

Anna Berntzen Bismo  
Simen Kroken  
Aud Line Tangedal

## Grønn varedistribusjon

En casestudie av flåtefornyelse hos Johs Olsen i lys av nasjonale krav om utslippsreduksjon.

Bacheloroppgave i logistikkledelse  
Veileder: Andreas Breivik Ormevik  
Mai 2023



Anna Berntzen Bismo  
Simen Kroken  
Aud Line Tangedal

## **Grønn varedistribusjon**

En casestudie av flåtefornyelse hos Johs Olsen i lys av nasjonale krav om utslippsreduksjon.

Bacheloroppgave i logistikkledelse  
Veileder: Andreas Breivik Ormevik  
Mai 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for økonomi  
Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse



Kunnskap for en bedre verden



## Sammendrag

Tittel:	Grønn Varedistribusjon - En casestudie av flåtefornyelse hos Johs Olsen i lys av nasjonale krav om utslippsreduksjon i transportnæringen		Dato: 21. mai 2023
Deltaker(e)/	<u>Anna Berntzen Bismo</u> <u>Simen Kroken</u> <u>Aud Line Tangedal</u>		
Veileder(e):	Andreas Breivik Ormevik		
Evt. oppdragsgiver:	NorEngros Johs Olsen AS		
Stikkord/nøkkelord (3-5 stk)	Grønn varetransport, bærekraft, VRP, kjøretøyflåte		
Antall sider/ord: 41/13725	Antall vedlegg: 8 sider	Publiseringsavtale inngått: ja/nei: ja	
<p>De siste årene har transportindustrien opplevd et økt press fra myndighetene om å kutte utslippene sine. Vi har i denne bacheloroppgaven sett nærmere på NorEngros Johs Olsen AS sin distribusjon, og hvordan de er nødt til å tilpasse flåtesammensetningen sin for å klare å møte de nye utslippskravene.</p> <p>Oppgaven handler om hvilken sammensetning av nullutslippskjøretøy som på best mulig måte kan levere på de behovene som NorEngros Johs Olsen AS har. Innhentingen av data har dermed dreid seg rundt hvilke teknologier som finnes og hvilken utvikling disse har hatt, og hvordan de kan forventes å utvikle seg i fremtiden. For å finne hvilke teknologier som vil passe Johs Olsen best, har vi brukt et «vehicle routing problem» for å kunne optimalisere rutesammensetningen til Johs Olsen basert på informasjon om deres ruter i dag, og de gitte kravene til utslippsreduksjon.</p> <p>Funnene våre viser at de elektriske kjøretøyene nesten aldri blir valgt, selv om dette kan fremstå som det mest naturlige valget for mange bedrifter i dag. Våre analyser viser at begrensningene på rekkevidden til elektriske kjøretøy gjør at de ikke klarer å levere på de lengste rutene, og dermed blir hydrogen og biogass foretrukket da disse er mer egnet til å håndtere lengre avstander.</p>			

## Abstract

Title:	Green distribution of goods – A case study of fleet renewal at Johs Olsen in light of national requirements to reduce emission in the transport industry	Date: 21. May 2023
Participants/	Anna Berntzen Bismo	
	Simen Kroken	
	Aud Line Tangedal	
Supervisor(s)	Andreas Breivik Ormevik	
Employer:	NorEngros Johs Olsen AS	
Keywords (3-5)	Green distribution, sustainability, VRP, fleet mix	
Number of pages/words:	Number of appendix: 8	Availability (open/confidential): open
41/13725	pages	
<p>The Norwegian government has, in line with the Paris Agreement from 2015, decided to put pressure on the transportation and distribution industry to cut their emissions. In this bachelor thesis we have looked at NorEngros Johs Olsen AS's distribution, to see how their fleet of vehicles must change if they want to meet the demands from the government, and their customers.</p> <p>The theoretical part covers the different types of technology, the availability as of today, as well as how they are expected to develop in the future. We will also present the Vehicle Routing Problem as a tool to optimize transport routes whilst also covering customer demand.</p> <p>In our analysis we have looked at today's emission-levels and how Johs Olsen, with some changes to their fleet, could meet the 55 percent reduction by 2030. But also have a zero-emission fleet, as this is the end goal. We have also looked at how the cost of the different technologies may vary in the future, and how this could change what types of vehicles the optimal fleet consists of.</p> <p>The most interesting find from our analysis is that electric vehicles will almost never be chosen as a part of the fleet. Electric vehicles are by far the most widespread within personal transport. However, as our analysis shows, the driving range of these types of vehicles aren't enough to cover the distances needed. This forces the use of hydrogen and biofuel vehicles to cover longer and more demanding routes.</p>		

## Forord

Vi skriver denne oppgaven da vi synes temaet var svært interessant. Fagfeltet «Ruteplanlegging og optimalisering» er det emnet vi synes har vært mest spennende i løpet av bachelorstudiet vårt, og er det emnet som har lagt mesteparten av grunnlaget for denne oppgaven. Vi så også verdien av å arbeide med en problemstilling som er basert på et reelt problem og en reell bedrift, da vi ser for oss at vår problemstilling vil være relevant for flere bedrifter i årene fremover.

Vi har gjennom denne oppgaven fått muligheten til å fordype oss i «vehicle routing problem», samt samarbeide og kommunisere med flere bedrifter. Arbeidet har gitt oss en god forståelse for hvorfor en grønn omstilling kan være utfordrende for flere bedrifter, og hvorfor det er vanskelig for det offentlige å satse på én spesifikk teknologi.

Samarbeidet innad i gruppen har vært veldig bra. Vi har hatt god fordeling i arbeidsmengden og har snakket godt sammen gjennom arbeidet med oppgaven. Vi har hele veien vært enige om hvilken retning oppgaven burde ha, samtidig som det har vært lett å diskutere saker med hverandre om det har foreligget uenighet.

Vi vil takke NorEngros Johs Olsen AS for oppdraget og samarbeidet. Vi vil også takke alle bedriftene som har tatt seg tiden til å stille til intervju med oss, da dette har gitt oss mye nyttig informasjon og forståelse. Videre vil vi takke alle som har hjulpet til med gjennomlesning og kommet med nyttige tips og triks. Til slutt vil vi takke vår veileder, Andreas Breivik Ormevik, for fantastisk god hjelp, innspill og tips i løpet av dette halvåret.

Gjøvik, 21. mai 2023

X *Anna B. Bisno*

Anna Bartzén Bisno

X *Simen Kroken*

Simen Kroken

X *Aud Line Tangedal*

Aud Line Tangedal

## Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	0
Abstract .....	1
Forord .....	2
Innholdsfortegnelse.....	1
Figurliste.....	3
Tabelliste .....	4
1  Innledning.....	5
1.1  Presentasjon av case og formål med oppgaven .....	5
1.2  Avgrensning.....	6
1.3  Problemstilling.....	7
1.4  Relevans for fagfeltet.....	7
1.5  Struktur på oppgaven.....	7
2  Teori .....	8
2.1  Hva er et nullutslippskjøretøy?.....	8
2.1.1  Nasjonal transportplan.....	9
2.2  Effektiv transport og Vehicle Routing Problem .....	9
2.2.1  Matematisk modell for et VRP hos Johs Olsen.....	10
2.3  Oppbygging av modell for flåtefornyelse.....	12
2.4  Hydrogen .....	15
2.5  Elektrisitet.....	16
2.6  Bioenergi .....	17
2.7  Generelle utfordringer ved nullutslipp .....	18
3  Metode.....	19
3.1  Undersøkellesdesign .....	19
3.2  Valg av metode .....	20



3.3	Datainnsamlingsmetode.....	20
3.4	Utvalg .....	21
3.5	Validitet og reliabilitet.....	22
3.6	Etikk.....	23
4	Resultatpresentasjon, analyse og drøfting.....	24
4.1	Resultater fra intervjuene.....	24
4.1.1	Klimapartnere.....	24
4.1.2	Klimapartnere, Sirkula IKS, Østlandssamarbeidet, ASKO Hedmark og Johs Olsen	25
4.1.3	NorEngros K.J. Brusdal AS .....	26
4.1.4	Eviny .....	27
4.1.5	Greenstat.....	27
4.1.6	Iveco .....	28
4.2	Resultater og drøfting fra hovedanalyse .....	28
4.3	Resultater og drøfting fra sensitivitetsanalyser .....	31
4.3.1	Sensitivitetsanalyse – endringer i driftskostnader for biogass .....	32
4.3.2	Sensitivitetsanalyse – endringer i driftskostnader for hydrogen .....	34
4.3.3	Sensitivitetsanalyse – endringer i driftskostnader for elektrisitet .....	35
4.3.4	Sensitivitetsanalyse – endringer i rekkevidde for elektriske kjøretøy.....	36
4.3.5	Sensitivitetsanalyse – endringer i krav til utslippsreduksjon .....	38
4.3.6	Hva skal til for at modellen vil velge de forskjellige teknologiene med dagens priser	40
5	Oppsummering og konklusjon .....	42
6	Litteraturliste .....	46

## Figurliste

Figur 1.1 - illustrasjon av størrelse på leveringer. Størrelsen på sirkelen representerer hvor mange kg som leveres i uka til de forskjellige nodene.....	6
Figur 4.1 - nytt kart med redusert antall noder. Størrelsen på sirklene viser hvor mye som leveres ukentlig til de forskjellige nodene. Dette gir oss også en indikasjon på hvordan rutene bør bygges opp. ....	13
Figur 4.2 - utklipp fra modellen i Excel: dersom ruten besøker en kunde/node og viste 1 i den øverste rød/grønne linjen så vil dette føre til en beregning som vi ser resultatet av på den neste linjen. Denne prosenten viser oss hvor stor del av lastekapasiteten hver av kundene skal få på de respektive kjøretøyene. ....	14
Figur 4.3 - kostnadene ved forskjellige kjøretøytyper .....	15
Figur 4.4 - Hovedanalyse med dagens priser, utslipp og rekkevidde, uten føringer på hvilke kjøretøy som skal brukes.....	29
Figur 4.5 - Rutesammensetting basert på løsning i Figur 4.4 .....	29
Figur 4.6 - Hovedanalyse med tvungen bruk av fossile kjøretøy.....	30
Figur 4.7 - Rutesammensetting basert på løsning i figur 4.6 .....	30
Figur 4.8 - endringer i totalkostnader for flåtesammensetting ved endring i prisnivå for biogass samt krav til utslippskutt .....	32
Figur 4.9 - rutesammensetting ved prisnivå lav (6kr) og 0prosent utslippskutt.....	33
Figur 4.10 - rutesammensetting ved prisnivå lav (6kr) og 50prosent utslippskutt.....	33
Figur 4.11 - Rutesammensetting ved prisnivå middels (7,4kr) og 0 prosent utslippskutt.....	33
Figur 4.12 - Rutesammensetting ved prisnivå høy (9kr) og 0 prosent utslippskutt .....	34
Figur 4.13 - endringer i totalkostnader for flåtesammensetting ved endring i prisnivå for hydrogen samt krav til utslippskutt .....	34
Figur 4.14 - valg av kjøretøy og ruter ved middels kostnad(13kr) og 0 prosent utslippskutt ..	35
Figur 4.15 - Valg av kjøretøy og ruter ved middels kostnad(13kr) og 50 prosent utslippskutt	35
Figur 4.16 - endringer i totalkostnader for flåtesammensetting ved endring i prisnivå for EL samt krav til utslippskutt .....	35
Figur 4.17 - valg av kjøretøy og ruter ved høy kostnad(12kr) og 0 prosent utslippskutt.....	36
Figur 4.18 - valg av kjøretøy og ruter ved høy kostnad(12kr) og 50 prosent utslippskutt.....	36
Figur 4.19 - resultater fra sensitivitetsanalyse ved endringer i rekkevidde på EL-kjøretøy ....	37

Figur 4.20 - Endring i total kostnad ved forskjellige krav til utslippskutt .....	38
Figur 4.21 – Kilometer kjørt ved de forskjellige mulige flåtene fra Figur 4.18.....	39
Figur 4.22 - løsning med ny rekkevidde på biogasskjøretøy .....	40
Figur 4.23 - rutesammensetting basert på kun biogasskjøretøy .....	40
Figur 4.24 - kostnad og avstander kjørt ved kun bruk av EL-kjøretøy .....	41
Figur 4.25 - rutesammensetting ved kun EL-kjøretøy .....	42

## Tabelliste

Tabell 2.1 - oversikt over lastebiler ut ifra hvilket drivstoff de bruker fra 2016-2020 (tallene i tabellen er hentet fra statistisk sentralbyrå).....	8
Tabell 4.1 - noder som ble brukt for å lage ruter i VRP.....	13
Tabell 2.2 - oversikt over antall elektriske lastebiler og tilgang på hurtigladere nå og forventning for 2030.....	17
Tabell 4.3 - valg av kjøretøy ved forskjellige krav til utslippsreduksjon.....	39

# 1 Innledning

Regjeringen følger EUs klimamål, hvor alle transportsektorer må bidra til å nå et mål om utslippskutt på minst 55 prosent innen 2030 (Regjeringen, 2020). Klimaendringene har skapt økte utfordringer for verdens befolkning. For å begrense disse utfordringene ble Parisavtalen vedtatt 12.12.2015. Denne internasjonale avtalen har som mål å begrense klimaendringene ved å få alle land i verden til å bidra med å redusere klimagassutslippene. Målet er å hindre at temperaturen på kloden stiger mer enn 2 grader før århundret er over, og helst ikke mer enn 1,5 grader (FN, 2020). For at Norge skal kunne følge opp Parisavtalen har regjeringen satt et arbeidsmål om en nedgang på 35-40 prosent i klimagassutslipp innen 2030 sammenlignet med 2005. For å oppnå dette er utslippene fra transportsektoren sentrale å redusere.

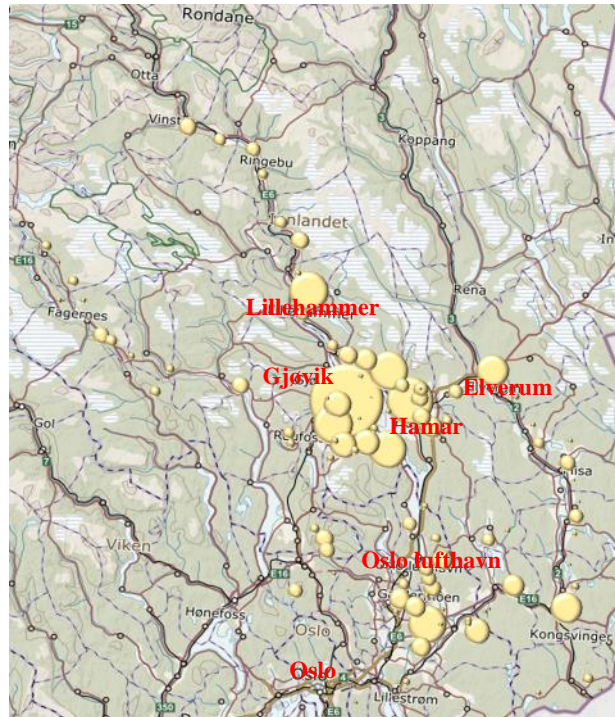
Transportsektoren stod for rundt 33 prosent av de totale klimagassutslippene i Norge i 2021. Veitrafikken er den største bidragsyteren og står for omtrent halvparten av utslippene fra transportsektoren i et normalår (Miljødirektoratet, 2022). I 2018 ble det transportert rundt 530 millioner tonn varer i Norge, hvorav rundt 280 millioner tonn ble fraktet via vei. Det forventes at veitransporten vil øke fra 280 til 420 millioner tonn frem mot år 2050 (Vartdal, 2020, s. 14).

Ifølge Statistisk sentralbyrå ble det kjørt 22 281 300 000 tonnkilometer i løpet av 2022. Tonnkilometer er en måleenhet som brukes for å beregne godstransportarbeidet, som «er et mål på omfanget av godstransporten, og betegner det arbeidet som blir utført når et transportmiddel transporterer en viss godsmengde en bestemt avstand» (Bø et. al., 2018, s. 164). Man beregner tonnkilometer ved å multiplisere reiselengde i antall kilometer med antall tonn som transporteres (Bø et. al., 2018, s. 164).

## 1.1 Presentasjon av case og formål med oppgaven

I denne oppgaven har vi samarbeidet med NorEngros Johs Olsen AS (heretter kalt Johs Olsen). De startet opp i 1923 og er en stor leverandør av varer til bedrifter på Innlandet. De er i dag en av markedets største aktører innen storhusholdning, emballasje, kontor- og datarekvisita, møbler og helse. Distribusjonen til deres kunder i Innlandet, Akershus og Oslo foregår fra deres hovedlager i Alfarvegen på Gjøvik. Kunder i Akershus og Oslo blir betjent fra deres salgsavdeling på Lørenskog. I tillegg har de 6 stormarkeder for forbruksvarer for næringslivet. Disse engros-butikkene ligger på Gjøvik, Lillehammer, Hamar, Jessheim og Lørenskog. Butikkene tilbyr over 2000 varer, og kundene kan dermed kombinere levering på døra med å

hente varene selv. Nærhet og samarbeid med kunden står i fokus (NorEngros Johs Olsen, U.Å.). Kartet under illustrerer hvor stor mengde varer som leveres til hver kunde, og hvor disse kundene befinner seg.



Figur 1.1 - illustrasjon av størrelse på leveringer. Størrelsen på sirkelen representerer hvor mange kg som leveres i uka til de forskjellige nodene.

Totalt leverer Johs Olsen varer for rundt 700 millioner kroner på årlig basis. Den siste tiden har fokuset på å levere varer med utslippsfrie kjøretøy blitt større og større. Johs Olsen har i dag 7 diesellastebiler på leasingavtale. Leasingtiden nærmer seg nå slutten for fem av dem, og med bakgrunn i strengere krav til utslipp, ønsker Johs Olsen å finne ut hvilke nullutslippsmuligheter som er tilgjengelig for deres distribusjon.

## 1.2 Avgrensning

I denne oppgaven vil vi kun ta utgangspunkt i å utdype nullutslippsdrivstoffene elektrisitet, hydrogen og komprimert biogass. Vi ser ikke på flytende biogass, da vi på grunn av tid og oppgavens begrensninger måtte begrense antall typer drivstoff vi undersøkte. Det finnes også flere former for biodrivstoff som kan blandes inn i både bensin og diesel for å gjøre disse typene fossilt brennstoff mer miljøvennlig. På grunn av oppgavens begrensninger vil vi ikke gå dypere inn på dette da de ikke faller inn under nullutslipp, og er sånn sett ikke relevant for vår problemstilling (Miljødirektoratet, 2023). Vi vil videre avgrense hvilke typer kjøretøy vi ser på,

til å kun gjelde 2-akslede lastebiler med tillatt totalvekt  $\leq 19$  tonn og tillatt vogntogvekt  $\leq 44$  tonn, da det er denne type kjøretøy Johs Olsen AS benytter i dag i sin distribusjon. I oppgaven bruker vi ordet «infrastruktur» mye. I denne sammenhengen betyr dette ordet fyller- eller ladestasjoner som er tilgjengelig for alle innenfor fossilt, hydrogen, gass og elektrisitet. Vi benytter oss også av ordet «flåte», som i denne sammenhengen er sammensetningen av ulike typer kjøretøy Johs Olsen benytter i sin distribusjon.

### 1.3 Problemstilling

Johs Olsen ønsket at vi skulle undersøke hvilke teknologier som er tilgjengelig for deres distribusjon innenfor utslippsfrie kjøretøy. I tillegg synes vi det var interessant å undersøke hvordan overgangen til en lav- eller nullutslippsflåte kunne gjøres mest mulig kostnadseffektivt gitt kravene som er satt til utslippsreduksjon. Med bakgrunn i dette, formål og avgrensning, har vi valgt følgende problemstilling:

*Er det realistisk for Johs Olsen å nå målet om nullutslipp på alle sine transportruter innen 2030, og i så fall hvilken sammensetning av teknologier vil være mest optimalt for Johs Olsens distribusjon.*

### 1.4 Relevans for fagfeltet

Vi anser dette temaet som svært relevant for industrien, ettersom det har kommet krav fra det offentlige om reduksjon i utslipp innen blant annet distribusjon. Det er også relevant innen fagfeltet ruteplanlegging og ruteoptimalisering, da det fører til en del begrensninger og restriksjoner som ikke har vært nødvendig å ta hensyn til i ruteoptimalisering med fossile kjøretøy, slik som for eksempel ladning og kortere rekkevidde.

### 1.5 Struktur på oppgaven

Resten av oppgaven er strukturert som følger: I kapittel 2 presenterer vi teori, i kapittel 3 presenterer vi metoden, før resultatene legges frem i kapittel 4, og drøftes fortløpende. I kapittel 5 oppsummerer vi det vi har drøftet, og gir en konklusjon.

Vi har i samråd med vår veileder valgt å avvike noe fra IMRAD-strukturen vi ble bedt om å følge i denne oppgaven. Dette er fordi vi i vårt arbeid har gjennomført mange forskjellige analyser som vi presenterer i kapittel 4. Ettersom det er så mange analyser ser vi det slik at det vil være lettere for leseren å følge våre drøftinger dersom vi presenterer analysene og drøfter de fortløpende, i stedet for å presentere de hver for seg i to forskjellige kapitler.

## 2 Teori

Vi vil i dette kapittelet legge frem teorien som legger grunnlaget for resten av oppgaven vår. Her ønsker vi å trekke frem hva et nullutslippskjøretøy er, hvilken teori som ligger bak et Vehicle Routing Problem (VRP), og gjengi kort om de ulike null-utslippsteknologiene som kan være et alternativ for Johs Olsen.

### 2.1 Hva er et nullutslippskjøretøy?

For å redusere utslippene i transportsektoren er det viktig å øke bruken av nullutslippskjøretøy. En vanlig definisjon av nullutslippskjøretøy er et kjøretøy som ikke slipper ut eksos eller andre skadelige stoffer basert på det drivstoffet eller drivlinjen den anvender (Thompson, 2020, s. 7). Dette kan være elektriske biler, hydrogenbiler, eller biler som går på biogass. Biogass har noe utslipp, men er regnet som nullutslipp. Dette er videre forklart i kapittel 2.4 som omhandler biogass. Ved å øke bruken av nullutslippskjøretøy vil man kunne bidra til å oppnå regjeringens arbeidsmål og redusere utslippene i transportsektoren, som er en viktig faktor for å begrense klimaendringene.

Vi ønsker å starte med å presentere tallene på antall lastebiler med forskjellige type drivstoff fra og med 2016 til 2022, for å gi et bilde på utviklingen frem til i dag, samt dagens situasjon. I tabellen er kategorien «Gass» oppført. Statistisk sentralbyrå skiller ikke mellom de ulike typene gass, så dette tallet omfatter alle lastebiler som går på gass i Norge. Årsaken til at vi starter i 2016 er fordi det er det lengste man kan gå tilbake i Statistisk sentralbyrå for disse tallene, og 2022 er de siste tallene fra Statistisk sentralbyrå. Ut ifra tabellen og diagrammene under fremkommer det at det er store forskjeller mellom antallet av lastebiler som drives av de ulike typene drivstoff. Årsakene til dette vil vi gå nærmere inn på i resten av kapittelet.

Tabell 2.1 - oversikt over lastebiler ut ifra hvilket drivstoff de bruker fra 2016-2020 (tallene i tabellen er hentet fra statistisk sentralbyrå)

Antall lastebiler ut ifra drivstofftype i 2016 - 2022				
Årstall	Bensin/ Diesel	Batteri Elektrisk	Hydrogen	Gass
2016	74896	2	0	253
2018	71986	13	0	319
2020	70021	37	4	480
2022	67018	455	4	813

### 2.1.1 Nasjonal transportplan

Nasjonal transportplan er en plan for hvordan de neste tolv årene skal benyttes for å arbeide mot det overordnede målet for transportsektoren, og den sier noe om hvordan regjeringen ser for seg utviklingen innenfor transportsektoren. Dette inkluderer også omfanget av nullutslippskjøretøy. Det overordnede målet er «Et effektivt, miljøvennlig og trygt transportsystem i 2050» (Samferdselsdepartementet, 2021).

I Nasjonal transportplan beskrives det at følgende mål fra Nasjonal transportplan 2018-2029 skal videreføres: «innen 2030 skal alle nye tyngre varebiler, 75 prosent av nye langdistansebusser og 50 prosent av nye lastebiler være nullutslippskjøretøy» og «innen 2030 skal varedistribusjon i de største bysentrene være tilnærmet nullutslipp» (Samferdselsdepartementet, 2021, s. 15). Dette mener vi er en tydelig målsetting, og gir et klart bilde på hvordan staten ønsker at transportnæringen skal utvikles frem til og med 2030. Disse prosentanslagene (50 prosent og 100 prosent) legger også grunnlaget for vår sensitivitetsanalyse som presenteres i kapittel 4.

## 2.2 Effektiv transport og Vehicle Routing Problem

For å få forståelse for hvordan man kan redusere utslippene innen transport og varedistribusjon, ønsker vi kort å forklare begrepene transport og transporteffektivitet. I tillegg vil vi utdype og gå grundigere gjennom det som kalles Vehicle Routing Problem. Sistnevnte vil legge grunnlaget for analysene våre.

Transport er ofte en vesentlig del av en forsyningskjede. Råvarer må transporteres til produksjonsbedrifter og ferdigvarer må transporteres til slutt kunder. Transportnæringen vokser stadig, da økt utvikling innenfor informasjons- og kommunikasjonsteknologi blant annet fører til økt netthandel, som igjen øker antall småleveranser (Bø et. al., 2018, s. 163).

Transporteffektivitet handler om å utnytte transporten på best mulig måte med tanke på kapasitetsutnyttelse og utnyttelse av tiden. Desto kortere tidsvinduer, desto mer utfordrende blir det å holde transporten effektiv (Bø et. al., 2018, s. 163).

En av metodene for å finne de mest effektive rutene er Vehicle Routing Problem, forkortet til VRP. Dette er en av de mest grunnleggende modellene innenfor transportrelatert optimering. Modellen har som mål å finne den optimale kombinasjonen mellom ruter og flåtestørrelse for å levere til et gitt antall kunder/noder basert på deres behov. Videre har det blitt presentert forskjellige utvidelser av VRP som trekker inn flere faktorer. Særlig etter at fokuset på



klimautslipp i industrien har blitt større, og flere aktører prøver å benytte seg av mer klimanøytrale måter å levere varene sine på. Lin, Zhou og Wolfson (2016) presenterte «the Electric Vehicle Routing Problem (EVRP)» som minimerer kostnadene knyttet til reisevei og antall elektriske kjøretøy. Det er også den første modellen som tar i betraktning hvordan kjøretøyslast påvirker batteribruk. (Lin, Zhou and Wolfson, 2016)

Heirmann et al. bygget videre på behovet for mer miljøvennlig transport og presenterte *The Electric Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem with Time Windows and Recharging Stations (E-FSMFTW)*. Modellen deres tar inn muligheten for å ha en heterogen flåte med flere kjøretøy som har forskjellig ladebehov og rekkevidde. Den tar også høyde for leveringsvindu hos kunde samtidig som den baserer seg på muligheten for å lade underveis, og at bilen lades til fullt batteri hver gang den er innom en ladestasjon. (Hiermann et al., 2016)

For å bygge en modell som passer til Johs Olsen sine problemer så kan vi trekke inn deler fra forskjellige modeller. Vi vil se på muligheten for mer enn en type kjøretøy og dermed en heterogen kjøretøyflåte. Men gitt situasjonen i innlandet når det kommer til infrastruktur for ladestasjoner, så vil det ikke være relevant med en modell som tar hensyn til hvor det er mulig å lade. Ettersom sjåførene kjører på dagtid så er ikke leveringsvindu hos kunde en restriksjon som trengs i vår modell heller.

### 2.2.1 Matematisk modell for et VRP hos Johs Olsen

Et VRP har bakgrunn i en matematisk modell, med de restriksjonene vi har så har vi utarbeidet følgende modell for Johs Olsen:

$\mathcal{V}$  = kjøretøy med ulik drivstoffteknologi,  $v \in \mathcal{V}$

$\mathcal{R}_v$  = lovlige ruter for kjøretøy type  $v$ ,  $r \in \mathcal{R}_v$

$\mathcal{N}$  = antall kunder/noder som må besøkes =  $\{1,2,3, \dots, 35\}$ ,  $i \in \mathcal{N}$

$C_{rv}$  = kostnaden ved å kjøre rute  $r$  med kjøretøy type  $v$

$E_{rv}$  = utslipp når rute  $r$  kjøres av kjøretøy type  $v$

$Q_{ir}$  = kvantum levert til kunden  $i$  på rute  $r$

$D_i$  = etterspørsel per kunde  $i$

$C_{ir}^{INV}$  = investeringskostnaden til kjøretøy type  $v$

$V^{MAX}$  = maksimum antall kjøretøy modellen har lov å bruke, for Johs Olsen og vår modell er denne satt til 5

$E^{sq}$  = dagens utslipp (status quo) ved kun fossile kjøretøy

$y_v$  = antall kjøretøy kjøpt av hver type

$x_{rv} = \{1, \text{ dersom rute } r \text{ kjøres av kjøretøy } v, 0, \text{ ellers}\}$

$\alpha$  = utslippsfaktor i prosent

$$(1) \min. \sum_{v \in \mathcal{V}} \sum_{r \in \mathcal{R}_v} C_{rv} x_{rv} + \sum_{v \in \mathcal{V}} C_v^{INV} y_v$$

s. t.

$$(2) \sum_{r \in \mathcal{R}_v} x_{rv} \leq 5 y_v \quad v \in \mathcal{V}$$

$$(3) \sum_{v \in \mathcal{V}} \sum_{r \in \mathcal{R}_v} Q_{ir} x_{rv} \geq D_i \quad i \in \mathcal{N} \setminus \{0\}$$

$$(4) \sum_{v \in \mathcal{V}} \sum_{r \in \mathcal{R}_v} x_{rv} E_{rv} \leq \alpha E^{sq}$$

$$(5) \sum_{v \in \mathcal{V}} y_v \leq V^{MAX} \quad v \in \mathcal{V}$$

$$(6) x_{rv} = 0, 1, 2, 3, \dots, \quad v \in \mathcal{V}, r \in \mathcal{R}_v$$

$$(7) y_v = 0, 1, 2, 3, \dots, \quad v \in \mathcal{V}$$

Målfunksjonen (1) beregner den totale kostnaden for alle ruter utført av alle kjøretøy av forskjellige typer og investeringskostnaden ved kjøp av dette kjøretøyet. Restriksjon (2) sikrer at ingen typer kjøretøy kan brukes til mer enn 5 ruter, denne begrensningen på 5 ruter kommer av at et kjøretøy kan kjøre en rute hver dag i uken. Denne restriksjonen må derfor ganges med antall kjøretøy av samme typen. Restriksjon (3) sikrer at alle kundene totalt sett i løpet av en uke får levert sitt distribusjonskrav. Restriksjon (4) er restriksjonen som sikrer at utslippene ved forskjellige ruter kjørt av type kjøretøy ikke er høyere enn utslippskravet  $\alpha$  som er en prosentsats av dagens utslipp med kun fossile biler. Restriksjon (5) sikrer at summen av alle typer kjøretøy

som trengs ikke overstiger 5. Og til slutt restriksjon (6) og (7) som sikrer heltallsløsninger for antall kjøretøy og for antallet ruter kjørt av de ulike typene kjøretøy.

For å få grundigere forståelse av de forskjellige typene drivstoff som vi bruker som grunnlag i sensitivitetsanalysen vår, ønsker vi å gå dypere inn på dem. Vi vil se på hva de forskjellige drivstoffene er, si litt om dagens status, og til slutt hvorfor det er vanskelig å satse på én teknologi.

### 2.3 Oppbygging av modell for flåtefornyelse

På bakgrunn av den matematiske modellen i kapittelet over har vi laget en modell i Excel som legger grunnlaget for analysene våre, som presenteres i kapittel 4. Informasjonen vi fikk fra Johs Olsen gav oss oversikt over alle leveranser de hadde gjort i 2022. Sendingsrapporten bestod i overkant av 116 000 leveranser med tilhørende data. Det innledende arbeidet gikk derfor ut på å sortere bort informasjon som ikke var relevant for oss, slik at vi sto igjen med relevante data som vi kunne bruke inn i et VRP. Til et VRP er vi avhengig av noder og informasjon som avstander til nodene, samt hvor store de forskjellige leveransene er. Sendingsrapporten fra Johs Olsen inkluderte også leveranser gjort av PostNord, disse blir ikke inkludert videre i våre analyser.

Mottaker-by, i modellen kalt noder eller kunder, ble brukt som utgangspunkt i analysene våre, og hvor mange kilo som blir levert til de forskjellige. Det første som ble utelukket fra utvalget med noder var leveringer på under 2 kilogram. Dette gav oss et utvalg på 126 noder.

For å redusere antallet noder ytterligere ble noder som får levert under 100 kilogram i uken ikke tatt med videre. Kartet i innledningen gav oss også en indikasjon på hvilke noder som ligger tett på hverandre, og kan slås sammen. For å avgjøre hvilke noder som skulle slås sammen ble avstanden regnet ut med Haversines formel, som beregner avstanden mellom steder basert på hvilken lengde- og breddegrad de ligger på. (Brummelen, 2013) Noder som ble slått sammen ble slått sammen med den største noden blant dem. Et eksempel er Ridabu som ble slått sammen

med Hamar, og Hamar er dermed navnet på noden videre. For å avgjøre om en node kunne slås sammen så man på avstanden til nærstående noder, og noe skjønn ble lagt til grunn.



Figur 2.1 - nytt kart med redusert antall noder. Størrelsen på sirklene viser hvor mye som leveres ukentlig til de forskjellige nodene. Dette gir oss også en indikasjon på hvordan rutene bør bygges opp.

Etter å ha slått sammen noder hadde vi 35 noder som vi kunne bruke til å lage ruter med. Kartet med oversikt over noder fra kapittel 1.1. Figur 1.1. gir oss et godt bilde på hvilke noder det er naturlig å plassere på samme rute.

Vi har bygget vår VRP på følgende måte: etter å ha slått sammen nodene som nevnt i delkapittelet over, startet vi arbeidet med å lage 40 ulike ruter. Rutene er laget med bakgrunn i geografiske plasseringen til de ulike nodene, slik at en rute inneholdt noder som lå i samme område, veggnett ble også tatt i betraktning. For å forenkle arbeidet med å utarbeide ruter, lagde vi et kart over hvor de ulike nodene lå, og hva kravet om levering var per uke. Dette kartet er lagt ved i vedlegget, under delkapittel 1.6. Dette gjorde arbeidet med å se hvilke noder som lå i nærheten av hverandre og slik ble naturlig å besøke på en rute, mye enklere.

Tabell 2.2 - noder som ble brukt for å lage ruter i VRP.

Største node	Destinasjoner i noden		
Gjøvik	Hunddalen		
Hamar	Ridabu	Ingeberg	Furnes
Jessheim	Gardermoen	Nannestad	Maura
Brumunddal	Rudshøgda		
Raufoss			
Lillehammer	Vingrom		
skreia			
Stange	Ottestad	Loten	Romedal
Eidsvoll	Råholt	Dal	Eidsvoll verk
Kongsvinger	Roverud		
Elverum			
Lena			
Bøverbru			
Jaren	Gran	Brandbu	
Årnes			
Skarnes			
Moelv	Biri		
Øyer	Tretten		
Kløfta			
Fagernes	Leira i Valdres		
Flisa	Våler i Solør		
Ringebu	Fåvang		
Hurdal	Minnesund		
Dokka			
Vinstra			
Jevnaker			
Kirkenær			
Hov	Fall		
Bagn	Etnedal		
Sagstua			
Sør-Fron			
Skotterud			
Heggenes	Beitostølen		
Kapp			
Kolbu			

Etter å ha laget rutene, la vi inn dette i Excel, sammen med hvor mye gods oppgitt i antall kg som skulle fraktes til hver node. Lasten til de forskjellige nodene på hver rute ble beregnet ut ifra total mengde gods som skulle fraktes til hver node på ruten. For eksempel om rute 1 bestod av Lillehammer og Hamar, og vi ville finne den totale mengden som skulle leveres til Lillehammer beregnet vi hvor stor del av det totale volumet til ruten den enkelte noden krever.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Gjøvik	Hamar	Raufoss	Lillehamn	brummun	skreia	Jessheim	Elverum	
	0	1	0	1	0	0	0	0
	0,0 %	59,1 %	0,0 %	40,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

Kunde nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Distribuert volum	12879,2	5824,09	9538,26	3888,2	3097,5	3183,58	3526,09	3497,94
Restriksjon	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=
krav(kg/uke)	11049,4	5172,7	4282,6	3580,7	2751,1	2731,3	2568,0	2044,7
Overskudd	1829,7	651,4	5255,7	307,5	346,4	452,3	958,1	1453,3

Figur 2.2 - utklipp fra modellen i Excel: dersom ruten besøker en kunde/node og viste 1 i den øverste rød/grønne linjen så vil dette føre til en beregning som vi ser resultatet av på den neste linjen. Denne prosenten viser oss hvor stor del av lastekapasiteten hver av kundene skal få på de respektive kjøretøyene.

Dette er illustrert i **Error! Reference source not found.** over, kravet til den enkelte node er markert i blått, og om vi hadde slått sammen kravet til Hamar og Lillehammer vil man basert på kravet til den enkelte node og totalkravet, beregne hvor stor andel av lasten noden skal få. I eksempelet med Lillehammer og Hamar vil fordelingen av lasten bli 59,1 prosent til Hamar og de resterende 40,9 prosent til Lillehammer. Det er trolig at bilene ikke alltid blir utnyttet til maksimal kapasitet på vekt hver gang de kjører. Dette fordi det finnes mange varer som er stor av størrelse, men ikke har så stor vekt, slik at en full bil ikke alltid tilsvarer en vekt på 8000 kg. Derfor reduserte vi total lastekapasitet med 20 prosent, slik at det tallet vi har brukt i beregningene våre på hvor mye kg en bil maksimalt har med seg når den kjører ut fra lageret, er 6400 kg.

Ettersom vi måtte lage rutene manuelt, er det stor usikkerhet om rutene vi lagde er optimale for effektivitet i distribusjonen. For å veie opp for dette lagde vi derfor 40 ulike ruter slik at modellen hadde flere å velge mellom. Vi valgte å begrense antallet ruter til 40, på grunn av begrensningene som finnes i Excel med maksimalt 200 variabler og 100 begrensninger. I et VRP så vil antallet mulige løsninger ved  $n$  antall noder være lik  $(n-1)!$ . Vi har 35 noder i vår modell som vi tilsvare  $(35-1)! = 2,952 \cdot 10^{38}$  mulige løsninger. Noe som er alt for stort til å kunne gjøres manuelt.

Videre satte vi opp begrensning på at modellen skulle sørge for at antallet og hvilke ruter som ble kjørt i løpet av en uke, førte til at alle nodene minimum fikk levert antall kg som de hadde behov for.

Det neste vi gjorde var å legge til en beslutningsvariabel for hvilke typer kjøretøy som skulle kjøre de ulike rutene, slik at totalkostnaden ble lavest mulig. Vi la også inn kostnadene for hver type kjøretøy, samt lengde på ruter opp imot rekkevidde på kjøretøyene. Videre la vi inn utslipp per kilometer på de forskjellige typene kjøretøy. I **Error! Reference source not found.** kan vi se hvilke verdier vi har brukt for de forskjellige kostnader, rekkevidde og utslipp.

Kjøretøystyper	Enhetskostnader			
	H2	EL	Biogass	Fossil
Investeringskostnad per år	kr 425 000	kr 375 000	kr 175 000	kr 125 000
Investeringskostnad per uke	kr 8 173	kr 7 212	kr 3 365	kr 2 404
Drivstoffkostnad NOK/km eller NOK/kwh	kr 13	kr 10	kr 7	kr 8
rekkevidde	400	216	300	1 000
Utslipp (gCO2/km eller gCO2/kwh)	-	-	90	928

Figur 2.3 - kostnadene ved forskjellige kjøretøytyper

Kostnadene vi la inn er basert på dagens priser på de forskjellige kjøretøyene, hvor vi har tatt hensyn til støtteordning som reduserer prisene på el-lastebiler og lastebiler som går på biogass. Det er ikke tatt høyde for hvor mye støtte man kan få på hydrogenlastebiler, da de eneste som er på norske veier er de fire stk. som ASKO eier. Der fant vi tall på hvor mye støtte de fikk totalt for oppbygging av fabrikk for hydrogen i tillegg til innkjøp av kjøretøyene og det var derfor vanskelig å skille ut hvor mye støtte en kan få per kjøretøy. Kostnadene per kilometer er basert på dagens priser over hvor mye det koster å fylle/lade de forskjellige kjøretøyene. Totalkostnaden er representert som kostnad pr uke basert på investeringskostnad og driftskostnader. Den fullstendige Excel-modellen er vist i vedlegget i kapittel 1.1-1.4.

## 2.4 Hydrogen

Bruken av hydrogen som drivstoff er ikke veldig utbredt i Norge, og i 2022 var det kun registrert 4 lastebiler som gikk på Hydrogen, mens antallet personbiler var noe høyere med 216 (Statistisk sentralbyrå, 2023). Det er kun 5 fyllestasjoner som er i drift i Norge i dag (H2 Stations, 2023). Asko sin fyllstasjon i Trondheim er den eneste man kan fylle drivstoff til lastebiler, og det er også her vi finner de 4 lastebilene som er registrert i Norge. Den lave tilgjengeligheten på fyllestasjoner kan ses i sammenheng med at en fyllstasjon i Sandvika eksploderte på grunn av en lekkasje i 2019, noe som førte til at satsingen på hydrogen stoppet litt opp. (Henriksen, 2019)

Hydrogen vil, ifølge Transportøkonomisk institutt (TØI-rapport 1880/2022, 2022, s. 7), være et bedre alternativ enn elektrisitet når det kommer til langdistansetransport. Dette gjelder spesielt for 3-akslede trekkvogner, hvor elektrisk alternativ vil kunne være vanskelig. Dette kan for eksempel være på Vestlandet, hvor bakkene enkelte steder er så bratte at det ikke er mulig å benytte seg av elektriske lastebiler. (Hauso & Røli, 2023) Videre beskriver Transportøkonomisk institutt at hydrogen, når det er kommet nok fyllestasjoner, vil kunne være et like fleksibelt alternativ som diesellastebiler. De vil, sammenlignet med elektriske lastebiler, ikke ha begrensninger som ladetid og rekkevidde (TØI-rapport 1880/2022, 2022, s. 7).

Som en av verdens første aktører har ASKO nå 4 hydrogendrevne lastebiler på veiene. Hydrogen-drivstoffet produserer de selv på et produksjonsanlegg som drives av 9000 kvadratmeter med solcellepanel som er installert på taket. Lastebilene er Scaniabiler som tidligere gikk på diesel, men som nå er bygget om til hydrogen. Produksjonen deres skal også gå til biler og trucker i deres virksomhet, i tillegg til de 4 lastebilene (ASKO, 2020).

I forbindelse med sitt mål om å være utslippsfrie innen 2026, har ASKO blitt med på prosjektet H2 truck. H2 truck er et prosjekt som har samlet de 9 største aktørene på markedet, med en målsetting om å få de første 100 hydrogendrevne lastebilene på veiene. ASKO har gått til innkjøp av 2 nye hydrogenlastebiler med en rekkevidde på opptil 900 km, med forventet levering i 2024 (Ludt, 2022).

## 2.5 Elektrisitet

I 2022 var det registrert 455 lastebiler i Norge som er drevet av elektrisitet (Statistisk sentralbyrå, 2023). Den eneste hurtigladestasjonen som er offentlig tilgjengelig for tyngre kjøretøy, er på Filipstad i Oslo og ble åpnet i oktober 2022. Denne ble bygget med støtte fra Oslo kommune. (Samferdselsdepartementet, 2021, s. 15)

Fordelene ved elektrisitet er at det har mindre støyforurensning, slipper ikke ut CO<sub>2</sub> ved kjøring, og når strømkostnadene ikke er så høye, er det et billigere alternativ sammenlignet med fossile biler. Dette er noe av det som har gjort det attraktivt å bytte til elektriske kjøretøy. Det må også nevnes at det er en del investeringskostnader forbundet med bygging av ladere for kjøretøyene, da det kan oppstå kostnader dersom strømmettet må bygges ut, samt det å bygge selve laderen medfører en del kostnader. I våre analyser antar vi imidlertid at denne kostnaden allerede er dekket av andre aktører, grunnet stort press på omstilling i hele transportsektoren.

Vi ser på personbilnæringen at nullutslipp er omtrent ensbetydende med elektriske kjøretøy. Det er da nærliggende å tenke seg at elektrisk teknologi vil være viktig innenfor transportnæringen også. Det beskrives i Nasjonal ladestrategi utgitt av Samferdselsdepartementet, at «det må etableres et grunnleggende nettverk av hurtigladestasjoner for tunge kjøretøy» (Samferdselsdepartementet, 2021, s. 7), dersom målene for utslippsreduksjon skal nås.

Enova er et statsforetak opprettet for å senke den økonomiske belastningen for bedriftene som er først ute med å prøve nye løsninger. (Samferdselsdepartementet, 2021, s. 35) Enova har bidratt med å elektrifisere tungtransporten i Norge ved å gi økonomisk støtte til kjøp av tunge elektriske kjøretøy. Støtten utgjør opp til 40 prosent av merkostnaden ved å kjøpe elektrisk i forhold til fossilt, og søknadsprosessen er relativt enkel og går også ganske fort. Enova har gitt bidrag til 420 lastebiler og 115 busser, alle elektriske. I tillegg er det mulig å søke til Enova om å få økonomisk støtte til å etablere ladere. (Samferdselsdepartementet, 2021, s. 37)

Ifølge Samferdselsdepartementet (2021, s. 17), kan vi vente oss følgende utvikling innenfor antallet elektriske lastebiler og hurtigladere for lastebiler:

Tabell 2.3 - oversikt over antall elektriske lastebiler og tilgang på hurtigladere nå og forventning for 2030.

Hva	Antall 01.12.2022	Antall 2030
Lastebiler	387	23 000
Hurtigladere	1	1 500-2 500

Tallene som er brukt er fra 31.09.2022 og avviker derfor noe fra tallene som er hentet fra Statistisk sentralbyrå tidligere i oppgaven.

## 2.6 Bioenergi

Bioenergi er ifølge SINTEF (u.å.) den energien vi finner i alt biologisk materiale, altså alt som kan råtne. Prosessen med å skape bioenergi slipper ut CO<sub>2</sub>, men fordi den kun slipper ut den CO<sub>2</sub>-en som allerede er tatt opp av det biologiske materialet, vil det være en klimanøytral løsning da det ikke øker mengden CO<sub>2</sub> i atmosfæren. Dette er grunnen til at «I henhold til stortingsvedtak (Innst. 468 S 2020–2021) skal biogass likestilles med strøm i vurderingen av klimavennlig teknologi» (TØI – rapport 1880/2022, 2022, s. 10). Dette vil si at selv om bruken av biogass vil gi et utslipp av CO<sub>2</sub>, vil den likevel regnes som et nullutslippsdrivstoff.

Vi skiller mellom konvensjonelt og avansert biodrivstoff, hvor konvensjonell (også kalt 1.generasjon) er biodrivstoff fremstilt av råstoff som også kan brukes til produksjon av dyrefôr



eller mat. Avansert biodrivstoff (også kalt 2. generasjon) er fremstilt av avfall og rester fra landbruk, skogbruk eller næringsmiddelindustri, og råstoffet kan altså ikke utnyttes som hverken dyrefôr eller mat. (Miljødirektoratet, 2023, avsnitt 10 og 11)

Biogass er ifølge Miljødirektoratet (2023, avsnitt 22) «metanholdig energigass som dannes ved bakteriell nedbrytning av biologisk materiale». Begrepet brukes i Norge både om drivstoffproduktet hvor CO<sub>2</sub>-en er fjernet og består av rundt 97 prosent metan, og om rågass fra produksjonsprosessen hvor omtrentlig 40 prosent er CO<sub>2</sub> og 60 prosent er metan. Omtrent all biogass som forbrukes i Norge er produsert i Norge. Råmaterialet som brukes til produksjonen består av materiale som ikke har annet bruksområde. Dette er for eksempel kloakkvann, avfall fra skogbruk, gjødsel fra husdyr og matavfall.

I 2022 var det registrert 813 lastebiler som går på gass (Statistisk Sentralbyrå, 2016). Bruken av biogass som drivstoff har hatt en rask økning de siste årene. Denne økningen kommer ifølge en rapport rådgivning- og analysebyrået Stakeholder skrev om biogassmarkedet i 2022, i stor grad fra bruken av biogass på busser på fylkeskommunale kontrakter. Det pekes på manko av fyllestasjoner for lastebiler som en viktig faktor for at tungtransporten har hengt litt etter (Thompson, 2022, s. 13). Her har det begynt å skje en endring og flere aktører har startet å satse på lastebilmarkedet. Blant disse er blant annet Gasum, Air Liquide Skagerak, Lyse og ST1. Per 21 januar 2022 fantes det 28 fyllestasjoner for biogass i Norge, der det hos 7 av disse er mulig å fylle flytende gass (LBG) og hos de resterende 21 er det mulig å fylle komprimert gass (CBG). I tillegg til disse var det planlagt 20 nye fyllestasjoner (Biogass Oslofjord, 2022).

Som et resultat av Norge sine klimamål frem mot 2030, og målet om å bli et lavutslippssamfunn i 2050 ble Bionova etablert som en del av Innovasjon Norge. Det er en satsing på bioøkonomi og klimatiltak for jordbruk, skogbruk og havbruksnæringene. Der de skal bidra til innovasjon og verdiskapning innenfor disse områdene ved at man kan søke om finansiering til ulike prosjekter (Innovasjon Norge, 2023).

## 2.7 Generelle utfordringer ved nullutslipp

En av grunnene som gjør det vanskelig for politikerne å satse på én spesifikk teknologi, er at en slik satsing vil kunne føre til en stiavhengighet for politikerne. Hvor de har satset og brukt mye midler på en teknologi og dermed «låser seg fast» i denne. Da er det en risiko for at teknologien utvikler seg raskere og/eller bedre innenfor et av de andre alternativene, og slik vil de ha kastet vekk store mengder ressurser på noe som viser seg å være et lite attraktivt alternativ.

Vi kan for eksempel se den store satsingen på dieserbiler hvor folk ble oppfordret til å bytte fra bensindrevne biler og over til diesel fordi dette skulle være mer miljøvennlig. Det er fortsatt rett at det slipper ut mindre CO<sub>2</sub>, men det har ført til større problemer med lokal luftforurensning slik som med «giftlokket» i Bergen. Dette har i sin tur bidratt til at de billige dieselpriene som var et incentiv for å bytte over til diesel har økt, og har til tider vært like dyrt eller dyrere enn bensin (Bonde, 2019).

Ved alle de ulike teknologiene er det en gjenganger at etterspørselen etter infrastrukturen til de forskjellige teknologiene ikke er stor nok til at det blir økonomisk lønnsomt for bedrifter å bygge fyll- og/eller ladestasjoner. Og når det ikke eksisterer infrastruktur fører det til at få bedrifter ønsker å investere i nullutslippskjøretøy. Det beskrives av flere som en «høna-eller-egget» problematikk. En etablering av en slik infrastruktur krever i tillegg blant annet tilgang på store arealer og nok strøm, som begge er knappe ressurser.

### 3 Metode

En metode er ifølge (Jacobsen, 2021, s. 21) en måte å gå fram på for å samle empiri, som er det vi kaller data om virkeligheten. Metoden er da et hjelpemiddel til å gi en beskrivelse av virkeligheten. Problemstillingen vår omfatter varetransport på vei, og hvordan det grønne skiftet vil påvirke hvilke valg som skal tas. Vi er bare i startgropen av det grønne skiftet, og i dette kapitlet skal vi ta for oss hvilke metoder vi har brukt for å samle inn informasjon som vil hjelpe oss å besvare problemstillingen vår.

#### 3.1 Undersøkellesdesign

Etter man har konkretisert problemstillingen blir man nødt til å finne det undersøkelsesopplegget som er best egnet til den spesifikke problemstillingen man har valgt (Jacobsen, 2021, s. 89). Problemstillingen vår tar for seg en spesifikk bedrift i Johs Olsen, der vi ønsker å fordype oss i hvordan de kan få en transportflåte med mindre utslipp. Dermed passet det best å velge casestudie som undersøkelsesdesign. En casestudie er godt egnet til å gi gode og detaljerte beskrivelser av virkeligheten (Jacobsen, 2021, s. 99). I dette tilfellet blir det en enkeltcase-studie siden vi kun ønsker å undersøke ut fra Johs Olsen sitt utgangspunkt. Det finnes lite informasjon rundt det vi ønsker å undersøke og det egner seg dermed godt med et slikt undersøkelsesopplegg da slike studier ofte vil ha et eksplorerende eller utforskende preg, og dermed egner seg godt der man leter etter ny informasjon (Jacobsen, 2021, s. 99). En svakhet med denne måten å gjennomføre denne studien på er at den ikke kan generaliseres, siden vi kun

har data fra denne ene casen. Skal det kunne generaliseres trenger man data fra andre sammenhenger også (Jacobsen, 2021, s. 100).

Etter man har konkretisert problemstillingen blir man nødt til å finne det undersøkelsesopplegget som er best egnet til den spesifikke problemstillingen man har valgt (Jacobsen, 2021, s. 89). Problemstillingen vår tar for seg en spesifikk bedrift i Johs Olsen, der vi ønsker å fordype oss i hvordan de kan få en transportflåte med mindre utslipp. Dermed passet det best å velge casestudie som undersøkelsesdesign. En casestudie er godt egnet til å gi gode og detaljerte beskrivelser av virkeligheten (Jacobsen, 2021, s. 99). I dette tilfellet blir det en enkeltcase-studie siden vi kun ønsker å undersøke utfra Johs Olsen sitt utgangspunkt. Det finnes lite informasjon rundt det vi ønsker å undersøke og det egner seg dermed godt med et slikt undersøkelsesopplegg da slike studier ofte vil ha et eksplorerende eller utforskende preg, og dermed egner seg godt der man leter etter ny informasjon (Jacobsen, 2021, s. 99). En svakhet med denne måten å gjennomføre denne studien på er at den ikke kan generaliseres, siden vi kun har data fra denne ene casen. Skal det kunne generaliseres trenger man data fra andre sammenhenger også (Jacobsen, 2021, s. 100).

### 3.2 Valg av metode

Det er ulike måter å samle inn data på, vi skiller mellom en kvantitativ og kvalitativ tilnærming. Hensikten med den kvantitative metoden er å samle inn informasjon som lett kan systematiseres, og som kan legges inn på datamaskiner i standardisert form slik at man kan analysere mange enheter samlet. Spørreundersøkelser er den vanligste metoden å bruke for å samle inn data. (Jacobsen, 2021, s. 251). Den kvalitative metoden undersøker man få enheter og går mer i dybden av disse, intervjuer, observasjoner og dokumentundersøkelser er de vanligste metoden for å samle inn data på.

I vår oppgave ønsker vi ikke å generalisere funnene våre, men ha fokus på hvilke funn som vil bidra til at vår samarbeidsbedrift Johs Olsen på best mulig måte kan gjennomføre overgangen til nullutslippskjøretøy ut fra deres utgangspunkt, og muligheter. Vi har dermed brukt en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode. Ny informasjon har blitt samlet inn gjennom intervjuer, i tillegg har vi brukt informasjon vi har fått fra Johs Olsen i våre analyser.

### 3.3 Datainnsamlingsmetode

I oppgaven vår ønsket vi å undersøke hvilke muligheter som finnes i dag når det kommer til teknologi, og hvilke erfaringer som er gjort av liknende bedrifter som Johs Olsen. Etersom vi

valgte den kvalitative tilnærmingen når vi skulle innhente data, var det ulike metoder datainnsamling vi kunne benytte oss av. Dette var for eksempel individuelle intervjuer eller gruppeintervjuer, observasjon i tillegg til å bruke dokumentundersøkelse (Jacobsen, 2021, s. 145). For vår oppgave ønsket vi å undersøke erfaringer til andre bedrifter, og snakke med bedrifter som jobber spesielt med det grønne skiftet, for å bedre forstå hvilke utfordringer og muligheter som finnes. I tillegg til å innhente ny informasjon var det viktig å innhente data fra Johs Olsen for å vite hvilke behov de har. Vi benyttet oss av både individuelle- og gruppeintervjuer, som ble gjennomført ved bruk av Teams da det var dette som egnet seg best med tanke på store avstander til intervjuobjektene.

De fleste intervjuene vi gjennomførte ble gjennomført som åpne individuelle intervjuer som er den vanligste datainnsamlingsmetoden innenfor den kvalitative metoden (Jacobsen, 2021, s. 145). Denne formen for intervju kjennetegnes ved at undersøger og respondenten eller informanten prater sammen som i en vanlig dialog (Jacobsen, 2021, s. 146). Intervjuene ble dokumentert ved å skrive notater som trakk ut det viktigste fra samtalene. Før vi kunne gjennomføre intervjuene brukte vi mye tid på å undersøke hvilke bedrifter og relevante personer vi ønsket å snakke med. På forhånd hadde vi laget en generell intervjuguide som vi brukte under intervjuene for å holde en viss struktur på intervjuene. Intervjuguiden er lagt ved i vedlegget under kapittel 1.7.

Varigheten på intervjuene var på 30-60 minutter, noe som opplevdes som tilstrekkelig med tid for å få den informasjonen som var relevant. Enkelte av intervjuene kunne starte med en presentasjon fra informanten om bedriften hen jobbet i, før det gled over i en dialog der spørsmål ble besvart.

Vi kom ikke i kontakt med alle vi ønsket å snakke med, noe som kan være en svakhet i datainnsamlingen vår da det kan være flere av de som ikke svarte på henvendelsene våre, som kan sitte på informasjon som kunne vært relevant for oss. Selv om vi stilte ganske mange av de samme spørsmålene i intervjuene vi gjennomførte, så kunne det muligens vært mer hensiktsmessig og hatt en egen intervjuguide som var mer tilpasset til hver av informantene vi intervjuet.

### 3.4 Utvalg

Vi ønsket å få belyst temaet rundt nullutslippsteknologier fra flere vinkler, og ønsket å snakke med bedrifter innenfor hydrogen, biogass, elektrisitet og tilhørende infrastruktur til disse. Vi

ønsket å snakke med bedrifter som var store nok til at de kunne ha en viss påvirkning av hvilken retning nullutslippsteknologi ville ta de neste årene, og så for oss at vi måtte ha et utvalg på mellom 5-10 informanter.

Vi endte opp med å intervju Klimapartner Innlandet, Brusdal, Eviny, Greenstat, Iveco, Johs Olsen, i tillegg hadde vi et møte med flere aktører der blant annet Sirkula, Glør og Asko Hedmark deltok. Kontakten med bedriftene skjedde ved at vi gjennom hjemmesidene til bedriftene kom frem til relevante personer som ofte var ansvarlige for den delen vi ønsket mer informasjon om, og som vi tok kontakt med via e-post og fikk organisert et møte over Teams. I flere tilfeller opplevde vi at informantene vi intervjuet satte oss i kontakt med andre bedrifter de mente ville være interessante for oss å snakke med. I et tilfelle ble det i tillegg satt opp et Teams-møte med flere aktører der ulike erfaringer og synspunkter ble delt. Av aktørene vi tok kontakt med var det ikke alle som besvarte henvendelsene våre, men stort sett var tilbakemeldingene veldig positive.

### 3.5 Validitet og reliabilitet

Ved en undersøkelse ønsker man alltid å forsøke å minimere problemer knyttet til gyldighet (validitet) og pålitelighet (reliabilitet) (Jacobsen, 2021, s. 227). Det grønne skiftet er enda i en tidlig fase, og det er mye ny informasjon som florerer som burde vurderes på en kritisk måte før man trekker noen beslutninger. Derfor ønsker vi å se på hvilke faktorer som kan ha vært med å påvirke dataene vi har samlet inn og måten det er blitt gjort på. Vi vil begynne med å se på den interne og eksterne gyldigheten, for å diskutere hvorvidt vi har fått tak i det vi ønsket å få tak i (intern gyldighet) og om dette kan overføres til andre sammenhenger (ekstern gyldighet) (Jacobsen, 2021, s. 228).

Intervjuene vi har gjort er blitt gjort med ansatte hos ulike aktører, og som har personlig erfaring med temaene de er blitt intervjuet om, og som er med på å styrke gyldigheten til informasjonen de kommer med. Samtidig kan det sitte andre personer i bedriften med lengre erfaring innenfor samme tema som kunne gitt et annet innblikk enn det vi endte opp med. Et annet aspekt er konkurranseaspektet mellom aktørene vi har intervjuet. Hver aktør ønsker å fremme sin teknologi som den beste løsningen. Det kan føre til at de positive sidene blir belyst, og de negative sidene ikke blir fremhevet like mye. Ved å ha flere intervjuer med personer innenfor liknende bedrifter kunne man muligens fått et mer nyansert situasjonsbilde. Fordi informasjon fra flere uavhengige kilder gir en gyldig beskrivelse av fenomenet (Jacobsen, 2021, s. 231).

Der den interne gyldigheten har til hensikt å se på om vi har beskrevet et fenomen på riktig måte, dreier den eksterne gyldigheten seg om i hvilken grad funnene kan generaliseres til andre enn dem man faktisk har undersøkt (Jacobsen, 2021, s. 237). I denne oppgaven har vi innhentet informasjon fra relativt få enheter, for å få en dypere forståelse av det grønne skiftet, og undersøke på hvilken måte disse vil utgjøre en forskjell for Johs Olsen og deres overgang til nullutslippskjøretøy. Dermed er informasjonsinnhenting gjort med bakgrunn på Johs Olsen sin situasjon, og spørsmål er stilt med tanke på hvilken situasjon og muligheter de har. Vi har dermed ikke noe mål om å finne informasjon som kan generaliseres til en større populasjon, og informasjonen vi kommer frem til er ikke nødvendigvis like nyttig for alle bedrifter med samme mål om nullutslipp.

Til slutt ønsker vi å se på påliteligheten (reliabiliteten), og om det er trekk ved undersøkelsen vår som kan ha skapt de resultatene vi har kommet frem til. I dette spørsmålet ligger det en anerkjennelse av at undersøkelsesopplegget, datainnsamlingen og analysen kan påvirke resultatet (Jacobsen, 2021, s. 241). Intervjuene vi gjennomførte startet ved at vi kontaktet intervjuobjektet via e-post, og forklarte kort hvem vi er, hva oppgaven vår gikk ut på og hvorfor vi ønsket å snakke med dem. Alle intervjuene våre skjedde over teams, og dermed befant alle intervjuobjektene seg på en plass de var komfortable med. Vi opplevde at det var lett å få en god flyt i samtalene, og at det ble skapt en god tillitt som gjorde at vi opplevde en velvilje til å gi oss gode svar på det vi lurte på, og at de var interessert i å bidra positivt til oppgaven vår.

Samtalene våre ble dokumentert av det samme gruppemedlemmet hver gang gjennom å skrive notater underveis i intervjuet. Denne personen konsentrerte seg kun om å skrive notater, noe som gjorde at det var enklere å få korrekt dokumentasjon av intervjuene. Ved å ha samme person til å skrive referater kunne denne personen gjøre seg erfaringer fra gang til gang, som ytterligere kunne forbedre møterefaterene gjennom egen erfaring. Dette gjorde at vi fikk møterefaterer som var enkle å tolke og hente ut viktig informasjon fra til videre bearbeiding.

### 3.6 Etikk

Alle intervjuene har skjedd på frivillig basis hvor vi har kontaktet de respektive og gitt de informasjon om vår oppgave og hva vi skriver om, slik at deres samtykke til å bidra har blitt gjort fra et informert ståsted. Intervjuene er gjengitt i oppgaven vår på bakgrunn av referatene vi skrev under intervjuene. For å sikre oss at ikke noe er fremstilt på feil måte, eller at vi har misforstått meninger og ytringer, har vi derfor sendt tekstene fra intervjuene til de det gjelder,

slik at de kan lese over og eventuelt rette opp i misforståelser slik at det de har sagt blir gjengitt i vår oppgave på en mest mulig korrekt måte.

Informasjonen vi har samlet inn har ikke vært av en følsom karakter, da bedriftene selv har fått velge hvor spesifikk informasjonen de delte med oss skulle være. Her tenker vi da på informasjon som hadde vært til ulempe for bedriftene om konkurrentene hadde fått tak i den. Videre har vi valgt å ikke nevne navn på personene som deltok i intervjuene, men bare brukt bedriftens navn i teksten. Dette fordi vi går ut ifra at personene som deltok gjorde så på vegne av bedriften, og vi anser det ikke som nødvendig for vårt resultat og konklusjon at navnene deres blir nevnt spesifikt.

## 4 Resultatpresentasjon, analyse og drøfting

I dette kapitlet vil vi ta for oss hvilken informasjon vi fikk fra intervjuene, samt resultatene fra analysene vi gjennomførte og hvordan vi tolker informasjonen de gir oss.

### 4.1 Resultater fra intervjuene

Som nevnt tidligere var en av våre metoder innenfor datainnsamling å gjennomføre intervjuer med bedrifter vi anså som relevante i transportnæringen. Disse intervjuene ble gjennomført med Klimapartnere, som resulterte blant annet i at vi fikk være med og observere på et møte de gjennomførte med Johs Olsen, Sirkula IKS, Østlandssamarbeidet og ASKO Hedmark. Videre hadde vi intervjuer med NorEngros K. J. Brusdal, Eviny, Greenstat og Iveco.

#### 4.1.1 Klimapartnere

Fra vårt intervju med Klimapartnere, fikk vi følgende informasjon: Klimapartnere er et partnerskap på tvers av klimaregnskap, hvor de ser på hvilke utslipp de forskjellige partnerne har og skaper møteplasser for sine medlemmer/partnere, hvor de kan holde seg oppdatert på hva som skjer i forbindelse med Grønn utvikling. Klimapartnere arbeider sammen med de ulike partnerne og hjelper dem med deres løsninger for å oppnå lavere utslipp, samtidig som de ser etter felles løsninger på tvers av bedriftene.

Klimapartnere forteller at infrastrukturen for grønne lastebiler mangler per dags dato, men at det finnes noen biogassanlegg på Lillehammer og Hamar. I tillegg har de stasjoner for biogass i Oslo, og det bygges et anlegg på Øyer. Hydrogen er mest utbredt på Vestlandet. ASKO, som er en av partnerne deres, er den første aktøren med både elektrisitet og biogass på lastebiler,

men at de må stå for fyllestasjoner på egen regning. Utbyggingen av infrastrukturen for nullutslippskjøretøy krever plass og strømtilgang, og de mener at elven i Innlandet må kobles på for å få tilgang til nok kraft. I tillegg er det spørsmål om hvilken teknologi man skal bygge ut, da det er dumt å bygge ut fyllestasjoner for en teknologi som ikke blir valgt blant bedriftene.

#### 4.1.2 Klimapartnere, Sirkula IKS, Østlandssamarbeidet, ASKO Hedmark og Johs Olsen

Dette var ikke et intervju fra vår side, men et møte mellom flere aktører arrangert av Klimapartnere, hvor vi fikk være med for å få litt innsikt i hva bedriftene tenker om fremtiden med tanke på valg av teknologi for å nå nullutslippsmålet. I møtet deltok avfallsselskapet Sirkula, Østlandssamarbeidet, ASKO Hedmark, Johs Olsen og Klimapartnere som arrangerte møtet.

I møtet kom det frem at det er ingen som sitter på en klar fasit, og det hersker stor usikkerhet blant bedriftene om hvilken teknologi som er best å satse på. Det foreslås blant annet å gå sammen og satse på en felles teknologi som enten elektrisk eller biogass. Dette blir slått ned da behovene til bedriftene er svært ulike, og det påpekes at for eksempel kan ikke elektriske biler frakte like tungt som biogass.

Det nevnes også at de savner tilgang på areal og energi, og Østlandssamarbeidet ser på muligheten for å starte et pilotprosjekt på Gardermoen med en energihub, som er en stasjon hvor det skal tilbys fylling av biogass og ladning. De forklarer at det er mye kamp om strøm og areal, og at de derfor ser viktigheten av å samarbeide med andre aktører. I tillegg pekes det på en stor flaskehals, som strømselskapene mener er saksbehandlingstid i forbindelse med å få bygget ladestasjoner. Det rettes også en usikkerhet til biogass, og hvorvidt det også vil regnes som klimanøytralt i fremtiden da det faktisk er noe utslipp ved det.

Fyllestasjonene for biogass som er på Hamar, Lillehammer og Gjøvik er komprimert gass, som vil gi mindre rekkevidde sammenlignet med flytende gass. Det presiseres at dersom disse også skal kunne levere flytende gass trengs det investeringer fra en eller flere større bedrifter, da de som driver produksjonen av gass er for liten for å ta denne investeringen alene. Det diskuteres videre om at det er en stor eksport av råvarer til biogass fra Norge til Danmark, som kunne blitt brukt til biogass produksjon i Norge hadde det vært nok aktører som var villig til å investere i infrastruktur og biler. Det nevnes at det er ønskelig med et samarbeid for å få til en investering



og utbygging av infrastruktur, men med ulike behov er det vanskelig å komme frem til en løsning alle er tjent med.

#### 4.1.3 NorEngros K.J. Brusdal AS

NorEngros K.J. Brusdal AS (heretter forkortet til Brusdal) er en leverandør av varer som emballasje, pallesikring, kontor- og datarekvisita, cateringprodukter, renhold, medisinske produkter, interiør og kontormøbler. Brusdal holder til i Bergen kommune, og har hovedkontor, lager og butikk i Indre Arna. De har også butikker i Førde, på Sotra og Stord, som er åpen for både bedrifter og privatpersoner (K.J Brusdal AS, 2021.). Vi ønsket å prate med Brusdal da disse står ovenfor mange av de samme utfordringene som Johs Olsen.

Brusdal var tidlig ute med innkjøp av elektriske lastebiler etter at kravet om nullutslipp i tungtransporten i løpet av 2030 dukket opp. I tillegg satt Bergen kommune krav allerede i 2020 om nullutslipp på leveranser i sentrum. Tilgjengeligheten på offentlige ladestasjoner er i dag veldig dårlig, og de har måtte stå for lademuligheter på egenhånd. De elektriske lastebilene ligger på omkring 4 millioner kroner per stykk, men man kan få igjen inntil 40 prosent av merkostnaden i forhold til Diesel kjøretøy, men erfaringen til Brusdal er at man bare får igjen 30 prosent. Det er ifølge Brusdal bare Volvo og Renault som kan levere 16 tonns elektriske lastebiler, som passer deres bruk. Kravene fra kommunen oppleves dermed svært strenge for Brusdal, og tidvis uoppnåelige ettersom produsentene ikke klarer å levere teknologier som oppfyller kravene som settes.

Brusdal kjøpte sin første elektriske bil i oktober 2021, som var en 16 tonns Volvo. Etter dette har de gått til innkjøp av to til som ble levert sommer/høst 2022, og en fjerde med levering rundt påske 2023. Disse skulle ha en rekkevidde på 16 mil, men erfaringen deres er at de har kunnet kjøre avstander på hele 18,3 mil, og fortsatt ha litt kapasitet igjen på batteriet.

Brusdal benytter seg av samme ladesystem som privatpersoner benytter seg av for å lade en personbil, denne bruker ca. 10 timer på å fylle bilen med 220 kilowattimer. Brusdal forbruker nesten all ampere de har tilgang på via sin strømlleverandør, og ser derfor på en løsning der de bruker en container med solcellepanel som kan lade bilene med tilsvarende lader de allerede har, og hvor det lades et batteri som har mulighet til å lade opp 1-2 lastebiler dersom strømmen går.

Årsaken til at de gikk for elektriske biler og ikke biogass eller hydrogen, skyldes blant annet ulykken ved en fyllestasjon i Oslo førte til at utviklingen innen hydrogen stoppet opp, og for liten tilgjengelighet på biogass i nærområdet. Brusdal har nå kjørt elektrisk en stund og har erfart at bilene er veldig driftsstabile, og de oppleves like stabile som en dieselbil, men at det er utfordringer med inntaksledningen og hva de leverer av strøm i området til bedriften for å ha nok kapasitet til å holde bedriften i gang og lade lastebiler.

#### 4.1.4 Eviny

Det var interessant å snakke med Eviny etter at vi leste oss opp om at de var de første i Norge til å etablere lynladere for elektriske lastebiler. De har bygget en ladeløsning lokalisert på Lørenskog, som har kapasitet til å lade fire lastebiler samtidig. Laderne er av typen ABBs 360 kilowatt-ladere, og ifølge Eviny tar det ca. en halvtime å lade til fullt batteri. Eviny har erfaring som leverandør av ladesystem for PostNord, som de tydelig har vært fornøyde med ettersom PostNord har tredoblet antallet elektriske lastebiler.

I intervjuet fremkom det at Eviny foreløpig ikke hadde noen planer for utbygging av en ladestasjon på Innlandet, men at det kunne være interessant for de å bygge der. Ved etablering av nye ladestasjoner vil Eviny stå for det økonomiske og drift i bytte mot tomt. Tidsperspektivet fra de får en forespørsel om å bygge et sted til de starter å bygge, kan ta alt fra 15 uker til 1 år. Dersom en bedrift ønsker å bygge en ladestasjon kun for eget bruk, må de bære kostnadene selv. Eviny anslår at disse kostnadene ligger på rundt 3 millioner NOK.

#### 4.1.5 Greenstat

Greenstat er et energiselskap som driver med industrivind, solenergi og hydrogen, og er per dags dato involvert i en rekke prosjekter som involverer hydrogen.

I intervjuet vårt med Greenstat fremkommer det at de ønsker å være produsenter, men har ingen konkrete planer for fyllestasjoner for hydrogen. De er involvert i flere prosjekter med hydrogen som drivstoff, men dette er stort sett maritime prosjekter og ikke landbasert. De har tre hydrogenknutepunkt under utvikling, som har maritime forbrukere som hovedfokus.

De presiserer at for alle hydrogen prosjekter er det viktig å se til alle markeder for salg av hydrogen, og industri og landtransport er andre viktige markeder for dette. De nevner Meråker Hydrogen som er et selskap hvor Greenstat er deleier. Meråker Hydrogen driver oppstart av et produksjonsanlegg som skal produsere hydrogen, hvor landtransport er deres primærmarked.

De planlegger å starte byggingen av fabrikken på Meråker i 2024, og forventer at produksjonen starter i slutten av 2025 (Meråker Hydrogen, 2022).

Videre forteller Greenstat at selv om de har fokus på produksjon av hydrogen til maritim transport, kan det også være mulig å distribuere hydrogen til landtransport i tillegg. Men de påpeker også at slik tidslinjen ser ut vil det ta noen år før en slik produksjon er oppe og går. De ser potensiale for hydrogen i landtransportsektoren, da hydrogen, på lik linje med elektrisitet, ikke har noen direkte utslipp ved forbrenning/framdrift, i motsetning til diesel. Hydrogen vil ligne mer på diesel da man kan fylle kjapt og ha større rekkevidde sammenlignet med EL. For de tyngste og lengste transportrutene vil elektrisitet ha for kort rekkevidde eller for liten nyttelast, og dermed er hydrogen et naturlig valg og en energibærer som gir et driftsmønster mye mer likt diesel.

Greenstat ser at det er for tiden svært mye utvikling innenfor bransjen, og de tror at innen 2-3 år vil det være betydelig mer infrastruktur for hydrogenfylling tilgjengelig, som vil gjøre hydrogenbaserte løsninger til et mer opplagt valg enn det det er i dag.

#### 4.1.6 Iveco

Vi kontaktet flere leverandører for å høre hvilke kjøretøy de kunne tilby, og å få litt generell informasjon om disse kjøretøyene. Vi hørte kun tilbake fra Iveco, som er leverandør av blant annet lastebiler som går på biogass. Iveco er leverandør av kjøretøy som varebiler, lastebiler og busser, og er en stor aktør i markedet.

Iveco tilbyr lastebiler som går på både flytende og komprimert gass. De nevner blant annet at de har testkjørt en lastebil på flytende gass, som klarte hele distansen Oslo til Bergen, tur-retur, uten å måtte stoppe for å fylle drivstoff. Dette er en distanse på totalt 928 km.

Videre er Iveco veldig tydelig på at de mener at å ta en avgjørelse på om man skal velge mellom biogass, elektrisk og hydrogen, bør utsettes med to år. Dersom man er usikker på valget nå, burde man vente med mindre det er en grunn til at valget må gjennomføres nå, slik som for eksempel strengere krav til utslipp fra kunder.

## 4.2 Resultater og drøfting fra hovedanalyse

Hovedanalysen er basert på dagens informasjon om kostnader, rekkevidde, utslipp og utslippskrav. Resultatene fra den første analysen ga oss ikke det svaret vi forventet å få, som var at den ville kun bruke fossile kjøretøy. Vi forventet dette svaret ettersom det ikke foreligger

krav til utslippsreduksjon, og det er det billigste kjøretøyet å kjøpe inn, og med lengst rekkevidde. Løsningen den kom frem til var derimot følgende:

Antall kjøretøy som trengs for å kjøre valgte ruter				
	H2	EL	Biogass	Fossil
Hvor mange kjøretøy	1	-	1	1
Kostnad	kr 19 340,08	kr -	kr 9 747,88	kr 11 746,33
Utslipp	0	0	77 625	1 032 122
Antall km kjørt	859	-	863	1 112
Antall kjøredager	4	0	4,8333	4,3333

Totalutslipp (gCO2/km)	1 109 747
Totalkostnad	kr 40 834

Figur 4.1 - Hovedanalyse med dagens priser, utslipp og rekkevidde, uten føringer på hvilke kjøretøy som skal brukes.

I Figur 4.1 - Hovedanalyse med dagens priser, utslipp og rekkevidde, uten føringer på hvilke kjøretøy som skal brukes, er kostnad, avstand og utslipp delt opp for hver enkelt type kjøretøy. Ettersom det er ingen informasjon under kolonnen «EL», er dette fordi elektriske kjøretøy ble ikke valgt av modellen som en del av denne løsningen. Det totale utslippet og den totale kostnaden er lagt sammen og gjengitt i de to nederste radene i Figur 4.1

Her ser vi at modellen har valgt å bruke et hydrogen, et biogass, og et fossilt kjøretøy. Totalkostnaden er 40 834 kroner. Vi kan forstå at den velger biogass og fossil, da dette er kjøretøyene med lavest innkjøpskostnader og drivstoffkostnader per kilometer. Men vi synes det er overraskende at den velger et hydrogenkjøretøy da det er dyrest både på innkjøp og driftskostnader. Rutene den valgte å kjøre for denne løsningen er som følger (se vedlegg 1.5 for oversikt over hvilke ruter som besøker hvilke noder/kunder)

Ruter valgt	2	6	8	9	10	21	30	34	35	36	40
Antall km per rute	64,3	133	205	247	274	370	272	373	161	185	47,2
Antall ganger totalt	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	2
Hydrogen		1	1	1	1						
Biogass	1	1					1		1	1	1
Fossil						1		1	2		1

Figur 4.2 - Rutesammensetting basert på løsning i Figur 4.4

Figur 4.2 viser hvilke ruter som blir valgt. Tallene i oransje ruter i øverste rad er rutenummer for hvilke ruter som er valgt, og tallene i den oransje raden under viser hvor mange kilometer den valgte ruten består av. Neste rad, den hvite, viser hvor mange ganger totalt sett de forskjellige rutene blir kjørt i løpet av en uke, hvor de tre nederste radene viser hvilke kjøretøy som kjører de forskjellige rutene, og hvor mange ganger. Denne måten å presentere rutene på

er lik i resten av kapittelet. Dersom et kjøretøy ikke er nevnt i figurene for rutesammensetting, er det fordi de ikke er en del av løsningen og er derfor utelukket.

Vi hadde forventet en fordeling hvor fossil tok de lengste rutene, hydrogen de nest lengste og biogass de korteste på grunn av rekkevidden på kjøretøyene. Vi ser imidlertid at dette ikke stemmer, da noen av de korteste rutene kjøres av alle tre. Vi ser derimot at de to lengste rutene, 30 og 34, kjøres kun av fossil selv om hydrogen har rekkevidden til å kjøre disse også. Dette kan skyldes drivstoffkostnader per kilometer, hvor fossilt er billigere enn hydrogen.

For å få totalkostnad og -utslipp ved å kun benytte fossile kjøretøy slik Johs Olsen gjør i dag, så vi oss nødt til å tvinge modellen til å kun velge fossile kjøretøy til å kjøre rutene. Slik fikk vi tall på utslippene ved dagens kjøretøyflåte. Resultatene fra denne analysen er som følger:

Antall kjøretøy som trengs for å kjøre valgte ruter				
	H2	EL	Biogass	Fossil
Hvor mange kjøretøy	-	-	-	2
Kostnad	kr -	kr -	kr -	kr 23 499,37
Utslipp	0	0	-	2 064 986
Antall km kjørt	-	-	-	2 225
Antall kjøredager	0	0	0	10

Totalutslipp (gCO <sub>2</sub> /km)	2 064 986
Totalkostnad	kr 23 499

Figur 4.3 - Hovedanalyse med tvungen bruk av fossile kjøretøy

Vi ser fra Figur 4.3 at ved å tvinge modellen til å kun bruke fossile kjøretøy, fikk vi en totalkostnad på 23 499 kroner, og den trengte kun å bruke 2 kjøretøy for å oppfylle kravene til kundene om mengde varer levert. Totalutslippet kom på 2 064 986 gram CO<sub>2</sub>. Dette tallet var det vi brukte som utgangspunkt på sensitivitetsanalysene våre senere, hvor vi kunne legge inn krav på hvor mye prosent utslippet skulle reduseres med for å se hvilke kjøretøy den ville velge.

Rutene som ble valgt for å oppfylle kravene ble som følger:

Ruter valgt	2	6	7	10	12	15	21	34
Antall km per rute	64,3	133	263	274	202	220	370	373
Antall ganger								
Fossilt	4	2	1	1	1	1	1	1

Figur 4.4 - Rutesammensetting basert på løsning i figur 4.6

Vi ser at modellen løser rutesammensetningen med færre ruter enn den bruker ved løsningen i Figur 4.2. Den kjører også færre kilometer totalt sett, sammenlignet med Figur 4.1. Det ser ut til at ved å tvinge modellen til å kun velge fossile kjøretøy i løsningen, kommer vi frem til et billigere alternativ enn når den får velge fritt selv. Dette kan skyldes at ved å fjerne de tre andre

typene kjøretøy som alternativ, får modellen betydelig færre mulige løsninger å kjøre gjennom, og kommer frem til optimal løsning på veldig kort tid. Sammenlignet med den første gjennomføringen hvor vi måtte manuelt stoppe modellen for å få en løsning etter fire dager, brukte den ca. 10 minutter på å komme frem til optimal løsning når den kun fikk lov å bruke fossile kjøretøy.

Med bakgrunn i tidsbruken nevnt over, kan det derfor tenkes at den ville ha kommet frem til løsningen ved å kun bruke fossile kjøretøy ved første gjennomføring, dersom den hadde fått gått gjennom alle mulige løsninger.

Da vi innså hvor lang tid hver gjennomføring ville ta, satte vi en maks begrensning på 60 minutter, og at modellen etter dette skulle stoppe og presentere den beste løsningen den hadde funnet til da. Ettersom hovedkravet vi har satt til modellen er at den skal minimere totalkostnadene med bakgrunn i variabler og begrensninger vi har lagt inn, er da den beste løsningen den med lavest totalkostnad ut ifra gitte forutsetninger.

Vi skulle gjerne ha latt modellen kjøre helt ut hver gang. Men på grunn av alle faktorene vi må endre på som fører til at vi må kjøre modellen mange ganger, har vi dessverre ikke tid til dette og så oss nødt til å sette denne makstiden. Dette påvirker ikke nødvendigvis løsningen vår, da modellen kan ha funnet de optimale rutene innen 60 minutter. Men det kan også hende det er ruter modellen ikke rakk å undersøke, og at det finnes løsninger som gir en lavere totalkostnad.

### 4.3 Resultater og drøfting fra sensitivitetsanalyser

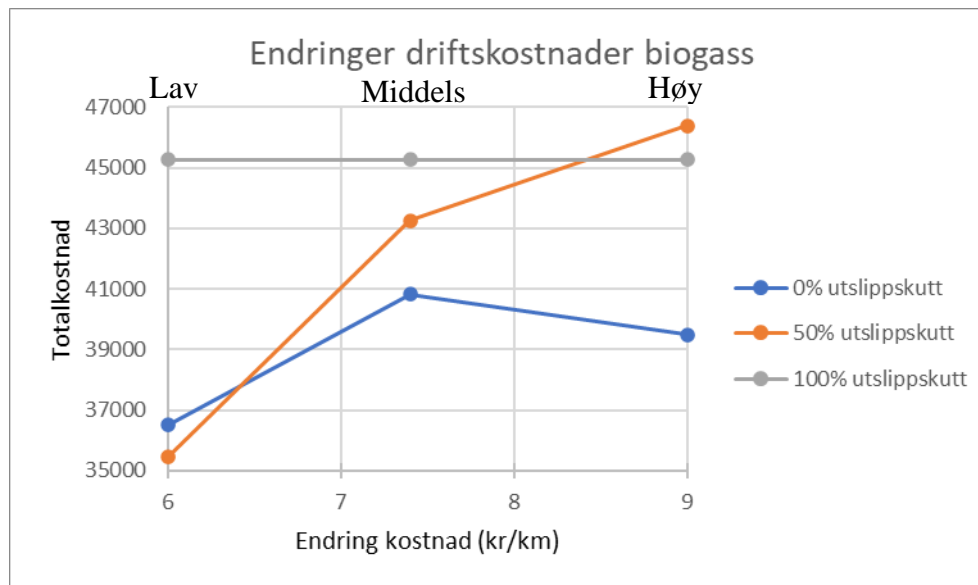
I sensitivitetsanalysene har vi tatt utgangspunkt i hovedanalysen og tallene som er brukt der, og deretter endret én og én variabel, hvor vi etter hver endring har kjørt analysen. Da vi skulle undersøke hvordan et krav om utslippsreduksjon ville påvirke løsningen til modellen, satte vi utslippskuttet til å være 50 prosent eller 100 prosent av «status quo-utslipp». Dette er det totale utslippet vi fikk oppgitt ved løsningen i Figur 4.3, hvor den kun fikk bruke fossile kjøretøy. Vi har valgt tre prisnivåer for hver variabel, hvor vi skiller mellom lav, middels og høy. Middels er tallene fra hoved-analysen. Lav er en reduksjon av disse tallene med 20 prosent, og høy er en økning med 20 prosent.

Ved hvert prisnivå, lav, middels og høy, har vi også sett hvordan et økt krav til utslippsreduksjon vil påvirke resultatene ved det spesifikke prisnivået. Dette ble gjort ved å først teste for ingen utslippskrav, for deretter å øke krav til reduksjon i utslipp med 50 prosent,

og til slutt 100 prosent. Dette har vi gjort for alle kostnader per km, samt med rekkevidden til de forskjellige typene kjøretøy.

#### 4.3.1 Sensitivitetsanalyse – endringer i driftskostnader for biogass

Vi tar for oss sensitivitetsanalysene som ble utført ved å endre på prisnivå på biogass for kostnader per kilometer, og deretter endre på krav til utslippskutt.



Figur 4.5 - endringer i totaltkostnader for flåtesammensetting ved endring i prisnivå for biogass samt krav til utslippskutt

I figuren over er det illustrert ved blå, oransje og grå linje, hvordan totalkostnadene ved de forskjellige prisnivåene endrer seg ved å endre på kostnad per kilometer og krav til hvor mye prosent utslipp er tillatt. X-aksen er kostnader per kilometer, og y-aksen er totaltkostnader ved de forskjellige pris- og prosentnivåer. Modellens prisnivåer på biogass er lav, middels og høy, som tilsvarer 6, 7.4 og 9 kroner per kilometer.

Ved prisnivået lav, finner modellen en løsning med høyere totaltkostnader ved 0 prosent utslippskutt, sammenlignet med 50 prosent utslippskutt. Dette synes vi er et merkelig funn, da den ved ingen krav til utslippskutt, burde ha funnet en billigere løsning enn når den tvinges til å redusere utslippet. Vi har også sett i hovedanalysen vår at det finnes en billigere løsning når det ikke foreligger krav om reduksjon i utslipp.

Både ved ingen krav til utslippskutt og et krav om 50 prosent utslippskutt, velger modellen en flåtesammensetning av et hydrogen, et biogass og et fossilt kjøretøy. Forskjellen i pris ved de to løsningene, kommer av rutesammensetningen som vi ser i

Ruter valgt	2	6	8	9	10	18	21	23	30	34
Antall km per rute	64,3	133	205	247	274	244	370	185	272	373
Antall ganger totalt	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Hydrogen		2	1							
Biogass	3				1			1	1	
Fossil	1			1		1	1			1

Figur 4.6 og Figur 4.7.

Ruter valgt	2	6	8	9	10	18	21	23	30	34
Antall km per rute	64,3	133	205	247	274	244	370	185	272	373
Antall ganger totalt	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Hydrogen		2	1							
Biogass	3				1			1	1	
Fossil	1			1		1	1			1

Figur 4.6 - rutesammensetting ved prisnivå lav (6kr) og 0prosent utslippskutt

Ruter valgt	2	6	10	18	22	28	34	36
Antall km per rute	64,3	133	274	244	248	324	373	185
Antall ganger totalt	4	2	1	1	1	2	1	1
Hydrogen		2				1		
Biogass	3		1		1			1
Fossil	1			1		1	1	

Figur 4.7 - rutesammensetting ved prisnivå lav (6kr) og 50prosent utslippskutt

Vi ser at modellen benytter seg av to ruter mer ved 0 prosent utslippskutt enn ved 50 prosent. Total kjørelengde er også lengre ved 0 prosent, som totalt er det som gjør forskjellene i pris på disse to alternativene. Det kan tenkes at ettersom vi setter kravet til utslippskutt høyere, utelukker vi automatisk en del alternativer som ikke lenger vil være gyldig, og slik vil modellen rekke å finne en løsning med lavere totalkostnader enn når det ikke er krav til utslippskutt.

Et annet moment som er overraskende, er at ved et høyt prisnivå synker totalkostnadene ved 0 prosent utslippskutt sammenlignet med et middels prisnivå med 0 prosent utslippskutt. Dette vil si at modellen finner en billigere løsning ved en dyrere pris på biogass. Ettersom modellen velger samme kjøretøyflåte i begge tilfellene, mistenker vi at forskjellen ligger i rutesammensetting og total lengde kjørt. Vi ser på rutesammensettingene til begge alternativene og ser at mistanken stemmer:

Ruter valgt	2	6	8	9	10	21	23	30	34	35	40	
Antall km per	64,3	133	205	247	274	370	185	272	373	161	47,2	Antall km totalt per kjøretøystype
Antall ganger	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3	2	
Hydrogen	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	859
Biogass	1	1					1	1		1	1	862,5
Fossil						1			1	2	1	1112,2
										Sum:		2833,7

Figur 4.8 - Rutesammensetting ved prisnivå middels (7,4kr) og 0 prosent utslippskutt

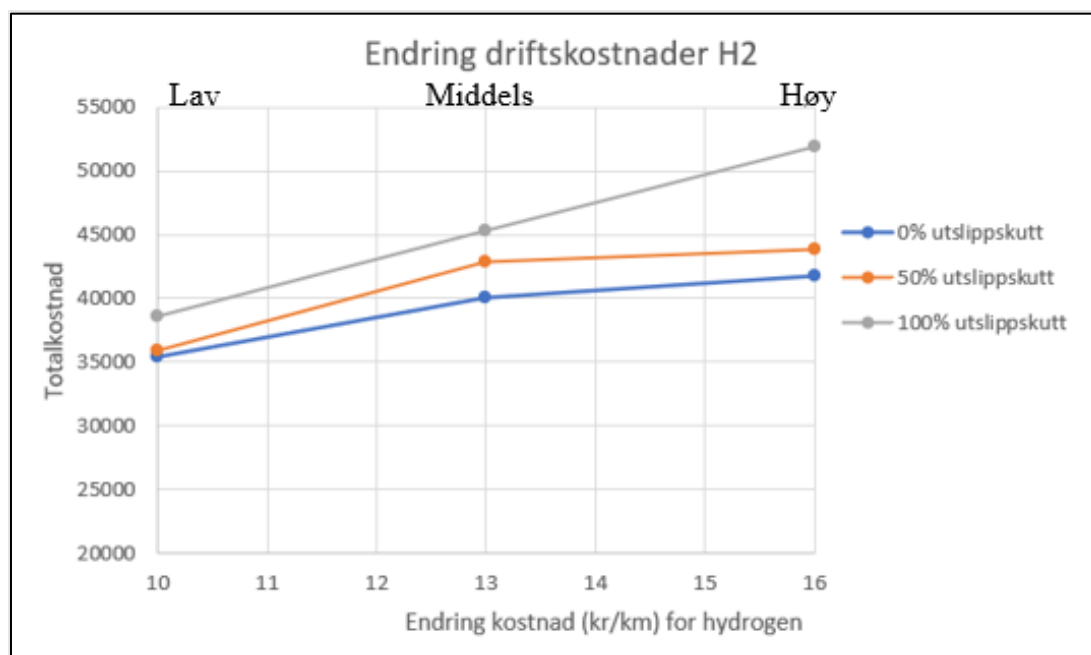


Ruter valgt	2	4	6	10	18	21	22	30	34	36	
Antall km per	64,3	292	133	274	244	370	248	272	373	185	Antall km totalt per kjøretøystype
Antall ganger	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Hydrogen			1	1			1				655
Biogass	4				1						501,2
Fossil		1				1		1	1	1	1492
									Sum:		2648,2

Figur 4.9 - Rutesammensetting ved prisenivå høy (9kr) og 0 prosent utslippskutt

#### 4.3.2 Sensitivitetsanalyse – endringer i driftskostnader for hydrogen

I sensitivitetsanalysen som ble utført med endring i pris på hydrogen fikk vi et forventet resultat hvor totalkostnaden ble større ved strengere utslippskrav og høyere driftskostnad. I Figur 4.10 ser vi hvordan kostnaden stiger, og at det helt klart er dyrere med 100 prosent utslippskutt.



Figur 4.10 - endringer i totalkostnader for flåtesammensetting ved endring i prisenivå for hydrogen samt krav til utslippskutt

Når det kommer til valg av ruter og kjøretøy så er gjengangeren at for 0 og 50 prosent utslippskutt så velger modellen et kjøretøy hver av hydrogen, biogass og fossilt. Det som endret seg, var hvilke ruter modellen valgte dette er illustrert i Figur 4.11 og Figur 4.12. Ved 0 prosent utslippskutt så var det de fossile kjøretøyene som ble satt til å kjøre de lengre rutene, mens med 50 prosent utslippskutt så ble hydrogenkjøretøy valgt til de lengre rutene, og de fossile kjøretøyene fikk tildelt kortere ruter. Dette vil jo totalt sett gjøre at selv om modellen velger et

kjøretøy av hver type så vil avstanden de forskjellige kjører være med å påvirke totalkostnaden. Og at hvilke ruter som kjøres av hvert kjøretøy har mye å si for totalkostnaden.

Ruter valgt	2	6	8	9	10	21	30	34	35	36	40
Antall km/rute	64,3	133	205	247	274	370	272	373	161	185	47,2
Antall ganger totalt	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	2
Hydrogen		1	1	1	1						1
Biogass	1	1							3		1
Fossilt				1		1	1	1		1	

Figur 4.11 - valg av kjøretøy og ruter ved middels kostnad(13kr) og 0 prosent utslippskutt

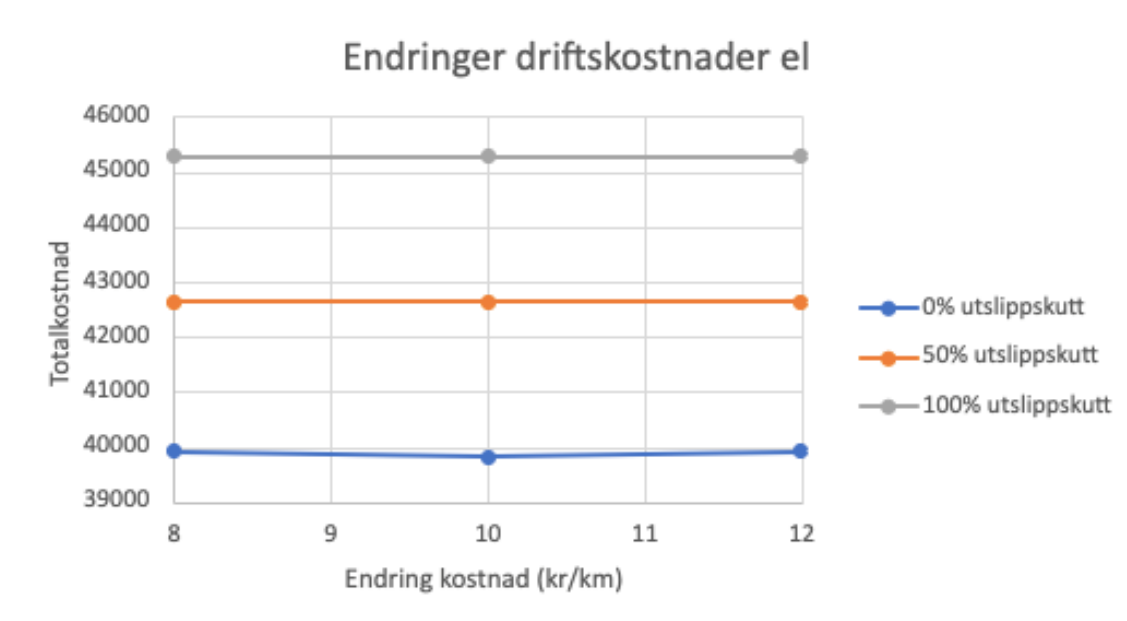
Ruter valgt	2	6	8	9	10	21	30	31	32	34	35	36	40
Antall km/rute	64,3	133	205	247	274	370	272	135	130	373	161	185	47,2
Antall ganger totalt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2
Hydrogen			1	1	1	1							
Biogass	1	1					1				1	1	1
Fossilt								1	1	1	2		

Figur 4.12 - Valg av kjøretøy og ruter ved middels kostnad(13kr) og 50 prosent utslippskutt

Ved 100 prosent utslippskutt valgte modellen utelukkende to hydrogenkjøretøy og de samme rutene ved alle kostnadsnivåene. Det gjør det mulig å anta at denne løsningen er optimal og at selv om vi hadde latt modellen kjøre helt ut ville vi mest sannsynlig ikke få et annet svar ved 100 prosent utslippskutt.

#### 4.3.3 Sensitivitetsanalyse – endringer i driftskostnader for elektrisitet

I sensitivitetsanalysen vi kjørte med endring av pris og utslippskutt på El kjøretøy fikk vi det resultatet vi forventet, med høyere totalkostnad desto strengere kravene til utslipp ble. I Figur 4.13 ser man endringene i driftskostnader per km og utslippskutt ved bruk av EL.



Figur 4.13 - endringer i totalkostnader for flåtesammensetting ved endring i prisenivå for EL samt krav til utslippskutt

På grunn av den lave rekkevidden i forhold til de andre teknologiene ble EL utelukket hver eneste gang modellen kjørte, uavhengig av om driftskostnadene per km ble lavere eller høyere, og kravet om utslippsreduksjon ble strengere. Flåtesammensetning på 0 og 50 prosent utslipp var helt identiske, med 1 fossil, 1 biogass og 1 hydrogenbil, selv om totalkostnaden ble høyere ved 50 prosent utslippsreduksjon. Dette var forventet, og kommer av at fossil bilene kjører mindre, og hydrogen og biogass kjører mer. I tillegg velger modellen å kjøre 3 ekstra ruter ved 50 prosent utslippsreduksjon kontra ved 0 prosent, som gjør at totalt antall kilometer kjørt øker og bidrar til økte totalkostnader. Ved 100 prosent utslippsreduksjon ble 2 hydrogenbiler valgt hver eneste gang og gav dermed også en høyere totalkostnad. I figurene under ser vi hvilke ruter modellen valgte ved kostnad på 12 kroner per kilometer og henholdsvis 0 prosent og 50 prosent utslippsreduksjon.

Ruter valgt	2	6	10	21	22	23	30	34	35	40
Antall km/rute	64.3	133	274	370	248	185	272	373	161	47.2
Antall ganger totalt	1	2	1	1	1	1	1	1	3	2
Hydrogen		1	1		1					
Biogass	1	1	1			1			2	1
Fossilt				1			1	1	1	1

Figur 4.14 - valg av kjøretøy og ruter ved høy kostnad(12kr) og 0 prosent utslippskutt

Ruter valgt	2	6	8	9	10	21	30	31	32	34	35	36	40
Antall km/rute	64.3	133	205	247	274	370	272	135	130	373	161	185	47.2
Antall ganger totalt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1
Hydrogen			1		1	1			1				
Biogass	1	1		1			1					1	1
Fossilt							1			1	3		

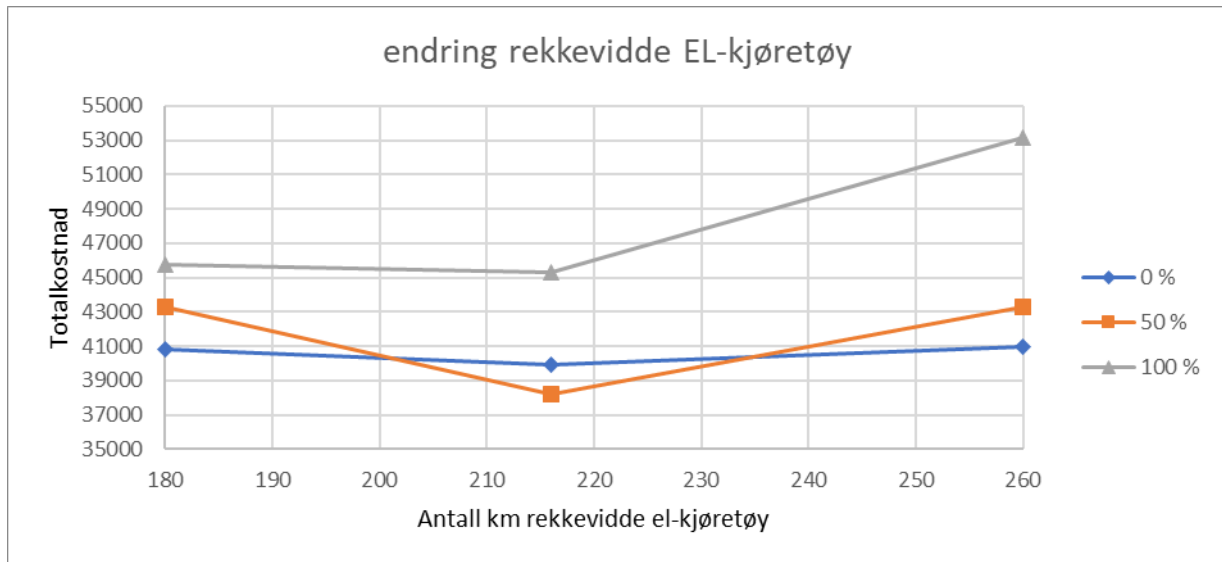
Figur 4.15 - valg av kjøretøy og ruter ved høy kostnad(12kr) og 50 prosent utslippskutt

#### 4.3.4 Sensitivitetsanalyse – endringer i rekkevidde for elektriske kjøretøy

Det neste vi ønsket å undersøke var hvordan rekkevidden på elektriske kjøretøy ville endre rute- og kjøretøyssammensetning, dersom den økte. Vi har sett i de tidligere analysene at elektriske kjøretøy nesten aldri blir valgt, noe vi mistenker har med den korte rekkevidden å gjøre. Vi tok utgangspunkt i dagens rekkevidde på 180 kilometer, deretter økte vi med 20 prosent, og fikk

216 kilometer. Vi økte så med 20 prosent enda en gang, og fikk rekkevidden 260 kilometer. Disse tre tallene er da rekkevidden lav, middels og høy i analysen under.

Analysen under viser hvordan totalkostnaden for de forskjellige utslippskuttene, 0, 50 og 100 prosent endrer seg når vi endrer rekkevidden på elektriske kjøretøy.



Figur 4.16 - resultater fra sensitivitetsanalyse ved endringer i rekkevidde på EL-kjøretøy

Det er overraskende å se hvor mye totalkostnadene endrer seg for de ulike rekkeviddene og utslippskuttene. Spesielt ved en høy rekkevidde på 260 kilometer hvor forskjellen mellom 0 og 50 prosent utslippskutt er relativt liten, men øker markant ved et utslippskutt på 100 prosent. Sammenlignet med en lav og middels rekkevidde er dette store forskjeller. Vi ser at dette i stor grad skyldes kjøretøysammensetning, da den ved lav og middels rekkevidde velger kun to hydrogen kjøretøy, velger den en kombinasjon av et elektrisk kjøretøy og to hydrogen kjøretøy ved høy rekkevidde.

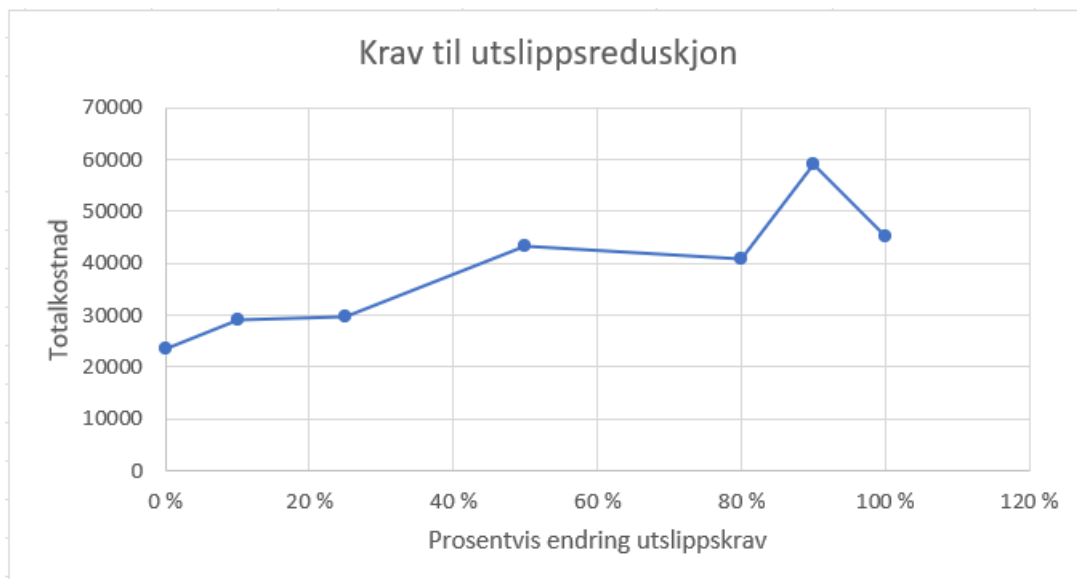
På den ene siden kan dette tyde på at jo høyere rekkevidde de elektriske kjøretøyene får, desto mer attraktiv er disse som en del av kjøretøysammensetningen. Men det er da uansett rart at modellen foretrekker en slik løsning fremfor å bare benytte seg av to hydrogen kjøretøy slik som i løsningene ved lav og middels rekkevidde. Dette er en billigere løsning enn ved høy rekkevidde, og det er ingen faktorer som tilsier at en løsning med kun to hydrogen kjøretøy ikke skal være gyldig når man øker rekkevidden på elektriske kjøretøy.

Det kan derimot tenkes at det å øke rekkevidden på elektriske kjøretøy fører til at det er flere ruter som kan kjøres av el, og dermed får modellen flere alternativer å kjøre gjennom, og rekker

ikke å komme frem til en billigere løsning på de 60 minuttene vi har satt som maksimal tid på å finne optimal løsning.

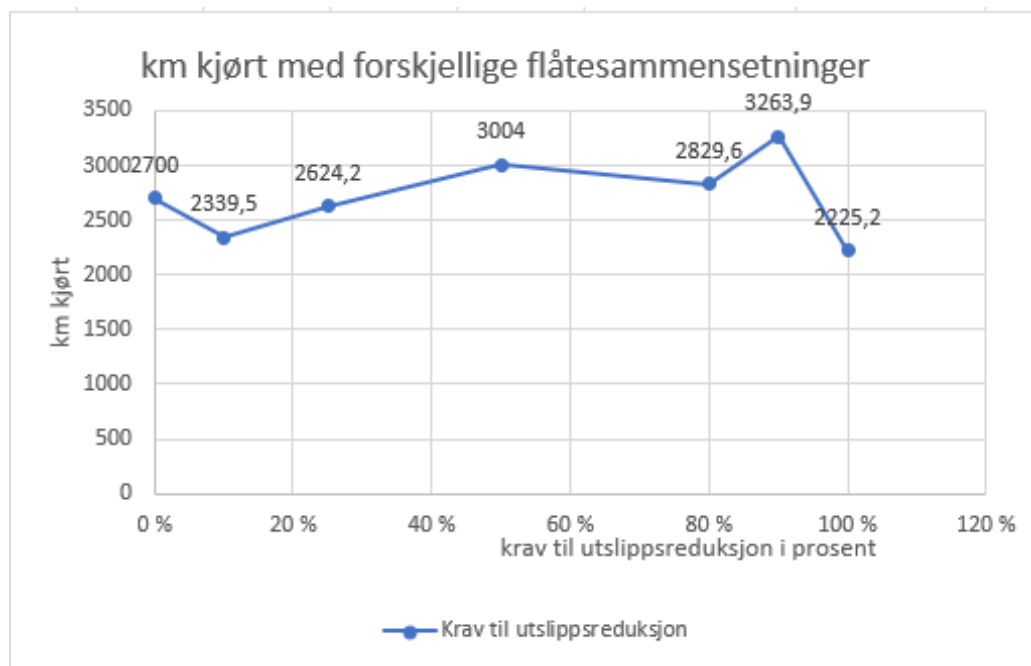
#### 4.3.5 Sensitivitetsanalyse – endringer i krav til utslippsreduksjon

Vi ønsket også å se hvordan strengere krav til utslippsreduksjon ville påvirke tallene fra hovedanalysen vår. Vi tok derfor utgangspunkt i tallene fra hovedanalysen, og endret så kravet til utslippsreduksjon til 10, 25, 50, 80, 90 og 100 prosent, slik at vi kunne se hvordan et strengere krav til utslippsreduksjon ville påvirke totalkostnadene. Vi fikk da følgende resultat:



Figur 4.17 - Endring i totalkostnad ved forskjellige krav til utslippskutt

I disse analysene fikk vi et uventet resultat med tydelig høyere kostnader ved 90 prosent utslippsreduksjon mens det er lavere totalkostnad ved 100 prosent. Som vist i Figur 4.17. For å se hva dette kom av sjekket vi hvilke kjøretøy som ble valgt, og hvor langt de respektive kjøretøyflåtene kjørte. Antall kilometer kjørt er illustrert i Figur 4.18. Der ser vi at det er noe forskjellig hva totalt antall kjørte kilometer er, men at det ved 90 prosent utslippskutt er lengre enn ved både 80 og 100 prosent.



Figur 4.18 – Kilometer kjørt ved de forskjellige mulige flåtene fra Figur 4.17

Videre kan vi se på hvilke kjøretøy som er valgt. Da ser vi i Tabell 4.1 - valg av kjøretøy ved forskjellige krav til utslippsreduksjon. At ved 80 prosent utslippskutt så velger modellen benytte seg av et hydrogen og to biogasskjøretøy, mens ved 90 prosent velger den to hydrogen og et biogasskjøretøy. Hydrogenkjøretøy har høyere både investeringskostnader og driftskostnader enn biogass. Dette kombinert med at rutene som velges ved 90 prosent totalt sett gir lengre kjørelengde forklarer det noe uventede hoppet fra 80 til 90 prosent. Det mest interessante her er at modellen velger tre kjøretøy ved 90 prosent, når den klarer seg med to på 100 prosent. Nøyaktig hvorfor dette skjer vet vi ikke. Men valg av kjøretøy og ruter forklarer hvorfor kostnaden blir slik den blir.

Tabell 4.1 - valg av kjøretøy ved forskjellige krav til utslippsreduksjon.

<b>valg av kjøretøy ved forskjellige utslippskutt</b>			
<i>prosent utslippsreduksjon</i>	Hydrogen	Biogass	Fossil
0 prosent	0	0	2
10 prosent	0	1	2
25 prosent	0	2	1
50 prosent	1	1	1
80 prosent	1	2	0
90 prosent	2	1	0
100 prosent	2	0	0

Et annet moment som man bør merke seg er at modellen både ved 0 og 100 prosent velger to kjøretøy. Mens ved andre krav så velger den forskjellige kombinasjoner. Noe som gjør at kostnaden faktisk blir lavere ved 100 prosent enn ved 50 prosent. Allikevel blir det dyrere enn ved 0 prosent og kun bruk av fossibiler, men modellen viser at det å velge flere forskjellige typer ikke nødvendigvis er like fordelaktig som å satse på en teknologi.

#### 4.3.6 Hva skal til for at modellen vil velge de forskjellige teknologiene med dagens priser

Ettersom løsningene vi fikk i sensitivitetsanalysen stort sett bestod av kombinasjoner av de ulike kjøretøytypene, synes vi det var interessant å se litt på hva som skal til for at modellen skal finne gyldige løsninger med kun én type teknologi. Dersom Johs Olsen ønsker å kun kjøpe en type kjøretøy til sin distribusjon, er det nyttig å se på hvordan rutesammensettingen og totalkostnader blir sammenlignet med de andre løsningene vi fikk i sensitivitetsanalysene. Vi startet med å tvinge modellen til å kun bruke biogasskjøretøy til å kjøre rutene. Da fikk vi først opp feilmelding om at modellen ikke fant en gyldig løsning. Vi fant ut at det var rekkevidden på biogass-kjøretøyene som var for kort. Vi satte derfor opp rekkevidden i modellen på biogasskjøretøy til 400 kilometer, for å se hvordan løsningen ble dersom rekkevidden på biogass øker. Da fikk vi en gyldig løsning, som er som følger:

Antall kjøretøy som trengs for å kjøre valgte ruter				
	H2	EL	Biogass	Fossil
Hvor mange kjøretøy	-	-	2	-
Kostnad	kr -	kr -	kr 23 197,25	kr -
Utslipp	0	0	200 268	-
Antall km kjørt	-	-	2 225	-
Antall kjøredager	0	0	10	0

Totalutslipp (gCO <sub>2</sub> /km)	200 268
Totalkostnad	kr 23 197

Figur 4.19 - løsning med ny rekkevidde på biogasskjøretøy

Vi ser her at dersom Johs Olsen kun skal velge biogass kjøretøy får de en totalkostnad på 23 197 kroner. Rutesammensettingen er som følger:

Ruter valgt	2	6	7	10	12	15	21	34
Antall km per	64,3	133	263	274	202	220	370	373
Biogass	4	2	1	1	1	1	1	1

Figur 4.20 - rutesammensetting basert på kun biogasskjøretøy

Vi ser fra Figur 4.19 at dette gir en total kjørelengde på 2225 kilometer. Dersom vi sammenligner denne løsningen med hovedanalysen hvor vi tvang modellen til å kun velge fossile kjøretøy, ser vi at de totalt sett kjører like langt i løpet av en uke. Selv om biogassbiler har en høyere investeringskostnad blir det et billigere alternativ enn fossilt på grunn av lavere driftskostnad. Sammenligner vi Figur 4.20 med Figur 4.4, ser vi at selv om de kjører forskjellige ruter, ender de med å ha tilbakelagt samme total distanse per uke i begge tilfellene.

Ved å øke rekkevidden til 400 kilometer får vi en løsning hvor den kun trenger å benytte seg av to kjøretøy. Dette kan tyde på at dersom biogasskjøretøyene som er tilgjengelig på markedet får rekkevidde på rundt 400 kilometer, er biogass et godt alternativ for Johs Olsen. Ettersom biogass er per dags dato å regne som nullutslipp, vil denne løsningen gi den laveste totalkostnaden av alle analyser vi har kjørt, og i tillegg oppfylle kravet om 100 prosent utslippskutt innen 2030.

Det kan tenkes at dersom vi hadde satt utslippet til biogass i analysene vi gjennomførte til 0, ettersom det regnes som et drivstoff med null utslipp, ville vi ha fått denne løsningen i en eller flere analyser. På den andre siden har vi sett at å kun bruke fossile biler gir en løsning med lavest totalkostnad frem til nå, men det er likevel ikke en løsning modellen velger når den får velge fritt uten krav til utslippskutt. Det kan derfor tenkes at denne løsningen ikke hadde fremkommet i andre analyser, selv om vi hadde økt rekkevidden til biogass.

Når vi skulle se på hva som skulle til for at modellen valgte elektriske kjøretøy når vi utelukket de andre kjøretøytypene, startet vi med å prøve oss frem med ulike rekkevidder for å se hvilken rekkevidde som krevdes for å få en gyldig løsning. Først når vi satte rekkevidden til 350 kilometer fikk vi en gyldig løsning. Da endte vi opp med følgende løsning:

Antall kjøretøy som trengs for å kjøre valgte ruter				
	H2	EL	Biogass	Fossil
Hvor mange kjøretøy	-	2	-	-
Kostnad	kr -	kr 39 515,10	kr -	kr -
Utslipp	0	0	-	-
Antall km kjørt	-	2 509	-	-
Antall kjøredager	0	10	0	0

<b>Totalkostnad</b>	<b>kr 39 515</b>
---------------------	------------------

Figur 4.21 - kostnad og avstander kjørt ved kun bruk av EL-kjøretøy



Ruter valgt	2	4	7	10	16	18	20
Antall km/rute	64.3	292	263	274	251	244	344
EL	4	3	1	1	1	1	1

Figur 4.22 - rutesammensetting ved kun EL-kjøretøy

Denne løsningen ga en total kostnad på 39 515 kroner, og gir en total kjørelengde på 2509 kilometer. Vi ser det samme her som med biogass, at når vi tvinger modellen til å kun velge én type kjøretøy, finner den en løsning med relativt lav total kostnad sammenlignet med løsninger for 100 prosent utslippskutt hvor den velger hydrogen. Dette kan tyde på at elektriske kjøretøy er et godt alternativ for Johs Olsen, dersom elektriske kjøretøy har en rekkevidde på minimum 350 kilometer. Men sammenligner vi total kostnadene ved å kun velge elektriske kjøretøy med kjøretøy som går på biogass, ser vi at det er betydelig billigere å velge biogass. Det kreves også et større hopp i rekkevidde for elektriske biler, fra 180 til 350 kilometer, enn det kreves for biogass, fra 300 til 400 kilometer.

Vi har valgt å ikke gjennomføre den samme analysen for hydrogen, da vi har fått svar på dette i sensitivitetsanalysene i kapittel 4.4. Her har vi sett at hydrogen allerede er det foretrukne kjøretøyet ved 100 prosent utslippsreduksjon. Modellen velger da ofte en løsning bestående av to hydrogen kjøretøy, og vi så derfor ikke behovet for å undersøke videre hva som skal til for at hydrogen skal velges som den eneste løsningen. Dette peker på at med dagens priser og rekkevidde vil hydrogen kjøretøy være det mest robuste alternativet hvis målet er å kutte all utslipp.

På den andre siden så er teknologi innenfor nullutslipp i stadig utvikling, og det er ikke utenkelig at rekkevidden på både elektriske kjøretøy og kjøretøy som går på biogass øker. Vi ser fra analysene våre i dette delkapittelet at det ikke er mange kilometer rekkevidden på biogass kjøretøy må øke, før de kan utføre rutene til Johs Olsen, og da gjerne med en betydelig lavere total kostnad enn i de tilfellene hvor modellen velger kun hydrogen kjøretøy

## 5 Oppsummering og konklusjon

Gjennom våre analyser og intervjuer med aktører i bransjen har vi forsøkt å svare på følgende problemstilling:

*Er det realistisk for Johs Olsen å nå målet om nullutslipp på alle sine transportruter innen 2030, og i så fall hvilken sammensetning av teknologier vil være mest optimalt for Johs Olsens distribusjon.*

Vi vil nå oppsummere funnene våre og svare på problemstillingen.

Det offentlige legger krav på nullutslipp, men tilretteleggingen for at bedriftene skal kunne gjennomføre det er for dårlig. Det å investere i nullutslipp er fortsatt ikke økonomisk lønnsomt for bedriftene. Kravene legges for å forsøke å tvinge næringen over på nullutslipp, men det er ikke alle bedrifter som er store nok til å klare å ta den investeringen. De økte kostnadene må til slutt havne et sted, og det er naturlig å anta at det blir sluttbrukeren som må stå for disse.

I sensitivitetsanalysene hvor modellen får velge fritt mellom de ulike typene kjøretøy, ser vi at det er store forskjeller på totalkostnadene. De ligger på mellom 23 197 og 59 093 kroner per uke, avhengig av hvilke faktorer vi endrer på, og hvilke kjøretøysammensetninger den velger. Dersom det ikke er noe begrensninger på utslipp ser vi at modellen i de fleste tilfeller velger en kombinasjon av ett fossilt kjøretøy, ett kjøretøy på biogass og ett på hydrogen. Setter vi strengere krav til utslippskutt så ser vi at modellen velger hydrogenkjøretøy, og at dette gjør at totalkostnaden øker. Modellen velger kombinasjoner hvor elektriske kjøretøy er brukt, kun når rekkevidden på disse øker over 260 kilometer.

Hvis vi ser på analysene presentert for endring i pris på biogass, hydrogen og elektrisitet, og regner snittet av totalkostnadene for de ulike utslippskravene, ser vi at kostnaden ved å redusere utslippet med 50 og 100 prosent er henholdsvis 42 929 og 45 273 kroner. Tar vi utgangspunkt i totalkostnaden fra Figur 4.3 på 23 499 kroner ved ingen krav til utslippskutt, ettersom dette er tallene fra dagens situasjon med fossile kjøretøy, kan vi se at i snitt koster det 19 430 kroner per uke å redusere utslippet med 50 prosent. Til sammenligning vil det bare koste 2 344 kroner å redusere utslippet fra 50 til 100 prosent.

Det er vanskelig å si noe om fremtiden og hva Johs Olsen bør velge, fordi det foreligger en stor grad av usikkerhet på hvilken av teknologiene som kommer til å utvikles videre, og hvordan denne utviklingen vil være. Utviklingen som har vært frem til i dag kan være en indikasjon på hva man bør satse på. Vi ser at utviklingen innenfor elektrisitet er den som har hatt størst vekst i perioden 2020 til 2022. Dette kan være en god indikasjon for Johs Olsen på hva de skal investere i. I tillegg vil Brusdal kunne bidra med nyttige erfaringer. Risikoen her er forbundet med økte strømpriser.

Biogass har også vokst en god del i samme tidsperiode, og Johs Olsen har fyllestasjon i nærheten de kan benytte seg av. Dette vil si at de slipper store investeringer i infrastruktur om de velger å gå for biogass. Vi ser også at dersom rekkevidden øker her vil dette klart være det

alternativet med lavest total kostnader for kjøretøy og driftskostnader. Vi ser også fra sensitivitetsanalysene at biogass velges overfor elektrisitet omtrent hver gang, så lenge det ikke foreligger et krav om 100 prosent utslippskutt.

Videre vil det være en klar fordel for Johs Olsen dersom rekkevidden på biogass-kjøretøy øker med 100 kilometer. Ettersom de to billigste løsningene er enten kun fossilt eller kun biogass, kan det tenkes at dersom rekkevidden ikke øker, vil en kombinasjon av disse to kjøretøyene være gunstig. På den andre siden vil de da ikke nå 100 prosent utslippskutt innen 2030, men det vil være mulig å nå 50 prosent som er det faktiske målet til regjeringen.

Med bakgrunn i informasjonen vi har funnet og i drøftingen vår, ser vi at hydrogen ikke er et lett tilgjengelig alternativ dersom investeringen skal skje i dag. Men vi ser også at det foreligger et potensiale for denne teknologien fremover, og hvis utviklingsprosjektene som er planlagt gjennomføres, vil vi si at hydrogen vil være et godt alternativ for Johs Olsens distribusjon. Det vil si at hydrogen kan være en del av flåtesammensetningen til Johs Olsen innen 2030.

Med alt dette tatt i betraktning vil vi konkludere med at uansett hvilken teknologi Johs Olsen velger å satse på, vil det foreligge usikkerhet. Ut ifra analysene våre er hydrogen og biogass de som velges flest ganger, og slik ser ut til å være robuste alternativer. Men vi anser usikkerheten rundt hydrogen til å være større enn ved biogass, ettersom produksjonen av hydrogen til landtransport har planlagt start i 2025, mens fyllestasjoner for biogass allerede er etablert i nærheten av Johs Olsen. Vi vil derfor påstå at biogass vil være det beste alternativet for distribusjonen til Johs Olsen.

Vi ser at i arbeidet vårt med denne oppgaven kunne vi ha startet med analysene våre tidligere enn det vi gjorde, og slik rullet å kjøre analysene fullt ut uten å ha satt en maksimal tid for når den skulle stoppe. Vi ser også at vi kunne ha satt null på utslipp for biogasskjøretøy, da det per dags dato ikke regnes med å ha noe utslipp. Dette kunne ført til at biogass hadde vært å foretrekke i sensitivitetsanalysene hvor vi satte krav til 100 prosent utslippskutt. Men vi har også sett at ettersom rekkevidden er for kort til å kjøre alle rutene, så biogass ville ikke blitt valgt som den eneste typen kjøretøy i noen av tilfellene.

Vi vil poengtere det vi har nevnt tidligere, at det er lite kunnskap om feltet, og at det i videre forskning bør sees nærmere på ruteplanleggingen. Dette for å undersøke om vår forenkling av ruter kan ha hatt en betydning på resultatet. I tillegg hadde vi ikke mulighet til å kjøre modellen helt ut, og det kan derfor tenkes at det var mer optimale løsninger modellen ikke rakk å

undersøke. Dersom man hadde hatt enten kraftigere datamaskiner eller bedre tid og kunne la modellen kjøre gjennom alle mulige løsninger ville dette garantert gitt en optimal løsning.

## 6 Litteraturliste

- ASKO (u.å.). *ASKO HEDMARK AS*. [online] asko.no. Tilgjengelig fra: <https://asko.no/kontakt-oss/vare-asko-selskap/asko-hedmark-as/> [Hentet 17 Apr. 2023].
- ASKO (2020). *ASKO lanserer verdens første hydrogendrevne lastebil*. [online] asko.no. Tilgjengelig fra: <https://asko.no/nyhetsarkiv/asko-lanserer-verdens-forste-hydrogendrevne-lastebil/> [Hentet 4 Apr. 2023].
- Biogass Oslofjord (2022). *Kart over biogassfyllestasjoner i Norge*. [online] Biogass Oslofjord. Tilgjengelig fra: <https://biogassoslofjord.no/dokument/kart-over-biogassfyllestasjoner-i-norge/> [Hentet 20 Apr. 2023].
- Bø, E., Jahre, M. and Grønland, Stein Erik (2018). *Forsyningskjeder og logistikk*. Bergen: Fagbokforl.
- Bonde, A. (2019). *Den farlige langtidstenkingen*. [online] Stat & Styring. Tilgjengelig fra: <https://www.idunn.no/doi/10.18261/ISSN0809-750X-2019-03-08> [Hentet 13 Apr. 2023].
- Dag Ingvar Jacobsen (2021). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? : innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Enova (u.å.). *Biogass*. [online] Enova.no. Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/bedrift/biogass/> [Hentet 21 Apr. 2023].
- Enova (u.å.). *Biogasskjøretøy*. [online] Enova.no. Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/bedrift/landtransport/biogasskjoretoy/> [Hentet 21 Apr. 2023].
- Eviny (2022). *Eviny med verdens kraftigste lynladere til el-lastebiler*. [online] eviny.no. Tilgjengelig fra: <https://www.eviny.no/nyheter/lynladestasjon-for-tungtransport> [Hentet 18 Apr. 2023].
- Eviny (2023). *Om Eviny*. [online] Eviny. Tilgjengelig fra: <https://www.eviny.no/om-eviny> [Hentet 18 Apr. 2023].

FN-sambandet (2020). *Parisavtalen*. [online] Www.fn.no. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/om-fn/avtaler/miljoe-og-klima/parisavtalen> [Hentet 23 Mar. 2023].

Giæver, O.P. (2022). *Enova avvikler støtten til fyllestasjoner - Biogassbransjen.no*. [online] Biogassbransjen.no. Tilgjengelig fra: <https://biogassbransjen.no/2022/01/07/enova-avvikler-stotten-til-fyllestasjoner/> [Hentet 21 Apr. 2023].

Glen Van Brummelen (2013). *Heavenly mathematics : the forgotten art of spherical trigonometry*. Princeton ; Oxford: Princeton University Press.

GLØR (u.å.). *GLØR IKS*. [online] Glor.no. Tilgjengelig fra: <https://www.glor.no/om-oss/> [Hentet 17 Apr. 2023].

H2Stations (u.å.). *H2 Stations Map*. [online] H2Stations.org. Tilgjengelig fra: <https://www.h2stations.org/stations-map/?lat=49.763948&lng=12.582221&zoom=4> [Hentet 29 Apr. 2023].

Henriksen, A. (2019). *Uno-X legger alle planer for nye hydrogenstasjoner på is*. [online] Aftenposten.no. Tilgjengelig fra: <https://www.aftenposten.no/norge/i/4qrpB6/uno-x-legger-alle-planer-for-nye-hydrogenstasjoner-paa-is> [Hentet 29 Apr. 2023].

Hiermann, G., Puchinger, J., Ropke, S. and Hartl, R.F. (2016). The Electric Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem with Time Windows and Recharging Stations. *European Journal of Operational Research*, [online] 252(3), pp.995–1018. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.01.038>.

Innovasjon Norge (2022). *Bionova legges til Innovasjon Norge i Innlandet*. [online] Innovasjon Norge. Tilgjengelig fra: <https://www.innovasjon Norge.no/no/om/nyheter/2022/bionova-legges-til-innovasjon-norge-i-innlandet/> [Hentet 17 Apr. 2023].

Innovasjon Norge (2023). *Bionova - tilskudd til bioøkonomi og klimatiltak*. [online] Innovasjon Norge. Tilgjengelig fra: <https://www.innovasjon Norge.no/no/tjenester/landbruk/finansiering-for-landbruket/bionova---tilskudd-til-bioekonomi-og-klimatiltak/> [Hentet 21 Apr. 2023].

- K.J Brusdal AS (2021). *K J Brusdal AS*. [online] Norengros.no. Tilgjengelig fra: <https://www.norengros.no/wholesaler/page/4700> [ Hentet 18. apr 2023].
- Klimapartnere (u.å.). *Om oss - Klimapartnere*. [online] Klimapartnere. Tilgjengelig fra: <https://klimapartnere.no/om-oss/> [Hentet 13 Apr. 2023].
- Landbruks- og matdepartementet (2022). *Regjeringen ønsker innspill om Bionova*. [online] Regjeringen.no. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/regjeringen-onsker-innspill-om-bionova/id2901334/> [Hentet 21 Apr. 2023].
- Lin, J., Zhou, W. and Wolfson, O. (2016). Electric Vehicle Routing Problem. *Transportation Research Procedia*, [online] 12, pp.508–521. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.007>.
- Ludt, Ø. (2022). *Asko går for hydrogen-Scania*. [online] Mtlogistikk.no. Tilgjengelig fra: <https://www.mtlogistikk.no/asko-hydrogen-miljo/asko-gar-for-hydrogen-scania/653351> [Hentet 4 Apr. 2023].
- Meråker Hydrogen (2022). *Hydrogen plant*. [online] mhy.no. Tilgjengelig fra: [Hentet 3 May 2023].
- Miljødirektoratet (2022). *Klimagassutslipp fra transport i Norge*. [online] Miljøstatus. Tilgjengelig fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/klimagassutslipp-fra-transport/> [Hentet 23 Mar. 2023].
- Miljødirektoratet (2023). *Biodrivstoff i Norge*. [online] Miljødirektoratet/Norwegian Environment Agency. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/transport/biodrivstoff/> [Hentet 4 Apr. 2023].
- Nodland, E. (2022). *Enova støtter 14 nye fyllestasjoner for biogass: – En god start, men feil å stoppe støtteordningen nå*. [online] Lastebil.no. Tilgjengelig fra: <https://lastebil.no/Aktuelt/Nyhetsarkiv/2022/Enova-stoetter-14-nye-fyllestasjoner-for-biogass-En-god-start-men-feil-aa-stoppe-stoetteordningen-naa> [Hentet 21 Apr. 2023].
- Norengros Johs Oslen (u.å.). *Johs Olsen AS / Norengros AS*. [online] Norengros.no. Tilgjengelig fra: <https://www.norengros.no/wholesaler/page/4100> [Hentet 16 Feb. 2023].

NTB Kommunikasjon (2022). *Enova støtter 14 nye fyllestasjoner for biogass - ikke nok, mener transportbransjen | Norges Lastebileier-Forbund*. [online] Kommunikasjon.ntb.no. Tilgjengelig fra: <https://kommunikasjon.ntb.no/pressemelding/enova-stotter-14-nye-fyllestasjoner-for-biogass---ikke-nok-mener-transportbransjen?publisherId=17848013&releaseId=17934299> [Hentet 21 Apr. 2023].

Olje- og energidepartementet and Klima- og miljødepartementet (2020). *På vei mot lavutslippssamfunnet*. [online] Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/40026db2148e41eda8e3792d259efb6b/y-0127b.pdf> [Hentet 27 Apr. 2023].

Regjeringen (2020). *EUs klimaplan for 2030*. [online] Regjeringen.no. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2020/okt/eus-klimaplan-for-2030-/id2783480/> [Hentet 16 Feb. 2023].

Risan, L. (2012). *Slag og slagsider i klimaforskningen | Nytt Norsk Tidsskrift*. [online] Nytt Norsk Tidsskrift. Tilgjengelig fra: <https://www.idunn.no/doi/10.18261/ISSN1504-3053-2012-01-04> [Hentet 13 Apr. 2023].

Samferdselsdepartementet (2021). *Meld. St. 20 (2020–2021) Nasjonal Transportplan 2022-2023*. [online] Regjeringen.no. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-20-20202021/id2839503/> [Hentet 16 Feb. 2023].

SINTEF (u.å.). *Bioenergi - SINTEF*. [online] SINTEF. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/fagomrader/bioenergi/> [Hentet 3 Apr. 2023].

Sirkula IKS (u.å.). *Gir gass med biogass*. [online] Sirkula. Tilgjengelig fra: <https://www.sirkula.no/nyheter/gir-gass-med-biogass/> [Hentet 8 Mai 2023].

Sirkula IKS (u.å.). *Om Sirkula IKS*. [online] Sirkula. Tilgjengelig fra: <https://www.sirkula.no/om-sirkula-iks/> [Hentet 17 Apr. 2023].

Statistisk Sentralbyrå (2016). *Registrerte kjøretøy, etter euroklasser, statistikkvariabel, år og drivstofftype*. [online] SSB. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/11823/> [Hentet 30 Apr. 2023].



Statistisk Sentralbyrå (2022). *Bilparken*. [online] SSB. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/11823/> [Hentet 18 Apr. 2023].

Statistisk Sentralbyrå (2023). *Bilparken*. [online] SSB. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/landtransport/statistikk/bilparken> [Hentet 13 Apr. 2023].

Thompson, S. (2020). *Klimagassutslipp ved ulike drivlinjer og drivstoff*. [online] Stakeholder AS. Tilgjengelig fra: <https://www.drivkraftnorge.no/contentassets/32918edde2e64aed8f9e5ccaa3278d0f/rapport-om-klimagassutslipp-fra-kjoretoy.pdf> [Hentet 23 Mar. 2023].

Thompson, S. (2022). *BIOGASS -ET MARKED I RASK ENDRING*. [online] Tilgjengelig fra: <https://www.nho.no/siteassets/prosjekter-og-samarbeid/gront-landstransportprogram/2209-stakeholder-markedsanalyse--biogass-26.-sept-2022.pdf> [Hentet 20 Apr. 2023].

TØI – rapport 1880/2022 (2022). *Veikart for utslippsfri veitransport*. [online] Tilgjengelig fra: <https://ife.no/wp-content/uploads/2022/03/Veikart-for-utslippsfri-veitransport.pdf> [Hentet 4 Apr. 2023].

Vartdal, T. (2020). *Godstransport- et oppdatert kunnskapsgrunnlag*. <https://www.regjeringen.no/contentassets/56099ddd23364f2fb16eaabae50fe74a/godsgruppen-sluttrapport.pdf>. Norge: Regjeringen.

Ødegård Berg, H., Hestenes, I., Nilsson, P., Helland, L. and Lundberg, D. (2021). *Biogass fyllestasjoner - aktuelle tomter og sikkerhet*. [online] Biogass Oslofjord. Tilgjengelig fra: <https://biogassoslofjord.no/wp-content/uploads/2021/12/2021-01-19-Rapport-v4-2.pdf> [Hentet 20 Apr. 2023].

Østlandssamarbeidet (u.å.). *Hva er Østlandssamarbeidet? - Østlandssamarbeidet*. [online] Østlandssamarbeidet. Tilgjengelig fra: <https://www.ostlandssamarbeidet.no/hva-er-ostlandssamarbeidet/> [Hentet 17 Apr. 2023].

