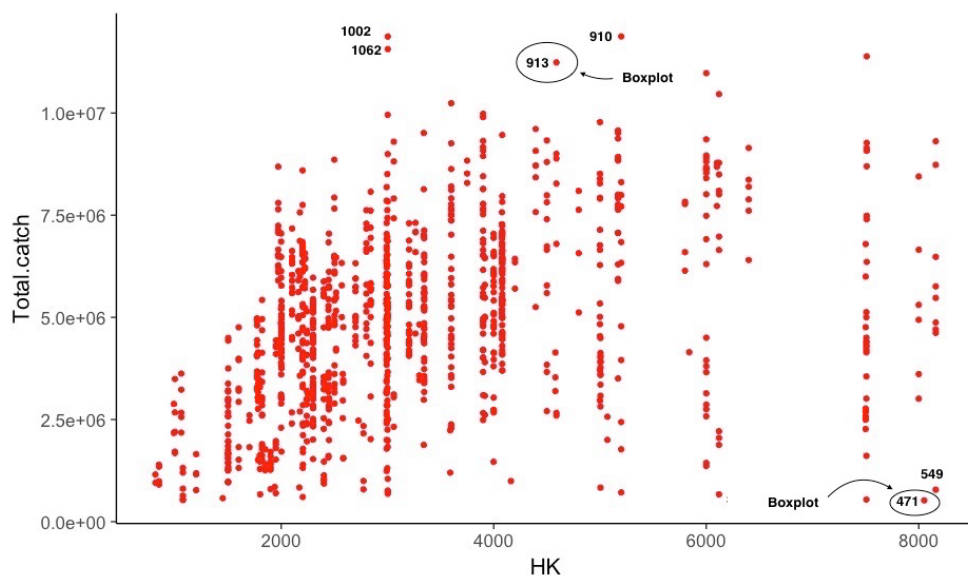
### 5.1.4.3 Plot

For å se nærmere på sammenhengen mellom inputs og output plottes innsatsfaktorene bruttotonn (GT) og hestekrefter (HK) mot den totale fangsten (summen av torsk, hyse, sei og annet).



Figur 21: Plot av bruttotonn (GT) mot total fangst

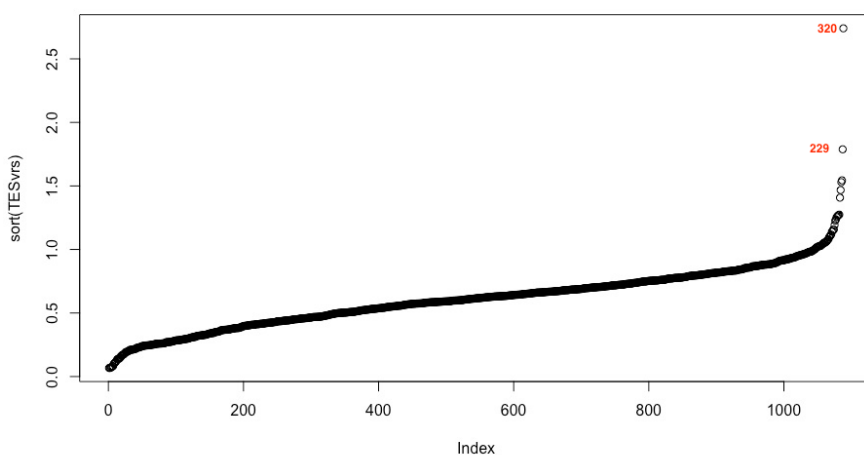
I plotet GT mot total fangst er det seks observasjoner som har veldig høy fangst og liten GT (DMU 910, 913, 922, 925, 1002 og 1062) og én observasjon som har veldig liten fangst og stor GT (DMU 471). Fire av observasjonene viser seg også igjen i plotet av HK mot totalfangst i Figur 22 under. Observasjon 910 og 913 i begge plotene viste seg også i boxsplotene med henholdsvis høy GT og mye fangst av torsk. De andre observasjonene som er navngitt i plotene har i all hovedsak bare en stor totalfangst og utgjør ikke en del av den effektive fronten.



Figur 22: Plot av hestekrefter (HK) mot total fangst

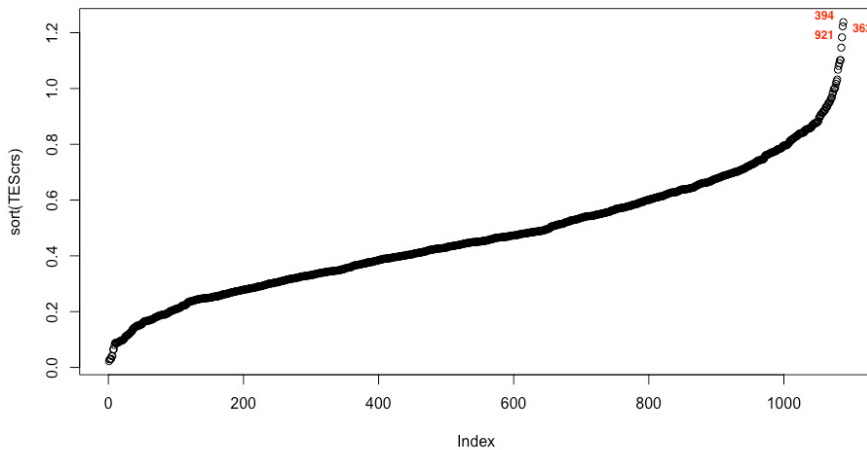
#### 5.1.4.4 Supereffektivitet

Supereffektivitet er en metode som egner seg godt til å identifisere og utelukke enheter som har en stor innvirkning på frontens plassering. Det kan enten gjøres ved å sette en øvre grense for supereffektivitetsscoren eller luke ut supereffektive enheter som skiller seg mye ut fra massen. I denne studien brukes plot av supereffektivitetsscoren til å luke ut atypiske enheter.



Figur 23: Plot av supereffektivitetsscore med variabelt skalautbytte

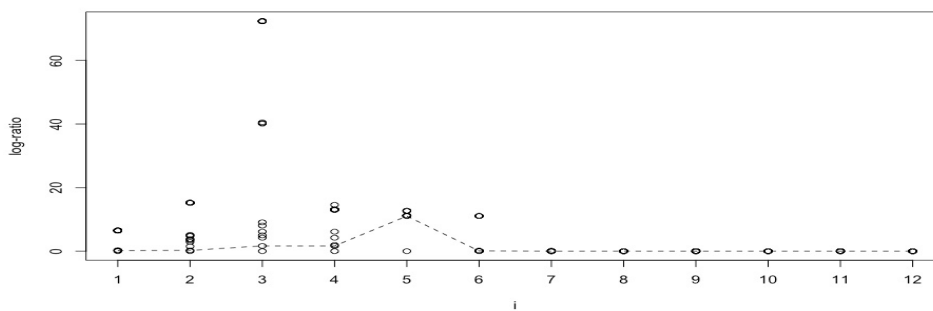
I Figur 23 er det to enheter som anses å ha for høy VRS supereffektivitetsscore. Den ene skiller seg mye ut med en score på 2,74 (DMU 320), den andre skiller ut med en score på 1,79 (DMU 229). I CRS plotet er supereffektivitetsscoren mye lavere, men det er allikevel tre enheter som anses å ha for stor påvirkning på den effektive fronten med CRS supereffektivitetsscore på 1,24 (DMU 394), 1,22 (362) og 1,18 (921).



Figur 24: Plot av supereffektivitetsscore mot vanlig effektivitetsscore for VRS og CRS

#### 5.1.4.5 AP-Analyse

I programmeringsverktøyet R finnes FEAR-datapakken (Wilson, 2008) med syntax for å identifisere grupper av outliers som kamufleres i f.eks en supereffektivitetsmetode. I Figur 25 vises det logaritmiske forholdet mellom observert  $R^{(i)}$  og  $R^{(i)min}$  og effekten av å fjerne grupper av outliers. Plotet viser at dette log-forholdet er veldig stort med en tydelig topp med en gruppe på fem enheter ( $r = 5$ ). Effekten av å fjerne den gruppen er tilnærmet lik null og det besluttes å ikke vektlegge disse resultatene noe ytterligere.



$r$	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	$R_{\min}^{(i)}$
1	5												0,00149
2	7	4											3,60E-10
3	7	3	6										1,35E-41
4	7	3	6	5									2,99E-47
5	7	4	3	6	5								4,63E-52
6	471	7	4	3	6	5							4,25E-52
7	928	471	7	4	3	6	5						4,19E-52
8	993	1051	471	7	4	3	6	5					4,13E-52
9	989	993	1051	471	7	4	3	6	5				4,08E-52
10	989	1047	993	1051	471	7	4	3	6	5			4,01E-52
11	928	994	992	993	1051	471	7	4	3	6	5		3,97E-52
12	992	1050	991	989	993	1051	471	7	4	3	6	5	3,93E-52

Figur 25: Log-ratio plot og  $R^{(i)}$  min matrise

#### 5.1.4.6 Endelig utvalg

I kapittel 5.1.4.1 til 5.1.4.5 har det samlede utvalget blitt undersøkt for feilrapporteringer eller potensielle outliers. På grunnlag av de ulike undersøkelsene har det blitt besluttet å fjerne åtte enheter fra datasettet. Den første ble fjernet fordi den ikke hadde noen verdi på hestekrefter, de to neste ble fjernet ved boxplot, plot og supereffektivitetsscore. Til sist ble det fjernet to supereffektive fra VRS-modellen og tre fra CRS-modellen ved visuelt plott. Tabell 8 viser hvilke enheter som fjernes og hvordan de ble identifisert som enten ekstremt gode eller ekstremt dårlige observasjoner. De gode ble fjernet på grunnlag av at de vil påvirke fronten og de dårlige vil påvirke gjennomsnittet.

Tabell 8: Oversikt over hvilke enheter som skal fjernes fra det samlede utvalget

Identifisert	DMU	år
hadde ingen HK-verdi	70	2002
boxplot og plot	471	2006
boxplot og plot	910	2013
VRS supereffektivitet	320	2005
VRS supereffektivitet	229	2004
CRS supereffektivitet	394	2006
CRS supereffektivitet	362	2005
CRS supereffektivitet	921	2013

I tabellen under presenteres det endelige utvalget av islandske og norske trålere som er utgangspunktet for analyse 1:

Tabell 9: Endelig utvalg for analyse 1: beregning av tekniske effektivitet av islandske og norske trålere

År	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Totalt
Antall fartøy	105	97	98	86	85	78	71	70	74	69	67	65	63	60	1088
Fjernet	1	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	8
<i>N<sub>Samlet</sub></i>	<b>105</b>	<b>97</b>	<b>97</b>	<b>84</b>	<b>83</b>	<b>78</b>	<b>71</b>	<b>70</b>	<b>74</b>	<b>69</b>	<b>67</b>	<b>63</b>	<b>63</b>	<b>60</b>	<b>1081</b>

## 5.2 Resultater

I dette kapittelet presenteres resultatene fra analysene av ren teknisk effektivitet ( $TE_{VRS}$ ), totaleffektivitet ( $TE_{VRS}$ ) og skalaeffektivitet (SE). I tillegg presenteres det en mer detaljert beregning av skalaforhold. Til slutt søkes det å forklare de ulike effektivitetsresultatene gjennom en regresjon mot ulike uavhengige variabler.

### 5.2.1 Teknisk effektivitet

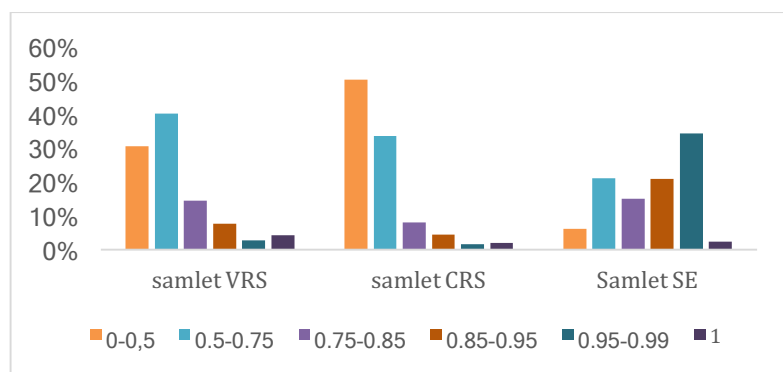
Tabell 10 presenterer den samlede gjennomsnittlige effektivitetsscoren, antall effektive fartøy og standardavviket for de islandske og norske trålerne samlet. Resultatene fra tabellen viser at det for hele utvalget er en liten andel som er totaleffektive og rent teknisk effektive, med en gjennomsnittsscore på henholdsvis 0,614 og 0,515. Skalaeffektiviteten for hele perioden er på 0,839 med 26 skalaeffektive enheter.

Tabell 10: Ren teknisk effektivitet ( $TE_{VRS}$ ), totaleffektivitet ( $TE_{CRS}$ ) og skalaeffektivitet ( $SE$ ) samlet for årene 2002-2015

	Metode	Effektive fartøy		StdAvvik	
		Gjennomsnitt	Antall fartøy		
<i>Islandske og norske trålere samlet</i>	TE vrs	1,99	0,61	46	0,22
	TE crs	2,57	0,52	22	0,22
	Skala (SE)	1,20	0,84	26	0,17
<i>Islandske trålere</i>	TE vrs	1,95	0,62	17	0,2
	TE crs	2,40	0,55	11	0,21
	Skala (SE)	1,15	0,88	15	0,14
<i>Norske trålere</i>	TE vrs	2,04	0,6	29	0,24
	TE crs	2,77	0,47	11	0,22
	Skala (SE)	1,27	0,79	11	0,19

De samlede fartøyene kunne økt produksjonen med 99% dersom de hadde vært rent teknisk effektive og 157% dersom de hadde vært toaleffektive. De islandske trålerne har høyere gjennomsnittlig effektivitetsscore ( $TE_{VRS}$  og  $TE_{CRS}$ ) og skalaeffektivitet enn de norske. Men det er flere av de norske trålerne som er rent teknisk effektive.

Figuren under viser fordelingen av effektivitetsscorene ved hjelp av histogrammer. For både ren- og totaleffektivitet finner vi en betydelig del av fartøyene med en effektivitetsscore  $< 0,5$ . For skalaeffektiviteten har 34% av fartøyene en skalaeffektivitet mellom 0,95 og 0,99.



Figur 26: Fordelingen av totaleffektivitet (CRS), ren teknisk effektivitet (VRS) og skalaeffektivitet (SE)



Denne studien ønsker å analysere utviklingen i effektiviteten til de norske og islandske trålerne i løpet av en periode på fjorten år. For å belyse denne utviklingen vises den rene gjennomsnittlige tekniske effektiviteten for perioden 2002-2015 for de islandske og norske trålerne. Resultatene fra tabellen viser at den tekniske effektiviteten til de islandske trålerne er relativt jevn i løpet av perioden, med laveste effektivitetsscore på 0,59 og høyeste på 0,73. Det tilsier at de hadde potensiale til å øke produksjonen med 41% på det meste og 27% på det laveste. Standardavviket er mer eller mindre jevnt, med en liten topp i starten og slutten av perioden.

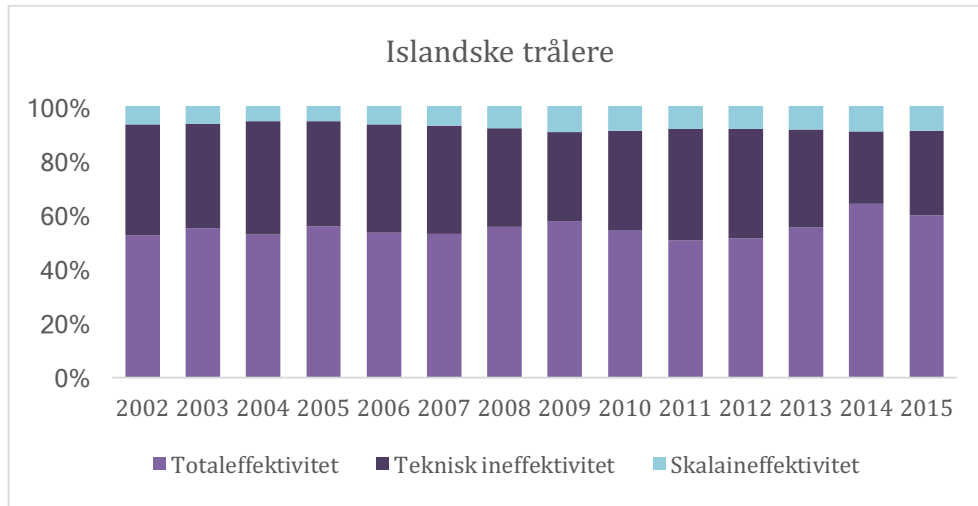
Tabell 11:  $TE_{VRS}$  effektivitetsresultater for perioden 2002-2015

<i>VRS</i>	Island			Norge		
	TEvrs	TEcrs	SE	TEvrs	TEcrs	SE
2002	0,59	0,53	0,88	0,36	0,29	0,83
2003	0,62	0,55	0,88	0,39	0,31	0,82
2004	0,58	0,53	0,89	0,46	0,38	0,83
2005	0,61	0,56	0,89	0,53	0,41	0,79
2006	0,6	0,54	0,87	0,55	0,44	0,80
2007	0,6	0,53	0,86	0,56	0,44	0,78
2008	0,63	0,56	0,88	0,62	0,48	0,78
2009	0,67	0,58	0,86	0,73	0,61	0,82
2010	0,63	0,54	0,86	0,79	0,65	0,84
2011	0,59	0,51	0,86	0,86	0,73	0,84
2012	0,6	0,52	0,86	0,83	0,66	0,79
2013	0,64	0,56	0,86	0,85	0,63	0,74
2014	0,73	0,64	0,87	0,75	0,49	0,66
2015	0,69	0,60	0,87	0,69	0,45	0,64
<b>Gj.snitt</b>	<b>0,63</b>	<b>0,55</b>	<b>0,87</b>	<b>0,64</b>	<b>0,50</b>	<b>0,78</b>

For de norske trålerne er det noe større variasjon i effektivitetsresultatene. På det meste hadde de norske trålerne potensiale til å øke produksjonen med 64% og 14% på det laveste. For de norske trålerne varierer standardavviket noe mer. Men sammenliknet med de islandske trålerne har de norske hatt en tydelig positiv utvikling frem til det høyeste observerte gjennomsnittsnivået på 0,86 i 2011.

Innen fiskerier kan en beregning av skalaeffektivitet gi nyttig informasjon om hvorfor fartøyene har ineffektiv produksjonsskala, og hva som er den optimale produksjonsskalaen for industrien, eller flåten. Figur 27 og Figur 28 viser sammenhengen mellom total

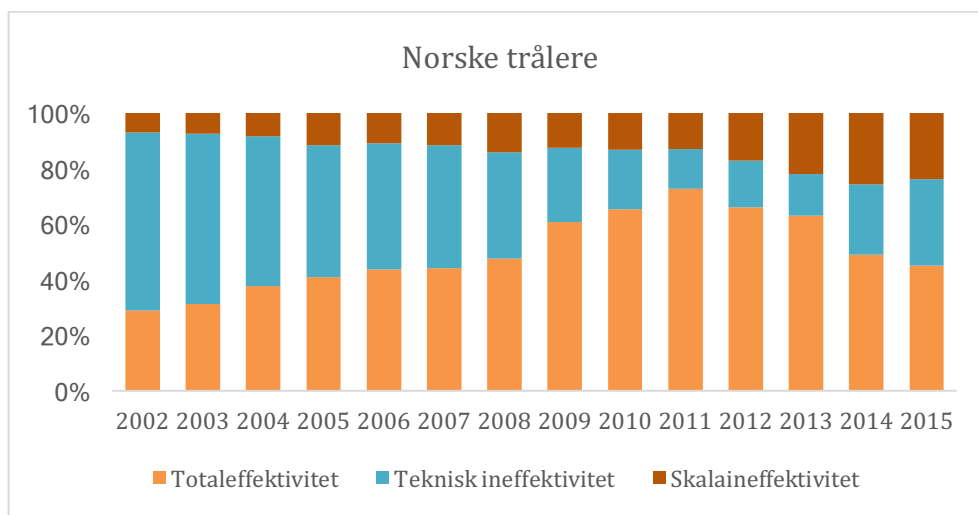
effektivitet, teknisk ineffektivitet og skalaineffektivitet for de islandske og norske trålerne. I bunnen av figuren er  $TE_{CRS}$  effektivitetsscoren, i midten er den gjennomsnittlige tekniske ineffektiviteten ( $1-TE_{VRS}$ ) og øverst er skalaineffektiviteten ( $1-SE$ ):



Figur 27: Effektivitet og ineffektivitet for islandske trålere i perioden 2002-2015

Figuren viser at forholdet mellom  $TE_{CRS}$ ,  $TE_{VRS}$  og  $SE$  har vært rimelig stabil for de islandske trålerne i perioden 2002 til 2015. En stor andel av ineffektiviteten skyldes teknisk ineffektivitet og i liten grad feil produksjonsskala. For de islandske trålerne har skala lite å si på effektiviteten.

Figuren for de norske trålerne viser en betydelig variasjon mellom  $TE_{CRS}$ ,  $TE_{VRS}$  og  $SE$  i løpet av perioden. Det skyldes først og fremst at effektiviteten til de norske trålerne har bedret seg i løpet av perioden. I starten av perioden skyldtes nesten all ineffektiviteten for liten produksjon gitt innsatsfaktorene. Utover perioden går den tekniske ineffektiviteten ned samtidig samtidig som skalaineffektiviteten øker. I 2011 skjer det et tydelig skille, da når effektiviteten en topp samtidig som den andelen som skyldes ineffektiv skala blir større enn den andelen som skyldtes ren teknisk ineffektivitet.



Figur 28: Effektivitet og ineffektivitet for norske trålere i perioden 2002-2015

## 5.2.2 Skalautvikling

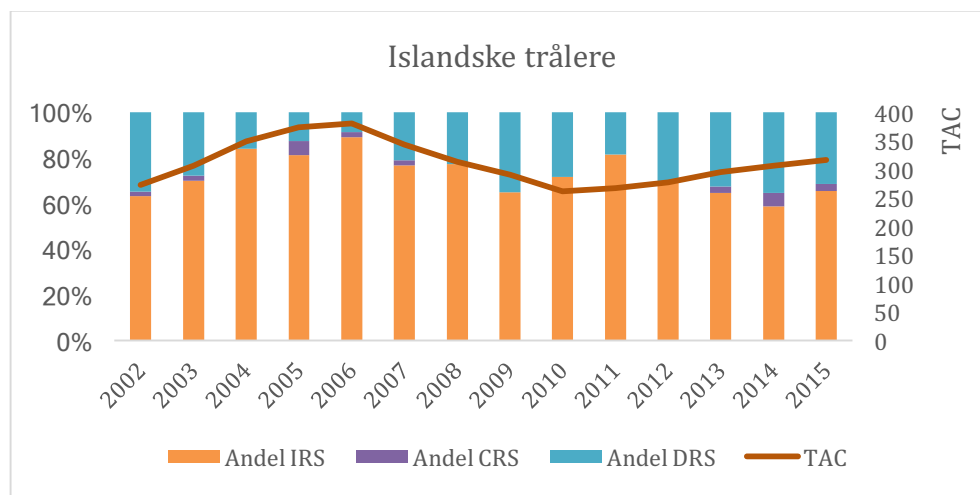
I følgende kapittel skal fartøyenes skalaegenskaper undersøkes for om de har operert med optimal størrelse, eller om de burde ha økt eller redusert skalaen. I tabellen under vises antall fartøy med økende (IRS), konstant (CRS) og avtakende skalautbytte (DRS). For hele perioden samlet har 72,8% hatt økende, 2,04% konstant og 25,2% avtakende. Utviklingen viser at antall fartøy med IRS har gått gradvis nedover. Antall med avtakende gikk ned fra 2002-2006, men har fra 2007 vært økende. Andelen som har konstant skalautbytte er i løpet av hele perioden på 22 fartøyer. Den kan være noe underestimert da grensen for CRS er satt til  $0,999 \leq \sum z_i \leq 1,000$ .

Tabell 12: Oversikt over antall fartøy med tiltakende (IRS), konstant (CRS) og avtakende (DRS) skalautbytte

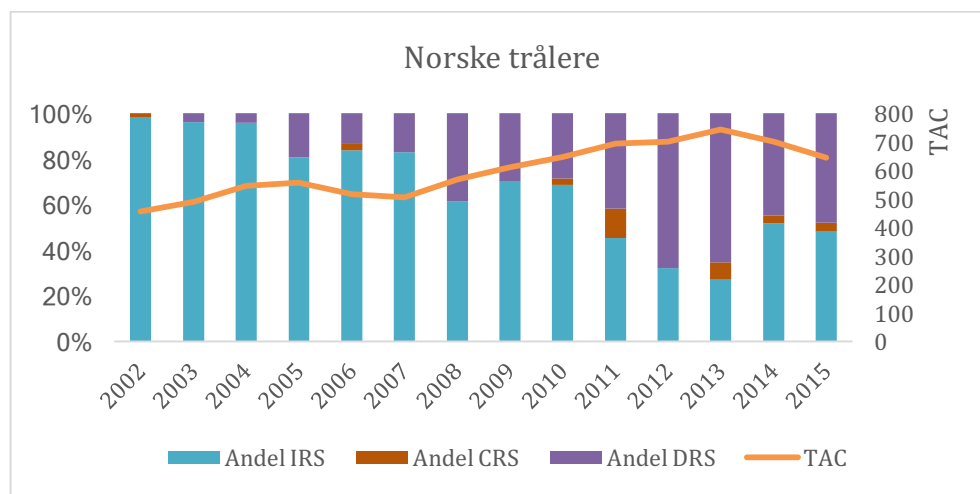
ÅR	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	SUM
IRS	85	81	87	68	72	62	50	47	52	45	36	31	35	35	786
CRS	2	1	0	3	2	1	0	0	1	4	0	3	3	2	22
DRS	17	15	10	13	9	15	21	23	21	20	31	29	25	23	272
Totalt	104	97	97	84	83	78	71	70	74	69	67	63	63	60	60

Figur 29 og Figur 30 viser skalautviklingen til de islandske og norske trålerne. For de islandske trålerne har skalautbyttet variert mye. Tendensen har vært at de skalaineffektive fartøyene enten har hatt for liten eller for stor skala. Figuren illustrerer en uventet

sammenheng mellom skalaineffektiviteten og totalkvoten (TAC) for de islandske trålerne. I år med høy totalkvote har fartøyene en tendens til å ha for liten skala, og i år med lav kvote har fartøyene for stor skala. Fra 2012 ser det ut til at aktørene har blitt flinkere til å tilpasse skalaen sin etter kvotegrunnlaget. Det ser ut til at skalaineffektiviteten i stor grad skyldes at fartøyene ikke har klart å tilpasse produksjonen sin godt nok på kort sikt.



Figur 29: Andel av de islandske fartøyene med konstant (CRS), økende (IRS) og avtakende skalautbytte (DRS)



Figur 30: Andel av de norske fartøyene med konstant (CRS), økende (IRS) og avtakende skalautbytte (DRS)

98% prosent av de norske trålerne hadde i 2002 for liten skala, men i løpet av perioden har andelen med for liten skala blitt redusert og andelen med avtakende skalautbytte har økt. I motsetning til de islandske trålerne har de norske hatt for stor skala i år med høy kvote, og for lav skala i år med liten kvote. Det tyder på at de norske har klart å tilpasse skalaen etter

kvotegrnlaget i større grad enn de islandske. I et fiske med omsettelige kvoter og uten reguleringer på antall kvoter per fartøy skulle en forvente at aktørene hadde bedre muligheter til å tilpasse produksjonen. Men resultatene fra skalautviklingen indikerer det motsatte, de indikerer at de norske trålerne har vært flinkere til å tilpasse produksjonen sin etter kvotenivået.

### 5.2.3 Produksjonspotensiale for de norske og islandske trålerne

Den tekniske effektivitetsanalysen av de norske og islandske trålerne er en output-orientert beregning. Det gjør det mulig å beregne hva den potensielle produksjonen ville vært dersom alle fartøyene hadde hatt optimal produksjon, gitt innsatsfaktorene. I beregningen av produksjonspotensiale tas det hensyn til at noen av fartøyene har potensiale til å produsere mer på grunn av slakk i enkelte av output-variablene (Torgersen et al., 1996, Bogetoft og Otto, 2011). I tabellene under vises det relative produksjonspotensial for de ulike outputene med variabelt skalautbytte. Resultatene vises som gjennomsnitt for hvert år.

Tabell 13: Gjennomsnittlig produksjonspotensial for de islandske trålernes output (VRS)

ÅR	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Torsk ( $y_1$ )	1,7	1,7	1,8	1,7	1,7	1,8	1,7	1,5	1,6	1,8	1,7	1,6	1,3	1,4
Hyse ( $y_2$ )	2,1	1,7	1,8	1,6	1,7	1,7	1,6	1,6	1,9	2,2	2,1	2,2	1,8	1,8
Sei ( $y_3$ )	4,3	2,7	2,3	2,1	1,9	2,0	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,1	1,6	1,9
Annet ( $y_4$ )	1,7	1,7	1,8	1,7	1,8	1,7	1,6	1,5	1,6	1,7	1,7	1,6	1,4	1,5

Tabell 14: Relativt produksjonspotensial for de norske trålernes output (VRS)

ÅR	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Torsk ( $y_1$ )	3,3	2,9	2,4	2,1	1,9	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,5
Hyse ( $y_2$ )	3,4	2,8	2,4	2,0	1,8	1,8	1,7	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,5
Sei ( $y_3$ )	3,2	2,7	2,3	1,8	1,8	1,8	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,3	1,6
Annet ( $y_4$ )	2,9	2,9	2,3	2,3	1,9	2,1	2,1	1,5	1,5	1,4	1,3	1,9	1,5	1,4

For de islandske trålerne viser resultatene at sei hadde størst forbedringspotensial i starten av perioden, men at forskjellene jevner seg ut etterhvert. For de norske trålerne er det ingen tydelige tendenser mellom outputene. De har alle et stort forbedringspotensial. Både de norske og islandske trålerne er begrenset av kvoter og i denne studien antas det at fartøyene har fangst etter kvotenivå. Dermed vil det ikke være mulig for fartøyene å øke fangsten slik at

de blir teknisk effektive uten at kvotene øker tilsvarende. Resultatene gir indikasjoner på at det fremdeles er for mange fartøy i fisket i forhold til kvotegrunnlaget og de tekniske innsatsfaktorene.

Tabell 15: Faktisk fangst, produksjonspotensial og TAC for perioden 2002-2015 (målt i tonn)

År	Islandske trålere				Norske trålere			
	Fangst tonn	Potensiell produksjon tonn	TAC tonn	Andel av TAC %	Fangst tonn	Potensiell produksjon tonn	TAC tonn	Andel av TAC %
2002	195 508	388 072	273 500	142 %	120 238	387 658	454 170	85 %
2003	209 480	382 566	306 500	125 %	136 650	378 574	487 735	78 %
2004	217 525	409 826	349 500	117 %	149 886	351 904	543 900	65 %
2005	220 447	392 188	374 000	105 %	141 302	281 577	556 400	51 %
2006	218 468	386 294	380 500	102 %	162 881	302 485	516 090	59 %
2007	198 515	361 127	344 000	105 %	157 939	293 398	505 140	58 %
2008	191 541	320 399	314 000	102 %	160 899	264 490	567 581	47 %
2009	203 126	323 923	290 500	112 %	178 294	253 384	609 786	42 %
2010	190 068	322 223	261 500	123 %	226 116	295 034	645 151	46 %
2011	173 778	323 573	267 000	121 %	220 864	267 681	693 215	39 %
2012	178 692	328 411	277 500	118 %	207 346	253 446	699 209	36 %
2013	184 940	315 974	295 000	107 %	201 455	245 078	742 926	33 %
2014	199 809	286 474	306 700	93 %	214 628	289 702	700 122	41 %
2015	193 372	299 390	317 400	94 %	175 085	259 726	643 659	40 %

I tabellen over vises den faktiske produksjonen og hva produksjonen kunne vært dersom fartøyene hadde vært rent teknisk effektive. Først og fremst viser tabellen at de islandske trålerne hadde større fangst enn de norske frem til 2009. Etter det har de norske fartøyene en større fangst enn de islandske. Den faktiske fangsten til de islandske trålerne utgjør over 60% av TAC for hele perioden, det tilsvarende tallet for de norske er på 29%. I ”Andel av TAC” vises forholdet mellom den potensielle produksjonen og totalkvoten (TAC) for de ulike årene. Den viser at de islandske har et produksjonspotensial som er større en TAC helt frem til 2014.

#### 5.2.4 Regresjonsanalyse

I trinn to kjøres den tekniske VRS effektivitetsscoren mot flere uavhengige variabler for å undersøke hvor mye de påvirker eller forklarer variasjoner i effektivitetsscoren. Tabell 16 viser de uavhengige variablene som benyttes i regresjonen:

Tabell 16: Definisjon av uavhengige variabler

<i>Uavhengige variabler</i>	Beskrivelse
<i>Fartøyalder</i>	Alderen til fartøyene målt fra året analysen kjøres og når de ble bygget
<i>TAC</i>	Totalkvoten for de ulike årene for torsk, hyse og sei målt i tusen tonn
<i>Årsdummy</i>	Dummyvariabel for hvert år, med 2002 som basisår
<i>Land</i>	Dummy for norske eller islandske trålere, 1 for norske og 0 for islandske

*Fartøyalderen* er beregnet som forskjellen mellom året analysen kjøres og byggeåret for fartøyet og måles i antall år. *Fartøyalderen* er med for å se om fartøyenes ulike alder kan forklare noe av forskjellene. *TAC* er den årlige totalkvoten for det islandske og norske fisket oppgitt i tusen tonn for artene torsk, hyse og sei samlet. Siden både det islandske og det norske trålfisket er regulert av kvoter er det ønskelig å se hvilken effekt de har på effektivitetsscoren. Men siden det ikke var tilgjengelig kvotedata for hvert enkelt fartøy benyttes *TAC*. *Årsdummy* er ulike dummyvariabler for hvert år i analysen, med 2002 som basisår. Den har til hensikt å se om de ulike årene kan forklare noe av forskjellen i effektivitetsscoren. Dummyvariabelen *land* skal se på effekten av om trålerne er norske eller islandske.

Tabell 17: Deskriptiv statistikk for de forklarende variablene *fartøyalder*, *TAC* og den uavhengige variabelen *TEvrs*

	Samlet : 1080 obs			Islandske: 585 obs			Norske: 495 obs		
	Fartøyalder	TAC	TEvrs	Fartøyalder	TAC	TEvrs	Fartøyalder	TAC	TEvrs
<i>Gj.snitt</i>	21,60	435,80	0,61	26,00	313,40	0,62	16,40	580,30	0,60
<i>StdAvvik</i>	10,90	148,70	0,22	9,30	38,00	0,20	10,40	89,10	0,24
<i>Min</i>	0,00	261,50	0,07	0,00	261,50	0,07	0,00	454,20	0,07
<i>Maks</i>	49,00	742,90	1,00	47,00	380,50	1,00	49,00	742,90	1,00

Den deskriptive statistikken av de uavhengige variablene viser at den gjennomsnittlig totalkvoten er atskillig lavere i det islandske fisket enn for det norske. I tillegg er trålerne på island nesten dobbelt så gamle som de norske.

Lengre ned vises resultatene fra regresjonsanalysen for det samlede utvalget. De ulike koeffisientene ( $\beta$ ) gir et estimat på hvor mye den tekniske effektiviteten endres dersom de uavhengige variablene endres. En positiv koeffisient gir økning i den tekniske

effektivitetsscoren til fartøyene, mens en negativ koeffisient gir en nedgang. I regresjonsanalysen besluttes det at variablene må ha et signifikansnivå på under 5% for at de skal ha en signifikant påvirkning effektivitetsscoren.

I regresjonsmodellen forklarer de uavhengige variablene 27,7% av variasjonen i effektivitetsscorene ( $R^2 = 0,277$ ). Variablene som har en signifikant effekt på den tekniske effektivitetsscoren er land, totalkvote (TAC) og årene 2009 til 2015:

$$TE_{VRS} = 0,19 - D_{land} * 0,36 + TAC * 0,0013 + D_{09} * 0,12 + D_{10} * 0,13 + D_{11} * 0,10 + D_{12} * 0,08 + D_{13} * 0,07 + D_{14} * 0,097 + D_{15} * 0,074$$

Land har på det meste en negativ effekt på -0,36. Det vil si at forskjellen i effektivitetsscoren mellom et norsk og islandsk fartøy er på 0,35. Det er en veldig stor effekt når den gjennomsnittlig effektivitetsscoren viser en gjennomsnittlig forskjell på 0,02 (0,62-0,60).

Totalkvoten (TAC) har positiv effekt på modellen på 0,0012. Den deskriptive statistikken viste at de norske fartøyene har en gjennomsnittlig TAC som er nesten dobbelt så stor som de islandske, slik at den negative effekten av å være norske fartøy blir litt mindre. Videre viser resultatene at årene fra 2009 til 2015 øker effektivitetsscoren med 0,73 på det lavest (2013) og 0,13 på det høyeste (2010).



```
Call:
lm(formula = TEvrs ~ Fartøyalder + Land + TAC + year.f, data = data)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.5867 -0.1138 -0.0001  0.1216  0.5937
```

```
Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.1938828  0.0350399   5.533 3.96e-08 ***
Fartøyalder -0.0001542  0.0005893  -0.262 0.793653
Land         -0.3585531  0.0306531 -11.697 < 2e-16 ***
TAC          0.0012653  0.0001054  12.002 < 2e-16 ***
year.f2003   -0.0181454  0.0265052  -0.685 0.493746
year.f2004   -0.0530573  0.0277968  -1.909 0.056563 .
year.f2005   -0.0382078  0.0297367  -1.285 0.199117
year.f2006   -0.0155076  0.0290903  -0.533 0.594087
year.f2007   0.0303880  0.0288276   1.054 0.292064
year.f2008   0.0448694  0.0298919   1.501 0.133639
year.f2009   0.1162138  0.0302122   3.847 0.000127 ***
year.f2010   0.1278168  0.0298981   4.275 2.08e-05 ***
year.f2011   0.1006020  0.0313108   3.213 0.001353 **
year.f2012   0.0800400  0.0317693   2.519 0.011901 *
year.f2013   0.0734136  0.0334495   2.195 0.028397 *
year.f2014   0.0970150  0.0331800   2.924 0.003530 **
year.f2015   0.0740677  0.0326860   2.266 0.023649 *
```

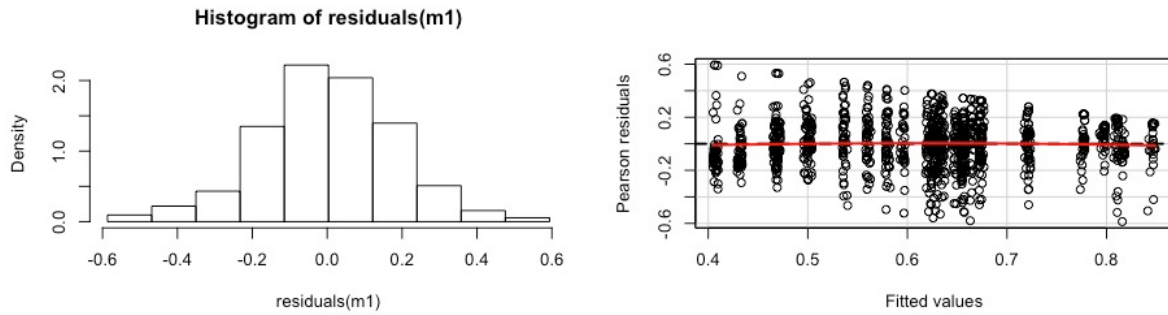
```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 0.1856 on 1063 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2777, Adjusted R-squared:  0.2669
F-statistic: 25.55 on 16 and 1063 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Figur 31: Resultat fra regresjonsanalysen

#### 5.2.4.1 Tester modellen for heteroskedastisitet

En av de viktigste antakelsene i lineær regresjon er at residualene bør være normalfordelt og at  $\text{var}(e_i)$  ikke bør øke med  $v_i$ -verdiene. For analysen av de islandske og norske trålerne undersøkes modellen for heteroskedastisitet med plot av residualene, et histogram og en 'White-test'.



Figur 32: Undersøker for heteroskedastisitet med histogram og plot av residualene

Figurene viser at residualene ( $e_i$ ) er nærmest normalfordelt og at gjennomsnittet er tilnærmet lik null. Det er ingen klare indikasjoner på at heteroskedastisitet, men for å være helt sikker testes modellen med en White-test:  $H_0: v_1 = v_2 = v_3 = 0$  mot  $H_1$ : ikke alle  $v_s$  i  $H_0$  er null. Resultatene fra testen viser at den estimerte  $X^2 = 25,359 < X^2_{(0,95, 17)} = 27,58711$  med en p-verdi =  $0,087 > 0,05$ . Det tilsier at null hypotesen beholdes og det konkluderes med at modellen ikke lider av heteroskedastisitet (se vedlegg).

## 6 Analyse 2: Kapasitet og kapasitetsutnyttelse

I denne analysen beregnes produksjonskapasiteten til norske trålere for årene 2002-2015. Metoden som benyttes er en teknisk-økonomisk DEA-beregning av kapasitet som ble først utviklet av (Färe et al., 1989), og som står beskrevet i kapittel 4.1.1- 4.1.1.2. Før analysene kjøres og resultatene beskrives blir datagrunnlaget presentert i kapittel 6.1. Der beskrives utvalget og de ulike variablene som brukes for å beregne kapasiteten. I tillegg til de ulike testene som gjennomføres for å sikre at dataen er pålitelig og sikrer at analysene måler det de faktisk skal gjøre (Johannessen et al., 2011).

I 6.2 presenteres resultatene fra analysene. Først den gjennomsnittlige kapasiteten og kapasitetsutnyttelsen for de norske trålerne i årene 2002 til 2015. Deretter presenteres utviklingen i produksjonskapasitet, overkapasitet og variabel utnyttelsesgrad og til sist presenteres resultatene fra regresjonsanalysen.

### 6.1 Datamateriale

I analysen av produksjonskapasiteten og kapasiteten brukes data som beskriver fangsten- og de tekniske parameterne til de norske trålerne, i tillegg til data som beskriver innsatsen i fisket. Hvordan dataen hentes inn er allerede beskrevet i avsnitt 5.1.1.

#### 6.1.1 Utvalget

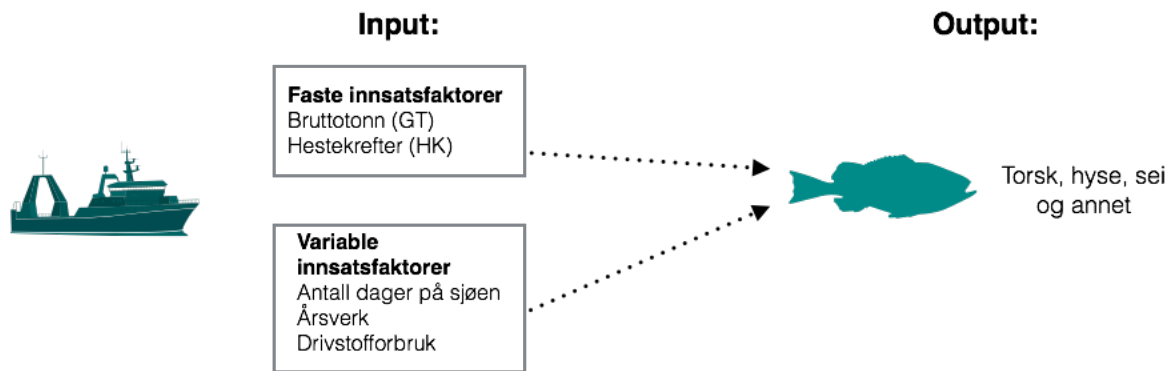
Tabellen under viser antall torsketrålkonsesjoner og utvalget av norske trålere som var tilgjengelig for analysen. Både antall konsesjoner og antall trålere i utvalget går gradvis nedover i løpet av perioden.

Tabell 18: Utvalget av norske trålere i perioden 2002-2015

<i>Analyse 2</i>	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Totalt
<i>Torsketrålkonsesjoner</i>	102	98	91	75	61	55	43	42	41	40	38	37	37	37	797
<i>Utvalg: norske trålere</i>	55	50	49	37	38	35	31	30	35	31	28	28	29	25	501

## 6.1.2 Variabelbeskrivelse

I beregning av produksjonskapasiteten deles innsatsfaktorene i to typer inputs, faste inputs som beskriver tekniske egenskaper ved fartøyene og variable inputs som beskriver innsatsen i fisket. Produksjonen er i likhet med analysen 1 antal kg fangst av outputene torsk, hyse, sei og anet.



Figur 33: Inputs og outputs som benyttes i analysen. Kilde på illustrasjonene: (Hreinsson og Bende, 2015)

Kapasitetsberegningen brukes variable innsatsfaktorer i tillegg til de faste innsatsfaktorene *bruttotonn (GT)* og *hestekrefter (HK)* som ble beskrevet i 5.1.3.1. De variable innsatsfaktorene er *antall dager på sjøen*, *årsverk* og *drivstofforbruket*. Outputvariablene er de samme som brukes i analyse 1; *torsk*, *hyse*, *sei* og *annet* målt i kg fanget fisk for hvert fartøy.

Tabell 19: Definisjon av faste inputs, variable inputs og outputs

<b>Faste Inputs</b>	<b>Beskrivelse</b>
<i>Bruttotonn ('GT')</i>	Volumet på fartøyene
<i>Hestekrefter ('HK')</i>	størrelsen på fartøyets motor
<b>Variable inputs</b>	<b>Beskrivelse</b>
<i>Antall dager på sjøen</i>	Antall dager fartøyet er på havet
<i>Årsverk</i>	Antall årsverk for hvert fartøy
<i>Drivstofforbruk</i>	Bensinforbruket målt i liter
<b>Outputs</b>	<b>Beskrivelse</b>
<i>Torsk</i>	Total fangst av torsk målt i kg per år
<i>Hyse</i>	Total fangst av hyse målt i kg per år
<i>Sei</i>	Total fangst av sei målt i kg per år
<i>Andre</i>	Total fangst av andre arter målt i kg per år

Antall dager sjøen angir hvor mange dager i løpet av året som trålerne fisker og gir en god indikasjon på innsatsen. Drivstoffforbruket beskrives forbruket av drivstoff målt i liter. Den er beregnet med utgangspunkt i rapporterte drivstoffkostnader og en gjennomsnittlig literpris for å anslå forbruket mål i liter. Årsverk gjenspeiler en operasjonelle kostnader gjennom lønn og dermed innsats. Både antall dager på sjøen og drivstoffforbruket kan være potensielle feilkilder i denne studien. Antall dager fordi det er et tall de ulike aktørene setter på slutten av året, og som i realiteten burde vært sjekket opp mot antall dager fartøyene har landet fisk. Drivstoffet er en potensiell feilkilde fordi enkelte fartøy kan ha fått andre priser og dermed et annet forbruk, men drivstoff er en av de viktigste kostnadene de ulike fartøyene og dermed en viktig faktor å ha med.

### 6.1.3 Outlieranalyse

Det norske utvalget som skal undersøkes for feilmålinger eller atypiske observasjoner består av 501 enheter fra 2002-2015. Dataen skal i likhet med analyse 1 undersøkes med deskriptiv statistikk, ulike plot, supereffektivitet og AP-analyse.

#### 6.1.3.1 Deskriptiv statistikk

Tabell 20: Deskriptiv statistikk av faste og variable innsatsfaktorer for hele perioden

	Faste inputs		Variable inputs		
	GT	HK	Dager på sjøen	Årsverk	Drivstoffforbruk
<i>Gjennomsnitt</i>	1 401	3 573	290	18	2 604 333
<i>Standardavvik</i>	807	1 688	63	6	1 286 797
<i>Minimum</i>	241	816	68	5	147 765
<i>Maksimum</i>	3 909	8 000	365	33	6 044 296

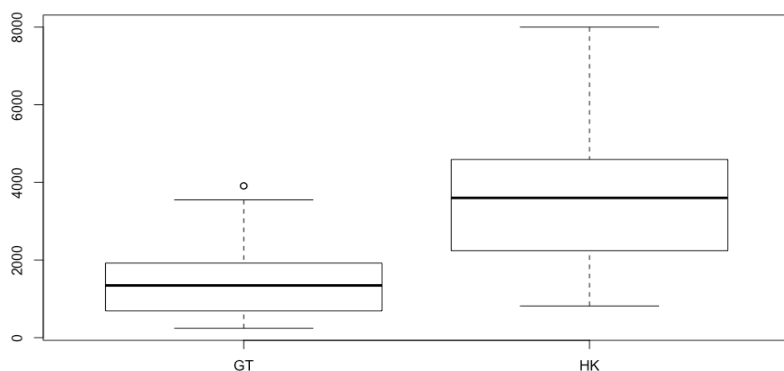
Den deskriptive statistikken viser at de norske trålerne har stor variasjon i innsatsfaktorene, der spesielt GT har et høyt standardavvik som bør undersøkes nærmere. Standardavviket for outputvariablene viser som forventet store sprik mellom minste verdi og største verdier. Det er helt naturlig i et fiskeri med ulike kvoter for de forskjellige artene. Ettersom hver landing blir registrert er det ikke grunn til å mistenke store feilrapporteringer for hele året.

Tabell 21: Deskriptiv statistikk av outputvariablene (mål i kg)

outputs	Torsk	Hyse	Sei	Other
<i>Gjennomsnitt</i>	1 993 100	887 920	1 682 818	387 881
<i>Standardavvik</i>	1 422 389	744 154	1 074 197	496 915
<i>Minimum</i>	146 489	15 129	844	5 992
<i>Maksimum</i>	7 880 502	3 648 012	7 130 787	3 484 472

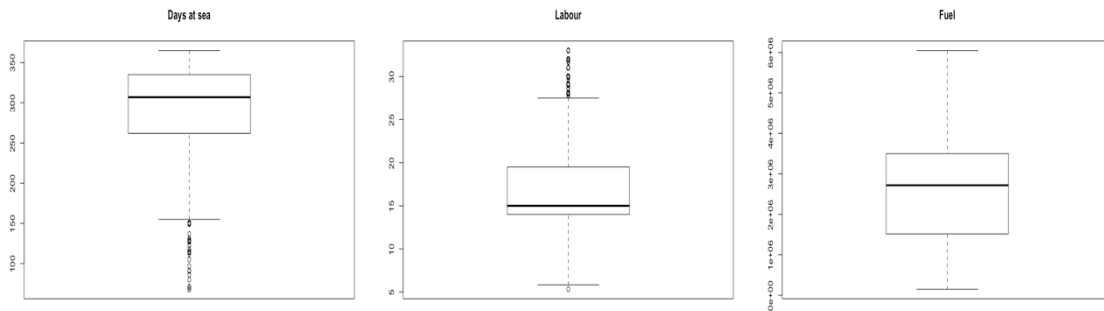
### 6.1.3.2 Boxplot av input og output

I Figur 34 vises boxplotet for de faste innsatsfaktorene, den viser at begge variablene har en negativ skjevhet med flere fartøy i den nedre kvartilen. Til forskjell fra det samlede utvalget i analyse 1, er det bare bruttotonn som viser en potensiell outlier på 3.909 GT (DMU 475).



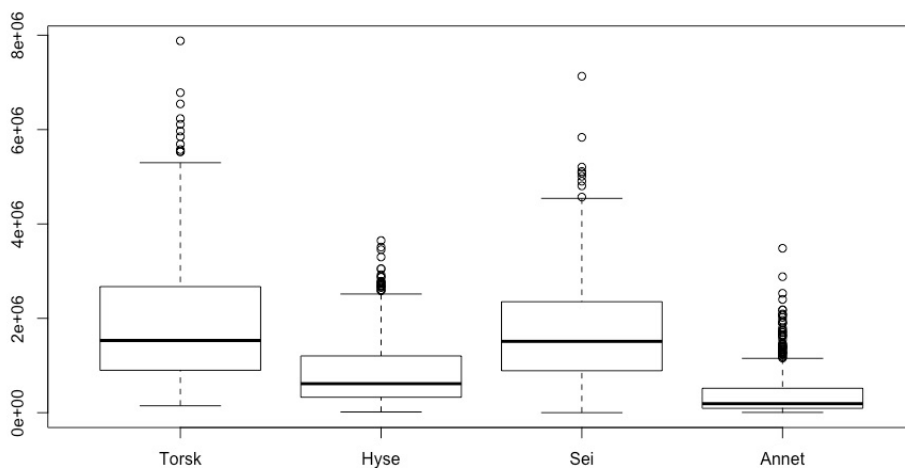
Figur 34: Boxplot av de faste innsatsfaktorene bruttotonn (GT) og hestekrefter (HK)

Figur 35 viser at antall dager på sjøen har en positiv skjevhet med flere potensielle outliers. Hovedsakelig er det fartøy som har færre enn 140 fiskedager i løpet av år. Årsverk og drivstofforbruk har en liten negativ skjevhet med outliers både i den øvre og en nedre delen. For drivstofforbruket er det ingen potensielle outliers som kommer frem. De variable innsatsfaktorene er inputene som aktørene kan varierer på kort sikt (i løpet av et år) og som påvirker produksjonskapasiteten i et fiske. I denne studiene hvor tidsperioden går over fjorten år, er det helt naturlig at de varierer mye.



Figur 35: Boxplot av de variable innsatsfaktorene "antall dager på sjøen", "årsverk" og "drivstofforbruk"

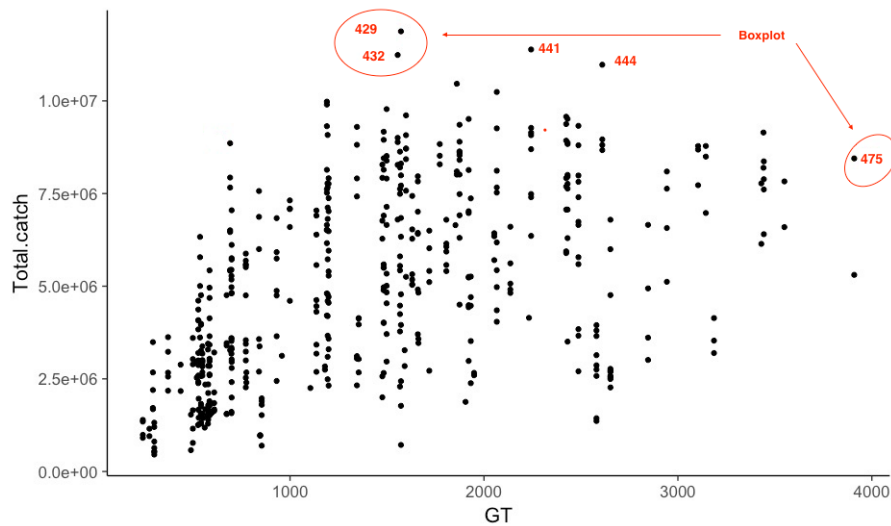
Fordelingen av outputvariablene presenteres i figuren under. Alle variablene viser at det er stor spredning i hvor mye fisk som fanges av de ulike artene i løpet av perioden 2002-2015. Allikevel er det noen potensielle outliers for torsk, sei og andre arter som bør undersøkes nærmere i de neste undersøkelsene.



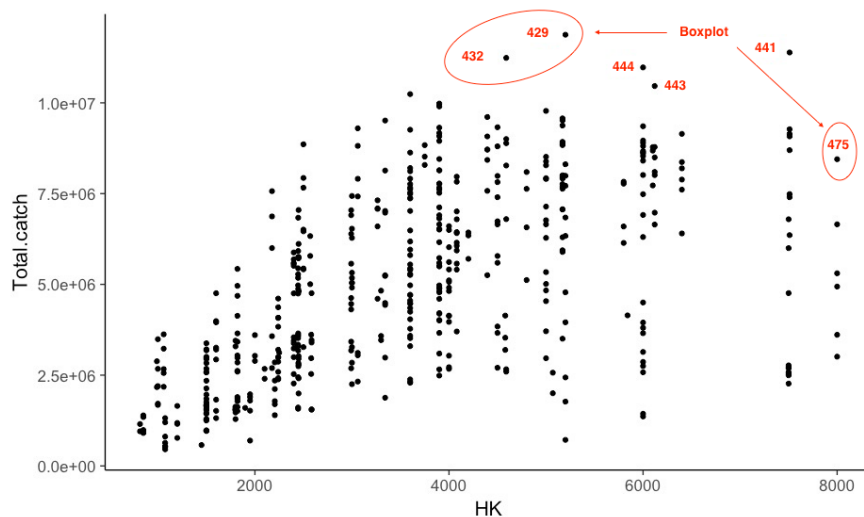
Figur 36: Boxplot av outputvariablene "torsk", "hyse", "sei" og "annet" for hele perioden

### 6.1.3.3 Plot

Plot av innsatsfaktorene (GT, HK) mot den totale fangsten (torsk, hyse, sei og annet) viser sammenhengen mellom inputs og outputs. I plotet av GT mot den totale fangsten er det fem enheter som fremtrer som atypiske. I plotet av hestekrefter mot total fangst er det de samme fem enhetene som kommer frem som potensielle outliers.



Figur 37: Plot av "bruttotonn" (GT) mot total fangst



Figur 38: Plot av "hestekrefter" mot total fangst

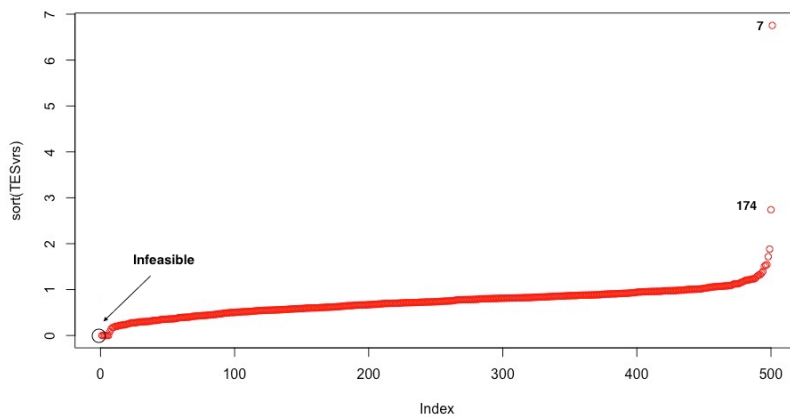
De enhetene som viste seg i boxplotene er markert med rød ring i begge plotene fordi de er observasjonene som en bør passe seg for. Spesielt de som ble identifisert i output boxplotene (432, 429). De som har høy samlet fangst, men som ikke fremtrer på boxplot for enkeltartene vil trolig ikke ha stor innvirkning på fronten.

### 6.1.3.4 Supereffektivitet

I analysen av kapasitet og kapasitetsutnyttelse vil det tas utgangspunkt i variabelt skalautbytte (VRS). Figur 39 viser plotet av VRS supereffektivitetsscoren. Det er to enheter i plotet som anses å ha for høy score, den ene med en score på 6,75 (DMU 7) og den andre med en score



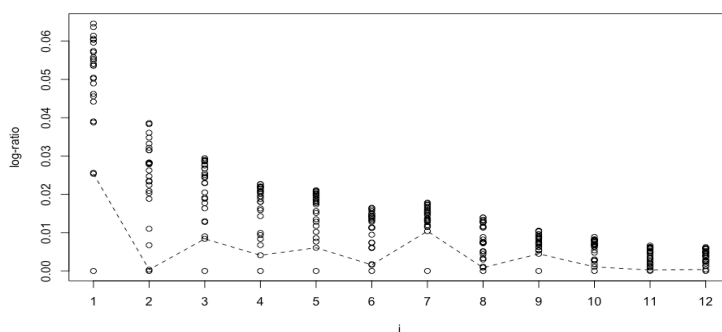
på 2,74 (DMU 174). Det er også seks ”infeasible” enheter som ikke har returnert noen verdi, men bare to av dem er effektive med vanlige VRS (DMU 45 og 137).



Figur 39: Ulike plot av VRS supereffektivitetsscoren

### 6.1.3.5 AP-analyse

I Figur 40 vises det logaritmiske forholdet ( $R^{(i)} / R^{(i)\min}$ ) i et plot og potensielle grupper av outliers, i tabellen vises det hvilke DMUer det er og hvilken effekt det har på  $R^{(i)\min}$  å fjerne dem. Plotet viser at det kan være potensielt flere grupper av outliers. Men størst forskjell er det ved fjerning av én outlier ( $r = 1$ ). Det er observasjon 432 som har blitt identifisert i boxplot og plot av input mot output.



r	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	$R^{(i)\min}$
1	432												0,89
2	475	432											0,82
3	293	475	432										0,75
4	345	293	475	432									0,69
5	345	358	293	475	432								0,63
6	350	345	358	293	475	432							0,59
7	434	350	345	358	293	475	432						0,54
8	12	434	350	345	358	293	475	432					0,51
9	199	12	434	350	345	358	293	475	432				0,47
10	494	199	12	434	350	345	358	293	475	432			0,44
11	314	494	199	12	434	350	345	358	293	475	432		0,41
12	11	314	494	199	12	434	350	345	358	293	475	432	0,38

Figur 40: Log-ratio plot og  $R^{(i)\min}$  matrise

### 6.1.3.6 Endelig utvalg

I kapittel 6.1.3.1 til 6.1.3.5 har det norske trålutvalget blitt undersøkt for feilrapporteringer og outliers. Med utgangspunkt i de ulike undersøkelsene har det blitt besluttet å fjerne syv observasjoner. De tre første ble besluttet fjernet fordi de hadde ekstreme fangster av henholdsvis andre arter (432), sei (293) og torsk (429). De to neste (45 og 137) ble besluttet fjernet fordi de hadde høy supereffektivitetsscore. De to var hypereffektive (*infeasible*) enheter som ikke hadde noen andre å sammenlikne seg med og som ikke returnerte noen verdi. Begge utgjør en del av den effektive fronten og blir besluttet fjernet. I tabellen under vises de enhetene som ble besluttet å fjerne:

Tabell 22: Oversikt over hvilke enheter som skal fjernes fra det norske trålutvalget ( $N_{CU}$ )

Identifisert	DMU	År
<i>Boxplot og plot</i>	429	2013
<i>Boxplot</i>	293	2008
<i>Boxplot, plot og AP</i>	432	2013
<i>VRS supereffektivitet</i>	7	2002
<i>VRS supereffektivitet</i>	174	2005
<i>Infeasible supereff.</i>	45	2002
<i>hypereffektive.</i>	137	2004

I tabellen under presenteres det endelige utvalget av norske trålere som brukes i beregningen av teknisk-økonomisk produksjonskapasitet:

Tabell 23: Det endelige utvalget for analyse 2

Analyse 2	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Totalt
<i>Antall fartøy</i>	55	50	49	37	38	35	31	30	35	31	28	28	29	25	501
<i>Fjernet</i>	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	7
<b>Nnorske</b>	<b>53</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>31</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>29</b>	<b>25</b>	<b>494</b>

## 6.2 Resultater

I dette kapittelet presenteres resultatene fra de ulike analysene av kapasiteten og kapasitetsutnyttelsen til norske trålere for perioden 2002-2015. Resultatene forsøker å vise ulike tendenser ved produksjonskapasiteten til trålerne, som overkapasitet og variabel input-utnyttelse. Til slutt søkes det å forklare scoren i kapasitetsutnyttelse gjennom en regresjon mot ulike uavhengige variabler.

### 6.2.1 Kapasitet og kapasitetsutnyttelse

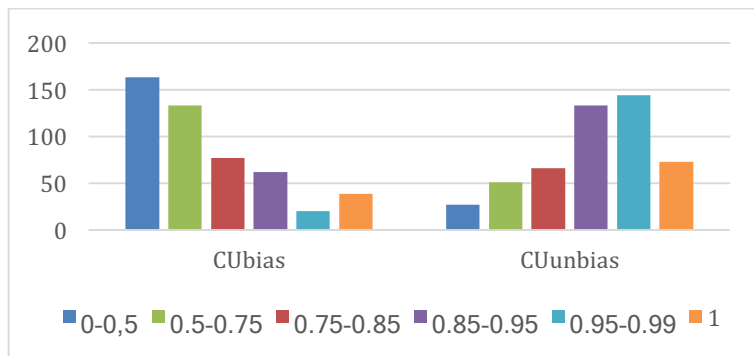
Tabell 24 viser den gjennomsnittlige fysiske kapasiteten og tekniske effektiviteten for alle årene samlet. Resultatene fra tabellen viser at den gjennomsnittlige fysiske kapasiteten for alle 494 enhetene er på 1,93. Det indikerer at fartøyene kunne landet 93% mer fisk dersom de hadde operert ved full kapasitet i hele perioden. Effektiviteten med variabelt skalautbytte (VRS) er på 1,60 for hele perioden. Det antyder at alle fartøyene i utvalget kunne økt fangsten med 60% gitt de faste- og variable innsatsfaktorene. Den gjennomsnittlige tekniske effektiviteten er beregnet til 0,63 med et standardavvik på 0,16,

Den gjennomsnittlige observerte kapasitetsutnyttelsen ( $CU_{bias}$ ) for hele perioden er på 0,52 med et standardavvik på 0,24. Resultatet viser at 7,89% av utvalget operer ved full kapasitetsutnyttelse. For den effektive kapasitetsutnyttelsen ( $CU_{unbias}$ ) er den gjennomsnittlige scoren på 0,83 med et standardavvik på 0,16. Hva som skyldes at  $CU_{unbias}$  er mye høyere enn  $CU_{bias}$  er at den unbiased modellen korrigerer for eventuelle skjevheter som kan oppstå fra teknisk ineffektivitet.

Tabell 24: Teknisk effektivitet og fysisk kapasitet samlet for årene 2002-2015

Metode	Gjennomsnitt	StdAvvik		
Kapasitet ( $\theta_1$ )	1,93	(1,17)	N = 494	
Effektivitet ( $\theta_2$ )	1,60	(0,89)		
			Andel effektive	
$CU_{bias}$ ( $1/\theta_1$ )	0,52	(0,24)	39	7,89 %
Teknisk effektivitet ( $1/\theta_2$ )	0,63	(0,22)	83	16,80 %
$CU_{unbias}$ ( $\theta_2/\theta_1$ )	0,83	(0,16)	73	14,78 %

Fordelingen av hele periodens observerte ( $CU_{bias}$ ) kapasitetsutnyttelse og effektive kapasitetsutnyttelse ( $CU_{unbias}$ ) vises i Figur 41. På y-aksen vises antall fartøy og på x-aksen vises fordelingen av kapasitetsutnyttelse. Figuren bekrefter det samme som Tabell 24, at en stor andel av fartøyene har en lav  $CU_{bias}$ . I Fordelingen av  $CU_{unbias}$  er det derimot langt flere fartøy med en høy kapasitetsutnyttelse.



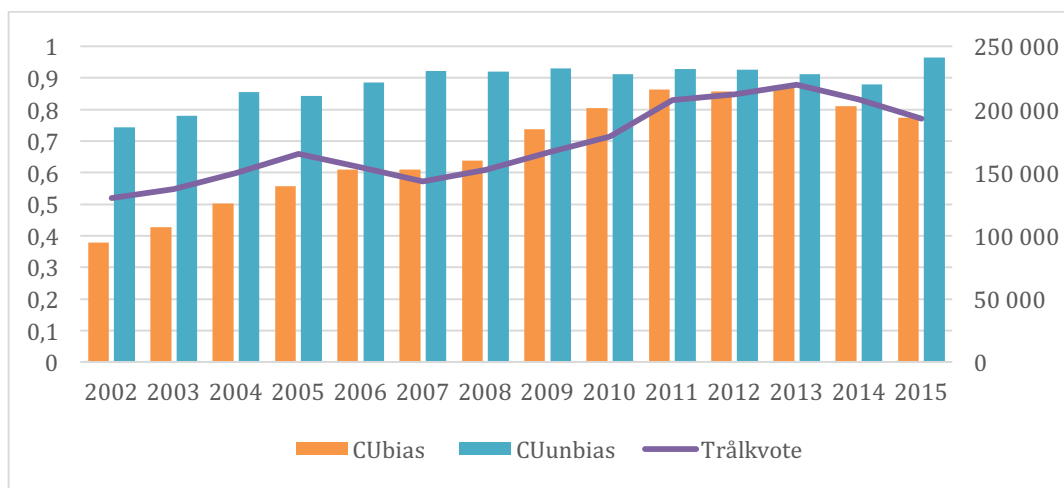
Figur 41: Fordeling av observert kapasitetsutnyttelse ( $CU_{bias}$ ) og effektiv kapasitetsutnyttelse ( $CU_{unbias}$ )

Tabell 25 viser den gjennomsnittlige utviklingen i teknisk effektivitet, kapasitet og kapasitetsutnyttelsen for perioden 2002-2015. Resultatene fra tabellen viser at de norske trålerne hadde en estimert kapasitet på 3,39 i 2002, det indikerer at fartøyene hadde kapasitet til å produsere over det dobbelte av det de gjorde. Den gjennomsnittlige observerte kapasitetsutnyttelsen ( $CU_{bias}$ ) var på 0,38 i 2002, noe som indikerer at fartøyene opererte med mindre enn full produksjonskapasitet gitt faste inputs (GT og HK). Den tekniske effektivitetsscore ( $TE_{vrs}$ ) var på 2,43 i 2002, noe som indikerer at fiskerne kunne økt fangsten med 143 prosent gitt nivået på teknologien og ved å bruke de faste og variable innsatsfaktorene mer effektivt. Men i løpet av perioden forbedres både den tekniske effektiviteten og kapasitetsutnyttelsen til fartøyene og i 2013 når fartøyene en topp med en teknisk effektivitetsscore på 0,95 og kapasitetsutnyttelse på 0,88. Resultatene viser også at den tekniske effektivitet og observerte kapasitetsutnyttelsen har en relativt lik utvikling i løpet av perioden, både for scoren og standardavviket.

Tabell 25: Gjennomsnittlig teknisk effektivitet og fysisk kapasitet for årene 2002-2015

	Kapasitet	Effektivitet	CU <sub>bias</sub>		TE		CU <sub>unbias</sub>	
	( $\theta_1$ )	( $\theta_2$ )	Gj.snitt	std.Avvik	Gj.snitt	Std.Avvik	Gj.snitt	Std.Avvik
2002	3,39	2,43	0,38	(0,21)	0,55	(0,26)	0,74	(0,24)
2003	2,78	2,09	0,43	(0,19)	0,57	(0,22)	0,78	(0,21)
2004	2,37	1,97	0,50	(0,20)	0,59	(0,21)	0,85	(0,16)
2005	2,07	1,69	0,56	(0,20)	0,67	(0,21)	0,84	(0,16)
2006	1,81	1,57	0,61	(0,18)	0,69	(0,17)	0,89	(0,10)
2007	1,76	1,61	0,61	(0,15)	0,66	(0,15)	0,92	(0,07)
2008	1,72	1,55	0,64	(0,18)	0,69	(0,16)	0,92	(0,09)
2009	1,48	1,36	0,74	(0,19)	0,79	(0,16)	0,93	(0,08)
2010	1,29	1,15	0,80	(0,14)	0,88	(0,09)	0,91	(0,10)
2011	1,23	1,11	0,86	(0,17)	0,93	(0,13)	0,93	(0,12)
2012	1,19	1,09	0,86	(0,12)	0,92	(0,07)	0,93	(0,09)
2013	1,22	1,07	0,88	(0,17)	0,95	(0,11)	0,91	(0,12)
2014	1,35	1,08	0,81	(0,16)	0,93	(0,08)	0,88	(0,18)
2015	1,37	1,31	0,77	(0,17)	0,80	(0,17)	0,96	(0,05)

Korrigert, eller unbiased kapasitetsutnyttelse, undersøker hvorvidt avvik fra full kapasitet kommer av teknisk ineffektivitet eller at man bruker mindre enn full utnyttelse av de variable og faste innsatsfaktorene. I 2002 var den gjennomsnittlige effektive kapasitetsutnyttelsen (CU<sub>unbias</sub>) på sitt laveste i løpet av hele perioden med en score på 0,74. Det indikerer at 26% av produksjonskapasiteten ikke ble brukt. Etterhvert som fartøy har forsvunnet ut av fisket og kvotene har gått opp, har også den effektive kapasitetsutnyttelsen gått opp. I 2015 var den på hele 0,96 med bare 4% uutnyttet kapasitet. Det gir antydninger til at strukturelle endringer som har blitt gjennomført kan ha hatt en effekt på kapasitetstutnyttelsen. Men det er trolig ikke den eneste forklaringen. Figur 42 viser utviklingen i CU<sub>bias</sub> og CU<sub>unbias</sub> for perioden 2002 til 2015.



Figur 42: Utvikling i kapasitetsutnyttelse ( $CU_{bias}$  og  $CU_{unbias}$ ) for perioden 2002-2015

Figuren viser sammenhengen mellom de to beregningene av kapasitetsutnyttelse. Avstanden mellom den observerte kapasitetsutnyttelsen ( $CU_{bias}$ ) og den effektive kapasitetsutnyttelsen ( $CU_{unbias}$ ) skyldes teknisk ineffektivitet ( $1 - TE$ ) eller ubrukt kapasitet. Etter hvert som den teknisk ineffektiviteten går ned i løpet av perioden, går kapasitetsutnyttelsen opp. Figuren viser også at den  $CU_{bias}$  korrelerer med den årlig trålkvoten.

### 6.2.2 Overkapasitet

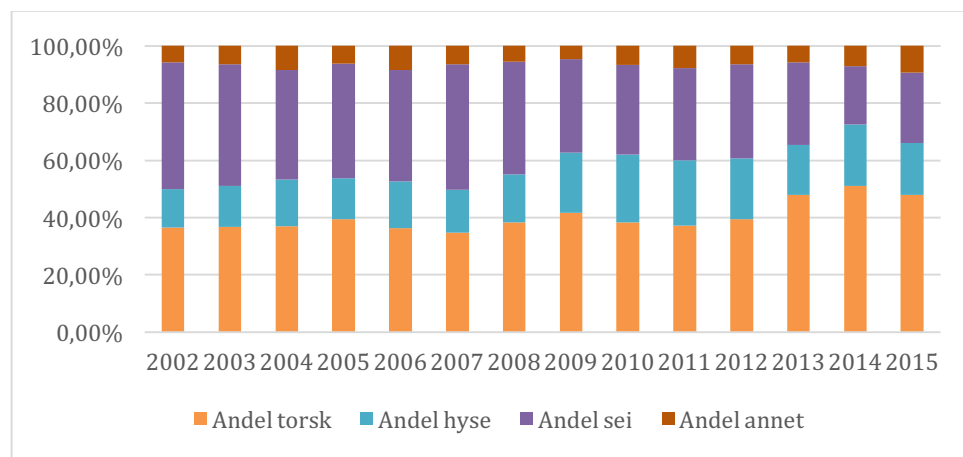
Tabellen under viser den observerte totalfangsten for alle fartøyene i utvalget. I tillegg illustrerer den hva den kunne vært dersom fartøyene hadde vært teknisk effektive eller dersom de hadde operert med full kapasitetsutnyttelse for de ulike årene. Tabellen viser også overkapasiteten for de ulike årene målt i tonn.

Resultatene i tabellen under viser at det tekniske produksjonspotensialet var på 253.528 tonn (184%) i 2002 gitt at trålerne hadde utnyttet de faste og variable innsatsfaktorene mer effektivt. Den optimale produksjonskapasiteten var i 2002 på 334.562 tonn. Det er over det dobbelte av hva trålkvoten var det året. Etersom kapasitetsutnyttelsen forbedrer seg utover i perioden reduseres overkapasiteten blant trålerne. På det laveste er overkapasiteten på 24.116 tonn (12%).

År	Fangst	Teknisk effektiv produksjon	Optimal produksjonskapasitet	Overkapasitet		Trålkvote
	tonn	tonn	tonn	tonn	%	tonn
2002	117 602	253 528	334 562	216 960	184 %	129 735
2003	136 650	267 475	334 499	197 849	145 %	136 749
2004	150 590	270 681	313 919	163 329	108 %	149 729
2005	141 302	218 944	257 187	115 885	82 %	164 813
2006	166 372	245 030	275 779	109 407	66 %	154 186
2007	157 939	242 949	262 544	104 605	66 %	143 016
2008	152 471	220 882	238 908	86 437	57 %	152 012
2009	178 294	223 720	240 500	62 206	35 %	166 050
2010	226 116	258 311	283 934	57 818	26 %	178 603
2011	220 864	239 490	258 372	37 508	17 %	207 217
2012	207 346	224 108	239 695	32 349	16 %	212 036
2013	199 075	207 065	223 191	24 116	12 %	219 619
2014	214 628	233 210	259 181	44 553	21 %	207 775
2015	175 085	219 972	228 033	52 948	30 %	192 956

Tabell 26: Faktisk fangst, teknisk produksjonspotensial, potensiell produksjonskapasitet, overkapasitet og trålkvoten for årene 2002-2015 for alle outputs samlet

For å illustrere sammenhengen mellom overkapasitet og de ulike arten tas det høyde for eventuell slakk som må befinne seg i modellen. Kapasitetsutnyttelsen blir undersøkt i relative termer der enkelte fartøyene har potensiale for å fange mer fisk av enkelte arter. Figur 43 viser utviklingen i andel av overkapasitet for hver av outputene torsk ( $y_1$ ), hyse ( $y_2$ ), sei ( $y_2$ ) og annet ( $y_3$ ).

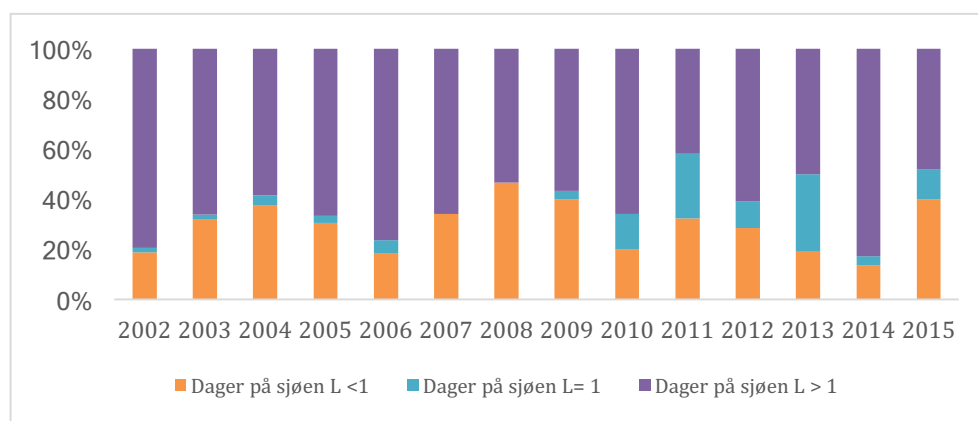


Figur 43: Outputenes gjennomsnittlige andel av overkapasiteten

Torsk og sei er de to artene de norske trålerne fisker mest av og som derfor har de største andelene av overkapasiteten. Men hvis en ser på utviklingen, ser man at andelen sei har gått ned, mens andelen torsk har økt. Andelen hyse og andre arter har holdt seg relativt stabil i løpet av perioden.

### 6.2.3 Variabel input-utnyttelse (VIU)

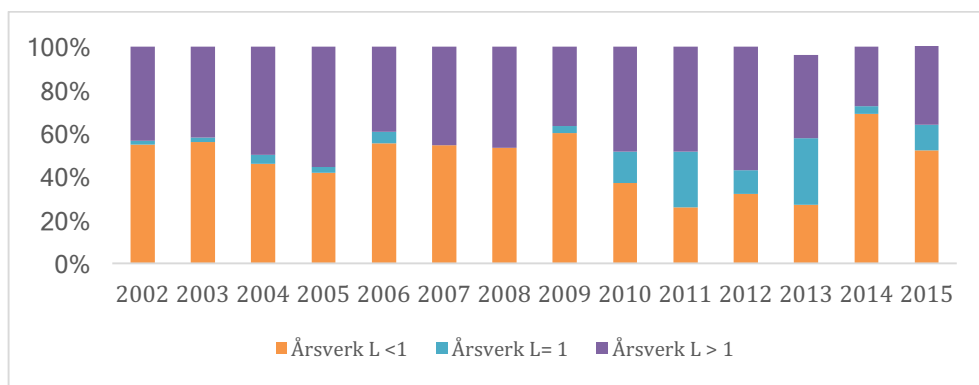
Den variable input-utnyttelsesgraden ( $\lambda$ ) for de tre variable innsatsfaktorene er avledet fra DEA-modellen og indikerer i hvilken grad man har brukt optimal mengde av variable innsatsfaktorene eller ikke. I tabellen lenger ned vises andelen av fartøyene som har brukt for mye, for lite eller optimal mengde av de variable innsatsfaktorene antall dager på sjøen, årsverk og drivstofforbruk. Dersom lambdaen ( $\lambda$ ) er mindre enn 1 indikerer det at trålerne har brukt for mye, er den større enn 1 har de brukt for lite og. Resultatene indikerer at trålflåten har vært for lite på sjøen gjennom hele perioden. På det meste hadde 83% av fartøyene for få turer (2014) i forhold til det som var optimalt, og på det minste var det bare 42% (2002). Andelen som bruker en optimal mengde av fiskedager øker mot slutten av perioden.



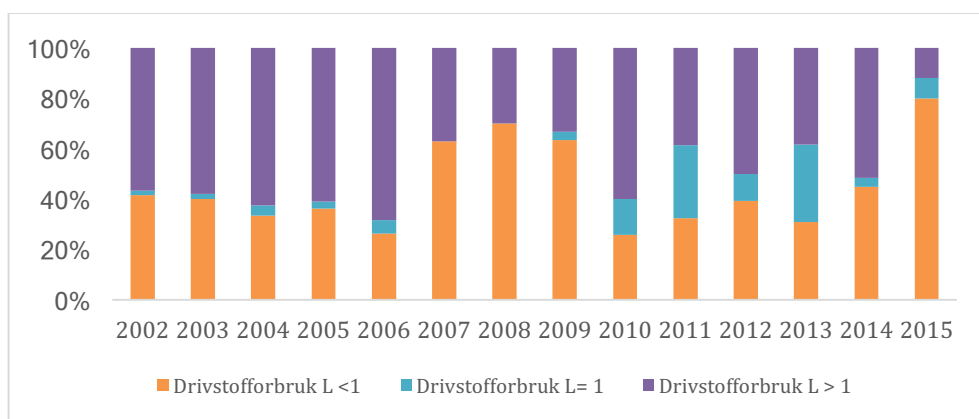
Figur 44: Andel av utvalget med for mange dager på sjøen, optimalt antall eller få dager i løpet av perioden 2002-2015

For antall årsverk har trålflåten variert mellom å ha for få eller for mange årsverk gjennom hele perioden, det samme gjelder for drivstofforbruket. I starten av perioden var det indikasjoner på at det ble brukt for lite drivstoff (2002-2005), men så var det en periode med for stort drivstofforbruk (2007-2009). I 2015 hadde 80% av utvalget for stort drivstofforbruk. Det bidro blant annet til at den observerte kapasitetsutnyttelsen ( $CU_{bias}$ ) gikk ned fra 0,81 til 0,77.





Figur 45: Andel av fartøy med for mange årsverk, optimalt antall eller for få i løpet av perioden 2002-2015



Figur 46: Andelen fartøy med for mye drivstofforbruk, optimal mengde og for lite forbruk i løpet av perioden 2002-2015.

## 6.2.4 Regresjonsanalyse

I denne analysen skal regresjonsanalysen beskrive forholdet mellom den avhengige variabelen – kapasitetsutnyttelsscoren ( $CU_{bias}$ ) – varierer som en funksjon av ulike uavhengige variabler. Følgende uavhengige variabler skal benyttes i denne regresjonsanalysen:

Tabell 27: Definisjon av uavhengige variabler

Uavhengige variabler	Beskrivelse
Trålkvote	Årlige trålkvoter for torsk, hyse og sei samlet
Struktureringsgrad	Graden av antall torsketrålkonsesjoner per år. Høyeste antall = 1.
Fartøyalder	Alderen til fartøyene målt fra året analysen kjøres og når de ble bygget

*Trålkvoten* er årlige torsketrålkvoter for torsk, hyse, sei sør for 62° og sei nord for 62°. Kvotene er oppgitt i tusen tonn. Individuelle kvotedata for hvert fartøy var ikke mulig å oppdrive, slik at *trålkvoten* for de ulike årene benyttes for å se på effekten kvoter har på effektivitetsscoren. Trålkvoten er oppgitt samlet for torsk, hyse, sei sør for 62° og sei nord for 62°, og angitt i tusen tonn. Årlige bestandsnivåer har en nesten perfekt korrelasjon med torsketrålkvoten på 0,97 og blir ikke tatt med som en egen uavhengig variabel.

*Struktureringsgraden* er beregnet ut i fra antall torsketrålkonsesjoner for de ulike årene. Året med flest torsketrålkonsesjoner er referansen for de andre årene. I 2002 var det flest konsesjoner med en strukturingsgrad lik 1, i 2015 var det færrest med en strukturingsgrad lik 0,25 (25/102). Strukturingsgraden skal forsøke å fange opp effekten av at antall torsketrålere har blitt redusert som et resultat av blant annet myndighetenes kapasitetsreduserende tiltak.

Tabell 28: Deskriptiv statistikk av de uavhengige variablene *trålkvote*, *strukturingsgrad* og *fartøyalder*. Samt den avhengige variabelen  $CU_{bias}$

N = 494	<b>Trålkvote</b>	<b>Strukturingsgrad</b>	<b>Fartøyalder</b>	<b><math>CU_{bias}</math></b>
<i>Gj.snitt</i>	172,46	0,61	16,41	0,64
<i>StdAvvik</i>	29,04	0,25	10,38	0,24
<i>Min</i>	129,74	0,36	0,00	0,07
<i>Maks</i>	219,62	1,00	49,00	1,00

Den deskriptive statistikken av de uavhengige variablene viser at den gjennomsnittlige trålkvoten er på 172,5 med laveste nivå på 129,7 tusen tonn (2002) og høyeste på 219,6 (2013). Strukturingsgraden varierer mellom 0,36 på det laveste med 37 torsketrålkonsesjoner (2013-2015) og 1,0 på det høyeste med 102 konsesjoner i 2002. Fartøyalderen er på minste 0 år og på det meste 49 år. Med et gjennomsnitt på 16,41. Den avhengige variabelen varierer mellom 0,07 og 1,0.

Resultatene fra regresjonsmodellen viser at de uavhengige variablene beskriver 46,6% av variasjonen i kapasitetsutnyttelsesscorene ( $R^2 = 0,466$ ). Med et krav til signifikansnivå på 5% er følgende variabler funnet signifikant:

$$CU_{bias} = 0,42 + Trålkvoter * 0,0027 - Strukturingsgrad * 0,39$$

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.60323 -0.10721 -0.00434  0.11116  0.61267

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      0.4285668   0.1054791   4.063  5.64e-05 ***
Trålkvoter       0.0026725   0.0004585   5.828  1.02e-08 ***
Struktureringsgrad -0.3935012   0.0535469  -7.349  8.44e-13 ***
Fartøyalder      0.0003694   0.0007752    0.476  0.634
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1787 on 490 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4662, Adjusted R-squared:  0.4629
F-statistic: 142.6 on 3 and 490 DF,  p-value: < 2.2e-16

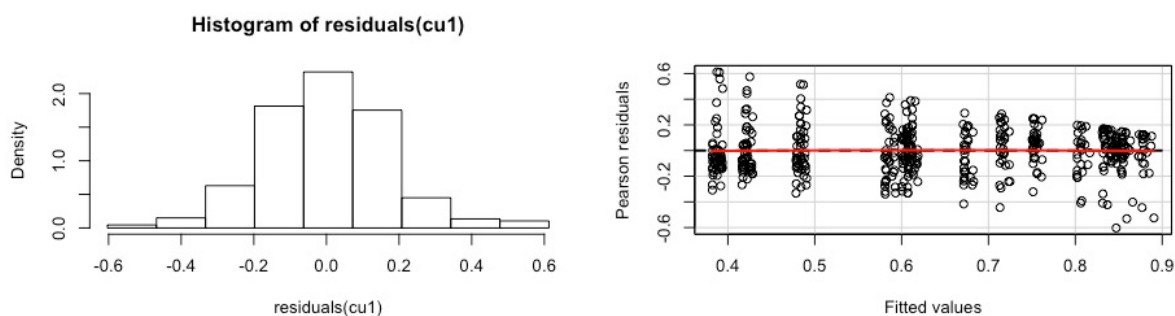
```

Figur 47: Resultatene fra regresjonsanalysen

Av de signifikante variablene har trålkvoter en positiv effekt på kapasitetsutnyttelsen med 0,0027. For det laveste kvotenivået har den en effekt på kapasitetsutnyttelsen på 0,35 ( $129,74 \cdot 0,0027$ ). Struktureringsgraden har en negativ effekt på 0,39. Det indikerer at høyere strukturingsgrad reduserer kapasitetutnyttelsen. På det laveste har den en negativ effekt på 0,14 ( $0,36 \cdot 0,39$ ). Resultatet fra regresjonen indikerer at høyere kvoter har hatt en positiv effekt på kapasitetsutnyttelsen. Færre torsketrålkonsesjoner reduserer den negative effekten strukturingsgraden har på kapasitetsutnyttelsen.

### 6.2.4.1 Tester modellen for heteroskedastisitet

I likhet med regresjonsanalysen i analyse 1 blir redsidualene undersøkt for heteroskedastisitet med plot av residualene, et histogram og white-test.



Figur 48: Plot og histogram av residualene

Både plotet og histogrammet viser at fordelingen av residualene er normalfordelt med en varians lik null. Fra White-hypotesetesten:  $H_0: v_1 = v_2 = v_3 = 0$  mot  $H_1$ : ikke alle  $v_s$  i  $H_0$  er null er  $X^2 = 9,35 < X^2_{(0,95,4)} = 9,49$  med en p-verdi =  $0,053 > 0,05$  (se vedlegg). Det tilsier at null hypotesen beholdes og det konkluderes med at modellen ikke lider av heteroskedastisitet.

## 7 Diskusjon og konklusjon

De fleste fiskeriene i verden har hatt ulike problemer knyttet til overkapasitet og overfiske av de marine ressursene. Både før og etter ulike reguleringer ble introdusert i fisket økte innsatsen i fiskeriene, godt hjulpet av den teknologiske fremgangen. Det førte til at mange av fiskeriene i verden led av en situasjon der det var ekstremt lønnsomt for enkeltaktører å *investere* i større fartøy med langt større produksjonskapasitet for å *maksimere* egen profitt. Situasjonen førte til overfiske, nedfiskede bestander og et behov for å finne nye måter å *regulere* fisket på. Løsningen ble for mange å innføre ulike former for innsatsreguleringer på antall fartøy, type fartøy, utstyr og utstyr. Men reguleringene fjernet ikke aktørenes insentiver til å drive kappfiske, fordi en hver fisker fremdeles tjente på å fiske størst mulig andel av totalfangsten. Resultatet av at investeringsatferden til aktørene endret seg i takt med reguleringsendringene var at mange fiskerier også innførte reguleringer på fangstkvantum. I det islandske fisket ble det innført individuelle omsettelige kvoter (ITQ) og i det norske ble det innført individuelle fartøykvoter. Insentivene for å drive kappfiske forsvant, men det fjernet ikke allerede oppbygd overkapasitet som befant seg i flåten (Asche F. et al., 2014). Fra 90-tallet ble fokuset flyttet over fra å begrense fangsten til å begrense overkapasiteten gjennom *strukturelle* endringer. Og i 1992 vedtok FNs mat- og landbruksorganisasjon (FAO) en internasjonal handlingsplan for å redusere overkapasiteten i verdens fiskerier (FAO, 2003).

Det islandske kvotesystemet med markedsbasert tilpasning la opp til at aktørene selv skulle vurdere om de var best tjent med å utnytte kvotene, leie dem ut eller selge til andre. Slik sørger markedet for en raskere nedbygging av overkapasitet fordi aktørene ikke vil ha noen insentiver til å bygge større kapasitet enn det kvotegrunnlaget fordrer. I et system med individuelle fartøykvoter (IVQ) uten muligheter for overføring vil ikke aktørene ha insentiver til å kvitte seg med kapasitet, noe som gjør at overkapasiteten forsvinner gradvis over tid gjennom kapitalslit (Asche F. et al., 2014). For å framskynde prosessen ble det i det norske fiskeriet innført ulike strukturordninger som enhetskvoter, som tillot en overføring av fangstrettigheter mellom fartøy.

For å besvare problemstillingen og de ulike forskningsspørsmålene ble det i denne studien brukt en DEA-metode til å beregne en teknisk effektivitet og teknisk-økonomiske kapasitetsutnyttelse med output-orientering. Metoden ble valgt fordi den er et nyttig verktøy og at den er blitt mye brukt i andre studier som måler effektivitet og kapasitet i et fiskeri

(Vestergaard et al., 2003, Kirkley og Squires, 1999, Dupont et al., 2002, Felthoven et al., 2002) I tillegg er metoden spesielt anvendelig å bruke i fiskerier der produksjonen gjerne består av flere innsatsfaktorer og outputs (fiskearter) samtidig (Bogetoft og Otto, 2011, Pascoe et al., 2003).

I DEA er analyseresultatet avhengige av størrelsen på utvalget. Med et mindre utvalg er det mer sannsynlig at for mange av enhetene har en optimal teknisk effektivitet ( $TE=1$ ), og man sier at modellen overestimerer effektiviteten. Alirezaee et al. (1998) viste i sin studie sammenhengen mellom antall observasjoner, antall inputs/outputs og antall effektive enheter og prosentandelen deres. I studien med 1282 observasjoner og 3 inputs-og outputs var det 15 effektive (1% av utvalget). Da antall inputs og outputs ble økt til henholdsvis 6 og 12, ble resultatet 254 effektive enheter (20% av utvalget).

Denne studien fokuserte på tidsperioden 2002-2015 for å undersøke om det har skjedd noen endringer i de islandske og norske fartøyenes tilpasning til ressursgrunnlaget. I den ene analysen var datautvalget på 1080 observasjoner med 2 inputs og 4 outputs (analyse 1), og i den andre 494 observasjoner med 5 inputs og 4 outputs (analyse 2). Begge analysene ble kjørt for hele perioden samlet, noe som betyr at alle observasjonene vil kunne være referanser for hele perioden.

De samlede resultatene viste at det var en liten andel av fartøyene som var rent teknisk effektive. Av de islandske trålerne var det 17 av 585 (2,9%) som hadde en optimal teknisk produksjon ( $TE_{VRS} = 1$ ), for de norske var det tilsvarende tallet på 29 av 495 (5,9%). I beregningen av kapasitet og kapasitetsutnyttelse med det norske utvalget var det 83 av 494 (16,8%) fartøy som hadde en teknisk effektiv produksjon ( $TE_{VRS} = 1$ ) og 83 av 494 (7,9%) som hadde en produksjon lik den optimale produksjonskapasiteten. De samlede resultatene indikerer at analysene ikke ble overestimert av DEA-metoden, men i stedet kanskje lider av en underestimering.

I 1991 ble ITQ-systemet innført for hele det islandske fisket og i følge økonomisk teori og tidligere studier vil et system med individuelle omsettelige kvoter føre til at de ineffektive fartøyene forsvinner, slik at fiskeriet som helhet blir mer effektivt. Resultatene fra den empiriske analysen viser at de islandske trålerne har hatt mer eller mindre jevn teknisk effektivitet gjennom hele perioden, det gir indikasjoner på at de islandske trålerne allerede

hadde tilpasset seg ressursgrunnlaget før tidsperioden for denne studien hadde startet. De norske trålerne har til sammenlikning hatt en klar positiv utvikling fra 2002 til 2012. Det tyder på at trålerne har fått en bedre tilpasning til ressursgrunnlaget. Dels skyldes det at antall trålkonsesjoner har gått ned, og dels fordi bestandsnivåene har blitt bedre og trålkvotene har vært økende frem til 2013.

Litt overraskende var resultatene som viste at de islandske trålerne hadde for liten skala når kvotegrunnlaget var høyt. En skulle heller forvente motsatt, at andelen med økende skala utbytte gikk ned når kvotegrunnlaget gikk opp, spesielt i et forvaltningssystem der kvotene kan kjøpes og selges på et marked i løpet året. For de norske trålerne viste resultatene det motsatte, når kvotegrunnlaget økt, ble andelen med for liten produksjonsskala redusert. Beregninger av produksjonspotensialet viser også at de islandske trålerne har hatt potensiale til å produsere langt mer enn de gjør, gitt de tekniske innsatsfaktorene og endringer i bestanden som reflekteres i totalkvoten. De norske trålerne har derimot redusert den potensielle produksjonen i løpet av perioden. Spesielt i årene etter strukturkvotene ble innført i 2005. Dette sammenfaller med liknende studier, blant annet Grafton (2006) sin studie av det kanadiske fisket og Standal et al. (2015) sin rapport *effekten av strukturering i norsk fiskerinæring*.

Beregningene av kapasiteten og kapasitetsutnyttelsen til de norske trålerne i den andre analysen viser de samme utviklingene som i analyse 1, at de norske trålerne har hatt en klar positiv utvikling i løpet av perioden fra 2002 til 2015. Størst strukturell tilpasningen ser ut til å ha skjedd fra 2005 til 2008, hvor antall trålkonsesjoner ble redusert med 68%. Men selve effekten av struktureringen ser ut til å komme først fra 2009 og utover hvor kapasitetsutnyttelsen øker med en større andel, godt hjulpet av økte trålkvoter. Resultatene viser også at overkapasiteten har blitt redusert med 154% i løpet av perioden, men at den går noe opp i 2015 (30%) på grunn av lave trålkvoter. Utviklingen i kapasitetsutnyttelsen skyldes først og fremst at de norske trålerne har blitt mer teknisk effektive, men også bedre utnyttelse av de variable innsatsfaktorene. Spesielt mot slutten av perioden da andelen fartøy med optimal inpututnyttelse er størst.

I regresjonsanalysen av den tekniske effektivitetsscoren forklarte de uavhengige variablene bare en liten del av den totale variansen. Mens for kapasitetsutnyttelse scoren ble nesten halvparten av variansen forklart. Optimalt burde man hatt flere forklaringsvariabler, som for

eksempel skipperens ferdigheter og hvilken havn fisken landes {Vestergaard, 2003 #366}. I tillegg hadde vært ønskelig med individuelle fartøyskvoter og en strukturingsgrad for hvert fartøy, som viser antall kvotefaktorer hvert fartøy har. Siden dataen består av ubalanserte paneldata burde den statistiske modellen tatt hensyn til det i modellen for å oppnå bedre estimater. Problemene knyttet til ubalanserte data ble tydeligst i analyse 2 med bare de norske, der års-dummyene måtte droppes.

## 7.1 Konklusjon

Formålet med denne studien var å beregne og analysere effektiviteten og produksjonsutviklingen til norske og islandske trålere i perioden 2002 -2015, og om norske myndigheters kapasitetsreducerende tiltak har hatt noen virkning på overkapasiteten i fisket.

Resultatene har vist at de norske trålerne har hatt en klar forbedring i både den tekniske effektiviteten og kapasitetsutnyttelsen. Det bekreftes av begge analysene, som viser de samme tendensene. De islandske derimot har hatt en jevn utvikling, men det skyldes i all hovedsak at de islandske fartøyene har gjennomgått strukturelle endringer før perioden startet.

De statistisk signifikante uavhengige forklaringsvariablene er med på å bekrefte utviklingen og de ulike funnene fra analysene. Regresjonen fra analyse 1 indikerer at de norske fartøyene har en dårligere effektivitetsscore i forhold til de islandske, men at det i all hovedsak skyldes lav effektivitetsscore i starten av perioden fordi forskjellen i effektivitetsscoren utlignes utover i perioden av tekniske forbedringer og økte kvoteandeler hos de norske trålerne. Regresjonen fra analyse 2 indikerer at struktureringen og økte kvoter har hatt en stor effekt på kapasitetsutnyttelsen.

## 7.2 Videre forskning

Datagrunnlaget i denne studien gjorde at det ikke var mulig å beregne kapasiteten til de islandske trålerne. Når nødvendig data på variable innsatsfaktorer er tilgjengelig burde en studie av kapasitetutnyttelsen til de islandske trålerne også undersøkes. I tillegg kan dere være interessant å kjøre en liknende studie der flere fartøygrupper er med. En videre forskning bør også beregne den tekniske effektivitesutviklingen med en Malmquist-indeks, i tillegg til flere statistiske tester som tar hensyn til at dataen er ubalansert. Til sist vil en studie der man ser på



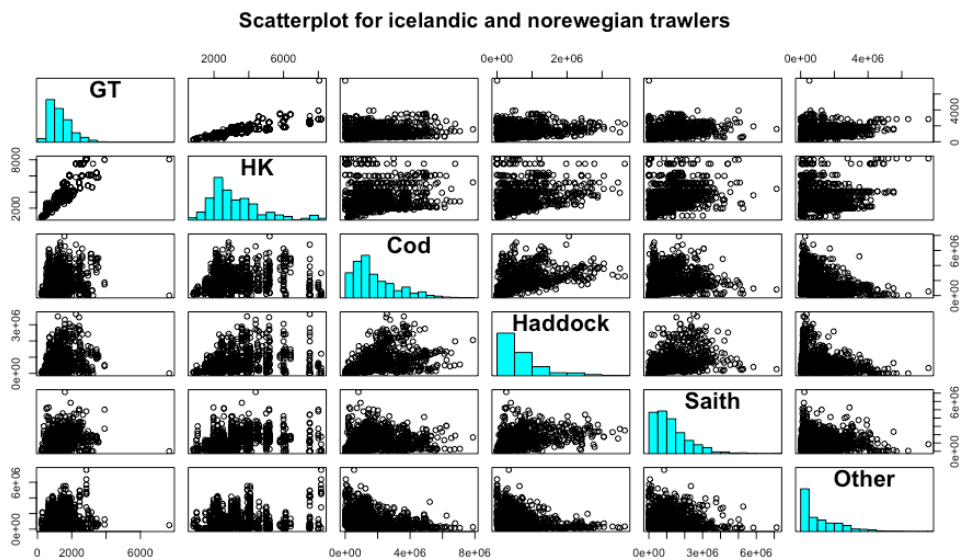
økonomisk kapasitetsutnyttelse, lønnsomheten og forholdet mellom fartøyene og den landbaserte industrien kunne forklare flere forskjeller og likheter mellom de norske og islandske trålere.

(Maravelias og Tsitsika, 2008)

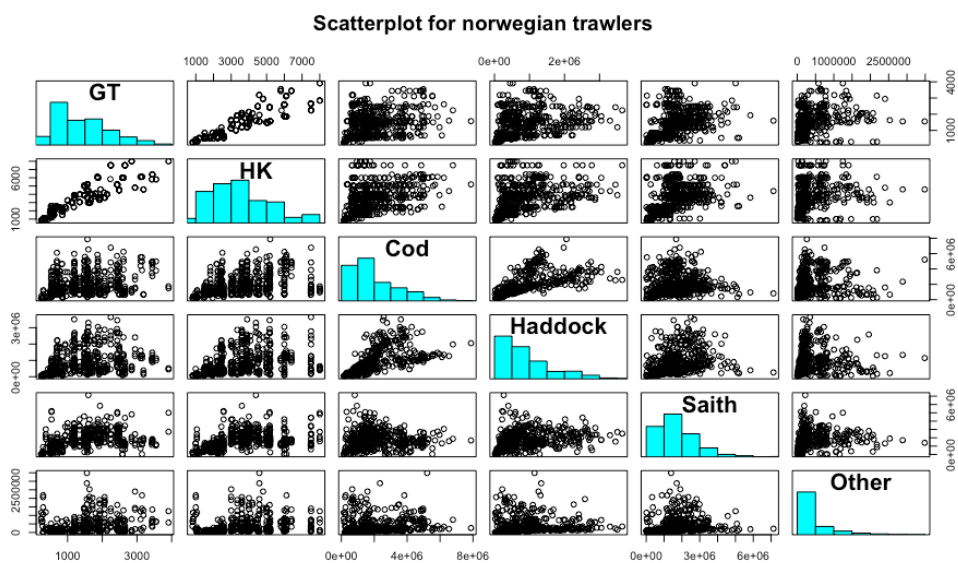
Strukturvirkemidler i fiskerinæringen har hatt to formål; 1) bidra til at produksjonskapasiteten tilpasses flåten og ressursgrunnlaget og 2) bidra til at næringen kan delta i kontinuerlig produktivitetsutvikling og økt lønnsomhet i samfunnet for øvrig (NOU nr. 26, 2016).

# Vedlegg

## Vedlegg 1: Scatterplot inputs og outputs i analyse 1



## Vedlegg 2: Scatterplot av faste inputs og outputs i analyse 2



### Vedlegg 3: Resultatene i White-testen av regresjonsmodellen i analyse 1

studentized Breusch-Pagan test

data: W1  
BP = 25.359, df = 17, p-value = 0.08696

```
qchisq(.95, df=17)
```

```
[1] 27.58711
```

### Vedlegg 4: Resultatene i White-testen av regresjonsmodellen i analyse 2

### Vedlegg 5: Andel av variabel utnyttelsesrate for de ulike variable innsatsfaktorene

Dersom  $\lambda < 1$  indikerer for stor,  $\lambda =$  optimal,  $\lambda > 1$  indikerer for liten

	Antall dager på sjøen			Årsverk			Drivstofforbruk		
	$\lambda_1 < 1$	$\lambda_1 = 1$	$\lambda_1 > 1$	$\lambda_2 < 1$	$\lambda_2 = 1$	$\lambda_2 > 1$	$\lambda_3 < 1$	$\lambda_3 = 1$	$\lambda_3 > 1$
2002	19 %	2 %	79 %	55 %	2 %	43 %	42 %	2 %	57 %
2003	32 %	2 %	66 %	56 %	2 %	42 %	40 %	2 %	58 %
2004	38 %	4 %	58 %	46 %	4 %	50 %	33 %	4 %	63 %
2005	31 %	3 %	67 %	42 %	3 %	56 %	36 %	3 %	61 %
2006	18 %	5 %	76 %	55 %	5 %	39 %	26 %	5 %	68 %
2007	34 %	0 %	66 %	54 %	0 %	46 %	63 %	0 %	37 %
2008	47 %	0 %	53 %	53 %	0 %	47 %	70 %	0 %	30 %
2009	40 %	3 %	57 %	60 %	3 %	37 %	63 %	3 %	33 %
2010	20 %	14 %	66 %	37 %	14 %	49 %	26 %	14 %	60 %
2011	32 %	26 %	42 %	26 %	26 %	48 %	32 %	29 %	39 %
2012	29 %	11 %	61 %	32 %	11 %	57 %	39 %	11 %	50 %
2013	19 %	31 %	50 %	27 %	31 %	38 %	31 %	31 %	38 %
2014	14 %	3 %	83 %	69 %	3 %	28 %	45 %	3 %	52 %
2015	40 %	12 %	48 %	52 %	12 %	40 %	80 %	8 %	12 %

## Bibliografi

- Alirezaee, M. R., Howland, M. & Van De Panne, C. 1998. Sampling size and efficiency bias in Data Envelopment Analysis. *Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences*, 2(1), s. 51-64.
- Andersen, P. & Petersen, N. 1993. A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 39(10), s. 1261-1264. doi: 10.1287/mnsc.39.10.1261.
- Andrews, D. F. & Pregibon, D. 1978. Finding the Outliers that Matter. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 40(1), s. 85-93.
- Arabmazar, A. & Schmidt, P. 1982. An Investigation of the Robustness of the Tobit Estimator to Non-Normality. *Econometrica*, 50(4), s. 1055-1063. doi: 10.2307/1912776.
- Arnason, R., Sandal, L. K., Steinshamn, S. I. & Vestergaard, N. 2004. Optimal Feedback Controls: Comparative Evaluation of the Cod Fisheries in Denmark, Iceland, and Norway. *American Journal of Agricultural Economics*, 86(2), s. 531-542. doi: 10.1111/j.0092-5853.2004.00597.x.
- Asche F., Guttormen A., Nøstbakken L., Roll K. & Øglend A. 2014. *Organisering av verdikjeder i norsk sjømatnæring*. Nærings- og fiskeridepartementet.
- Banker, R. D., Charnes, A. & Cooper, W. W. 1984. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), s. 1078-1092. doi: 10.1287/mnsc.30.9.1078.
- Banker, R. D. & Hsuihui, C. 2006. The super-efficiency procedure for outlier identification, not for ranking efficient units. *European Journal of Operational Research*, 174(2), s. 1311.
- Berndt, E. R. & Morrison, C. J. 1981. Capacity utilization measures : underlying economic theory and an alternative approach. *The American economic review*, 71(2), s. 48-52.
- Bogetoft, P. & Otto, L. 2011. *Benchmarking with DEA, SFA, and R*. Serie: International Series in Operations Research & Management Science. New York, NY: Springer New York, New York, NY.
- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), s. 429-444. doi: 10.1016/0377-2217(78)90138-8.
- Coelli, T., Grifell-Tatjé, E. & Perelman, S. 2002. Capacity utilisation and profitability: A decomposition of short-run profit efficiency. *International Journal of Production Economics*, 79(3), s. 261-278. doi: 10.1016/S0925-5273(02)00236-0.
- Coelli, T., Prasada Rao, D. S. & Battese, G. E. 1998. *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Boston: Kluwer.
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P. & O'Donnell, C. J. 2005. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. 2nd ed. utg. Serie: Introduction to Efficiency and Productivity Analysis (2nd Edition). Dordrecht: Springer-Verlag New York Inc.
- Directorate of Fisheries. 2012. *COD EQUIVALENTS* [Online]. Fisheries.is: Icelandic Ministry of Fisheries and Agricultur. Tilgjengelig fra: <http://www.fisheries.is/management/total-allowable-catch/cod-equivalents/> [Lest 25.04.2017].
- Draper, N. R. & John, J. A. 1981. Influential Observations and Outliers in Regression. *Technometrics*, 23(1), s. 21-26. doi: 10.1080/00401706.1981.10486232.
- Dreyer, B., Henriksen, E., Hermansen, Ø., Isaksen, J. R. & Svorken, M. 2011. *Landingsmønster i torskefiskeriene - Et tilsvar på Fiskeri- og kystdepartementets spørsmål*. Nofima.
- Dupont, D. P., Fox, K. J., Gordon, D. V. & Grafton, R. Q. 2005. Profit and Price Effects of Multi - species Individual Transferable Quotas. *Journal of Agricultural Economics*, 56(1), s. 31-57. doi: 10.1111/j.1477-9552.2005.tb00121.x.
- Dupont, D. P., Grafton, R. Q., Kirkley, J. & Squires, D. 2002. Capacity utilization measures and excess capacity in multi-product privatized fisheries. *Resource and Energy Economics*, 24(3), s. 193-210.
- Eidesen, A. O. 2016. *Et fremtidsrettet kvotesystem : utredning fra et utvalg oppnevnt ved kongelig resolusjon 19. juni 2015 : avgitt til Nærings- og fiskeridepartementet 14. desember 2016*. Norges offentlige utredninger (tidsskrift : trykt utg.). Oslo: Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon, Informasjonsforvaltning.

- FAO 2003. Measuring and assessing capacity in fisheries. 2. Issues and methods. *FAO Fisheries Technical Paper*, No. 433/2, s. p. 130.
- FAO 2016. The state of world fisheries and aquaculture. *The state of world fisheries and aquaculture*.
- Farrell, M. J. 1957. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), s. 253-290. doi: 10.2307/2343100.
- Felthoven, R. G., Hiatt, T. & Terry, J. M. 2002. Measuring fishing capacity and utilization with commonly available data: an application to Alaska fisheries. *Marine Fisheries Review*, 64(4), s. 29.
- Fiskeridirektoratet 2014. Lønnsomhetsundersøkelser for fiskeflåten. *Lønnsomhetsundersøkelser for fiskeflåten*, s. 109.
- Fiskeridirektoratet. 2015. *Regelverk og reguleringer* [Online]. Fiskeridirektoratet: Fisker. Tilgjengelig fra: <http://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Regelverk-og-reguleringer>.
- Fiskistofa.is. 2016. *Fisheries management* [Online]. fiskistofa.is: the Icelandic Directorate of Fisheries. Tilgjengelig fra: <http://www.fiskistofa.is/english/fisheries-management/>.
- Fox, K. J., Grafton, R. Q., Kirkley, J. & Squires, D. 2003. Property rights in a fishery: regulatory change and firm performance. *Journal of Environmental Economics and Management*, 46(1), s. 156-177. doi: 10.1016/S0095-0696(02)00027-X.
- Färe, R., Grosskopf, S. & Kokkelenberg, E. 1989. Measuring Plant Capacity, Utilization And Technical Change. *International Economic Review*, 30(3), s. 655.
- Färe, R., Grosskopf, S. & Lovell, C. A. K. 1994. *Production frontiers*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Färe, R. & Johannsen, L. 1984. The existence of plant capacity. *International economic review*, 25(1), s. 209-213.
- Grafton, R. 1996. Individual transferable quotas: theory and practice. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 6(1), s. 5-20. doi: 10.1007/BF00058517.
- Grafton, R. Q. 2006. *Economics for fisheries management*. Serie: Ashgate studies in environmental and natural resource economics. Aldershot: Ashgate.
- Greboval, D. & Munro, G. 1999. Overcapitalization and excess capacity in world fisheries: underlying economics and methods of control. *Overcapitalization and excess capacity in world fisheries: underlying economics and methods of control*, (386).
- Griffell-Tatjé, E. & Lovell, C. 2014. Productivity, price recovery, capacity constraints and their financial consequences. *Journal of Productivity Analysis*, 41(1), s. 3-17. doi: 10.1007/s11123-013-0373-8.
- Hannes, H. G., Ragnar, A., University of Iceland Institute of Economic, S., Institute of Economic affairs, L. & Center for Private, C. 1999. *Individual transferable quotas in theory and practice*. Serie: ITQs in theory and practice. Reykjavik: University of Iceland Press.
- Hill, R. C., Lim, G. C. & Griffiths, W. E. 2012. *Principles of econometrics*. 4th ed. utg. Hoboken, N.J: Wiley.
- Hoff, A. 2007. Second stage DEA: Comparison of approaches for modelling the DEA score. *European Journal of Operational Research*, 181(1), s. 425-435. doi: 10.1016/j.ejor.2006.05.019.
- Holm, P. & Tveiterås, K. 2012. *Fiskeripolitikk i bevegelse - Hvilken framtid har det nordiske fiskerisamarbeidet?* Universitetet i Tromsø. Tilgjengelig fra: [https://uit.no/Content/319352/Fiskeripolitikk\\_i\\_bevegelse\\_-\\_ny\\_utgave.pdf](https://uit.no/Content/319352/Fiskeripolitikk_i_bevegelse_-_ny_utgave.pdf).
- Hreinsson, E. O. & Bende, I. I. 2015. *Icelandic Seafood Market Report*. Íslandsbanki Research.
- Hsu, T., Hsu, T. C. T., Pascoe, S. & Greboval, D. 2003. Simple capacity indicators for peak-to-peak and data envelopment analyses of fishing capacity. A preliminary assessment.
- ICES. 2016. *ICES Advice on fishing opportunities, catch, and effort*. . Barents Sea and Norwegian Sea Ecoregions, Ices Advice ices.dk. Tilgjengelig fra: [http://www.ices.dk/sites/pub/Publication\\_Reports/Advice/2016/2016/cod-arct.pdf](http://www.ices.dk/sites/pub/Publication_Reports/Advice/2016/2016/cod-arct.pdf).
- Jakobsen, S.-E. & Lindkvist, K. B. 2003. *Offentlig politikk og regional næringsutvikling i fiskerieringen*. SNF.
- Johannessen, A., Christoffersen, L. & Tufte, P. A. 2011. *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag*. 3. utg. utg. Oslo: Abstrakt forl.

- Johansen, L. 1968. *Production functions and the concept of capacity*. Serie: Reprint series (Universitetet i Oslo. Sosialøkonomisk institutt : trykt utg.). Oslo.
- Johnson, A. L. & Kuosmanen, T. 2012. One-stage and two-stage DEA estimation of the effects of contextual variables. *European Journal of Operational Research*, 220(2), s. 559-570. doi: 10.1016/j.ejor.2012.01.023.
- Kirkley, J., Morrison, C. J. M. & Squires, D. 2002a. Capacity and capacity utilization in common-pool resource industries : definition, measurement, and a comparison of approaches. *Environmental & resource economics*, 22(1), s. 71-97.
- Kirkley, J., Morrison Paul, C. & Squires, D. 2002b. Capacity and Capacity Utilization in Common-pool Resource Industries. *The Official Journal of the European Association of Environmental and Resource Economists*, 22(1), s. 71-97. doi: 10.1023/A:1015511232039.
- Kirkley, J. & Squires, D. 1999. Measuring capacity and capacity utilization in fisheries. *Measuring capacity and capacity utilization in fisheries*, (386).
- Kirkley, J. E., Squires, D., Walden, J. & Ward, J. 1999. Assessing Efficiency and Capacity in Fisheries.
- Klein, L. R. 1960. Some theoretical issues in the measurement of capacity. *Econometrica : journal of the Econometric Society, an internat. society for the advancement of economic theory in its relation to statistics and mathematics*, 28(2), s. 272-286.
- Klein, L. R., Summers, R. & University of Pennsylvania Economics Research, U. 1966. *The Wharton index of capacity utilization*. Serie: Studies in quantitative economics. Philadelphia: Economics Research Unit, Dept. of Economics, Wharton School of Finance and Commerce, University of Pennsylvania.
- Kokorsch, M., Karlsdóttir, A. & Benediktsson, K. 2015. Improving or overturning the ITQ system? Views of stakeholders in Icelandic fisheries. *Maritime Studies*, 14(1), s. 1-22. doi: 10.1186/s40152-015-0033-x.
- Lind, D. A., Marchal, W. G. & Wathen, S. A. 2014. *Statistical techniques in business & economics*. 16th ed. utg. New York: McGraw-Hill.
- Lindebo, E., Hoff, A. & Vestergaard, N. 2007. Revenue-based capacity utilisation measures and decomposition: The case of Danish North Sea trawlers. *European Journal of Operational Research*, 180(1), s. 215-227. doi: 10.1016/j.ejor.2006.03.050.
- Maravelias, C. D. & Tsitsika, E. V. 2008. Economic efficiency analysis and fleet capacity assessment in Mediterranean fisheries. *Fisheries Research*, 93(1), s. 85-91. doi: 10.1016/j.fishres.2008.02.013.
- McDonald, J. 2009. Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses. *European Journal of Operational Research*, 197(2), s. 792-798. doi: 10.1016/j.ejor.2008.07.039.
- Ministry of Industries and Innovation. 2016a. *INDIVIDUAL TRANSFERABLE QUOTAS* [Online]. fisheries.is: Ministry of Industries and Innovation. [Lest 23.04.2017].
- Ministry of Industries and Innovation. 2016b. *MANAGEMENT* [Online]. fisheries.is, : Ministry of Industries and Innovation. Tilgjengelig fra: <http://www.fisheries.is/management/>.
- Ministry of Industries and Innovation. 2017. *FISHERIES MANAGEMENT* [Online]. fisheries.no: Ministry of Industries and Innovation. Tilgjengelig fra: <http://www.fisheries.is/management/fisheries-management/> [Lest 22.04.17].
- Morrison, C. J. 1985. Primal and Dual Capacity Utilization: An Application to Productivity Measurement in the U.S. Automobile Industry. *Journal of Business & Economic Statistics*, 3(4), s. 312-324. doi: 10.1080/07350015.1985.10509463.
- Nofima og Fiskeridirektoratet Norske torsketråleres landinger over året i 2014 fra Fiskeridirektoratets sluttsettregister, kjørt av Nofima.
- NOU. 2006:16. *Strukturvirkemidler i fiskeflåten : utredning fra et utvalg oppnevnt ved kongelig resolusjon av 6. januar 2006 : avgitt til Fiskeri- og kystdepartementet 19. august 2006*. Oslo: Departementenes servicesenter, Informasjonsforvaltning.
- NOU nr. 26. 2016. *Et fremtidsrettet kvotesystem : utredning fra et utvalg oppnevnt ved kongelig resolusjon 19. juni 2015 : avgitt til Nærings- og fiskeridepartementet 14. desember 2016*. Norges offentlige utredninger (tidsskrift : trykt utg.). Oslo: Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon, Informasjonsforvaltning.



- Pascoe, S., Hassaszahed, P., Anderson, J. & Korsbrekke, K. 2003. Economic versus physical input measures in the analysis of technical efficiency in fisheries. *Applied Economics*, 35(15), s. 1699-1710. doi: 10.1080/0003684032000134574.
- Pascoe, S. & Tingley, D. 2006. Economic capacity estimation in fisheries: A non-parametric ray approach. *Resource and Energy Economics*, 28(2), s. 124-138. doi: 10.1016/j.reseneeco.2005.06.003.
- Ratvik, I., Heidi, B.-B., Tyholt, G. I. L., Harald, V. L. & Roger, R. 2016. *Betydningen av fiskeflåten: Analyse av fiskeflåtens bidrag til samfunnsøkonomisk verdiskaping med data fra 2014*. E rapporter. SINTEF Fiskeri og havbruk AS.
- Ray, S. C. 1988. Data envelopment analysis, nondiscretionary inputs and efficiency: an alternative interpretation. *Socio-Economic Planning Sciences*, 22(4), s. 167-176. doi: 10.1016/0038-0121(88)90003-1.
- Ringdal, K. 2013. *Enhet og mangfold : samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode*. 3. utg. utg. Bergen: Fagbokforl.
- Runolfsson, B. 1999. *On the Management Measures to Reduce Overcapacity in Icelandic fisheries*.
- Rust, S., Yamazaki, S., Jennings, S., Emery, T. & Gardner, C. 2017. Excess capacity and efficiency in the quota managed Tasmanian Rock Lobster Fishery. *Marine Policy*, 76, s. 55-62. doi: 10.1016/j.marpol.2016.11.020.
- Scazzieri, R., Fare, R., Grosskopf, S. & Lovell, C. A. K. 1995. Production Frontiers. *The Economic Journal*, 105(430), s. 738. doi: 10.2307/2235033.
- Seaver, B. L. & Triantis, K. P. 1989. The Implications of Using Messy Data to Estimate Production-Frontier-Based Technical Efficiency Measures. *Journal of Business & Economic Statistics*, 7(1), s. 49-59. doi: 10.1080/07350015.1989.10509712.
- Segerson, K. & Squires, D. 1990. On the measurement of economic capacity utilization for multi-product industries. *Journal of Econometrics*, 44(3), s. 347-361. doi: 10.1016/0304-4076(90)90063-Y.
- Shrader, J. & Squires, D. 2002. Fishing Capacity and Efficient Fleet Configuration for the Tuna Purse Seine Fishery in the Eastern Pacific Ocean: An economic approach. *IATTC Scientific Advisory Committee Fourth Meeting*. Inter-American Tropical Tuna Commission.
- Simar, L. & Wilson, P. W. 2007. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, 136(1), s. 31-64. doi: 10.1016/j.jeconom.2005.07.009.
- Squires, D., Jeon, Y., Grafton, R. Q. & Kirkley, J. 2010. Controlling excess capacity in common - pool resource industries: the transition from input to output controls\*. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 54(3), s. 361-377. doi: 10.1111/j.1467-8489.2010.00497.x.
- Standal, D., Ratvik, I. & Richardsen, R. 2015. *Effekter av strukturering i norsk fiskerinæring*. Sintef. Statistics Iceland Generell statistikkinformasjon om fangst av art, fartøy og fartøyutstyr i perioden 2005-2017.
- Statistics Iceland 2016. Generell statistikkinformasjon om den islandske fiskeflåten for årene 1999-2016.
- Statistisk sentralbyrå (SSB) Generell statistikkinformasjon om den norske fiskeflåten for årene 1995-2015.
- Torgersen, A., Førsum, F. & Kittelsen, S. 1996. Slack-adjusted efficiency measures and ranking of efficient units. *Journal of Productivity Analysis*, 7(4), s. 379-398. doi: 10.1007/BF00162048.
- Tveterås, R. 2014. *Sjømatindustrien : utredning av sjømatindustriens rammevilkår : utredning fra utvalg oppnevnt ved kongelig resolusjon 22. mars 2013 : avgitt til Nærings- og fiskeridepartementet 16. desember 2014* Oslo: Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon, Informasjonsforvaltning.
- Valtýsson, H. Þ. & Sævaldsson, H. 2017a. *FISHING VESSELS* [Online]. fisheries.is. Tilgjengelig fra: <http://www.fisheries.is/fisheries/fishing-vessels/> [Lest 23.04.17].
- Valtýsson, H. Þ. & Sævaldsson, H. 2017b. *SMALL DECKED VESSELS* [Online]. fisheries.is: Ministry of Industries and Innovation. Tilgjengelig fra: <http://www.fisheries.is/fisheries/fishing-vessels/small-decked-vessels/> [Lest 23.04.2017].



- Valtýsson, H. Þ. & Sævaldsson, H. 2017c. *TRAWLERS* [Online]. fisheries.is: Ministry of Industries and Innovation. Tilgjengelig fra: <http://www.fisheries.is/fisheries/fishing-vessels/tractors/> [Lest 23.04.2017].
- Vestergaard, N., Squires, D. & Kirkley, J. 2003. Measuring capacity and capacity utilization in fisheries: the case of the Danish Gill-net fleet. *Fisheries Research*, 60(2), s. 357-368. doi: 10.1016/S0165-7836(02)00141-8.
- Walden, J. B., Kirkley, J. E., Färe, R. & Logan, P. 2012. Productivity Change under an Individual Transferable Quota Management System. *American Journal of Agricultural Economics*, 94(4), s. 913-928. doi: 10.1093/ajae/aas025.
- Ward, J. 2000. Capacity, Excess Capacity, and Fisheries Management. *IIFET 2000 Proceedings*.
- Wilson, P. 1993. Detecting outliers in deterministic nonparametric frontier models with multiple outputs. *Journal of Business & Economic Statistics*, 11(3), s. 319.
- Wilson, P. W. 2008. FEAR: A software package for frontier efficiency analysis with R. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(4), s. 247-254. doi: 10.1016/j.seps.2007.02.001.
- Zhou, Y., Chen, X., Zhang, X., Zhou, Y., Pascoe, S. & Greboval, D. 2003. The measurement of fishing capacity in Chinese fisheries and related control practices.
- Aasjord, H. L. 2002. DEN NORSKE FISKEFLÅTEN – EN OVERSIKT OVER FANGST-AKTIVITET, KONSESJONER OG FORNYING.