



UiT Norges arktiske universitet

Handelshøgskolen ved UiT

Potensielle innsparinger og effektivitetsgevinster fra sammenslåing innen norsk bompengesektor

En ex-ante fusjonsanalyse med DEA

Sakarias Myskja og Amund Hjermestad-Sollerud

Masteroppgave i økonomi og administrasjon, BED-3901, mai 2020

Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen av en femårig utdanning innen økonomi og administrasjon. Vi ønsker å rette en stor takk til Handelshøgskolen i Tromsø for både godt sosialt- og faglig studiemiljø. Årene har vært givende og lærerike, og vi kommer til å se tilbake på de med stor glede.

Vi ønsket å rette en stor takk til vår veileder, universitetslektor Helen Marita Sørensen Holst, for gode innspill, konstruktive tilbakemeldinger og for å ha vært en suveren støttespiller gjennom hele prosessen. Videre vil vi rette en stor takk til Nina Lysfjord ved Statens Vegvesen for hjelp med datamateriale.

Til slutt ønsker vi å rette en stor takk til våre venner og familie for god støtte gjennom hele studietiden. Sakarias ønsker å rette en spesiell takk til sin samboer for å ha vært helt fantastisk i denne perioden.

Tromsø, 29. mai 2020



Sakarias Myskja



Amund Hjermsdal-Sollerud

Sammendrag

I 2018 ble seksti bompengeselskap slått sammen til fem regionale bompengeselskap for å redusere kostnader og skape mer effektiv drift som en del av bompengereformen. Tidligere studier viser til ubenyttede stordriftsfordeler i sektoren, men det ikke er gjort eksplisitte analyser om sammenslåingen har potensialet til å øke effektivitet i bompengesektoren. Denne studien undersøker potensielle innsparinger og effektivitetsgevinster fra sammenslåingen i bompengesektoren, ex ante.

Studien benytter *Data Envelopment Analysis* (DEA) for å beregne effektivitet ved 35 norske bompengeprojekter, med gjennomsnitt av datamateriale for perioden 2013-2015. Studien er todelt, først undersøkes effektivitet og eventuelle stordriftsfordeler i bompengesektoren, deretter gjennomføres en fusjonsanalyse av bompengeselskapene for å predikere potensielle effekter av sammenslåingen til de regionale bompengeselskapene. Gevinstene fra fusjonen dekomponere i form av skalaeffekter og harmoniseringseffekter, i tillegg til individuelt forbedringspotensial i form av læringseffekten fra å følge beste praksis. Beregninger er utført i programpakken RStudio (versjon 1,2) med tilleggspakken «Benchmarking» (versjon 0,27).

Effektivitetsanalysen viser at det er en klar sammenheng mellom effektivitet og størrelse. Det er også stor variasjon i effektivitet, hvor det er forskjeller i effektivitet mellom selskaper av tilsvarende størrelser. Det fremkommer store innsparingspotensialer i sektoren på 178 millioner kroner, som hovedsakelig kommer fra kostnader knyttet til drift og innkreving.

Fusjonsanalysen viser store gevinster fra skalaeffekten i form av ubenyttede stordriftsfordeler, og harmoniseringsgevinster på 71 millioner kroner i form av breddefordeler, hvor omfang og gevinster varierer per selskap. I tillegg eksisterer det et innsparingspotensial på 178 millioner kroner i læringseffekten dersom alle selskap fulgte beste praksis og var like effektive.

Studien konkluderer med at hensikten med sammenslåing for å øke effektivitet i bompengesektoren var tilstede. Bompengereformen vil dermed kunne bidra til at mer av bompengene som kreves inn går til finansiering av vei, og en mindre andel til administrasjon og drift av bompengeselskapene.

Nøkkelord: Benchmarking, effektivitet, Data Envelopment Analysis, fusjon, bompenger

Innholdsfortegnelse

Forord	iii
Sammendrag	v
Figurliste	ix
Tabelliste	x
1. Innledning	1
1.1 Bakgrunn og aktualisering	1
1.2 Studiens formål og problemstilling	2
1.3 Disposisjon	3
2. Bompengesektoren	4
2.1 Formål med bompengefinansiering.....	4
2.2 Omfang av bompengefinansiering.....	5
2.3 Bompengeselskapenes organisering.....	7
2.3.1 Eierskap, ansvarsområde og organisering	7
2.3.2 Innkrevningssystem	9
2.4 Effektivisering og reform av bompengesektoren	10
3. Teori	13
3.1 Fusjon i offentlig sektor.....	13
3.2 Benchmarking.....	14
3.3 Produktivitet og effektivitet.....	15
3.3.1 Produktivitet	15
3.3.2 Effektivitet.....	16
3.3.3 Produksjonsteknologi og forutsetninger for effektivitetsberegninger.....	17
3.4 Estimering av potensielle effekter ved fusjon	18
3.5 Påvirkning av eksogene faktorer på effektivitet.....	21
3.6 Forskningslitteratur.....	22
3.6.1 Nasjonal og internasjonal forskningslitteratur	22
3.6.2 Fusjonsanalyser med DEA	24
4. Metode	25
4.1 Beregning av effektivitet med Data Envelopment Analysis	25
4.2 Skalaforutsetning i DEA	26
4.2.1 Konstant skalautbytte (CRS)	26
4.2.2 Variabelt skalautbytte (VRS).....	27
4.2.3 Skalaeffektivitet.....	29
4.2.4 Koopman-forutsetning (KOOP)	29
4.3 Outliers og supereffektivitet	31
4.4 Test av DEA forutsetninger og modeller	31
4.5 Analyse av fusjoner	33
4.6 Justering for eksogene faktorer gjennom regresjon	35
5. Data	37

5.1 Datamateriale.....	37
5.2 Utvalg av variabler	38
5.2.1 Output.....	39
5.2.2 Input.....	40
5.2.3 Eksogene faktorer	41
5.2.4 Deskriptiv statistikk av variabler	42
5.3 Forskningsmodell og skalaforutsetning for analysen.....	43
5.3.1 Valg av modell.....	43
5.3.2 Valg av skalaforutsetning for analysen.....	44
5.3.3 Supereffektivitet og outlier analyse	47
6. Resultater.....	48
6.1 Justering for effekten av eksogene faktorer.....	48
6.2 Resultater fra effektivitetsanalyse.....	52
6.3 Resultater fra fusjonsanalyse	60
7. Diskusjon	66
7.1 Effektivitetsanalysen.....	66
7.1.1 Modellutforming og justering for eksogene faktorer	66
7.1.2 Skalaegenskaper i bompengesektoren	68
7.1.3 Innsparinger i bompengesektoren	69
7.2 Fusjonsanalysen	70
7.2.1 Skalaforutsetning og metodisk fremgangsmåte for fusjonsanalysen	70
7.2.2 Effekter fra fusjon.....	71
8. Konklusjon og implikasjoner	75
8.1 Konklusjon.....	75
8.2 Begrensinger ved analysen.....	76
8.3 Videre forskning	77
Referanseliste.....	78
Vedlegg.....	84
Vedlegg 1: Forskjell i effektivitetsverdier med justering for antall kjørefelt under ulike skalaforutsetninger .	84
Vedlegg 2: DMU rangert etter effektivitet med tilhørende kostnader og passeringer under CRS og VRS forutsetning	85
Vedlegg 3: Forskjell mellom kroneverdi for rene gevinster, og kroneverdi av harmonisering- og skilagevinster.....	88
Vedlegg 4: R koder.....	89

Figurliste

Figur 1: Bompenginntekter i perioden 1990-2018 og prognoser for 2019-2020, oppgitt i millioner 2018-kroner (Statens vegvesen, 2020, s. 17).....	5
Figur 2: Fordeling av andel bompenginntekter som gikk til investeringer, driftskostnader og netto finanskostnader (Statens vegvesen, 2020, s. 38).....	6
Figur 3: Intern organisering av bompengeselskapene (Statens vegvesen, 2019, s. 31).....	8
Figur 4: Illustrasjon av ansvarsområdene for de regionale bompengeselskapene (Statens vegvesen, 2018, 29. juni).....	9
Figur 5: Andel bomstasjoner per regionale selskap (Statens vegvesen, 2020, s. 33).....	9
Figur 6: Grafisk illustrasjon av effektivitetsmål med to innsatsfaktorer (Farrell, 1957).....	17
Figur 7: Totale gevinster fra fusjoner og illustrasjon av skala (Bogetoft & Otto, 2011, s. 266).....	19
Figur 8: Læringseffekten (Bogetoft & Otto, 2011, s. 269).....	20
Figur 9: Harmoniseringseffekten (Bogetoft & Otto, 2011, s. 270).....	20
Figur 10: Grafisk illustrasjon av skalaegenskaper ved CRS og VRS skalaforutsetning (Bogetoft & Otto, 2011, s. 95).....	28
Figur 11: Forskjell mellom CRS, VRS og KOOP-forutsetning (Bjørndal, referert i Wang et al., 2018, s 9).....	30
Figur 12: Endelig forskningsmodell.....	43
Figur 13: Konstant skalautbytte (CRS) sammenlignet med variabelt skalautbytte (VRS).....	46
Figur 14: Konstant skalautbytte (CRS) sammenlignet med additivt skalautbytte (KOOP).....	46
Figur 15: Konstant skalautbytte (CRS) sammenlignet med ikke-avtagende skalautbytte (NDRS).....	46
Figur 16: Konstant skalautbytte (CRS) sammenlignet med ikke-økende skalautbytte (NIRS).....	46
Figur 17: Ikke-avtagende skalautbytte (NDRS) sammenlignet med variabelt skalautbytte (VRS).....	46
Figur 18: Endring i fordeling av effektivitetsverdier under CRS som følge av justering for antall kjørefelt.....	51
Figur 19: Fordeling av skalaområder under CRS.....	55
Figur 20: DMU rangert etter effektivitet (CRS) med bredde som andel av totale kostnader.....	56
Figur 21: DMU rangert etter effektivitet (CRS) med bredde som andel av antall passeringer.....	57
Figur 22: DMU rangert etter effektivitet (VRS) med bredde angitt som andel av totale kostnader.....	58
Figur 23: DMU rangert etter effektivitet (VRS) med bredde angitt som andel av totale passeringer.....	58
Figur 24: Illustrasjon av fusjonen og størrelse på selskapene ved gjennomsnitt av kostnader for perioden 2013-2015.....	61
Figur 25: Effekter fra fusjon dekomponert, illustrert i prosent.....	62
Figur 26: Fusjonerte selskaper rangert etter effektivitet (NDRS) med bredde angitt som andel av totale kostnader.....	63

Tabelliste

<i>Tabell 1: Antall passeringer i perioden 2012-2018 og driftskostnader per passering, i 2018 kroner (Statens vegvesen, 2020, s. 22)</i>	6
<i>Tabell 2: Variabler som gjør seg gjeldende i studien</i>	39
<i>Tabell 3: Deskriptiv statistikk av variabler</i>	42
<i>Tabell 4: Eksogene faktorer</i>	44
<i>Tabell 5: Korrelasjon mellom variablene i modellen</i>	44
<i>Tabell 6: Asymptotiske tester av ulike skalaforutsetninger</i>	45
<i>Tabell 7: Sammenligning av modellutforming og supereffektivitet</i>	47
<i>Tabell 8: Regresjonsmodell for estimering av effekten til eksogene variabler</i>	50
<i>Tabell 9: Deskriptiv statistikk av antall passeringer og justerte antall passeringer</i>	51
<i>Tabell 10: Resultater fra effektivitetsanalysen under CRS, VRS og NDRS-skalaforutsetning</i>	53
<i>Tabell 11: Fordeling av effektivitetsverdier i intervaller under CRS og VRS skalaforutsetning</i>	55
<i>Tabell 12: Korrelasjon mellom effektivitet under CRS og VRS, med totale kostnader og antall passeringer</i>	59
<i>Tabell 13: Oppsummerende statistikk av innsparingspotensial dersom alle var effektive, konvertert til kroneverdier i hele 1000</i>	60
<i>Tabell 14: Dekomponerte resultater fra fusjonsanalyse</i>	62
<i>Tabell 15: Innsparing og dekomponerte effekter fra fusjon, per selskap og totalt, konvertert til kroneverdier i hele 1000</i>	64

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og aktualisering

Bompenger har blitt et viktig virkemiddel for finansiering av vei og infrastrukturprosjekter, og det bygges stadig flere bomstasjoner. Antall bomstasjoner har økt fra 140 i 2004 til 251 i 2018, der inntektene har økt fra ca. 3,8 milliarder til 11 milliarder i samme tidsperiode (Riksrevisjonen, 2012; Statens vegvesen, 2020). Det har vært mye motstand mot bompenger, og regjeringen har rettet et betydelig fokus mot kostnader i bompengeprojektene de siste årene (Akerbæk, 2019; Samferdselsdepartementet, 2017a). I tillegg har bompengesektoren blitt kritisert for manglende insentiver til effektivisering i drift av bompengeprojekter (Welde & Odeck, 2011).

I 2015 ble det vedtatt en bompengereform som skulle redusere kostnadene i sektoren. Den største delen av reformen handlet om at bompengeselskapene skulle sammenslås til noen få enheter. Færre selskaper skulle skape stordriftsfordeler og føre til en organisering som skulle effektivisere, profesjonalisere og øke brukervennligheten til bompengeselskapene (Samferdselsdepartementet, 2015b).

Sammenslåing av bompengeselskapene har blitt diskutert hyppig i mange år (Samferdselsdepartementet, 2017a). Allerede i 2011 sa daværende samferdselsminister Magnhild Meltveit Kleppa i en pressemelding at «...regjeringen er opptatt av å få mer vei for pengene» (Samferdselsdepartementet, 2011, avsn. 2). Kleppa mente at regionale bompengeselskaper skulle redusere kostnader med 50 til 100 millioner og Vegdirektoratet ble instruert om å forberede en ordning (Samferdselsdepartementet, 2011). 10. oktober 2018, ble seksti bompengeselskaper offisielt slått sammen til fem (Samferdselsdepartementet, 2018).

Argumenter for stordriftsfordeler ved at større selskaper skal løse mer av de samme oppgavene med mindre kostnader er typisk i litteraturen om fusjoner i offentlig sektor, men en fusjon kan også føre med ulemper (Spångberg, Hov-Aanæs & Bøgh, 2002). Hvorvidt større bompengeselskaper gir effektivitetsgevinster har vært jevnlig diskutert de siste to tiårene i studier om norsk bompengesektor, og alle studier utenom Welde og Odeck (2011) fant klare tegn til stordriftsfordeler. Funn av mulige stordriftsfordeler gir en bakgrunn for å slå sammen bompengeselskapene, men det er ikke kjent om det er gjort eksplisitte studier av hvordan de potensielle effektene og innsparingene ved fusjon vil forekomme for hvert av de regionale bompengeselskapene, samt omfanget. Dette er noe som kunne belyst og eventuelt styrket beslutningsgrunnlaget for reformen.

1.2 Studiens formål og problemstilling

Formålet med studien er å undersøke driftskostnader og effektivitet i bompengesektoren, og å analysere potensielle effekter ved fusjon av bompengeselskapene i et bedriftsøkonomisk perspektiv, *ex-ante*. Dette vil si at studien analyserer bompengesektoren før fusjonen ble startet i 2017. Studien skal gi informasjon om de potensielle effektene ved fusjonen, samt belyse hvorvidt beslutningen for fusjonen fremstår hensiktsmessig. Med bakgrunn i formålet er det utformet følgende problemstilling:

Hvilke potensielle effekter kan fusjoner i bompengesektoren ha for effektivisering av drift gjennom stordriftsfordeler og synergieffekter, og hva utgjør de potensielle økonomiske innsparingene?

For å belyse problemstillingen er det også hensiktsmessig å undersøke effektiviteten i sektoren før fusjonsanalysen. På grunnlag av dette er det utformet følgende forskningsspørsmål:

1. Hva er effektiviteten i den norske bompengesektoren?
2. Har bompengesektoren skalafordeler, og i så fall i hvilken grad kan fusjoner bidra til økt effektivitet som følge av stordriftsfordeler?
3. Hva er de økonomiske effektene dersom alle selskapene i sektoren var effektive?

Studien besvarer problemstillingen med metoden *Data Envelopment Analysis* (DEA). DEA er en ikke-parametrisk metode for mål av effektivitet basert på Farrell (1957) sitt effektivitetsbegrep, videre operasjonalisert av Charnes, Cooper og Rhodes (1978). Metoden brukes til å *benchmarke* sammenlignbare beslutningsenheter, altså prestasjonsmåling. DEA benyttes også til å estimere potensielle effekter ved fusjon av selskap med rammeverket til Bogetoft og Wang (2005).

1.3 Disposisjon

Studien er inndelt inn i åtte hoveddeler, hvor kapittel 1 inneholder bakgrunn og aktualisering av studiens formål og problemstilling. Kapittel 2 gir en oversikt over omfanget og organiseringen av bompengesektoren.

Videre i kapittel 3 presenteres det teoretiske rammeverket som legger grunnlaget for studien. Kapitlet gjennomgår teori om fusjoner i offentlig sektor, samt konseptet benchmarking gjennom måling av produktivitet og effektivitet, *ex-ante* fusjonsanalyser og relevant litteratur for studien. Den metodiske fremgangsmåten og de statistiske testene som brukes for å undersøke bompengesektoren redegjøres i kapittel 4. Spesifikt presenteres DEA som metode for å beregne effektivitet og potensielle effekter av fusjoner, samt mulige justeringer for eksogene faktorer og ekstreme observasjoner.

I Kapittel 5 blir datamaterialet som benyttes i studien og tilhørende avgrensninger gjennomgått. I tillegg fremstilles statistiske tester, valg av modell og den endelige forskningsmodellen. Resultatene som fremkommer av studien presenteres videre i kapittel 6, med hovedvekt på effektivitet i bompengesektoren, og potensielle effekter av fusjoner.

Diskusjonen i Kapittel 7 tar for seg resultatene som er gjennomgått i studien, hvor resultatenes betydning diskuteres for besvarelse av problemstillingen. Avslutningsvis blir konklusjonen og implikasjoner fra studien presentert i kapittel 8.

2. Bompengesektoren

I Norge er bompengordningen et godt innarbeidet virkemiddel for finansiering av riks- og fylkesveier (Welde, Bråthen, Rekdal & Zhang, 2016). I dette kapitlet redegjøres det for formålet og omfanget av bompengefinansiering, samt hvordan bompengesektoren i Norge er organisert i lys av bompengeselskapenes ansvarsområde, eierskap og organisering. Til slutt presenteres effektiviseringen av bompengesektoren gjennom bompengereformen. På grunn av reformen har sektoren vært i store endringer de siste fem årene. Redegjørelsen av sektoren tar for seg rammene som ligger til grunn i dag og sentrale endringer vil bli kommentert.

2.1 Formål med bompengefinansiering

Hovedformålet med bompengeinnkreving er å skaffe finansiering til vegprosjekter (Samferdselsdepartementet, 2017b). Bompengeinnkrevingen gjør det lettere å anskaffe kapital, som dermed muliggjør en hurtigere utvikling av infrastruktur (AutoPASS, 2020). Det er med Stortinget sitt samtykke at samferdselsdepartementet kan bestemme at det skal kreves inn penger på offentlige veier, fastsette pris på passeringer og sette vilkår om spesifikk bruk av inntektene (Veglova, 1963, § 27). Bompengene vil i praksis benyttes til planlegging og anlegg av vei, men kan også benyttes for kollektivtrafikk (Statens vegvesen, 2019).

Bompengeinnkrevingen består av et grunnleggende nytteprinsipp, ved at det skal være en klar forbindelse mellom nytte og betaling. Bilistene som betaler avgift i form av bompenger må oppleve nytte av prosjektet som finansieres. Begrepet utvides noe ved at brukere kan oppleve indirekte nytte av prosjekter, som at vegnettet kan få bedre framkommelighet (Statens vegvesen, 2019).

Kravene til sammenhengen mellom nytte og betaling er ikke like klart for bomringer. En bomring består av flere bommer rundt et byområde som gjør det umulig å komme inn med bil uten å passere en bom. Nytteprinsippet har dermed fått en ekstra dimensjon de siste årene og begrepet «utvidet nytteprinsipp» ble innført i *Nasjonal transportplan (2018-2029)* (Samferdselsdepartementet, 2017c; Statens vegvesen, 2019). Her åpnes det for å benytte bompenger gjennom blant annet bompengepakker til utvikling av gangvei, sykkelvei og kollektivtrafikk. Bompakkene finansierer tiltak for infrastrukturen som samlet sett skaper nytte gjennom bedre framkommelighet i byområdets infrastruktur.

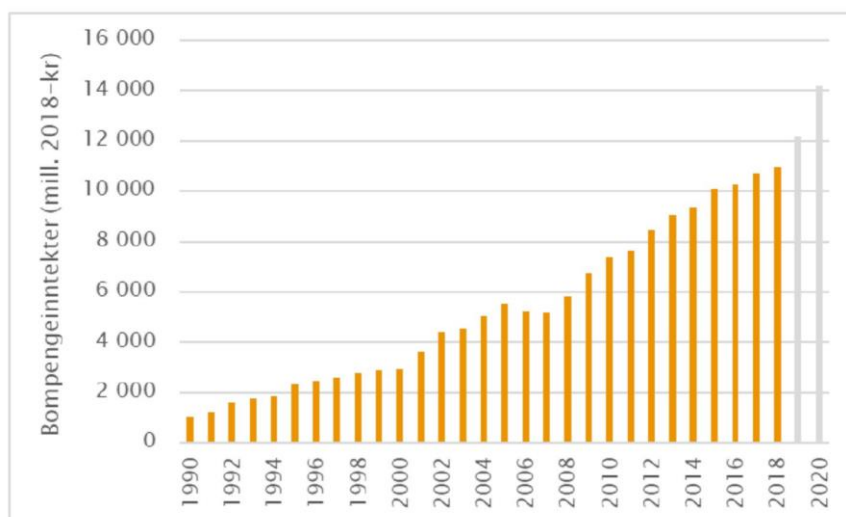
I tillegg til nytteprinsippene åpner veglova (1963, § 27) opp for spesielle ordninger i byområder for å fremme miljøtiltak. Det kan være tidsdifferensierte takster i bommene, ulike

takster på type kjøretøy (El-bil, diesel) og økte takster for å begrense trafikk hvis grenseverdiene for luftforurensning er nådd.

2.2 Omfang av bompengefinansiering

Finansiering av infrastruktur gjennom bompengeprojekter i nyere tid stammer helt tilbake til prosjektet Vrengen bro mellom Nøtterøy og Tjøme i 1932, men det er særlig siden 1980-tallet at finansiering gjennom bompenger har tatt seg opp (Welde et al., 2016). Av den totale finansiering til riksvei-investeringer har andelen bompenger sammenlignet med statlige midler variert noe, men fra midten av 90-tallet har det vært en jevn økning fra en bompengandel på 20%, til rundt 40-45% i 2014 (Welde et al., 2016).

Dette kan også sees i lys av økningen i bompengeinntekter i samme periode. I figur 1 fremkommer det en stor økning av bompengeinntekter fra ca. én milliard kroner i 1990, til elleve milliarder kroner i 2018. Totalt for 2018 registrerte 62 bompengeselskaper til sammen ca. 657 millioner passeringer, der 780 millioner kroner av inntektene gikk til driftskostnader (AutoPASS, 2019a). Figur 1 viser også en prognose for 2019 og 2020 som estimerer en videre økning av inntektene.



Figur 1: Bompengeinntekter i perioden 1990-2018 og prognoser for 2019-2020, oppgitt i millioner 2018-kroner (Statens vegvesen, 2020, s. 17)

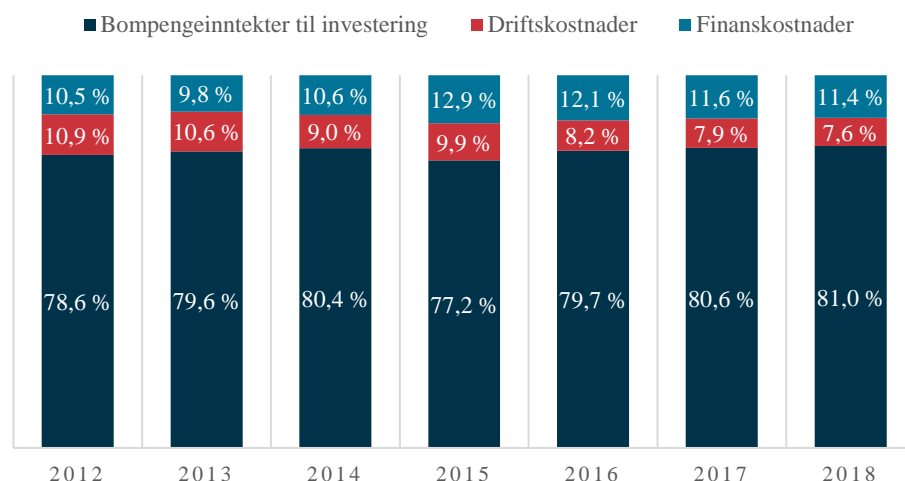
Denne økningen i bompengeinntektene kan sees i sammenheng av økning i bompengeprojekter og antall registrerte passeringer. Tabell 1 viser utviklingen i antall prosjekter, passeringer og gjennomsnittlig driftskostnad fra 2012 til 2018. Antall prosjekter i

omløp har økt med 13 og antallet passeringer har økt med ca. 40%. Samtidig ser man at de gjennomsnittlige driftskostnadene per passering har blitt redusert med 0,72 kr.

Tabell 1: Antall passeringer i perioden 2012-2018 og driftskostnader per passering, i 2018 kroner (Statens vegvesen, 2020, s. 22)

År	Antall selskaper/ prosjekter	Antall passeringer	Gjennomsnittlig driftskostnad per passering (2018-kr) (inkl.avskrivning på varige driftsmidler)
2012	49	464 131 890	1,99
2013	50	474 403 470	2,03
2014	52	510 471 787	1,66
2015	50	591 119 426	1,69
2016	53	638 229 001	1,32
2017	63	654 971 217	1,29
2018	62	656 486 161	1,27

Samtidig som omfang og inntekter har økt betraktelig de siste årene, er det er ønskelig å effektivisere innkreving hvor mindre penger går til drift og mer til nedbetaling av vei (Samferdselsdepartementet, 2015b). Det er presisert i veilederen til Statens vegvesen (2019) at bompengeselskapene skal drive med kontinuerlig effektivisering og kostnadsbesparelser. I figur 2 vises en visuell fremstilling av hvor stor andel av bompengeinntektene som går til investeringer, driftskostnader og finanskostnader i perioden 2012 til 2018. Det fremkommer at driftskostnadene som andel av bompengeinntektene har sunket fra 10,9% til 7,6% i perioden.



Figur 2: Fordeling av andel bompengeinntekter som gikk til investeringer, driftskostnader og netto finanskostnader (Statens vegvesen, 2020, s. 38)

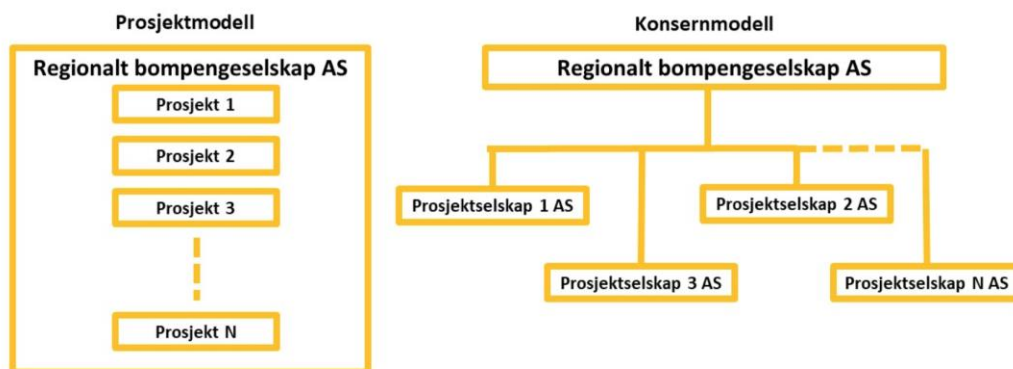
2.3 Bompengeselskapenes organisering

2.3.1 Eierskap, ansvarsområde og organisering

Den utøvende myndighet over bompengeselskapene er Statens vegvesen på vegne av staten, der regulering og forvaltning skjer gjennom et gjensidig avtaleverk (AutoPASS, 2019b). Alle bompengeprosjekter skal være forankret lokalpolitisk, der mulighetsstudier og prognoser for trafikk og kostnader skal gjennomføres for å sikre at grunnlaget for drift er til stede (Statens vegvesen, 2019). Et bompengeprojekt driftes av det regionale bompengeselskapet som prosjektet har tilknytning til. For å sikre en pålitelig drift skal bompengeselskapet ha inngått tre sentrale avtaler som berører Samferdselsdepartementet, Statens vegvesen og bompengeselskapet. Avtalene er bompengavtalen, prosjektavtalen og finansieringsavtalen, disse legger rammen for styring, kontroll og samarbeid med de fem regionale bompengeselskapene som skal forvalte bompengefinansieringen (Statens vegvesen, 2019).

Det er først etter vedtak av bompengeprojektene lokalpolitisk og i Stortinget at det regionale bompengeselskapet får et ansvar for gjennomføring og avvikling av prosjektene. Det kan knyttes fire ulike hovedarbeidsoppgaver for bompengeselskapet i gjennomføringen av prosjektet. Selskapet skal være med å finansiere utbyggingsprosjekter med lån og bompengeinntekter, selskapet skal innkreve bompenger, sørge for en forsvarlig låne- og bompengeforvaltning, og anskaffe, implementere, drifte og eie innkrevingsutstyr som veikantutstyr og selskapets operatørløsning (Statens vegvesen, 2019). Selv om det er klare faser kan bompengeprojektene være dynamiske ved at prosjektet kan utvides, og deler av prosjektet kan åpnes og avsluttes underveis. Det kan være på grunn av at en del av veien i prosjektet er ferdig og kan dermed starte innkreving før resterende deler av veiprojektene er ferdig (Statens vegvesen, 2019).

Figur 3 viser to ulike modeller for hvordan selskapene kan være organisert. Prosjektmodellen har et hovedselskap med ulike prosjekter innad som ikke kan regnes som juridiske enheter. I konsernmodellen er prosjektene organisert som heleide datterselskaper. Innad i datterselskapene kan det også organiseres en prosjektmodell. Et prosjekt eller datterselskap oppstår når et bompengeprojekt er vedtatt og skal forvaltes av det gitte regionale bompengeselskapet (Statens vegvesen, 2019). Alle de regionale bompengeselskapene utenom Fjellinjen opererer med flere bompengeprosjekter (Statens vegvesen, 2019). Hovedregelen for bompengeprojekter er at de skal ha en innkrevingsperiode på maksimalt 15 år etter åpning for trafikk (Samferdselsdepartementet, 2015b).



Figur 3: Intern organisering av bompengeselskapene (Statens vegvesen, 2019, s. 31)

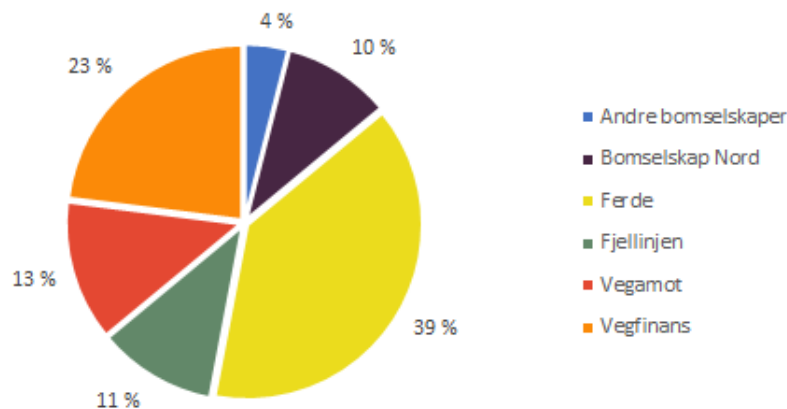
Før sammenslåingen til de regionale selskapene var hovedregelen at det skulle opprettes et nytt bompengeselskap for hvert bompengeprojekt for å hindre kryss-subsidiering (Samferdselsdepartementet, 2015b). Dette innebærer at inntektene fra et bompengeprojekt ikke skal være med å finansiere et annet prosjekt (Statens vegvesen, 2019). Noen bompengeselskaper hadde allerede flere prosjekter under samme bompengeselskap før reformen, noe som krevde særskilt oppfølging. Det ble presisert i Meld. St. 25 at det er en grunnleggende forutsetning at de regionale selskapene ikke skal ha noe kryss-subsidiering mellom prosjektene (Samferdselsdepartementet, 2015b).

De regionale bompengeselskapene er organisert som ideelle foretak og eies av fylkeskommunene som har regional tilknytning til bompengeselskapet. Bompengeselskap Nord AS administrerer bompengeprojektene i Nordland og Troms og Finnmark fylke, Vegamot AS administrerer bompengeprojektene i Trøndelag, samt Møre og Romsdal. Ferde administrerer prosjektene i Vest- og Sør-Norge, og Vegfinans AS administrerer prosjektene i Midt- og Øst-Norge. Fjellinjen AS administrerer alle prosjektene i Oslo og Bærum. Denne inndelingen av ansvarsområde for de regionale selskapene er illustrert i figur 4.



Figur 4: Illustrasjon av ansvarsområdene for de regionale bompengeselskapene (Statens vegvesen, 2018, 29. juni)

For å få en oversikt over selskaperens størrelse er det presentert en fordeling av andelen av bomstasjoner per regionalt selskap i figur 5. Den viser at Ferde har flest bomstasjoner, deretter Vegfinans, Vegamot, Fjellinjen og Bomselskap Nord i synkende rekkefølge (Statens vegvesen, 2020). Det er også to bompengeprosjekter som ikke inngår i de regionale selskapene: Atlanterhavstunnellen AS, som er lokalpolitisk vedtatt at skal driftes med manuell innkreving frem til prosjektavslutning, og Svinesundforbindelsen AS som avslutter innkreving i løpet av 2020 (Samferdselsdepartementet, 2019; Statens vegvesen, 2019).



Figur 5: Andel bomstasjoner per regionale selskap (Statens vegvesen, 2020, s. 33)

2.3.2 Innkrevingssystem

Innkrevningssystemet som brukes av bompengesektoren er selve kjernen i driften av bompengeselskapene. De regionale selskapene skal etablere, eie og drifte innkrevingssystemet. Systemet innebærer løsninger som er nødvendige for å kreve inn penger, som veikantutstyr for bompengeprojektene (selv installasjonen knyttet til bommene

på veiene) og et administrasjonssystem (operatørløsning) for bompengeprojektene som blir driftet av selskapet.

Bomstasjonene baserer seg på AutoPASS-systemet, og det er Statens vegvesen som eier kjerneløsningen i AutoPASS. Systemet er sentralt i identifiseringen av kjøretøyene som passerer i bommene (Statens vegvesen, 2019). Tidligere var det manuell innkreving hvor man betalte ved passering, men nå er identifisering automatisk og koblet med delsystemene til bompengeselskapene. Etter at kjøretøyet er identifisert etter-faktureres brukeren av bompengeprojektet (Statens vegvesen, 2019).

En AutoPASS-brikkeavtale gjør at brukeren vil få en bompgebrikke som man plasserer i frontvinduet til kjøretøyet. Alle passeringer registreres av AutoPASS-systemet og bli ført på brikkeavtalen til bilisten. Avtalen gir en viss prosentats i rabatt ved passering sammenlignet med en som ikke har en avtale. Det er bompengeselskapets utsteder som inngår og administrerer brikkeavtalene. Utstederfunksjonen består av å inngå og administrere kundeforhold med AutoPASS-brikkeavtaler, utstede de fysiske brikkene, samt fakturere og kreve inn avgift på vegne av bompengeselskapet (Samferdselsdepartementet, 2015b; Statens vegvesen, 2019).

Hvis brukeren ikke har en brikkeavtale, tar bomsystemet bilde av skiltene til kjøretøyet og fakturerer kjøretøyets registrerte eier i motorvognregisteret istedenfor gjennom utsteder. Dette er bompengeselskapet sitt ansvar. På grunn av reformen vil alle slike passeringer i regionen bli ført på en samlet faktura, tidligere fikk du ett fra hvert bompengeselskap. Utenlandsregistrerte kjøretøy kan benytte seg av en brikkeavtale på samme måte som norskregistrerte. For utenlandske kjøretøy uten avtale kreves avgiften inn via en ordning fra Statens vegvesen. Det gjennomføres også noen bompengeprojekter som krever inn bompenger på fergesamband gjennom et tillegg til ordinær fergebillett (Statens vegvesen, 2019).

2.4 Effektivisering og reform av bompengesektoren

Bompengesektoren har blitt kritisert for at det ikke foreligger klare insentiver til kostnadsreduksjoner, hvor bompengeprojektene kun avsluttes tidligere dersom bompengeprojektene blir nedbetalt raskere enn forventet. Et mulig problem kan være at bompengeselskapene og driftsoperatøren vil at bompengeprojektet skal vare ut den estimerte perioden, og har dermed ikke klare insentiver til effektivisering av driften. I tillegg har ikke

ineffektivitet i bompengesektoren økonomiske konsekvenser for Statens Vegvesen, slik at ineffektivitet hovedsakelig påvirker de som betaler bompenger (Welde & Odeck, 2011).

Arbeidet med å undersøke regionale selskaper var allerede i gang i 2011 (Samferdselsdepartementet, 2011). Som det fremgår i Meld. St. 25 om reformer i veisektoren skulle bompengesektoren reformeres ved å overføre daværende bompengeprosjekter inn i tre til fem regionale bompengeselskaper, for å utnytte stordriftsfordeler og øke profesjonalisering i bompengesektoren. I tillegg skulle utstederfunksjonen skilles ut som en egen organisatorisk enhet (Samferdselsdepartementet, 2015b). Formålet med omorganisering presiseres i *Nasjonal transportplan (2018-2029)*, hvor færre selskap skal øke brukervennlighet og redusere kostnader ved en mer profesjonell bompengeneinnkreving, kundebehandling og finansforvaltning. I tillegg til omorganiseringen skulle det også etableres et felles takst- og rabattsystem (Samferdselsdepartementet, 2017c).

Etter reformen var et faktum etablerte fylkeskommunene fem regionale selskaper (Samferdselsdepartementet, 2017c). Alle daværende bompengeselskaper og prosjekter skulle dermed fusjoneres inn i det nye regionale selskapet som de har mest tilknytning til. For å gjennomføre fusjonen smidig og hurtigst mulig ble rentekompensasjonsordning et insentiv. Ordningen er kun tilgjengelig for selskapene og prosjektene som er fusjonert inn i et regionalt bompengeselskap og består av et årlig tilskudd fra staten for å redusere bompengavgiftene (Samferdselsdepartementet, 2015b).

Det må nevnes at allerede før 2015 var det en utvikling mot at noen fylkeskommuner samarbeidet om ulike selskaper. Som for eksempel at Vegfinans AS, Trøndelag Bomveiselskap AS og Agderfylkene samarbeidet om innkreving gjennom Agder Bomdrift AS (Samferdselsdepartementet, 2015b). Det var også en del bompengeselskaper som satt ut drift og innkreving til et eksternt driftsselskap, hvor eksempelvis BT Signaal hadde ansvaret for drift og/eller systemleveranser for 23 bompengeselskaper i 2015 (Brønnøysundregistrene, 2020).

Fusjoneringen av de tidligere bompengeselskapene foregikk i perioden 2017-2019. Det gjenstår fortsatt en fusjoneringsprosess med to selskaper. De nye regionale selskapene skal drifte bompengeselskapene som operatør, hvor nye bompengeprosjekter startes og avsluttes i de regionale selskapene (Statens vegvesen, 2020). På denne måten vil selskapene alltid bestå. Dette ble trukket frem som en mulighet av Vegdirektoratet (2012) sin anbefaling om regionale selskaper for å bevare og utvikle kompetansen i administrasjon og styret.

Før reformen besto bompengeselskapene av to hovedfunksjoner, operatør og utsteder. Operatør- og utstederfunksjonen innebærer de samme hovedoppgavene som har blitt presentert i delkapittel 2.3. Samferdselsdepartementet (2015b) trekker frem at bompengeselskapene hadde den formelle rollen som utsteder og de kunne velge å utføre arbeidet selv, eller sette det ut til en ekstern aktør. Halvparten av bompengeselskapene som var godkjente utstedere hadde denne rollen i egen regi, mens resten hadde satt ut arbeidet eksternt. Som følge av bompengereformen skal utstederfunksjonen skilles ut som et selvstendig selskap for alle bompengeselskapene. Dette skal føre til en spesialisering i rollen som utsteder, mindre kryss-subsidiering og mer rettferdig innkreving, samt bedre brukervennlighet og økt effektivitet (Samferdselsdepartementet, 2015b, 2017c).

Utskillingen av utsteder i tillegg til den regionale fordelingen, trekkes frem som en mulighet til å åpne for mer endring i rolle- og oppgavefordelingen mellom Statens vegvesen og bompengeselskapene. Der mer av det operative ansvaret kan flyttes over til bompengeselskapene slik at bompengeselskapene kan påvirke inntekter og utgifter i større grad. Statens Vegvesen vil fortsatt være et myndighetsorgan, men ha en mer samlende rolle for sektoren (Samferdselsdepartementet, 2017c).

Det har vært mange veibommer med ulike takster og rabattsystemer for bilistene rundt i Norge. Mulige endringer i takst- og rabattsystem ble undersøkt på bakgrunn av at det skal være enkelt og forutsigbart for brukerne av bompengeprojektene, altså bilistene. Den nye strukturen i takst- og rabattsystem innebærer en universal prisstruktur for hele landet, dette skal øke brukervennligheten, redusere administrasjonskostnader, samt hindre muligheter for særegne systemer i de ulike bompengeselskapene. For å få rabatt ved en passering må brukeren ha AutoPASS-brikkeavtale. Tunge kjøretøy som trailere får ikke rabatt, men de har obligatorisk bruk av brikke (Samferdselsdepartementet, 2015a, 2017c). Det nye takstsystemet skal også bli et insentiv for å inngå en brikkeavtale. Det er ønskelig med flest mulig brikkeavtaler da avtalene er med å effektivisere innkrevningen av bompenger (Samferdselsdepartementet, 2015b).

Reformen består av flere ulike deler og det fremkommer at endringene åpner for ytterligere effektiviseringstiltak i fremtiden. Det poengteres også spesifikt at det skal være en åpenhet om kostnader i de regionale selskaper for å kunne evaluere prestasjon gjennom *benchmarking* (Samferdselsdepartementet, 2015a). Hensikten med reformen bunner ut i at mer av pengene som kreves inn skal gå til finansiering av vei og ikke til drift av administrasjon og innkreving.

3. Teori

I dette kapittelet blir det teoretiske rammeverket for studien presentert. Teorien legger grunnlaget for å kunne undersøke effektivitet, og effekter av fusjoner i bompengesektoren. Først redegjøres det for fusjoner i offentlig sektor. Deretter blir det gjennomgått hvordan en kan evaluere prestasjonen til virksomheter med benchmarking gjennom måling av produktivitet og effektivitet, og justeringer av prestasjonsmålinger for effekten av eksogene faktorer. Med disse momentene til grunn vises det videre hvordan en kan estimere og dekomponere effekter av en fusjon *ex-ante*. Til slutt presenteres relevant forskningslitteratur for bompengesektoren og studien.

3.1 Fusjon i offentlig sektor

Fusjoner i offentlig sektor er ofte gjort med privat sektor som forbilde og filosofi i fra New Public Management med tanken at større enheter vil være mer effektive (Solstad, 2009). En fusjon kan defineres som en sammenslåing av to eller flere selskap som danner en ny felles økonomisk enhet. I senere tid har det blitt gjennomført en rekke fusjoner innen norsk offentlig sektor, men det er utført begrenset med systematisk forskning på fusjonsprosessene og rammebetingelsene i en offentlig kontekst (Enehaug & Thune, 2007).

På overordnet nivå skilles det mellom horisontal og vertikal fusjoner, hvor horisontal fusjon er definert som sammenslåing av selskap i samme bransje, mens vertikal fusjon er sammenslåing av virksomheter som utgjør ulike deler av en verdikjede (Bogetoft & Otto, 2011). Denne studien vil kun ta for seg horisontale fusjoner.

Det eksisterer et skille mellom fusjoner innen privat og offentlig sektor. Private virksomheter fusjonerer for å kapre markedsandeler, skape konkurransefortrinn og økt lønnsomhet. Fusjoner kan også forekomme på bakgrunn av oppkjøp (Bogetoft & Wang, 2005; Spångberg et al., 2002). Offentlig sektor har som mål å skape bedre velferd for befolkningen, hvor gevinster ved fusjon kan komme gjennom reduserte kostnader, eller å skape mer effektive enheter og øke prestasjonsevnen som følge av positive synergieffekter og stordriftsfordeler (Enehaug & Thune, 2007; Solstad, 2009; Spångberg et al., 2002).

Stordriftsfordeler kan for eksempel komme av et større produksjonsvolum for å oppnå reduserte enhetskostnader. Synergieffekter, eller breddefordeler, er verdier som kan skapes av det fusjonerte selskapet, som ikke er mulig å skape hver for seg. Dette kan for eksempel være høyere kompetanse innenfor drift, styring og planlegging (Boye & Meyer, 2008). Det er derimot ikke kun positive effekter knyttet til fusjonering. Enehaug og Thune (2007) og

Solstad (2009) trekker frem at mange fusjoner gir potensielle kulturkonflikter innad i virksomheten og økt grad av byråkrati som medfører skalaulempen og negative synergier. For å avgjøre hvorvidt den fusjonerte enheten har høstet stordriftsfordeler er utfordrende og det vil kunne ta et par år før rutiner, systemer og etablering av endelig struktur er på plass (Spångberg et al., 2002).

På overordnet nivå vil fusjonering lønne seg fra et bedriftsøkonomisk perspektiv når gevinstene er større enn ulempen ved fusjonen (Bogetoft & Wang, 2005). Det kan dog være vanskelig å måle resultatene av fusjoner i offentlig sektor, siden målene for fusjon kan være motstridende og preges av kompleksitet. I tillegg er fusjonene ofte et ledd i en større reform som kan innebære privatisering, forenkling av struktur og rammevilkår (Enehaug & Thune, 2007). Spångberg et al. (2002) mener man må se på de gitte målene for fusjonen og hvorvidt de er oppfylt for å kunne evaluere fusjonen. Som det fremkommer i litteraturen, innebærer en del av målet med fusjon økt prestasjonsevne. En metode for å måle prestasjonsevne vil redegjøres i neste kapittel.

3.2 Benchmarking

Benchmarking forklares som relativ prestasjonsevaluering gjennom systematisk sammenligning av flere beslutningsenheter, heretter DMU (Decision-Making Unit). Metoden er ikke begrenset til virksomheter, men kan benyttes for sammenlignbare produksjonsenheter som prosjekter, eller avdelinger. Det sentrale er at enhetene bruker lignende ressurser til å produsere et lignende produkt, eller tjeneste (Bogetoft & Otto, 2011).

Begrepet «beste praksis» forekommer hyppig innenfor litteraturen om benchmarking. Ved å identifisere beste praksis kan organisasjoner lære den mest effektive arbeidsmetoden og forbedre sin totale organisatoriske prestasjon (Magd & Curry, 2003). Det kan være vanskelig for selskaper i offentlig sektor å finne beste praksis, siden enkle indikatorer på prestasjon mangler.

En av hovedutfordringene med prestasjonsmåling innen offentlig sektor er at det ofte leveres tjenester som ikke omsettes, men at de mottar tildelinger fra staten for å levere tjenesten. Det eksisterer derfor ikke priser på samme måte som i privat sektor med konkurranse innen et marked om å levere tjenester. Dermed blir det utfordrende å evaluere og belønne enheter som er mer produktive enn andre. I tillegg er tjenestetilbudet til offentlige virksomheter sammensatt, hvor det leveres flere produkter og tjenester som krever ulike innsatsfaktorer og

ressurser (Kittelsen & Førsum, 2001). Kittelsen og Førsum (2001) trekker frem produktivitet- og effektivitetsanalyser som en passende måte å evaluere prestasjon til både offentlige og private virksomheter.

3.3 Produktivitet og effektivitet

I dette delkapittelet redegjøres det først for beregning av produktivitet og effektivitet og hvordan effektivitet kan benyttes for benchmarking av virksomheter. Til slutt blir det gjennomgått produksjonsteknologi og forutsetninger for å gjennomføre effektivitetsanalyser.

3.3.1 Produktivitet

Produktivitet er et absolutt mål på ytelse som måler hvor mye som produseres (output) i forhold til bruk av innsatsfaktorer (input) (Coelli, Rao, O'Donnell & Battese, 2005). Begrepet produktivitet kan omhandle partiell produktivitet, altså forholdet mellom én input (y) og én output (x), som vist i formel (1). Produktivitet kan også defineres som totalfaktorproduktivitet, som måler det relative forholdet mellom alle faktorer knyttet til produksjonen (2). Etersom de fleste produksjonsprosesser vanligvis benytter flere inputs og outputs, refererer produktivitet som regel til totalfaktorproduktivitet, i tillegg til at bruk av partielle mål kan gi misvisende resultater (Coelli et al., 2005).

$$\text{Produktivitet} = \frac{\text{produksjon}}{\text{innsatsfaktorer}} = \frac{\text{output } (y)}{\text{input } (x)} \quad (1)$$

$$\text{Totalfaktorproduktivitet} = \frac{\text{Relativt forhold mellom alle output}}{\text{Relativt forhold mellom alle input}} = \frac{\sum_{m=1}^M p_m y_m}{\sum_{k=1}^K w_k x_k} \quad (2)$$

En utfordring med produktivitet som ytelsesmål er at det gir et absolutt måltall, som kan gjøre sammenligning med virksomheter av ulik størrelse utfordrende. I tillegg er det et problem ved å måle prestasjon ved flere input og output ettersom disse må vektas gjennom for eksempel pris eller verdi. Siden produktene eller tjenestene som produseres av offentlige virksomheter ofte ikke omsettes i markeder med fri konkurranse, kan det mangle priser på den produserte varen eller tjenesten. Det kan dermed være hensiktsmessig å benyttes relative effektivitetsmål som ikke er avhengig av priser for prestasjonsmåling (Kittelsen & Førsum, 2001).

3.3.2 Effektivitet

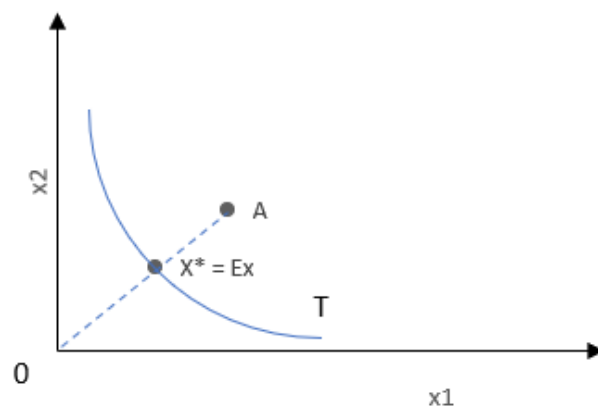
Effektivitet er et relativt mål på ytelse som kan benyttes for benchmarking av enheter, uavhengig av størrelse. Det finnes flere ulike mål og begreper for effektivitet. På overordnet nivå skilles det mellom indre og ytre effektivitet. Ytre effektivitet kan sees på som avveininger mellom ulike alternativer en kan benytte begrensede ressurser på. Indre effektivitet defineres som selve ressursbruken i en produksjon, altså forholdet mellom input og output (Kittelsen & Førstund, 2001). Grunnet studiens avgrensning vil kun indre effektivitet omtales. Effektivitet kan beregnes som et forholdstall fra 0 til 1 ved å sammenligne faktisk ytelse opp mot ideell ytelse som vist i formel (3) (Bogetoft & Otto, 2011).

$$\text{Effektivitet } (E) = \frac{\text{Faktisk ytelse}}{\text{Ideell ytelse}} \quad (3)$$

Farrell (1957) utviklet en rekke effektivitetsbegrep som løser problemet med manglende priser, gitt at ressursbruk og produksjonsmengde er kjent (Kittelsen & Førstund, 2001). Teknisk effektivitet er i dag målet som blir mest brukt innen effektivitetsanalyser med flere inputs og flere outputs. Effektivitet (E) beregnes som et tall fra 0 til 1, som gitt av forholdet mellom input og output $E_{x,y}$ relativt til teknologien for produksjon T i markedet, som vist i formel (4) (Bogetoft & Otto, 2011).

$$E = \min[E > 0 \mid (E_{x,y}) \in T] \quad (4)$$

Teknisk effektivitet kan benyttes som et relativt mål på prestasjon, hvor en enhet med 0,8 i effektivitet kunne ha redusert inputs med 20% og fremdeles produsert like mye output, gitt forutsetningen for teknologi i markedet. Farrell (1957) presenterte en illustrasjon av effektivitetsmål, som enkelt fremstilles i figur 6. Figuren viser forbruket av to innsatsfaktorer i punkt A for produksjon av en enhet, som kan proporsjonalt reduser input x_1 og x_2 til punkt X^* på isokvantlinjen som illustrerer den effektive fronten, gitt forutsetningen for produksjonsteknologi, T , i markedet.



Figur 6: Grafisk illustrasjon av effektivitetsmål med to innsatsfaktorer (Farrell, 1957)

Effektivitetsanalyser kan brukes til å analysere effektivitet innad i en sektor (Farrell, 1957). Farrell (1957) omtaler dette som strukturell effektivitet, der man måler hvorvidt en bransjes effektivitet klarer å holde følge med de mest effektive selskapene. I en bransje hvor kun ineffektive selskaper opererer vil det registreres høyere strukturell effektivitet, sammenlignet med en bransje hvor det eksisterer både effektive og ineffektive selskaper (Farrell, 1957).

For å benchmarke en virksomhet eller bransje er det nødvendig å avgjøre hva som skal være benchmark eller referansepunkt for evaluering av prestasjon. De skal vise hvor mye det kan produseres for en gitt mengde innsatsfaktorer, og ulike kombinasjoner av disse. Da kan man også finne optimal størrelse i form av input og output. I mange tilfeller er teknologisetten T , altså området med mulige kombinasjoner av input og output, ukjent. Det er dermed nødvendig å evaluere en observasjon relativt i forhold til de mest effektive observerte enhetene for å estimere teknologien for produksjon i sektoren, som illustrerer hva som er mulig å oppnå ved å følge beste-praksis (Bogetoft & Otto, 2011).

3.3.3 Produksjonsteknologi og forutsetninger for effektivitetsberegninger

Produksjonsteknologi viser området for mulig produksjon i form av input og output kombinasjoner, gitt av teknologien i markedet. Produksjonsteknologien viser sammenhengen av prosessen fra input til output og hvordan inputvariablene kan substituere hverandre. Ved flere input og output kan teknologien illustreres gjennom teknologisetten, eller produksjonsmulighetsområdet T , som vist i formel (5). Der T består av mulige observerte kombinasjoner av innsatsfaktorer (x), og produserte mengder (y) (Bogetoft & Otto, 2011).

$$T = (x, y) \mid x \text{ kan produsere } y \quad (5)$$

For å danne teknologisetttet for beregningen av effektivitet defineres det i all hovedsak fire forutsetninger som presenteres i Bogetoft og Otto (2011):

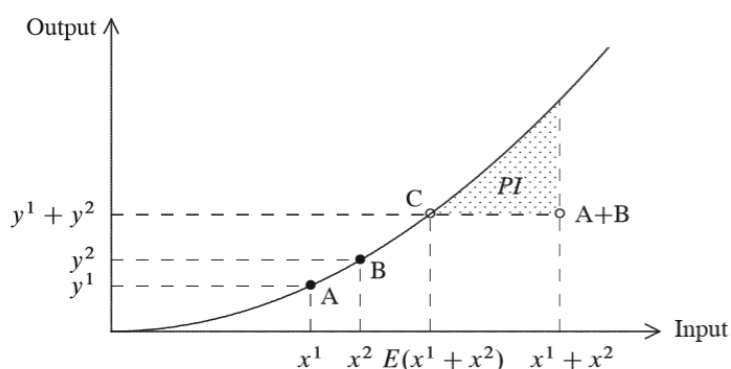
- 1) Fri disponering av input og output, som tilsier at en virksomhet kan tilpasse sin kombinasjon av input og output (x, y) innenfor produksjonsmulighetsområdet basert på observerte kombinasjoner av x og y .
- 2) Konveksitet, som tilsier at et vektet gjennomsnitt (\bar{x}, \bar{y}) av observert produksjon (x_A, y_A) og (x_B, y_B) også er mulig, der $\bar{x} = \lambda x_A + (1 - \lambda)x_B$ og $\bar{y} = \lambda y_A + (1 - \lambda)y_B$.
- 3) Fri avhending, som tilsier at sløsing av input og output er mulig. Virksomheter kan produsere samme mengde output (x^*, y) med mer input x , der $x \geq x^*$, og at virksomheter kan bruke samme mengde input (x, y^*) for å produsere mindre output y , der $y \leq y^*$.
- 4) Skalering av produksjon og definisjon av skalautbytte, som tilsier hvorvidt produksjon kan skaleres opp eller ned. Under teknologiforutsetningen for konstant skalautbytte tilsier det at der (x, y) er mulig, vil også enhver skalert kombinasjon være mulig (kx, ky) , hvor $k > 0$. Forutsetningene for teknologi og skalering blir redegjort nærmere i kapittel 4.2.

3.4 Estimering av potensielle effekter ved fusjon

Innenfor litteraturen eksisterer det et skille mellom det som er *ex-post*-analyser som evaluerer effekten av fusjoner med data fra perioden etter fusjonen, og det som er *ex-ante*-analyser. *Ex-ante*-analyser forsøker å estimere potensielle produksjonsøkonomiske effekter av potensielle fusjoner før den gjennomføres, med et fokus på å kvantifisere de potensielle gevinstene (Bogetoft & Wang, 2005).

Bogetoft og Wang (2005) introduserte en metode for å estimere potensielle gevinster fra fusjoner innenfor en sektor. Den relateres til Farrell (1957) sitt konsept om strukturell effektivitet, ved at sektoren i seg selv blir vurdert. Metoden til Bogetoft og Wang (2005) aggregerer sammenlignbare virksomheter i sektoren for å danne nye fusjonerte enheter, hvor potensielle effekter fra sammenslåingen beregnes. Dermed kan man også se om en endring av strukturen i sektoren kan gi gevinster (Bogetoft & Otto, 2011). Metoden forutsetter at det gir mening å fusjonere enheter, både med tanke på geografi, organisatorisk kultur og eierskap (Bogetoft & Wang, 2005).

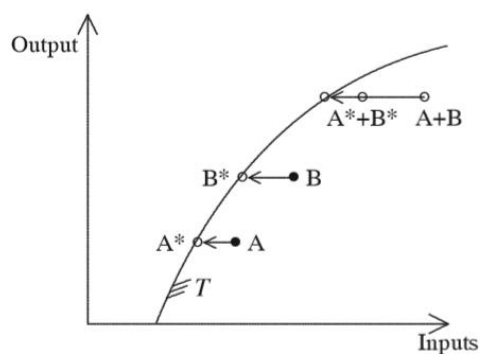
Ettersom kostnader antas å være ikke-lineære følger rasjonale at selv om virksomhetene A (x^1, y^1) og B (x^2, y^2) i figur 7 er teknisk effektive etter Farrell (1957) sitt mål for effektivitet, vil de aggregert produsere mengde A+B. Basert på mulighetsområdet i produksjonsfunksjonen, vil de aggregert kunne produsert samme mengde output med relativt mindre input med en skaleringsfaktor E , som vist i punkt C ved ($E(x^1 + x^2), (y^1 + y^2)$) gjennom en mer effektiv produksjon. Dette gir et potensielt forbedringsområde PI for reduksjon i input, økning i output eller en kombinasjon av disse. Figuren viser en potensiell forbedring i form av reduksjon av input for det fusjonerte selskapet A+B, som er gitt ved distansen mellom punktet A+B til punkt C (Bogetoft & Otto, 2011).



Figur 7: Totale gevinster fra fusjoner og illustrasjon av skala (Bogetoft & Otto, 2011, s. 266)

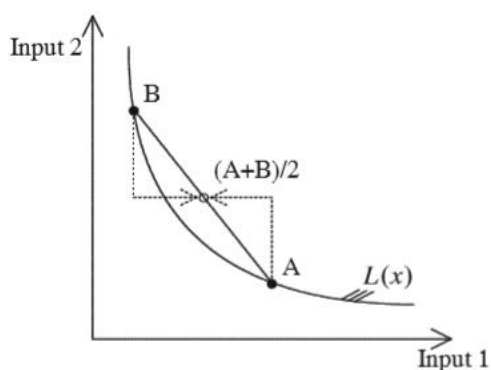
Metoden til Bogetoft og Wang (2005) dekomponerer potensielle gevinster fra fusjon i tre ulike områder; *læringseffekten*, *harmoniseringseffekten* og *skalaeffekten* (Bogetoft & Otto, 2011). Det vil nå redegjøres for det konseptuelle og rasjonale bak inndelingen, hvor metodisk utledning blir nærmere redegjort i kapittel 4.5.

Læringseffekten i figur 8 viser potensiell forbedring innen teknisk effektivitet ved å følge beste praksis. Virksomhetene A og B har individuelt et mulig forbedringspotensial ved å følge beste praksis som vist i punkt A* og B*. Ved å fusjonere virksomhetene til A+B øker innsparingspotensialet. Dersom de effektive virksomhetene A* + B* slår seg sammen er det fremdeles et innsparingspotensial, men det er betraktelig mindre. Læringseffekten er hovedsakelig en gevinst som virksomhetene i stor grad kunne oppnådd på egenhånd, og dermed en forbedring som ikke nødvendigvis er relatert til fusjonen av selskapene (Bogetoft & Otto, 2011).



Figur 8: Læringseffekten (Bogetoft & Otto, 2011, s. 269)

Harmoniseringseffekten utgjør gevinster som kan komme fra en mer gunstig sammensetning av inputs ved fusjon. Figur 9 illustrerer to sammenlignbare virksomheter A og B som har samme nivå av input og output på linje $L(x)$. Dette fremstår ikke som optimalt, hvor virksomhet A bruker mye av input 1, mens B bruker mye av input 2. Bruken av hver sin input blir så stor siden virksomhetene må substituere for mangelen av den andre. Ved å samarbeide kan virksomhetene flytte noe av inputbruken over til hverandre, som illustreres av de stiplede linjene inn til punkt $(A+B)/2$. Man kan dermed oppnå en gevinst ved en mer optimal sammensetning av input enn det som var mulig alene gjennom breddefordeler (Bogetoft & Otto, 2011).



Figur 9: Harmoniseringseffekten (Bogetoft & Otto, 2011, s. 270)

Skalaeffekten viser at selv om en virksomhet kan være effektiv ved nåværende størrelse kunne den hatt gevinster ved å operere i en større skala som gir en gjennomsnittlig lavere kostnad, forutsatt at teknologien i markedet har skalafordeler. Dette konseptet kan illustreres i figur 7, som viser at en større virksomhet kan produsere samme mengde output med forholdsmessig mindre input dersom den opererer i større skala. Skalaeffekten vil derfor være avhengig av forutsetningen for produksjonsteknologi i analysen. Dersom

produksjonsteknologien er konstant skalautbytte vil det ikke være noe skalaeffekt som følge av størrelse. Dersom teknologien er forutsatt til økende skalautbytte vil skalaeffekten være positiv, og dersom det er avtagende skalautbytte vil skalaeffekten være negativ (Bogetoft & Otto, 2011).

En viktig presisering er at de dekomponerte momentene i en fusjonsanalyse alene ikke kan predikere resultatet av fusjoner basert på kun bedriftsøkonomiske gevinster ettersom sammenslåinger er kompliserte prosesser som inneholder mange viktige faktorer som er vanskelig å ta høyde for i en modell (Bogetoft & Wang, 2005).

3.5 Påvirkning av eksogene faktorer på effektivitet

Ved estimering av effektivitet kan forskjeller skyldes andre faktorer ved selskapene som ikke tas hensyn til i beregningen. Dette kan for eksempel være sosio-økonomiske statuser i området eller faktorer ved det operasjonelle miljøet som selskapene ikke kan påvirke (Bogetoft & Otto, 2011). Slike faktorer omtales ofte som eksogene faktorer, miljøvariabler eller rammebetingelser som ikke er kontrollerbare, men som påvirker effektiviteten til selskapene. Slike faktorer bør dermed tas hensyn til ved beregning av effektivitet. Det finnes en rekke fremgangsmåter for å håndtere slike faktorer. I dette kapitlet blir to mulige fremgangsmåtene for å håndtere eksogene faktorer illustrert.

En fremgangsmåte er å inkludere variablene direkte i beregning av effektivitet, og skille mellom det som er ikke-stasjonære og stasjonære variabler i beregningen (Banker & Morey, 1986a, 1986b). Et problem med denne fremgangsmåten er at det kan ha stor påvirkning, og overestimere effektiviteten til enkelte DMU (Amundsveen, Kordahl, Kvile & Langset, 2014).

En annen fremgangsmåte er å justere for variablene med regresjon. Dette kan gjøres gjennom en to-trinns fremgangsmåte, hvor en først beregner effektivitet, og deretter justere effektivitetsverdiene for påvirkningen av de eksogene faktorene regresjon (Banker & Natarajan, 2008; Ray, 1991; Simar & Wilson, 2007, 2011). En alternativ fremgangsmåte er å reversere rekkefølgen, hvor inputs eller outputs justeres for effekten av eksogene faktorer gjennom regresjon. Deretter beregnes effektivitet med justerte input- eller output-verdier (Barnum & Gleason, 2008; Saastamoinen, Bjørndal & Bjørndal, 2016).

3.6 Forskningslitteratur

Videre presenteres relevant forskningslitteratur for studien som analyserer driftskostnader eller effektivitet i bomsektoren, både nasjonalt og internasjonalt, avslutningsvis redegjøres det for studier som benytter rammeverket til Bogetoft og Wang (2005) for fusjonsanalyse.

3.6.1 Nasjonal og internasjonal forskningslitteratur

Det er begrenset med forskning på effektivitet innen bompengesektoren, selv om bompenger benyttes i stor grad både nasjonalt og internasjonalt (Welde & Odeck, 2011). Det er dog gjennomført studier av driftseffektivitet og kostnadsdrivere i den norske bompengesektoren. Welde og Statens vegvesen (2005) og Amdal, Bårdsen, Johansen og Welde (2007) har gjennomført studier av driftskostnader ved norske bompengeselskap. Gjennom regresjonsanalyser kom det frem at trafikkmengde hadde stor innflytelse på driftskostnader, og at gjennomsnittkostnadene er høye med lite trafikk. Funnet tilsa at det var ubenyttede skalafordeler i sektoren for selskaper av liten og mellomstor størrelse.

Det ble også registrert mulige skalafordeler for store selskap sammenlignet med små i studien til Odeck (2008). Studien analyserte effektivitet og produktivitet ved norske bompengeselskaper i perioden 2001-2004. Det ble benyttet DEA for å beregne effektivitet, med en modell som består av to inputs (driftskostnader og utbetalinger til styre), og to outputs (antall passeringer og antall kjørefelt), samt en justering for eksogene faktorer. Resultatene viser en mulig effektivitetsforbedring på 14%.

I en senere studie av Welde og Odeck (2011) beregnes effektivitet for perioden 2003-2008 gjennom SFA og DEA justert for eksogene faktorer. Modellen i denne studien består av to input (driftskostnader og administrative kostnader) og en output (antall passeringer/antall kjørefelt). Det fremkommer ikke en sammenheng mellom størrelse og effektivitet, kun en svak trend. Dette strider mot tidligere funn om klare skalafordeler i sektoren av Amdal et al. (2007), Welde og Statens vegvesen (2005) og Odeck (2008). Welde og Odeck (2011) mener noe av forklaringen ligger i at studien bruker et ulikt datasett, samt en ulik bruk av output. De vil ikke påstå hva som er passende bruk av output, men kommenterer at effektivitetsmålene er sensitive til sammensetningen av input og output.

Bompengeforvaltningen var videre gjennom en grundig undersøkelse av Riksrevisjonen (2012), hvor det blant annet ble gjennomført en DEA-analyse for å beregne effektivitet i perioden 2008-2010. De brukte samme metodikk som Odeck (2008) og Welde og Odeck (2011), og sammenlignet ulike modellutforminger for å beregne effektivitet. Valg av

modellutforming er den som ga høyest gjennomsnittlig effektivitet, som var en input (driftskostnader inkludert administrative kostnader) og to output (trafikkmengde og antall kjørefelt) (Riksrevisjonen, 2012). DEA-analysen viste stor variasjon i effektiviteten for bompengeselskapene fra år til år, samt innad i samme selskap. I tillegg eksisterte det stordriftsfordeler i sektoren for store selskap. Riksrevisjonens totalvurdering var at innkrevningen av bompenger ikke var effektiv nok, og det måtte iverksettes tiltak for å redusere kostnader. Hvis alle selskapene hadde vært like effektive som de mest effektive, hevder Riksrevisjonen (2012) at selskapene kunne spart til sammen 270 mill. kroner fra 2008-2010.

Odeck (2019) undersøkte driftskostnader ved norske bompengeselskap i perioden 2011-2015 gjennom økonometriske modeller for å lage et rammeverk for å estimere og predikere driftskostnader ved bompengeselskaper. Resultatene av analysen er at valg av metodisk tilnærming er relevant for effekten av kostnadsdrivere og signifikansnivå på kostnadsdriverne. På grunn av potensiell heteroskedastisitet og ikke-normalfordeling i datamaterialet ble robust Mixed-Effekt modellen valgt for å estimere driftskostnader. Fra analysen fremkommer det stordriftsfordeler i sektoren, hvor et økt antall passeringer gir lavere kostnader opptil 12,5 millioner passeringer. Et økt antall kjørefelt øker gjennomsnittlig driftskostnad, mens konkurranseutsetting av drift reduserer kostnader. I tillegg reduseres kostnader ved bruk av automatisk innkreving, og en høyere brikkeandel med AutoPASS gir reduserte kostnader. Bomring og alder var ikke signifikante faktorer i studien.

Internasjonalt er det gjennomført noen effektivitetsanalyser av bompengeselskap. Hovedfokuset har vært på driftseffektivitet av offentlig bompengeselskaper opp mot privat, i tillegg til å evaluere om det eksisterer stordriftsfordeler innenfor bomsektoren. Metodisk benyttes hovedsakelig Stochastic Frontier-Analysis (SFA). Benfratello, Iozzi og Valbonesi (2009) gjorde en effektivitetsanalyse gjennom SFA og fant store ubenyttede skalafordeler for små og mellomstore selskap ved italienske bompengeselskap. Siden det bare er ett stort selskap i analysen er det vanskelig å si noe om skalafordeler for store selskap.

Albalate og Rosell (2016) gjennomfører en SFA av spanske bompengeselskap for perioden 2003-2015. De fant store ubenyttede skalafordeler for størrelse og geografisk konsentrasjon ved plassering av bommer. Dette ble også funnet i en senere studie fra Albalate og Rosell (2019), der større motorveier hadde lavere driftskostnader enn små.

Selv om det er et mindre omfang av relevante enkeltstudier har KPMG (2015) gjort en gjennomgang av bompengesektoren internasjonalt. Formålet er å benchmarke virksomheter på tvers av landegrensener og se på hva som fører til effektiv innkreving. De fant at bompengeselskapene opererer med mange ulike systemer og under ulike rammebetingelser, men at teknologisk utvikling av innkrevingssystem var sentralt for videre effektivisering av bompengeneinnkreving. Videre gjorde KPMG (2019) en ytterligere gjennomgang av den internasjonale bompengesektoren. De finner at det er stor forskjell i kostnader og effektivitet i sektoren, hvor innkrevingsteknologien skiller de beste selskapene fra resten.

Det fremkommer av norsk og internasjonal litteratur at majoriteten av forskningen med effektivitetsanalyser viser skalafordeler, spesielt for små selskap. Det er også store variasjoner i effektivitet mellom bompengeselskapene. Siden det fremkommer ubenyttede skalafordeler, kan det være interessant å benytte fusjonsanalyser for å se potensielle effekter av fusjoner i bompengesektoren.

3.6.2 Fusjonsanalyser med DEA

Det er forfatterne ikke kjent om det er gjort fusjonsanalyse med DEA innen bompengesektoren. For å vise anvendeligheten for fusjonsanalysen i denne studien presenteres derfor noen utvalgte studier som har benyttet rammeverket til Bogetoft og Wang (2005) på sektorer med naturlige monopolister.

Bogetoft og Wang (2005) demonstrerer metodikken for fusjonsanalyse gjennom DEA ved å analysere rådgivningskontor for jordbruk i Danmark. Metoden til Bogetoft og Wang (2005) har også blitt brukt innen kraftbransjen, hvor fusjoner og oppkjøp har spilt sentrale roller for å utnytte skalafordeler og breddefordeler (Agrell, Bogetoft & Gammeltvedt, 2015; Bogetoft & Gammeltvedt, 2006; Saastamoinen et al., 2016). Walter og Cullmann (2008) analyserer potensielle gevinster av fusjon innen tysk offentlig transportsektor. Basert på analysen finner de at det kan forventes gevinster ved fusjon for buss, trikk og t-bane-selskap, i tillegg til gevinster for små busselskap.

Mattsson og Tidana (2019) gjorde en fusjonsanalyse med DEA av potensielle gevinster ex-ante ved fusjon av svenske domstoler, der 95 domstoler i 2000 ble til 48 i 2009. Selve ex-post-effekten av fusjonene har blitt forsket på av Agrell, Mattsson og Månsson (2020). Der vurderte de metoden og resultatene sine med Mattsson og Tidana (2019). De konkluderte at en DEA-analyse av potensielle gevinster har prediktiv kraft og indikerer at den kan brukes til å vurdere potensielle fusjoner av flere typer virksomheter i fremtiden.

4. Metode

I dette kapittelet vil det redegjøres for den metodiske tilnærmingen som benyttes i studien. Først presenteres analysemetoden DEA og tilhørende skalaforutsetninger for modeller. Det redegjøres spesifikt for skalaforutsetningen CRS og VRS, samt konseptet skalaeffektivitet, og KOOP-forutsetningen. Videre presenteres test for *outliers* og supereffektivitet, samt tester av DEA forutsetningene og modeller. Avslutningsvis blir det redegjort for den metodisk tilnærming for fusjonsanalysen og den metodiske tilnærmingen for justering av miljøvariabler gjennom regresjon.

4.1 Beregning av effektivitet med Data Envelopment Analysis

Data Envelopment Analysis (DEA) er en ikke-parametrisk og deterministisk metode for beregning av effektivitet, introdusert av Charnes et al. (1978) basert på Farrell (1957) sitt mål på effektivitet. DEA kan benyttes for både inputminimerende- og outputmaksimerende modeller, noe som gir stor fleksibilitet for modeller ved beregning av effektivitet. Denne studien redegjør for en modell med inputorientering i et kostnadsminimerende perspektiv. Dette er gjort på bakgrunn av tidligere studier som argumenterte for at bompengeselskapene ikke kan påvirke output (Odeck, 2008).

En av fordelene med DEA er at man ikke trenger å spesifisere produktfunksjonen ettersom produksjonsmulighetsområdet defineres av de effektive virksomheter eller DMUene, gitt den valgte teknologiforutsetningen. En annen fordel er at det eksisterer etablerte metoder for estimering av effektivitetseffekter ved potensielle fusjoner gjennom DEA. En av de større ulempene med DEA er at det ikke skilles mellom det som kommer av tilfeldige variasjoner og støy, og det som skyldes ineffektivitet (Bogetoft & Otto, 2011).

Det finnes andre metoder enn DEA for beregning av effektivitet, som i tillegg skiller mellom ineffektivitet og støy. Et eksempel er Stochastic Frontier Analysis (SFA), som er en stokastisk og parametrisk metode for beregning av effektivitet. Metoden egner seg derimot ikke til fusjonsanalyse på grunn av metodiske utfordringer knyttet til dekomponering av ineffektivitet og tilfeldig støy, samt tolkning av potensielle gevinster (Bogetoft & Otto, 2011). Det anses dermed ikke som hensiktsmessig å benytte SFA i denne studien.

4.2 Skalaforutsetning i DEA

Et viktig aspekt ved estimering av effektivitet gjennom DEA er valg av skalaforutsetning for å definere beste-praksis fronten, hvor skalaforutsetningen skal representere antagelsen om teknologien i markedet (Bogetoft & Otto, 2011). Innenfor DEA skiller det hovedsakelig mellom konstant skalautbytte (CRS) og variabelt skalautbytte (VRS), med tilhørende avgrensninger. Videre vil det redegjøres for skalaforutsetningene, og deretter forklares konseptet om skalaeffektivitet. Avslutningsvis presenteres Koopman (KOOP) skalaforutsetningen.

4.2.1 Konstant skalautbytte (CRS)

For å måle effektivitet ble CCR-modellen utviklet av Charnes et al. (1978). Modellen forutsetter konstant skalautbytte, og er videre omtalt som CRS-modellen (Constant Return to Scale). Modellen kan benyttes i en input- og outputorientert analyse, der de matematiske problemene løses med lineær programmering, enten gjennom primalformuleringen (*multiplier* modellen) eller dualformuleringen (*envelopment* modellen) (Bogetoft & Otto, 2011). I denne studien vil kun dualformuleringen omtales.

I en inputorientert modell holdes output konstant, mens det beregnes hvor mye en virksomhet kan redusere innsatsfaktorer proporsjonalt. Den tekniske effektiviteten til en DMU beregnes som en verdi fra 0 til 1, der en DMU med en effektivitet på 1 er 100% effektiv. Hvis en DMU produserer lik mengde output, men bruker mer input sammenlignet med en effektiv DMU vil den være ineffektiv (Bogetoft & Otto, 2011).

En inputorientert CRS-modell med dualform (*envelopment* modellen), som vist i formel (6), formuleres ved å minimere effektivitetsscoren til DMU 0, gitt ved E_0 . DMU 0 sitt forbruk av innsatsfaktorer x_{i0} og produsert output y_{r0} sammenlignes med DMU j sin kopieringsfaktor λ_j og tilhørende forbruk x_{ij} og output y_{rj} . Den første restriksjonen tilsier at en DMU sitt forbruk av input må være større eller lik referanseenheterne den sammenlignes med. Den andre restriksjonen tilsier at produksjon av output må være mindre eller lik referanseenheterne den sammenlignes med. Restriksjonene er formulert med ulikhetstegn, hvor en eventuell forskjell kommer av slakk, der en DMU ytterligere kan redusere input eller øke output som følge av sløsing. Det tredje restriksjonen tilsier at kopieringsfaktor λ_j må være større eller lik null. Modellen har n antall observasjoner, med m inputs og s outputs.

$$\begin{aligned}
& \text{Min: } E_0 \\
\text{Når: } & E_0 x_{i0} \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \quad , i = 1, \dots, m \\
& y_{r0} \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \quad , r = 1, \dots, s \\
& \lambda_j \geq 0 \quad , j = 1, \dots, n
\end{aligned}
\tag{6}$$

4.2.2 Variabelt skalautbytte (VRS)

Banker, Charnes og Cooper (1984) videreutviklet CRS-modellen for å kunne ta hensyn til variabelt skalautbytte (VRS), hvor det forutsettes at forholdet mellom input og output kan variere med ulik størrelse. Dette gir det minste produksjonsmulighetsområdet hvor virksomheter kan være effektive. Metodisk er formuleringen lik CRS-modellen med en ekstra restriksjon på kopieringsfaktoren λ_j . Restriksjonen tilsier at summen av kopieringsfaktorene som DMU sammenligner seg med, λ_j , skal være lik 1 som vist i formel (7). Dette innebærer at fronten defineres nærmere observasjonene, hvor DMUene sammenlignes med andre enheter av lik størrelse. DMUene vil dermed få høyere eller lik effektivitet under VRS sammenlignet med CRS.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad , j = 1, \dots, n
\tag{7}$$

Restriksjonen for variabelt skalautbytte kan endres fra variabelt skalautbytte (VRS) til ikke-avtagende skalautbytte (NDRS) eller ikke-økende skalautbytte (NIRS) ved å endre formuleringen til følgende:

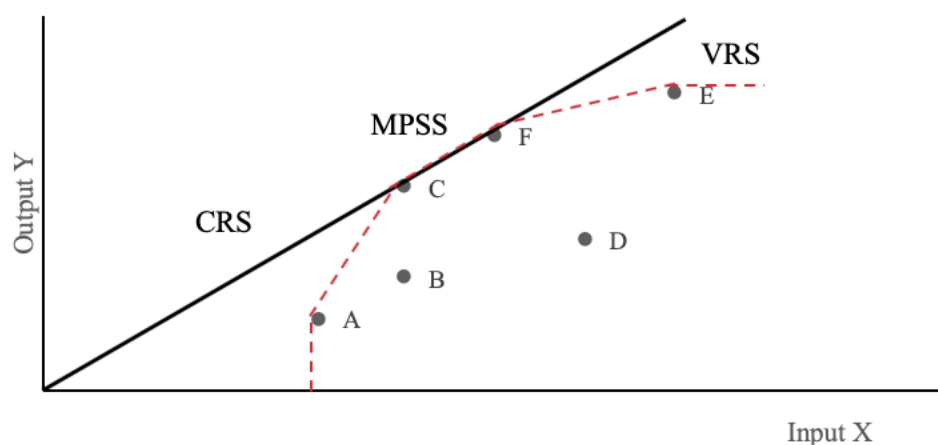
NDRS når

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j < 1 \text{ DMU har ikke – avtagende skalautbytte (NDRS)}
\tag{8}$$

NIRS når

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j > 1 \quad \text{DMU har ikke – økende skalaforutsetning (NIRS)} \quad (9)$$

Ulike skalaforutsetninger og tilhørende produksjonsmulighetsområdet er illustrert i figur 10, og illustrerer definisjonen av en CRS- (heltrukken linje) og VRS- (stiplet linje) front. Figuren viser at noen virksomheter vil være teknisk effektive under VRS-forutsetningen, men ikke under CRS. Området ved MPSS (*Most Productive Scale Size*) viser optimal skalastørrelse, hvor DMU under MPSS befinner seg i et økende skalaområde, og DMU over MPSS befinner seg i et avtagende skalaområde (Banker, 1984).



Figur 10: Grafisk illustrasjon av skalaegenskaper ved CRS og VRS skalaforutsetning (Bogetoft & Otto, 2011, s. 95)

Dersom den effektive fronten er definert under NDRS-forutsetning som vist i formel (8) vil den følge VRS-fronten frem til MPSS, deretter følge CRS fronten. Ved en NIRS (9) formulering vil fronten defineres på motsatt måte, hvor den følger CRS frem til MPSS, og deretter følge fronten som definert under VRS.

DEA-modellen omhyller observasjonenes kombinasjoner av input og output, og skaper front definert av de mest effektive virksomhetene, gitt skalaforutsetningen i modellen. Distanse til den effektive fronten vil dermed gi effektivitetsscoren til en DMU fra 0 til 1. Valg av skalaforutsetning vil dermed påvirke beregningen av teknisk effektivitet, hvor en virksomhet kan være teknisk effektiv i stor eller liten skala under VRS som vist ved DMU A og E i figur 10, men ikke teknisk effektive under CRS-forutsetningen. Forskjeller i teknisk effektivitet beregnet under ulike skalaforutsetninger forklares nærmere i neste under-kapittel.

4.2.3 Skalaeffektivitet

Forskjellen mellom teknisk effektivitet som målt under CRS og teknisk effektivitet som målt under VRS betegnes som skalaeffektivitet. Skalaeffektivitet måler tap av effektivitet som følge av å operere under ugunstig skala som illustrert i figur 10. Dersom en DMU har ulik effektivitet ved ulike skalaforutsetninger indikerer det at den ikke opererer i optimal størrelse. Skalaineffektivitet kan måles som forholdet mellom teknisk effektivitet under CRS og teknisk effektivitet under VRS som vist i formel (10).

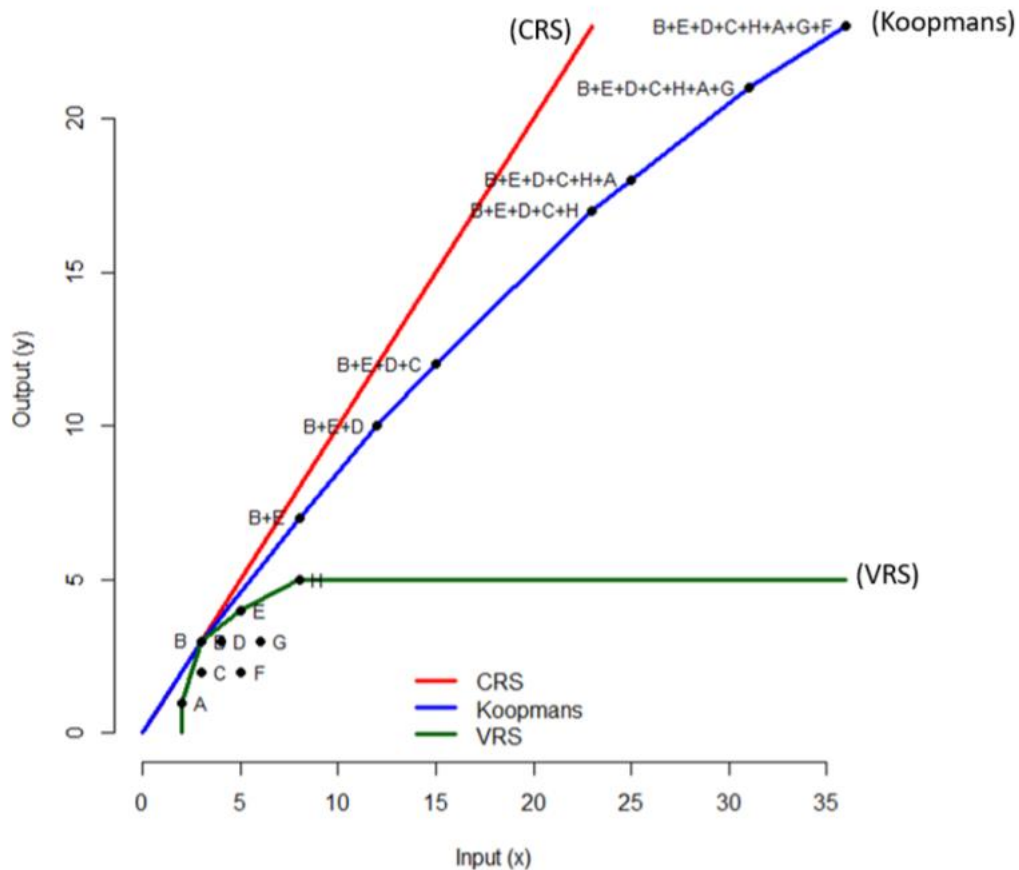
$$SE = \frac{TE_{CRS}}{TE_{VRS}} \quad (10)$$

4.2.4 Koopman-forutsetning (KOOP)

Tidligere presenterte modeller er med skalering. Koopman-forutsetning er en av flere metoder som additivt definerer front-teknologien (Grosskopf, 1986; Koopmans, 1977). Formuleringen med KOOP-forutsetning er lik som CRS-formuleringen beskrevet i formel (6), utenom den siste restriksjonen som er endret til følgende:

$$0 \leq \lambda_j \leq 1, j = 1 \dots, n \quad (11)$$

Formel (11) innebærer at DMUene adderes i synkende rekkefølge med hensyn på produktivitet, hvor fronten defineres som konvekse kombinasjoner av disse. Av praktisk betydning vil denne formuleringen være en form for avtagende skalautbytte for definisjonen av skalaforutsetning som vist i figur 11 (Wang, Bjørndal & Vassdal, 2018, januar).



Figur 11: Forskjell mellom CRS, VRS og KOOP-forutsetning (Bjørndal, referert i Wang et al., 2018, s 9)

Det har blitt presentert ulike skalaforutsetninger og forskjeller i forutsetningene. Oppsummert vil en skalaforutsetning under CRS gi den lavest effektiviteten, men størst produksjonsmulighetsområde, hvor virksomheter kan være effektive uavhengig av størrelse. Under VRS omhylls fronten rundt enheter av ulik størrelse, slik at fronten defineres nærmere observasjonene. Dette gir en høyere teknisk effektivitet, ettersom produksjonsmulighetsområdet er mindre. KOOP vil være en mellomting mellom CRS og VRS (12) med tanke på estimering av den teknologiske fronten og effektivitet (Wang et al., 2018, januar).

$$T_{crs} < T_{Koop} < T_{vrs} \quad (12)$$

4.3 Outliers og supereffektivitet

Ettersom DEA er en deterministisk metode tas alle observasjoner for gitt. Det innebærer at ekstreme observasjoner (*outliers*) vil være uegnet som referansepunkt, og bør derfor behandles og eventuelt fjernes fra analysen. Det finnes en rekke metoder for å indentifisere outliers for DEA-analyser, blant annet supereffektivitet som demonstrert av Banker og Chang (2006), Data Cloud-metoden til Bogetoft og Otto (2011), og robust frontmodeller av Cazals, Florens og Simar (2002) og Simar (2003). Denne studien benytter supereffektivitet for å indentifisere potensielle outliers.

Supereffektivitet ble brukt av Andersen og Petersen (1993) for å rangere effektive DMU ved å tillate effektivitet høyere enn 1 ved en ekstra restriksjon på modellen som vist i formel (13). Restriksjonen tilsier at en DMU ikke kan ha seg selv som referansepunkt, hvor den kan få mindre effektive DMU som referansepunkt. Da kan teknisk effektive DMU få en høyere effektivitet enn 1, slik at de blir supereffektive.

$$j \neq 0 \tag{13}$$

Selv om metoden er mindre egnet til rangering av effektive DMU er den svært egnet til å indentifisere potensielle outliers som har en supereffektivitet over en gitt terskelverdi (Banker & Chang, 2006).

4.4 Test av DEA forutsetninger og modeller

Ettersom DEA er en deterministisk metode tillates ikke tradisjonell hypotesetesting for statistisk usikkerhet. Det er derfor rettet stort fokus innen litteraturen om DEA på hypotesetesting. Dette kan for eksempel være utformingen til modeller og valg skalaforutsetning for å gjøre modellen mest mulig representativ for virkeligheten (Bogetoft & Otto, 2011).

På overordnet nivå skiller det mellom parametriske tester, ikke-parametriske tester, såkalte asymptotiske tester, eller bootstrapping (Bogetoft & Otto, 2011). Denne studien vil benytte den parametriske testen av Banker (1996) og den ikke-parametriske Kolmogorov–Smirnov testen som vist anvendelig av Banker, Zheng og Natarajan (2010), for å teste fordeling av effektivitet ved ulike skalaegenskaper. Bootstrapping, som vist anvendelig for DEA av Simar og Wilson (1998), er en form for Monte Carlo simuleringer for å analysere sensitiviteten til

effektivitetsverdiene basert på datautvalg. Metoden bootstrapping vil ikke benyttes ettersom de asymptotiske testene er av større interesse i denne studien.

Hypotesetester av Banker (1993, 1996) undersøker om fordelingen av effektivitetsscore er signifikant forskjellig. Formelt vil hypotesetesten være om hvorvidt ulike skalaforutsetninger for teknologi T_1 og T_2 gir ulik fordeling av effektivitet E_1 og E_2 , hvor hypotesene blir følgende:

$$H_0: E_1 = E_2 \quad (14)$$

$$H_1: E_1 \neq E_2$$

Dersom fordelingene av ulike skalaforutsetninger for teknologi er signifikant forskjellig, forkastes nullhypotesen og det mindre restriktive forutsetningen for teknologi T_2 bør benyttes. Dersom testen viser at forutsetningene for teknologi ikke er signifikant forskjellig, beholdes nullhypotesen, og dermed bør den mer restriktive forutsetningen for teknologi T_1 benyttes ettersom en ekstra restriksjon på modellen ikke tilfører analysen noe ekstra. I tillegg kan testen benyttes for å teste om hvorvidt ulike sammensetninger av inputs og outputs i modellen gir ulik distribusjon av effektivitetsverdier (Bogetoft & Otto, 2011).

Banker-testen kan benyttes med ulike antagelser om fordelingen av effektivitet, som da tester om fordelingen av effektivitet E_1^j og E_2^j ved teknologiset T_1 og T_2 er lik (Bogetoft & Otto, 2011). Testen gjøres på følgende form med ulike antagelser om fordelinger gitt i formel (15) og (16).

$$\text{Eksponensialfordeling: } T_{EX} = \frac{\sum_{j=1}^n t(E_1^j)}{\sum_j t(E_2^j)} \quad (15)$$

$$\text{Halvnormalfordeling: } T_{HN} = \frac{\sum_{j=1}^n t(E_1^j)^2}{\sum_j t(E_2^j)^2} \quad (16)$$

Dersom det ikke forutsettes en gitt fordeling av effektivitetsverdiene, kan den ikke-parametriske testen Kolmogorov–Smirnov benyttes. En høy distanse mellom fordelingen eller en ulik fordeling av effektivitetsverdier indikerer at fordelingene er signifikant forskjellige, som vist i formel (17) (Bogetoft & Otto, 2011).

$$T_{KS} = \max_{j=1, \dots, n} [|G_1(E^j) - G_2(E^j)|] \quad (17)$$

Hvor T_{KS} er den største vertikale avstanden mellom de kumulative fordelingene fra de ulike gruppene G_1 og G_2 for effektivitetsverdiene E^j . En høy distanse mellom fordelingene indikerer dermed at nullhypotesen bør forkastes (Bogetoft & Otto, 2011).

4.5 Analyse av fusjoner

Metoden som benyttes for analyse av potensielle effekter fra fusjon tar utgangspunkt i Bogetoft og Wang (2005) sitt rammeverk, tilpasset for DEA. En inputminimerende fusjonsmodell med konstant skalautbytte (CRS) kan formuleres som vist i formel (18), som utledes likt som envelopment modellen presentert i kapittel 4.2.1. For den fusjonerte enheten DMU_k aggregerer brukt input x_{ik} og produsert output y_{rk} for selskapene som fusjoneres. Effektivitet til det fusjonerte selskapet E_k beregnes basert på de ikke-fusjonerte referanseenheterne DMU_j sitt forbruk av input x_{ij} og produsert output y_{rj} med kopieringsfaktor λ_j (Bogetoft & Wang, 2005).

$$\begin{aligned} & \text{Min: } E_k \\ \text{når: } E_k & \sum_{k=1}^K x_{ik} \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} & i = 1, \dots, m \\ & \sum_{k=1}^K y_{rk} \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} & r = 1, \dots, s \\ & \lambda_j \geq 0 & j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (18)$$

Under VRS-forutsetningen vil fusjonsmodellen være lik som under CRS, med en ekstra restriksjon som gitt i formel (19). Da sammenlignes en DMU med andre DMUer av lik størrelse, og fusjonsanalysen vil måle stordriftsfordeler og ulemper som kommer av skalaforutsetning i teknologisetet. Det samme gjelder for forutsetningen for NDRS i formel (20) og NIRS i (21) (Bogetoft & Wang, 2005).

VRS når:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad j = 1, \dots, n \quad (19)$$

NDRS når:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j < 1 \quad j = 1, \dots, n \quad (20)$$

NIRS når:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j > 1 \quad j = 1, \dots, n \quad (21)$$

Formuleringen for KOOP forutsetning vil være lik som den for CRS, hvor siste restriksjon er endret, som vist i formel (22).

$$0 \leq \lambda_j \leq 1 \quad j = 1, \dots, n \quad (22)$$

Valg av skalaforutsetning for å representere teknologi kan ha store utslag på definisjon av den effektive fronten og beregningen av eventuell gevinst, eller ulempe ved fusjonen.

Skalaforutsetningene kan ha ulik betydning for de dekomponerte effektene, læring, harmoni og skala, som presentert i kapittel 3.4. På overordnet basis vil læringseffekten aldri være negativ, uavhengig av skalaforutsetning. Hvis fronten er konveks vil harmoniseringseffekten være svakt positiv. Dersom skalaforutsetningen er CRS vil det ikke være noen effekt fra endring i skala. Under NDRS vil skalaeffekten aldri være negativ, og om den er NIRS vil den aldri være positiv (Bogetoft & Otto, 2011). Videre redegjøres hvordan effektivitetsgevinster fra fusjonen kan dekomponeres og beregnes.

For å beregne potensielle effekter av en fusjon, totalt og dekomponert, beregnes effektiviteten til det fusjonerte selskapet med den aggregerte kombinasjonen av input og output til selskapene som fusjoneres. Den potensielle effektiviteten til det fusjonerte selskapet gitt av modellen er vist ved E_K som vist i formel (23). E_K^* (24) viser til den rene effektivitetsgevinsten som følge av fusjonen ved å fjerne læringseffekten LE_K (25), og består dermed av harmoniseringseffekten HA_K (26) og skalaeffekten S_K (27). Læringseffektens grad

av betydning LE_K , beregnes ved å dele den totale potensielle effekten av fusjonen på de rene gevinstene.

Harmoniseringseffekten HA_K beregnes gjennom hvor mye en kan redusere gjennomsnittlig input for å produsere gjennomsnittlig output for K elementer. Ved stor spredning fra gjennomsnittet kan noe av skalaeffektene bli inkludert i harmoniseringseffekten.

Skalaeffekten SI_K beregnes ved å finne effektiviteten til en oppskalert gjennomsnittlig DMU, eller som en residual ved å dele den rene fusjonsgevinsten E_K^* på harmoniseringseffekten HA_K (Bogetoft & Otto, 2011).

$$\text{Potensiell effektivitet ved fusjonert selskap } E_k: \sum_{k=1}^K E_k x_{ik}, \sum_{k=1}^K y_{rk} \quad (23)$$

$$\text{Ren fusjonsgevinst: } E_K^* = H_K + S_K \quad (24)$$

$$\text{Læringseffekten: } LE_K = \frac{E_K}{E_K^*} \quad (25)$$

$$\text{Harmoniseringseffekten: } HA_K = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K E_k x_{ik}, \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K y_{rk} \quad (26)$$

$$\text{Skalaeffekten: } SI_K = HA_K \sum_{k=1}^K E_k x_{ik}, \sum_{k=1}^K y_{rk} = \frac{E_K^*}{HA_K} \quad (27)$$

Oppsummerende vil fusjonen være lønnsom hvis $E_k < 1$, og dersom $E_k > 1$ vil fusjonen være kostbar ettersom E_k representerer den maksimale proposjonale reduksjonen i aggregert inputs gitt aggregert output til en fusjonert DMU (Bogetoft & Wang, 2005).

4.6 Justering for eksogene faktorer gjennom regresjon

For å ta hensyn for eksogene faktorer i beregning av effektivitet finnes det er rekke metoder og fremgangsmåter. Ettersom rammeverket til Bogetoft og Wang (2005) for fusjoner benytter aggregerte input og output verdier for å beregne effekter av fusjonen er det ønskelig å benytte en fremgangsmåte for justering som er mest mulig innenfor rammeverket.

Det ansees dermed som hensiktsmessig å benytte den reverserte to-trinnsmetoden til Barnum og Gleason (2008), hvor output først justeres gjennom regresjon for effekten av eksogene-variabler, deretter estimeres effektivitet med de justerte output verdiene.

Justeringen er vist i formel (28), hvor $\ln y_i$ er logaritmen av output for DMU i . \hat{x}_i representerer logget input for DMU i , hvor θ er koeffisienten. z_i er eksogene faktorer, med tilhørende parameter koeffisient δ for å identifisere effekten av variablene.

$$\ln y_i = \alpha + \hat{x}_i' \theta + z_i' \delta + \omega_i \quad (28)$$

Deretter justeres output med den estimerte effekten av eksogene faktorer, som da gir justert output \tilde{y} og benyttes som output i en DEA-modell for beregning av effektivitet som vist i formel (29).

$$\tilde{y} = \exp(\ln y_i - z_i' \delta) = y_i * \exp(-z_i' \delta) \quad (29)$$

En utfordring med denne metoden er at outputs må justeres for alle eksogene variabler, selv de som ikke er signifikante slik at den estimerte parametereffekten til de eksogene variablene stemmer med residualen som estimeres i regresjonsmodellen. Det vil altså være en avveining å inkludere eller fjerne eksogene variabler fra den estimerte regresjonsmodellen basert på logikk og teoretisk relevans (Hill, Griffiths & Lim, 2018). Ettersom metoden benytter regresjon er det nødvendig å teste for vanlige modelleringsproblemer og forutsetninger (Barnum & Gleason, 2008).

5. Data

For å kunne måle effektivitet og potensielle effekter av fusjoner i bompengesektoren må informasjon om sentrale deler av bompengeselskapenes drift være til stede. I dette kapittelet redegjøres det for studiens datamateriale og forskningsmodell. Først presenteres datamaterialet på overordnet basis, deretter redegjøres det for variablene som inngår i datamaterialet med tilhørende beskrivelse. Til slutt presenteres endelig forskningsmodell med inngående variabler og analyser av modellforutsetninger. Alle beregninger av effektivitet er gjennomført med verktøyet RStudio (versjon 1,2) og pakken «Benchmarking» (versjon 0,27), for nærmere informasjon om fremgangsmåte se vedlegg 4.

5.1 Datamateriale

Denne studien benytter Statens Vegvesen sitt datamateriale fra de ulike bompengeselskapene i Norge. Mye av informasjonen i dataene er også tilgjengelig i bompengeselskapenes egne årsrapporter og hjemmesider. Noen usikkerhetsmomenter i datasettet har blitt kvalitetssikret gjennom direkte kontakt med selskapene for mer informasjon. Datamaterialet som har blitt rapportert fra bompengeselskapene til Statens Vegvesen, hvor det kontrolleres og behandles for å sikre sammenlignbarhet mellom selskapene (N. Lysfjord, personlig kommunikasjon, 26. mars 2020). Dette er med på sikre datamaterialets reliabilitet og validitet (Bryman & Bell, 2015).

Datamaterialet er av kvantitativ art i form av ubalansert paneldata, hvor informasjon er knyttet til hvert unike bompengeprojekt i bompengeselskapene, representert med sin egen prosjektkode. Hvert prosjekt og selskap har informasjon om kostnader, passeringer, antall dager med innkreving, antall bomstasjoner, tilknyttede kjørefelt, og andre variabler. I tillegg til de kvantitative dataene foreligger det beskrivelser av variablene og deres innhold.

Tidsperioden for datamaterialet er fra 2008 til 2017. På overordnet basis endret rapporteringsformatet seg i 2009, og en rekke variabler og informasjon ble først rapportert fra 2012 og 2013. I tillegg var bompengereformen pågående i 2016 selv om selskapene ikke var formelt tilknyttet de regionale selskapene ifølge Nina Lysfjord fra Vegvesenet (personlig kommunikasjon, 16. januar 2020). Det ansees dermed som hensiktsmessig å benytte data for perioden fra 2013 til og med 2015 for analysen. For å ta høyde for utvidelser og nedstengninger i bompengeprojekter, regnskapsmessig periodisering knyttet til utgifter, og unormale år benyttes gjennomsnittstall fra perioden som grunnlag for analysene. For å gjøre

datamaterialet mest mulig representativt inflasjonsjusteres alle kostnader til 2015 verdi i henhold til SSB sin konsumprisindeks.

For å sikre at enhetene var sammenlignbare ble bompengeprojekter som drev innkreving gjennom ferge fjernet fra utvalget. Videre ble datamaterialet filtrert slik at alle bompengeprojekter hadde innkreving i 365 dager. I tillegg er datamaterialet avgrenset til selskaper som fusjonerte inn i et av de regionale bompengeselskapene, eller at det var planlagt at de skulle gjøre det.

For perioden 2013-2015 eksisterer det som hovedregel et eget bompengeselskap per bompengeprojekt, med noen unntak. Eksempler på dette er Vegfinans, som ble organisert som konsern allerede i 2012, med prosjekter som datterselskap (Vegfinans, 2015). Det er også tre ulike bompengeprojekter organisert under Trondheim Bomselskap AS, som senere samlet utgjør det nye selskapet Vegamot i fusjonsanalysen. Veipakke Salten AS har også tre ulike prosjekter organisert under samme selskap. En viktig presisjon er at mange av selskapene ikke har egne ansatte, men driftes enten i egen regi eller av et driftsselskap. Det er hovedsakelig unntaksvis at bompengeselskapet ikke driftes av selskapet som det fusjoneres inn i.

I studien behandles hvert bompengeprojekt som en individuell DMU. Dette er på bakgrunn av nytte-prinsippet for bompengesektoren, som tilsier at ett bompengeprojekt skal ikke finansiere et annet prosjekt, og at kostnader fordeles ved prosjektene de oppstår. På bakgrunn av dette kan de individuelle bompengeprojektene betraktes som sammenlignbare for analysen. Videre presenteres mulige variabler som kan inngå i modellen for studien.

5.2 Utvalg av variabler

Utvalget av variablene er basert på informasjon fra tidligere forskning i kombinasjon med datamaterialet. Det er ikke etablert hva som er den mest hensiktsmessige modellen for beregning av effektivitet for bompengesektoren, og det poengteres at beregninger av effektivitet er avhengig av sammensetning av inputs og outputs (Welde & Odeck, 2011). Dette fremkommer i utforming av modeller og inngående variabler i tidligere forskning fra Odeck (2008), Welde og Odeck (2011) og Riksrevisjonen (2012). Det fremstår dermed hensiktsmessig å redegjøre for mulige variabler som kan inngå i analysen, og ulike sammensetninger for modellen som kan benyttes i denne analysen. I tabell 2 er det oppsummert de ulike variablene som kan gjøre seg gjeldende i denne studien og hvordan de

kan inngå som output, input og eksogene faktorer til utformingen av forskningsmodell for beregning av effektivitet. Videre vil variablene presenteres og diskuteres inngående.

Tabell 2: Variabler som gjør seg gjeldende i studien

Output	Input	Eksogene variabler
Antall passeringer	Lønn- og administrasjonskostnader	Alder
Antall kjørefelt og antall bomstasjoner	Drift- og innkrevingskostnader	Brikkeandel
	Totale kostnader	Bomring
	Tap på krav	Antall kjørefelt og antall bomstasjoner
		Drift i egen regi

5.2.1 Output

Output er det som kan sees på som en virksomhet sin produksjon. Typisk kan det være inntekt, eller profitt, men dette vil ikke være relevante variabler som output i denne studien ettersom prisen på en bompasering ikke bestemmes av bompengeselskapene selv, samt at selskapene er ideelle organisasjoner som ikke er profittsøkende (Welde & Odeck, 2011). Basert på tidligere forskning og datasettet er variabler som kan brukes som output, *antall passeringer, antall kjørefelt og antall bomstasjoner*.

Antall passeringer er den totale summen av passeringer årlig som er gjort i et spesifikt bompengeprojekt. Innad i antall passeringer skilles det på passering for lette kjøretøy (opptil 3,5 tonn) og antall passeringer for tunge kjøretøy (over 3,5 tonn) ved de fleste prosjekter, men ikke alle. Dermed anses det som hensiktsmessig å aggregere disse til totale passeringer. Bompengeselskapene kan ikke påvirke antall passeringer, men dette er ikke et problem dersom modellen er input-minimerende som foreslått i Dyson et al. (2001).

Antall kjørefelt og antall bomstasjoner sier hvor mange kjørefelt og bomstasjoner som er knyttet til et bompengeprojekt. Bomstasjoner er antallet bomstasjoner som registrerer kjøretøy. Antall kjørefelt er antallet tilhørende kjørefelt ved veien, inkludert påkjøringsramper. DMU 30 og 35 fikk antall kjørefelt og bomstasjoner nedjustert for 2014 til 2013 antall ettersom bomstasjonene og kjørefeltene ble åpnet sent på året, uten en betydelig påvirkning på kostnader og passeringer (Brønnøysundregistrene, 2020; Vegfinans, 2020). Etter å ha gjort en korrelasjonsanalyse fremkommer det at antall kjørefelt og antall

bomstasjoner er høyt korrelert (93%), og kan dermed ansees som samme variabel. Det er kun antall kjørefelt som vil bli omtalt videre i studien. Antall kjørefelt er noe bompengeselskapene ikke kan påvirke, og kan også vurderes som en eksogen faktor. Dette vil bli nærmere kommentert i kapittel 5.2.3

Tidligere forskning identifiserte *antall passeringer* og *antall kjørefelt* som typiske produksjoner eller output. Begge variablene ble brukt som to separate output i studien til Odeck (2008) og Riksrevisjonen (2012). Welde og Odeck (2011) brukte også begge variablene, men delte antall passeringer på antall kjørefelt og brukte antall passeringer per kjørefelt som output. Riksrevisjonen (2012) testet ut tre ulike måter å definere produktet, og valgte produktet på bakgrunn av hva som ga høyest gjennomsnittlig effektivitet i bompengesektoren. I denne studien ble noen bompengeprojekt supereffektive ved å inkludere antall kjørefelt i modellen som vises i kapittel 5.3.3, slik at kun *antall passeringer* vil benyttes som output for studien. *Antall kjørefelt* blir istedenfor inkludert som en eksogen variabel, som videre redegjøres for i kapittel 5.2.3

5.2.2 Input

Input er de innsatsfaktorene som bompengeselskapene bruker for å produsere en gitt mengde output. Basert på datamaterialet og tidligere forskning er variabler som er anvendbare input *lønn- og administrasjonskostnader, drift- og innkrevingskostnader, tap på krav og totale kostnader.*

Lønn- og administrasjonskostnader består av kostnader knyttet til administrasjon og drift av eget selskap, enten i form av lønn til egne ansatte, utbetaling til styre, regnskapstjenester, konsulenttjenester eller tilsvarende kostnader. *Drift- og innkrevingskostnader* består av kostnader som er relatert til drift av bomstasjonene, som for eksempel service, vedlikehold, strøm, og det som er relatert til innkreving av bompenger og utstederkostnader. Sammen utgjør disse *totale kostnader* som vil brukt videre i analysen for grafisk fremstilling.

Tap på krav er en variabel som består av tapt inntektsgrunnlag, tapt inntekt som følge av saksbehandling, og tapt inntekt som følge av manglende betaling (Norvegfinans, 2012). Et problem er at variabelen føres ulikt blant bompengeselskapene. Noen selskap fører det som tap på kundefordringer, mens andre fører det som en regnskapsmessig post som er summen av tap på krav minus avsetninger til tap. Noe inkluderer i tillegg innbetalte beløp som tidligere var ført som tap på krav (R. Halseth, personlig kommunikasjon, 31. mars 2020; N. Lysfjord personlig kommunikasjon, 27. mars 2020; Norvegfinans, 2012). Det kan derfor ikke

regnes som en homogen variabel blant selskapene og fremstår uegnet for analysen. Det ble testet for modeller både med og uten denne posten, uten at det utgjorde store forskjeller på gjennomsnittlig effektivitet. Omfanget av variabelen og variasjon er stor, og utgjør fra -2,2% til 33% av totale kostnader inklusivt tap på krav, hvor de fleste er på omkring 10%. Basert på homogenitetsproblemer velges det å ikke benytte tap på krav videre i studien.

De inputvariablene som gjør seg gjeldende for bruk i analysen er dermed *lønn- og administrasjonskostnader* og *drift- og innkrevingskostnader*.

5.2.3 Eksogene faktorer

I tidligere forskning er det tatt hensyn til en rekke eksogene variabler ved bompengeprojektene, hvor påvirkning på effektivitet justeres for. Det vil nå redegjøres for mulige eksogene faktorer som kan inkluderes i analysen, og om de er egnet for analysen, i tillegg til forventet effekt. Variablene som kommenteres er *alder*, *brikkeandel*, *bomring*, *antall kjørefelt*, og *drift i egen regi*. Teknologi og betalingssystem kommenteres ikke nærmere ettersom alle selskap i analysen har automatisk innkreving gjennom AutoPASS.

Alder viser hvor lenge bompengeprojektet har eksistert. Variabelen forventes å ha en positiv effekt på effektivitet, hvor selskap som har eksistert lengre kan tenkes å være mer effektive. Alder har derimot ikke vært en signifikant faktor ved nyere studier (Odeck, 2019; Welde & Odeck, 2011).

Brikkeandel utgjør hvor stor andel av passeringer i et bompengeprojekt som er registrert med en AutoPASS-brikke. Ved å ikke ha en brikke blir det tatt bilde av kjøretøyet og skiltene registreres gjennom et annet system, hvor føreren blir fakturert på bakgrunn av eierinformasjonen i motorvognregisteret. En høyere brikkeandel forventes å ha en positiv effekt på effektivitet ettersom det er enklere å fakturere og gir lavere kostnader Odeck (2019).

Bomring er en type organisering av bommer som plasseres ut på flere steder enn selve veien den finansierer, som eksempelvis rundt en by. Det er naturlig å tenke at en bomring vil ha flere passeringer, og er dermed mer effektive på grunn av skalafordeler. Welde og Odeck (2011) estimerer at bomring er en signifikant faktor i DEA modellen, men ikke for SFA. Bomring er ikke en signifikant faktor i Odeck (2019).

Antall kjørefelt kan vurderes som en eksogen faktor ettersom det er noe som er utenfor selskapenes kontroll. Variabelen forventes å indikere et økt antall passeringer i et bompengeprojekt, og det forventes derfor at antall kjørefelt har en positiv effekt på

effektivitet, selv om den også kan bidra til økte kostnader knyttet til service og vedlikehold som i Odeck (2019).

Drift i egen regi tilsier om et selskap har driften av bomstasjoner og innkreving selv, eller om det driftes av et eksternt selskap. Variabelen inkluderes ikke i analysen ettersom de fleste selskap har enten drift i eget selskap eller fusjonerer sammen med driftsselskapet (Ferde, 2020). Noen prosjekter endrer dog driftsselskap eller eierskap som følge av fusjon.

Basert på redegjørelsen og vurderingen av mulige miljøvariabler er gjeldende miljøvariabler for analysen *alder*, *brikkeandel*, *bomring*, og *antall kjørefelt*. Alle variabler som inngår i modellen og forventet effekt er nå redegjort for, det vil nå presenteres deskriptiv statistikk av variablene.

5.2.4 Deskriptiv statistikk av variabler

Tabell 3 viser deskriptiv statistikk over variablene for studien. Det fremkommer store variasjoner i kostnadene til de ulike selskapene og antall passeringer, med høyt standardavvik og forskjell mellom median og gjennomsnitt. I tillegg er det stor variasjon i antall bomstasjoner og kjørefelt mellom bompengeselskapene, med stor forskjell på gjennomsnitt og median. Brikkeandel er noe mer stabilt, og det er 6 bompengeselskap av totalt 35 som er organisert som bomring. Gjennomsnittlig alder for bompengeprojektene er på 7,2 år.

Tabell 3: Deskriptiv statistikk av variabler

Snitt fra perioden 2013-2015	Lønn- og administrasjonskostnader	Drift- og innkrevingskostnader	Antall passeringer	Antall bomstasjoner	Antall kjørefelt	Brikkeandel	Bomring (6 selskap)	Alder
Gjennomsnitt	3 259 084	11 385 747	13 734 492	4,52	8,87	0,74	0,17	7,2
Median	696 837	3 553 858	2 420 462	2	4	0,74	0	6
Min	12 000	573 557	155 752	1	2	0,55	0	2
Max	78 061 333	90 565 667	113 457 578	27	48	0,90	1	28
Standardavvik	13 099 525	17 467 784	24 449 976	6,38	11,54	0,09	0,38	5,39

5.3 Forskningsmodell og skalaforutsetning for analysen

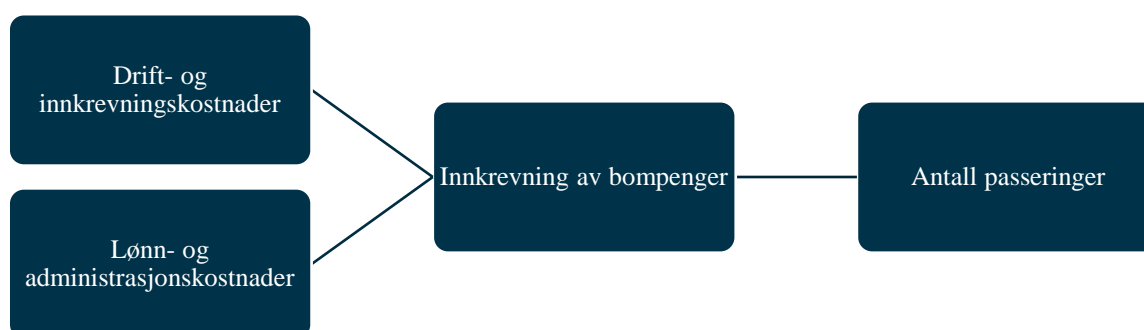
I dette kapitlet presenteres valg av modell for analysen med rasjonale for modellutforming, deretter testes modellen for ulik distribusjon av effektivitetsverdier ved ulike skalaforutsetninger for teknologi. Avslutningsvis testes modellen for potensielle outliers gjennom en supereffektivitetsanalyse.

5.3.1 Valg av modell

Som tidligere nevnt er det ikke etablert hva som er den mest hensiktsmessige modellen for beregning av effektivitet innen bomsektoren. Det er derfor gjort en sammenligning av ulike utforminger av modellen for beregning av effektivitet med en rekke tilhørende tester som er presentert i kapittel 5.3.3 for å sikre validiteten i analysen.

På bakgrunn av testene ansees det som mest hensiktsmessig å benyttes en modell med to input i form av *Lønn- og administrasjonskostnader* og *drift- og innkrevingskostnader*, og én output i form av *antall passeringer*. Dekomponeringen av input ansees som hensiktsmessig på bakgrunn av fusjonsanalysen, ettersom selskap kan ha ulike sammensetning av innsatsfaktorer, hvor noen har mindre optimale kombinasjoner av innsatsfaktorene. En tenkt situasjon er at et selskap kunne blitt mer effektivt ved å bruke mindre på lønn- og administrasjonskostnader, og mer på drift- og innkrevingskostnader og dermed oppnå lavere kostnader og høyere effektivitet.

Denne utformingen kan tenkes som en hybrid mellom modellen til Riksrevisjonen (2012) og Welde og Odeck (2011). Endelig modell for testing er dermed utformet på følgende måte i figur 12, med følgende eksogene faktorer og forventet effekt på effektivitet i tabell 4.



Figur 12: Endelig forskningsmodell

Tabell 4: Eksogene faktorer

Eksogene faktorer	Alder	Brikkeandel	Antall kjørefelt	Bomring
Forventet effekt på effektivitet	Positiv	Positiv	Positiv	Positiv

For at modellen skal være god bør det være høy korrelasjon mellom inputs og outputs, slik at det er en sammenheng mellom variablene som inngår i modellen. Som vist i tabell 5 er det høy korrelasjon mellom alle variablene i modellen, og antall faktorer er godt innenfor handlingsregelen for et diskriminant resultat, hvor antall faktorer ikke bør overstige 1/3 av antall observasjoner (Bogetoft & Otto, 2011). Variablene ansees som hensiktsmessige og distinkte, med en klar teoretisk relevans for måling av effektivitet.

Tabell 5: Korrelasjon mellom variablene i modellen

	Lønn- og administrasjonskostnader	Drift- og innkrevingskostnader	Antall passeringer
Lønn- og administrasjonskostnader	1		
Drift- og innkrevingskostnader	0.814	1	
Antall passeringer	0.733	0.959	1

5.3.2 Valg av skalaforutsetning for analysen

Ulike skalaforutsetninger ved DEA-modellen representerer ulike forutsetninger for produksjonsteknologien i sektoren. Det er derfor gunstig å teste om hvorvidt ulike forutsetninger ved DEA-modellen gir ulik fordeling av effektivitetsverdier. Dersom de er like tilfører ikke en ekstra restriksjon analysen noe ekstra (Bogetoft & Otto, 2011). For å teste for forskjeller benyttes hypotesetesting gjennom de asymptotiske testene av Banker og Kolmoro-Smirnov som redegjort for i kapittel 4.6. Det benyttes et 90% konfidensintervall for testene. Resultatene for testing av forutsetninger er presentert i tabell 6, mens grafisk fordeling og sammenligning av effektivitet ved ulike skalaforutsetninger er presentert senere i figur 13-17.

Testresultatene fra tabell 6 viser at forutsetningene for CRS og VRS er statistisk ulike, med en høy distanse mellom estimert effektivitet under de ulike skalaforutsetningene. NIRS-forutsetningen er statistisk sett lik som CRS, i tillegg til at det ikke anses som en realistisk skalaforutsetning for bompengesektoren. CRS og KOOP forutsetningen er statistisk like, i tillegg til at KOOP vil være en form for NIRS for de fusjonerte selskapene, og de vil derfor

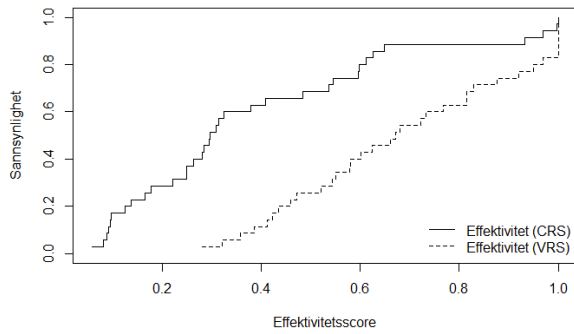
ikke omtales videre i analysen. CRS og NDRS forutsetningene gir ulikt fordeling av effektivitetsverdier.

NDRS og VRS forutsetningene er statistisk sett like. Det kan argumenteres for at dersom skalaforutsetningene er like foretrekkes det å bruke skalaforutsetningen med størst produksjonsmulighetsområde (NDRS) ettersom det å endre restriksjonen til å gi et mindre produksjonsmulighetsområde (VRS) ikke tilfører analysen noe ekstra (Bogetoft & Otto, 2011). Oppsummert gir kun NDRS og VRS forutsetningene ulike fordelinger fra CRS, hvor NDRS og VRS har tilnærmet lik fordeling av effektivitetsverdier.

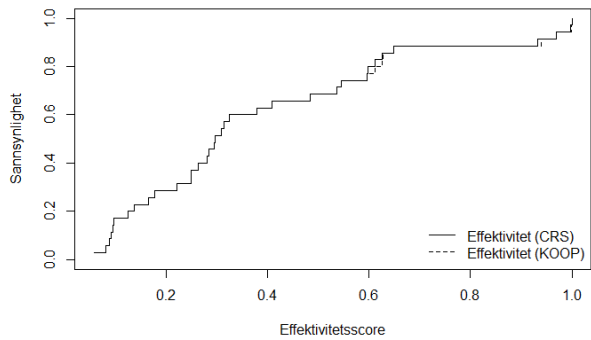
Tabell 6: Asymptotiske tester av ulike skalaforutsetninger

Modell	Banker test						Kolmogorov-Smirnov test		
	Ekspontialfordeling	p	H0	Halvnormalfordeling	p	H0	Distanse	p	H0
CRS og VRS	1,94 (1,49)	0,002	Forkast	2,99 (1,76)	0,001	Forkast	0,54	0,001	Forkast
CRS og KOOP	1,00 (1,49)	0,497	Behold	1,00 (1,76)	0,498	Behold	0,06	1,000	Behold
CRS og NDRS	1,87 (1,49)	0,005	Forkast	2,90 (1,76)	0,001	Forkast	0,54	0,001	Forkast
CRS og NIRS	1,02 (1,49)	0,467	Behold	1,01 (1,76)	0,488	Behold	0,06	1,000	Behold
NDRS og VRS	1,04 (1,49)	0,438	Behold	1,03 (1,76)	0,464	Behold	0,06	1,000	Behold

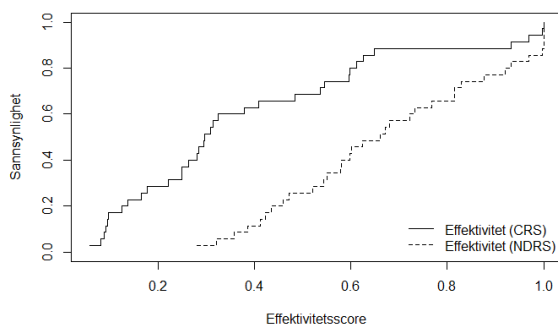
Den grafiske fremstillingen av ulike skalaforutsetninger viser tilsvarende resultater, hvor figur 13 tydelig viser at VRS gir høyere effektivitet i forhold til CRS, med stor distanse mellom effektiviteten ved de ulike skalaforutsetningene. CRS og KOOP gir tilnærmet identisk distribusjon av effektivitet som vist i figur 14, og det samme gjelder for CRS og NIRS i figur 16. Figur 15 viser at CRS og NDRS følger en lignende fordeling som for CRS og VRS i figur 13. Figur 17 viser at NDRS sammenlignet med VRS-forutsetningen har veldig lik fordeling, hvor kun små forskjeller forekommer.



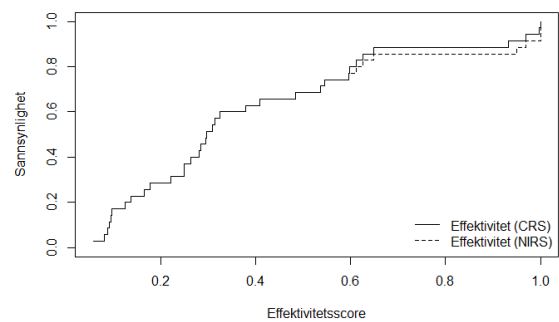
Figur 13: Konstant skalaubytte (CRS) sammenlignet med variabelt skalaubytte (VRS)



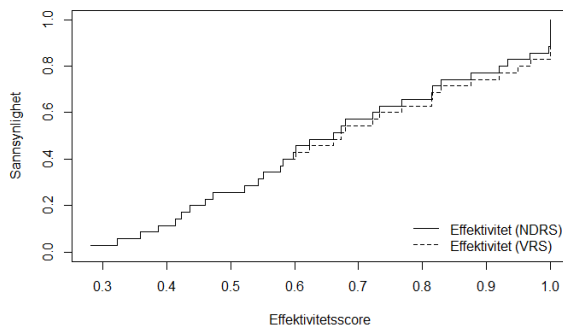
Figur 14: Konstant skalaubytte (CRS) sammenlignet med additivt skalaubytte (KOOP)



Figur 15: Konstant skalaubytte (CRS) sammenlignet med ikke-avtagende skalaubytte (NDRS)



Figur 16: Konstant skalaubytte (CRS) sammenlignet med ikke-økende skalaubytte (NIRS)



Figur 17: Ikke-avtagende skalaubytte (NDRS) sammenlignet med variabelt skalaubytte (VRS)

Den grafiske fremstillingen av effektivitetsverdier støtter funn fra hypotesetesting, hvor CRS, NIRS og KOOP forutsetningen er tilnærmet like. VRS og NDRS er signifikant forskjellig i fra CRS, men er statistisk like hverandre. Videre vil VRS-forutsetningen benyttes, i tillegg til CRS og NDRS, ettersom VRS viser full effekt av skala på beregning av teknisk effektivitet.

5.3.3 Supereffektivitet og outlier analyse

Supereffektive observasjoner er unormalt effektive, og kan påvirke beregnet effektivitet for andre selskap. Det vil nå presenteres resultat og behandling av supereffektivitetsanalysen under NDRS forutsetningen ettersom VRS vil inneholde enheter hvor supereffektivitet ikke kan beregnes på grunn av størrelse og manglende referanser. Det blir også kommentert mulige outliers i datamaterialet.

Supereffektivitetsanalyser er gjort under NDRS-forutsetningen, med en terskelverdi på 1,6 på bakgrunnen av spredningen av effektivitetsverdier i datamaterialet. Valg av terskel for klassifisering av potensielle outliers er ofte høyst subjektivt ettersom det er avhengig av sannsynligheten for at det eksisterer støy i form av input eller output i datamaterialet som påvirker beregning av effektivitet (Banker & Chang, 2006). For denne analysen ble det benyttet en mindre streng terskel for fjerning av outliers ettersom den sanne effektiviteten til selskapene ikke er kjent, men samtidig er det ønskelig å fjerne problematiske observasjoner som kan gi en lavere gjennomsnittlig effektivitet, og dermed for store innsparingspotensialer.

Supereffektivitet ble analysert med ulike modellutforminger under NDRS forutsetningen, hvor resultatene er presentert i tabell 7. Tabellen viser at gjennomsnittlig effektivitet er lavest ved modell 3 og 4, hvor DMU 8 blir supereffektiv ved å inkludere antall kjørefelt i modellen. Modell 2 har høyest gjennomsnittlig effektivitet, men DMU 3 er supereffektiv i modellen. Det er ønskelig å inkludere så mange observasjoner i modellen for å gjøre studien mest mulig representativ for bompengesektoren. Dermed foretrekkes modell 1, som vist i figur 12 i kapittel 5.3.1, ettersom modellen har høy gjennomsnittlig effektivitet, og ikke medfører at reelle observasjoner må fjernes på grunn av supereffektivitet. Det er også én outlier i form av størrelse ved DMU 1 (Oslopakke 3), men det velges å inkludere denne for å gjøre analysen så representativ som mulig for bompengesektoren.

Tabell 7: Sammenligning av modellutforming og supereffektivitet

Modellnummer (NDRS)	Beskrivelse av modell	Gjennomsnittlig effektivitet	Supereffektiv DMU (>1,6)
1	Med 2 inputs og 1 output	0,71	
2	Med 2 input og 2 output	0,77	3
3	Med 2 input og antall passeringer delt på antall kjørefelt	0,63	8, 19
4	Med 1 input og 2 output	0,63	8

6. Resultater

I dette kapittelet presenteres resultatene fra studien, hvor fremstillingen består av tre hoveddeler. Først presenteres resultatet fra regresjonsanalysen for å justere output for eksogene faktorer, deretter vises resultatene fra effektivitetsanalysen for bompengeselskapene under skalaforutsetningene CRS, VRS og NDRS. Avslutningsvis presenteres resultatene fra fusjonsanalysen under NDRS.

6.1 Justering for effekten av eksogene faktorer

I tidligere forskning om effektivitet og driftskostnader i bompengesektoren varierer det hva som inngår av eksogene faktorer, hvor effekt og signifikans av faktorene også varierer. I tillegg har sektoren endret seg på bakgrunn av den teknologiske utviklingen, hvor alle bomstasjoner i denne studien benytter automatisering innkrevingsteknologi. Det ble derfor vektlagt å justere for effekten av størrelse på effektivitet i form av de eksogene faktorene antall kjørefelt eller bomring, ettersom størrelse er en konsistent faktor i tidligere forskning med et tydelig teoretisk grunnlag.

Det ble forsøkt å justere inputs for effekten av eksogene faktorer gjennom regresjon på matriseform, men justeringen resulterte i uforholdsmessige endringer av kostnader. Det ble derfor gjennomført en justering av output (antall passeringer) gjennom regresjon istedenfor.

Modellen er på logaritmisk nivå, utenom indikatorvariabelen for bomring. Det gir også noen begrensninger i form av prediksjon og tolkning fra modellen sammenlignet med en regresjon på lineær form. Det velges derfor av praktiske årsaker å ikke inkludere eksempelvis kvadreringsledd eller interaksjonsledd som gjør tolkning av effekten til en variabel mer utfordrende.

På grunn av problemer med heteroskedastisitet og multikolaritet benyttes robust form for regresjonsanalyse i samsvar med Odeck (2019) for å beregne effekten av eksogene variabler (UCLA: Statistical Consulting Group, 2020). Mixed Effects modellen kan ikke benyttes på grunn av singularitetsproblemer ettersom modellen er på logaritmisk form.

Resultatene fra regresjonsanalysen består av tre modeller presentert i tabell 8, hvor standardfeil ved parameterestimaterne er inkludert i parenteser. Statistisk signifikans er angitt med stjerner etter notasjon inkludert i tabellen, hvor det er valgt et 90% konfidensintervall. Ettersom modellen er på logaritmisk nivå vil parametereffektene vise prosentmessig endring,

og kan tolkes som en form for elastisiteter. For eksempel vil en 1% økning i antall kjørefelt føre til en økning i antall passeringer på 0,455% ved gjennomsnittet i regresjonsmodellen.

I modell 1 ble alle foreslåtte eksogene faktorer inkludert (antall kjørefelt, bomring, brikkeandel og alder), der ingen av de eksogene faktorene er signifikante. Bomring og antall kjørefelt hadde høyest signifikans, men er ikke signifikante på 10% nivå. Ettersom begge variablene kan tolkes som et uttrykk for størrelse ble det valgt å ekskludere alle eksogene variabler som ikke var signifikante utenom antall kjørefelt i modell 2, hvor antall kjørefelt er signifikant på 10% nivå. For modell 3 ble alle eksogene variabler utenom indikatorvariabelen for bomring ekskludert, hvor bomring ikke var en signifikant variabel på 10% nivå. Alle modellene har en høy R^2 og vektet R^2 på over 0.9, men det må tolkes med forsiktighet ettersom robust regresjon vektet observasjonene (Willett & Singer, 1988). R^2 og vektet R^2 inkluderes dermed ikke i tabell 8 over resultatene fra regresjonsanalysen. Drift- og innkrevingskostnader er signifikant i alle modellene, og har forventet fortegn med en positiv påvirkning på antall passeringer. Lønn- og administrasjonskostnader har et negativt fortegn, men er ikke signifikant. Brikkeandel er ikke en signifikant variabel i regresjonsanalysen, men det er ikke uventet ettersom den ikke har en klar teoretisk påvirkning på antall passeringer sammenlignet med driftskostnader som i Odeck (2019). Bomring og alder har et positivt fortegn, men er ikke signifikant på 10% nivå.

I tillegg til manglende signifikans har modell 3 et problem med at den estimerte parametereffekten til bomring er på 0,507 som vist i tabell 8. Denne koeffisienten er på lineært nivå (indikator variabel), hvor en parametereffekt på 0,507 innebærer at en justering for effekten reduserer antall passeringer med 50,7%. Dette er en uforholdsmessig stor justering av antall passeringer. Bompengeprosjekter med bomring er som hovedregel også de med flest kjørefelt, slik at modell 2 med antall kjørefelt kan være en mer egnet justering for størrelse ettersom bomringene varierer i både størrelse og effektivitet. På bakgrunn av teoretisk relevans og tidligere forskning velges det å benytte modell 2, og justere antall passeringer for effekten av antall kjørefelt videre i studien, selv om det er potensielle problemer med multikolaritet og heteroskedastisitet i modellen som kan gjøre estimert parametereffekt upresis.

Tabell 8: Regresjonsmodell for estimering av effekten til eksogene variabler

Avhengig variabel: Log (Antall passeringer)			
Variabler	Modell 1: Alle eksogene variabler	Modell 2: Kun antall kjørefelt	Modell 3: Kun bomring
Log (Lønn- og administrasjonskostnader)	-0.078 (0.110)	-0.058 (0.095)	-0,032 (0,099)
Log (Drift- og innkrevingskostnader)	1.173*** (0.236)	1.143*** (0.224)	1,366*** (0.133)
Log (Antall kjørefelt)	0.316 (0.294)	0.455* (0.260)	
Bomring (dummy)	0.476 (0.413)		0.507 (0.347)
Log (Brikkeandel)	-0.773 (1,027)		
Log (Alder)	0.032 (0.171)		
Konstantledd	-3.101 (3.120)	-2.770 (3.008)	-5.928*** (1.675)
Antall observasjoner	35	35	35
Residual Std. Error	0.611 (df = 28)	0.633 (df = 31)	0,626 (df=31)
Notasjon:	*** 0.01 ** 0.05 * 0.1		

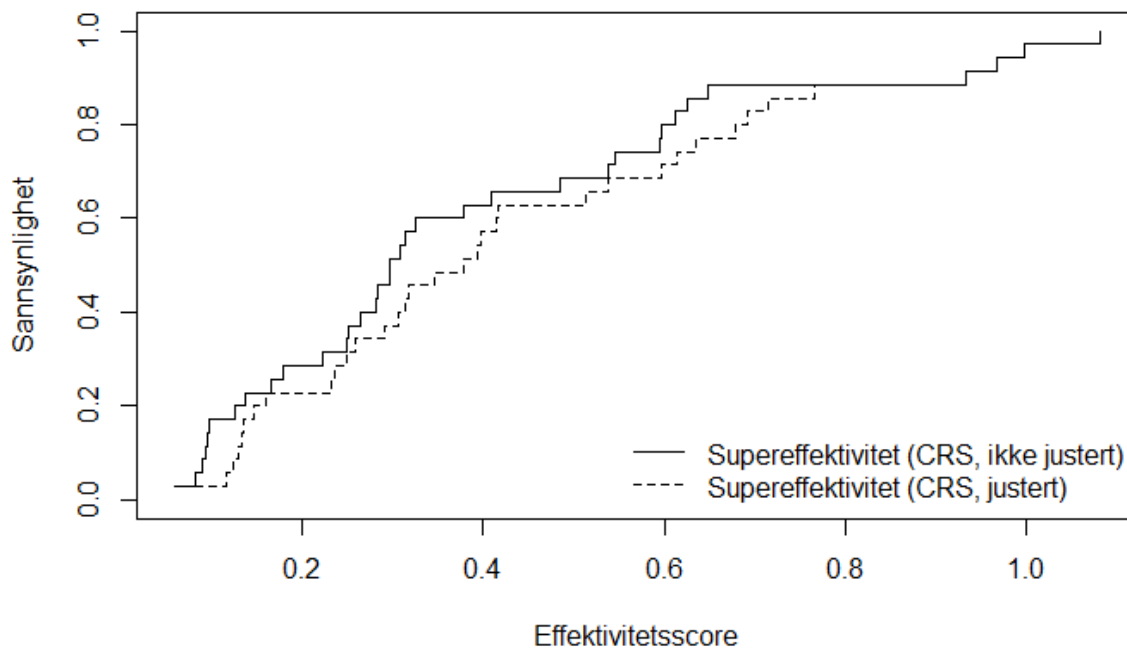
Antall passeringer ble justert for effekten av antall kjørefelt, som estimert i modell 2. Antall passeringer og det justerte antall passeringer nesten perfekt korrelert (99,9%), og effekten er som forventet. Ettersom et økt antall kjørefelt har en positiv effekt på antall passeringer som blir håndtert i bompengeprojekt justeres dermed antall passeringer opp for DMUene med få kjørefelt. DMUene med flest kjørefelt får en liten eller ingen justering av antall passeringer. Justeringen bidrar dermed til å jevne ut forskjeller i antall passeringer som kommer av et økt antall kjørefelt i form av størrelse for beregningen av effektivitet.

Deskriptiv statistikk av endringer i antall passeringer er presentert i tabell 9. Det fremkommer en gjennomsnittlig økning på 279 754 passeringer, og en økning i median på 392 028 passeringer. Som forventet blir ikke antall passeringer justert for den som håndterer flest passeringer, som også har flest antall kjørefelt. Endringer i antall passeringer som følge av justeringen for antall kjørefelt er nærmere presentert i vedlegg 1.

Tabell 9: Deskriptiv statistikk av antall passeringer og justerte antall passeringer

	Passeringer	Justert antall passeringer
Gjennomsnitt	13 734 492	14 014 246
Median	2 420 462	2 812 490
Standardavvik	24 449 976	24 344 513
Minimum	155 752	218 434
Maximum	113 457 578	113 457 578
Sum	480 707 236	490 498 622

Effekten av justeringen for antall passeringer for antall kjørefelt på fordeling av effektivitetsverdier under CRS skalaforutsetning er presentert i figur 18. Figuren viser en liten, men gunstig justering for ineffektive selskap, og øker den gjennomsnittlige effektiviteten. Det må derimot poengteres at DMU 8 (Rv 80 Løding - Vikan (Tverlandsbrua)) får en stor endring i effektivitet som følge av justeringen. Den store endringen kommer av at den håndterer en relativ stor mengde trafikk med få antall kjørefelt, hvor justeringen får et stort utslag på effektiviteten til DMU 8. Endringer i effektivitetsverdier og passeringer som følge av justeringen er nærmere presentert i vedlegg 1.



Figur 18: Endring i fordeling av effektivitetsverdier under CRS som følge av justering for antall kjørefelt

6.2 Resultater fra effektivitetsanalyse

Resultatene fra effektivitetsanalysen er presentert i tabell 10, og viser teknisk effektivitet under CRS, VRS og NDRS skalaforutsetning. Skalaeffektivitet viser forskjellen mellom den tekniske effektiviteten beregnet under CRS og den tekniske effektiviteten beregnet under VRS, som viser andelen effektivitet som kommer av skala. Sum lambda viser summen av kopieringsfaktoren til referanser for beregning av effektivitet under CRS, hvor summen av lambda viser skalaområdet en DMU befinner seg i forhold til optimalt skalaområde. En sum over 1 tilsier at DMUen befinner seg i avtagende skalaområde. En sum under 1 tilsier at en DMU befinner seg i et område med økende skalautbytte. Når summen av lambda er 1 befinner DMUen seg i et område med konstant skalautbytte. Ettersom det er stor spredning og lave slakkverdier under VRS og NDRS velges det å ikke kommentere slakkverdier i studien.

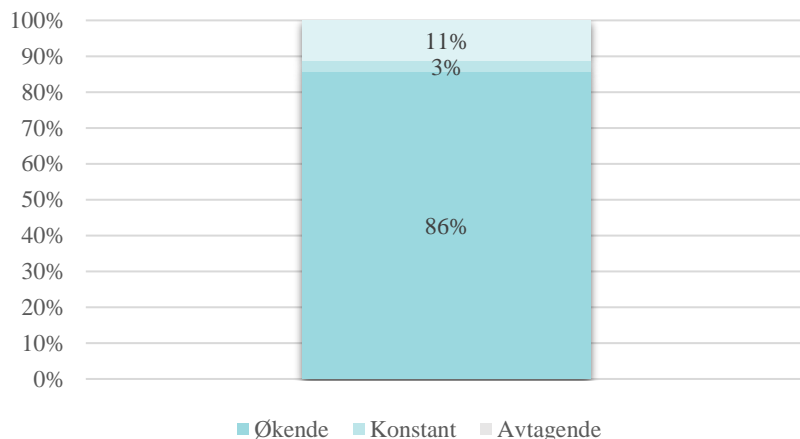
Tabell 10: Resultater fra effektivitetsanalysen under CRS, VRS og NDRS-skalaforutsetning

DMU	Bompengeprosjekt	Effektivitet (CRS)	Effektivitet (VRS)	Effektivitet (NDRS)	Skalaeffektivitet (SE)	Sum lambda	Skalaområde
1	Oslopakke 3	0,60	1,00	0,60	0,60	2,82	Avtagende
2	E6 Trondheim - Stjørdal Fv 714 Stokkhaugen -	0,72	0,78	0,78	0,92	0,34	Økende
3	Sunde	0,69	1,00	1,00	0,69	0,03	Økende
4	Miljøpakke Trondheim Fv 78 Toventunnelen	1,00	1,00	1,00	1,00	1,76	Avtagende
5	m/tilførselsveger	0,24	0,60	0,60	0,39	0,03	Økende
6	Fv 858 Ryaforbindingen Fv 17 Tverlandet -	0,08	0,66	0,66	0,12	0,01	Økende
7	Godøystraumen Rv 80 Løding - Vikan	0,42	0,99	0,99	0,42	0,04	Økende
8	(Tverlandsbrua)	0,77	1,00	1,00	0,77	0,11	Økende
9	Rv 80 Røvika - Strømsnes	0,39	0,80	0,80	0,49	0,04	Økende
10	Askøypakken	0,26	0,33	0,33	0,79	0,21	Økende
11	E18 Aust-Agderpakken	0,32	0,36	0,36	0,89	0,30	Økende
12	Bergensprogrammet	0,97	0,97	0,97	1,00	1,30	Avtagende
13	Fv 544 Halsnøysambandet	0,13	0,69	0,69	0,19	0,01	Økende
14	Fv 519 Finnfast	0,13	0,77	0,77	0,17	0,01	Økende
15	Fv 45 Gjesdal	0,14	0,59	0,59	0,23	0,01	Økende
16	Rv 7/Rv 13 Hardangerbrua	0,12	0,43	0,43	0,29	0,02	Økende
17	Fv 47 T-forbindingen	0,40	0,89	0,89	0,45	0,05	Økende
18	Haugalandspakken	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Konstant
19	E134 Stordalstunnelen	0,68	1,00	1,00	0,68	0,02	Økende
20	Fv 107 Jondalstunnelen	0,12	1,00	1,00	0,12	0,01	Økende
21	Kvammapakken	0,15	0,44	0,44	0,33	0,03	Økende
22	Listerpakken	0,35	0,55	0,55	0,63	0,09	Økende
23	Nord-Jærenpakken	0,93	0,95	0,93	0,98	1,10	Avtagende
24	Samferdselspakke for Kristiansandsregionen	0,64	0,68	0,68	0,94	0,51	Økende
25	Vossapakke Fv 108 Ny	0,16	0,29	0,29	0,54	0,07	Økende
26	Kråkerøyforbindelse E16 Kløfta - Nybakk, E16	0,51	0,66	0,66	0,77	0,12	Økende
27	Kongsvinger - Slomarka	0,31	0,46	0,46	0,69	0,11	Økende
28	E16 Fønhus - Bagn	0,42	0,92	0,92	0,45	0,03	Økende
29	E18 Gulli - Langangen E6 Gardermoen -	0,61	0,62	0,62	0,98	0,71	Økende
30	Kolomoen	0,54	0,55	0,55	0,98	0,63	Økende
31	E6 Øyer - Tretten	0,31	0,45	0,45	0,68	0,08	Økende
32	Fv 34 Grime - Vesleelva Fv 255 Jørstad - Segelstad	0,25	0,92	0,92	0,27	0,02	Økende
33	bru	0,29	0,54	0,54	0,54	0,05	Økende
34	Rv 7 Sokna - Ørgenvika	0,23	0,51	0,51	0,45	0,04	Økende
35	E6/E18 Østfoldpakke	0,38	0,38	0,38	0,98	0,48	Økende
	Gjennomsnitt	0,44	0,71	0,70	0,61	0,35	
	Median	0,38	0,68	0,66	0,63	0,07	
	Standardavvik	0,28	0,24	0,23	0,29	0,60	

Resultatene fra effektivitetsanalysen viser at det er en stor forskjell mellom teknisk effektivitet beregnet under CRS-forutsetningen og teknisk effektivitet beregnet under VRS. Under VRS og NDRS forutsetningene er den gjennomsnittlige effektiviteten tilnærmet lik som forventet fra testene av skalaforutsetninger for analysen som presentert i kapittel 5.3.2, tabell 6 og figur 17. Den eneste betydelige forskjellen mellom VRS og NDRS er for DMU 1 (Oslopakke 3) med 0,60 i score under NDRS og 1,0 under VRS, en forskjell på 0,40. DMU 1 sin effektivitetsverdi er lik under NDRS og CRS. Dette kan forklares av at DMU 1 opererer i veldig stor skala, hvor den blir effektiv under VRS. Etersom VRS og NDRS er såpass like, vil kommenteringen av VRS gjøre seg gjeldende i dette delkapittelet for å kommentere skalaeffekten i sin helhet.

Det er stor variasjon mellom gjennomsnittlig effektivitet på 0,44 og median effektivitet på 0,38 under CRS-forutsetningen. Det betyr at det er flere observasjoner som har en lavere effektivitet enn gjennomsnittet. Det er et høyt standardavvik på 0,28, som viser stor spredning av effektivitet fra gjennomsnittet under CRS. VRS har en gjennomsnittlig effektivitet på 0,71, med en medianverdi på 0,68. Gjennomsnittlig skalaeffektivitet ved VRS er på 0,61, hvor de fleste opererer i for lav skala ettersom de befinner seg i et økende skalaområde. Det betyr at de burde økt i størrelse for å komme nærmere referansene, og dermed bli mer effektive. Det er fire DMUer som opererer i for stor skala i forhold til referanse DMUer. Kun to DMUer er teknisk effektive under CRS. Medianverdien til summen av lambda 0,07, viser at majoriteten av DMUene opererer i et økende skalaområde, langt unna det som er optimal skalastørrelse (MPSS).

Fordeling av skalaområder for analysen er vist i figur 19. Figuren viser en klar overvekt av DMUer som befinner seg i område for økende skalautbytte, hvor 86% av antall DMUer i studien har økende skalautbytte. 11% av DMUene befinner seg i område med avtagende skalautbytte, og kun 3%, altså én DMU (18), befinner seg i området med konstant skalautbytte.



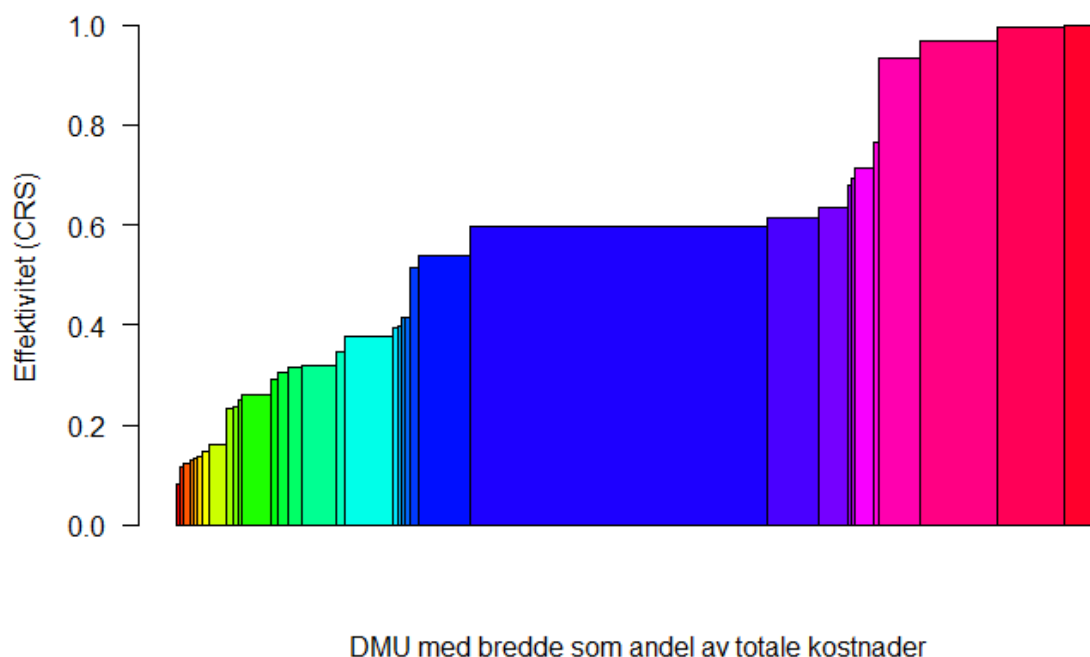
Figur 19: Fordeling av skalaområder under CRS

Som det fremkommer av effektivitetsanalysen, er det en stor spredning i effektivitetsverdier under alle skalaforutsetningene. Tabell 11 viser fordeling av effektivitet etter ulike intervaller for CRS og VRS skalaforutsetninger, hvor det fremkommer at CRS-forutsetningen har en stor overvekt av DMU med lav effektivitet (under 0,4), i motsetning til VRS hvor kun fire DMUer har lav effektivitet. Effektivitet under VRS har dog en markant økning i antall selskap med veldig høy effektivitet (over 0,9). Dette skyldes at det er mange små DMUer som opererer i for liten skala, som dermed har lav effektivitet under CRS. De får dermed en økt teknisk effektivitet under VRS som følge av variabelt skalautbytte.

Tabell 11: Fordeling av effektivitetsverdier i intervaller under CRS og VRS skalaforutsetning

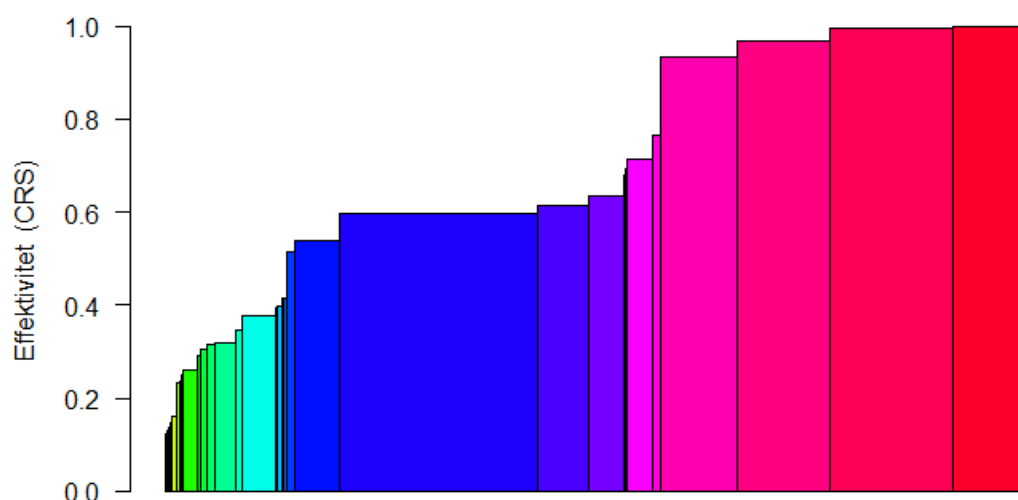
Fordeling av effektivitet	CRS	VRS
Veldig høy $\geq 0,9$	4	12
Høy $\geq 0,7 < 0,9$	2	4
Middels $\geq 0,4 < 0,7$	9	15
Lav $< 0,4$	20	4
Sum	35	35

Sammenhengen mellom effektivitet og størrelse tydeliggjøres av salterdiagrammet i figur 20. Figuren viser DMUene rangert etter teknisk effektivitet under CRS-forutsetningen, med bredde angitt ved totale kostnader som i modellens totale input. Figuren vil derfor også illustrere det totale innsparingspotensialet i sektoren dersom alle var effektive. Det fremkommer at det er mange små selskap med lav effektivitet. Figuren viser en klar sammenheng mellom størrelse og effektivitet, hvor de mellomstore er blant de mest effektive, og majoriteten av de minst effektive selskapene er relativ små. Det er derimot noen mindre bompengeselskaper som er mer effektive enn andre små selskap, og noen mellomstore selskap som har lav effektivitet. Nærmere informasjon om sammenhengen mellom rangert effektivitet og størrelse finnes i vedlegg 2.



Figur 20: DMU rangert etter effektivitet (CRS) med bredde som andel av totale kostnader

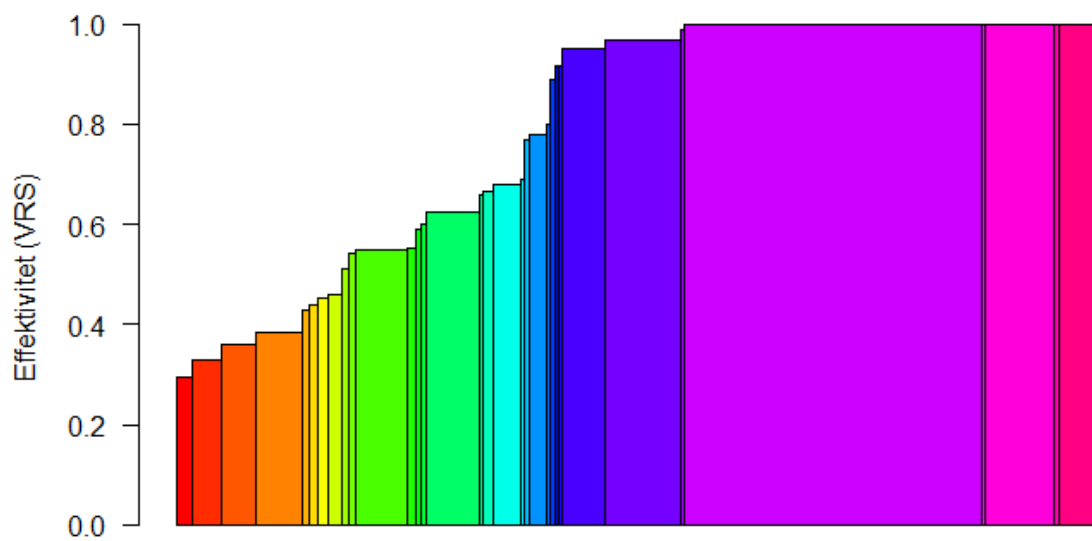
Figur 21 viser DMUene rangert etter effektivitet under CRS, hvor bredden er angitt ved antall passeringer, som i modellens totale output. Det fremkommer et lignende forhold som med kostnadsstørrelsen, men det er en enda tydeligere sammenheng mellom antall passeringer og effektivitet.



DMU med bredde som andel av antall passeringer

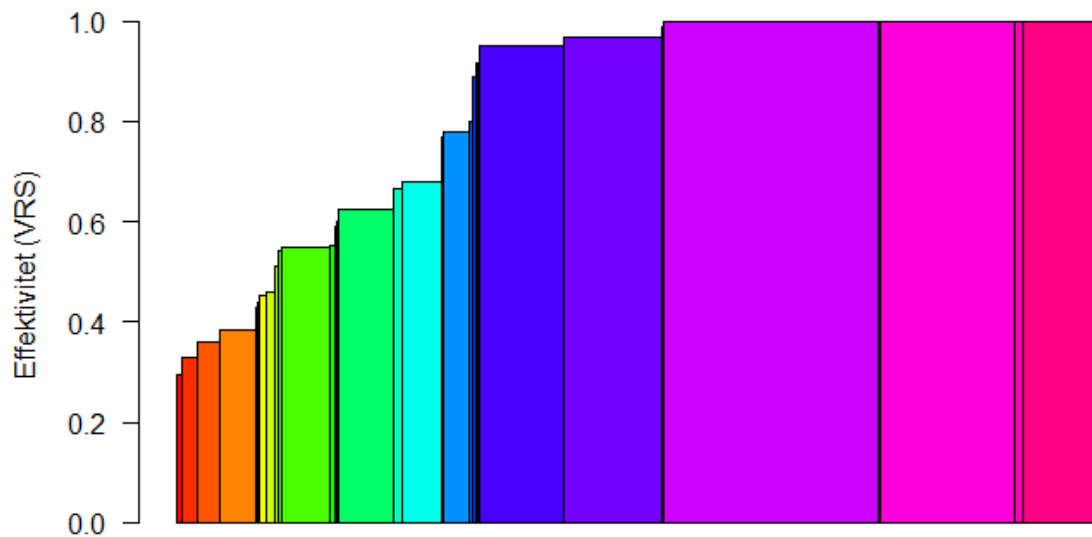
Figur 21: DMU rangert etter effektivitet (CRS) med bredde som andel av antall passeringer

Under VRS-forutsetningen er sammenhengen mellom størrelse og effektivitet litt annerledes, hvor figur 22 viser at det største selskapet nå er effektivt, og en rekke små selskap har fått økt effektivitet som forventet. Videre vises sammenhengen mellom trafikk og effektivitet enda klarere i figur 23. Nærmere informasjon om sammenhengen mellom rangert effektivitet og størrelse finnes i vedlegg 2.



DMU med bredde som andel av totale kostnader

Figur 22: DMU rangert etter effektivitet (VRS) med bredde angitt som andel av totale kostnader



DMU med bredde som andel av antall passeringer

Figur 23: DMU rangert etter effektivitet (VRS) med bredde angitt som andel av totale passeringer

Tabell 12 viser korrelasjonen mellom effektivitet under ulike skalaforutsetninger, størrelse på kostnader og antall passeringer. Verdiene i korrelasjonen viser klare sammenhenger med teknisk effektivitet under CRS-forutsetningen og VRS med størrelse i form av både totale kostnader og antall passeringer. Dette stemmer godt med salterdiagrammene som er illustrert i figur 20 og 21, og figur 22 og 23.

Tabell 12: Korrelasjon mellom effektivitet under CRS og VRS, med totale kostnader og antall passeringer

	Effektivitet (CRS)	Effektivitet (VRS)	Totale kostnader	Antall passeringer
Effektivitet (CRS)	1			
Effektivitet (VRS)	0,59	1		
Totale kostnader	0,34	0,20	1	
Antall passeringer	0,62	0,35	0,90	1

Oppsummert viser effektivitetsanalysen at det er store innsparingspotensialer i sektoren, og at det er en klar sammenheng mellom teknisk effektivitet, og størrelse i form av kostnader og antall passeringer. I tabell 13 er ineffektiviteten fra å ikke følge beste praksis omgjort til potensielle innsparinger i form av kroner i hele 1000. Under CRS-forutsetningen er det potensielle innsparinger i sektoren på 50,9 millioner kroner i lønn- og administrasjonskostnader (x1), og 157 millioner kroner i drift- og innkrevingskostnader (x2) dersom alle var effektive. Gjennomsnittlig innsparing ligger henholdsvis på 1,4 og 4,4 millioner kroner, med en median på henholdsvis 474 000 kroner og 2 millioner kroner.

Under VRS-forutsetningen er gjennomsnittlig potensielle innsparinger lavere enn under CRS som forventet, hvor det er en gjennomsnittlig innsparing på 382 000 kroner i lønn- og administrasjonskostnader (x1) og 2,7 millioner kroner i drift- og innkrevingskostnader (x2). Innsparinger ved median er på 212 000 kroner for lønn- og administrasjonskostnader og 1,1 millioner kroner i drift- og innkrevingskostnader. Under NDRS er innsparingspotensialet nærmere CRS, som da hovedsakelig skyldes at DMU 1 (Oslopakke 3) er effektiv på grunn av størrelse i VRS, men ikke teknisk effektiv under NDRS.

Tabell 13: Oppsummerende statistikk av innsparingspotensial dersom alle var effektive, konvertert til kroneverdier i hele 1000

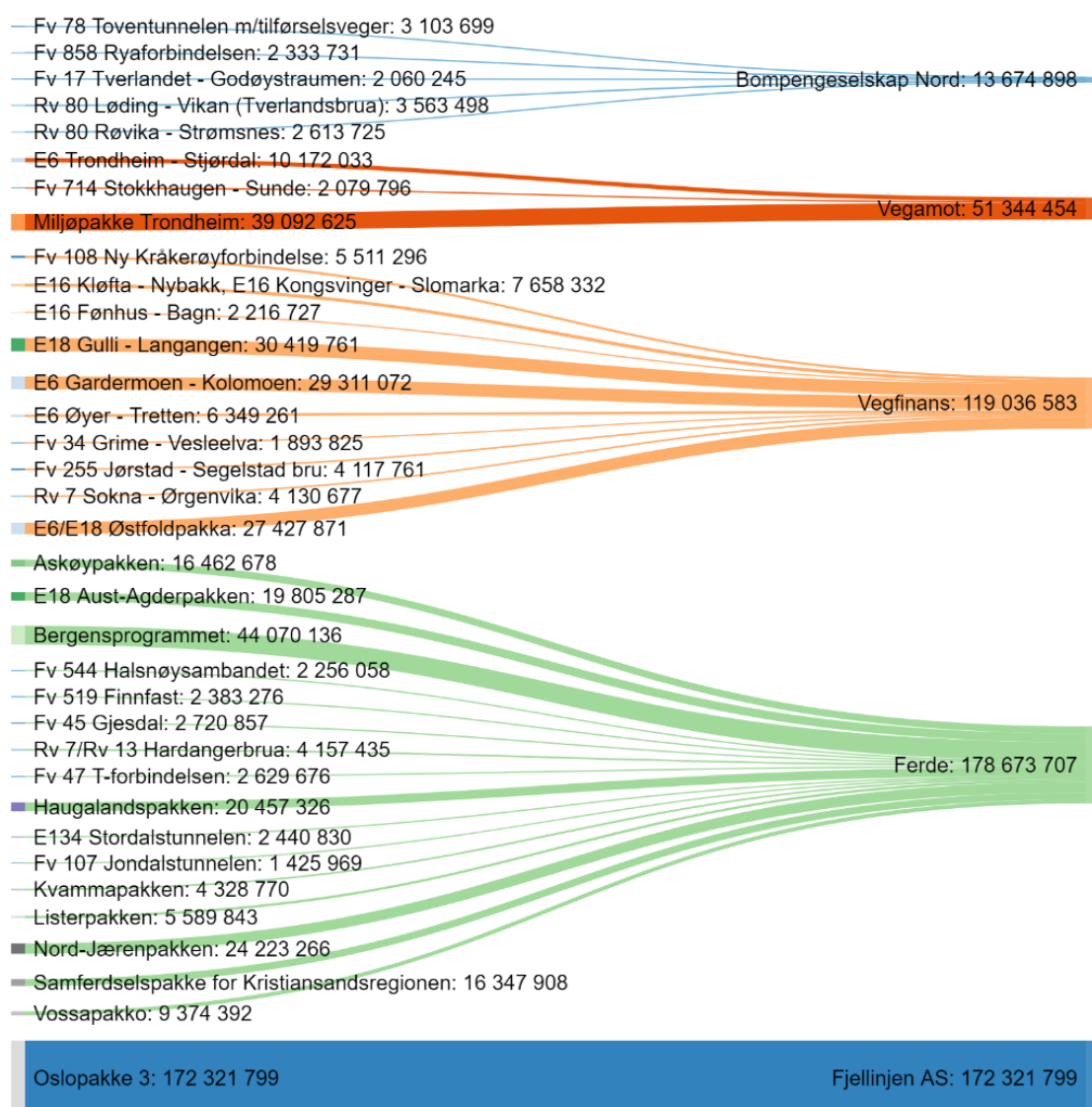
Skalaforutsetning	CRS		VRS		NDRS	
For input:	x1	x2	x1	x2	x1	x2
Gjennomsnitt	1 455	4 493	382	2 710	1 300	3 790
Median	499	1 830	212	1 160	216	1 464
Standardavvik	5 374	6 936	655	4 042	5 402	7 067
Minimum	0	0	0	0	0	0
Maximum	32 119	37 244	2 914	16 244	32 119	37 244
Totale potensielle innsparinger	50 918	157 244	13 353	94 861	45 495	132 645
Kostnader sektor	117 098	417 953	117 098	417 953	117 098	417 953

Resultatene fra effektivitetsanalysen viser at det er en klar sammenheng mellom teknisk effektivitet og størrelse i form av kostnader og antall passeringer. Dette innebærer klare ubenyttede skalafordeler i sektoren. Det er stor variasjon i effektivitet, også blant selskaper av sammenlignbar størrelse. Det er dermed store innsparingspotensialer i sektoren. Videre vil resultatene fra fusjonsanalysen presenteres.

6.3 Resultater fra fusjonsanalyse

I dette del-kapittelet vil det innledningsvis illustreres sammenslåingen av selskaper til nye fusjonerte enheter, før det blir presentert resultater fra fusjonsanalysen og *potensielle effekter av fusjonen* dekomponert. Til slutt vises *potensielle innsparinger* i kroneverdier.

Metoden for fusjonsanalysen aggregerer inputs og outputs ved de individuelle bompengeprojektene inn i de nye fusjonerte bompengeselskapene. Dette er illustrert i figur 24, hvor figuren viser hvordan de totale kostnadene til de individuelle bompengeprojektene aggregeres til de nye regionale bompengeselskapene, hvor bredden er gitt av totale kostnader. Som vist i figuren blir ikke Fjellinjen slått sammen med andre selskap, men er fremdeles et av de største selskapene i analysen. Ferde utgjør det største selskapet i analysen, og består av flest antall prosjekter. Det minste selskapet i analysen er Bompengeselskap Nord som består av mange små prosjekter. Vegamot er noe større, hvor majoriteten av kostnadene kommer fra Miljøpakke Trondheim. Vegfinans har en middels til stor størrelse, og består av mange selskaper av ulik størrelse.



Figur 24: Illustrasjon av fusjonen og størrelse på selskapene ved gjennomsnitt av kostnader for perioden 2013-2015

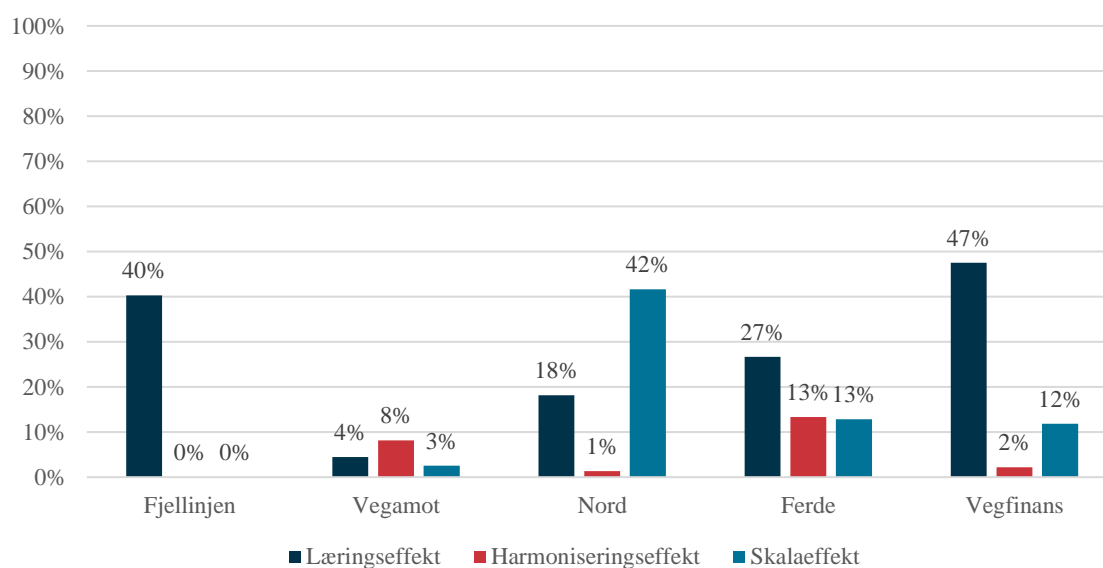
Resultatene og de *potensielle effektene av fusjonen* er beregnet under NDRS-forutsetningen, ettersom denne ansees som mest hensiktsmessig for fusjonsanalysen. Dette er på bakgrunn av resultater fra effektivitetsanalysen om klare stordriftsfordeler og de asymptotiske testene i kapittel 4.4. I tillegg beregnes ikke skalagevinster under CRS, og ett av selskapene havner utenfor definisjonsområdet under VRS.

Resultatene fra fusjonsanalysen under NDRS-forutsetning er presentert i tabell 14. Tabellen viser de fusjonerte selskapenes tekniske effektivitet, læringseffekt og de rene gevinstene fra fusjon, som er videre dekomponert i harmoniseringseffekter og skalaeffekter.

Læringseffekten er ikke medregnet i den rene effekten ettersom dette er en innsparing som selskapene potensielt kunne oppnådd på egenhånd ved å følge beste praksis. De dekomponerte effektene av fusjonen fremstilles grafisk i figur 25.

Tabell 14: Dekomponerte resultater fra fusjonsanalyse

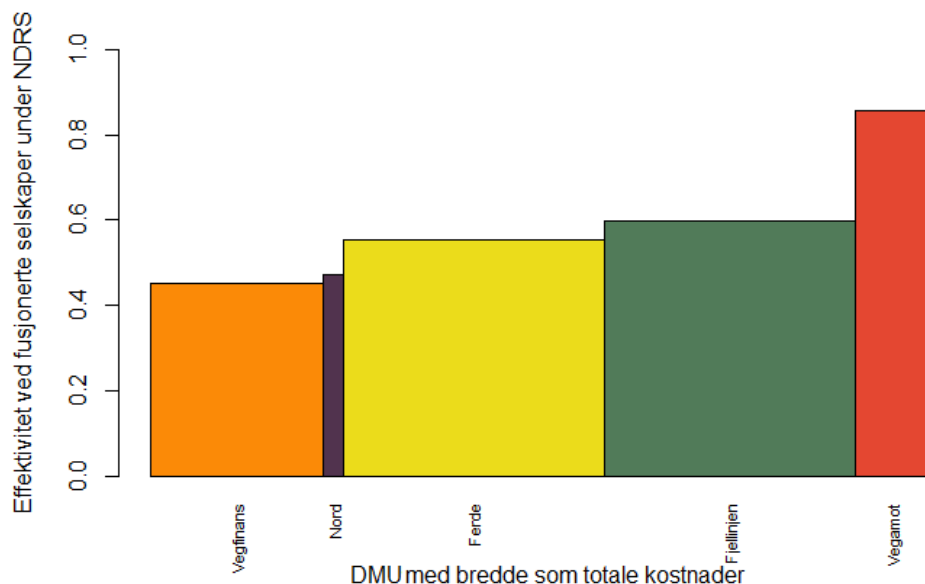
Bompengeselskap	Fjellinjen	Vegamot	Nord	Ferde	Vegfinans
Effektivitet	0,60	0,86	0,47	0,55	0,45
Læringseffekten	0,60	0,96	0,82	0,73	0,53
Harmoniseringseffekt	1,00	0,92	0,99	0,87	0,98
Skalaeffekten	1,00	0,97	0,58	0,87	0,88
Rene gevinster fra fusjon	1,00	0,90	0,58	0,76	0,86



Figur 25: Effekter fra fusjon dekomponert, illustrert i prosent

Tabellen og figuren viser at Fjellinjen har en effektivitetsscore på 0,60 hvor Fjellinjen kan øke effektiviteten med 40%, scoren er basert på læringseffekten, da harmoniseringseffekten og skalaeffekten er på 0%. Vegamot er det mest effektive bompengeselskapet i analysen, med et mulig forbedringspotensial på 14%, hvorav læringseffekten utgjør 4%, harmoniseringseffekten 8% og skalaeffekten 3%. Bompengeselskapet Nord er det minste selskapet i analysen med en score på 0,47 og har dermed en mulig økning i effektiviteten på 53%. Skalaeffekten utgjør 45%, og læringseffekten 18%, mens harmoniseringseffekten er på 1%. Ferde har en effektivitetsscore på 0,55 som tilsier en mulig økning i effektivitet på 45%. Læringseffekten har størst påvirkning med 27%, harmoniseringseffekten og skalaeffekten utgjør 13% hver. Vegfinans er det minst effektive selskapet, med en score på 0,45 og har dermed en mulig økning i effektivitet på 55%. Læringseffekten utgjør 47%, mens resterende forbedring kommer fra harmoniseringseffekten på 2%, og skalaeffekten på 12%.

Figur 26 viser teknisk effektivitet for de regionale selskapene, hvor bredde er gitt som andel av totale kostnader. Figuren viser at Fjellinjen og Ferde skiller seg ut som de desidert største regionale selskapene, hvor effektivitetsgevinster vil utgjøre store reduksjoner i kostnader for sektoren. En effektivitetsgevinst for Bompengeselskap Nord vil utgjøre en mindre andel av innsparinger for sektoren.



Figur 26: Fusjonerte selskaper rangert etter effektivitet (NDRS) med bredde angitt som andel av totale kostnader

Potensielle innsparinger i kroneverdier er presentert i tabell 15, hvor effektivitetsgevinster og mulig innsparing er dekomponert og konvertert til kroneverdier i hele 1000 for innsatsfaktorene lønn- og administrasjonskostnader og (x1) og drift- og innkrevingskostnader (x2), per selskap og totalt i sektoren. Tabellen viser at det er store positive effekter fra fusjonen, og store potensielle innsparinger. I analysen utgjør de totale kostnadene (Total forbruk av innsatsfaktorer) 535 millioner kroner, hvorav 117 millioner kroner er knyttet til lønn- og administrasjon og 417 millioner kroner knyttet til drift og innkreving.

Tabell 15: Innsparing og dekomponerte effekter fra fusjon, per selskap og totalt, konvertert til kroneverdier i hele 1000

Selskap	Fjellinjen	Vegamot	Nord	Ferde	Vegfinans	Totalt
Læringseffekten (x1)	32 119	99	562	2 917	9 997	45 693
Læringseffekten (x2)	37 244	2 191	1 921	44 757	46 531	132 645
Total læringseffekt	69 363	2 291	2 482	47 674	56 528	178 338
Gevinster fra fusjon (x1)	0	233	1 313	2 672	2 891	7 108
Gevinster fra fusjon (x2)	0	5 141	4 488	41 001	13 456	64 086
Rene gevinster fra fusjon	0	5 374	5 800	43 672	16 347	71 194
Skalaeffekten (x1)	0	57	1 288	1 403	2 489	5 236
Skalaeffekten (x2)	0	1 248	4 403	21 531	11 584	38 767
Total skalaeffekten	0	1 304	5 691	22 934	14 073	44 003
Harmoniseringseffekten (x1)	0	181	42	1 456	456	2 135
Harmoniseringseffekten (x2)	0	3 994	145	22 336	2 123	28 599
Total harmoniseringseffekt	0	4 176	187	23 792	2 580	30 734
Forbruk (x1)	79 794	2 227	3 094	10 931	21 051	117 098
Forbruk (x2)	92 527	49 117	10 580	167 743	97 986	417 953
Total forbruk av innsatsfaktorer	172 322	51 344	13 675	178 674	119 037	535 051
Forbruk dersom effektive (x1)	47 676	2 061	2 433	7 078	12 355	71 603
Forbruk dersom effektive (x2)	55 283	46 926	8 660	122 985	51 454	285 309
Mulig forbruk dersom effektive	102 959	48 986	11 093	130 064	63 809	356 911

Læringseffekten utgjør det største potensielle innsparingspotensialet i sektoren på 178 millioner totalt. Læringseffekten er tydelig størst for Fjellinjen, som utgjør 69 millioner. I motsetning til de andre selskapene er denne innsparingen jevnt fordelt mellom innsatsfaktorene, hvorav de andre selskapene har størst potensiell innsparing knyttet til drift- og innkrevingskostnader. Vegfinans har en læringseffekt på 56 millioner, mens Ferde har en læringseffekt på 47 millioner. Det mest effektive selskapet i analysen Vegamot har kun en potensiell innsparing på 2 millioner. Bomselskapet Nord har en læringseffekt som utgjør en potensiell innsparing på 2 millioner.

De rene gevinstene fra fusjonen, som da er uten læringseffekten, utgjør totalt 71 millioner. Den største andelen av gevinstene er knyttet til innkreving- og driftskostnader som utgjør omkring 64 millioner, men det er kun en reduksjon på 7 millioner innen lønn- og administrasjonskostnader. Det vises at Ferde har en klart større positiv effekt av fusjon enn de andre selskapene på 43 millioner. Vegfinans har en effekt på 16 millioner, og Vegamot og

Bompengeselskapet Nord har effekter på 5 millioner hver. Fjellinjen har ingen rene gevinster knyttet til fusjonen ettersom de ikke fusjoneres sammen med andre selskaper.

Skalaeffekten utgjør den største innsparingen fra fusjon på omtrent 44 millioner, hvorav Ferde har klart størst utbytte av skalaeffekter på 22 millioner, spesielt innen kostnader knyttet til drift og innkreving. Bompengeselskapet Nord har en positiv skalaeffekt fra fusjon på 5 millioner, som er en stor innsparing sett opp mot de totale kostnadene i selskapet. Vegfinans har skalaeffekt på 14 millioner. Vegamot har kun en skalaeffekt på 1 million.

Harmoniseringseffekten utgjør omtrent 30 millioner, hvor Ferde har den største effekten fra fusjon på 23 millioner. Vegamot har en effekt på 4 millioner, Vegfinans har kun en effekt fra harmonisering på 2 millioner, Bompengeselskapet Nord har nesten ingen effekter knyttet til harmonisering i fra fusjonen.

Merk at det vil være en differanse mellom de rene fusjonsgevinstene, og summen av skala og harmonisering. Dette er på grunn av konvertering fra input og output til effektivitetseffekter, og konvertering fra effektivitetseffekter over til kroneverdier. Forskjellen mellom effekten, og kroneverdien beregnet for summen av skala- og harmoniseringseffekten er vist i vedlegg 3.

7. Diskusjon

Formålet med studien er å undersøke effektivitet og potensielle gevinster som kan bli realisert ved en fusjonering av bompengeselskapene i et bedriftsøkonomisk perspektiv, *ex-ante*.

Studien har tatt for seg bompengesektoren, teori, metode, datamaterialet og resultater av analysene som ligger til grunn for å kunne besvare problemstillingen som er gjengitt under:

Hvilke potensielle effekter kan fusjoner i bompengesektoren ha for effektivisering av drift gjennom stordriftsfordeler og synergieffekter, og hva utgjør de potensielle økonomiske innsparingene?

I diskusjonen vil resultatenes betydning og implikasjon bli diskutert i lys av problemstillingen. Diskusjonen er delt opp i to deler, først blir resultater og implikasjoner fra effektivitetsanalysen diskutert, deretter diskuteres resultatene fra fusjonsanalysen, hvor de ulike gevinstene fra fusjonsanalysen drøftes opp mot effektiviseringen av bompengesektoren.

7.1 Effektivitetsanalysen

Resultatene fra effektivitetsanalysen viser at den gjennomsnittlige effektiviteten i sektoren er 0,44 under CRS og 0,71 VRS, med store innsparingspotensialer under begge forutsetningene. Det vil videre diskuteres utforming av modell for måling av effektivitet, og justeringen av output for eksogene variabler. Deretter diskuteres skalaegenskapene i bompengesektoren. Avslutningsvis diskuteres innsparingene i sektoren.

7.1.1 Modellutforming og justering for eksogene faktorer

Studien viser at utforming av modell har mye å si for beregning av effektivitet i bompengesektoren der resultatene er sensitive for input og output sammensetningen. Dette samsvarer med tidligere funn ved Riksrevisjonen (2012) og Welde og Odeck (2011). Valget av modellutforming med to inputs og én output ble valgt grunnet en mer hensiktsmessig dekomponering av kostnader for å vise sløsing og forbedringspotensialet innen ulike områder av driftskostnader. I tillegg ga utformingen en høy gjennomsnittlig effektivitet, uten å måtte fjerne DMUer på grunn av supereffektivitet, noe som var hensiktsmessig for å gjøre studien mest mulig representativ for bompengesektoren. Det ville vært mulig å aggregere kostnader for input som Riksrevisjonen (2012), men det er hensiktsmessig for denne studien å vise forbedringspotensialet innenfor de ulike områdene med tanke på fusjonsanalysen. Det var ikke ønskelig å inkludere antall kjørefelt i modellen som output, eller å dele antall passeringer

på antall kjørefelt, ettersom det gjorde noen DMUer supereffektive, og ga en lavere gjennomsnittlig effektivitet i noen modeller.

Modellen ble justert for effekten av eksogene variabler for å øke sammenlignbarhet og gjøre resultater mest mulig representative for bompengesektoren, noe som også er gjort i tidligere studier av effektivitet i bompengesektoren. Ettersom primærfokuset i denne studien er å analysere potensielle fusjonsgevinster er ikke den tradisjonelle to-trinns metoden anvendelig ettersom fusjonsanalysen benytter input- og output verdier for å beregne effekter. Det ble derfor testet en rekke regresjonsmodeller, hvor mulige eksogene faktorer ble undersøkt.

Valg av regresjonsmetode falt på robust regresjon i samsvar med Odeck (2019) på grunn av problemer med multikolaritet og heteroskedastisitet. Modellen for beregning av effektivitet består av to inputs. Dette gjør det utfordrende å justere variablene gjennom regresjon, selv om dette ble forsøkt med regresjon på matriseform. Det ble derfor hensiktsmessig å justere output i form av antall passeringer istedenfor, selv om kausalforholdet mellom avhengig og uavhengige variabler i regresjonsmodellen ikke nødvendigvis er likt.

Det har i tidligere forskning innen bompengesektoren variert hvilke eksogene variabler som har blitt justert for, og hvorvidt de har hatt en signifikant effekt på effektivitet. Derfor ble en rekke eksogene faktorer testet i denne studien, hvor ikke-signifikante faktorer ble fjernet fra regresjonsanalysen. Regresjonsanalysen resulterte i at antall passeringer ble justert for effekten av antall kjørefelt for å gjøre selskapene mer sammenlignbare. Dermed fikk bompengeprosjekter med få kjørefelt justert opp antall passeringer. Resultatet av justering betegnes som gunstig ettersom det resulterte hovedsakelig i en liten positiv endring i effektiviteten til selskap med få antall kjørefelt, og reduserte effektiviteten til bomringer eller selskap med et høyt antall kjørefelt. DMU 8 (Rv 80 Løding - Vikan (Tverlandsbrua)) fikk derimot en uforholdsmessig stor endring i effektivitet ettersom den har få kjørefelt og et høyt antall passeringer, noe som medførte en stor positiv justering av effektiviteten. Effektiviteten til DMU 8 bør dermed tolkes med forsiktighet.

Justering for antall kjørefelt på antall passeringer har en klar teoretisk relevans, og justeringen er i samsvar med tidligere forskning hvor størrelse er justert for i beregning av effektivitet. Justeringen oppnår i all hovedsak en ønsket effekt, men utgjør derimot små utslag, og gir ikke en signifikant endring i fordelingen av effektivitetsverdier.

Det er også problemer med multikolaritet og heteroskedastisitet i regresjonsmodellen ettersom antall kjørefelt er høyt korrelert med drift- og innkrevingskostnader. Dette gjør den estimerte parametereffekten for antall kjørefelt som benyttes for justering unøyaktig, selv om dette ble forsøkt håndtert ved å benytte robust regresjon i samsvar med Odeck (2019). I denne studien ble det ansett som hensiktsmessig å justere for eksogene variabler ettersom forskjellene i effektiviteten mellom små og store DMU ble jevnet ut og gjorde DMUene mer sammenlignbare. Dette sikret at analysen representerte det potensielle forbedringspotensialet i bompengesektoren på best mulig måte. Det er dog uklart om det er nødvendig å justere effektivitet i bompengesektoren for effekten av eksogene faktorer, og i så fall hvilke eksogene faktorer og hvor stor effekt faktorene skal ha på effektiviteten.

7.1.2 Skalaegenskaper i bompengesektoren

Effektivitetsanalysen under CRS viser at sektoren består av mange små og ineffektive selskap som opererer i for liten skala, dermed brukes det relativt mer input for å betjene antall passeringer. Det er også en tydelig tendens i sektoren, hvor de store selskapene med flere passeringer har høyere effektivitet. Dette indikerer stordriftsfordeler i bompengesektoren, noe som også ble funnet i tidligere studier av Odeck (2008), Riksrevisjonen (2012) og Odeck (2019).

Funnet om stordriftsfordeler har implikasjoner for prestasjonsmåling i bompengesektoren, hvor det er ønskelig å gi insentiv for at selskapene skal utnytte stordriftsfordelene for å redusere kostnader. Tidligere studier av Odeck (2008), Welde og Odeck (2011) og Riksrevisjonen (2012) med DEA i bompengesektoren har benyttet VRS-forutsetning for analysene. Et problem med VRS er at den tillater stordriftsulemper, hvor enheter kun blir effektiv på grunn av stor størrelse, som for eksempel DMU 1 (Oslopakke 3).

Effektivitetsanalysen i denne studien viser at skalaforutsetningen om VRS og NDRS gir tilsvarende resultater for beregning av effektivitet. Dette indikerer at NDRS kan være en mer hensiktsmessig skalaforutsetning for prestasjonsmåling i bompengesektoren, ettersom den i større grad gir insentiv til å utnytte stordriftsfordeler, uten å tillate stordriftsulemper som ved VRS-forutsetningen. Dette er av spesiell interesse ettersom bompengesektoren vil fremover bestå av større regionale selskaper, sammenlignet med strukturen før den regionale bompengereformen.

7.1.3 Innsparinger i bompengesektoren

Ettersom modellen benytter to inputs er det mulig å se hvilke områder bompengesektoren har størst mulighet til å redusere kostnader. Analysen viser at de potensielle innsparingene er størst for drift- og innkrevingskostnader. Det kan tenkes at de store bompengeselskapene klarer å dra mer nytte av ressursene sine på grunn av stordriftsfordeler, hvor det er mulig å oppnå store innsparinger for mange av de små og ineffektive selskapene. Kostnader knyttet til lønn og administrasjon utgjør en relativt mindre andel av kostnadene til bompengeselskapene, og har betydelig mindre potensielle innsparinger i kroneverdier.

Som kommentert i Riksrevisjonen (2012) må mulige innsparinger beregnet ved DEA tolkes med forsiktig ettersom det er urealistisk at alle bompengeselskaper presterer 100% effektivt hele tiden. I tillegg trekker de frem at variasjon i effektivitet kan komme fra permanente eksterne faktorer, som for eksempel redusert trafikkgrunnlag, og at selskapene kan ha begrenset kontroll over inputs. Resultatene i denne studien indikerer at det er systematiske forskjeller i effektivitet mellom store og små bompengeselskap, og at det er store variasjoner i effektivitet mellom selskap av tilsvarende størrelser som for eksempel DMU 23, 29 og 30 (Nord-Jærenpakken, E18 Gulli – Langangen og E6 Gardermoen – Kolomoen) som vist i vedlegg 2. Dette tilsier at noen bompengeselskaper av tilsvarende størrelse er mer effektive enn andre, og at disse forskjellene burde undersøkes nærmere, noe som også poengteres av Welde og Odeck (2011).

De estimerte innsparingene varierer ved valg av skalaegenskap for analysen. Selv om distribusjonen av effektivitetsverdier er tilnærmet lik under NDRS og VRS er det stor forskjell i de estimerte innsparingene. Dette er på grunn av størrelsen på DMU 1 (Oslopakke 3), som da blir effektiv under VRS, men ikke under NDRS. Om hvorvidt det er mer riktig å benytte innsparingene under NDRS eller VRS er usikkert, men det fremstår urimelig å tenke at DMU 1 (Oslopakke 3) ikke kan gjøre innsparinger og bli mer effektive.

Det ansees derfor som hensiktsmessig å benytte potensielle innsparinger fra NDRS-forutsetningen for beregningen av de potensielle innsparingene i bompengesektoren ettersom medianinnsparing vil være representativ for selskaper av mindre størrelse, hvor det er en potensiell innsparing på 200 000 kroner i lønn- og administrasjonskostnader, og 1,4 millioner kroner i drift- og innkrevingskostnader. For sektoren utgjør potensielle innsparinger 178 millioner, hvorav 45 millioner utgjør innsparinger knyttet til lønn- og administrasjonskostnader, og 132 millioner knyttet til drift- og innkrevingskostnader.

7.2 Fusjonsanalysen

Resultatene fra fusjonsanalysen tilsier at det er positive effekter ved en fusjon inn i regionale bompengeselskaper, og store potensielle innsparinger. Dette del-kapittelet vil først diskuteres om den valgte skalaforutsetningen for fusjonsanalysen er egnet for å representere teknologien i bompengesektoren, og hvorvidt den metodiske fremgangsmåten for fusjonsanalysen er egnet for bompengesektoren. Deretter diskuteres betydning av resultatene fra fusjonsanalysen med hensyn på effektene som kan komme av læringseffekten, harmoniseringseffekten og skalaeffekten.

7.2.1 Skalaforutsetning og metodisk fremgangsmåte for fusjonsanalysen

I fusjonsanalysen benyttes NDRS som skalaforutsetning, hvor det forutsettes at det ikke eksisterer skalaulemper, selv om det innen økonomisk teori kan forekomme. Det ansees som en hensiktsmessig og realistisk skalaforutsetning ettersom VRS og NDRS har tilnærmet lik fordeling av effektivitet, som vist i kapittel 5.3.2, utenom DMU 1 (Oslopakke 3) som videre er kalt Fjellinjen. I tillegg havner det fusjonerte selskapet Ferde utenfor definisjonsområdet under VRS, og resultater fra fusjonsanalysen vil dermed ikke kunne beregnes.

Dersom det eksisterte stordriftsulemper i bompengesektoren kunne dette ha blitt vist med en fusjonsanalyse med NIRS eller KOOP som skalaforutsetning. Det er derimot lite som tilsier at det å fusjonere kan føre til stordriftsulemper innen bompengesektoren, både med hensyn til tidligere forskning på effektivitet og tester gjennomført av fordeling av effektivitetsverdier ved ulike skalaforutsetninger. Det store unntaket er Fjellinjen, som kun er 60% effektivt med en tilsvarende størrelse som det fusjonerte Ferde selskapet. Det at det eksisterer et stort, ineffektivt selskap kan være en indikasjon på at det finnes stordriftsulemper innen bompengesektoren, men det kan også skyldes ineffektivitet i form av for høye kostnader. I tillegg befinner en stor majoritet av bompengeprojektene seg i et økende skalaområde. NDRS skalaforutsetningen ansees dermed som hensiktsmessig og representativ for fusjonsanalysen.

Studiens metode for fusjonsanalyse benytter aggregering av selskaper for å danne nye fusjonerte enheter. Basert på dette beregnes effektivitet gitt det nye forbruket av input og output, samt eventuelle gevinster. I bompengesektoren skulle som hovedregel hvert bompengeprojekt organiseres som selvstendige selskaper for primært å hindre kryss-subsidiering (Samferdselsdepartementet, 2015b). Det var allikevel noen prosjekter som var

organisert under samme selskap før reformen, som påpekt av Samferdselsdepartementet (2015b).

Eksempelvis ble Vegfinans organisert som en konsernmodell allerede i 2012 (Vegfinans, 2015), selv om det er selskap som fusjoneres inn i konsernet i analysen. For selskapet Vegamot er alle bompengeprojektene organisert under Trøndelag Bomveiselskap AS i fusjonsanalysen. Dette kan påvirke den metodiske fremgangsmåten for studien, hvor aggregeringen ikke er like representativ for alle de regionale selskapene.

Bompengeprojektene er allikevel unike enheter med egen prosjektkode, der kostnadene og passeringene fordeles per prosjekt for å blant annet hindre kryss-subsidiering av prosjektene. Oppsummert fremstår den metodiske fremgangsmåten for fusjonsanalysen med NDRS skalaforutsetning som egnet. Videre vil nå de beregne effektene fra fusjonsanalysen diskuteres mer inngående.

7.2.2 Effekter fra fusjon

Resultatene fra fusjonsanalysen viser at det overordnet er positive gevinster fra fusjonen, men at selskapene har varierende grad av effektivitet og gevinster knyttet til sammenslåingen. Vegamot skiller seg ut som det mest effektive. Som nevnt i kapittel 7.2.1 var bompengeprojektene under Vegamot allerede organisert under samme selskap. Dette kan indikere at selskapet allerede har noen gevinster fra å være organisert som et regionalt selskap, og er dermed mer effektivt. Allikevel fremstår ikke Vegfinans og Fjellinjen som særlig effektive selv om de er i nesten samme situasjon. Vegfinans sin lave effektivitet kan delvis forklares av DMU 35 (E6/E18 Østfoldpakka), hvor prosjektet var eid av Østfold Bompengeselskap AS, og driftet av BT Signaal. Dette er et stort og ineffektivt bompengeprojekt som fusjoneres inn, og har dermed stor påvirkning på effektiviteten til Vegfinans. Fjellinjen er et stort selskap, men har ikke spesielt høy effektivitet selv om det i teorien burde allerede hatt klare stordriftsfordeler. Bompengeselskapet Nord har dårligst effektivitet, og består av fem ganske små og like selskaper og det kan tenkes at de har skalaulempen.

Av de dekomponerte gevinstene viser *læringseffekten* en indikasjon på store potensielle innsparinger i de fusjonerte selskapene. I tillegg fremkommer det store innsparinger fra sammenslåingen i form av rene gevinster fra fusjonen ved *harmonisering-* og *skalaeffekter*.

Læringseffekten er gevinster som i teorien kunne i stor grad blitt realisert av selskapene alene, og kan ikke nødvendigvis regnes som et direkte resultat av fusjonen. Det argumenteres

derimot for at en fusjon kan gjøre det enklere å følge beste praksis ettersom rutiner og prosedyrer kan re-evalueres, noe som kan være vanskelig under normale forhold (Bogetoft & Otto, 2011). De største gevinstene fra fusjonsanalysen fremkommer fra læringseffekten, hvor innsparingene utgjør 178 millioner kroner, dersom de regionale bompengeselskapene fulgte beste praksis. En må derimot være forsiktig med å benytte estimerte innsparinger fra læringseffekten. Som påpekt av Riksrevisjonen (2012) er det urealistisk å forvente at alle er effektive hele tiden.

Av de ulike innsatsfaktorene er det tydelig mest å spare på en effektivisering av drift og innkreving, som utgjør den største andelen av kostnader til bompengeselskapene. Det er også betydelig innsparinger innenfor lønn- og administrasjonskostnader dersom alle var effektive. Hovedsakelig kommer innsparingene for sektoren innen lønn- og administrasjon i fra Fjellinjen, som har mye høyere kostnader knyttet til lønn og administrasjon sammenlignet med de andre regionale selskapene i analysen. Dette er noe som burde undersøkes nærmere for å forklare hvorfor selskapet har så store utgifter knyttet til lønn og administrasjon.

Det kan argumenteres for at reformen og sammenslåingen til regionale selskaper kan øke muligheten for å operere etter beste praksis, og dermed enklere realisere gevinstene fra læringseffekten. Sammenslåingen til regionale selskaper medførte strukturelle endringer, hvor bompengeselskapene sine funksjoner som operatør og utsteder ble adskilt. Hensikten var en økt spesialisering og profesjonalisering innenfor deres gitte ansvarsområder, hvor bompengeselskapene skulle bli mer selvstendige og kunne påvirke egne kostnader i større grad (Samferdselsdepartementet, 2017c). Det kan dermed tolkes at selskapene ikke hadde gode nok muligheter til å drive effektivt før fusjonen, hvor endringer fra reformen vil gjøre det enklere å oppnå beste praksis, og dermed realisere gevinster fra læringseffekten.

Harmoniseringsgevinsten utgjør en total innsparing på 30 millioner kroner gjennom en mer optimalisert sammensetning av inputs, hvor sammenslåingen jevner ut selskapenes variasjon i bruk av innsatsfaktorer gjennom breddefordeler eller synergieffekter. Resultatene viser at det er hovedsakelig små innsparingsgevinster i sektoren innen lønn og administrasjon ved harmoniseringsgevinster. Dette kan implisere at selskapene som slår seg sammen har et relativt likt nivå med kostnader knyttet til lønn og administrasjon, og har dermed liten gevinst ved å harmonisere bruken av innsatsfaktoren. Resultatene indikerer større gevinster ved å harmonisere kostnadene knyttet til drift- og innkreving, som også utgjør den største driftskostnaden til bompengeselskapene.

Analysen av harmoniseringsgevinsten viser videre at det er stor variasjon i kostnadsbruk blant bompengeselskapene som fusjoneres. Mange av selskapene har ugunstig ressursbruk knyttet til drift og innkreving, hvor fusjonsanalysen indikerer at de regionale bompengeselskapene kan utnytte synergieffektene eller breddefordelene med et jevnere bruk av ressurser.

Selv om det fremkommer harmoniseringsgevinster er selskapene som fusjoneres inn av ganske ulik størrelse kostnadsmessig. Da kan harmoniseringseffekten inkludere noen skalagevinster ettersom disse kan være vanskelig å skille fra hverandre (Bogetoft & Otto, 2011). Vegamot sin fusjon er av tre selskaper med helt ulik størrelse, hvor det er sannsynlig at harmoniseringseffekten inneholder noen skalagevinster. Bompengeselskapet Nord er det selskapet med mest homogen fusjonering med tanke på selskapsstørrelse, og har en svært liten harmoniseringsgevinst. Ferde og Vegfinans har en ganske lik sammensetning av størrelse, med noen veldig store selskaper og resten små. Ferde har størst harmoniseringseffekt av de regionale selskapene, mens Vegfinans har kun en liten harmoniseringsgevinst. Det er dermed uklart i hvilken grad harmoniseringsgevinstene til selskapene inneholder skalagevinster. På bakgrunn av den store spredningen i størrelse på selskapene bør tolkningen av harmoniseringseffekten være noe forsiktig, ettersom de kan inneholde noen skalaeffekter.

Skalaeffekten utgjør en gevinst på 44 millioner, og tar hensikt på å måle om virksomheter kunne hatt positive effekter ved å operere i en større skala, ved for eksempel lavere enhetskostnader. Effektivitetsanalysen viste at en majoritet av bompengeselskapene opererte i for liten skala. Dette funnet fremkommer også i fusjonsanalysen, der de regionale bompengeselskapene kan behandle samme mengde passeringer med et lavere forbruk av kostnader som følge av skalafordeler

Et av målene med reformen av bomsektoren var nettopp å utnytte ubenyttede skalafordeler i sektoren (Samferdsdeparterementet, 2015b). Ferde skiller seg ut ved å ha en klart høyest absolutt gevinst knyttet til skalafordeler, nettopp på grunn av at selskapet består av mange små, ineffektive selskaper som kan dra nytte av stordriftsfordelene ved fusjonen.

Bompengeselskap Nord skiller seg ut ved at de vil ha den største relative gevinsten med 42%. Denne gevinsten virker mulig ettersom mange av selskapene er små med relativt høye kostnader, hvor de dermed får en høy relativ gevinst, men utgjør kun 5 millioner i kroneverdier. Vegamot operere i ganske gunstig skala allerede, mens Vegfinans får en stor

gevinst på 12%. Fusjonsanalysen viser dermed at bompengesektoren vil kunne dra nytte av stordriftsfordeler som følge av fusjonen.

Totalt fra fusjonsanalysen er de rene estimerte gevinstene som følge av sammenslåing til regionale bompengeselskaper 71 millioner kroner. Estimater fra fusjonsanalysen er innenfor anslaget til daværende samferdselsminister Magnhild Meltveit Kleppa på 50 til 100 millioner kroner (Samferdselsdepartementet, 2011). Dette estimatet samsvarer også med målet om effektiv innkreving som lå til grunn i bompengereformen. Det gjenstår derimot store potensielle innsparingspotensialer estimert fra læringseffekten på 178 millioner, selv om dette burde tolkes med noe forsiktighet. Sammenslåingen til regionale selskaper kan gjøre det enklere å oppnå læringsgevinster ettersom rammebetingelsene og strukturen til selskapene endres. Endringen legger også grunnlaget for målet om kontinuerlig effektivisering og kostnadsbesparelser i sektoren som presisert i Statens vegvesen (2019). Det poengteres også spesifikt at det skal være en åpenhet om kostnader i de regionale selskaper for å kunne evaluere prestasjon gjennom benchmarking (Samferdselsdepartementet, 2015a). Endring i strukturen og rammebetingelser i sektoren kan dermed gjøre det aktuelt å kontinuerlig evaluere prestasjon gjennom benchmarking av bompengeselskapene.

Det fremkommer av fusjonsanalysen at sektoren kan bli mer effektiv gjennom reduserte kostnader som følge av stordriftsfordeler i form av lavere enhetskostnader, harmoniseringsgevinster i form av breddefordeler, og læringsgevinster ved å følge beste praksis i form av bedre rutiner og mer effektiv drift. Det fremkommer dog av fusjonsanalysen at hvert regionale selskap har ulik grad og sammensetning av gevinster fra fusjonen.

8. Konklusjon og implikasjoner

Formålet med studien er å analysere potensielle effekter av fusjoner i bompengesektoren for effektivisering av drift gjennom stordriftsfordeler og synergieffekter, og beregne de potensielle økonomiske innsparingene av fusjon. I tillegg er effektivitet i bompengesektoren undersøkt med hensyn på potensielle innsparinger og om hvorvidt det er skalafordeler i sektoren. Videre konkluderes studien i lys av problemstillingen og forskningsspørsmål, før det avslutningsvis presenteres begrensninger ved studien og forslag til videre forskning.

8.1 Konklusjon

Studien benytter en modell som består av to inputs og én output for beregning av effektivitet, da denne utformingen ble ansett som mest hensiktsmessig for studien. Allikevel viser analysen at beregning av effektivitet i bompengesektoren er sensitiv til utforming av modell. Det ble også justert for effekten av eksogene variabler i analysene, hvor justeringen hadde en gunstig, men liten påvirkning. Ved valg av skalaforutsetning for effektivitetsanalysen ble NDRS og VRS forutsetningene vurdert som mest hensiktsmessige. Det er derimot liten forskjell i fordeling av effektivitetsverdiene, men store forskjeller i potensielle innsparinger ettersom den største enheten i analysen er teknisk effektiv under VRS.

Effektivitetsanalysen viser at bompengesektoren har en gjennomsnittlig effektivitet på 0,70 og indikerer dermed store effektivitetsforbedringer med et innsparingspotensial på 138 millioner kroner under NDRS-forutsetningen. Det er også en tydelig sammenheng mellom effektivitet og skala, hvor større virksomheter fremkommer som mer effektive, med det eksisterer forskjeller i effektivitet blant bompengeselskaper av tilsvarende størrelse.

Resultatene fra fusjonsanalysen under NDRS forutsetningen viser store potensielle gevinster fra sammenslåingen til regionale selskap. Det er en ren gevinst fra sammenslåingen på 71 millioner kroner, hovedsakelig gjennom reduserte kostnader tilknyttet drift og innkreving. Skalagevinstene i form av stordriftsfordeler utgjør den største innsparingen i analysen på 44 millioner kroner, mens harmoniseringsgevinstene gjennom breddefordeler eller synergieffekter utgjør 30 millioner kroner. Omfanget av de rene gevinstene varierer dog blant selskapene, som indikerer at selskapene har ulik nytte av fusjonen. I tillegg til de rene gevinstene eksisterer det potensielle innsparinger på 178 millioner kroner i form av læringseffekten dersom alle bompengeprojekt var like effektive og fulgte beste praksis.

Studien indikerer at hensikten med å fusjonere for å blant annet utnytte stordriftsfordeler i sektoren var til stede, selv om omfanget av skalafordeler og synergieffekter varierer blant bompengeselskapene. De estimerte gevinstene bør tolkes med forsiktighet, men studien viser at det er store gevinster og innsparingspotensialer ved å fusjonere bompengeselskapene til fem regionale bompengeselskap. Arbeidet med effektivisering av bompengesektoren vil dermed kunne bidra til at mer av bompengene som kreves inn går til finansiering av vei, og en mindre andel til administrasjon og drift av bompengeselskapene.

8.2 Begrensinger ved analysen

Det er noen begrensninger ved analysen som vil ha praktiske hensyn for studien. Studien tar for seg et utvalg av selskaper fra bompengesektoren, hvor bompengeprojekt med innkreving gjennom ferge og prosjekter med redusert innkreving er ekskludert av praktiske årsaker. Beregnet innsparing i kroner representerer derfor kun et utvalg av bompengesektoren ettersom analysen ikke inneholder alle bompengeprojekter som inngår i de nye fusjonerte selskapene.

Metoden til Bogetoft og Wang (2005) aggregeres DMUer til nye enheter. Noen av bompengeprojektene i analysen var derimot allerede organisert under et felles selskap. Bompengeprojektene er allikevel unike enheter med egen prosjektkode, der kostnadene og passeringene fordeles per prosjekt for å blant annet hindre kryss-subsidiering av prosjektene. Det er dog noe usikkert hvordan kostnadene ved bompengeselskapene oppstår, og hvordan det sikres at kostnadene fordeles riktig for å hindre kryss-subsidiering.

En viktig presisering er at studien kun tar for seg de bedriftsøkonomiske effektene ved fusjon. Ettersom studien analyserer effektivitet relativt til sektoren vil ikke studien undersøke hvorvidt et bompengeprojekt kan ha en samfunnsøkonomisk nytte, selv om det har lav effektivitet. Bompengereformen hadde flere del-mål, der målet om effektiv drift og stordriftsfordeler ved fusjonering kun var ett av flere mål i reformen. Studien tar heller ikke hensyn til utsteder-rollen som ble skilt ut etter bompengereformen, ettersom datamaterialet ikke skiller på kostnader knyttet til drift av bomstasjonene, utstedervirksomheten og innkreving av bompenger.

8.3 Videre forskning

Det er flere momenter som denne studien ikke tar for seg og kan være interessant for videre forskning. Ved at studiens begrensninger antall bompengeselskaper i analysen for å sikre et sammenlignbart datagrunnlag vil en utvidet studie kunne ta høyde for å undersøke om ytterligere selskaper kan bli inkludert i analysen. Dette kan gjøres gjennom blant annet vekting av bompengeprosjekter med et redusert innkrevingsdager eller innkreving gjennom ferge som en indikator variabel. Dette kan bidra til å kvalitetssikre analysen, og gi et bedre estimat av innsparingsgevinster av fusjonen.

Innenfor bompengesektoren er det ikke en etablert modell for beregning av effektivitet med DEA, og analysen viser at en ikke bør være ukritisk til utforming av modell for estimering av effektivitet. Denne studien bidrar til litteraturen om bompengesektoren ved å ytterligere belyse en modellsammensetning som kan passe for måling av effektivitet. Med nyere data og nærmere studier kan det tenkes at modellen for effektivitet kan raffinere og testes for å etablere et rammeverk for prestasjonsmåling innen bompengesektoren. Et slik rammeverk kunne vært av stor interesse for videre regulering og insentiver for reduksjoner av driftskostnader innen bompengesektoren. Det poengteres spesifikt av reformen at de regionale bompengeselskapene og datterselskapene skal kunne benchmarkes for å evaluere prestasjon. DEA-modeller for måling av effektivitet benyttes blant annet for regulering og prestasjonsevaluering av norske kraftselskap (Reguleringsmyndigheten for energi, 2019).

Som nevnt av Spångberg et al. (2002) må en evaluering av en fusjon må sees opp mot målsetningene for den gitte fusjonen. Denne studien undersøker kun de potensielle bedriftsøkonomiske effektene ved fusjonen. Det ville det vært av svært stor interesse å gjennomføre en analyse ex-post, som evaluerer resultatene av fusjonen, og sammenligner det med denne ex-ante analysen for å vurdere anvendeligheten til metoden til Bogetoft og Wang (2005) for estimering av fusjonsgevinster. Videre studier kan også undersøke om hvorvidt reformen har oppnådd de andre målsetningene om økt brukervennlighet, og redusere kostnader ved en mer profesjonell bompenginnkreving, kundebehandling og finansforvaltning.

Referanseliste

- Agrell, P. J., Bogetoft, P. & Gammeltvedt, T. E. (2015). The efficiency of the regulation for horizontal mergers among electricity distribution operators in Norway. *2015 12th International Conference on the European Energy Market (EEM)*, (s. 1-5).
<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7216685>
- Agrell, P. J., Mattsson, P. & Månsson, J. (2020). Impacts on efficiency of merging the Swedish district courts. *Annals of Operations Research*, 288(2), 653-679.
<https://doi.org/10.1007/s10479-019-03304-0>
- Akerbæk, E. (2019). Fakta før valget: Ti ting du bør vite om bompenger. Hentet 1. august fra <https://www.faktisk.no/artikler/nl0/ti-ting-du-bor-vite-om-bompenger>
- Albalade, D. & Rosell, J. (2016). Persistent and transient efficiency on the stochastic production and cost frontiers—an application to the motorway sector. *XREAP2016-04*.
<https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2852114>
- Albalade, D. & Rosell, J. (2019). On the efficiency of toll motorway companies in Spain. *Research in Transportation Economics*, 100747.
<https://doi.org/10.1016/j.retrec.2019.100747>
- Amdal, E., Bårdsen, G., Johansen, K. & Welde, M. (2007). Operating costs in Norwegian toll companies: a panel data analysis. *Transportation*, 34(6), 681-695.
<https://doi.org/10.1007/s11116-007-9122-z>
- Amundsveen, R., Kordahl, O.-P., Kvile, H. M. & Langset, T. (2014). Second stage adjustment for firm heterogeneity in DEA: a novel approach used in regulation of Norwegian electricity DSOs. I A. Emrouznejad, R. Banker, S. Doraisamy, M. & B. Arabi (Red.), *Recent Developments in Data Envelopment Analysis and its Applications: Proceedings of the 12th International Conference of DEA* (s. 334-340). Kuala Lumpur, Malaysia.
- Andersen, P. & Petersen, N. C. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management science*, 39(10), 1261-1264.
<https://doi.org/10.1287/mnsc.39.10.1261>
- AutoPASS. (2019a). Kort om bompengordningen. Hentet 30. november fra <https://www.autopass.no/om-autopass/kort-om-bompengordningen>
- AutoPASS. (2019b). Om bompenger i Norge. Hentet 30. november fra <https://www.autopass.no/om-autopass/Organisering+av+AutoPASS>
- AutoPASS. (2020). Om bompenger i Norge. Hentet 20. april fra <https://www.autopass.no/om-autopass/Organisering+av+AutoPASS>
- Banker, R. D. (1984). Estimating most productive scale size using data envelopment analysis. *European journal of operational research*, 17(1), 35-44. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(84\)90006-7](https://doi.org/10.1016/0377-2217(84)90006-7)
- Banker, R. D. (1993). Maximum likelihood, consistency and data envelopment analysis: a statistical foundation. *Management science*, 39(10), 1265-1273.
<https://doi.org/10.1287/mnsc.39.10.1265>
- Banker, R. D. (1996). Hypothesis tests using data envelopment analysis. *Journal of productivity analysis*, 7(2-3), 139-159. <https://doi.org/10.1007/BF00157038>

- Banker, R. D. & Chang, H. (2006). The super-efficiency procedure for outlier identification, not for ranking efficient units. *European Journal of Operational Research*, 175(2), 1311-1320. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.06.028>
- 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), 1078-1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Banker, R. D. & Morey, R. C. (1986a). Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs. *Operations research*, 34(4), 513-521. <https://doi.org/10.1287/opre.34.4.513>
- Banker, R. D. & Morey, R. C. (1986b). The use of categorical variables in data envelopment analysis. *Management science*, 32(12), 1613-1627. <https://doi.org/10.1287/mnsc.32.12.1613>
- Banker, R. D. & Natarajan, R. (2008). Evaluating contextual variables affecting productivity using data envelopment analysis. *Operations research*, 56(1), 48-58. <https://doi.org/10.1287/opre.1070.0460>
- Banker, R. D., Zheng, Z. E. & Natarajan, R. (2010). DEA-based hypothesis tests for comparing two groups of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 206(1), 231-238. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.01.027>
- Barnum, D. T. & Gleason, J. M. (2008). Bias and precision in the DEA two-stage method. *Applied Economics*, 40(18), 2305-2311. <https://doi.org/10.1080/00036840600949470>
- Benfratello, L., Iozzi, A. & Valbonesi, P. (2009). Technology and incentive regulation in the Italian motorways industry. *Journal of Regulatory Economics*, 35(2), 201-221. <https://doi.org/10.1007/s11149-008-9077-9>
- Bogetoft, P. & Gammeltvedt, T. (2006). *Mergers in norwegian electricity distribution: a cost saving exercise?* (Working paper 8/2006). Hentet fra https://www.researchgate.net/profile/Peter_Bogetoft/publication/296839740_MERGE_RS_IN_NORWEGIAN_ELECTRICITY_DISTRIBUTION_A_COST_SAVING_EXERCISE/links/56dafc5e08aeb4638bee792.pdf
- Bogetoft, P. & Otto, L. (2011). *Benchmarking with DEA, SFA, and R*. New York: Springer Science+Business Media.
- Bogetoft, P. & Wang, D. (2005). Estimating the potential gains from mergers. *Journal of Productivity Analysis*, 23(2), 145-171. <https://doi.org/10.1007/s11123-005-1326-7>
- Boye, K. & Meyer, C. B. (2008). *Fusjoner og oppkjøp*. Oslo: Cappelen akademisk.
- Bryman, A. & Bell, E. (2015). *Business research methods* (4. utg.). Oxford: Oxford University Press.
- Brønnøysundregistrene. (2020). *Årsregnskapet for regnskapsåret 2015 - Generell informasjon* (981100336). Hentet fra <https://w2.brreg.no/eHandelPortal/ecomsys/visprodukt?produktURL=http://file.brreg.no/private/eHandelPortal/ecomsys/489c036afcc199dc80967a6c9b3f5037/20200000753740-1.pdf>
- Cazals, C., Florens, J.-P. & Simar, L. (2002). Nonparametric frontier estimation: a robust approach. *Journal of econometrics*, 106(1), 1-25. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00080-X](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00080-X)

- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
[https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J. & Battese, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis* (2. utg.). New York: Springer Science+Business Media.
- Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V., Sarrico, C. S. & Shale, E. A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of operational research*, 132(2), 245-259. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00149-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00149-1)
- Enehaug, H. & Thune, T. (2007). *Organisasjonskultur og mennesker i fusjonsprosesser* (AFI-rapport 1/2007). Hentet fra
<http://www.umb.no/statisk/fusjonsprosessen/dokumenter/organisasjonskultur.pdf>
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 120(3), 253-281.
<https://doi.org/10.2307/2343100>
- Ferde. (2020). Om Ferde. Hentet 6. mai fra <https://ferde.no/om-oss/?cn-reloaded=1>
- Grosskopf, S. (1986). The role of the reference technology in measuring productive efficiency. *The Economic Journal*, 96(382), 499-513. <https://doi.org/10.2307/2233129>
- Hill, R. C., Griffiths, W. E. & Lim, G. C. (2018). *Principles of econometrics* (5. utg.). United Kingdom: John Wiley & Sons.
- Kittelsen, S. A. & Førsum, F. R. (2001). Empiriske forskningsresultater om effektivitet i offentlig tjenesteproduksjon. *Økonomisk forum*, (6), 22-29.
<https://www.frisch.uio.no/publikasjoner/pdf/skrift173.pdf>
- Koopmans, T. C. (1977). Examples of production relations based on microdata. I G. C. Harcourt (Red.), *The Microeconomic Foundations of Macroeconomics* (International Economic Association Series, s. 144-178). London: Palgrave Macmillan.
- KPMG. (2015). *KPMG Toll Benchmarking Study 2015, An evolution of tolling*. Hentet fra
<https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2015/06/kpmg-toll-benchmarking-study-2015-v2.pdf>
- KPMG. (2019). *Open opportunity, A global benchmark of Toll Operator efficiency*. Hentet fra
<https://legislature.maine.gov/doc/3340>
- Magd, H. & Curry, A. (2003). Benchmarking: achieving best value in public-sector organisations. *Benchmarking: An International Journal*, 10(3), 261-286.
<https://doi.org/10.1108/14635770310477780>
- Mattsson, P. & Tidana, C. (2019). Potential efficiency effects of merging the Swedish district courts. *Socio-Economic Planning Sciences*, 67(9), 58-68.
<https://doi.org/10.1016/j.seps.2018.09.002>
- Norvegfinans. (2012). *Veileder for regnskapsføring i bompengeselskaper*. Hentet fra
<http://www.norvegfinans.com/sitefiles/1/VeilederRegnskapsforingbompengeselskap-NorvegfinansVersjon13.pdf>
- Odeck, J. (2008). How efficient and productive are road toll companies?: Evidence from Norway. *Transport Policy*, 15(4), 232-241.
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2008.05.002>

- Odeck, J. (2019). Estimating and predicting the operational costs of road tolls: An econometric assessment using panel data. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 130(12), 466-478. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.047>
- Ray, S. C. (1991). Resource-use efficiency in public schools: A study of Connecticut data. *Management science*, 37(12), 1620-1628. <https://doi.org/10.1287/mnsc.37.12.1620>
- Reguleringsmyndigheten for energi. (2019). *Om reguleringen av strømnetselskapenes inntekter*. Hentet fra <https://www.nve.no/media/8368/om-reguleringen-av-strømnetselskapenes-inntekter.pdf>
- Riksrevisjonen. (2012). *Riksrevisjonens undersøkning av bompengeforvaltninga* (Dokument 3:5 (2012–2013)). Hentet fra https://www.stortinget.no/globalassets/pdf/dokumentserien/2012-2013/dokumentbase_3_5_2012_2013.pdf
- Samferdselsdepartementet. (2011). *Færre bompengeselskap gir meir veg for pengane* [Pressemelding]. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumentarkiv/stoltenberg-ii/sd/Nyheter-og-pressemeldinger/pressemeldinger/2011/farre-bompengeselskap-gir-meir-veg-for-p/id636140/>
- Samferdselsdepartementet. (2015a). *Endring av Prop. 1 S (2015–2016) Statsbudsjettet 2016 under Samferdselsdepartementet mv. (noen saker om veg og jernbane og saldering)* (Prop. 1 S Tillegg 2, (2015–2016)). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/5ad82b2bd4984c29be1443a0b3fa0c80/no/pdfs/prp201520160001t02dddpdfs.pdf>
- Samferdselsdepartementet. (2015b). *På rett vei – Reformar i veisektoren* (Meld. St. 25 (2014–2015)). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/fa9a90ec1eda4c6a9215b6c803f88f8f/no/pdfs/stm201420150025000dddpdfs.pdf>
- Samferdselsdepartementet. (2017a). *Fra 60 til 5 bompengeselskap* [Pressemelding]. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/fra-60-til-5-bompengeselskap/id2567444/>
- Samferdselsdepartementet. (2017b). *Endringar i veglova og vegtrafikkloven (bompengar i byane)* (Prop. 82 L (2016–2017)). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/aa9bd2b892394b699ee4a11fae4e2ba3/nn-no/pdfs/prp201620170082000dddpdfs.pdf>
- Samferdselsdepartementet. (2017c). *Nasjonal transportplan 2018–2029* (Meld. St. 33 (2016–2017)). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/7c52fd2938ca42209e4286fe86bb28bd/no/pdfs/stm201620170033000dddpdfs.pdf>
- Samferdselsdepartementet. (2018). *Bompengereform: 60 bompengeselskap har no blitt 5* [Pressemelding]. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/bompengereform-60-bompengeselskap-har-no-blitt-5/id2614826/>
- Samferdselsdepartementet. (2019). *Slutt på bompenger på Svinesund i 2020* [Pressemelding]. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/ny-side6/id2669566/>
- Simar, L. (2003). Detecting outliers in frontier models: A simple approach. *Journal of Productivity Analysis*, 20(11), 391-424. <https://doi.org/10.1023/A:1027308001925>

- Simar, L. & Wilson, P. W. (1998). Sensitivity analysis of efficiency scores: How to bootstrap in nonparametric frontier models. *Management science*, 44(1), 49-61.
<https://doi.org/10.1287/mnsc.44.1.49>
- Simar, L. & Wilson, P. W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of econometrics*, 136(1), 31-64.
<https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.07.009>
- Simar, L. & Wilson, P. W. (2011). Two-stage DEA: caveat emptor. *Journal of Productivity Analysis*, 36(2), 205. <https://doi.org/10.1007/s11123-011-0230-6>
- Solstad, E. (2009). Fusjoner i offentlig sektor. *Magma*, 7, 2009. Hentet fra
<https://www.magma.no/fusjoner-i-offentlig-sektor>
- Spångberg, K., Hov-Aanæs, E. & Bøgh, P. C. (2002). *Erfaringer fra statlige fusjoner*. Oslo: Statskonsult 2002.
- Statens vegvesen. (2018, 29. juni). *AutoPASS-utstedere i det norske bompengesystemet*. [PowerPoint presentasjon]. Hentet fra https://www.autopass.no/for-bompengibransjen/utstedervirksomheten/_attachment/2354907?_ts=1645a92e630&download=true
- Statens vegvesen. (2019). *Bompengeprosjekter, Veiledning*. Hentet fra https://www.autopass.no/_attachment/2746692/binary/1353081
- Statens vegvesen. (2020). *Bompengeskilling i 2018*. Hentet fra https://www.vegvesen.no/_attachment/2907826/binary/1359789?fast_title=Årsrapport+bompengeskilling+2018.pdf
- Saastamoinen, A., Bjørndal, E. & Bjørndal, M. (2016). Specification of merger gains in the Norwegian electricity distribution industry. *Energy Policy*, 102(3), 96-107.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.12.014>
- UCLA: Statistical Consulting Group. (2020). Robust regression: R data analysis examples. Hentet 21. mai fra <https://stats.idre.ucla.edu/r/dae/robust-regression/>
- Vegdirektoratet. (2012). *Anbefaling om regionale bompengeselskaper*. Hentet fra https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/sd/vedlegg/rapporter_og_planer/2012/anbefalingomregionalebompengeselskaper2012.pdf
- Vegfinans. (2015). *Årsrapport 2014*. Hentet fra <https://www.vegfinans.no/Admin/Public/DWSDownload.aspx?File=%2fFiles%2fFiles%2f%26Aring%3brapport%2f%26Aring%3brapport+2014.pdf>
- Vegfinans. (2020). Trafikkstatistikk. Hentet 22. april fra https://e6bompenger.vegfinans.no/Om-oss/Trafikkstatistikk-11?fbclid=IwAR26yXhk15gucUCtZW539tj3M1wSuM3G2Zg5m2xBbvBDkTyrXuc_s3-FK0
- Veglova. (1963). *Lov om vegar* (LOV-1963-06-21-23). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1963-06-21-23>
- Walter, M. & Cullmann, A. (2008). *Potential gains from mergers in local public transport: an efficiency analysis applied to Germany* (DIW Discussion Papers, No. 832). Hentet fra <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/27355/1/587114630.PDF>
- Wang, G., Bjørndal, E. & Vassdal, T. (2018, januar). *Incentives for Optimal Scale in Regulation of Electricity Network Companies*. Foredrag holdt ved FIBE 2018, Facing the challenges of digitalisation. Hentet fra

<https://www.nhh.no/contentassets/84f427f9e25447ec8578e30910648d60/guanqing-wang---incentives-for-optimal-scale-in-regulation-of-electricity-network-companies.pdf>

- Welde, M., Bråthen, S., Rekdal, J. L. & Zhang, W. (2016). *Finansiering av vegprosjekter med bompenger: behandling av og konsekvenser av bompenger i samfunnsøkonomiske analyser* (Concept-rapport 49). Hentet fra <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2435034/Finansiering%20av%20vegprosjekter.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Welde, M. & Odeck, J. (2011). The efficiency of Norwegian road toll companies. *Utilities Policy*, 19(3), 162-171. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2011.03.001>
- Welde, M. & Statens vegvesen, V. (2005). En analyse av driftskostnadene i norske bompengeprojekt. *Trafikdage på Aalborg Universitet*. Hentet fra https://www.researchgate.net/profile/Morten_Welde/publication/265427439_En_analyse_av_driftskostnadene_i_norske_bompengeprojekt/links/54ad1b540cf24aca1c6c0ac8.pdf
- Willett, J. B. & Singer, J. D. (1988). Another cautionary note about R 2: Its use in weighted least-squares regression analysis. *The American Statistician*, 42(3), 236-238. <https://doi.org/10.1080/00031305.1988.10475573>

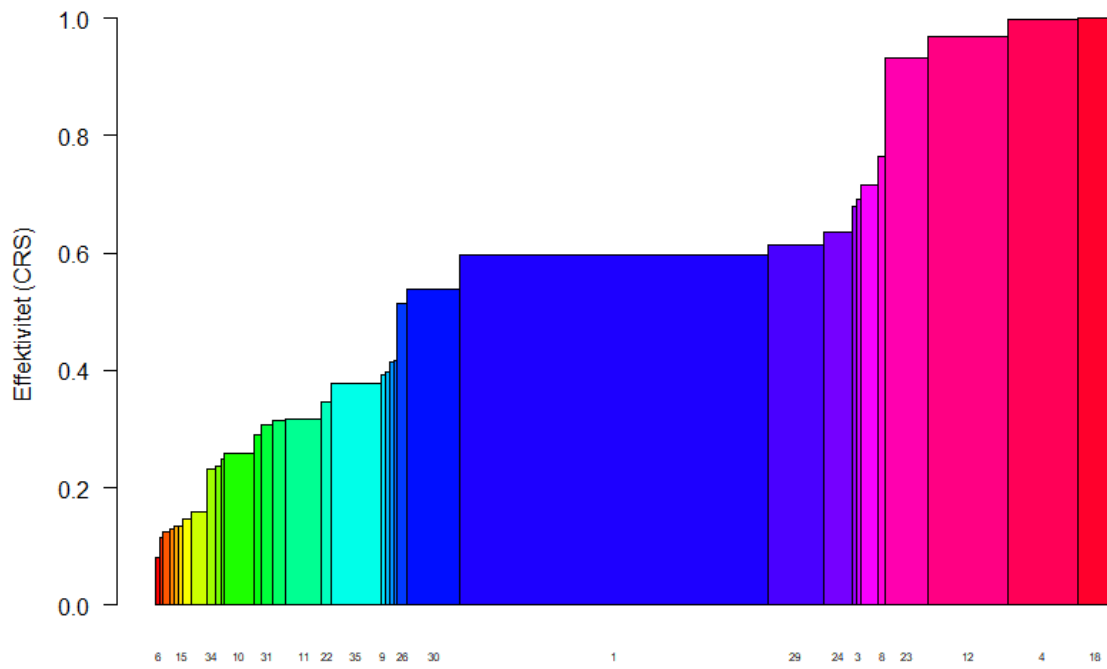
Vedlegg

Vedlegg 1: Forskjell i effektivitetsverdier med justering for antall kjørefelt under ulike skalaforutsetninger

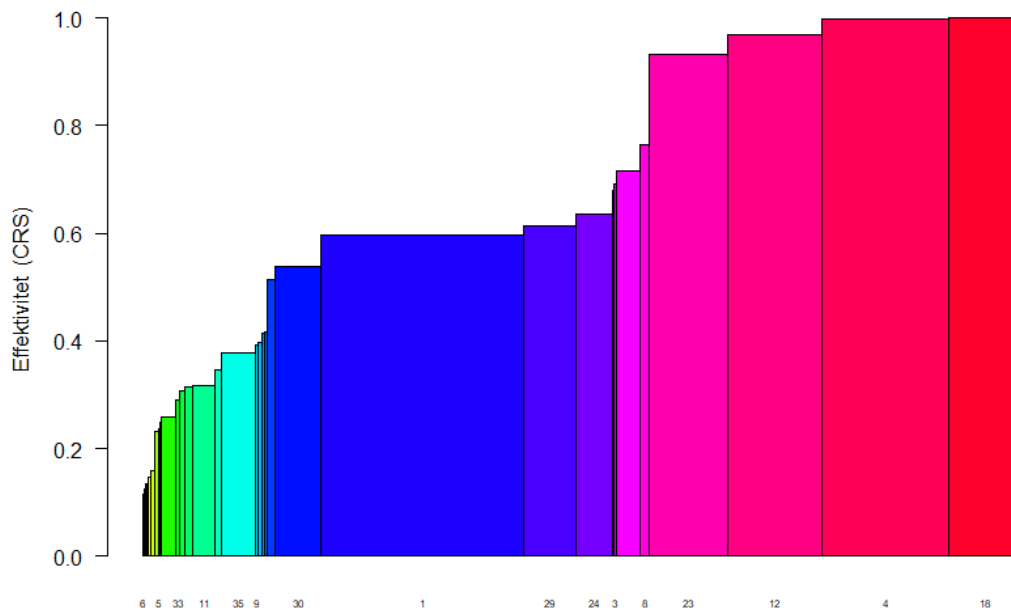
DMU	Passeringer	Justert antall passeringer	Forskjell	Antall kjørefelt	Bomring	Forskjell (CRS)	Forskjell (VRS)	Forskjell (NDRS)
1	113 457 578	113 457 578	0	48	1	0,00	0,00	0,00
2	12 564 412	13 855 383	1 290 971	5	0	0,07	0,06	0,06
3	1 113 757	1 294 146	180 389	4	0	0,10	0,00	-0,02
4	71 076 111	71 076 111	0	47,33	1	0,00	0,00	0,00
5	1 053 745	1 122 430	68 685	6	0	0,01	0,00	0,00
6	203 320	285 145	81 826	2	0	0,02	0,00	0,00
7	1 013 482	1 421 355	407 874	2	0	0,12	0,07	0,07
8	3 262 787	4 575 889	1 313 102	2	0	0,22	0,19	0,20
9	1 143 720	1 604 008	460 288	2	0	0,11	0,07	0,07
10	8 027 493	8 359 436	331 943	7	0	0,01	0,01	0,01
11	11 965 002	12 091 319	126 317	10	0	0,00	0,00	0,00
12	52 300 317	52 306 146	5 829	20	1	0,00	0,00	0,00
13	317 592	445 406	127 814	2	0	0,04	0,01	0,01
14	398 655	559 093	160 438	2	0	0,04	0,00	0,00
15	393 866	552 377	158 511	2	0	0,04	0,01	0,01
16	611 707	857 887	246 180	2	0	0,04	0,02	0,02
17	1 390 203	1 949 687	559 484	2	0	0,11	0,07	0,07
18	40 291 300	40 295 791	4 491	20	1	0,00	0,00	0,00
19	616 425	864 504	248 079	2	0	0,20	0,00	0,00
20	155 752	218 434	62 682	2	0	0,03	0,00	0,00
21	938 808	1 090 861	152 053	4	0	0,02	0,00	0,00
22	3 355 401	3 574 114	218 713	6	0	0,02	0,01	0,01
23	44 263 359	44 263 866	507	25	1	0,00	0,00	0,00
24	20 132 563	20 467 600	335 037	9	1	0,01	0,01	0,01
25	2 420 462	2 812 490	392 029	4	0	0,02	0,01	0,01
26	3 764 889	4 726 096	961 207	3	0	0,10	0,08	0,08
27	4 396 648	4 481 800	85 152	8,67	0	0,01	0,00	0,00
28	951 323	1 334 181	382 858	2	0	0,12	0,09	0,09
29	28 502 958	28 568 969	66 012	13,33	0	0,00	0,00	0,00
30	25 561 608	25 566 834	5 227	18,67	0	0,00	0,00	0,00
31	2 702 713	3 140 456	437 743	4	0	0,04	0,03	0,03
32	441 024	618 514	177 489	2	0	0,07	0,04	0,04
33	1 646 283	1 912 922	266 639	4	0	0,04	0,02	0,02
34	1 137 994	1 595 977	457 983	2	0	0,07	0,04	0,04
35	19 133 980	19 151 814	17 834	15,33	0	0,00	0,00	0,00

Vedlegg 2: DMU rangert etter effektivitet med tilhørende kostnader og passeringer under CRS og VRS forutsetning

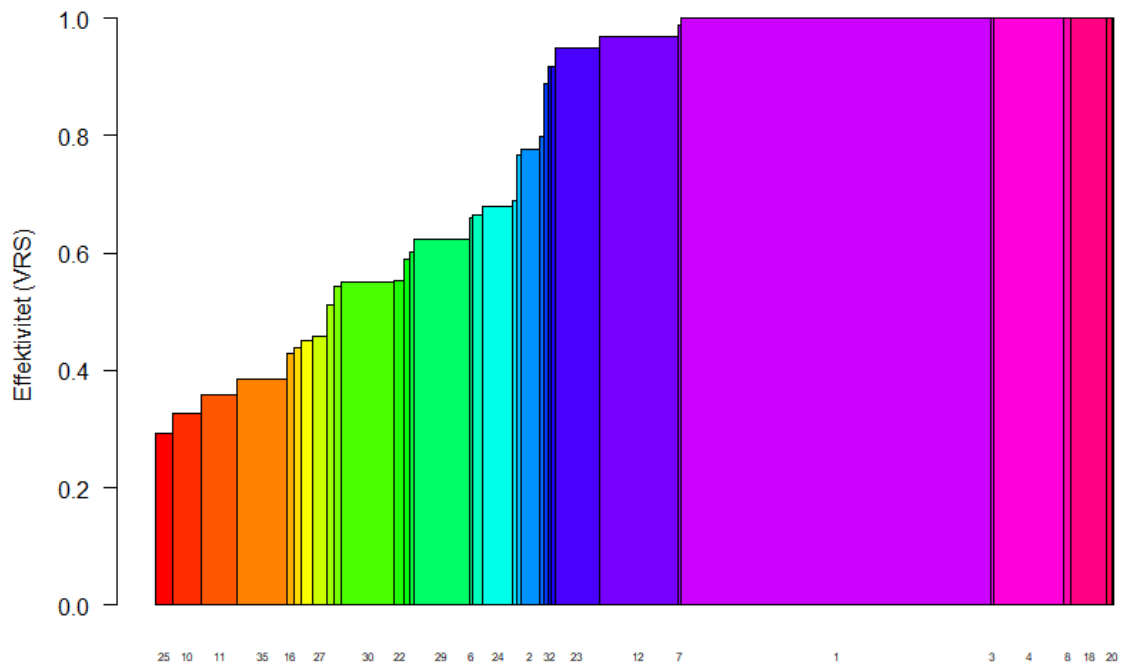
DMU	Effektivitet (CRS)	Kostnader	Passeringer	DMU	Effektivitet (VRS)	Kostnader	Passeringer
18	1,00	20 457 326	40 295 791	20	1,00	1 425 969	218 434
4	1,00	39 092 625	71 076 111	1	1,00	172 321 799	113 457 578
12	0,97	44 070 136	52 306 146	19	1,00	2 440 830	864 504
23	0,93	24 223 266	44 263 866	3	1,00	2 079 796	1 294 146
8	0,77	3 563 498	4 575 889	8	1,00	3 563 498	4 575 889
2	0,72	10 172 033	13 855 383	4	1,00	39 092 625	71 076 111
3	0,69	2 079 796	1 294 146	18	1,00	20 457 326	40 295 791
19	0,68	2 440 830	864 504	7	0,99	2 060 245	1 421 355
24	0,64	16 347 908	20 467 600	12	0,97	44 070 136	52 306 146
29	0,61	30 419 761	28 568 969	23	0,95	24 223 266	44 263 866
1	0,60	172 321 799	113 457 578	28	0,92	2 216 727	1 334 181
30	0,54	29 311 072	25 566 834	32	0,92	1 893 825	618 514
26	0,51	5 511 296	4 726 096	17	0,89	2 629 676	1 949 687
28	0,42	2 216 727	1 334 181	9	0,80	2 613 725	1 604 008
7	0,42	2 060 245	1 421 355	2	0,78	10 172 033	13 855 383
17	0,40	2 629 676	1 949 687	14	0,77	2 383 276	559 093
9	0,39	2 613 725	1 604 008	13	0,69	2 256 058	445 406
35	0,38	27 427 871	19 151 814	24	0,68	16 347 908	20 467 600
22	0,35	5 589 843	3 574 114	26	0,66	5 511 296	4 726 096
11	0,32	19 805 287	12 091 319	6	0,66	2 333 731	285 145
27	0,31	7 658 332	4 481 800	29	0,62	30 419 761	28 568 969
31	0,31	6 349 261	3 140 456	5	0,60	3 103 699	1 122 430
33	0,29	4 117 761	1 912 922	15	0,59	2 720 857	552 377
10	0,26	16 462 678	8 359 436	22	0,55	5 589 843	3 574 114
32	0,25	1 893 825	618 514	30	0,55	29 311 072	25 566 834
5	0,24	3 103 699	1 122 430	33	0,54	4 117 761	1 912 922
34	0,23	4 130 677	1 595 977	34	0,51	4 130 677	1 595 977
25	0,16	9 374 392	2 812 490	27	0,46	7 658 332	4 481 800
21	0,15	4 328 770	1 090 861	31	0,45	6 349 261	3 140 456
15	0,14	2 720 857	552 377	21	0,44	4 328 770	1 090 861
13	0,13	2 256 058	445 406	16	0,43	4 157 435	857 887
14	0,13	2 383 276	559 093	35	0,38	27 427 871	19 151 814
16	0,12	4 157 435	857 887	11	0,36	19 805 287	12 091 319
20	0,12	1 425 969	218 434	10	0,33	16 462 678	8 359 436
6	0,08	2 333 731	285 145	25	0,29	9 374 392	2 812 490



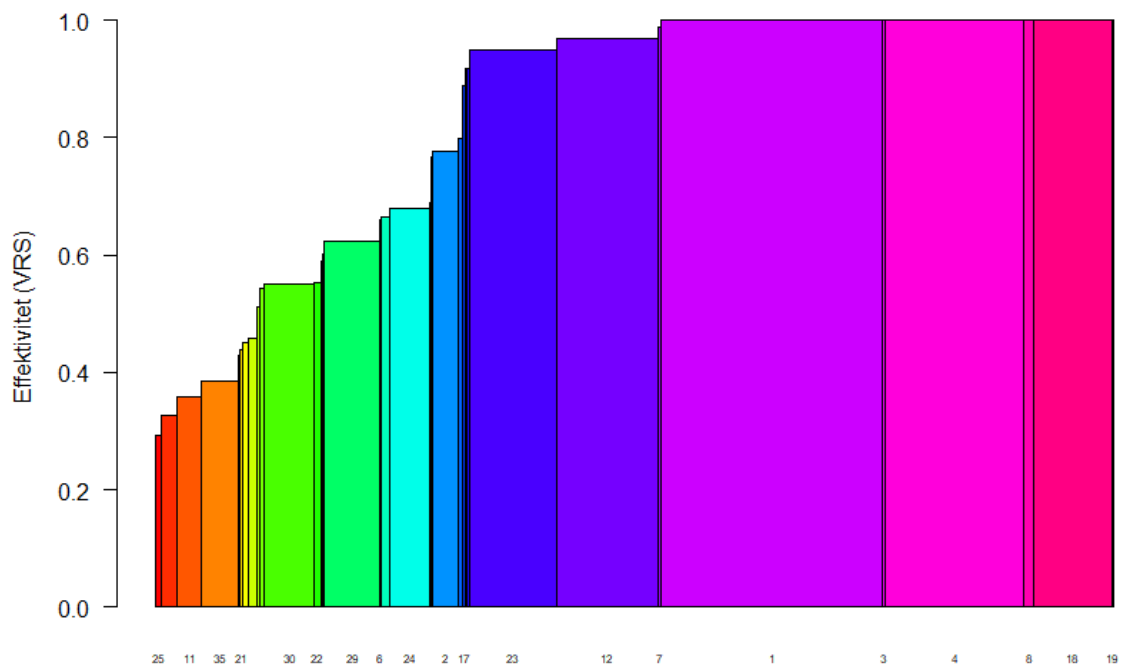
DMU med bredde som andel av totale kostnader



DMU med bredde som andel av antall passeringer



DMU med bredde som andel av totale kostnader



DMU med bredde som andel av antall passeringer

Vedlegg 3: Forskjell mellom kroneverdi for rene gevinster, og kroneverdi av harmonisering- og skalagevinster

Selskap	Fjellinjen	Vegamot	Nord	Ferde	Vegfinans	Total
Sum gevinst	0	5 374	5 800	43 672	16 347	71 194
Sum skala og HA	0	5 480	5 878	46 726	16 652	74 737
Differanse i kroner	0	-106	-78	-3 054	-305	-3 543
Prosentmessig forskjell	0 %	2 %	1 %	7 %	2 %	5 %

Vedlegg 4: R koder

```
#Beregning av effektivitet
require(Benchmarking)
NyBompenger<- Datamateriale
x<-matrix(c(Bompengerdata$LonnOgAdministrasjonskostnader, Bompengerdata$InnogDriftkost),ncol=2)
y<- matrix(c(Bompengerdata$Passeringer),ncol=1)
#Effektivitet ved CRS forutsetning
e_crs <- dea(x,y, RTS= "crs", ORIENTATION="in", SLACK=TRUE, DUAL=TRUE)
e_crs$eff
#Supereffektivitet ved CRS forutsetning
supercrs <- <- sdea(x,y, RTS="crs", ORIENTATION = "in")
#For KOOP forutsetningen benyttes en modifisert funksjon for å kunne beregne effektivitet under KOOP
e_koop <- dea.new(x,y, RTS="koop")
#Skalaområde
lamcrs<-lambda(e_crs)
sumlamcrs <- rowSums (lamcrs, na.rm = FALSE, dims = 1)
#Skalaeffektivitet
sevrs <- eff(e_crs)/eff(e_vrs)
```

#Fusjonsanalyse

#Lager liste og definerer hvilke selskap som skal fusjoneres

```
grouping <- list(Fjellinjen = c(1),  
               Vegamot = c(2, 3, 4),  
               BompengeselskapNord= c(5, 6, 7, 8, 9),  
               Ferde= c(10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25),  
               Vegfinans= c(26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34))
```

#Setter forutsetning for effektivitetsberegning i fusjonsanalysen

```
Eff <- function(X,Y){  
  e<- dea(X, Y, RTS="irs", ORIENTATION="in",  
         XREF=xobs, YREF=yobs)  
  return(e$eff) }  
M <- make.merge(grouping,X=xobs)  
Xmerger <- M %*% xobs  
Ymerger <- M %*% yobs
```

#Beregner effektivitet og gevinster

```
E <- Eff(Xmerger,Ymerger)  
e <- Eff(xobs,yobs)  
Xeff <- diag(e) %*% xobs  
XmergerProj <- M %*% Xeff  
Estar <- Eff(XmergerProj,Ymerger)  
LE <- E/Estar  
Xharm <-diag(1/rowSums(M)) %*% XmergerProj  
Yharm <-diag(1/rowSums(M)) %*% Ymerger  
HA <- Eff(Xharm,Yharm)  
SI <- Estar/HA #Størrelse effekt
```

#Beregning til kroneverdiert or effektivitetsanalysen under CRS:

```
InnsparCRS <-((1-efldataCRS) * x)
DesCRS<-describe(InnsparCRS)
DesCRS$SumInnsparing <- colSums(InnsparCRS)
```

#For fusjonsanalysen under NDRS

```
InputsFusjonert <- Xmerger
InputUtenIneffektivitet <-XmergerProj
Laering <- ((1-LE)*Xmerger)
GevinstFusjon <- ((1-Estar)*Xmerger)
Skala <- ((1-SI)*Xmerger)
Harmoni <- ((1-HA)*Xmerger)
```

#Test av modellforutsetninger

#Ulikhet mellom CRS og VRS

```
plot(efldataCRS,efldataVRS, xlim = range(efldataCRS,efldataVRS), ylim = range(efldataCRS,efldataVRS))
abline(0,1)
tex <- (sum(efldataCRS-1)/length(efldataCRS))/(sum(efldataVRS-1)/length(efldataVRS))
kri <- qf(0.95, 2*length(efldataCRS), 2*length(efldataVRS))
pf1 <- pf(tex, 2*length(efldataCRS), 2*length(efldataVRS))
thn <- (sum((efldataCRS-1)^2)/length(efldataCRS))/(sum((efldataVRS-1)^2)/length(efldataVRS))
krt <- qf(0.95, length(efldataCRS), length(efldataVRS))
pf2<-pf(thn, length(efldataCRS), length(efldataVRS))
tek1<- cbind(tex, kri, pf1, thn, krt, pf2)
```

#Videre plot

```
k <- length(efldataCRS)
plot(sort(efldataCRS), (1:k)/k, type = "s", ylim = c(0,1), ylab="Sannsynlighet",
xlab="Effektivitetsscore")
lines(sort(efldataVRS), (1:k)/k, type = "s", lty="dashed")
legend("bottomright", c("Effektivitet (CRS)", "Effektivitet (VRS)"), lty=c("solid", "dashed"), bty = "n")
```

#KS test

```
ks1<-ks.test(efldataCRS,efldataVRS)
```

#Regresjonsmodell og justeringer

#Regresjonsmodell

```
Require(MASS)
```

```
rlm_mod2 <- rlm(log(Snittpass)~log(LonnOgAdmkost)+log(lnnkOgDriftkost)+log(Snittfelt),data=NyBompenger, psi = psi.bisquare)
```

```
summary(rlm_mod2)
```

#Justering

```
NyBompenger$JustertPass<- NyBompenger$Snittpass*(1+exp(NyBompenger$Snittfelt* rlm_mod2$coefficients[4]))
```

#For beregning av Rsquare og Vektet Rsquare benyttes kode fra <https://stats.stackexchange.com/questions/83826/is-a-weighted-r2-in-robust-linear-model-meaningful-for-goodness-of-fit-analys>

#Grafisk fremstillinger

#Sankey diagram for å illustrere sammenslåingen er laget med <http://sankeymatic.com/>

#Salter diagram for effektivitet gitt størrelse på kostnader

```
barplot(height = effdataCRS[order(effdataCRS)], width = NyBompenger$Snitttotallestap[order(effdataCRS)], ylab = 'Effektivitet (CRS)',  
xlab = 'DMU med bredde som andel av totale kostnader', col = rainbow(34), names.arg = NyBompenger$...1[order(effdataCRS)],  
las=2,cex.names=.5, space=0.0)
```

#Plot av forventede verdier mot faktiske verdier fra regresjon gitt antall kjørefelt

```
Require(mosaic, ggthemes, ggrepel)
```

```
p1<-ggplot(regframe, aes(x = log(Snittfelt), y = log(Snittpass))) + geom_segment(aes(xend = log(Snittfelt), yend = predicted), alpha = .2) +
```

```
geom_point(aes(color = residuals)) + scale_color_gradient2(low = "blue", mid = "white", high = "red") + guides(color = FALSE) +
```

```
geom_point(aes(y = predicted), shape = 1) + theme_bw()+xlab ("Log (Antall kjørefelt)") + ylab ("Log (Antall passeringer)")
```

```
p1 + geom_text_repel(aes(label = ...1), size = 3.5)
```