



Er et omsetningskrav for biodrivstoff et kostnadseffektivt klimatiltak?

En empirisk analyse av priseffekten ved biodieselinnblanding i autodiesel

Iris Eva Einarsdottir og Julie Osen

Veileder: Morten Sæthre

Masterutredning i økonomi og administrasjon

Hovedprofil: Økonomisk analyse og Energi, naturressurser og miljø

NORGES HANDELSHØYSKOLE

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen eller sensorer inntår for de metoder som er anvendt, resultater som er fremkommet eller konklusjoner som er trukket i arbeidet.

Forord

Denne masterutredningen inngår som et selvstendig arbeid som en del av masterstudiet i økonomi og administrasjon ved Norges Handelshøyskole. Utredningen utgjør 30 studiepoeng innenfor våre hovedprofiler Økonomisk analyse og Energi, naturressurser og miljø.

Arbeidet med utredningen har vært omfattende, utfordrende, og ekstremt lærerikt. Vi startet prosessen som to studenter med felles interesse for klimapolitikk. I løpet av prosessen har vi fått en dyp innsikt i hva et omsetningskrav for biodrivstoff innebærer for veitrafikken og hva det potensielt kan innebære for Forsvaret.

Først og fremst vil vi takke vår veileder Morten Sæthre for svært gode innspill, godt humør og konstruktive tilbakemeldinger underveis i prosessen. Videre ønsker vi å rette en stor takk til Forsvarets Forskningsinstitutt, og særlig Brynjar Arnfinnson, for faglig innspill, utlevering av data og besvarelser av spørsmål vi har hatt underveis i prosessen. I tillegg vil vi takke Einar Gotaas fra Drivkraft Norge for datagrunnlag og innsikt i drivstoffmarkedet. Vi ønsker også å rette en takk til Transportøkonomisk Institutt, St1 og Miljødirektoratet for velvillig besvaring av en rekke spørsmål.

En stor takk rettes til familie og venner for støtte og engasjement underveis i prosessen. Avslutningsvis vil vi takke hverandre for et et godt samarbeid.

Norges Handelshøyskole

Bergen, 1.juni 2021



Iris Eva Einarsdottir



Julie Osen

Sammendrag

Det er innført en rekke politiske klimatiltak i veitrafikken for å nå målet om 45% utslippsreduksjon i ikke-kvotepliktig sektor. Omsetningskrav for biodrivstoff i veitrafikken er et satsingsområde innen klimapolitikken for å nå det fastsatte målet. Tidligere forskning har beregnet kostnadseffekten av et omsetningskrav basert på prisprognoser for biodrivstoff, og har dermed ikke kvantifisert endringen i konsument- og produsentoverskudd ved innblanding av biodrivstoff i fossil drivstoff. Vi benytter metoden Instrumented Difference-in-Differences for å estimere pumpepris-effekten ved innblanding av biodiesel i autodiesel for å evaluere kostnadseffektiviteten av et omsetningskrav i veitrafikken og i Forsvaret. Vi finner at 1 prosentpoeng økning i innblandet biodiesel i autodiesel øker pumpeprisen per liter, korrigert for avgifter og tilhørende merverdiavgift, med 2,13%, tilsvarende en økning i gjennomsnittlig pumpepris i 2019 på 0,20 kroner. Vi beregner en tiltakskostnad for et omsetningskrav på 15% i veitrafikken og i Forsvaret, på henholdsvis 4714 kroner og 5560 kroner per unngått tonn CO₂-ekvivalenter. Våre funn indikerer at et omsetningskrav i veitrafikken er mer kostnadseffektivt enn et omsetningskrav i Forsvaret og mer kostnadseffektivt enn elbilpolitikken fram til 2023. Sammenlignet med elbilpolitikken på sikt, salgssrabatt for hybridbiler og kvoteprisen, er omsetningskrav i veitrafikken et mindre kostnadseffektivt klimatiltak.

Nøkkelord – Omsetningskrav, biodrivstoff, veitrafikken, Forsvaret, Instrumented Difference-in-Differences

Abstract

A number of political climate measures have been implemented in the road transportation sector to achieve the 45% emission reduction in the non-quota sector. Biofuel mandate in road transportation is an area of focus within climate policy in order to achieve the set target. Previous research has calculated the cost effect of a biofuel mandate based on price forecasts for biofuels, and has thus not quantified the change in consumer and producer surplus by blending biofuels into fossil fuels. We use the method Instrumented Difference-in-Differences to estimate the pump price effect when blending biodiesel into autodiesel, to evaluate the cost-effectiveness of a biofuel mandate in road traffic and in The Norwegian Army. We find that a 1 percentage point increase in blended biodiesel in autodiesel increases the pump price of autodiesel per liter, adjusted for taxes and associated VAT, by 2.13 %. The increase corresponds to an increase in the average pump price in 2019 of NOK 0.20. We calculate a cost of climate measure for a biofuel mandate of 15% in road transportation and in The Norwegian Army, of NOK 4714 and NOK 5560 per tonne of CO₂ equivalents avoided respectively. Our findings indicate that a biofuel mandate in road traffic is more cost-effective than a biofuel mandatet in The Norwegian Army and more cost-effective than the electric car policy until 2023. Compared to electric car policy in the long run, sales discounts of hybrid cars and quota price, a biofuel mandate is a less cost-effective climate measure.

Key words – Biofuel mandate, biofuel, road traffic, The Norwegian Army, Instrumented Difference-in-Differences

Innhold

1	Innledning	1
2	Bakgrunn	5
2.1	Biodrivstoff	5
2.1.1	Biodiesel	5
2.1.2	Miljøpåvirkning	6
2.1.3	Dagens marked	7
2.1.4	Markedspriser	8
2.2	Veitrafikken	8
2.2.1	Klimagassutslipp i veitrafikk	9
2.2.2	Omsetningskrav for biodrivstoff	9
2.2.3	Historisk forbruk av biodrivstoff	10
2.2.4	CO ₂ -avgift	11
2.2.5	Veibruksavgift	11
2.2.6	Autodiesel	13
2.3	Forsvaret	15
2.3.1	Klimagassutslipp og klimatiltak i Forsvaret	15
2.3.2	Marin gassolje	16
3	Datasett	18
3.1	Norsk pumpepris for autodiesel	18
3.2	Internasjonal grossistpris for autodiesel	18
3.3	Andel innblandet biodiesel	20
3.4	CO ₂ -avgift	20
3.5	Veibruksavgift	20
3.6	Korrigeringsfaktor for norsk pumpepris	21
3.7	Deskriptiv data	23
4	Metode	25
4.1	Valg av metode	25
4.2	Valg av tidsperiode	27
4.3	Instrumented Difference-in-Differences	28
4.3.1	Forutsetninger	30
5	Resultater	35
5.1	First-stage	35
5.2	DDIV og OLS	36
6	Diskusjon	38
6.1	Sammenligning med eksisterende litteratur	38
6.2	Implikasjon av omsetningskrav i veitrafikken	40
6.2.1	Direkte effekt	41
6.2.2	Indirekte effekt	41
6.2.3	Samfunnsøkonomisk kostnad	44
6.2.4	Sammenligning med andre klimatiltak	48
6.3	Implikasjon av omsetningskrav i Forsvaret	50
6.4	Styrker og svakheter ved analysen	53

7 Konklusjon	55
Referanser	57
Appendiks	63
A1 Redusert form: DiD av autodieselpriser	63
A1.1 Matematisk forklaring av DiD-estimator	64
A2 F-test av instrumentene	65

Figurliste

2.1	Andel biodrivstoff i veitrafikken fra 2007-2019	10
3.1	Prisutvikling av norsk autodiesel-pumpepris og grossistpris fra 2010-2019	19
3.2	Prisutvikling av normaliserte norske autodiesel-pumpepriser og grossistpriser fra 2010-2019	19
4.1	Utvikling i innblandingsforhold fra 2010 til 2019	32
4.2	Utvikling i log norske autodiesel-pumpepriser korrigert for avgifter og tilhørende mva og log grossistpris fra 2010 til 2019	32
6.1	Prisutvikling av grossistpris for MGO og autodiesel fra 2010-2019	51

Tabelliste

2.1	Forskriftendring i veibruksavgift for biodrivstoff i veitrafikken fra 2010-2020	12
3.1	Deskriptiv statistikk av datagrunnlaget	24
5.1	Estimert pumpepris-effekt ved biodieselinnblanding i autodiesel	37
6.1	Oversikt over drivstoffpriselselastisiteter i Norge	42
6.2	Krysspriselastisitet ved økt drivstoffpris for korte og lange turer	44
A1.1	Redusert form: DiD av autodieselpriser	63
A1.2	Illustrasjon av utregning av DiD-estimatoren	64
A2.1	Test av instrumentene i first-stage	65

1 Innledning

Klimaendringer er en av de største utfordringene i vår tid (Det europeiske miljøbyrået, 2016). Det stilles stadig høyere krav fra myndigheter, forbrukere og andre interessenter om å skåne miljøet og redusere utslipp for å stoppe klimaendringene. Det er innført en rekke politiske klimatiltak i veitrafikken for å nå målet om 45% utslippsreduksjon i ikke-kvotepliktig sektor innen 2030. Veitrafikken er et politisk satsingsområde for å redusere klimagassutslipp i ikke-kvotepliktig sektor. Siden 2015 har utslipp i veitrafikken falt, som skyldes blant annet innblanding av biodrivstoff i fossilt drivstoff (Miljødirektoratet, 2021). Innblandingen er et resultat av et omsetningskrav for biodrivstoff, som innebærer at omsettere av drivstoff i veitrafikken i Norge er pålagt å omsette en viss andel biodrivstoff av total omsatt drivstoff.

Det er på det nåværende tidspunkt et svært begrenset omfang av studier knyttet til kostnader for et omsetningskrav for biodrivstoff. Tidligere forskning på norske forhold har beregnet kostnad per utslippsreduksjon basert på prisprognoser for biodrivstoff. I denne masterutredningen ønsker vi å bidra med ny innsikt på området, ved å kvantifisere privatøkonomisk kostnad for biodieselinnblanding i autodiesel, og deretter evaluere kostnadseffektiviteten av et omsetningskrav.

Dagens klimapolitikk er ikke tilstrekkelig for å nå målet om 45% utslippsreduksjon i ikke-kvotepliktig sektor innen 2030 (DNV GL, 2020). Vi ønsker derfor å foreta en ytterligere analyse av kostnadseffektiviteten av et omsetningskrav i en ikke-kvotepliktig sektor hvor drivstoff er en viktig innsatsfaktor. Forsvaret er en del av ikke-kvotepliktig sektor og står for 1% av direkte utslipp nasjonalt (Forsvarets forskningsinstitutt, 2019). Det er på det nåværende tidspunkt minimal politisk satsing på utslippsreduksjon i Forsvaret, til tross for at klimagassutslipp fra drivstofforbruk er antatt å øke betraktelig fram mot 2030 (Forsvarets forskningsinstitutt, 2020). Vi ønsker derfor å evaluere hvorvidt et omsetningskrav i Forsvaret er et effektivt klimatiltak for å redusere klimagassutslipp.

På bakgrunn av ovennevnt informasjon ønsker vi å ta for oss følgende problemstillinger:

Er omsetningskrav for biodrivstoff et kostnadseffektivt klimatiltak i veitrafikken?

Er omsetningskrav for biodrivstoff et kostnadseffektivt klimatiltak i Forsvaret?

Vi estimerer pumpepris-effekten ved biodieselinnblanding i autodiesel for å kvantifisere kostnadseffekten av kravet, og deretter beregne tiltakskostnad for et omsetningskrav i veitrafikken for å besvare førstnevnte problemstilling. For å besvare sistnevnte problemstilling bruker vi prisestimatet fra veitrafikken i Forsvaret for å beregne kostnaden ved innblanding av biodiesel i marin gassolje og tilhørende tiltakskostnad. Vi beregner utslippsreduksjon ved biodieselinnblanding med utgangspunkt i nasjonalt klimaregnskap, som bokfører utslipp fra biodieselforbrenning lik null (Miljødirektoratet, 2020a).

Et anslag av pumpepris-effekten ved biodieselinnblanding krever svært detaljert datagrunnlag. Omsetternes innkjøpspris, transportpåslag og lagringskostnader, er nødvendig informasjon i denne sammenheng. Mye av informasjonen er imidlertid konkurransesensitiv og ikke tilgjengelig. Vi valgte derfor å benytte en metode som klarer å skille ut pumpepris-effekten av biodieselinnblanding i autodiesel, ved bruk av månedlig data for norske autodiesel pumpepriser og grossistpriser, fra 2010 til 2019.

Vi benytter en kombinasjon av Instrumental Variable (IV) og Difference-in-Differences (DiD), ofte kalt Instrumented Difference-in-Differences (DDIV) (De Chaisemartin, 2010; Hudson et al., 2017; De Chaisemartin og d'Haultfoeuille, 2018). Vi benytter DDIV for å estimere kausal priseffekt ved biodieselinnblanding i autodiesel. DDIV hensyntar innblandingforhold i pre-behandlingsperioden, håndterer målefeil i innblandingsforhold og utelatt variabel skjevhet. Potensielle kilder til utelatt variabel skjevhet som DDIV hensyntar er etterspørsel etter autodiesel og relativ kostnad ved innblanding utover kravet, som avhenger av en rekke faktorer som inngår i modellfeilen; biodieselpriis, kostnader ved innblanding, avgiftsfritak og oljeprisen.

DDIV bygger hovedsakelig på samme intuisjon som DiD, hvor kausaleffekter blir identifisert ved å kontrastere endringen i utfall før og etter en behandling, for en behandlings- og kontrollgruppe. I praksis estimerer vi imidlertid en IV-regresjon, der interaksjon mellom tid og gruppe blir brukt som det ekskluderte instrumentet for behandling (De Chaisemartin, 2010). Instrumentet vi benytter er politikkenndring i omsetningskrav og forskriftendring i veibruksavgift innført 1.oktober 2015. Omsetningskravet ble økt fra 3,5% til 5,5% på nevnt tidspunkt, og forskriftendringen i veibruksavgift medførte avgiftsfritak for innblandet

biodrivstoff utover omsetningskravet. Behandlingsgruppen vi benytter er norske autodiesel pumpepriser, og kontrollgruppen er internasjonale grossistpriser.

Vi finner at 1 prosentpoeng økning i innblandet biodiesel øker pumpeprisen, korrigert for avgifter og tilhørende merverdiavgift, med 2,13%. I 2019 tilsvarer det en økning i pumpeprisen, inkludert avgifter og tilhørende merverdiavgift, på 1,34% eller 0,20 kroner. Den mest nærliggende analysen er utført av Argus Consulting på oppdrag fra Miljødirektoratet (2020c). Basert på en prognose av biodieselpriisen, estimerer de økt pumpepris på 0,17 kroner i 2021 ved 1,4 prosentpoeng økning i biodieselinnblanding i autodiesel. Med utgangspunkt i gjennomsnittlig årsforbruk av autodiesel på 770 liter, tilsvarer vårt estimat 39% større reduksjon i konsumentoverskuddet. Differansen skyldes trolig at vi inkluderer potensiell merkostnad ved innblanding av biodiesel og ikke kun den relative prisforskjellen mellom biodiesel og autodiesel.

Vi beregnet en tiltakskostnad for omsetningskrav på 15% i veitrafikken på 4714 kroner per unngått tonn CO₂-ekvivalenter. I motsetning til tidligere litteratur finner vi en vesentlig høyere tiltakskostnad. Vår analyse differensierer seg fra tidligere forskning, ved at vi kvantifiserer tiltakets effekt på konsument- og produsentoverskudd. Sammenlignet med tiltakskostnad for salgssrabatt for hybridbiler, kvotepris og elbilpolitikken på sikt, er omsetningskrav i veitrafikken et lite kostnadseffektivt klimatiltak. Dersom utviklingen i elbilkostnader som Miljødirektoratet (2020c) beregnet er reell, og prisforholdet mellom autodieselpris og innblandingskostnad vedvarer, vil omsetningskrav være mer kostnadseffektivt enn elbilpolitikken fram til 2023. Sammenlignet med tiltakskostnad for skattelette ved innblanding av bioetanol i bensin, er omsetningskrav i veitrafikken et kostnadseffektivt klimatiltak.

I Forsvaret beregnet vi en tiltakskostnad for omsetningskrav på 15% på 5560 kroner, 18% høyere enn tiltakskostnaden i veitrafikken. Forskjellen i tiltakskostnad skyldes uelastisk drivstoffpriselasitet og begrensede substitusjonsmuligheter i Forsvaret. Våre funn viser dermed at innføring av omsetningskrav for biodrivstoff i Forsvaret er mindre kostnadseffektivt enn i veitrafikken. Hvorvidt satsing på utslippreduksjon i Forsvaret er effektivt innen ikke-kvotepliktig sektor avhenger derimot av andre aktuelle klimatiltak i Forsvaret.

Masterutredningen er videre bygget opp av seks kapitler. I kapittel to presenterer vi relevant bakgrunnsinformasjon for å gi et bakteppe til masterutredningens problemstilling og tematikk. I kapittel tre gjennomgår vi datagrunnlaget for oppgaven før vi presenterer deskriptiv statistikk. Deretter presenterer vi metoden benyttet i kapittel fire, og i kapittel fem presenterer vi resultatene. I kapittel seks diskuterer vi resultatene i lys av oppgavens problemstillinger, og kommenterer styrker og svakheter ved analysen. Avslutningsvis oppsummerer vi funnene våre i kapittel syv.

2 Bakgrunn

I dette kapitlet gjør vi rede for sentrale emner knyttet til vår problemstilling om hvorvidt omsetningskrav for biodrivstoff er et kostnadseffektivt klimatiltak i veitrafikken og i Forsvaret. Vi gir først en innføring i hva biodrivstoff er. Vi tar for oss biodiesel, tilhørende marked og markedspriser og miljøpåvirkning for å gi en forståelse av potensiell kostnads- og utslippseffekt av et omsetningskrav for biodrivstoff. Deretter tar vi for oss veitrafikken, presenterer tilhørende utslippsinformasjon og forklarer omsetningskrav, CO₂-avgift og veibruksavgift. Informasjonen gir innsikt i hvordan et omsetningskrav fungerer, og hvilke avgifter som er relevante i kostnadsberegning av kravet. Videre tar vi for oss autodiesel, tilhørende utslipp og autodieselprisens oppbygging. Det nevnte er nødvendig å belyse for å forstå hva vi hensyntar i estimering av pumpepris-effekt ved biodieselinnblanding i autodiesel. Deretter tar vi for oss Forsvaret, hvor vi redegjør for utslipp og forklarer marin gassolje i nærmere detalj. Informasjon om temaene er relevant for beregning av tiltakskostnad og for evalueringen av kostnadseffektivitet av et omsetningskrav i Forsvaret, som trolig vil bli oppfylt ved innblanding av biodiesel i MGO.

2.1 Biodrivstoff

Biodrivstoff er enten flytende eller gassformig brensel produsert av biologisk materiale (biomasse), og er et alternativ til bensin og autodiesel. Det finnes to hovedtyper av biodrivstoff; konvensjonell og avansert biodrivstoff. Typene klassifiseres ut fra hvilke råstoff og produksjonsmetode som blir benyttet. Konvensjonell biodrivstoff er mest utbredt i Norge. Biodrivstofftypen fremstilles av råstoff benyttet til produksjon av mat eller dyrefôr (Miljødirektoratet, 2021b). Avansert biodrivstoff fremstilles hovedsakelig av avfall og rester fra landbruk, skogbruk eller næringsmiddelindustri (Miljødirektoratet, 2020a). Sammenlignet med konvensjonell biodrivstoff er avansert biodrivstoff mer klimavennlig, dog dyrere og vesentlig mindre utbredt globalt (Miljødirektoratet, 2021b).

2.1.1 Biodiesel

Biodiesel er en fellesbetegnelse på alle dieseltyper som er fremstilt fra fornybare råvarer, som for eksempel rapsolje eller slakteavfall (NAF, 2021). Fatty Acid Methyl Esters (FAME)

og Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) er hovedtypene for biodiesel.

FAME er den mest brukte biodieselen i Norge og Europa, og er et konvensjonelt biodrivstoff (Miljødirektoratet, 2020c). Drivstoffet produseres fra både vegetabilsk og animalsk råstoff, og i Norge kommer mesteparten av omsatt FAME fra raps, kalt RME (Raps-Metyl-Ester) (Miljødirektoratet, 2020b). FAMEs kjemiske sammensetning er svært forskjellig fra både autodiesel og MGO, og begrenser FAMEs innblandingmuligheter i drivstoffene til 7%. Innblandingsgrensen reduserer derfor FAMEs potensial for reduksjon av CO₂-utslipp (Miljødirektoratet, 2020c). Ved lagring av FAME over lengre tid kan det dannes urenheter i drivstoffet, hvilket stiller krav til at distribusjonssystemet, etterspørsel og lagerbeholdning er godt koordinert (Rambøll, 2017a).

HVO er en annen biodieseltipe produsert fra vegetabilsk og animalsk råstoff. Avhengig av råstoffet benyttet i produksjonen og produksjonsmetode, kan HVO enten klassifiseres som konvensjonelt eller avansert biodrivstoff. Fordelen med HVO er at det har lik kjemisk sammensetning og egenskaper som fossil autodiesel. HVOs karakteristikk medfører ingen begrensinger for andel innblandet i autodiesel og MGO (Weber og Amundsen, 2016).

På bakgrunn av maksimumsinnblandingen på 7% for FAME i diesel og MGO, vil et omsetningskrav høyere enn 7% i veitrafikken og Forsvaret kreve innblanding av avansert eller konvensjonell HVO (Miljødirektoratet, 2020c).

2.1.2 Miljøpåvirkning

Hvorvidt biodrivstoff kan gi betydelig klimagassreduksjon avhenger i stor grad av hvilke råvarer og produksjonsprosesser som benyttes. Biodrivstoff er i utgangspunktet ansett som et mer miljøvennlig alternativ til bensin og autodiesel. Ifølge FNs klimapanel (IPCC) begrunnes utsagnet i at CO₂-utslipp fra forbrenning av biomasse tas opp av voksende biomasse. Utslippene fra denne forbrenningen vil dermed ikke bidra til mer tilførsel av CO₂, enn hva som allerede eksisterer i det naturlige karbonkretsløpet. I henhold til reglene i de nasjonale klimaregnskapene fra FNs klimakonvensjon, registreres derfor CO₂-utslippene fra forbrenning av biomasse som null. Ifølge norsk klimaregnskap bidro flytende biodrivstoff med en reduksjon av norsk utslipp på 1,3 millioner tonn CO₂ i 2019. Reduksjonen representerer hva autodiesel alternativt hadde sluppet ut (Miljødirektoratet, 2020a).

Klimaregnskapet tar derimot ikke høyde for utslipp knyttet til dyrking av råstoff, produksjon eller transport av biodrivstoff. Videre tar regnskapet heller ikke høyde for utslipp fra indirekte arealbruksendringer (ILUC) gjennom eventuell beslaglegning av arealer som ellers ville blitt brukt til matproduksjon og andre effekter på biologisk mangfold. Lokal luftforurensning ved forbrenning er en ytterligere faktor som heller ikke er medberegnet. Etersom Norge stort sett importerer all omsatt biodrivstoff, er utslippsreduksjon ved bruk av biodrivstoff overvurdert i global sammenheng (Miljødirektoratet, 2020b). Sett i en global sammenheng, medberegnet ovennevnte faktorer, summerte utslipp i 2019 seg til 530 000 tonn CO₂-ekvivalenter, 770 000 tonn CO₂-ekvivalenter lavere enn nasjonal utslippsreduksjon (Miljødirektoratet, 2020a). I lys av veitrafikkens utslipp på 8,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2019, er miljøeffekten av biodrivstoff likevel betydelig, både i global og nasjonal forstand.

For å sikre bærekraftig produksjon av biodrivstoff har EUs fornybardirektiv etablert bærekraftskriterer for produksjon av biodrivstoff og flytende biobrensel. Alt biodrivstoff som benyttes for å oppfylle omsetningskravet må tilfredstille kriteriene. Gjennom dokumentasjon skal sertifiseringen sikre at råstoff til biodrivstoff ikke er dyrket på arealer som har høy biodiversitet eller et høyt karboninnhold (Miljødirektoratet, 2020a; Sintef, 2021).

2.1.3 Dagens marked

Global produksjon av biodiesel har økt kraftig fra år 2000. Produksjonen i 2020 var derimot hardt rammet av koronapandemien grunnet reduksjon i etterspørsel, og for første gang på to tiår var produksjonen i 2020 lavere enn det foregående året (IEA, 2020). Biodieselproduksjon er svært konsentrert, hvor fire produsenter står for 78,63% av total global produksjon av biodiesel. Indonesia, USA, Brasil, Tyskland og Frankrike var de største produsentene av biodiesel i 2019, med totalproduksjon på 27,1 milliarder liter biodiesel (Statista, 2020). Med et fåtall produsenter i verden, er biodiesel en global handelsvare (Miljødirektoratet, 2021b).

Etterspørselen etter biodiesel har blitt opprettholdt gjennom ulike politiske tiltak. Myndighetene spiller derfor en sentral rolle ettersom verken prisen på HVO eller FAME er konkurransedyktig med prisen på autodiesel og MGO (OECD-FAO, 2020).

2.1.4 Markedspriser

Biodrivstoff er generelt dyrere enn autodiesel og MGO (Grjøtheim et al., 2018). Blant de ulike biodieseltypene eksisterer det imidlertid prisforskjeller. Basert på Circle Ks priser 23 mars 2021 for HVO og FAME, er de henholdsvis 18,75 og 16,39 kroner per liter (Circle K, 2021). Ifølge Grjøtheim et al. (2018) er HVO omtrent dobbelt så dyrt som MGO. Store volumer fra leverandører av biodrivstoff er bundet opp gjennom langsiktige kontrakter, så nevnte priser representerer ikke nødvendigvis en markedspris på drivstoffet (Rambøll, 2017a).

Dagens markedspris og prisutviklingen fremover er svært usikker, og avhenger av en rekke faktorer. Faktorene er hovedsakelig tett knyttet til politiske virkemidler, råvarepriser for benyttede råvarer, teknologisk utvikling, tilgjengelighet av råvarer og prisen på konkurrerende drivstoff, først og fremst fossile drivstoff (Vista Analyse, 2016).

I tillegg til høyere grossistpriser for biodiesel sammenlignet med autodiesel, er det ytterligere merkostnader ved frakt og logistikk. Omsatt biodrivstoff er for lavt til å benytte tankene på «vanlig» skipsfrakt, slik at biodrivstoff fraktes på egne skip. Det er i tillegg ikke etablert tankanlegg for mellomlagring av biodrivstoff på raffineri-havnene, slik at samlastning ikke er mulig. Ved lavt omsatt volum er det ikke hensiktsmessig å etablere egen tank på tankanleggene, hvilket gjør at biodrivstoffet distribueres med bil fra nærmeste tankanlegg. Dette gir en vesentlig dyrere logistikk enn frakt med skip (Rambøll, 2017a).

2.2 Veitrafikken

I denne seksjonen gjør vi rede for klimagassutslipp i veitrafikken, omsetningkrav og andel omsatt volum biodrivstoff i veitrafikken. I tillegg inkluderer vi relevante avgifter, CO₂-avgift og veibruksavgift, for innblandingsforhold og oppbygging av autodieselprisen. Oppbygging av autodieselprisen presenterer vi avslutningsvis. Som nevnt er informasjonen viktig da den gir innsikt i hvilke komponenter og avgifter som er relevante i kostnadsberegning av kravet.

2.2.1 Klimagassutslipp i veitrafikk

CO₂-utslipp knyttet til veitrafikk i Norge var på 8,5 millioner tonn CO₂ i 2019, og stod for 17% av totale nasjonale utslipp. Mesteparten av totale utslipp i veitrafikk kommer fra autodiesel, da autodiesel står for 63% av total energiforbruk i veitrafikken (Statistisk Sentralbyrå, 2019). Utslippene i veitrafikk har økt med 15% siden 1990, og skyldes hovedsakelig økt godstransport som inkluderer varebiler og tyngre kjøretøy (Miljødirektoratet, 2021). Utslipp fra personbiler har imidlertid holdt seg stabilt siden 2005. Utviklingen skyldes redusert bensinforbruk og økt diesel- og biodrivstofforbruk. Etter 2015 falt utslippene som følge av økt andel elbiler og innblanding av biodrivstoff (Miljødirektoratet, 2021). Økt andel elbiler og innblanding av biodrivstoff er en følge av elbilpolitikken og omsetningskrav for biodrivstoff (Regjeringen, 2021).

2.2.2 Omsetningskrav for biodrivstoff

Omsetningskrav for biodrivstoff innebærer at omsettere av flytende drivstoff til veitrafikk må selge en fastsatt andel flytende biodrivstoff. Tiltaket er det primære virkemiddelet for økt bruk av flytende biodrivstoff i Norge. Regjeringen fastsetter omsetningskrav for både konvensjonell og avansert biodiesel. Miljødirektoratet følger deretter opp og sørger for at kravet blir oppfylt (Miljødirektoratet, 2020a). Bensinstasjoner er den vanligste salgskanalen av biodrivstoff og skjer hovedsakelig gjennom innblanding i autodiesel (Drivkraft Norge, 2021a).

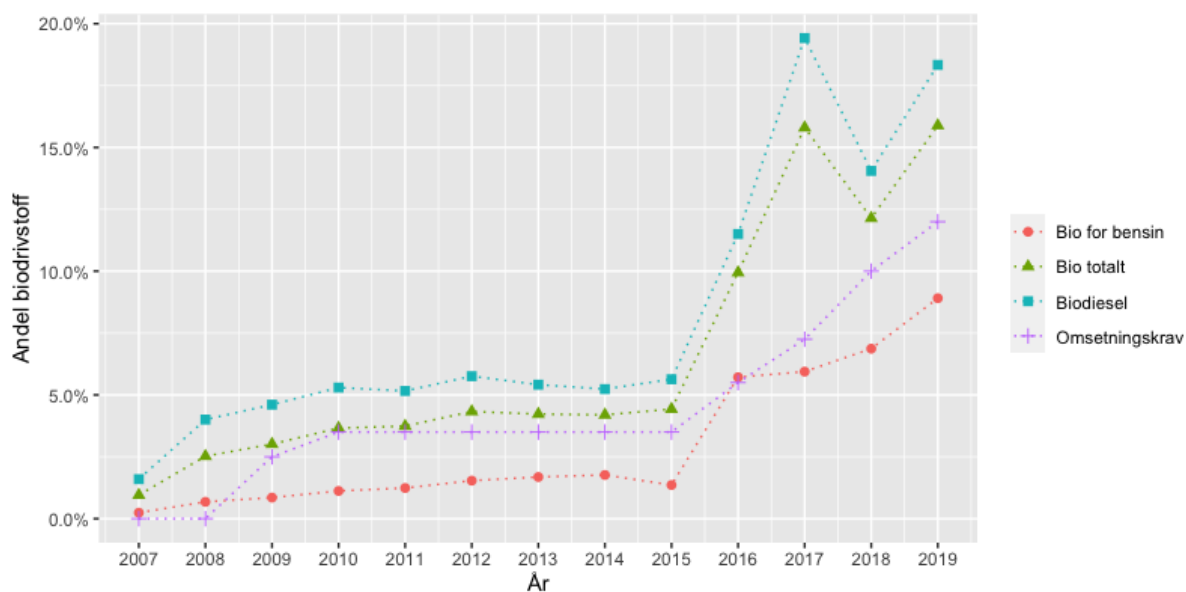
Omsetningskrav for biodrivstoff ble innført i Norge i 2009, med et krav på 2,5%. Kravet har økt gradvis, og er i 2021 24,5%, med et delkrav for avansert biodrivstoff på 9%. Delkravet innebærer at 9% av total omsatt drivstoff skal være avansert biodrivstoff. Avansert biodrivstoff dobbelttelles i beregning av biodieselinnblanding. Omsetningskravet skal etter regjeringens plan gradvis trappes opp til 40% innen 2030, hvor delkrav for avansert biodrivstoff økes til 10% (Miljødirektoratet, 2021).

De enkelte omsetterne rapporterer årlig inn til Miljødirektoratet volum biodrivstoff solgt (Miljødirektoratet, 2020a). Omsetterne rapporterer det samlede volumet de har omsatt i Norge, og differensierer ikke på andel innblandet og andel ren biodiesel. Imidlertid opplyser Miljødirektoratet at det kun er solgt en liten andel ren biodiesel, på omtrent 5% av omsatt

biodiesel i 2019. Hvorvidt andel ren biodiesel har vært konstant eller variert mellom årene har ikke Miljødirektoratet kjennskap til.¹ På bakgrunn av ovennevnt informasjon antar vi at 5% av total omsatt volum biodiesel hvert år er ren biodiesel.

2.2.3 Historisk forbruk av biodrivstoff

Biodrivstoff ble introdusert i Norge i 2004. På dette tidspunktet utgjorde biodrivstoff kun 0,1% av total drivstoffomsetning i veitrafikk i Norge. Siden innføringen av omsetningskravet i Norge i 2009, har omsatt biodrivstoff økt gradvis i takt med økningen i omsetningskravet (Statistisk Sentralbyrå, 2019). Omsatt volum biodrivstoff er en kombinasjon av ren biodrivstoff og innblandet biodrivstoff i fossilt drivstoff. Figur 2.1 illustrerer utviklingen av andel biodrivstoff i veitrafikken fra 2007-2019.



Figur 2.1: Andel biodrivstoff i veitrafikken fra 2007-2019

Figur 2.1 viser at total andel biodrivstoff i veitrafikken har oversteget omsetningskravet hvert år (Drivkraft Norge, 2021b; Statistisk Sentralbyrå, 2019). En av hovedgrunnene for overoppfyllelse etter 1.oktober 2015 er avgiftsfritak for omsatt volum utover kravet. Avgiftsfritaket har gjort det økonomisk gunstig for omsettere å omsette mer biodrivstoff enn hva som er pålagt av myndighetene. Fritakene ble derimot avskaffet 1.juli

¹Informasjon via epost fra Mads Nordrum fra Miljødirektoratet. Via samtaler med bransjen har Miljødirektoratet fått opplyst at det kun er solgt en liten andel ren biodiesel, på omtrent 5% av omsatt biodiesel i 2019.

2020 (Miljødirektoratet, 2019d). Nivået utover omsetningskravet har i hovedsak vært konvensjonell biodiesel, blant annet palmeolje (DFØ, 2020).

Andel omsatt biodiesel er vesentlig høyere enn biodrivstoff for bensin samtlige år, med et gjennomsnitt på henholdsvis 9,1% og 3,4% fra 2009 til 2019. Fra 2010 til 2015 var omsatt biodiesel forholdsvis jevnt, med en variasjon på 0,6 prosentpoeng og et snitt på 5,4%. Utviklingen samsvarer med at det ikke ble foretatt endring i omsetningskravet mellom 1.januar 2010 frem til 1.oktober 2015. 1. oktober 2015 økte omsetningskravet med 2 prosentpoeng, fra 3,5% til 5,5%. Endringen impliserte et snittkrav i 2015 og 2016 på 4% og 5,5% respektivt.

Figur 2.1 viser at det var rekordhøy bruk av biodrivstoff i 2017 på 15,8%, etterfulgt av en nedgang i 2018 på 3,7 prosentpoeng. Samtidig økte andelen avansert biodrivstoff fra 21% i 2017 til nesten 40% i 2018. Med dobbelttelling av avansert biodrivstoff i henhold til omsetningskravet utgjorde derimot den totale omsetningen av biodrivstoff 16,9%. Økning i andel avansert biodrivstoff fra 2017 til 2018 kan derfor være en forklarende faktor for nedgang i faktisk omsatt biodrivstoff i 2018 fra det foregående året.

2.2.4 CO2-avgift

CO2-avgift på CO2-utslipp er en av de mest sentrale miljøtiltakene i transportsektoren (Regjeringen, 2020). Avgiften treffer mineralolje, bensin, gass, naturgass og LPG (Skatteetaten, 2021a). Ren og innblandet biodrivstoff er fritatt CO2-avgift. I 2021 er avgiften på 590 kroner per tonn CO2. Per dags dato eksisterer ingen plan for utvikling av CO2-avgiften, da klimaplanen om tredobling av CO2-avgiften innen 2030 ikke fikk flertall på Stortinget (Regjeringen, 2021).

2.2.5 Veibruksavgift

Veibruksavgiftene er bruksavhengige, og skal dekke eksterne kostnader bilbruk medfører (Weyer, 2017). Avgiften tilfaller brukeren som et påslag på drivstoffprisen. Tabell 6.2 viser oversikt over veibruksavgift fra 2010 og frem til 2021. 1.januar 2010 ble det ilagt veibruksavgift på biodiesel tilsvarende 50% av autodieselens sats. For blandinger ble avgiften beregnet som et vektet snitt basert på volumet av de enkelte typene i blandingen

og tilhørende avgiftssats (Skatteetaten, 2020). Satsen vedvarte fram til 31.desember 2013, hvor et bærekraftskriterie ble innført. Bærekraftskriteriet innebar at biodiesel som ikke oppfylte bærekraftskriteriene ble ilagt full autodieselsats frem til 30.september 2015 (Skatteetaten, 2021b, 2020). På grunn av manglende detaljdata for innblandet biodiesel, antar vi at all innblanding av biodrivstoff i autodiesel oppfyller bærekraftskriteriene grunnet manglende.

Tabell 2.1: Forskriftendring i veibruksavgift for biodrivstoff i veitrafikken fra 2010-2020

Periode	Veibruksavgift for biodrivstoff
1.jan 2010 - 31.des 2013	50% av autodieselsats
1.jan 2014 - 30.sep 2015	Full autodieselsats for biodrivstoff som ikke oppfyller bærekraftskriteriet
1.okt 2015 - 30.juni 2020	Full autodieselsats innenfor omsetningskravet, overskytende fritatt
1.juli 2020 -	Full autodieselsats for all biodrivstoff

Kilde: Skatteetaten (2021b)

Videre ble det foretatt en ytterligere endring i forskriftene 1.oktober 2015. Fra denne datoen til 1.juli 2020 var biodrivstoff som omfattes av omsetningskravet ilagt samme veibruksavgift som autodiesel, mens overskytende innblanding var fritatt avgift (Skatteetaten, 2020). Etter 1.juli 2020 blir all biodrivstoff ilagt autodieselsats. For ulike biodrivstofftyper er det egne satser, og per i dag er veibruksavgiften for biodiesel 8 øre mer enn for autodiesel (Regjeringen, 2020).

Som følge av omsetningskravet og fritak for CO₂-avgift og veibruksavgift, har Norge et langt høyere forbruk av biodrivstoff per innbygger, sammenlignet med andre europeiske land (Miljødirektoratet, 2021b).

2.2.6 Autodiesel

Autodiesel er det mest benyttede drivstoffet i veitrafikken i Norge, og utgjorde 63% av total energiforbruk i veitrafikken i 2019. Andel autodiesel har økt de senere årene, i motsetning til bensinforbruk som i 2019 stod for 20% av total energiforbruk i veitrafikken (Statistisk Sentralbyrå, 2019).

Autodieselmarkedet i Norge kjennetegnes av få aktører, med kun fire aktører som står for det meste av omsetningen (Konkurransetilsynet, 2010). I 2018 hadde de fire største aktørene, Circle K, St1², Esso og Uno-X Energi, en samlet markedsandel på omtrent 95% for autodiesel.

Konkurransetilsynet har fulgt nøye med på markedet gjennom flere år, på bakgrunn av vesentlig begrenset konkurranse i markedet og trolig stilltiende prissamarbeid. Videre har tilsynet innhentet informasjon som viser at mange av selskapene sikrer fortjeneste fremfor å utfordre nabostasjoner ved å sette lavere priser i lokale markeder. I 2019 åpnet konkurransetilsynet etterforsknings sak i markedet for drivstoff, etter særskilt markedsovervåkning siden 2016 (Konkurransetilsynet, 2015, 2019).

2.2.6.1 Utslipp

Autodiesel slipper ut 2,66 kg CO₂ per liter (Miljødirektoratet, 2020c). I tillegg gir autodiesel utslipp av nitrogenoksid (NO_x) og svevstøv (PM₁₀). Utslippene medfører forurensning, kan medføre helseplager, i tillegg til at karbondioksid bidrar til global oppvarming (Miljødirektoratet, 2019a). NO_x og PM₁₀ påvirker befolkningens helse ved å utvikle og forverre sykdom og forkorte levetid. En personbil slipper ut 0,055 gram PM₁₀ og 8,99 gram NO_x per liter autodiesel (Miljødirektoratet, 2020c).

2.2.6.2 Dieselprisens oppbygging

Dieselprisen forbrukere betaler er sammensatt av tre hovedkomponenter; selskapenes innkjøpspris, avgifter og bruttoavance, som står for henholdsvis 60%, 30% og 10% (Konkurransetilsynet, 2010; Drivkraft Norge, 2019). Derimot har prisbildet blitt betydelig mer komplisert de senere årene som følge av en økende andel innblandet biodrivstoff.

²St1 er et Nordisk selskap som driver Shell-stasjonene i Norge. Kilde: <https://www.st1.no/>

Priskomponenten er foreløpig ikke inkludert i oppbyggingen av autodieselprisen i litteraturen. For å forstå hvilken effekt biodieselinnblanding har på autodieselprisen, ser vi det hensiktsmessig å uttrykke prisoppbyggingen av autodiesel og inkludere biodieselkomponenten. I tillegg er det viktig å forstå prisoppbyggingen i detalj for å forstå hvordan vi utleder modellen vi benytter i analysen.

Ved inkludering av biodieselinnblanding i oppbyggingen av autodieselprisen, kan prisen uttrykkes på følgende måte:

$$P_{t0} = mva[(g_t r_t + c_t)(1 - B_t) + v_{ta}(1 - B_t) + v_{tb}B_t + b_t B_t r_t] \quad (2.1)$$

$$P_{t1} = mva[(g_t r_t + c_t)(1 - B_t) + v_{ta}[1 - (B_t - (O_t - k_t))] + b_t B_t r_t] \quad (2.2)$$

Hvor,

P_{t0} = Autodieselpris pumpepris i måned t fra 1.januar 2010 til 31.september 2015

P_{t1} = Autodieselpris pumpepris i måned t fra 1.oktober 2015 til 31.desember 2019

mva = Merverdiavgift (25%)

g_t = Grossistpris (innkjøpspris)

r_t = Virkningen av påslag og andre uobserverte faktorer som påvirker pumpeprisen i Norge

c_t = CO2-avgift, som kun tilfaller autodiesel og ikke biodieselinnblanding

B_t = Andel innblandet biodiesel

v_{ta} = Veibruksavgift for autodiesel

v_{tb} = Veibruksavgift for biodiesel

O_t = Total omsatt biodrivstoff

k_t = Omsetningskrav. $k_t < O_t < B_t$

b_t = Biodieselpris, som vi antar er $\delta\%$ høyere enn fossil diesel; $b_t = g_t (1+\delta)$

Ligning 2.1 uttrykker prisoppbyggingen før 1.oktober 2015, og ligning 2.2 uttrykker

oppbyggingen av prisen fra og med 1.oktober 2015. Forskjellen mellom de er forskriftendringen i veibruksavgiften innført 1.oktober 2015, hvor innblanding utover omsetningskravet ble fritatt veibruksavgift. Før 1.oktober 2015 var det som nevnt separate avgiftssatser for autodiesel og biodiesel, beregnet som et vektet snitt av volum innblandet per liter.

Selskapene kjøper autodiesel på det internasjonale markedet, som inkluderer norske raffinerier, og forhandler innkjøpspris basert på internasjonale børsnoterte priser. Grossistpris for autodiesel blir bestemt av tilbud og etterspørsel på verdensmarkedet. Tilbud blir påvirket av blant annet råoljeprisen og raffinerikapasitet, mens etterspørselen avhenger blant annet av sesongvariasjoner. Forventninger til tilbud og etterspørsel kan også påvirke prisen. Autodiesel blir handlet i USD, og følgelig vil valutakursen USD/NOK påvirke innkjøpsprisen til norske forhandlere. I henhold til Drivkraft Norge (2019) utgjør selskapenes innkjøpspris omlag 30% av pumpeprisen.

Avgifter utgjør den største andelen av prisen, på omlag 60%, og består av tre elementer; CO₂-avgift, veibruksavgift og merverdiavgift. Merverdiavgiften er en proSENTSATS på 25%, mens øvrige avgifter er fastsatte kronebeløp som blir justert over tid av myndighetene (Konkurransetilsynet, 2010).

Bruttoavance skal i tillegg til selskapenes fortjeneste, dekke transport, lagring og andre driftskostnader (Konkurransetilsynet, 2014). Bruttoavance vil derfor variere med kostnadsnivå og konkurransesituasjonen i markedet. Ifølge Drivkraft Norge (2019) er gjennomsnittlig bruttoavance omlag 10%.

2.3 Forsvaret

I denne seksjonen gjør vi først rede for klimagassutslipp og klimatiltak i Forsvaret. Deretter tar vi for oss marin gassolje, Forsvarets mest benyttede drivstoff, og et drivstoff egnet for innblanding av biodiesel.

2.3.1 Klimagassutslipp og klimatiltak i Forsvaret

Utslippene i Forsvaret har holdt seg stabile fra 2013. I 2019 var direkte utslipp 260 694 tonn CO₂-ekvivalenter, 0,5% av utslipp i Norge (Sparrevik og Utstøl, 2020; Voie et al., 2019).

Fartøy og luftfartøy stod for 85% av disse utslippene (Forsvarets forskningsinstitutt, 2019). I 2019 utgjorde marin gassolje, drivstoff i Sjøfarten, omtrent 50% av total drivstofforbruk og 52% av totale drivstoffutslipp i Forsvaret (Forsvarets Forskningsinstitutt, 2021).

Ifølge en prognose utarbeidet av Forsvarets forskningsinstitutt (2020) er det anslått gradvis økning i drivstofforbruk og utslipp i Forsvaret fram mot 2030. Prognosen anslår at direkte totale CO₂-utslipp vil stige med 15% fra 2021 til 2030 (Forsvarets forskningsinstitutt, 2020).

I likhet med veitrafikken må Forsvaret, med unntak av Ytre Kystvakt, forholde seg til CO₂-avgiften. Utenom CO₂-avgiften eksisterer ingen spesifikke klimatiltak eller krav (Voie et al., 2019).

2.3.2 Marin gassolje

Marin gassolje (MGO) er en type diesel bestående av destillater av råolje (Minol, 2021). MGO dominerer idag norsk skipsfart, og i henhold til Statistisk Sentralbyrå (2021b) sin statistikk for energivarebalansen går anslagsvis 70% av MGO til skipsfart, mens resterende går til petroleumssektoren (Grjotheim et al., 2018). MGO er det dominerende drivstoffet i Marinen og Kystvakten. I 2019 utgjorde MGO omtrent 50% av Forsvarets totale drivstofforbruk (Doffin, 2018).

Det globale markedet for MGO består av en rekke mindre og større produsenter, eksempelvis ExxonMobil Corporation og Royal Dutch Shell PLC. MGO handles på det internasjonale markedet hvor prisene fastsettes. Norge importerer hovedsaklig fra Rotterdam (Port of Rotterdam, 2021). Historisk har prisen på MGO variert kraftig (Bunker Oil As, 2021). I 2019 var gjennomsnittlig grossistpris på 4,46 kroner per liter.

MGO er avgiftsbelagt, og som et tillegg til gjennomsnittlig grossistpris på 4,46 kroner, påløper CO₂-avgift og grunnavgift. I 2019 var CO₂-avgift og grunnavgift henholdsvis 1,35 og 1,65 kroner per liter (Bunker Oil As, 2021). I tillegg kommer et prispåslag for leveranse som varierer fra 0,18 til 1,25 kroner per liter, og det kan påløpe ekstra kostnader for hastebestillinger (Kalvik, 2019). Variasjonen i transportpåslaget bunner i ulik distanse fra hovedanlegg til sluttbruker, og antall ledd i transport fra raffineri til sluttbruker.³

³Epostkorrespondanse med Tore Slinning fra Bunker Oil AS, 30.april 2021

Forsvaret blir forsynt med MGO via langtidskontrakter med ulike leverandører, deriblant Bunker Oil AS, Preem og Statoil Fuel & Retail Marine AS gjennom anbudskonkurranse. I kontraktene fastsettes en pris og et volum. MGO handles i dollar og følgelig påvirkes prisen Forsvaret betaler i stor grad av valutakursen USD/NOK (Doffin, 2018).

2.3.2.1 Utslipp

MGO genererer utslipp fra forbrenningsfasen, utvinningsprosessen, prosesseringen og transport. Under forbrenning slippes det ut karbondioksid, svoveloksider, svevestøv og nitrogenoksider. Forbrenning av én liter MGO slipper ut 2,66 kg CO₂ og 0,000055 kg PM₁₀, tilsvarende det autodiesel slipper ut (Miljødirektoratet, 2021a). Forbrenning av én liter MGO slipper i tillegg ut NO_x og SO_x på henholdsvis 0,07 kg og 0,046 kg (Rambøll, 2017b).

3 Datasett

I dette kapitlet presenterer vi først datagrunnlaget vi benytter i analysen; norsk pumpepris og internasjonal grossistpris for autodiesel, andel innblandet biodiesel, CO₂-avgift og veibruksavgift, i perioden 2010 til 2019. Deretter presenterer vi korrigeringsfaktor for pumpeprisen som er gjort for å kunne beregne kostnadseffektivitet av et omsetningskrav for biodrivstoff. Avslutningsvis presenterer vi deskriptiv statistikk for datagrunnlaget.

3.1 Norsk pumpepris for autodiesel

Månedlige pumpepriser i Norge fra 2010 til 2019 er hentet fra SSB. Prisene er et gjennomsnitt av priser fra 100 stasjoner fordelt over hele landet, hvor prisene fra de enkelte stasjonene er beregnet som et gjennomsnitt av prisene for dagene midt i en måned (Statistisk Sentralbyrå, 2021a).

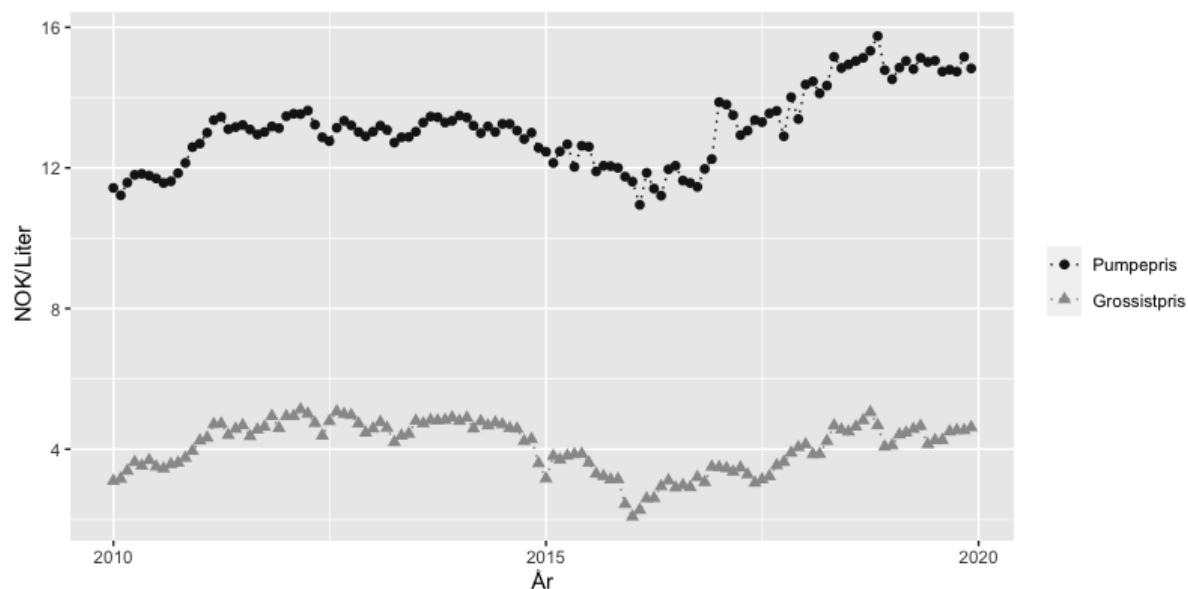
Ved bruk av nevnt datagrunnlag ser vi bort fra lojalitetprogrammer, kortrabatter og bedriftavtaler. Derimot anser vi ikke dette som en svakhet da rabattene trolig ikke blir påvirket av innblanding av biodiesel.

3.2 Internasjonal grossistpris for autodiesel

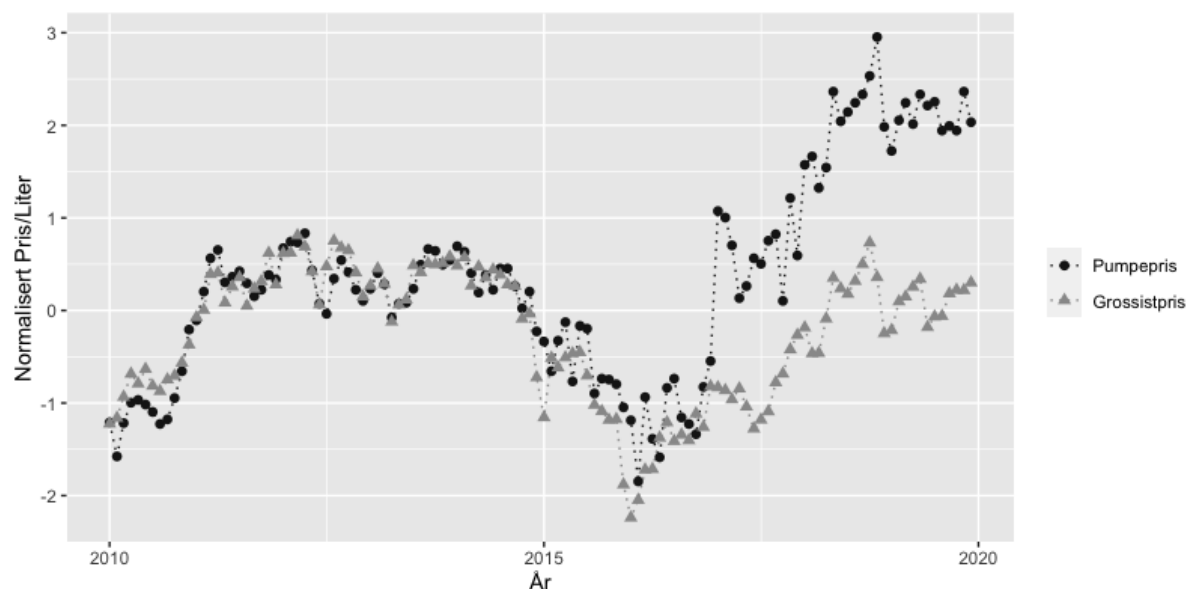
Datagrunnlaget for månedlige internasjonale grossistpriser for autodiesel fra 2010 til 2019 er hentet fra Drivkraft Norge, som igjen har hentet prisene fra Refinitiv. Prisene fra Refinitiv er valutajustert fra amerikanske dollar til norske kroner. Den valutajusterte internasjonale grossistprisen tilsvarer omsetternes innkjøpspris, en av hovedkomponentene i pumpeprisen. Prisene er beregnet ut fra et gjennomsnitt av prisene for dagene midt i en måned, slik at prisene kan sammenlignes med pumpeprisen SSB samler inn. Grossistprisen er for rene petroleumsprodukter, foruten innblanding av biodiesel, i motsetning til pumpeprisen (Drivkraft Norge, 2020).

På bakgrunn av at både norske pumpepriser og internasjonale grossistpriser er nominelle verdier ser vi det ikke hensiktsmessig å prisjustere, da metoden vi benytter estimerer relative prisendringer.

Figur 3.1 viser prisutviklingen av norsk pumpepris og internasjonal grossistpris fra 2010 til 2019. For å tydeliggjøre de parallelle trendene mellom prisene, normaliserte vi tidsseriene. Resultatet er illustrert i Figur 3.2. Normalisering ble gjort ved å trekke gjennomsnittlig pris for hver gruppe i før-perioden fra hver gruppes priser over hele perioden 2010 til 2019.



Figur 3.1: Prisutvikling av norsk autodiesel-pumpepris og grossistpris fra 2010-2019



Figur 3.2: Prisutvikling av normaliserte norske autodiesel-pumpepriser og grossistpriser fra 2010-2019

3.3 Andel innblandet biodiesel

Vi fikk tilsendt data for årlig andel omsatt biodrivstoff i veitrafikken fra Drivkraft Norge. Tallene er basert på kilder fra Statistisk sentralbyrå, Miljødirektoratet, Skatteetaten og Drivkraft Norge (Drivkraft Norge, 2021b). Data for årlig andel omsatt biodrivstoff er differensiert mellom omsatt biodiesel og omsatt biodrivstoff for bensin. Det er derimot ikke differensiert mellom andel innblandet og andel ren biodrivstoff.

Som nevnt antar vi at 5% av total omsatt biodiesel er ren biodiesel, på bakgrunn av informasjon fra Miljødirektoratet.⁴ Andel innblandet biodiesel, B_t , er dermed 95% av total omsatt volum biodiesel hvert år i datagrunnlaget vårt.

3.4 CO₂-avgift

Historiske CO₂-avgifter er hentet fra Skatteetatens avgiftshistorikk (Skatteetaten, 2021b). CO₂-avgiften blir fastsatt av regjeringen og er inndelt i ulike satser; generell avgift for mineralolje, redusert sats og sats for bensin. Autodiesel blir belastet den generelle satsen, og følgelig er det denne satsen vi benytter i datagrunnlaget.

Det har vært en gradvis økning i CO₂-avgiftene fra innføringen i 1991 frem til 2021 (Regjeringen, 2020). Innblandet biodiesel er fritatt CO₂-avgiften. I datagrunnlaget benytter vi belastet CO₂-avgift, c_t . Belastet CO₂-avgift ble beregnet på følgende måte:

$$c_t(1 - B_t) = \text{Belastet CO}_2\text{-avgift} \quad (3.1)$$

3.5 Veibruksavgift

Historiske veibruksavgifter er hentet fra Skatteetatens avgiftshistorikk (Skatteetaten, 2021b). Som nevnt var det ulike satser for biodiesel (v_{tb}) og autodiesel (v_{ta}) fra 2010

⁴Informasjon via epost fra Mads Nordrum fra Miljødirektoratet. Via samtaler med bransjen har Miljødirektoratet fått opplyst at det kun er solgt en liten andel ren biodiesel, på omtrent 5% av omsatt biodiesel i 2019. Hvorvidt andel ren biodiesel har vært konstant eller variert mellom årene har ikke Miljødirektoratet kjennskap til.

til forskriftendringen 1.oktober 2015, gitt forutsetningen vår om at all innblanding av biodiesel i autodiesel oppfyller bærekraftskriteriene. Etter 1.oktober 2015 var det samme sats for autodiesel og biodiesel innenfor omsetningskravet, og fritak for veibruksavgift for innblanding av biodiesel utover kravet. I datasettet benytter vi belastet veibruksavgift, beregnet som et vektet snitt av innblanding og tilhørende veibruksavgift. Vi antar at all omsatt biodrivstoff utover omsetningskravet er innblandet i autodiesel, fordi omsatt biodrivstoff for bensin har vært lavere enn for biodiesel samtlige år, illustrert i Figur 2.1.

Eksempelvis var omsetningskravet, k_t , 5,5% i 2016 og total omsatt biodrivstoff, O_t , var 9,9%. På bakgrunn av våre antakelser var dermed 4,4% av innblandet biodiesel fritatt veibruksavgiften. Innblandet biodiesel, B_t , det samme året var 10,9%. Følgelig var 6,5% innblandet biodiesel fritatt veibruksavgift i 2016. Ligning 3.2 viser beregningen for belastet veibruksavgift før 1.oktober 2015, og ligning 3.3 viser beregning for belastet veibruksavgift fra og med 1.oktober 2015.

$$v_{ta}(1 - B_t) + v_{tb}B_t = \text{Belastet veibruksavgift før 1.oktober 2015} \quad (3.2)$$

$$v_{ta}[1 - (B_t - (O_t - k_t))] = \text{Belastet veibruksavgift etter 1.oktober 2015} \quad (3.3)$$

3.6 Korrigering av norsk pumpepris

I analysen benytter vi logtransformert pumpepris for å estimere den relative endringen i pumpeprisen som følge av biodieselinnblanding. Ettersom avgifter legges på som et additivt påslag per liter, korrigerer vi pumpeprisen for avgifter og merverdiavgift for avgifter, før vi logtransformerte. Vi antar med dette at insidensen på konsumentensiden er 1. Det vil si at de nevnte avgiftene fullt og helt tilfaller konsumenter, og at produsenter ikke påtar seg noe av kostnaden. Vi korrigerer ikke for bruttoavanse ettersom biodieselkomponenten er inkludert i bruttoavansen tilsendt fra Drivkraft Norge. Ved å korrigere for bruttoavansen ville vi dermed ha fjernet noe av merkostnaden ved biodieselinnblanding, hvilket naturligvis ikke er ønskelig.

Ettersom vi ønsker å estimere den ytterligere prisen konsumenten betaler ved innblanding,

inkluderer vi merverdiavgift. Merverdiavgift er multiplikatv for hele prisen, som vist i ligning 2.1 og 2.2. For notasjonsmessig enkelthet vil vi videre ikke inkludere merverdiavgift i uttrykket for prisen.

Vi korrigerer prisen uttrykt i ligning 2.1 og 2.2 for avgifter og merverdiavgift for avgifter. Belastet avgiftssatser, inkludert merverdiavgift, vist i ligning 3.1, 3.2 og 3.3 ble trukket fra autodieselprisen. Ettersom veibruksavgiften beregnes på to ulike måter, før og etter forskriftsendringen 1.oktober 2015, illustrerer vi korrigeringene i to separate uttrykk.

$$P_{t^0} - (c_t)(1 - B_t) + v_{ta}(1 - B_t) + v_{tb}B_t = g_t r_t(1 - B_t) + b_t B_t r_t$$

$$P_{t^1} - c_t(1 - B_t) + v_{ta}[1 - (B_t - (O_t - k_t))] = g_t r_t(1 - B_t) + b_t B_t r_t$$

Etter korrigerer for avgifter og tilhørende merverdiavgift uttrykker vi pumpeprisen i måned t ved P_t^* .

$$P_t^* = g_t r_t(1 - B_t) + b_t B_t r_t$$

Som nevnt antar vi at $b_t = g_t(1 + \delta)$. P_t^* kan vi dermed uttrykke på følgende måte:

$$P_t^* = g_t r_t(1 - B_t) + g_t(1 + \delta)B_t r_t$$

$$P_t^* = g_t r_t(1 + \delta B_t) \tag{3.4}$$

Ligning 3.4 kan vi nå logtransformere for å estimere den relative endringen i pumpeprisen som følge av innblanding:

$$\log(P_t^*) = \log(g_t) + (1 + \delta B_t) + \log(r_t)$$

$$\log(P_t^*) = \alpha + \log(g_t) + \delta B_t + u_t$$

Vi definerer $r_t = e^{\alpha + u_t}$, virkningen av påslag og andre observerte faktorer som påvirker pumpeprisen i Norge. Ved logtransformasjon får vi dermed et konstantledd, α , og en modellfeil, u_t , som fanger opp alle observerte og uobserverbare utelatte faktorer som påvirker pumpeprisen. Ved sammenligning med kontrollgruppen tar vi ut gjennomsnittet av $\log(g_t)$ i enkeltperioder, og inkluderer gruppedummy, d_i , og periodeindikator, T_t , som kontrollvariabler for å kontrollere for forskjeller mellom gruppene og forskjeller mellom periodene vi benytter. Modellen ser dermed slik ut:

$$\log(P_{it}^*) = \alpha + \kappa d_i + \omega T_t + \delta B_{it} + u_{it} \quad (3.5)$$

3.7 Deskriptiv data

Tabell 3.1 viser estimert gjennomsnittlig verdier og tilhørende standardavvik i perioden 2010 til 2019 for norske pumpepris og grossistpris. Gjennomsnittlig pris for pumpepris og grossistpris er på henholdsvis 13,14 og 4,07 kroner per liter. Gjennomsnittlig biodieselinnblanding er 9,58% for norsk autodiesel. Grossistpris er innkjøpspris av ren autodiesel og per definisjon uten avgift.

Tabell 3.1: Deskriptiv statistikk av datagrunnlaget

Variabel	Pumpepris		Grossistpris	
	Gjennomsnitt	Standardavvik	Gjennomsnitt	Standardavvik
Pris	13.14	1.10	4.07	0.72
Pris*	7.81	0.90	-	-
Log(Pris)	2.05	0.11	1.39	0.19
Omsatt biodiesel (%)	9.58	5.51	0.00	0.00
Innblandet biodiesel (%)	9.1	5.24	0.00	0.00
CO2-avgift	0.9	0.29	0.00	0.00
Belastet CO2-avgift	0.8	0.22	0.00	0.00
Veibruksavgift	3.66	0.15	0.00	0.00
Belastet veibruksavgift	3.47	0.15	0.00	0.00
Belastet mva på avgifter	1.07	0.05	0.00	0.00
Antall observasjoner	120	0.00	120	0.00

Tabellen viser deskriptiv statistikk for behandlingsgruppen, norske pumpepriser, og kontrollgruppen, internasjonale grossistpriser. Variablene er i NOK per liter diesel. Pris* er justert for avgifter og tilhørende mva. Log(Pris) for norske pumpepriser er justert for avgifter og tilhørende bruttomargin

4 Metode

I dette kapittelet begrunner vi valg av metode og tidsperiode. Deretter presenterer vi metoden benyttet, Instrumented Difference-in-Differences.

4.1 Valg av metode

Vi benytter en kombinasjon av Difference-in-Differences (DiD) og Instrumental Variable (IV), ofte omtalt som Instrumented Difference-in-Differences (DDIV) (De Chaisemartin, 2010; Hudson et al., 2017). Vi valgte metoden for å estimere effekten av biodieselinnblanding på autodiesel-pumpepris og håndtere endogenitetsproblemer i innblandingsforhold, slik at vi kan beregne tiltakskostnad og evaluere kostnadseffektiviteten av et omsetningskrav for biodrivstoff.

Bakgrunnen for at vi ikke benytter OLS regresjon av ligning 3.5, regresjon av pris på innblandingsforhold for å estimere kostnadseffektiviteten ved et omsetningskrav, er potensielle endogenitetsproblemer. Omsetterne er pålagt å oppfylle kravet, og innblanding opptil kravet er dermed uavhengig av faktorer i modellfeilen, u_t . Innblanding utover kravet er derimot trolig korrelert med uobserverbare faktorer som i sum utgjør relativ merkostnad ved innblanding. Faktorene i modellfeilen som avgjør relativ merkostnad ved innblanding, og dermed innblandingsforhold, er oljepris, biodieselpriis og logistikkostnader ved innblanding. Eksempelvis vil fluktuasjoner i oljeprisen påvirke grossistprisen direkte og dermed pumpeprisen. Dersom innkjøpsprisen av diesel er høyere relativt til kostnaden ved innblanding, vil økt oljepris også påvirke innblandingsnivå. Gitt at aktørene er profittmaksimerende, vil de substituere til biodiesel og innblende ytterligere over kravet. Derimot er biodiesel en begrenset ressurs som ofte handles på langtidskontrakter, slik at mulighetene for stor grad av overoppfyllelse av kravet er begrenset. Ved høyere oljepris relativt til biodieselpriis og avgiftsfritak vil OLS gi en positiv skjevhet i innblandingsnivå, og omvendt.

Et ytterligere potensielt endogenitetsproblem er biodieselens levetid. Som nevnt er det i hovedsak benyttet FAME, konvensjonell biodiesel, ved overoppfyllelse av kravet. Ettersom FAME har begrenset holdbarhet, kan det påvirke innblandingsnivået. Dersom holdbarheten

er på vei til å utløpe er det rimelig å anta at aktørene innblander utover kravet for å unngå tapt kostnad, til tross for at det resulterer i økt pumpepris. FAME kan potensielt påvirke autodieselprisen ved at detaljistene øker sine marginer for å påta seg risikoen ved innkjøp av FAME. Hvorvidt det er rimelig, og hvilken retningen skjevheten gir på innblandingsnivå, er ambivalent.

Etterspørsel etter autodiesel påvirker også norske pumpepriser og innblandingsnivå utover kravet. Det er rimelig å anta at detaljistene øker sin variable profitt ved høy etterspørsel, som fører til en økning i pumpeprisen. Dersom etterspørselen etter autodiesel er høy og det er begrenset tilgang på biodiesel, vil det være lavere andel innblandet biodiesel relativt til autodiesel, hvilket vil gi en positiv skjevhet i innblanding ved bruk av OLS.

Gitt tilgjengelig data, er den relative kostnaden ved innblanding, FAMEs levetid og etterspørsel etter autodiesel uobserverbare, og kan dermed ikke inkluderes i regresjonen for å løse potensielle endogenitetsproblemer. I tillegg har vi som nevnt antatt at 95% av omsatt volum biodiesel er innblandet i autodiesel. Ettersom vi ikke har data for faktisk innblandet biodiesel, fører det til en målefeil i innblandingsforholdet. Den klassiske målefeilen gir en skjevhet mot null ved bruk av OLS.

På bakgrunn av nevnte endogenitetproblemer benytter vi DDIV. DDIV kan løse endogenitetproblemene ved at vi benytter oss av forskriftendring i veibruksavgift og økt omsetningskrav som instrument. Kombinasjonen av metodene benytter vi fordi det allerede er innblanding i pre-behandlingsperioden i norsk autodiesel. Bakgrunnen for at vi ikke benytter alminnelig DiD av autodieselpriser, er at DiD kun gir gjennomsnittlig virkning av de spesifikke politikkkendringene, og ikke den faktiske pumpepris-effekten av omsetningskravet. Vi benytter derfor DDIV for å estimere effekten av biodieselinnblanding på pris og for å håndtere endogenitetsproblemer i innblandingsforhold, slik at vi kan evaluere kostnadseffektiviteten av et omsetningskrav.

Vi benytter politikkkendringer for omsetningskrav og veibruksavgift innført 1.oktober 2015 som instrument. Omsetningskravet ble økt fra 3,5% til 5,5% 1.oktober 2014, som impliserte et gjennomsnittskrav på 4% i 2015 og 5,5% i 2016. Forskriftsendringen i veibruksavgift innebar at innblanding utover omsetningskravet er fritatt avgiften. Vi valgte instrumentet fordi vi anser kriteriene om relevans og eksogenitet som oppfylt. I tillegg antar vi at

autodieselprisen kun påvirkes indirekte av de spesifikke politikkendringene gjennom faktisk innblanding. Vi anser antakelsen som rimelig ettersom politikkendringene i seg selv ikke påvirker prisen, men påvirker innblandingsnivået. I praksis er instrumentet en interaksjonsdummy mellom tid og gruppe, som er 1 for behandlingsgruppen, norske pumpepriser, i post-behandlingsperiode, 2016 til 2019.

Instrumentet oppfyller kriteriet om relevans ettersom vi antar at politikkendringene korrelerer med innblandingsnivå. Vi anser antakelsen som rimelig fordi omsetningskravet er et juridisk minimumskrav for andel omsatt biodrivstoff per år (Miljødirektoratet, 2020a). I tillegg førte forskriftendringen i veibruksavgift til at det ble mer lønnsomt å innblande utover kravet. F-statistikken på 368, vesentlig høyere enn tommelfinger-regelen 10, underbygger denne påstanden.⁵

Kriteriet om eksogenitet anser vi som oppfylt på bakgrunn av at politikken er innført for å redusere utslipp, og dermed trolig ikke korrelerer med ikke-inkluderte observerbare og uobserverbare faktorer. Følgelig antar vi at politikktutformingen ikke hensyntar kostnader ved innblanding, biodieselpriser, oljeprisen, eller etterspørsel etter autodiesel. Derimot kan det tenkes at instrumentet er korrelert med CO₂-avgiftspolitikken, ettersom omsetningskrav og CO₂-avgift er politiske virkemidler for utslippsreduksjon i veitrafikken. Imidlertid er CO₂-avgiften et virkemiddel som treffer flere sektorer, og satsen er trolig ikke påvirket eller satt basert på endringer i omsetningskravet og veibruksavgiften, eller omvendt.

Før metoden blir forklart nærmere presenterer vi tidsperioden benyttet.

4.2 Valg av tidsperiode

Vi benytter tidsperioden 2010 til 2019, hvor 1.januar 2010 til 30.september 2015 er pre-behandlingsperiode, perioden 1.oktober 2015 til 31.desember 2015 er kontrollert for, og 1.januar 2016 til 31.desember 2019 er post-behandlingsperiode.

Vi valgte pre-behandlingsperioden på grunnlag av metodens krav om at behandlingen må inntreffe på ett tidspunkt slik at behandlingsgruppen ikke har fått behandling i

⁵F-test av instrumentene er vedlagt i Appendiks Figur A2.1.

pre-behandlingsperioden (Angrist og Pischke, 2008). Gitt forutsetningen vår om at all innblanding oppfyller bærekraftskriteriene, har det ikke vært en forskriftsendring i veibruksavgiften for biodrivstoff fra 1.januar 2010 før behandlingen inntraff 1.oktober 2015. I tillegg var omsetningskravet uendret fra 2010 til 1.oktober 2015. I tillegg var faktisk innblandet biodiesel i perioden jevn, som illustrert i Figur 2.1. Perioden vi kontrollerer for, heretter referert til som midtperiode, har vi valgt på bakgrunn av at politikkendringen skjedde 1.oktober 2015 og vi kun har årlig data for innblandingsforhold. Forskriftsendringen i veibruksavgift medførte at det ble lønnsomt for omsetterne å innblande utover kravet. Det er dermed rimelig å anta at omsettere innblandet utover kravet i perioden 1.oktober til 31.desember 2015. Pumpepris-effekten av økt innblanding i nevnt periode vil ikke bli fanget opp av økt innblanding, som kan føre til skjeve estimater. Potensiell økt pumpepris i perioden vil tilskrives en snittinnblanding i 2015 som er lavere enn snittinnblandingen i perioden 1.oktober til 31.desember 2015. Dermed ville vi fått en overestimert priseffekt hvis vi ikke kontrollerer for midtperioden.

Post-behandlingsperiode er valgt på grunnlag av tilgjengelig data.

4.3 Instrumented Difference-in-Differences

DDIV bygger hovedsakelig på samme intuisjon som DiD, hvor kausaleffekter blir identifisert ved å kontrastere endringen i utfall før og etter en behandling, for en behandlings- og kontrollgruppe (Angrist og Pischke, 2008). I praksis estimerer vi imidlertid en IV-regresjon, der interaksjon mellom tid og gruppe brukes som det ekskluderte instrumentet for behandling (De Chaisemartin, 2010). I litteraturen er DDIV også omtalt som Wald-DiD innen fuzzy DiD-design, og blir ofte benyttet når behandlingstatus ikke fører til en skarp endring for noen av gruppene, men kun en større økning i noen av gruppene som følge av behandling. Det vil si at behandlingen øker mer i behandlingsgruppen, men enkelte individer i kontrollgruppen er også behandlet (De Chaisemartin og d'Haultfoeuille, 2018; De Chaisemartin, 2021).

Den mest kjente studien som har benyttet metodikken i nyere tid er Duflo (2001). Studien bruker utbyggingsprogram for barneskoler i Indonesia som instrument for å evaluere effekten av utdanningsprogrammet på utdanning og lønn. Duflo (2001) brukte distrikter

hvor det var få skoler forut for programmet som behandlingsgruppe, og distrikter hvor det allerede var mange skoler som kontrollgruppe. Ettersom flere skoler ble bygget i behandlingsgruppen enn i kontrollgruppen, var det en høyere økning i andelen som fullførte barneskole i behandlingsgruppen. Studien viste også at programmet ga høyere avkastning av utdannelse i behandlingsgruppen. Fullføringsgrad i barneskoler gikk dermed ikke fra 0 til 100% i behandlingsgruppen, og forble ikke 0 i kontrollgruppen, slik som ved alminnelig DiD.

I likhet med nevnte studie, fører ikke politikkenringene til en skarp endring i innblandingsnivå av biodiesel i autodiesel, da det allerede er en snittinnblanding på 5,4% i pre-behandlingsperioden. I motsetning til studien forblir behandlingsstatus 0 for grossistprisen, ettersom prisene vi benytter ikke inkluderer innblanding av biodiesel (Drivkraft Norge, 2020).

DDIV estimatet tilsvarer forholdet mellom DiD koeffisienten for autodieselpris og DiD koeffisienten for innblanding av biodiesel. DDIV estimatet kommer fra følgende IV-system (Hudson et al., 2017):

$$B_{it} = \beta + \theta d_i + \rho T_t + \tau(d_i \cdot T_t) + \eta_{it} \quad (4.1)$$

$$\log(P_{it}^*) = \alpha + \kappa d_i + \omega T_t + \delta B_{it} + u_{it} \quad (4.2)$$

Likning 4.1, first-stage, er en alminnelig DiD av faktisk årlig innblanding, B_{it} . Innblanding i kontrollgruppen, grossistprisen, er som nevnt null i alle perioder og innblanding i behandlingsgruppen, norsk autodiesel, er jevn i pre-behandlingsperiode og øker i post-behandlingsperiode. Koeffisienten θ er gjennomsnittlig forskjell mellom innblanding i norsk og internasjonal autodiesel i pre-behandlingsperioden. Koeffisienten ρ er gjennomsnittsendring i innblanding i internasjonal autodiesel fra pre- til post-behandlingsperioden. $d_i \cdot T_t$ er instrumentene vi benytter, som fanger opp endringen ved økt omsetningskrav og forskriftendring i veibruksavgift innført 1.oktober 2015. Som nevnt kontrollerer vi for perioden 1.oktober 2015 til 31.desember 2015, ettersom endringen i omsetningskravet i praksis impliserte ulike krav for 2015 og 2016, på henholdvis 4%

og 5,5%. Dermed benytter vi to instrumenter, ett for midtperioden, 1.oktober 2015 til 31.desember 2015, og ett for post-behandlingsperioden, 2016 til 2019. τ er DiD-estimatoren for innblanding, som gir behandlingsintensitet av faktisk innblanding, som følge av økt omsetningskrav og forskriftendring i veibruksavgift.

Likning 4.2, ofte omtalt som strukturell form, vil gi skjeve estimater på grunn av tidligere nevnte endogenitetsproblemer ved bruk av OLS. I andrestegsligningen benytter vi de predikerte verdiene av faktisk innblanding, \hat{B}_t^i . Koeffisienten δ er estimatet av interesse. Estimatoren gir gjennomsnittlig priseffekt på norske pumpepriser ved innblanding av biodiesel. DiD-estimator for pumpepris kommer fra følgende ligning, ofte omtalt som redusert form:

$$\log(P_{it}^*) = \Upsilon + \gamma d_i + \lambda T_t + \pi(d_i \cdot T_t) + \nu_{it} \quad (4.3)$$

Hvor koeffisienten γ er gjennomsnittlig forskjell mellom pumpe- og grossistpris på autodiesel i pre-behandlingsperioden. Koeffisienten λ er gjennomsnittsendring i internasjonal autodieselpris fra pre- til post-behandlingsperioden. Dette representerer den kontrafaktiske endringen for behandlingsgruppen, og kan tolkes som den rene tidseffekten ved fravær av endring i omsetningskrav og veibruksavgift. Koeffisienten π er DiD estimatoren.⁶

Koeffisienten δ kan følgelig uttrykkes som forholdet mellom π og τ :⁷

$$\delta = \frac{E[Y_{i1} - Y_{i0} | Z_i = 1] - E[Y_{i1} - Y_{i0} | Z_i = 0]}{E[B_{i1} - B_{i0} | Z_i = 1] - E[B_{i1} - B_{i0} | Z_i = 0]} \quad (4.4)$$

4.3.1 Forutsetninger

For at DDIV estimatet kan tolkes kausalt må forutsetningene stable unit treatment value assumption (SUTVA), parallelle trender og monotonisitet, i tillegg til de nevnte forutsetningene for instrumentet, være oppfylt (De Chaisemartin og d'Haultfoeuille, 2018). Forutsetningene diskuterer vi nærmere i avsnittene under.

⁶For en nærmere matematisk forklaring av DiD-estimatoren se Appendiks Tabell A1.2

⁷4.4 er en forenklet fremstilling hvor $Z = d_i \cdot T_t$ og betydningen av kontrollvariablene i dette uttrykket er utelatt for notasjonsmessig enkelhet. I praksis vil de ulike variablene her være justert for d_i og T_t .

4.3.1.1 SUTVA

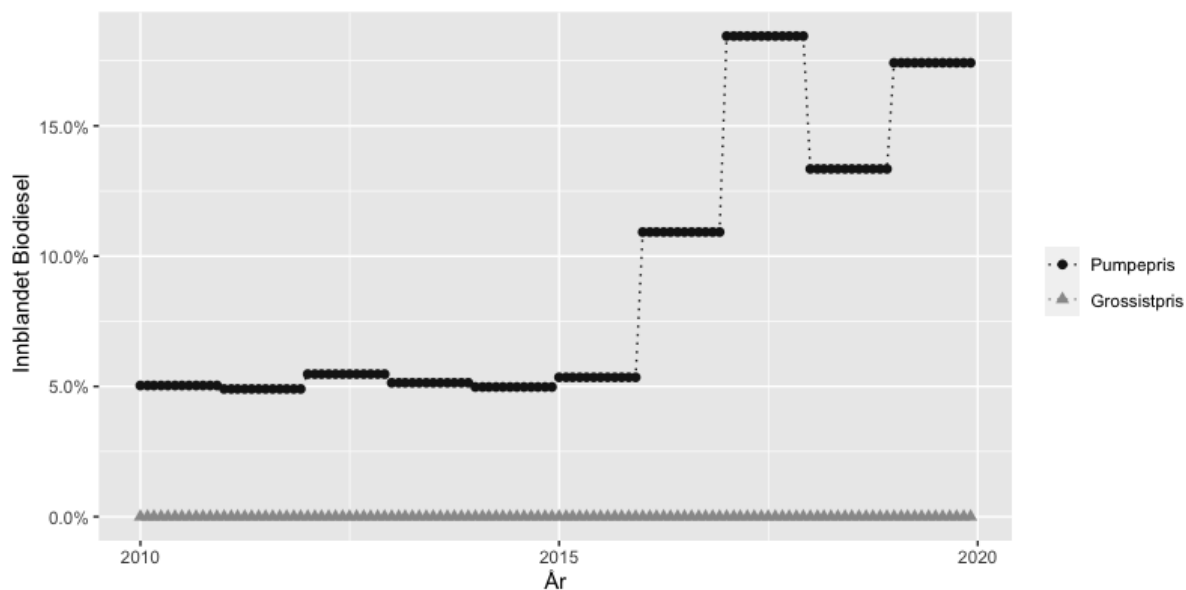
SUTVA innebærer at kontrollgruppen, grossistpris, ikke varierer med innføring av omsetningkrav i Norge. I tillegg innebærer det at innblanding i internasjonal diesel ikke varierer med innføring av omsetningkrav i Norge. Norske pumpepriser og innblanding må heller ikke bli påvirket av at internasjonale grossistpriser ikke er ilagt omsetningskrav for at forutsetningen skal være oppfylt.

Det er rimelig å anta at SUTVA-betingelsen holder, ettersom Norge er et lite land og står for en relativt liten andel av autodieseletterspørsel i verdensmarkedet. Økt innblanding av biodiesel, og dermed redusert etterspørsel etter autodiesel i Norge, vil trolig ikke påvirke verdensmarkedet og grossistprisen, alt annet konstant. I tillegg vil ikke den norske pumpeprisen bli påvirket av at internasjonale grossistprisen ikke blir ilagt omsetningskrav, ettersom det er innkjøpsprisen. Pumpeprisen vil derimot bli påvirket dersom kontrollgruppen blir ilagt et omsetningskrav. Vi antar at SUTVA-betingelsen er oppfylt gitt ovennevnt diskusjon.

4.3.1.2 Parallele trender

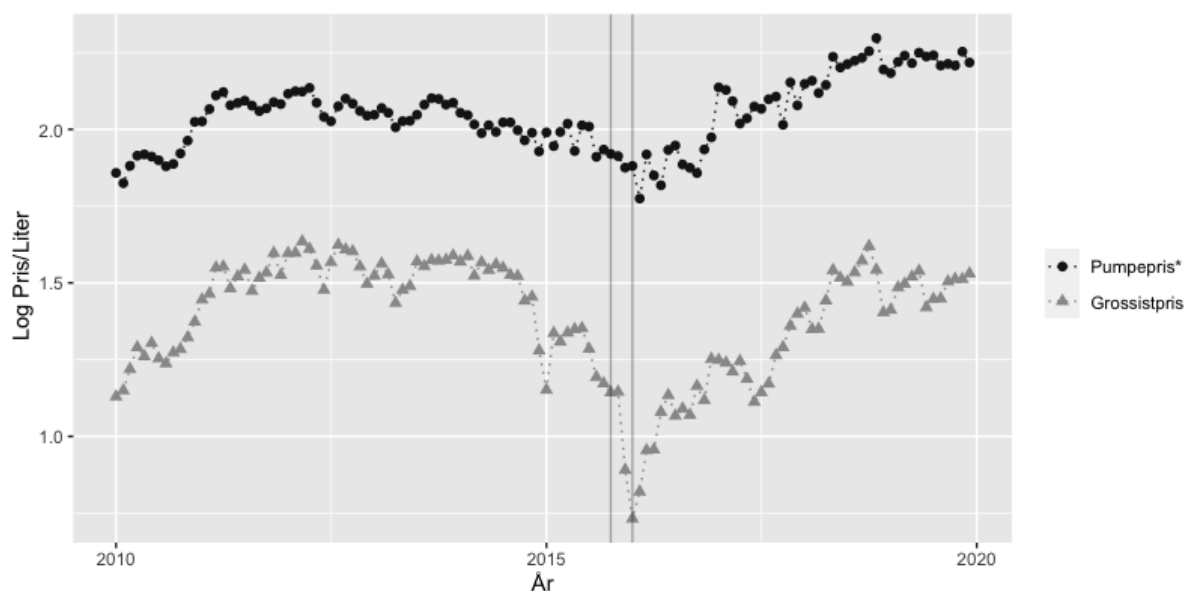
Nøkkelforutsetningen for å benytte DiD er parallele trender mellom gruppene i pre-behandlingsperioden. Forutsetningen krever at uten behandling ville forskjellen mellom gruppene vært konstant over tid (Angrist og Pischke, 2008). Det finnes ingen statistisk test for å avgjøre oppfyllelsen av forutsetningen. En kan utføre tester eller inspisere om parallele trender ser ut til å holde, derimot vil det ikke gi en sikker indikator (Angrist og Pischke, 2008). I DDIV må forutsetningen være oppfylt for både innblandingsforhold og autodieselpriser for å unngå skjeve estimater (Lechner, 2011).

Figur 4.1 viser innblanding av biodiesel i autodiesel for både behandling- og kontrollgruppe. Figur 4.2 viser utviklingen av logtransformert norsk pumpepris korrigert for avgifter og tilhørende merverdiavgift og logtransformert grossistpris. De vertikale linjene indikerer midtperioden, fra 1.oktober 2015 til 31.desember 2015. Pre-behandlingsperioden er dermed fram til den første vertikale linjen.



Figur 4.1: Utvikling i innblandingsforhold fra 2010 til 2019

Ettersom kontrollgruppen er internasjonal grossistpris uten innblanding av biodiesel, er innblandingsnivået naturligvis null hele perioden. I pre-behandlingsperioden har innblandingsnivået vært jevnt i norsk autodiesel, med et snitt på 5,14%, før det økte i 2016. På bakgrunn av tilnærmet parallelle trender i pre-behandlingsperioden i Figur 4.1 konkluderer vi at forutsetningen er oppfylt for innblandingsforhold.



Figur 4.2: Utvikling i log norske autodiesel-pumpepriser korrigert for avgifter og tilhørende mva og log grossistpris fra 2010 til 2019

Ved å inspisere Figur 4.2 tyder datagrunnlaget på at forutsetningen også er oppfylt for log autodieselpriser i pre-behandlingsperioden, til tross for noe forskjell i utviklingen over tid mellom gruppene. Oppfylting av forutsetningen impliserer at dersom de spesifikke politikkenringene ikke ble innført i veitrafikken, antas det ved bruk av DiD, at trenden for norske pumpepriser ville ha vært lik trenden for grossistprisen over tid. Vi ville da ikke ha sett økt avstand mellom gruppene etter behandling som i Figur 4.2.

Likevel er det nødvendig å diskutere om andre faktorer fører til brudd på forutsetningen. Et tilfelle er dersom innføring av politikkenringene påvirker kontrollgruppen internasjonal grossistpris. På bakgrunn av at vi anser SUTVA som oppfylt, vil ikke innføring av politikkenringene påvirke kontrollgruppen internasjonal grossistpris. Et annet tilfelle som fører til brudd på forutsetningen er at behandlingsgruppen blir påvirket av andre politikkenringer, eksempelvis elbilpolitikken. Dersom elbilpolitikken medfører substitusjon fra dieseler til elbiler blant en stor andel konsumenter, kan etterspørselen etter autodiesel reduseres. Redusert etterspørsel kan føre til lavere påslag fra detaljistleddet og følgelig redusert norsk pumpepris. Hvis det nevnte er tilfellet er forutsetningen om parallelle trender brutt. Derimot er etterspørselen i drivstoffmarkedet relativt prisuelastisk, både på kort- og lang sikt (Anderson et al., 1997). Vi antar derfor at redusert etterspørsel ikke vil gi tilstrekkelig insentiv for å redusere påslag i detaljistleddet. Med dette antar vi at tilbudselasticiteten er høyere enn etterspørselstetisiteten. På bakgrunn av nevnt argumentasjon konkluderer vi med at forutsetningen om parallelle trender er oppfylt.

4.3.1.3 Monotonisitet

Den siste nøkkelforutsetningen for å sikre instrumentets validitet i DDIV er det Angrist et al. (1996) definerer som monotonisitet. Det vil si at de spesifikke politikkenringene påvirker faktisk innblanding på en monoton måte. Matematisk kan forutsetningen uttrykkes slik (Hudson et al., 2017):

$$P(B_{i1}^1 \geq B_{i0}^0) = 1 \quad (4.5)$$

Likningen indikerer at sannsynligheten for at innblanding i behandlingsgruppen er større eller lik innblanding i kontrollgruppen, er 1 i post-behandlingsperioden. Ettersom det er

null innblanding av biodiesel i kontrollgruppen i alle periodene er forutsetningen oppfylt.

5 Resultater

I dette kapittelet presenterer og tolker vi resultatene fra vår analyse av pumpepriseffekt ved innblanding av biodiesel i autodiesel. Vi inkluderer resultater fra first-stage for å vise hvordan instrumentene fungerer. I tillegg inkluderer vi resultatene fra OLS-regresjon av pris på innblanding for sammenligningsgrunnlag til vår modell; DDIV. Som tidligere nevnt kommer DDIV estimatet fra følgende IV-system:

$$B_{it} = \beta + \theta d_i + \rho T_t + \tau(d_i \cdot T_t) + \eta_{it} \quad (5.1)$$

$$\log(P_{it}^*) = \alpha + \kappa d_i + \omega T_t + \delta B_{it} + u_{it} \quad (5.2)$$

Tabell 5.1 viser resultatet av DDIV modellen (1), OLS regresjon (2), regresjon av ligning 5.2 og first-stage regresjon (3), regresjon av ligning 5.1.⁸

5.1 First-stage

Modell (3) i Tabell 5.1, first-stage, viser DiD av innblandet biodiesel, B_t (%). Modellen viser at instrumentet *Behandling · Midtperiode* er positivt, hvilket indikerer at politikkendringene innført 1.oktober 2015 fører til en økning i innblandet biodiesel på 0,21%. Koeffisienten er som forventet ikke-signifikant ettersom midtperiode kun inkluderer tre månedlige observasjoner av innblanding, 1.oktober 2015 til 31.desember 2015, med null variasjon. Likevel så vi det hensiktsmessig å kontrollere for midtperioden da forskriftendringen i veibruksavgift 1.oktober 2015 trolig førte til økt innblanding i midtperioden. Som nevnt vil potensiell økt pumpepris i perioden tilskrives en snittinnblanding i 2015 som er lavere enn snittinnblandingen i perioden 1.oktober til 31.desember 2015. Dermed ville vi fått en overestimert priseffekt hvis vi ikke kontrollerer for midtperioden.

Instrumentet *Behandling · Postperiode* er signifikant på 1% nivå, og indikerer virkningen av økt omsetningskrav og forskriftendring i veibruksavgift. De spesifikke politikkendringene

⁸Vi henviser interesserte lesere til Appendiks Tabell A1.1 for resultater fra DiD av autodieselpriser.

førte til en økning i innblandet biodiesel i perioden 2016 til 2019 på 9,9%. F-statistikken for instrumentene er 368, vesentlig høyere enn tommelfingerregelen på 10, som indikerer at instrumentene fungerer godt.

Koeffisienten *Behandling* er gjennomsnittlig forskjell mellom innblanding i norsk og internasjonal autodiesel i pre-behandlingsperioden. Ettersom det ikke er innblanding i grossistprisen, er gjennomsnittlig innblanding i pre-behandlingsperioden i norsk autodiesel 5,14%.

5.2 DDIV og OLS

Modell (1) og (2) i Tabell 5.1 viser resultater fra DDIV og OLS respektivt. Avhengig variabel, $\text{Log}(P_t^*)$, er autodiesel pumpepris korrigert for avgifter og mva for avgifter. Gruppetdummy *Behandling* er gjennomsnittlig prisforskjell mellom norsk pumpepris, korrigert for avgifter og mva for avgifter, og internasjonal grossistpris i pre-behandlingsgruppen. Koeffisienten er positiv og signifikant på 1% for både modell (1) og (2), hvilket indikerer at gjennomsnittlig pumpepris er høyere enn gjennomsnittlig grossistpris. Merverdiavgift på norske pumpepriser kan forklare den positive signifikante forskjellen. *Midtperiode* og *Postperiode* er tidsdummy for de respektive periodene, henholdvis 1.oktober 2015 til 31.desember 2015 og 1.januar 2016 til 31.desember 2019. Koeffisienten *Midtperiode* representerer gjennomsnittsendring i log grossistpris fra midtperiode til post-behandlingsperiode, og koeffisienten *Postperiode* representerer gjennomsnittsendring i log grossistpris fra pre- til post-behandlingsperiode. Ved inspisering av Figur 4.2 er koeffisientene som forventet negative. Forskjellen mellom koeffisientene i modell (1) og (2) kommer trolig av endogenitetsproblemer ved OLS. Forklaringsgraden er høy i begge modeller, på 0,856. Det vil si at modellene forklarer 85% av variasjonen i log pumpepris korrigert for avgifter og tilhørende mva. Dette tyder på robuste resultater.

Koeffisienten vi er interessert i er *Innblanding Biodiesel*. Koeffisienten indikerer at 1 prosentpoeng økning i innblanding øker pumpeprisen korrigert for avgifter og tilhørende mva med 2,13% ved bruk av DDIV og 2,23% ved bruk av OLS. Estimaten er signifikant forskjellig, og vi kan konkludere med at OLS overestimerer priseffekten ved innblanding. Dermed er det tilsynelatende andre faktorer enn målefeil som også skaper endogenitet,

ettersom målefeilen gir en skjevhet mot null ved bruk av OLS. Den mest plausible kanalen for endogenitet som gir positiv korrelasjon mellom innblanding og modellfeilen, er relative kostnader ved innblanding. Relative kostnader ved innblanding er en sum av flere faktorer som inngår i modellfeilen; oljepris, biodieselpriis, avgiftsletter og logistikkostnader ved innblanding. Med dette antar vi at omsetterne kun innblander utover kravet dersom det er lønnsomt, og blir begrenset av tilgjengeligheten av biodiesel. OLS fanger dermed ikke opp den minimale reduksjonen i merkostnad ved innblanding utover kravet.

Tabell 5.1: Estimert pumpepris-effekt ved biodieselinnblanding i autodiesel

	<i>Avhengig variabel:</i>		
	$\text{Log}(P_t^*)$		B_t (%)
	<i>DDIV</i>	<i>OLS</i>	<i>First-stage</i>
	(1)	(2)	(3)
Innblanding Biodiesel (B_t %)	0.0213*** (0.0041)	0.0223*** (0.0032)	
Midtperiode	-0.2575*** (0.0777)	-0.2576*** (0.0784)	-0.0000*** (0.0000)
Postperiode	-0.1368*** (0.0353)	-0.1420*** (0.0320)	-0.0000*** (0.0000)
Behandling · Midtperiode			0.2115*** (0.0248)
Behandling · Postperiode			9.8991*** (0.4496)
Behandling	0.4681*** (0.0350)	0.4586*** (0.0295)	5.1370*** (0.0248)
Konstant	1.4477*** (0.0171)	1.4498*** (0.0166)	0.0000*** (0.0000)
Observasjoner	240	240	240
R ²	0.856	0.856	0.946
F-statistikk for instrumentene			367.87***

(1) *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

(2) Newey-West standardfeil i parantes.

6 Diskusjon

I dette kapittelet diskuterer vi først resultatet vårt opp mot eksisterende litteratur. Deretter benytter vi prisestimatet vårt i diskusjon og beregning av kostnadseffekt, utslippsreduksjon og tiltakskostnad ved omsetningskrav i veitrafikken. For å evaluere kostnadseffektiviteten sammenligner vi med eksisterende litteratur for nærliggende klimatiltak i veitrafikken. Vi benytter så prisestimatet for pumpepriseffekt i Forsvaret for å diskutere kostnadseffekt, utslippsreduksjon og tiltakskostnad i Forsvaret ved innføring av et omsetningskrav for biodrivstoff. Til slutt evaluerer vi hvorvidt et omsetningskrav i Forsvaret er kostnadseffektivt.

I diskusjonen skiller vi mellom direkte og indirekte utslippseffekt. For utslippsberegning tar vi utgangspunkt i klimautslipp fra forbrenning av autodiesel, Marin gassolje (MGO) og biodiesel. Utslipp fra forbrenning av biodiesel bokføre vi til null, i henhold til nasjonalt klimaregnskap (Miljødirektoratet, 2019b). Vi benytter 2019 som beregningsår for å belyse kostnads- og utslippseffekt, på bakgrunn av tilgjengelig data.

Resultatet av analysen indikerer at 1 prosentpoeng økning i biodieselinnblanding i autodiesel øker pumpeprisen, korrigert for avgifter og tilhørende merverdiavgift, med 2,13%. Med utgangspunkt i gjennomsnittlig pumpepris, korrigert for avgifter og tilhørende merverdiavgift, på 9,24 kroner i 2019, tilsvarer økningen 0,20 kroner per liter. Gjennomsnittlig pumpepris i 2019, inkludert avgifter og merverdiavgift, er 14,89 kroner. Prisøkningen som følge av innblanding, på 0,20 kroner, tilsvarer dermed en økning i pumpeprisen i 2019 på 1,34%. Vi tar utgangspunkt i sistnevnte for videre diskusjon og beregninger.

6.1 Sammenligning med eksisterende litteratur

Det er et relativt stort omfang av pris- og kostnadsanalyser av biodrivstoff i eksisterende litteratur ettersom dagens og fremtidig pris er usikker (Illukpitiya, Prabodh de Ko, Jason P., 2014; Müller-Langer et al., 2014; Vista Analyse, 2016). Derimot er det et svært begrenset omfang av eksisterende forskning på pumpepris-effekten ved innblanding av biodrivstoff i fossilt drivstoff. Påstanden kan underbygges av Drivkraft Norges fraværende

inkludering av biodiesel som en komponent av autodieselprisen, til tross for at alle deres medlemmer innrapporterer biodrivstofforbruk til Miljødirektoratet (Konkurransetilsynet, 2014).

Etter det vi kjenner til, er den eneste beregning av pumpepris-effekten ved innblanding av biodrivstoff gjort av Miljødirektoratet (2020c). Deres beregning er basert på en prisprognose av biodiesel fra det britiske analyseselskapet Argus Consulting. Argus utarbeidet en markeds- og prisanalyse for ulike typer flytende biodrivstoff og biobrensel fram mot 2030, på oppdrag for Miljødirektoratet våren 2019 (Miljødirektoratet, 2020c).

I en konsekvensutredning om endret omsetningkrav i veitrafikken fra 2019 til 2021, benytter Miljødirektoratet prisprognosen fra Argus for å beregne økt autodiesel-pumpepris ved innblanding av biodiesel. Estimater indikerer en økning i pumpepris på 1,2%, tilsvarende 0,17 kroner per liter, ved økning i faktisk innblanding av avansert HVO fra 16,1% til 17,5% (Miljødirektoratet, 2021b). Resultatene impliserer at 1,4 prosentpoeng økning i innblanding av avansert HVO vil øke pumpeprisen med 1,2%, gitt dagens avgiftsnivå og flat pris på fossil diesel. Prisprognosen utarbeidet av Argus er basert på en svært usikker prisbane for biodrivstoff, med forventet prisoppgang på mellom 7 og 30% fra 2019 til 2030 (Miljødirektoratet, 2020c).

Sammenlignet med vårt estimat på 1,34% økning i autodieselpris ved 1 prosentpoeng økning i biodieselinnblanding, er estimatet fra Miljødirektoratet (2020c) vesentlig lavere. Med utgangspunkt i gjennomsnittlig årsforbruk av autodiesel, på 770 liter, vil vårt estimat tilsvare 39% større reduksjon i konsumentoverskuddet.⁹

I motsetning til Miljødirektoratet (2020c), er ikke vårt estimat kun et resultat av høyere relativ pris på biodiesel til autodiesel, men også eventuelle merkostnader knyttet til biodieselinnblanding. Potensielle kilder til merkostnad ved innblanding er høyere frakt- og logistikkostnader. Som nevnt fraktes biodrivstoff på egne skip til Norge og distribueres med bil fra nærmeste tankanlegg, i motsetning til autodiesel som fraktes i tankene på «vanlig» skipsfrakt og distribueres med skip (Rambøll, 2017a). Dermed er det rimelig å forvente at vi får et høyere estimat, gitt at merkostnaden legges på pumpeprisen og

⁹Gjennomsnittlig årsforbruk av autodiesel per forbruker er 1 100 mil, og autodieselforbruk er 0,71 per mil. Argus resultater gir en årlig merkost for konsumenten på 93,5 kroner ved 1 prosentpoeng økt innblanding, og vårt estimat gir en merkost på 154 kroner.

tilfaller konsumenten.

Imidlertid er Miljødirektoratet (2020c) sitt estimat basert på innblanding av avansert HVO, som er vesentlig dyrere enn konvensjonell biodiesel. Ettersom våre estimater hovedsakelig er et resultat av konvensjonell biodieselinnblanding, er det rimelig å forvente lavere økning i pumpeprisen, dersom vi kun ser på priseffekt som følge av prisforskjell mellom bio- og autodiesel. Påstanden kan ytterligere underbygges ved at Miljødirektoratet (2020c) sitt estimat er basert på en prisøkning for avansert HVO på mellom 7 til 30% fram mot 2030.

Hvorvidt estimatet vårt skiller seg fra Miljødirektoratet (2020c) sitt estimat avhenger følgelig av størrelsesordenen på merkostnaden ved biodieselinnblanding og prisforskjellen mellom avansert og konvensjonell biodiesel.

6.2 Implikasjon av omsetningskrav i veitrafikken

I denne seksjonen beregner vi først kostnad- og utslippseffekt av omsetningskrav i veitrafikken. Deretter diskuterer vi samfunnsøkonomisk kostnad og beregner tiltakskostnad for tiltaket. Til slutt sammenligner vi tiltakskostnaden med andre klimatiltak innført i veitrafikken, og evaluerer hvorvidt et omsetningskrav i veitrafikken er kostnadseffektivt.

Beregning av kostnads- og utslippseffekt om legger grunnlag for evaluering av omsetningskravets kostnadseffektivitet, vil ta utgangspunkt i et innblandingsnivå på 15%. Vi har valgt 15% fordi det er snittinnblanding i perioden 2016 til 2019. I tillegg er høyeste innblandingsnivå i datasettet 18%, slik at et høyere innblandingsnivå trolig vil svekke presisjonen til estimatet. Statistisk sett vil standardfeil og konfidensintervallene øke betraktelig. Vi antar dermed at merkostnaden ved innblanding er lineær opptil 18%, og at merkostnaden vil flate ut etter 18%. Antakelsen impliserer at større volum vil gi lavere variable kostnader, eksempelvis fraktkostnader og driftkostnader. Vi anser antakelsen som rimelig ettersom et stort volum omsatt biodrivstoff kan gjøre det lønnsomt å etablere egne tankstasjoner og dermed muliggjøre samlasting i tankene på «vanlig» skipsfrakt, hvilket vil redusere fraktkostnader knyttet til biodiesel. I videre diskusjon tar vi utgangspunkt i total omsatt volum autodiesel på 3 milliarder liter i 2019. Vi antar at autodiesel i 2019 har null innblanding for enkelhets skyld.

6.2.1 Direkte effekt

Med utgangspunkt i estimatet vårt på 0,2 kroner økning i pumpepris per prosentpoeng økning i innblanding, vil 15% innblanding øke pumpeprisen med 3 kroner per liter (20% økning i pumpepris). Med utgangspunkt i total mengde solgt autodiesel på 3 milliarder liter i 2019, vil total merkostnad være 9 milliarder kroner for konsumenter i veitrafikken (Statistisk Sentralbyrå, 2021b). For hver enkelt konsument, gir et innblandingsnivå på 15% en årlig merkostnad på 2310 kroner, gitt gjennomsnittlig årsforbruk av autodiesel på 770 liter.

Tilhørende direkte utslippsreduksjon ved 15% innblanding er 0,4 kg CO₂ per liter autodiesel.¹⁰ Innblanding på 15% krever 450 millioner liter biodiesel, og summert utslippsbesparelse i veitrafikken blir dermed 1 197 000 tonn CO₂ i 2019.

6.2.2 Indirekte effekt

Prisøkning i autodiesel som følge av biodieselinnblanding bidrar til å gi ytterligere kostnads- og utslippseffekter som må hensyntas i evaluering av kostnadseffektivitet. Effektene avhenger imidlertid av insidenfordeling, drivstoffelastisitet og krysspriselastisitet.

Vi har antatt insidens lik 1 på konsumentensiden, som vil si at alle avgifter og alt av merkostnad ved biodieselinnblanding tilfaller konsumenten. Med andre ord er kostander ved biodieselinnblanding inkludert i pumpeprisen, gitt vår antakelse. Dersom insidensen på konsumentensiden ikke er 1, vil total merkostnad ved innblanding av biodiesel være høyere enn vårt estimat, fordi produsentene da påtar seg noe av kostnaden. Kostnaden som produsentene potensielt påtar seg er naturligvis ikke en del av pumpeprisen, og følgelig ikke en komponent i vårt estimat.

Størst insidens tilfaller aktører i markedet med lavest elastisitet relativt til andre aktører. For å evaluere hvorvidt antakelsen om insidens lik 1 på konsumentensiden er rimelig, tar vi kun utgangspunkt i tidligere analyser og beregninger av priselastisitet for drivstoff, for konsumenter. Insidensfordelingen avhenger som nevnt av det relative forholdet mellom tilbud- og etterspørselelastisitet. Vi tar ikke utgangspunkt i tilbudselasititet for drivstoff

¹⁰En liter autodiesel slipper ut 2,66kg CO₂. Innblandingsnivå på 15% innblanding reduserer følgelig utslipp med 0,4 kg CO₂, gitt beregningsmetode

fordi det ikke eksisterer beregninger av tilbudselastisiteten for norske forhold, etter det vi er kjent med.

Ettersom elastisiteten avhenger av nasjonale, lokale og regionale forhold, er det begrenset hvor mye en kan støtte seg på utenlandske analyser. Derfor har vi kun inkludert tidligere analyser for norske forhold som beregner priselastisiteten direkte, vist i Tabell 6.1. Oversikten viser et relativt entydig bilde av drivstoffpriselastisitetene, med noe variasjon. Vi valgte derfor å benytte gjennomsnittet av priselastisitetene i videre diskusjon.

Tabell 6.1: Oversikt over drivstoffpriselastisiteter i Norge

Kilde	Kontekst	Kort sikt	Lang sikt
Odeck og Johansen (2016)	Drivstoffelastisitet dynamisk modell. Årlige makroøkonomiske data for Norge (1980–2011)	-0,26	-0,36
Fridstrøm og Alfsen (2014)	Drivstoffelastisitet. «Vegen mot klimavennlig transport.»	-0,13 ¹¹	-0,22 ¹²
Labandeira et al. (2017) ¹³	Metastudie om priselastisitet for energi etterspørsel. Elastisitetene er for autodiesel	-0,16	-0,40
Fridstrom (1999)	Drivstoffelastisitet 1994	-0,11	-0,24
Fridstrøm og Rand (1993)	Elastisitet for økt kostnad ved bruk av bil	-0,21	-0,43
Snittselastisitet		-0,17	-0,33

¹ ²Beregnet gjennomsnitt av oppgitt kortsiktig og langsiktig etterspørselselastisitet på mellom -0,08 og -0,18, og -0,17 og -0,27 respektivt.

³Internasjonal studie inkludert på bakgrunn av at Finansdepartementets modeller baserer seg på internasjonale metaanalyser (Fridstrøm et al., 2020).

Drivstoffelastisiteten er dermed -0,17 og -0,33 på kort og lang sikt. Dette impliserer at 1% økning i drivstoffpris resulterer i henholdvis 0,17% og 0,33% reduksjon i etterspørsel etter drivstoff. Etterspørsel etter drivstoff er dermed uelastisk. På lengre sikt er imidlertid priselastisiteten noe høyere da konsumenter har bedre tid, mer informasjon og følgelig flere substitusjonsmuligheter. Lav priselastisitet på både kort og lang sikt skyldes trolig

høy substitueringskostnad til mer drivstoffgjerrige biler relativt til marginal prisøkning i drivstoffprisen. På grunnlag av konsumentenes lave drivstoffpriselasitet, konkluderer vi med at en antakelse om insidens lik 1 på konsumentensiden, for både avgifter og innblanding av biodiesel, er rimelig. Videre antar vi at priselasiteten for drivstoff tilsvarer priselasiteten for autodiesel.

Indirekte utslippseffekt er et resultat av redusert etterspørsel etter autodiesel som følge av økte autodieselpriser ved innblanding. Med utgangspunkt i drivstoffpriselasitetene på henholdsvis -0,17 og -0,33, vil en økning i prisen på 20% ved 15% innblanding føre til en reduksjon i etterspørsel etter autodiesel på 3,4% på kort sikt og 6,6% på lang sikt. Vi antar med dette at at priselasiteten øker lineært ved prisøkning opptil 20%, og at etterspørselelasiteten fortsatt er lavere enn tilbudselasiteten. Vi anser antakelsen som rimelig fordi det trolig må en betydelig økning i drivstoffpris til, før substitueringskostnad til mer drivstoffgjerrige biler er lavere enn økningen i drivstoffpris. Antakelsen er i tråd med Steinsland og Fridstrøm (2014) sitt funn om at det må en ekstrem prisøkning til for stor substitusjonseffekt fra fossildrevet bil.¹⁴

Innblanding på 15% i 2019 tilsvarer følgelig en forbruksreduksjon i autodiesel på kort og lang sikt på henholdsvis 102 millioner og 264 millioner liter autodiesel. Reduksjonen i autodieselkonsum gir utslippsbesparelser på respektive 271 320 og 702 240 tonn CO₂.

Derimot kan det anføres at det trolig vil oppstå substitusjonseffekter til andre alternative fremkomstmidler. Beregnet indirekte utslippseffekt i foregående avsnitt er dermed et best tenkelig scenario, og endelig utslippsreduksjon vil avhenge av substitusjonseffekten. Gange, sykkel, offentlig transport, lavutslipp-kjøretøy og fly er de mest nærliggende alternativene til fossildrevet kjøretøy. Sammenlignet med nevnte substitutter medfører substitusjon til fly betydelig større utslipp. Substituttens relevans avhenger av hvorvidt autodiesel blir benyttet for korte eller lange kjøreturer.

Tabell 6.2 viser ulike krysspriselasiteter for korte og lange turer ved en økning i drivstoffprisen på 1%. Det er noe variasjon mellom krysspriselasitetene mellom korte og lange turer, men generelt anser vi de lave og at det dermed er begrenset substitusjonseffekt

¹⁴Steinsland og Fridstrøm (2014) beregnet en reduksjon i bilbruk på 54% på landsbasis med en drivstoffpris på 100 kroner per liter.

i markedet. I videre diskusjon ser vi derfor bort fra substitusjon til utslippsgivende fremkomstmidler.

Tabell 6.2: Krysspriselastisitet ved økt drivstoffpris for korte og lange turer

Substitutt	Korte turer	Lange turer
Gange	0,057	-
Sykkel	0,120	-
Kollektiv transport	0,126	0,065
Fly	-	0,040

Kilde: Steinsland et al. (2016) og Fridstrøm (2017)

6.2.2.1 Endring i produsentoverskudd

Med antatt lik gjennomsnittlig bruttoavanse i periodene, vil pumpeprisøkning som følge av innblanding gi en prosentvis reduksjon i bruttoavanse. Reduksjon i prosentvis bruttoavanse kan ses på som et nyttetap, eller reduksjon i produsentoverskudd. Vi velger å ta utgangspunkt i autodieselprisens oppbygning fra (Drivkraft Norge, 2019) hvor bruttoavanse er 10% for beregning av nyttetapet, da faktisk bruttoavanse ikke er tilgjengelig. Ettersom ett prosentpoeng økning i innblanding øker pumpeprisen med 0,2 kroner, gir det et nyttetap på 0,02 kroner per liter ved uendret bruttoavanse i kronebeløp. Med et innblandingsnivå på 15% vil nyttetapet per liter autodiesel være 0,3 kroner. For omsettere i veitrafikken i 2019 gir det et samlet tap i produsentoverskudd på 2,7 milliarder kroner.

6.2.3 Samfunnsøkonomisk kostnad

Samfunnsøkonomisk kostnad inkluderer privatøkonomisk kostnad og eksterne virkninger, og er nødvendig å beregne for å evaluere kostnadseffektiviteten av omsetningskravet (DFØ, 2018). Privatøkonomisk kostnad ved 15% innblandet biodiesel er reduksjon i konsument- og produsentoverskudd på henholdsvis 3 og 0,3 kroner per liter autodiesel. Vårt estimat inkluderer merverdiavgift, som ikke er relevant ved vurdering av virkninger på samfunnet som helhet. Merverdiavgift innebærer kun en overføring mellom private og staten. Videre

ser vi bort fra at næringsaktører vanligvis får fradrag for merverdiavgiften. Vi benytter derfor estimert prisøkning og nyttetap ekskludert merverdiavgift, på respektive 2,25 kroner og 0,225 kroner per liter.

Vi beregner tiltakskostnad ved et omsetningskrav på 15%, for å kunne sammenligne og evaluere kostnadseffektivitet med andre relevante klimatiltak. Tiltakskostnad er samfunnsøkonomisk kostnad per unngått tonn CO₂-ekvivalenter (Miljødirektoratet, 2019c).

Tiltakskostnaden beregner vi for et spesifikt år fremfor en gitt, fremtidig tidsperiode. Vår tilnærming er basert på en antakelse om at innblanding av biodiesel ikke krever ytterligere investeringer for omsettere. Antakelsen er rimelig da flere biodieseltypene direkte kan blandes inn i autodiesel uten ytterligere komplikasjoner og krav til nytt utstyr (Weber og Amundsen, 2016). Følgelig så vi det ikke nødvendig å foreta en nåverdianalyse, som ofte er benyttet i litteraturen ved beregning av tiltakskostnad (Miljødirektoratet, 2019c; Vista Analyse, 2017; Enova, 2017). Ettersom det er minimal produksjon av biodrivstoff i Norge, ser vi bort fra et potensielt økt produsentoverskudd som følge av økning i omsetningskrav for norske leverandører av biodrivstoff. Skattefinansieringskostnad er ikke inkludert fordi tiltaket på det nåværende tidspunkt ikke krever offentlig finansiering. Begrenset tilgang på biodrivstoff kan derimot kreve offentlig finansiering for produksjon av biodrivstoff i fremtiden ved et forhøyet krav.

I likhet med Miljødirektoratet (2020c) inkluderer vi helsegevinst ved redusert forbruk av fossil diesel i beregning av tiltakskostnaden. Innblanding av biodiesel reduserer utslipp av nitrogenoksider (NO_x) og svevestøv (PM₁₀), to luftforurensende partikler som slippes ut ved forbrenning av autodiesel. NO_x og PM₁₀ påvirker befolkningens helse ved at det utvikler og forverrer sykdom, og forkorter levetid. Ved å blande inn biodiesel i autodiesel får samfunnet dermed en helsegevinst. Vi tar utgangspunkt i verdsettingsanslagene fra tidligere versjon av Statens Vegvesens Håndbok for å tallfeste helsegevinsten. Verdsettingsanslagene for PM₁₀ og NO_x er på henholdsvis 3000 og 100 kroner per kilo (Statens Vegvesen, 2018). For beregning av eksternt gevinst benytter vi utslipp for både liten og stor personbil på 0,055 gram PM₁₀ og 8,99 gram NO_x per liter autodiesel (Miljødirektoratet, 2020c). Ved 15% innblanding vil det gi en helsegevinst tilsvarende 0,16 kroner per liter autodiesel.

I beregning av tiltakskostnaden inkluderer vi utslippsreduksjon av CO₂, NO_x og PM₁₀ i nevner. Tiltakskostnaden er beregnet slik:

$$\frac{\text{Samlet samfunnsøkonomisk kostnad ved et omsetningskrav på 15\%}}{\text{Sum av totale CO}_2\text{-ekvivalenter redusert ved et omsetningskrav på 15\%}} \quad (6.1)$$

Basert på ovennevnt diskusjon og tall får vi en samlet samfunnsøkonomisk kostnad ved et omsetningskrav på 15% på 2,315 kroner per liter multiplisert med 3 milliarder liter autodiesel. Total utslippsreduksjon, direkte og indirekte på kort sikt i veitrafikken, er 1 473 313 tonn CO₂-ekvivalenter. Tiltakskostnaden for et omsetningskrav på 15% er følgelig 4714 kroner per tonn CO₂-ekvivalenter.

For å sammenligne tiltakskostnaden vi har beregnet tar vi utgangspunkt i tiltakskostnad for opptrapping av omsetningskrav med 10% fra 2021 til 2030, ved bruk av avansert HVO, beregnet av Miljødirektoratet (2020c). Beregningen er i likhet med ovennevnte pumpepris-estimat basert på estimater fra Argus. Argus legger til grunn en prisøkning for avansert HVO på mellom 7 og 30% fra 2019 til 2030, og at avansert HVO del A blir omtrent 90% dyrere enn fossil diesel i 2030. Tiltakskostnaden er på omlag 2000 kroner per tonn CO₂-ekvivalenter.

Sammenlignet tar vi utgangspunkt i et omsetningskrav på 15% uten å differensiere mellom konvensjonell og avansert biodrivstoff. Ulike innblandingskrav er imidlertid ikke en åpenbar grunn for vesentlig forskjell i estimatene, ettersom avansert HVO er dyrere enn konvensjonell biodrivstoff. Vi mener derfor at forskjellen i estimatene trolig skyldes følgende grunner: (I) vårt resultat er overestimert, (II) Miljødirektoratet (2020c) undervurderer den privatøkonomiske tiltakskostnaden og (III) Miljødirektoratet (2020c) har hensyntatt ytterligere positive eksterne virkninger. I de tre påfølgende avsnittene vil vi diskutere hver enkelt påstand nærmere.

Vårt resultat kan være overestimert dersom produksjon av biodiesel i Norge fører til en nevneverdig økning i produsentoverskudd for norske leverandører av biodiesel. I tillegg kan pumpepris-effekten være overestimert dersom bruttoavanse har vært høyere i post-behandlingsperiode relativt til pre-behandlingsperiode. DDIV fjerner gjennomsnittlig forskjeller innad og mellom gruppene, dermed er en lik gjennomsnittlig bruttoavanse i

periodene korrigert for.

Miljødirektoratet (2020c) undervurderer den privatøkonomiske tiltakskostnaden dersom de ikke inkluderer ytterligere kostnader ved innblanding foruten høyere biodieselpris relativt til autodiesel. Etter det vi kjenner til inkluderer Miljødirektoratet (2020c) kun forventet prisøkning på biodiesel for å beregne endringen i konsumentoverskuddet, og inkluderer ikke endring i produsentoverskudd. Argumentet kan støttes av Vista Analyse (2017) sin rapport om hvordan metoden for beregning av tiltakskostnader kan videreutvikles og forbedres. Ifølge Vista Analyse (2017) er virkningen av tiltak på konsumentoverskudd til dels svakt behandlet i Miljødirektoratets analyser. Imidlertid er det viktig å påpeke at utsagnet er basert på Klimakur 2020, og ikke Klimakur 2030 som vi sammenligner med. Derimot ser det ut til at dette er gjeldende for beregningen av tiltakskostnad for omsetningskrav i Klimakur, basert på ovennevnt diskusjon. Derfor mener vi det er sannsynlig at Miljødirektoratet underestimerer tiltakskostnaden ved et omsetningskrav.

Miljødirektoratet (2020c) kan ha hensyntatt ytterligere positive eksterne virkninger som fører til en lavere tiltakskostnad. Eksempelvis påpeker Fridstrøm (2017) at store økninger i autodieselprisen kan føre til ringvirkninger i reiselivsnæringen og transportintensensitive næringer. Antall buss- og bilturister vil potensielt reduseres som følge av økte pumpepriser ved økt biodieselinnblanding i Norge, gitt konstante pumpepriser for autodiesel i våre konkurrerende naboland. I tillegg vil transportintensensitive næringer kunne oppleve et nyttetap som følge av høye dieselpriiser. Videre kan et forhøyet omsetningskrav fremme investering i biodrivstoffproduksjon, hvilket kan øke tilgjengeligheten og potensielt redusere prisene. Derimot er ringvirkningene svært usikre og nærmest umulig å kvantifisere. Vi anser det derfor lite sannsynlig at Miljødirektoratet har inkludert ytterligere ringvirkninger uten å påpeke de.

Foruten å sammenligne med Miljødirektoratet (2020c) sin beregning av tiltakskostnad for et omsetningskrav, er det viktig å påpeke at tiltakskostnaden vi beregnet kan være undervurdert. Vi inkluderer indirekte utslippsreduksjon på kort sikt, hvor vi antar at konsumenter ikke substituerer til utslippsgivende alternativer. Med utgangspunkt i Tabell 6.2 er det nærliggende å forvente noe substitusjon, og følgelig er beregnet tiltakskostnad ved omsetningskrav i veitrafikken noe undervurdert. Utslippsreduksjonen er beregnet i henhold til nasjonalt klimaregnskap sin bokføringspraksis; forbrenning av biodiesel i

Norge bokføres som null. Det vil si at vi ikke inkluderer livsløpsutslipp fra produksjon og transport. I global sammenheng er dermed utslippsreduksjonen kraftig overvurdert, og tiltakskostnaden undervurdert.

6.2.4 Sammenligning med andre klimatiltak

For å kunne evaluere hvorvidt et omsetningskrav i veitrafikken er et kostnadseffektivt klimatiltak, er det nødvendig å sammenligne med andre klimatiltak.

6.2.4.1 Elbilpolitikken

Elbilpolitikken gir økonomisk insentiv til å kjøpe elbiler fremfor fossildrevne biler ved fordeler og avgiftsletter (Miljødirektoratet, 2020c). Det er utført en rekke beregninger av den samfunnsøkonomisk tiltakskostnaden for elbilpolitikken.

Gjennomsnittlig tiltakskostnad for stor elbil relativt til stor fossildrevet bil i perioden 2020-2030 er ifølge Miljødirektoratet (2020c) 2071 kroner, med tiltakskostnad i 2020 og 2030 på henholdsvis 7200 kroner og -500 kroner. Den vesentlige forskjellen i tiltakskostnad mellom årene er antatt reduksjon i fremtidig batteripriser og tilhørende teknologi for elbiler. Dersom utviklingen i elbilkostnader som Miljødirektoratet (2020c) beregnet er reell, og prisforholdet mellom autodieselpris og innblandingskostnad vedvarer, vil omsetningskrav være mer kostnadseffektivt enn elbilpolitikken fram til 2023.

Sammenlignet med tiltakskostnad for elbil i 2030, er imidlertid tiltakskostnaden ved omsetningskrav vesentlig høyere. Tiltakskostnaden for et omsetningskrav på 15% er 4714 kroner, mens elbilpolitikken gir en positiv gevinst. Følgelig kan elbilpolitikken anses som et vesentlig mer kostnadseffektivt klimatiltak på sikt, mens omsetningskravet er mer kostnadseffektivt fram til 2023.

6.2.4.2 Kvoteprisen

For et bredere sammenligningsgrunnlag ser vi det hensiktsmessig å sammenligne med kvoteprisen, prisen for å slippe ut ett tonn CO₂ i kvotepliktig sektor (Regjeringen, 2020). Kvoteprisen blir satt i EUs kvotemarkedet, gjennom kjøp og salg av klimakvoter, med et tak på antall kvoter fastsatt av EU (Miljødirektoratet, 2021a). Handel av klimakvoter skjer helt til grensekostnad for rensing er lik grensekostnad for utslipp av CO₂. Kvoteprisen er

derfor ansett som nærmeste indikasjon på hva marginalkostnad for utslipp er, til tross for stor diskusjon om hva *korrekt* kvotepris er.

Prisen for én klimakvote 15.april 2021 var €43,96 per tonn CO₂, som med tilhørende valutakurs tilsvarer 441,5 kroner (Ember, 2021). Sammenlignet med tiltakskostnaden ved et omsetningskrav på 15% på 4714 kroner, er tiltakskostnaden ved et omsetningskrav omtrent 10 ganger så høy som kvoteprisen. Uavhengig av om kvoteprisen representerer sann marginalkostnad for et tonn CO₂-utslipp, mener vi at marginalkostnaden for å redusere utslipp trolig ikke er like høy som tiltakskostnaden for omsetningskrav. Følgelig kan vi konkludere at et omsetningskrav for biodrivstoff er et svært dyrt klimatiltak, gitt dagens kvotepris.

6.2.4.3 Internasjonale klimatiltak

For å få et bredere sammenligningsgrunnlag til å evaluere kostnadseffektiviteten av omsetningskrav i veitrafikken, sammenligner vi beregnet tiltakskostnad for et omsetningskrav med utvalgte klimatiltak innført i USA og Canada.

Metcalf (2008) beregner tiltakskostnad ved skattelette på 51 cent USD per gallon bioetanolbruk i fossildrevne biler i USA. Tiltakskostnaden er beregnet til omtrent 1700 USD per redusert tonn CO₂. På bakgrunn av betydelig høy tiltakskostnad argumenterer Metcalf (2008) at skatteletten bør erstattes med en karbonpris. I sammenligning med beregnet tiltakskostnad for omsetningskrav, er en skattelette vesentlig dyrere og mindre kostnadseffektivt.

Skatteletten medfører økt etterspørsel etter bioetanol på grunn av lavere priser relativt til bensin. Substitueringen fra bensin til bioetanol reduserer naturligvis etterspørsel etter bensin. Som en følge reduseres bensinprisene, og medfører reversert substitusjonseffekt. Utslippseffekten av skatteletten blir dermed utliknet på sikt, hvilket er mye av grunnen til den høye tiltakskostnaden. Relativt høy tiltakskostnaden ved skattelettelse av biodrivstoff i USA kan videre underbygges av et studie foretatt av Lapan og Moschini (2012), som sammenlignet tiltakseffektivitet ved skattelettelse, subsidiering og krav. Lapan og Moschini (2012) finner at krav tilsvarer en kombinasjon av drivstoffskatter og subsidiering, som er inntektsnøytrale. Ut fra et velferdsperspektiv viser studien at et krav dominerer subsidie,

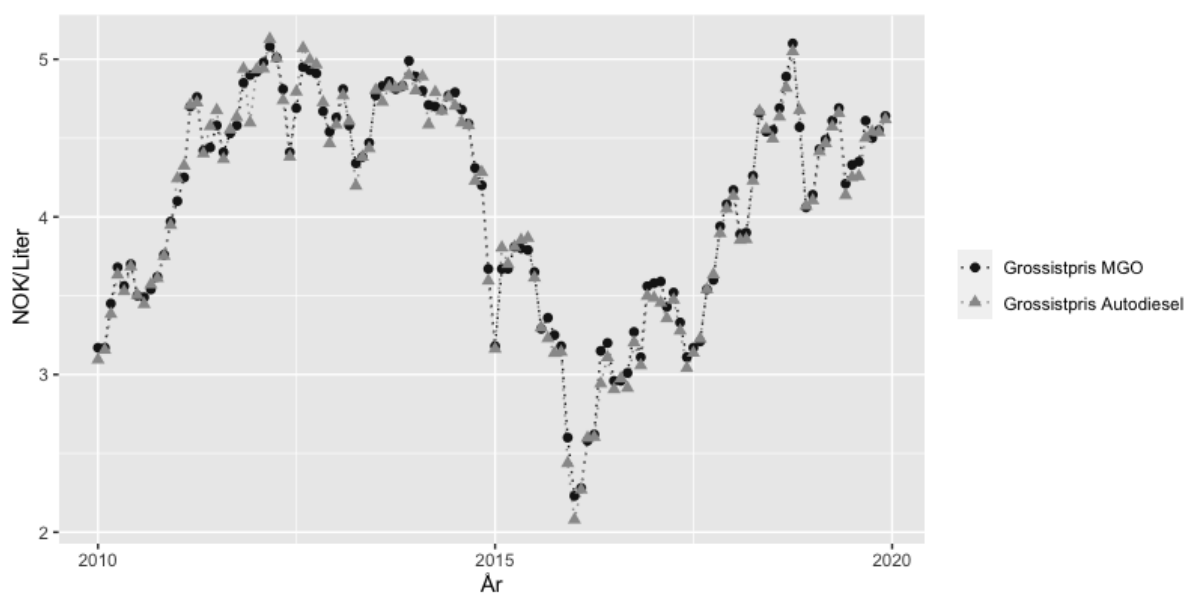
og en kombinasjon av avgifter og krav vil være velferdsforbedrende. Basert på nevnt studie er dagens politikk i Norge, med omsetningskrav for biodrivstoff og avgifter for fossildrevne biler, mer kostnadseffektivt og optimalt i et velferdsperspektiv sammenlignet med skatteletten i USA.

I 2000 ble det gitt 1000 canadiske dollar (CAD) i salg rabatt ved hybridbilkjøp i den canadiske provinsen Britisk Columbia. Chandra et al. (2010) beregnet tiltakskostnaden til 159 CAD (omtrent 1590 kroner), ved å evaluere rabattens påvirkning på hybridbilsalg og reduksjon i nyinnkjøp av konvensjonelle biler. Hybridbilsalget økte med 26%, med noe reduksjon i antall fossilbiler solgt. Tiltakskostnaden beregnet er et resultat av kostnad ved politikken og tilhørende utslippseffekt. Sammenlignet med omsetningskrav, skattelette og dagens elbilpolitikk er tiltaket vesentlig mer kostnadseffektivt. Derimot er det uklart hvorvidt studien inkluderer andre faktorer som eksterne virkninger, skattefinansieringskostnad og fordelingseffekter, som vil være relevant ved innføring av en slik politikk i Norge.

Vi ønsker videre å foreta en ytterligere analyse av ikke-kvotepiktig sektorer hvor drivstoff er en viktig innsatsfaktor. Forsvaret er sektor hvor estimatet vårt tillater å evaluere potensielle virkninger av et omsetningskrav for biodrivstoff. Vi velger å evaluere kostnadseffektiviteten av et omsetningskrav i Forsvaret, fordi vi anser tiltaket som en god mulighet for utslippskutt i Forsvaret, hvor det meste av utslipp stammer fra drivstofforbruk.

6.3 Implikasjon av omsetningskrav i Forsvaret

Vi mener prisestimatet vårt kan anvendes for evaluering av et omsetningskrav i Forsvaret, da Forsvaret benytter MGO som har tilnærmet like egenskaper som autodiesel. Vi antar lik priseffekt i kroner ved innblanding i MGO som estimert for autodiesel, på henholdsvis 0,20 kroner per prosent innblandet. Antakelsen er basert på at grossistprisen for autodiesel og MGO er tilnærmet lik, som illustrert i Figur 6.1. Vi ser dermed bort fra avgifts- og påslagsforskjeller i pumpeprisen for autodiesel og MGO.



Figur 6.1: Prisutvikling av grossistpris for MGO og autodiesel fra 2010-2019

Ved beregning av tiltakskostnad for et omsetningskrav antar vi drivstoffpriselastisitet tilnærmet lik null i Forsvaret. Antakelsen er basert på Forsvarets forskningsinstitutt (2020) sin prognose om økt forbruk fram mot 2040, og Forsvarets begrensede substitusjonsmuligheter. Dermed vil innblanding av biodiesel og tilhørende merkostnad trolig ikke føre til redusert forbruk, og kun medføre en direkte utslippseffekt. Vi benytter forbruket av MGO i Forsvaret i 2019 på henholdsvis 45 968 000 liter (Forsvarets Forskningsinstitutt, 2021).

Et omsetningskrav for biodrivstoff i MGO på 15% vil kreve 6 895 200 liter biodiesel, hvilket vil medføre en merkostnad på 9 193 600 kroner. Sett i sammenheng med Sjøforsvaret og Kystvaktens budsjett på 5,57 milliarder i 2019, utgjør merkostnaden ved 15% biodieselinnblanding 0,165% (Forsvaret, 2021). I lys av Sjøforsvaret og Kystvaktens budsjetter, kan et omsetningkrav i Forsvaret anses som et rimelig klimatiltak.

I likhet med autodiesel gir MGO utslipp på 2,66 kg CO₂ per liter, og 15% innblanding av biodiesel i MGO gir følgelig en utslippsreduksjon på 0,4 kg CO₂ per liter (Miljødirektoratet, 2021a). Total utslippsreduksjon med 15% innblanding er 18 341 tonn CO₂.¹⁵ Sett i sammenheng med Forsvarets direkte utslipp fra MGO i 2019 på 125 831 tonn CO₂-

¹⁵Beregnet i henhold til de nasjonale klimaregnskapene fra FNs klimakonvensjon hvor CO₂-utslipp fra forbrenning av biomasse bokføres som null. Livssyklus- og ILUC-effekter, som reduserer besparelsen globalt sett er derfor ikke inkludert, i likhet med utslippsbesparelsen beregnet for innblanding i autodiesel.

ekvivalenter, utgjør utslippsbesparelsen 14,58%. Med utgangspunkt i Forsvarets totale direkte utslipp på 251 278 tonn CO₂-ekvivalenter i 2019 er utslippsbesparelsen på 7,3% (Forsvarets Forskningsinstitutt, 2021). Et omsetningskrav i Forsvaret ser dermed ut til å ha en relativt stor effekt på utslipp i Forsvaret.

Hvorvidt et omsetningskrav i Forsvaret kan anses som er kostnadseffektivt klimatiltak avhenger derimot av tiltakskostnad relativt til andre aktuelle klimatiltak. Tiltakskostnad beregner vi på samme vis som i veitrafikken. Imidlertid er det forskjell i NO_x utslipp ved forbruk av MGO kontra autodiesel, i tillegg medfører MGO utslipp i svoveloksider (SO_x). Per liter MGO er utslipp av NO_x og SO_x henholdsvis 0,07 kg og 0,046 kg (Rambøll, 2017b). Vi har ikke tall for helsegevinsten ved utslippsreduksjon av SO_x, derfor inkluderer vi kun helsegevinst ved utslippsreduksjon av NO_x og PM₁₀. Samlet samfunnsøkonomisk kostnad ved et omsetningskrav på 15% i Forsvaret er 2,315 kroner per liter multiplisert med 45 968 000 liter MGO. Total utslippsreduksjon er 19 141 tonn CO₂-ekvivalenter. Tiltakskostnaden for et omsetningskrav på 15% i Forsvaret er følgelig 5560 kroner per tonn CO₂-ekvivalenter.

Sammenlignet med tiltakskostnaden for omsetningskrav i veitrafikken, er tiltaket 18% dyrere i Forsvaret, og følgelig mindre kostnadseffektivt. Tiltakskostnaden for Forsvaret er i tillegg høyere enn elbilpolitikken på sikt, kvoteprisen og rabatt for hybridbil, noe som indikerer at det kan være mer kostnadseffektivt å redusere utslipp i andre ikke-kvotepliktige sektorer enn Forsvaret. Imidlertid kan ikke Forsvaret avskrives da det er andre mulige klimatiltak enn omsetningskrav for biodrivstoff som kan implementeres. Hvorvidt tiltakene er mer kostnadseffektive krever videre forskning. Aktuelle klimatiltak er bruk av ammoniakk, syntetisk drivstoff, hydrogen, biogass og LNG fremfor fossile drivstoff. Videre kan tiltak for energieffektivisering, energieffektive fremkomstmidler og maskiner, og utvidet bruk av simulator til trening være aktuelle kostnadseffektive klimatiltak.

CO₂-avgiften er på det nåværende tidspunkt det viktigste klimapolitiske virkemiddelet som påvirker Forsvaret. I 2019 var CO₂-avgiften 444 kroner per tonn. Hvorvidt CO₂-avgift er mer kostnadseffektivt enn et potensielt omsetningskrav, avhenger av utslippsreduksjonen avgiften medfører. Basert på tidligere antakelse om uelastisk drivstoffetterspørsel, vil ikke avgiften medføre substitusjon eller reduksjon i forbruk, og kun øke utgiftene til Forsvaret. I motsetning sikrer et omsetningskrav umiddelbar direkte utslippsreduksjon. Vi konkluderer

derfor med at et omsetningskrav i Forsvaret er mer kostnad- og styringseffektivt enn nåværende CO2-avgift.

6.4 Styrker og svakheter ved analysen

En styrke ved analysen er at vi har hensyntatt en rekke faktorer og endogenitetsproblemer som eksisterer ved bruk av OLS på grunn av målefeil og utelatte variabler. De uobserverbare faktorene som skaper skjevhet i OLS-estimatene er etterspørsel etter autodiesel og relativ kostnad ved innblanding utover kravet, som avhenger av biodieselpriis, kostnader ved innblanding, avgiftsfritak og oljeprisen. Vi har anvendt en nyere metodikk for å kunne isolere priseffekten på best mulig måte og for å kunne tolke estimatet kausalt. Vi har kontrollert for forskjeller innad og mellom gruppene ved å korrigere for avgifter og ved å benytte DiD.

Til tross for styrkene er det viktig å påpeke begrensninger knyttet til data og metode som kan ha forhindret at analysen isolerte priseffekten av faktisk innblanding på autodiesel pumpepris.

En svakhet ved analysen er mangel på data for faktisk innblandingsnivå og omsatt volum ren biodiesel. Vi har som nevnt antatt konstant omsatt volum ren biodiesel. Dersom antakelsen ikke holder vil estimatet være underestimert hvis omsatt volum ren biodrivstoff har vært høyere i etter-perioden forhold til før-perioden. I motsetning vil estimatet være overestimert dersom omsatt volum ren biodiesel har vært høyere i før-perioden. Vi mener det er sannsynlig at andel omsatt ren biodiesel har økt i etter-perioden ettersom det har blitt mer fokus på miljøvennlig offentlig anskaffelser, eksempelvis benyttelse av ren biodrivstoff i kollektiv transport Miljødirektoratet (2020d).

Pumpeprisen er som tidligere nevnt ikke korrigert for bruttoavanse da data for bruttoavanse bevilget fra Drivkraft Norge inkluderer kostnad for biodieselinnblanding. DDIV fjerner gjennomsnittlig forskjeller innad og mellom gruppene, dermed er en lik gjennomsnittlig bruttoavanse i periodene korrigert for. Ved ulik gjennomsnittlig bruttoavanse i før- og etterperioden vil prisestimatet være feilaktig da det ikke representerer priseffekten av innblanding. Dersom gjennomsnittlig bruttoavanse er høyere i etter-perioden vil estimatet være overestimert, og motsatt. En løsning på problemet er å få tilgang til faktisk månedlig

gjennomsnittlig bruttoavance på aggregert nivå. Vi antar at gjennomsnittlig bruttoavance var høyere i før-perioden på grunn av større grad av stilltiende prissamarbeid. Antakelsen er basert på at Konkurransetilsynets særskilte markedsovervåkning fra 2016 trolig har begrenset det stilltiende prissamarbeidet i etter-perioden.

Videre har vi antatt full insidens på konsumentensiden, som potensielt kan være en svakhet. Dersom produsentene påtar seg noe av innblandingskostnaden vil beregnet tiltakskostnad være undervurdert, ettersom det da eksisterer ytterligere kostnader ved innblanding enn de som inngår i pumpeprisen. Det vil føre til en ytterligere reduksjon i produsentoverskudd.

Ved å benytte utslippsberegning lik det nasjonale klimaregnskapet har vi ikke inkludert livsløpsutslipp fra produksjon eller transport, og bokført klimautslipp fra forbrenning av biodiesel lik null. Beregnet utslippseffekt er derfor overvurdert, og tiltakskostnaden undervurdert. For å få et mer presist anslag på tiltakskostnad, kunne vi inkludert utslipp fra transport og biodieselproduksjon i Norge. Derimot ville ikke det gitt et godt sammenligningsgrunnlag med eksisterende beregninger av tiltakskostnad.

En annen svakhet er usikkerheten i kostnadsestimatene for Forsvaret. Vi anvender empiri, og antok at pris- og kostnadsnivå forblir på samme nivå. Fremtidig tiltakskostnad avhenger av utviklingen i biodieselpris, MGO-pris, avgiftsnivå og budsjett. En mulig løsning kunne vært å framskrive MGO-prisen, avgifter, biodieselprisen og Forsvarets forbruk. Derimot er dette svært ressurskrevende og framskrivninger innebærer også stor usikkerhet.

7 Konklusjon

Hensikten med masterutredningen var å evaluere hvorvidt omsetningskrav for biodrivstoff er et kostnadseffektivt klimatiltak i veitrafikken og i Forsvaret. Vi utførte en empirisk analyse av pumpepris-effekten ved biodieselinnblanding i autodiesel, for å beregne kostnadseffekt av omsetningskravet. Vi beregnet tilhørende utslippseffekt, og tiltakskostnad for omsetningskrav i både veitrafikken og i Forsvaret. Videre diskuterte og sammenlignet vi tiltakskostnaden med tiltakskostnad for nærliggende klimatiltak. Vår analyse differensierer seg fra tidligere forskning, ved at vi kvantifiserte omsetningskravets effekt på konsument- og produsentoverskudd.

For å kvantifisere endringen i konsumentoverskudd ved et omsetningskrav, estimerte vi pumpepris-effekten ved biodieselinnblanding i autodiesel ved bruk av Instrumented Difference-in-Differences (DDIV). Vi fant at 1 prosentpoeng økning i innblandet biodiesel i autodiesel øker pumpeprisen, korrigert for avgifter og tilhørende merverdiavgift, med 2,13%. Det tilsvarer en økning i pumpeprisen, inkludert avgifter og tilhørende merverdiavgift, på 1,34% eller 0,20 kroner, i 2019. For å kvantifisere endringen i produsentoverskudd antok vi full insidens på konsumentensiden og beregnet nyttetapet ved prosentvis reduksjon i bruttoavance. Vi fant at nyttetapet er 0,02 kroner per liter autodiesel ved 1% innblanding.

Vi beregnet tiltakskostnad for omsetningskrav på 15% i veitrafikken på 4714 kroner per unngått tonn CO₂-ekvivalenter. Tiltakskostnaden inkluderer endring i konsument- og produsentoverskudd og eksterne helsegevinster ved utslippsreduksjon. Sammenlignet med tiltakskostnad for skattelette ved innblanding av bioetanol i bensin, er omsetningskrav i veitrafikken et kostnadseffektivt klimatiltak. Dersom utviklingen i elbilkostnader som Miljødirektoratet (2020c) beregnet er reell, og prisforholdet mellom autodieselpris og innblandingskostnad vedvarer, vil omsetningskrav være mer kostnadseffektivt enn elbilpolitikken fram til 2023. Sammenlignet med tiltakskostnad for salgssrabatt for hybridbiler, kvotepris og elbilpolitikken på sikt, er omsetningskrav i veitrafikken et mindre kostnadseffektivt klimatiltak.

Vi brukte deretter prisestimatet vårt for veitrafikken i Forsvaret, og beregnet tiltakskostnad for omsetningskrav på 15% i Forsvaret til 5560 kroner, 18% høyere enn tiltakskostnaden

i veitrafikken. Forskjellen i tiltakskostnad skyldes uelastisk drivstoffpriselastisitet og begrensede substitusjonsmuligheter i Forsvaret. Vi fant at innføring av et omsetningskrav på 15% i Forsvaret vil medføre en merkostnad på 9 193 600 kroner, 0,165% av Sjøforsvaret og Kystvaktens budsjett i 2019, og redusere Forsvarets totale utslipp med 7,13%. Sammenlignet med klimatiltakene vi har tatt for oss i veitrafikken, er det mye som tyder på at det er mer kostnadseffektivt å redusere utslipp i veitrafikken, eller i andre sektorer enn Forsvaret. Derimot har vi evaluert et begrenset omfang av klimatiltak. Hvorvidt satsing på utslippreduksjon i Forsvaret er kostnadseffektivt innen ikke-kvotepliktig sektor, avhenger av andre aktuelle klimatiltak. Vi oppfordrer derfor til videre forskning på følgende klimatiltak i Forsvaret; omsetningskrav for ammoniakk, syntetisk drivstoff, hydrogen, biogass og LNG.

Omsetningskrav for biodrivstoff er en potensiell mulighet i flere sektorer, eksempelvis anser vi skipsfart og jordbruk som høyst aktuelle. Norges klimagassutslipp er på vei ned, men det må kuttes i høyere tempo for å nå klimamålene for 2030. Vi oppfordrer derfor fremtidig forskning til å evaluere hvorvidt omsetningskrav for biodrivstoff er kostnadseffektivt i andre drivstoffintensive sektorer.

Referanser

- Anderson, P. L., McLellan, R. D., Overton, J. P., og Wolfram, D. G. L. (1997). Price elasticity of demand. Hentet 3.mai 2021, fra: https://scholar.harvard.edu/files/alada/files/price_elasticity_of_demand_handout.pdf.
- Angrist, J. D., Imbens, G. W., og Rubin, D. B. (1996). Identification of causal effects using instrumental variables. *Journal of the American statistical Association*, 91(434):444–455.
- Angrist, J. D. og Pischke, J.-S. (2008). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton university press.
- Bunker Oil As (2021). Snittpriser for mgo. Tilsendt 26.januar 2021.
- Chandra, A., Gulati, S., og Kandlikar, M. (2010). Green drivers or free riders? an analysis of tax rebates for hybrid vehicles. *Journal of Environmental Economics and management*, 60(2):78–93.
- Circle K (2021). Drivstoffpriser. Hentet 23.mars 2021, fra: <https://www.circlek.no/bedrift/drivstoff/drivstoffpriser>.
- De Chaisemartin, C. (2010). A note on instrumented difference in differences. Hentet 7.mai 2021, fra: <https://sites.google.com/site/clementdechaisemartin/>.
- De Chaisemartin, C. (2021). Econometrics for 1st and 2nd year phds ucsb. Hentet 14.mai 2021, fra: <https://sites.google.com/site/clementdechaisemartin/>.
- De Chaisemartin, C. og d'Haultfoeuille, X. (2018). Fuzzy differences-in-differences. *The Review of Economic Studies*, 85(2):999–1028.
- Det europeiske miljøbyrået (2016). Om klimaendringer. Hentet 19. mai, fra: <https://www.eea.europa.eu/no/themes/climate/about-climate-change>.
- DFØ (2018). Veileder for samfunnsøkonomiske analyser. Hentet 1.april 2021, fra: <https://dfo.no/filer/Fagomr%C3%A5der/Utreddinger/Veileder-i-samfunnsokonomiske-analyser.pdf>.
- DFØ (2020). Innspillsrunde for revisjon av veiledning om klima- og miljøvennlig drivstoff og energibærere med fokus på vurdering av flytende biodrivstoff. Hentet 29. mars 2021, fra: <https://konkurransetilsynet.no/tilsynet-griper-inn-i-drivstoffmarkedet/>.
- DNV GL (2020). Energy transition norway 2020. Hentet 11.mai 2021, fra: <https://www.norskindustri.no/siteassets/dokumenter/rapporter-og-brosjyrer/energy-transition-norway-2020.pdf>.
- Doffin (2018). Kunngjøring av kontraktsinngåelse. Hentet 12.mars 2021, fra: <https://www.doffin.no/Notice/Details/2018-237715>.
- Drivkraft Norge (2019). Hva påvirker drivstoffprisene? Hentet 15.mars 2021, fra: <https://www.drivkraftnorge.no/nyheter/2019/hva-pavirker-drivstoffprisene/>.

- Drivkraft Norge (2020). Prisstatisikk. Hentet 11.mars 2021, fra: <https://www.drivkraftnorge.no/Tall-og-fakta/prisstatisikk/>.
- Drivkraft Norge (2021a). Biodrivstoff. Hentet 19.mars 2021, fra: <https://www.drivkraftnorge.no/Drivstoff-og-energi/biodrivstoff/>.
- Drivkraft Norge (2021b). Bruttoavanse. Tilsendt 19.mars 2021.
- Duflo, E. (2001). Schooling and labor market consequences of school construction in indonesia: Evidence from an unusual policy experiment. *American economic review*, 91(4):795–813.
- Ember (2021). Daily eu ets carbon market price (euros). Hentet 15.april, fra: <https://ember-climate.org/data/carbon-price-viewer/>.
- Enova (2017). Tiltakskostnader – anbefaling om valg av metode. Hentet 20.mai 2021, fra: <https://www.enova.no/om-enova/drift/tiltakskostnader/>.
- Forsvaret (2021). Statsbudsjett 2021. Hentet 15.april, fra: <https://www.forsvaret.no/aktuelt-og-presse/aktuelt/statsbudsjettet-2021>.
- Forsvarets forskningsinstitutt (2019). Kan forsvarssektoren kutte klimagassutslipp? Hentet 16.februar 2021, fra: <https://www.ffi.no/aktuelt/nyheter/kan-forsvarssektoren-kutte-klimagassutslipp>.
- Forsvarets forskningsinstitutt (2020). Framskrivning av forbruk og utslipp i forsvaret. Tilsendt 1. Februar 2021.
- Forsvarets Forskningsinstitutt (2021). Forsvarssektorens miljø- og klimaregnskap for 2019. Hentet 1.mars 2021, fra: <https://publications.ffi.no/nb/item/asset/dspace:6817/20-01849.pdf>.
- Fridstrøm, L. (1999). *Econometric models of road use, accidents, and road investment decisions. Volume 1: introductory overview, the barely revealed preference behind road investment priorities (essay 1), measuring the contribution of randomness, exposure, weather, and daylig*. Number TOI-456/1999. Transportøkonomisk institutt (Norway).
- Fridstrøm, L. og Alfsen, K. H. (2014). *Vegen mot klimavennlig transport*. Transportøkonomisk institutt.
- Fridstrøm, L., Hovi, I., Kristensen, N., Madslie, A., Bruvoll, A., Gulbrandsen, M., og Seeberg Aa, A. P. (2020). Transportmodeller for klimaanalyse.
- Fridstrøm, L. og Rand, L. (1993). *Markedet for lange reiser i Norge*.
- Fridstrøm, L. (2017). Drivstoffavgifter. Hentet 11. mai 2021, fra: <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-1-styring-bilbruk/b-1-3/>.
- Grjøtheim, K., Nordum, M., og Espenes, L. C. (2018). Kunnskapsgrunnlag for omsetningskrav i skipsfart.

- Hudson, S., Hull, P., og Liebersohn, J. (2017). Interpreting instrumented difference-in-differences. *Metrics Note, Sept.*
- IEA (2020). Global biofuel production in 2019 and breakdown for 2020. Hentet 8.mai 2021, fra: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-biofuel-production-in-2019-and-breakdown-for-2020>.
- Illukpitiya, Prabodh de Ko, Jason P. (2014). Economics of small-scale biodiesel production. Hentet 15.mai 2021, fra: <https://www.tnstate.edu/extension/documents/BiodieselEconomics.pdf>.
- Kalvik, S. (2019). Hybridisering av kv tor – en innledende vurdering av utslipp og lønnsomhet.
- Konkurransetilsynet (2010). Det norske drivstoffmarkedet. Hentet 15.mars 2021, fra: https://konkurransetilsynet.no/wp-content/uploads/2020/06/2008_0965-17-Rapport_-Det-norske-drivstoffmarkedet.pdf.
- Konkurransetilsynet (2014). Drivstoffmarkedet i norge – marginøkning og ny pristopp. Hentet 9.april 2021, fra: <https://konkurransetilsynet.no/publications/drivstoffmarkedet-i-norge-marginokning-og-ny-pristopp/>.
- Konkurransetilsynet (2015). Endringer i drivstoffmarkedet – prisbevisste kunder kan spare penger og bidra til bedre konkurranse. Hentet 31. mars 2021, fra: <https://konkurransetilsynet.no/endringer-i-drivstoffmarkedet-prisbevisste-kunder-kan-spare-penger-og-bidra-til-bedre-konkurranse/>.
- Konkurransetilsynet (2019). Tilsynet griper inn i drivstoffmarkedet. Hentet 31. mars 2021, fra: <https://konkurransetilsynet.no/tilsynet-griper-inn-i-drivstoffmarkedet/>.
- Labandeira, X., Labeaga, J. M., og López-Otero, X. (2017). A meta-analysis on the price elasticity of energy demand. *Energy policy*, 102:549–568.
- Lapan, H. og Moschini, G. (2012). Second-best biofuel policies and the welfare effects of quantity mandates and subsidies. *Journal of Environmental Economics and Management*, 63(2):224–241.
- Lechner, M. (2011). The estimation of causal effects by difference-in-difference methods. Hentet 11.april 2021, fra: https://michael-lechner.eu/ml_pdf/journals/2011_Lechner_DiD_2011_ECO%20403%20Lechner_darf%20aufs%20Netz.pdf.
- Metcalf, G. E. (2008). Using tax expenditures to achieve energy policy goals. *American Economic Review*, 98(2):90–94.
- Miljødirektoratet (2019a). Drivhuseffekten. Hentet 18.mars 2021, fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/Tema/Klima/Drivhuseffekten/>.
- Miljødirektoratet (2019b). Fakta om biodrivstoff. Hentet 11.mars 2021, fra: <https://nettarkiv.miljodirektoratet.no/hoeringer/tema.miljodirektoratet.no/no/Tema/Energi/Biodrivstoff/Fakta-om-biodrivstoff/index.html>.

- Miljødirektoratet (2019c). Metodikk for tiltaksanalyser - oppdatert versjon 2019. Hentet 1.mai 2021, fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1084/m1084.pdf>.
- Miljødirektoratet (2019d). Oppdaterte tall for bruk av biodrivstoff i veitransport. Hentet 12.mars 2021, fra: <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/fagmeldinger/2020/september-2020/oppdaterte-tall-for-bruk-av-biodrivstoff-til-veitransport/>.
- Miljødirektoratet (2020a). Biodrivstoff. Hentet 9.februar 2021, fra: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/fornybar-energi/biodrivstoff/>.
- Miljødirektoratet (2020b). Flytende biodrivstoff økte med 20 prosent i fjor. Hentet 18.mars 2021, fra: <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2020/mai-2020/flytende-biodrivstoff-okte-med-20-prosent-i-fjor/>.
- Miljødirektoratet (2020c). Klimakur 2030. Hentet 15.februar 2021, fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1625/m1625.pdf>.
- Miljødirektoratet (2020d). Vurdering av klimaeffekt av flytende biodrivstoff i offentlig anskaffelser gitt overlapp med omsetningskravet for flytende biodrivstoff. Hentet 18.mars 2021, fra: <https://www.miljodirektoratet.no/sharepoint/downloaditem?id=01FM3LD2VMUQJSS3HRVFBJUDVZJL3UTOND>.
- Miljødirektoratet (2021a). Eus system for klimakvoter. Hentet 10.april 2021, fra: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/klimakvoter/eus-klimakvotesystem/>.
- Miljødirektoratet (2021b). Konsekvensutredning: Endret omsetningskrav for biodrivstoff til veitrafikk fra 1. juli 2020 og 1. januar 2021. Hentet 23.mars 2021, fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/8b4fbf9e8207482eb60749b06c73ef60/konsekvensutredning---endret-omsetningskrav-for-biodrivstoff-til-veitrafikk-fra-1.-juli-2020-og-1.-januar-2021.pdf>.
- Miljødirektoratet (2021). Norske utslipp og opptak av klimagasser. Hentet 5.mai 2021, fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/>.
- Miljødirektoratet (2021a). Tabeller for omregning fra energivare til kwh. Hentet 17.april 2021, fra: <https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimaarbeid/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energiplanlegging/tabeller-for-omregning-fra-energivarer-til-kwh/>.
- Miljødirektoratet (2021b). Vurdering av system for overoppfyllelse av omsetningskrav for biodrivstoff. Hentet 23.mars 2021, fra: <https://www.miljodirektoratet.no/sharepoint/downloaditem?id=01FM3LD2TILELX5IYI4ZDJ6UYGJCAWP2RD>.
- Miljødirektoratet (2021). Økt bruk av avansert biodrivstoff i veitransport. Hentet 6.mai 2021, fra: <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimatiltak/klimatiltak-for-ikke-kvotepliktige-utslipp-mot-2030/transport/okt-bruk-av-avansert-flytende-biodrivstoff-i-veitransport/>.
- Minol (2021). Fyringsolje. Hentet 18.mars 2021, fra: <https://www.minol.no/produkter/>

fyringsolje/.

Müller-Langer, F., Majer, S., og O'keeffe, S. (2014). Benchmarking biofuels—a comparison of technical, economic and environmental indicators. *Energy, Sustainability and Society*, 4(1):1–14.

NAF (2021). Alt du må vite om drivstoff. Hentet 23.mars 2021, fra: <https://www.naf.no/tips-og-rad/bilhold/teknisk-om-bilen/alt-du-ma-vite-om-drivstoff/>.

Odeck, J. og Johansen, K. (2016). Elasticities of fuel and traffic demand and the direct rebound effects: An econometric estimation in the case of Norway. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 83:1–13.

OECD-FAO (2020). Oecd-fao agricultural outlook 2020-2029. Hentet 8.mai 2021, fra: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/1112c23b-en.pdf?expires=1620467811&id=id&accname=ocid194730&checksum=B7B9DACE130B76DF4FDAC4DEC6EEB5D5>.

Port of Rotterdam (2021). Rotterdam bunker port. Hentet 18.mars 2021, fra: <https://www.portofrotterdam.com/en/shipping/sea-shipping/other/rotterdam-bunker-port>.

Rambøll (2017a). Biodrivstoff i transportsektoren - kartlegging av barrierer og kostnader. Hentet 13. mars 2021, fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m669/m669.pdf>.

Rambøll (2017b). Utslipp til luft og sjø fra skipsfart i fjordområder med stor cruisetraffikk - kartlegging og forslag til tiltak.

Regjeringen (2020). Co2-avgiften. Hentet 16.februar 2021, fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/a78ecf5ad2344fa5ae4a394412ef8975/nn-no/pdfs/stm202020210013000dddpdfs.pdf>.

Regjeringen (2020). Hva er klimakvoter? Hentet 15.april, fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/klimakvoter/id2076655/>.

Regjeringen (2020). Veibruksavgift på drivstoff. Hentet 19.mars 2021, fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/skatter-og-avgifter/veibruksavgift-pa-drivstoff/id2603482/>.

Regjeringen (2021). Klimaplan for 2021–2030. Hentet 15.februar 2021, fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-13-20202021/id2827405/?ch=1>.

Regjeringen (2021). Nasjonal transportplan 2022–2033. Hentet 5.mai 2021, fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-20-20202021/id2839503/?ch=1>.

Sintef (2021). Biodrivstoff. Hentet 17.februar 2021, fra: <https://www.sintef.no/biodrivstoff/>.

Skatteetaten (2020). Høringsnotat – veibruksavgift på alt flytende biodrivstoff – forslag til endringer i særavgiftsforordningen. Hentet 19.mars 2021, fra: <https://www.skatteetaten.no/contentassets/0f62cc0a3f554442b751a62e707e3506/horingsnotat.pdf>.

Skatteetaten (2021a). Avgift på mineralske produkter. Hentet 1.mars, fra: <https://www.skatteetaten.no/tema/avgifter/avgift-pa-mineralske-produkter/>.

- skatteetaten.no/bedrift-og-organisasjon/avgifter/saravgifter/om/mineralske-produkter/.
- Skatteetaten (2021b). Avgiftshistorie 2021. Hentet 5.januar, fra: <https://www.skatteetaten.no/globalassets/rettskilder/avgiftshistorie/avgiftshistorie-2021.pdf>.
- Sparrevik, M. og Utstøl, S. (2020). Assessing life cycle greenhouse gas emissions in the norwegian defence sector for climate change mitigation. *Journal of Cleaner Production*, 248:119196.
- Statens Vegvesen (2018). Konsekvensanalyser. Hentet 23.mars 2021, fra: https://www.vegvesen.no/_attachment/704540/.
- Statista (2020). Leading biodiesel producers worldwide in 2019. Hentet 18.mars 2021, fra: <https://www.statista.com/statistics/271472/biodiesel-production-in-selected-countries/>.
- Statistisk Sentralbyrå (2019). Stadig mer alternativt drivstoff i transport. Hentet 11. mars 2021, fra: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/stadig-mer-alternativt-drivstoff-i-transport>.
- Statistisk Sentralbyrå (2021a). 09654: Priser på drivstoff (kroner per liter), etter petroleumsprodukt, måned og statistikkvariabel. Hentet 4. mars 2021, fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/09654/tableViewLayout1/>.
- Statistisk Sentralbyrå (2021b). Sal av petroleumsprodukt. Hentet 11. mai 2021, fra: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/petroleumsalg/aar>.
- Steinsland, C. og Fridstrøm, L. (2014). Transportmodeller på randen.
- Steinsland, C., Østli, V., og Fridstrøm, L. (2016). Equity effects of automobile taxation. *TØI rapport*, 1463.
- Vista Analyse (2016). Markedsutsiktene for biodrivstoff. Hentet 23.mars 2021, fra: https://vista-analyse.no/site/assets/files/6182/va-rapport_2016-03_markedsutsikter_for_biodrivstoff.pdf.
- Vista Analyse (2017). Klimatiltak: Metoder for å beregne kostnader og virkemidler. Hentet 20. mai 2021, fra: https://www.vista-analyse.no/site/assets/files/6390/va-rapport_2017-10_tiltaksanalyser.pdf.
- Voie, Ø., Kirkhorn, S., Aarønæs, L., Utstøl, S., Sparrevik, M., og Hofoss, E. (2019). Det grønne forsvaret? *Forsvarets Forskningsinstitutt*.
- Weber, C. og Amundsen, A. H. (2016). Fornybare drivstoffer–fornybar diesel: Hvo.
- Weyer, I. S. (2017). Avgifter knyttet til transport. *Statistisk sentralbyrå*.
- Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory econometrics: A modern approach*. Nelson Education.

Appendiks

A1 Redusert form: DiD av autodieselpriser

Tabell A1.1: Redusert form: DiD av autodieselpriser

	<i>Avhengig variabel:</i>
	$\text{Log}(P_t^*)$
Behandling	0.566*** (0.019)
Midtperiode	-0.394*** (0.105)
Postperiode	-0.142*** (0.035)
Behandling · Midtperiode	0.277** (0.107)
Behandling · Postperiode	0.222*** (0.042)
Konstant	1.453*** (0.017)
Observasjoner	240
R ²	0.850

(1) *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

(2) Newey-West standardfeil i parentes

Tabellen viser resultater av en DiD-analyse av redusert form. Som forventet er instrumentene signifikante ettersom F-test fra first-stage viste at instrumentene er relevante. Behandling · Postperiode indikerer at økt omsetningskrav og forskriftendring i veibrukavgiften økte norske autodieselpriser med omtrent 22%. Ettersom gjennomsnittlig innblanding i før-perioden var 5,1% og gjennomsnittlig innblanding i etter-perioden var 15%, vil et innblandingsnivå på 9,9% øke pumpeprisen med omtrent 22%.

A1.1 Matematisk forklaring av DiD-estimator

$$\hat{\delta} = (\bar{y}_{b,1} - \bar{y}_{b,0}) - (\bar{y}_{k,1} - \bar{y}_{k,0}) \quad (.1)$$

Hvor b indikerer behandlingsgruppen norske autodiesel pumpepriser, og k indikerer kontrollgruppen internasjonale grossistpriser. En nærmere matematisk forklaring av DiD-estimatoren finnes i Tabell A1.2.

Tabell A1.2: Illustrasjon av utregning av DiD-estimatoren

	Før	Etter	Etter-Før
Behandlingsgruppe	$B_0 + \gamma$	$B_0 + \gamma + \lambda + \pi$	$\lambda + \pi$
Kontrollgruppe	B_0	$B_0 + \lambda$	λ
Behandling - Kontroll	γ	$\gamma + \pi$	π

A2 F-test av instrumentene

Tabell A2.1: Test av instrumentene i first-stage

	Res.Df	RSS	Df	Sum of Sq	F	Pr(>F)
1	236	1856.65				
2	234	448.01	2	1408.64	367.87	0.0000

Tabellen viser resultater for test av instrumentene. Nullhypotesen er at begge instrumentene er null i first-stage. Det indikerer at instrumentene er svake, og ikke bør benyttes. Den heteroskedastiske-robuste F-statisitikken er 367.87 og følgelig høyere enn tommelfingerregelen på forkastning av nullhypotesen ved F-statisitikk over 10. Dermed kan vi forkaste nullhypotesen, og konkludere med at minst ett instrument er sterkt (Wooldridge, 2016).