



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2017, 30 stp.
Norge miljø- og biovitenskapelige universitet
Handelshøyskolen

Fossil eller fornybar: En prosjektanalyse av internttransport for Moss Havn KF

Anders S. Bødtger og Stig G. Førsvoll
Master i økonomi og administrasjon

Forord

Denne gradsoppgaven er gjennomført som en del av masterstudiet i økonomi og administrasjon på Handelshøyskolen ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Studien redegjør på bredt grunnlag for om Moss Havn KF bør investere i fossil eller fornybar internttransport.

Vi ønsker å takke vår veileder Jens Bengtsson, som har vært til stor hjelp gjennom hele arbeidsprosessen. Videre vil vi takke vår kontaktperson i Moss Havn KF, som har presentert oss for en problemstilling hvor vi har hatt mulighet til å omsette relevant teori i praksis. Vår kontaktperson har vært til stor hjelp og lagt til rette for vårt arbeid gjennom hele skriveprosessen.

Ås

15.05.2017

Anders Sørling Bødtger

Stig Gabrielsen Førsvoll

Sammendrag

Studien er gjennomført som en prosjektanalyse der det redegjøres for om en investering i klimanøytral internttransport kan være et alternativ til fossil internttransport for Moss Havn KF. Internttransporten skal betjene en rute på fem kilometer mellom havn og nyopprettet innlandsterminal. Prosjektanalysen er lagt opp som en investeringsanalyse, der man i tillegg vektlegger ikke-finansielle kriterier. Utredningen er gjennomført med basis i både kvantitativ og kvalitativ metode.

Studien består av fire hoveddeler. Del 1 gir en beskrivelse av Moss Havn, prosjekt innlandsterminal og prosjektets investeringsalternativer. I del 2 er det gjennomført analyser knyttet til beregning av fraktbehov for internttransport. Dette er estimert til 25 strekninger per driftsdøgn i 2018, økende til 35 strekninger i 2024. På bakgrunn av dette har vi konkludert med at en helelektrisk trekkvogn har batterikapasitet til å møte fraktbehovet i hele prosjektperioden. I del 3 viser investeringsanalysen at det helelektriske alternativet vil ha en nåverdi som er kr 298 000 lavere enn det dieseldrevne. Sensitivitets- og scenarioanalysene viser blant annet at en helelektrisk trekkvogn først blir lønnsom ved kjøpesum under kr 4 250 000.

I del 4 er det gjennomført en rekke analyser, også knyttet til beslutningsgrunnlag av ikke-finansiell karakter. For at nåverdien til de to alternativene skal gå i null, blir break-even prisen i form av innlandsterminalavgiften for prosjektet henholdsvis kr 145 for det elektriske- og kr 141 for diesel alternativet. Investering i helelektrisk trekkvogn vil i prosjektperioden redusere internttransportens utslipp av CO_2 -ekvivalenter med 344 tonn. Vi konkluderer med at det er lite trolig at havnens kunder vil betale et tillegg for klimanøytral transport. Det helelektriske alternativet har et nullutslipp av nitrogenoksider, men bidrar trolig til et like høyt nivå av svevestøv som dieseldrevne lastebiler.

Studiens resultater indikerer at Moss Havn KF bør vurdere å investere i fornybar internttransport. Dette til tross for at fossil internttransport er vurdert til å være en mer lønnsom investering. Lønnsomhetsdifferansen vil etter vår mening oppveies av de positive effektene som fornybar internttransport fører med seg.

Abstract

This thesis is conducted as a project analysis where we examine whether an investment in carbon-neutral internal transport can be an alternative to fossil-fuelled internal transport for Moss Havn KF. The internal transport will operate a route between a port and a dry-port terminal. The project analysis is conducted as an investment analysis where we also include non-financial criteria as a basis for decision-making. The study is conducted by using quantitative and qualitative methods of research.

The study consists of four parts. Part 1 presents a thorough description of Moss Havn KF, project dry port and the project's investment alternatives. Part 2 includes analyses of the project's estimated freight need for the internal transport. The estimates outline that there will be a need for 25 freight distances per operating day in 2018, increasing to 35 distances in 2024. We have concluded that a fully electrical truck has the sufficient battery capacity to meet the estimated freight need in the project period. Part 3 presents the investment analysis where we conclude that the fully electric alternative has a present value which is kr 298 000 less than the diesel-fuelled alternative. The sensitivity- and scenario analyses conclude that the fully electrical truck becomes profitable (relative to diesel) if the purchase price falls below kr 4 250 000.

Part 4 presents several analyses also of non-financial character. The present value of the two alternatives provides a break-even price of NOK 145 and NOK 141 per distance. An investment in a fully electrical truck will reduce the internal transport's emissions by 344 ton carbon dioxide equivalents. We conclude that it is unlikely that the port's customers are willing to pay a premium for carbon-neutral transport. The fully electric alternative has a zero emission of nitrogen oxide, but is likely to cause an equal level of airborne particles, relative to the diesel-fuelled alternative.

The investment analysis indicates that the diesel-fuelled alternative is the most profitable. The electric alternative represents non-financial effects which offsets the negative present value to a such degree that we recommend an investment in the renewable alternative.

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|-------------|
| FORORD | I |
| SAMMENDRAG..... | II |
| ABSTRACT | III |
| INNHOLDSFORTEGNELSE..... | IV |
| TABELLER | VII |
| FIGURER | VIII |
| 1.0 INNLEDNING..... | 1 |
| 1.1 BAKGRUNN | 1 |
| 1.2 HENSIKT | 1 |
| 1.3 MOTIVASJON | 2 |
| 1.4 PROBLEMSTILLING | 2 |
| 1.5 AVGRENSNINGER OG KLARGJØRINGER..... | 3 |
| 1.6 OPPGAVENS STRUKTUR | 4 |
| 2.0 METODE OG FORSKNINGSDESIGN | 4 |
| 2.1 VALG AV FORSKNINGSDESIGN | 4 |
| 2.2 VALG AV METODE | 5 |
| 2.3 DATAINNSAMLING..... | 5 |
| 2.4 USIKKERHET VED METODEN | 6 |
| DEL 1 | 8 |
| 3.0 PRESENTASJON AV MOSS HAVN KF | 8 |
| 3.1 INTRODUKSJON TIL MOSS HAVN | 8 |
| 3.2 FORETAKETS STYRINGSFORM..... | 8 |
| 3.3 UTBYGGELSE AV DOBBELTSPOR I MOSS..... | 9 |
| 3.4 IMPLIKASJONER FOR MOSS KOMMUNE..... | 9 |
| 3.5 GODSUTVIKLING | 10 |
| 3.6 FREMTIDIG GODSUTVIKLING | 11 |
| 3.7 HAVNENS KAPASITET | 11 |
| 3.8 KOMPENSASJON FRA BANE NOR | 13 |
| 4.0 ETABLERING AV INNLANDSTERMINAL..... | 13 |
| 4.1 FORRETNINGSOMRÅDER FOR INNLANDSTERMINAL | 13 |
| 4.2 TRANSPORT MELLOM HAVN OG INNLANDSTERMINAL..... | 13 |

| | |
|--|-----------|
| 4.3 FORDELING AV KAPASITET MELLOM HAVN OG INNLANDSHAVN | 15 |
| 4.4 RETNINGSBALANSE OG VARIASJON | 15 |
| 4.5 PROSJEKTETS TIDSPERSPEKTIV | 16 |
| 5.0 VALG AV TRANSPORTMIDDEL..... | 16 |
| 5.1 FRAKTKAPASITET | 16 |
| 5.2 SKILLE MELLOM KLIMAGASSUTSLIPP OG LOKAL FORURENSNING | 16 |
| 5.3 DIREKTE ENERGIBRUK..... | 17 |
| 5.4 DIESELDREVNE TREKKVOGNER | 17 |
| 5.5 ELEKTRISKE TREKKVOGNER..... | 18 |
| 5.6 FORUTSETNINGER FOR VALG AV TRANSPORTMIDDEL | 19 |
| 5.6.1 Kriterier for havnens investeringsbeslutning..... | 19 |
| 5.6.2 Statlig støtte ved miljøvennlige investeringer | 19 |
| 5.6.3 Energiforbruk for elektriske trekkvogner..... | 20 |
| 5.6.4 Prisutvikling drivstoffkostnader..... | 21 |
| DEL 2 | 21 |
| 6.0 ANALYSE AV KAPASITET | 21 |
| 6.1 INNLEDNING | 21 |
| 6.2 FRAKT AV CONTAINERE FRA HAVN TIL INNLANDSTERMINAL..... | 22 |
| 6.3 TIDSBRUK MELLOM TERMINALENE..... | 23 |
| 6.4 KAPASITETSSTRATEGI | 24 |
| 6.5 TRAFIKKSITUASJON | 25 |
| 6.6 KJØRERUTE | 27 |
| 6.7 HELELEKTRISK TREKKVOGN - REKKEVIDDE | 27 |
| 6.8 STATLIG STØTTE..... | 27 |
| 6.9 ANTALL ÅRSVERK | 28 |
| DEL 3 | 29 |
| 7.0 LØNNSOMHET..... | 29 |
| 7.1 INNLEDNING | 29 |
| 7.2 NÅVERDIMETODEN..... | 29 |
| 7.2.1 Valg av nåverdi..... | 30 |
| 7.2.2 Finansiering..... | 30 |
| 7.2.3 Tidsramme | 31 |
| 7.2.4 Planhorisont og restverdi | 31 |
| 7.2.5 Valutaeffekter..... | 31 |
| 7.2.6 Inflasjon..... | 32 |
| 7.2.7 Usikkerhet..... | 32 |
| 7.3 INNTEKTER I PLANPERIODEN | 32 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 7.3.1 | Inntektseffekter, valg av type lastebil..... | 33 |
| 7.4 | KOSTNADER I PLANPERIODEN..... | 33 |
| 7.4.1 | Investeringsbeløp..... | 34 |
| 7.4.2 | Strømkostnader..... | 34 |
| 7.4.3 | Dieselskostnader..... | 35 |
| 7.4.4 | Lønnskostnader..... | 35 |
| 7.4.5 | Avgifter..... | 36 |
| 7.4.6 | Vedlikeholdskostnader..... | 36 |
| 7.4.7 | Indirekte kostnader..... | 37 |
| 7.4.9 | Skatt..... | 37 |
| 7.4.10 | Arbeidskapital..... | 37 |
| 7.5 | AVKASTNINGSKRAV..... | 38 |
| 7.5.1 | Risikofri rente..... | 38 |
| 7.5.2 | Estimering av beta..... | 38 |
| 7.5.3 | Markedets observerte risikopremie..... | 40 |
| 7.5.4 | Finansiering..... | 40 |
| 7.5.5 | Avkastningskrav..... | 41 |
| 7.5.6 | Operasjonell risiko..... | 42 |
| 7.6 | AVSKRIVNINGER..... | 42 |
| 7.7 | BUDSJETTERING AV KONTANTSTRØM..... | 42 |
| 7.7.1 | Elektrisk trekkvogn..... | 43 |
| 7.7.2 | Dieseldrevet lastebil..... | 43 |
| 7.8 | NÅVERDI OG INTERNRENTE..... | 44 |
| 7.8.1 | Elektrisk lastebil..... | 44 |
| 7.8.2 | Dieseldrevet lastebil..... | 44 |
| 7.9 | DISKUSJON, INVESTERINGSANALYSE..... | 44 |
| 8.0 | SENSITIVITETS- OG SCENARIOANALYSE..... | 45 |
| 8.1 | DISKUSJON, SCENARIOANALYSE..... | 49 |
| DEL 4 | | 49 |
| 9.0 | ANDRE BESLUTNINGSKRITERIER..... | 49 |
| 9.1 | PROSJEKTETS BESLUTNINGSKRITERIER..... | 50 |
| 9.2 | VIL HAVNENS KUNDER HA HØYERE BETALINGSVILLIGHET FOR HELELEKTRISK TRANSPORT? 51 | |
| 9.3 | LEDIG KAPASITET - TRANSPORTOPPDRAK..... | 52 |
| 9.4 | UTSLIPP AV KLIMAGASSER..... | 54 |
| 9.5 | HAVNENS OMDØMME..... | 56 |
| 9.6 | LOKAL FORURENSNING..... | 56 |
| 9.7 | STØY..... | 57 |
| 9.9 | OPPSUMMERING AV KAPITTELET..... | 58 |

| | |
|---|-----------|
| 10. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON | 59 |
| LITTERATURLISTE..... | 60 |

Tabeller

| | |
|---|----|
| Tabell 1: Godsomslag uten og med last 2009-2015 (Sitma & Seaport Group 2016). | 12 |
| Tabell 2: Lossinger fra båt 2015, gjennomsnitt, maksimum og minimum (Sitma & Seaport Group 2016). | 12 |
| Tabell 3: Stikkprøver av kjøretid mellom havn til innlandsterminal 23.02.2017. | 15 |
| Tabell 4: Estimert transportbehov for internttransport 2018-2024. | 22 |
| Tabell 5: Hovedscenario med daglige strekninger og kjøretid mellom havn og innlandsterminal 2018-2024. | 23 |
| Tabell 6: Forslag til driftsplan for internttransport. | 24 |
| Tabell 7: Gjennomsnittlig inn- og utkjøringer 2015-2016 med containerenhet. | 26 |
| Tabell 8: Lossing og lasting av containere i tidsrommet 07:00-09:00 2015-2016. | 26 |
| Tabell 9: Estimert kjørelengde og forbruk kWt 2018-2024. | 27 |
| Tabell 10: Årlige besparelser i kWt ved elektrisk kontra diesel trekkvogn 2018-2024. | 28 |
| Tabell 11: Årlig estimert strømkostnad per år 2018-2024. | 34 |
| Tabell 12: Estimerte dieselpriser per år 2018-2024. | 35 |
| Tabell 13: Investeringsbeløp, lånebeløp, rentekostnad og terminbeløp for diesel og elektrisk 2018-2024. | 41 |
| Tabell 14: Variabler til input i kapitalverdimodellen. | 41 |
| Tabell 15: Kontantstrøm for det elektriske alternativet 2018-2024. | 43 |
| Tabell 16: Kontantstrøm for diesel alternativet 2018-2024. | 43 |
| Tabell 17: Nåverdi elektrisk. | 44 |
| Tabell 18: Nåverdi diesel. | 44 |
| Tabell 19: Oppsummering av scenarioanalyse | 48 |
| Tabell 20: Break-even priser for innlandsterminal avgift for nåverdi skal bli lik 0 på de to alternativene. | 50 |
| Tabell 21: Prosjektet beslutningskriterier. | 51 |
| Tabell 22: Variabler kostnader i eksempel på transportoppdrag. | 53 |
| Tabell 23: Dekningsbidrag i eksempel på transportoppdrag. | 53 |
| Tabell 24: Nåverdi for ekstra transportoppdrag for de to alternativene. | 53 |

| | |
|--|----|
| Tabell 25: Pris på utslipp hvis Moss Havn hadde vært pliktige til å betale for klimakvoter med dieseldrevet trekkvogn 2018-2024..... | 55 |
|--|----|

Figurer

| | |
|---|----|
| Figur 1: Utvikling i antall containerenheter i Moss Havn 2008-2015 (Sitma & Seaport Group 2016). | 10 |
| Figur 2: Estimert utvikling i antall containerenheter 2018-2024 (Sitma & Seaport Group 2016). | 11 |
| Figur 3: Strekning fra Moss havn (A) til innlandsterminal (B). | 14 |
| Figur 4: Historisk kostnad per kilometer ved bruk av elektrisk og dieseldrevet lastebil i perioden 2004-2016. Beregnet på bakgrunn av historiske dieselpriiser (SSB 2017c) og sluttbrukerpriser for kraft (SSB 2017a) | 21 |
| Figur 5: Endring i nåverdi ved ulike kjøpsbeløp for det elektriske alternativet..... | 46 |
| Figur 6: Totale drivstoffkostnader 2018-2024. | 47 |
| Figur 7: Differanse i nåverdi mellom alternativene som en funksjon av antall kjørte kilometer i prosjektperioden. | 48 |

1.0 Innledning

1.1 Bakgrunn

I 2016 kunngjorde Moss bystyre vedtaket av Bane NORs forslag til områderegulering for Moss sentrum. I områdereguleringen fremgår det at intercity-utbyggingen vil legge beslag på 40 prosent av Moss havns driftsareal i utbyggingsperioden mellom 2018 og 2024. Som et ledd i å opprettholde kapasiteten har Moss Havn anskaffet en tomt fem kilometer unna havneområdet. Tomten skal fungere som en innlandsterminal under prosjektperioden og i tiden etter.

En innlandsterminal blir beskrevet som en godsterminal som er tett sammenkoblet med en sjøhavn, enten gjennom vei eller bane (*Dry Port* 2017). Innlandsterminalen skal i tillegg til å dekke bortfallet av havnens kapasitet, åpne muligheter for en rekke komplementære forretningsområder for foretaket. Løsningen innebærer at det må investeres i driftsmidler for intertransport mellom de to terminalene. De siste årene har man i personbilmarkedet observert en dreining mot mer klimanøytrale biltyper, deriblant el- og hybridmodeller. I veitransport er det i dag svært lite utbredt med lastebiler drevet av alternative energikilder (Valle 2015b). Ifølge professor Jørgen Randers utgjør utslipp fra transport 24 prosent av Norges totale utslippsvolum (Wang-Naveen 2015). Videre utgjør tungtransport på vei over 24 prosent av det totale utslipp av klimagasser fra veitrafikk (Holmengen & Fedoryshyn 2015). Veitransport er et viktig fokusområde dersom man skal nå klimamålene fra Parisavtalen i 2015 (Lorentsen & Lyngmoe 2016).

En viktig forutsetning for at norske selskaper skal skifte ut den fossile transportflåten, er at investeringer i klimanøytrale kjøretøy er bedriftsøkonomisk lønnsomt, sett i forhold til fossile kjøretøy. Moss havn vil ta del i dette og vil derfor utrede alternativer for klimanøytral intertransport mellom terminalene.

1.2 Hensikt

Oppgavens hensikt er å belyse investeringsprosjektets alternativer med særlig vekt på å bidra med beslutningsstøtte til bruk i foretakets beslutningsprosesser. Havnens ledelse vil i første omgang vurdere helelektrisk transport opp imot dieseldrevet. På

bakgrunn av vårt arbeid vil vi fremme en anbefaling som beslutningstakere kan bruke som beslutningsstøtte for videre arbeid i prosjektet. Vår anbefaling vil i tillegg til det rent økonomiske, være basert på en bred gjennomgang av ikke-finansielle aspekter, deriblant prosjektets miljø- og klimaeffekter. Videre er det meningen at oppgaven skal ha en samfunnsmessig verdi. En forutsetning for at norsk veitransport skal kutte klimagassutslipp er at det er økonomisk rasjonelt å investere i klimanøytrale kjøretøy. Dersom en investering i fornybare kjøretøy ikke er bedriftsøkonomisk lønnsomt for Moss havn, er det lite trolig at sammenlignbare prosjekter vil gjennomføres andre steder i landet.

1.3 Motivasjon

Norges personbilpark har gradvis blitt skiftet ut med nye og mer klimanøytrale kjøretøy. Med få unntak har vi ennå ikke sett den samme utskiftningen innenfor tungtransport på vei. På bakgrunn av dette har vi utviklet en interesse for de problemstillinger en transportbedrift står ovenfor ved valget mellom fornybare og fossile transportløsninger. Videre ønsket vi å gjennomføre en praktisk rettet utredning som kan gi et reelt beslutningsunderlag for oppdragsgiver når investeringsbeslutningen skal fattes. Moss Havn er et kommunalt foretak med målsetting om å maksimere eiernes avkastning på investert kapital. Som et kommunalt foretak er det naturlig å anta at foretakets eier også har andre interesser enn de rent finansielle. Prosjektets innvirkning på foretakets interessenter, særlig gjennom kommunens næringsliv og innbyggere, vil derfor være en viktig del av prosjektets beslutningsgrunnlag. Oppgaven vil gi oss mulighet til å omsette teori til praksis innenfor et tema med stor samfunnsmessig relevans.

1.4 Problemstilling

Studien vil gjennomføres som en prosjektanalyse der vi først og fremst undersøker hvilket alternativ som er bedriftsøkonomisk rasjonelt å investere i for foretaket. Samtidig vil vi gi et bredest mulig beslutningsgrunnlag for havnens beslutningstakere ved å redegjøre for ikke-finansielle aspekter som kan ha innvirkning på investeringsvalget, deriblant klima- og miljøhensyn.

Vår problemstilling er som følger:

Kan en investering i fornybar fremfor fossil interntransport være bedriftsøkonomisk lønnsomt for Moss Havn KF?

Foretaket har i tillegg til lønnsomhetskriteriet flere andre kriterier som vil påvirke investeringsbeslutningen. Dette kan sees i sammenheng med at kommunale foretak til dels har andre mål enn de rent finansielle. Vi har derfor kommet frem til følgende delproblemstilling:

Vil utfallet fra andre definerte beslutningskriterier oppveie eventuelle lønnsomhetsforskjeller mellom investeringsalternativene?

1.5 Avgrensninger og klargjøringer

Investering i tomt til innlandsterminal og tilhørende anleggsmidler er allerede gjennomført, og i investeringsanalysen vil vi utelukkende sammenligne lønnsomhet for dieseldrevne og helelektriske kjøretøy. Oppgaven vil se bort ifra inntektssiden forbundet med innlandshavn og investering i lastebil, med unntak av at vi vil vise isolerte break-even priser for de to investeringene. Vi antar at prosjektets inntekter vil beløpe seg til det samme, uavhengig av hvilken teknologi foretaket investerer i. Følgelig er det kun den initielle investeringen og tilhørende kostnader ved drift som danner grunnlag for nåverdianalysen for prosjektet. Det vil si at alternativet med den laveste negative nåverdien bør velges.

Ved beregning av driftskostnader og utslipp for de to alternativene har vi beregnet forbruk av kilowattimer (kWh) og diesel på bakgrunn av offentlig tilgjengelige informasjonskilder, herunder rapporter fra forskningsinstitusjoner som SSB, TØI og Vestforsk. Motorer kan som kjent ha stor differanse i faktisk energiforbruk ut i fra kjøremønster, helning på vei mm. Drivstofforbruk og utslippsvolum er derfor basert på antakelser om drivstofforbruk for faktisk kjøreløype for trekkvognen. Dette på bakgrunn av rapporter fra kjente forskningsinstitusjoner og spesifikasjoner fra leverandører av trekkvogner.

Ved beregning av klimagassutslipp har vi lagt til grunn utslipp av CO_2 -ekvivalenter. Dette er et standardisert målebegrep som omfatter klimagassene karbondioksid (CO_2), lystgass (N_2O) og fluorgasser (HFK, PFK og SF_6). For å kunne sammenligne gassenes evne til å varme opp atmosfæren regnes de om til CO_2 -ekvivalenter. All utslipp kan da sammenlignes direkte ved at de får samme enhet (Olerud 2016).

1.6 Oppgavens struktur

Ved siden av introduksjon og konklusjon, vil studien bestå av fire deler. I del 1 presenteres Moss havn, konseptet innlandsterminal og kapasitetsbeskrankninger som følger av intercity-utbyggingen. Videre presenterer vi forskjeller mellom de to investeringsalternativene og kriteriene som vil ligge til grunn for foretakets investeringsbeslutning. Det deskriptive kapittelet danner grunnlag for analysene vi foretar i studiens analysedel.

Analysedelen består av tre deler. I del 1 har vi kartlagt det årlige fraktbehovet for intertransport mellom havn og innlandsterminal. På bakgrunn av det årlige fraktbehovet har vi beregnet årlig kjøredistanse for de to alternativene. I del tre har vi beregnet prosjektets avkastningskrav og satt opp kontantstrømbudsjett med nåverdiberegning for de to alternativene. Videre har vi gjennomført en rekke sensitivitets- og scenarioanalyser. I del fire har vi sett nærmere på break-even priser for de to alternativene, samt at vi har gjort flere analyser rundt prosjektets andre beslutningskriterier.

2.0 Metode og forskningsdesign

2.1 Valg av forskningsdesign

Forskningsdesign angir et rammeverk for innsamling og analyse av data til bruk for å besvare studiens problemstilling (Bryman & Bell 2011). Det er i hovedsak to forskningsdesign som vil gjøre seg gjeldende for studiens problemstilling. Deskriptive design benyttes ved problemstillinger som er strukturert og vel forstått, samtidig som man har en klar problemstilling for hva som skal besvares. I vårt tilfelle vil vi undersøke lønnsomhetsforskjeller mellom to investeringsalternativer, der vi på forhånd har klare hypoteser for hvilke variabler som påvirker prosjektets

lønnsomhet. Derimot har vi en begrenset forståelse for hvordan internttransport skal legges opp og hva fraktbehovet vil være i prosjektperioden.

Vi vil derfor kombinere det deskriptive forskningsdesignet med et eksplorativt design. Dette brukes når det er viktig å observere, innhente informasjon og konstruere forklaringer (Ghuri & Grønhaug 2010). Vi vil etterstrebe å forstå hva som forklarer transportbehovet, og hvordan det vil endre seg i fremtiden. Når vi først har tilegnet kunnskap om dette vil det bli brukt som basis for beregninger i investeringsanalysen.

2.2 Valg av metode

I samfunnsvitenskapelige undersøkelser skiller det mellom kvalitativ og kvantitativ metode. I kvalitativ metode tar man utgangspunkt i tekst, lyd og bilder for å samle inn data. I kvantitativ metode samler man inn data i form av målbare tall (Johannessen et al. 2011). Prosjektanalysen har flere målbare tall og en rekke variabler over tid som kan brukes til analyseformål. Vi vil derfor i hovedsak ta i bruk kvantitativ metode og supplere de kvantitative dataene med kvalitative analyser, herunder dokumentanalyse.

Dokumentanalyse omhandler dokumenter som en kilde på data og blir ofte brukt i kvalitative undersøkelser. Dette kan være interne rapporter, rapporter fra forskingsinstitusjoner, nyhetsartikler og andre dokumenter av allmenn interesse (Bryman & Bell 2011). Ved bruk av dokumentanalyse vil vi støtte opp om studiens kvantitative data og få en bedre forståelse for metoder og data som brukes i studien.

2.3 Datainnsamling

Ved forskning er det viktig at det samles inn data og dokumentasjon på det som undersøkes, og dataen må være relevant og pålitelig i forhold til problemstillingen (Johannessen et al. 2011). Det skiller også mellom primær- og sekundærdata. Sekundærdata er informasjon som er samlet inn av andre og kan hjelpe oss med å forstå og forklare vårt forskningsspørsmål. Hvis det ikke finnes tilgjengelig sekundærdata må man innhente primærdata selv. Dette kan samles inn via

eksperimenter, observasjoner eller kommunikasjon ved bruk av for eksempel epost, telefon eller personlig oppmøte (Ghauri & Grønhaug 2010).

Av kvantitativ data har vi fått tilgang til sekundærdata av Moss Havn i form av regneark, rapporter og andre dokumenter. Kvantitative tallgrunnlag tilknyttet beregninger av drivstoff- og energiforbruk er hentet fra offentlig tilgjengelige informasjonskilder og transportøkonomiske forskningsrapporter, blant annet fra Transportøkonomisk institutt (TØI) og Vestforsk. Tidsserier for drivstoffpriser er hentet inn fra Statistisk Sentralbyrå (SSB). De kvalitative dataene er samlet inn fra en rekke kilder gjennom dokumentanalyse og direkte kontakt med Moss Havn.

Studiens primærdata har i all hovedsak blitt hentet inn gjennom kommunikasjon med Moss havn. En sentral variabel er fraktbehovet, og helt spesifikt tidsbruken mellom de to terminalene. Vi gjennomførte derfor målinger gjennom stikkprøver, der vi kjørte ruten mellom terminalene i forhåndsdefinerte tidsperioder. Gjennom kontakt med leverandører av transportløsninger har vi samlet inn priser og tallmateriale som underbygger eller endrer på hypoteser vi har hatt om prosjektets kvantitative variabler. Blant annet har vi hatt kontakt med en hollandsk leverandør av elektriske trekkvogner gjennom telefon og mailkorrespondanse. I tillegg har vi hatt personlig kontakt med flere norske forhandlere av tradisjonelle lastebiler. Leverandører kan tenkes å ha en egeninteresse rundt informasjonen de oppgir. Dette er derfor supplert med sekundærdata fra nevnte forskningsinstitusjoner.

2.4 Usikkerhet ved metoden

Studiens reliabilitet viser til om resultatene av studien vil gi det samme svaret flere ganger (Bryman & Bell 2011). Det vil si, dersom dataene blir innhentet og bearbeidet av andre enn oss, så vil de få det samme resultatet. Dette vil vi oppnå ved å bruke primærdata fra kontaktpersoner i Moss havn og egne undersøkelser. Dette vil underbygges med sekundærdata fra tidligere rapporter om Moss havn, samt data fra anerkjente forskningsinstitusjoner og offentlige statistikkdatabaser. I investeringsanalysen vil vi benytte modeller og teori fra anerkjente publikasjoner, for eksempel ved beregning av prosjektets avkastningskrav. Vi har også kontrollert de dataene som er kontrollerbare for å øke studiens pålitelighet.

Validitet vedrører konklusjonens integritet, og om konklusjonen kan sluttes på bakgrunn av de undersøkelser som er gjennomført. (Bryman & Bell 2011). Med andre ord er validitet et spørsmål om man kan trekke gyldige slutninger og at man måler det man har som formål å undersøke (Ghauri & Grønhaug 2010). Det finnes flere varianter av validitet og de mest relevante for denne studien er intern og ekstern validitet.

Intern validitet relateres hovedsakelig til årsak-virkningssammenhenger og om konklusjonen rundt forhold mellom to eller flere variabler holder vann (Bryman & Bell 2011). I investeringsanalysen finnes flere variabler og tilhørende usikkerhetsmomenter knyttet opp mot disse. Eksempelvis er det stor usikkerhet knyttet til kjøpesum for elektrisk trekkvogn, da dette er en umoden teknologi for tunge kjøretøy. Denne variabelen påvirker utfallet av investeringsanalysen i særlig grad. For å bøte for dette har vi gjennom dokumentanalyse funnet artikler som nevner priser for lignende kjøretøy og kontaktet leverandører for prisoverslag. Dette er supplert med en sensitivitetsanalyse.

Ekstern validitet sier noe om resultatet av studien kan generaliseres eller overføres til andre settinger som er lignende (Johannessen et al. 2011). Studien er gjennomført basert på et spesifikt prosjekt og en spesifikk distanse. Resultatet fra studien bør derfor være overførbart for prosjekter som omhandler transport over mindre distanser med lignende spesifikasjoner for kjøretøy og det som skal fraktes. Overføringsevnen svekkes dersom problemstillingen gjelder for en lengre distanse og med andre spesifikasjoner. Studiens fremgangsmåte bør likevel kunne overføres til andre prosjekter dersom man er klar over forutsetningene studien er basert på.

Del 1

3.0 Presentasjon av Moss Havn KF

3.1 Introduksjon til Moss Havn

Moss Havn er en spesialisert containerhavn med 13 ansatte som er organisert som et kommunalt foretak og lokalisert sentralt i Moss. Havnens beliggenhet blir fremhevet som havnens fremste konkurransefortrinn, blant annet på grunn av kort vei til hovedfartsårer som E6 og E18, i tillegg til kort innseilingstid for rederiene som leverer gods. Havnen har en viktig rolle i verdikjeden og bidrar med lossing, lasting og lagring av all type gods der containere utgjør majoriteten. Foretaket skal ha et tydelig miljøfokus i all havneaktivitet og er sertifisert som et miljøfyrtårn (Moss Havn 2017).

Ifølge rapporten “Samfunnsnyttene av Moss Havn” er havnen essensiell for næringsutviklingen i regionen og sparer miljøet for en betydelig mengde utslipp av karbondioksid og andre klimagasser (Berg 2015). Videre gir havnen det lokale næringslivet store kostnadsbesparelser, sett i forhold til om havnen ikke hadde eksistert. Havnen er en regional havn, der majoriteten av vareeierne befinner seg i en radius rundt 25 kilometer fra havnen (Sitma & Seaport Group 2016). Havnen står i dag ovenfor betydelige endringer i rammebetingelser, først og fremst på grunn av utbyggingen av det nye dobbeltsporet gjennom Moss sentrum. Dette medfører en stor omveltning av selskapets daglige drift og organisering.

3.2 Foretakets styringsform

Som et kommunalt foretak reguleres Moss Havn gjennom bestemmelser fra kapittel 11 i KommuneLOVEN. Det fremgår av KommuneLOVEN (1992) § 61 at det ikke finnes et juridisk skille mellom kommunen og foretakets økonomi. Med andre ord er ikke et kommunalt foretak et rettssubjekt slik som for eksempel et aksjeselskap. Dette innebærer at kommunen er direkte ansvarlig for de forpliktelser som foretaket påtar seg, og foretaket er derfor ikke i skatteposisjon. Som et kommunalt foretak vil det foreligge målsetninger ved driften som gjerne strekker seg utover lønnsomhet. For

eksempel skriver Bergen Kommune at organisasjonsformen egner seg godt når både forretnings- og samfunnsmessige hensyn skal tas (Halse 2014).

3.3 Utbyggelse av dobbeltspor i Moss

I forbindelse med utbygging av dobbeltspor gjennom Moss sentrum vil Bane NOR legge beslag på 40 prosent av havnens driftsareal. Dette byr på utfordringer knyttet til den daglige driften fordi en fortsatt vekst i havnens godsomslag vil føre til at havnens kapasitet sprenges (Sitma & Seaport Group 2016). I følge havnesjef Øystein Høstevoll Sundby, har man i dag kapasitet til å lagre mellom 2 200 og 2 300 containerenheter i havna. På bakgrunn av Rambølls arealberegninger forventer man at kapasiteten vil reduseres til ca. 1 750 containerenheter i anleggsperioden (Sitma & Seaport Group 2016).

Havnens ledelse har utredet flere ulike løsninger på kapasitetsproblemet og kommet frem til en løsning som innebærer to konkrete tiltak. Det ene er en etablering av en innlandsterminal som skal bøte for det meste av den fremtidige veksten i antall godsomslag. Dette innebærer at man har kjøpt en tomt tett tilknyttet E6 der man tar sikte på å mellomlagre en andel av container som ikke får plass i havnen. I tillegg vil man gjennomføre en omlegging av driftsarealet som skal gi havnen en bedre arealutnyttelse, og dermed en høyere lagringskapasitet per kvadratmeter (Sitma & Seaport Group 2016).

3.4 Implikasjoner for Moss Kommune

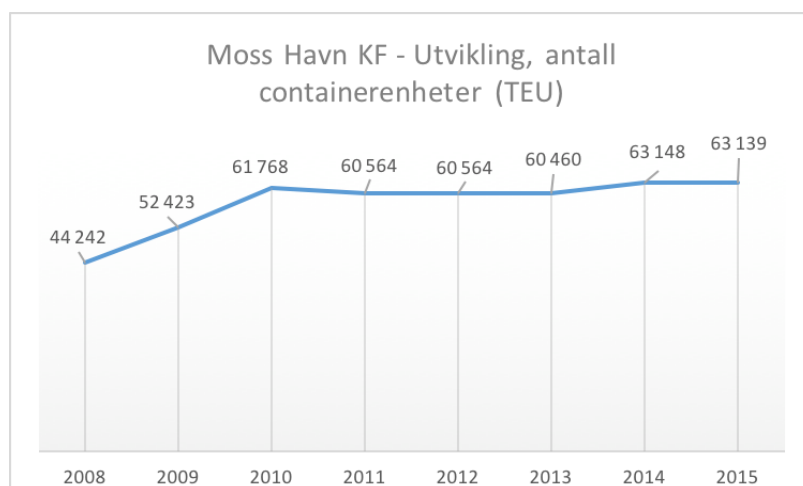
Moss sentrum opplever høy lokal luftforurensing som følge av trafikken gjennom sentrum. Miljøvernssjef i Moss kommune, Knut Bjørndalen, mener at tungransport til havnen er det som bidrar mest til dette (Warberg-Knoll 2016). I tillegg bidrar fergetrafikken med fire avganger i timen. Det er i Moss sentrum målt verdier av nitrogenoksider som er langt over referanseverdi, og målinger viser at Moss har høyere nivå av svevestøv enn Oslo og Bergen (Warberg-Knoll 2016).

Fergeterminalen i Moss sentrum knytter Østfold og Vestfold sammen og er en av landets mest hektiske fergesamband. På nabotomten driver Moss Havn, noe som gjør

at det til tider er svært stillestående køer gjennom sentrum og spesielt langs riksvei 19. Beregninger fra Norges Lastebil Forbund viser at køen gjennom sentrum koster transportbransjen 71 millioner kroner per år (Svendsen 2017). I tillegg kommer negative effekter for innbyggerne i Moss som tap av tid i kø, helseproblemer fra lokal forurensning og støy knyttet til trafikken. Trafikkproblemene er ventet å tilta i styrke når utbyggelsen av dobbeltsporet gjennom Moss igangsettes.

3.5 Godsutvikling

Av figur 1 fremgår det at Moss havn har hatt en sterk vekst i antall godsomslag i perioden 2008 til 2010. I perioden etter og frem til 2015 har veksten i godsomslaget vært svakere og flatet ut rundt 63 000 containerenheter. En havns godsomslag måler antall containere (tomme og fulle) som blir losset og lastet i havnen gjennom et år. Godsomslaget måles ved det engelske begrepet twenty-foot equivalent unit (TEU), som er et standardisert begrep for å angi kapasitet for havner og lastebåter. I praksis finnes det containere i alle størrelser og eksempelvis tilsvarer en førti fots container 2 TEU (heretter kalt containerenhet). Moss havn har størst frekvens av førti fots containere.

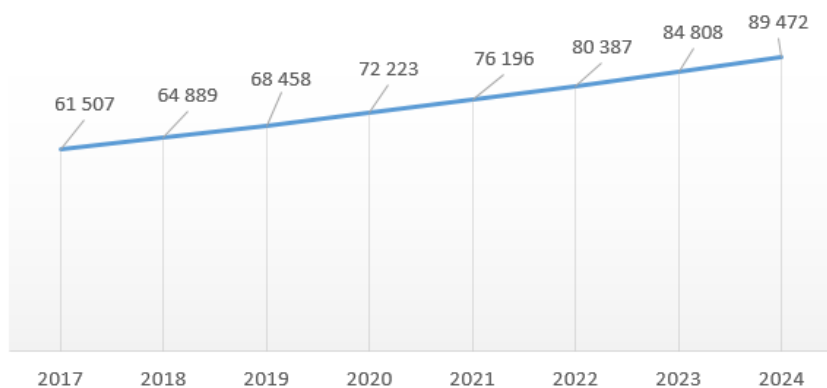


Figur 1: Utvikling i antall containerenheter i Moss Havn 2008-2015 (Sitma & Seaport Group 2016).

3.6 Fremtidig godsutvikling

I Konseptstudie Innlandshavn (2016) legger Sitma til grunn en årlig økning i antall containerenheter på 5,5 prosent (figur 2). Dette vil tilsvare en vekst til ca. 90 000 containerenheter i 2024. Prognosene er utarbeidet på bakgrunn av målene som er satt i kommende Nasjonal transportplan, hvor det er fastsatt en målsetning om 50 prosent vekst i sjøtransport frem mot år 2030 (*Nasjonal transportplan* 2015). Videre fremhever Sitma en forventning om vekst i verdensøkonomien i perioden. Av lokale drivere fremheves en fortsatt vekst i den store logistikklyngen på Vestby, samt at det er observert at stadig flere bedrifter har valgt å etablere lagre og logistikkfunksjoner i regionen (Sitma & Seaport Group 2016). Dette inkluderer det nye sentrallageret til Europris som alene forventes å øke godsomslaget i Moss Havn med 10 000 containerenheter. Dette er containere som tidligere har blitt fraktet gjennom Borg Havn, men som fra og med 2020 vil losses og lastes i Moss Havn (Sitma & Seaport Group 2016).

Estimert utvikling, antall containerenheter 2018-2024



Figur 2: Estimert utvikling i antall containerenheter 2018-2024 (Sitma & Seaport Group 2016).

3.7 Havnens kapasitet

Dersom man legger til grunn en nedgang i driftsareal fra 2018, vil havnens kapasitet være nær fullt utnyttet. Den største andelen av fremtidig vekst i antall containere må derfor flyttes over til innlandsterminalen. I tabell 1 fremgår det at havnen i 2015 hadde en skjev retningsbalanse der 74,40 prosent av alle containerenheter med last ble losset i land. Til forskjell ble 79,23 prosent av alle tomme containere lastet på

båt. Dette kan sees i sammenheng med at Norge har en negativ nettoeksport korrigert for olje og gass (SSB 2017d). I sum blir det i løpet av et driftsår losset noe mer enn det lastes, med den følge at det ankommer flere lastebiler for å hente containere enn for å levere containere.

Tabell 1: Godsomslag uten og med last 2009-2015 (Sitma & Seaport Group 2016).

| Godsomslag uten last | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Containere uten last - losset | 1 231 | 1 171 | 2 560 | 2 755 | 4 446 | 6 068 | 6 341 |
| Containere uten last - lastet | 14 543 | 16 635 | 19 624 | 18 509 | 18 447 | 18 650 | 17 860 |
| Containere uten last, totalt | 15 774 | 17 806 | 22 184 | 21 264 | 22 893 | 24 718 | 24 201 |
| Godsomslag med last | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| Containere med last - losset | 20 875 | 27 102 | 31 718 | 31 624 | 29 479 | 26 057 | 28 981 |
| Containere med last - lastet | 7 593 | 7 515 | 7 866 | 8 381 | 8 192 | 9 685 | 9 966 |
| Containere med last, totalt | 28 468 | 34 617 | 39 584 | 40 005 | 37 671 | 35 742 | 38 947 |
| Antall containere totalt | 44 242 | 52 423 | 61 768 | 61 269 | 60 564 | 60 460 | 63 148 |

Foretaket har virksomhet hver ukedag og som et unntak på lørdager og søndager. I 2015 ble det i gjennomsnitt foretatt 86,1 lossinger per dag. Man ser av tabell 2 at det er store svingninger i antall containere som losses fra båt på ukedager. På det meste ble det i 2015 losset 259 containere i løpet av et driftsdøgn, men dette har også vært så lavt som seks. Den daglige variasjonen i antallet containere er noe som kan bidra til at transportbehovet mellom havn og innlandsterminal blir vanskelig å beregne.

Tabell 2: Lossinger fra båt 2015, gjennomsnitt, maksimum og minimum (Sitma & Seaport Group 2016).

| Losset fra båt | Gjennomsnitt | Maksimum | Minimum |
|------------------------------|---------------------|-----------------|----------------|
| Mandager | 83,5 | 259 | 10 |
| Tirsdager | 90,2 | 201 | 16 |
| Onsdager | 71,7 | 153 | 6 |
| Torsdager | 96,5 | 166 | 6 |
| Fredager (26 registreringer) | 98,8 | 258 | 14 |
| Lørdager (8 registreringer) | 65,4 | 119 | 10 |
| Sum gjennomsnitt | 86,1 | 193 | 10 |

3.8 Kompensasjon fra Bane Nor

Som en kompensasjon for tapte driftsarealer har foretaket kommet til enighet med Bane Nor om et erstatningsbeløp på kroner 100 millioner (Warberg-Knoll 2017). Kompensasjonen vil blant annet gå til å dekke investeringer i forbindelse med omlegging av havnearealet. Deler av beløpet vil gå til å dekke investeringer i tomt og anleggsmidler for innlandsterminalen.

4.0 Etablering av innlandsterminal

4.1 Forretningsområder for innlandsterminal

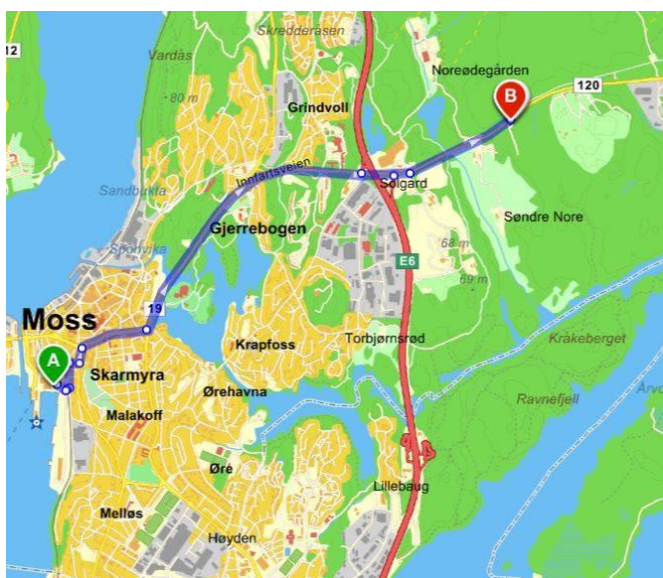
Forretningsideen bak innlandsterminalen er at havnens kunder skal spare tid og penger ved at de slipper å kjøre gjennom sentrum av Moss og til havnen. Dette innebærer at kunden kan hente og sette av sine containere ved innlandsterminalen. Daglig leder Øystein Høsteland har påpekt at i perioder med kø vil kunden potensielt kunne spare opp mot 50 minutter tur/retur. Kostnadene som følger ved investering i tomt, anleggsmidler og annet vil man velte over på kundene gjennom å belaste et terminalgebyr. Størrelsen på terminalgebyret vil fastsettes ut i fra en avveining mellom hva kunden kan spare ved å benytte terminal fremfor havn, og hva som er prosjektets break-even pris. Det vil si at kundene betaler et påslag over de vanlige havneavgiftene, mot at de får hentet og levert sine containere på innlandsterminalen.

Daglig leder, Øystein Høsteland Sundby, ser for seg at innlandshavnen vil åpne for en rekke nye forretningsområder. Han ser for seg at innlandshavnen delvis vil kunne brukes som et depot for tomme containere. Videre kan det utføres splitting og crossdocking av last, i tillegg til varekontroll, bearbeiding og innelagring. Et annet viktig forretningsområde vil være å mellomlagre sesongvarer, da spesielt for Europris som vil bli lokalisert på nabotomten, i tillegg til andre store varehandelsselskaper i nærområdet. Dette er aktiviteter som kan gi økte inntekter for havnen utover dry-port gebyret som kreves ved henting og levering.

4.2 Transport mellom havn og innlandsterminal

Ved å etablere en innlandsterminal må foretaket gjøre en investering i intertransport for å sikre flyten av containere mellom havn og innlandsterminal. Det har også vært

diskutert om man kan bruke ledig kapasitet til å frakte containere direkte til kunden. Havnen vil i tilfelle være avhengig av at man får godkjent transportløyve fra Statens Vegvesen (*Løyver og løyvemyndighet* 2015). Strekningen mellom havn og innlandshavn er vist i figur 3 og er en strekning på 5 kilometer og tar mellom 8 og 9 minutter å kjøre uten kø. Moss sentrum er som tidligere nevnt, belastet med varierende og stillestående trafikk, både på grunn av havnevirksomhet, fergetrafikk og trafikk over til Jeløy.



Figur 3: Strekning fra Moss havn (A) til innlandsterminal (B).

I tabell 3 fremgår stikkprøver¹ som er gjennomført for å anslå tidsbruk mellom terminalene. Disse viser at ruten i de mest belastede periodene tar 29 minutter å kjøre. Stikkprøvene er foretatt ved å splitte opp dagen i overordnede trafikkmønstre der trafikkbelastningen er klassifisert som lav, medium eller høy. Dette viser at det finnes en stor variasjon i kjøretid mellom havn og innlandsterminal, noe som må tas hensyn til ved beregning av nødvendig fraktkapasitet mellom havn og innlandsterminal.

¹ Stikkprøver gjennomført den 23.02.2017.

Tabell 3: Stikkprøver av kjøretid mellom havn til innlandsterminal 23.02.2017.

| Trafikktype | Tidsperiode | Minutter |
|--|---------------|----------|
| Rushtid 1 (høy) | 07.00 - 08.30 | 26 |
| Ferge, havn og vanlig trafikk (medium) | 08.30 - 15.00 | 14 |
| Rushtid 2 (høy) | 15.00 - 16.30 | 29 |
| Ferge, mindre trafikk (lav) | 16.30 - 07.00 | 9 |

4.3 Fordeling av kapasitet mellom havn og innlandshavn

I konseptstudie (2016) blir det estimert at omkring 8 000 til 10 000 containerenheter må flyttes til innlandsterminalen i første driftsår i 2018. Utbyggingen av jernbanen vil legge beslag på 40 prosent av driftsarealet i havnen og bortfallet må oppveies ved å effektivisere eksisterende areal og ved å øke havnens omløpshastighet. Ifølge kontaktpersonen i foretaket kan man i teorien ha så stor kapasitet som mulig, men alt avhenger av hvilken omløpshastighet man klarer å oppnå for havnens containere. Det er uansett lite trolig at en økning i produktivitet alene vil ta unna den forventede veksten i godsomslag. Det vil derfor være et betydelig antall containere som må flyttes til innlandsterminalen. Moss Havns beregninger bygger på beregninger fra konseptstudie (2016) og legger til grunn at internttransporten må kjøre 6 800 strekninger første driftsår. Videre forutsettes det at antall strekninger vil øke som en funksjon av antall godsomslag frem til 2024.

4.4 Retningsbalanse og variasjon

Av tallgrunnlag for lossing og lasting i tabell 1 fremgår det at det årlig blir losset flere containere enn det blir lastet. Dette kan medføre at internttransporten må kjøre uten last på noen strekninger fra innlandsterminal og til havn. Et tenkt eksempel kan være at det en dag skal transporteres 30 containerenheter fra havn til innlandsterminal, men kun 25 tilbake. En annen utfordring vil være den store variasjonen i antall containere som losses i havnen. Dersom vi antar at den daglige lossingen tenderer rundt et gitt gjennomsnittet, vil man daglig måtte frakte en gitt andel til innlandsterminalen. I praksis er det ikke slik, og man vil derfor møte på utfordringer knyttet til variasjon i antall containere som skal fraktes daglig. Et eksempel på dette kan være at det ankommer 234 containere på tirsdag. Dagen etter kommer ankommer det kun 15. Dette vil ha stor innvirkning på havnens daglige fraktbehov og dette kan videre avgjøre om man trenger én eller flere lastebiler.

4.5 Prosjektets tidsperspektiv

Proessen med etablering av virksomhet på innlandsterminal er allerede i gang og skal være i drift fra og med 1.1.2018. Bane Nor vil i prosjektperioden legge beslag på 40 prosent av havnearealet frem til 2024, men man antar at virksomheten ved innlandsterminalen vil bestå etter dette (Sitma & Seaport Group 2016). Dette henger sammen med at havnens driftsområde vil være permanent lavere i størrelse grunnet at en del av jernbanen vil gå på området. Man ser derfor på investeringen i lastebil som en langvarig investering som vil være i drift fram til utrangering.

5.0 Valg av transportmiddel

Oppdragsgiver har gjort det klart at de er åpne for forslag, men at det først og fremst er dieseldrevet eller helelektrisk batteridrevet trekkvogn som er aktuelt. Det finnes en rekke alternativer, som blant annet hydrogendrevet, elektrisk drevet lastebil med pantograf, i tillegg til forskjellige hybridtyper (Flowchange 2017). Denne utredningen vil kun vurdere helelektrisk og dieseldrevet trekkvogn. Andre varianter vil kreve investeringer i infrastruktur, som for eksempel pantograf. Samtidig vil disse variantene strekke seg langt inn i prosjektperiodene før man eventuelt ville kunne ha dem i drift.

5.1 Fraktkapasitet

Trekkvognen må ha mulighet til å frakte alle typer containere, inkludert den største varianten som er en 45 fots container med en bruttovekt på 33 tonn. Inkludert egenvekt for lastebilen er man avhengig av at trekkvognen kan trekke en totalvekt opp mot 50 tonn. Ved valg av en dieseldrevet lastebil vil man ha flere forskjellige alternativer å velge blant. Ovennevnte begrensninger gjør at utvalget av elektriske trekkvogner er snevert, sett i forhold til dieseldrevne trekkvogner.

5.2 Skille mellom klimagassutslipp og lokal forurensning

Driften av trekkvognen vil avhengig av motortype føre til negative eksternaliteter gjennom utslipp av klimagasser som karbondioksid (CO_2) og lokal forurensning i form av nitrogenoksider (NO_x) og svevestøv. De to sistnevnte knyttes særlig til økt

luftveissykdommer og økt dødelighet (Miljødirektoratet 2016b). Moss havn er opptatt av at prosjektet skal ha en tydelig miljøprofil. Den lokale forurensningen som i jevne mellomrom er i lokalavisenes søkelys kan blant annet tilskrives trafikken som går til havna. Vi vil derfor inkludere utslipp av de nevnte gassene som en del av beslutningsunderlaget. En investering i elektrisk trekkvogn eller dieseldrevet Euro IV-trekkvogn vil potensielt kunne bidra til å forbedre luftkvaliteten i Moss sentrum.

5.3 Direkte energibruk

Ved beregning av utslipp av klimagasser skiller man mellom indirekte energiforbruk (well-to-wheel) og direkte energiforbruk (tank-to-wheel). Indirekte energiforbruk innbefatter hele livssyklusen fra produksjon av bil, batteri og raffineringprosessen fra råolje til drivstoff, mens direkte energiforbruk kun innbefatter direkte utslipp fra selve drivstoffet (Völler et al. 2014). I denne redegjørelsen vil vi av praktiske årsaker forholde oss til direkte energiforbruk. Videre antar vi at all strøm i prosjektperioden kan kjøpes med en garanti om at det kommer fra fornybare kilder, som for eksempel tilbys av Hafslund (Hafslund 2017). Det direkte energiforbruket for drift av en elektrisk trekkvogn vil dermed gi et nullutslipp av klimagasser.

5.4 Dieseldrevne trekkvogner

Majoriteten av all tungtransport på vei blir i dag utført av lastebiler med fossile energikilder som drivstoff. Dette vil være et “sikkert” valg som vil medbringe lavere usikkerhet, både når det kommer til prosjektgjennomføring og drift. Dieselmotorer blir i stor grad ikke påvirket av temperatursvingninger, problemer med rekkevidde og lignende, og det finnes en rekke modeller som kan håndtere en totalvekt på 50 tonn.

I 2017 skilles det hovedsakelig mellom dieseldrevne lastebiler som er typegodkjent etter Euro VI-teknologi, og de som ikke er det. Hovedforskjellen er ifølge produsentene at trekkvogner med Euro VI-teknologi har et betydelig lavere utslipp av NO_x -gasser enn eldre modeller. Dette bekreftes blant annet i en rapport fra Transportøkonomisk Institutt (Hagman et al. 2015).

5.5 Elektriske trekkvogner

På bakgrunn av de undersøkelser vi har gjort finnes det i dag ingen produsenter med serieproduksjon av helelektriske trekkvogner. Det finnes kun noen få produsenter som tilvirker helelektriske trekkvogner etter skreddersøm. Dette er med på å bidra til at helelektriske lastebiler har en betydelig høyere investeringskostnad enn sine dieseldrevne motparter. En annen hindring ved bruk av helelektriske trekkvogner er rekkevidde og trekkapasitet. Det som vil være en fordel med en elektrisk motor er at det sjelden er problemer med selve motoren, og det er derfor mindre trolig at en elektrisk lastebil vil oppleve en uventet driftsstans (Valle 2015a). Elektriske trekkvogner har også i motsetning til fossile trekkvogner et nullutslipp av både NO_x - og klimagasser.

Våre undersøkelser viser at det i Norge i dag ikke finnes helelektriske trekkvogner i drift med totalvekt på 50 tonn. Asko Norge AS har gjennom et pilotprosjekt satt i drift tre elektriske lastebiler til bruk i lokaldistribusjon. Lastebilene, som er fra den Nederlandske produsenten Emoss har ifølge Asko en rekkevidde på 20 mil, men har en begrensning ved at de kun kan frakte en nyttelast på 5,5 tonn (Dalløkken 2016).

Det finnes elektrifisert tungtransport i pilotdrift både i USA og Europa. Felles for de ulike variantene er at de trenger lading over 2,5 til 3 timer etter 8-15 mils kjøring (Flowchange 2017). Moss Havn er avhengig av at trekkvognen kan trekke opp mot 33 tonn, og i tillegg ha en rekkevidde som gjør driften praktisk mulig. Ved helelektrisk drift har man derfor få alternativer å velge mellom. I Sverige har Scania utviklet bybusser med ti kilometers rekkevidde og induktiv lading ved hver endestasjon. Ladingen tar ifølge produsenten syv minutter og bussen har også en hybridfunksjon der en dieselmotor slår inn ved lavt batterinivå (Flowchange 2017). Det er dog lite trolig at denne teknologien er egnet til å trekke en totalvekt på femti tonn - og uansett vil havnen først og fremst utrede helelektriske løsninger.

5.6 Forutsetninger for valg av transportmiddel

5.6.1 Kriterier for havnens investeringsbeslutning

Moss Havns investeringsbeslutning vil først og fremst baseres på lønnsomheten for de to alternativene. Samtidig finnes det en rekke andre faktorer som har betydning for hvilket alternativ foretaket til slutt velger. Moss Havn som et kommunalt foretak har et særlig ansvar ovenfor selskapets interessenter, deriblant kommunens innbyggere og næringsliv. Havnens virksomhet bidrar til høye verdier av nitrogenoksider og svevestøv i Moss sentrum (Warberg-Knoll 2016), og dette er noe som bør inkluderes i beslutningsgrunnlaget. Videre bør det vurderes, i lys av offentlige virksomheters samfunnsansvar, om havnen har et særlig ansvar for å redusere klimagassutslipp fra virksomheten.

Vår kontaktperson i Moss Havn understreker at et delmål for prosjektet vil være å bidra til å løse de problemer man har i bykjernen i dag, knyttet til trafikk, støy og lokal forurensning. I lys av det sterke fokuset på miljø vil det også ha betydning om helelektrisk transport i seg selv vil kunne gi havnen et fortrinn ovenfor konkurrentene. Det bør derfor drøftes om havnen kan få et sterkere omdømme blant kunder og lokalbefolkning ved å investere i fornybart fremfor fossilt. Særlig kan det diskuteres om havnens kunder har økt betalingsvillighet for fornybar transport.

5.6.2 Statlig støtte ved miljøvennlige investeringer

En viktig variabel i investeringsanalysen vil være størrelse på eventuell støtte fra statlige miljøordninger. Det finnes hovedsakelig én støtteordning som kan være aktuell ved investering i elektrisk trekkvogn. Det statlige foretaket Enova lanserte nylig støtteprogrammet Energi- og klimatiltak i landtransport (Enova 2017a). Støtteprogrammet skal “bidra til at energi- og klimaeffektive løsninger blir mer tilgjengelige i markedet, og at de tas i bruk hurtigere og i større omfang enn de ellers ville blitt” (Enova 2017a). Til forskjell fra tidligere, hvor Enova kun støttet tiltak som utbedret eksisterende utstyr, har norske bedrifter nå en mulighet til å få dekket deler av merkostnaden ved investering i miljøvennlige løsninger innenfor landtransport (Enova 2017b).

Enova stiller en rekke krav til støttemottaker, og støttesatsen avhenger blant annet av størrelsen på virksomheten. Et av kravene er at investeringen resulterer i et redusert energiforbruk på 10 prosent og minimum 100 000 kWt per år, tilsvarende i underkant av 10 000 liter diesel per år. Programkriteriene fastslår at støttemottaker kan søke om “den støtte som er nødvendig for å ta en positiv investeringsbeslutning”. Avhengig av om støttemottaker er en liten, mellomstor eller stor virksomhet, eksisterer det tre forskjellige støttesatser. For små- og mellomstore virksomheter tilsvarer dette inntil 50 prosent av merkostnadene knyttet til investeringen (Enova 2017b).

Enova er underlagt EUs konkurranselovgivning og følgelig legger vi til grunn EUs definisjon av virksomhetsstørrelse. “Små virksomheter defineres som virksomheter som har mindre enn 50 ansatte og som har en årlig omsetning eller en samlet balanse som ikke overstiger 10 millioner euro” (Europakommisjonen 2006). I Moss Havns årsrapport for 2016 fremkommer det at havnen hadde en omsetning på 30 millioner kroner og antall årsverk på 13,1 (Moss Havn 2017). Foretaket er følgelig å anse som en liten virksomhet.

5.6.3 Energiforbruk for elektriske trekkvogner

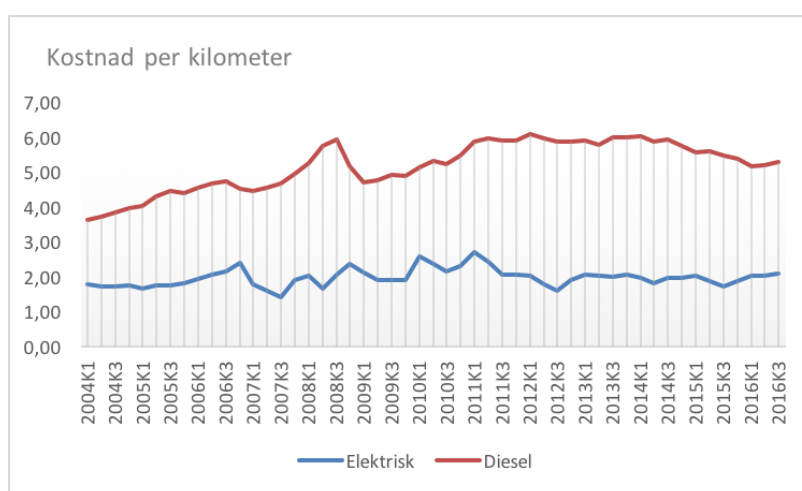
Elektrisitetsforbruk blir målt ved antall kilowatt per time (kWt) og er vanskelig å kvantifisere uten tilgang til spesifikasjoner for den rette trekkvognen.

Energiforbruket blir i stor grad påvirket av kjørestrekningens egenskaper. Som med dieseldrevne trekkvogner vil man ha stor variasjon i energiforbruk, gitt kjøremønster, helning på vei og temperatur (Simonsen 2012). Den nederlandske leverandøren Emoss har oppgitt (gjennom telefonsamtaler og epost, 2017) at de opererer med et omtrentlig strømforbruk² på 1,047 kWt per kilometer for sin trekkvogn med totalvekt på 50 tonn. Dette inkluderer ikke last, og det reelle forbruket er trolig mye høyere. Til forskjell antar Flowchange (2017) at elektriske trekkvogner med samme spesifikasjoner vil bruke 2,3 kWt per kilometer mellom Oslo havn og Alnabru-terminalen. Videre nevner de at dieselmotorer er langt mindre energieffektive enn elektriske og at nærmere beregninger vil avklare om kraftbehovet er lavere.

² For at leseren skal danne et bilde av kostnaden for «drivstoff» ligger prisen per kWt i dag på ca. 90 øre, inkludert kjøp av kraft, nettleie og avgifter.

5.6.4 Prisutvikling drivstoffkostnader

I figur 4 vises historiske drivstoffkostnader for diesel og kraft i perioden 2004 til 2016, omregnet med henholdsvis 0,45 liter og 2,3 kWt per kilometer³. Dette for å skissere kostnadsforskjeller mellom diesel og elektrisitet. Forbrukssatsene tilsvarer energieffektiviteten vi finner i dagens teknologi for de to alternativene. For hele perioden har den gjennomsnittlige dieselkostnaden per kilometer vært 2,63 ganger høyere per kilometer, enn for elektrisitet.



Figur 4: Historisk kostnad per kilometer ved bruk av elektrisk og dieseldrevet lastebil i perioden 2004-2016. Beregnet på bakgrunn av historiske dieselpriiser (SSB 2017c) og sluttbrukerpriser for kraft (SSB 2017a)

Del 2

6.0 Analyse av kapasitet

6.1 Innledning

I dette kapittelet vil vi presentere de analyser som er gjennomført og forutsetninger som er tatt for å beregne det daglige fraktbehovet mellom havn og innlandsterminal. Videre vil vi beregne kraft- og dieselforbruk basert på estimert fraktbehov. Fra det estimerte kraft- og fraktforbruket vil vi beregne om det elektriske alternativet

³ Basert på tall fra Flowchange (2017)

oppfyller Enovas kriterier for støtteprogrammet Energi- og klimatiltak i landtransport. Kapittelet vil gi oss estimater på flere sentrale variabler i investeringsanalysen.

6.2 Frakt av containere fra havn til innlandsterminal

Beregninger utført av Rambøll for Bane Nor viser at havnens lagringskapasitet vil reduseres til 1 756 containerenheter i prosjektperioden. I 2015 var det i gjennomsnitt lagret 2 200 containerenheter i havneområdet, og havnen vil derfor ha et kapasitetsunderskudd på ca. 20 prosent dersom man ikke gjennomfører tiltak for å kompensere for tapet av areal (Sitma & Seaport Group 2016). Ifølge havnesjefen vil dette i første omgang kompenseres for ved å effektivisere arealbruk, og videre ved hjelp av målrettede tiltak for å redusere containernes omløpshastighet.

På bakgrunn av nevnte kapasitetsbeskrankninger har Moss Havn beregnet at de får et transportbehov mellom havn og innlandsterminal for første driftsår tilsvarende 3 400 strekninger tur/retur. Som man kan se av tabell 4 antar vi for enkelhets skyld at behovet vil øke lineært med 5,5 prosent årlig frem til 2024, tilsvarende havnens forventede vekst i antall containerenheter. Forutsatt en konstant andel på 18 prosent som overføres til innlandshavn, vil man ende opp med 74 000 containerenheter som hentes og leveres havnen i år 2024. De resterende 16 000 containerenhetene vil hentes og leveres på innlandsterminalen.

Tabell 4: Estimert transportbehov for internttransport 2018-2024.

| Internttransport | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Strekninger | 6 800 | 7 174 | 7 569 | 7 985 | 8 424 | 8 887 | 9 376 |
| Containerenheter | 11 560 | 12 196 | 12 867 | 13 574 | 14 321 | 15 108 | 15 939 |
| I prosent av totalt antall containerenheter | 18 % | 18 % | 18 % | 18 % | 18 % | 18 % | 18 % |

Vi forutsetter her at det i gjennomsnitt vil være 1,7 containerenheter som fraktes per strekning. Dette på bakgrunn av at det i terminalsystemet finnes 23 forskjellige containertyper av ulike størrelser. Ved bruk av et vektet gjennomsnitt får man en gjennomsnittsstørrelse på 1,71 containerenhet. Videre er det en del flere lossinger, altså containere som skal til innlandsterminal, enn det er containere som skal til havnen fra innlandsterminalen. Det vil si at noen strekninger fra innlandsterminal og

til havn som må kjøres uten last. Vi antar derfor at man klarer å opprettholde en gjennomsnittlig lastekapasitet på 1,7 containerenheter per strekning. Multipliserer man antallet strekninger med 1,7 får man antall containerenheter som hvert år skal innom terminalen.

6.3 Tidsbruk mellom terminalene

Tidsmålingene fra kapittel 4.2 viser at det er stor forskjell i tidsbruk per strekning, avhengig av tid av døgnet. I tabell 5 er det gjort et anslag på kjøretid per døgn der lastebilen i gjennomsnitt vil bruke 17 minutter per strekning, inkludert lossing og lasting på bil, samt registrering i havneport⁴. Det fremgår også av tabellen at man i gjennomsnitt kjører 25 strekninger per driftsdøgn, tilsvarende et daglig tidsforbruk på 7 timer og 8 minutter første driftsår. I vårt hovedscenario, der antall containerenheter øker til 90 000 i 2024, vil dette tilsvare 9 timer og 50 minutter per driftsdøgn i prosjektperiodens siste år.

Tabell 5: Hovedscenario med daglige strekninger og kjøretid mellom havn og innlandsterminal 2018-2024.

| År | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Strekninger | 25,2 | 26,5 | 28 | 29,5 | 31,2 | 33 | 34,8 |
| Timer og minutter | 7 t 8 min | 7 t 31 min | 7 t 56 min | 8 t 23 min | 8 t 50 min | 9 t 20 min | 9 t 50 min |

I tabell 6 har vi satt opp forslag til driftsplan for internttransport, som indikerer at man vil ha nok kapasitet i form av én enkelt trekkvogn. Her er det i tillegg lagt opp til at lastebilen kjører utenom de to periodene med rushtid, der man får fraktet svært få containere per time. I denne perioden kan en eventuell elektrisk trekkvogn lade. Ved behov er det mulig med drift på natten.

⁴ Lossing, lasting og registrering i havneport tar ca. 1 minutt hver

Tabell 6: Forslag til driftsplan for internttransport.

| Klokkeslett | Drift | Type trafikk |
|-------------|-----------|--------------|
| 07:00 | Lading | Høy |
| 08:00 | Lading | Høy |
| 09:00 | Ja | Medium |
| 10:00 | Ja | Lav |
| 11:00 | Ja | Lav |
| 12:00 | Ja | Lav |
| 13:00 | Ja | Lav |
| 14:00 | Ja | Medium |
| 15:00 | Lading | Høy |
| 16:00 | Lading | Høy |
| 17:00 | Ja | Medium |
| 18:00 | Ja | Lav |
| 19:00 | Ja | Lav |
| 20:00 | Ved behov | Lav |
| 21:00 | Ved behov | Lav |

6.4 Kapasitetsstrategi

I de foregående delkapitlene er daglig fraktbehov beregnet på bakgrunn av et gjennomsnitt av årlig fraktbehov. I praksis vil fraktbehovet variere, blant annet ut i fra når båter legger til kai og når vareeiere henter og leverer containere. I kapittel 6.3 ble det fastslått at én trekkvogn vil være tilstrekkelig for å dekke havnens fremtidige fraktbehov. I dette delkapittelet vil vi i tillegg vurdere variasjonen i antall containere som ankommer og om dette vil ha noen innvirkning på antall trekkvogner.

I tabell 2 presenterte vi tall fra Sitma-rapporten som viste at det i gjennomsnitt ankommer 86,1 containerenheter med båt hvert driftsdøgn. Tilhørende maks- og minimumsobservasjoner var henholdsvis på 259 og 6 containerenheter. I praksis vil man derfor oppleve at det er betydelig flere enheter som skal transporteres til innlandsterminalen enn det man har kapasitet til å frakte. Det er dermed av stor betydning hvor mange dager det tar fra containeren blir losset i land til containeren blir plukket opp av vareeieren.

Fra operatørsystemet vet vi at gjennomsnittlig omløpshastighet for containere med last er 4,1 dager. Dette taler for at de fleste vareeiere bruker flere enn 1 dager på å hente containeren. Fra Excel-filen som er tatt ut fra havnens operatørsystem finner vi ut at kun 9,2 prosent av alle containere blir hentet samme dag som de ankommer. Dette indikerer at det er mulig å glatte ut transportbehovet og sikre at den gjennomsnittlige kjørestrekningen per dag tenderer rundt det samme antallet hvert

driftsdøgn. På denne måten vil en enkelt trekkvogn være tilstrekkelig for å sikre containerflyten mellom terminalene. Vi vil ikke gå noe nærmere inn på dette, men det må anskaffes et system hvor kundene kan legge inn tid og sted for henting og avlastning.

6.5 Trafikksituasjon

Et viktig kriterium for foretaket er at prosjektet kan bidra til å redusere trafikkbelastningen gjennom Moss sentrum. Fra havnens operatørsystem for containere har vi beregnet at det i gjennomsnitt er 54 *gate-in*⁵ og 56 *gate-out*⁶ per dag i løpet av et driftsår (2015). Det er ikke loggført hvor mange lastebiler som kjører gjennom havneporten uten last. I praksis er det slik at en lastebil kun har med last den ene strekningen, og derfor ikke blir registrert. Det er derfor trolig at antall lastebilstreknings i tilknytning til havnen i gjennomsnitt ligger en del høyere enn det man kan lese av *gate-in* og *gate-out*.

I kapittel 6.3 besluttet vi å legge opp transport mellom havn og innlandsterminal slik at det ikke blir utført internttransport i de mest trafikkerte periodene. Dette begrunnet vi med at en eventuell elektrisk lastebil vil måtte lade, i tillegg til at man får transportert svært få containerenheter per time i disse periodene. Av tabell 7 fremgår det at 29,05 prosent av alle registreringer i havneporten skjer i de to periodene vi har definert som rushtid⁷. Majoriteten finner sted i rushtid 1 med 24,12 prosent av alle registreringer. Det vil si at det i gjennomsnitt er 45,52 strekninger med last som blir kjørt gjennom sentrum i perioden mellom 07 og 09. Hvis man i tillegg legger til lastebiler uten last, som ikke blir registrert i havneport, vil antallet være en del høyere.

⁵ Gate-in tilsvarer alle lastebiler med last som kjører inn havneporten.

⁶ Gate-out tilsvarer alle lastebiler med last som kjører ut havneporten.

⁷ Som definert i tabell 3.

Tabell 7: Gjennomsnittlig inn- og utkjøringer 2015-2016 med containerenhet.

| | Gate-in | Gate-out | Totalt |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| Per år | 25 038 | 25 912 | 50 950 |
| Rushtid 1, totalt | 5 554 | 6 737 | 12 291 |
| Rushtid 1, per dag | 20,57 | 24,95 | 45,52 |
| I prosent | 22,18 % | 26,00 % | 24,12 % |
| Rushtid 2, totalt | 1 252 | 1 214 | 2 466 |
| Rushtid 2, per dag | 4,64 | 4,5 | 9,13 |
| I prosent | 5,00 % | 4,69 % | 4,84 % |
| Totalt | 6 827 | 7 976 | 14 803 |
| Per dag | 25,28 | 29,54 | 54,83 |
| I prosent | 27,27 % | 30,78 % | 29,05 % |

Fra tidligere vet vi at den gjennomsnittlige omløpshastigheten for fullastede containere er 4,1 dager. I tabell 8 vises det totale antallet containerenheter med last som blir losset eller lastet mellom 07 og 09. Av det totale containervolumet er det kun 12,40 prosent som blir losset eller lastet mellom 07 og 09. Det er derfor lite trolig at det store antallet registreringer i havneporten perioden skyldes at vareeierne vil hente containeren med en gang den ankommer. Dette understrekes av funnene i kapittel 6.4 som viser at kun 9,2 prosent av containere blir hentet samme dag som de ankommer. Hvis man i tillegg trekker frem trafikksituasjonen mellom 07 og 09, er det ingen åpenbar grunn til den store pågangen av lastebiler i tidsperioden.

Tabell 8: Lossing og lasting av containere i tidsrommet 07:00-09:00 2015-2016.

| Containertrafikk | Losset | Lastet | Totalt |
|------------------|---------|--------|---------|
| Containerenheter | 16 734 | 15 935 | 32 669 |
| 07:00 | 1 669 | 549 | 2 218 |
| 08:00 | 1 411 | 423 | 1 834 |
| Totalt | 3 080 | 972 | 4 052 |
| Prosentvis | 18,41 % | 6,10 % | 12,40 % |

Vi mener derfor at det er praktisk mulig å flytte containere som kunder vil hente mellom 07 og 09 til innlandsterminal, og på den måten redusere kødannelsen i Moss sentrum. I praksis vil det da ikke være noen trafikk tilknyttet Moss havn i tidsperioden. Mellom klokken 07 og 09 er bykjernens mest trafikkerte periode og det kan derfor være sannsynlig at det er i denne perioden man har høyest målinger av svevestøv og nitrogenoksider. På den måten kan Moss havn redusere sitt avtrykk på trafikken i bykjernen til et minimum under den verste rushtiden. Dette vil være særlig tilpasset det elektriske alternativet, som kan lade i perioden.

6.6 Kjørerute

Kjøreruten mellom havn og innlandsterminal starter med en 1,2 kilometers svingete strekning der omtrent halvparten består av en lang bakke med en slak helning. Deretter er det en 4 kilometer relativt rett strekning frem til innlandsterminalen. Dette blir ytterligere komplisert av et komplisert trafikkbilde i Moss der det kan forekomme en stor frekvens av start og stopp.

6.7 Helelektrisk trekkvogn - rekkevidde

I tabell 9 fremkommer vårt anslag på kjørelengde og forbruk av kilowatt-time per dag. I estimatene er det lagt til grunn en kWt-bruk på 2,08 kWt per kilometer. Dette på bakgrunn av Flowchange (2017) sitt anslag på 2,3 kWt per kilometer og Emoss som oppgir et gjennomsnittlig forbruk på 1,047 kWt per kilometer. Emoss sitt anslag inkluderer ikke last, og følgelig har vi valgt å legge forbruket nærmere Flowchange sitt estimat. I den tentative driftsplanen vist i tabell 6 er det satt av tid til lading mellom 07.00 og 09.00 samt mellom 15.00 og 17.00. I tillegg kommer eventuell lading på nattetid. På bakgrunn av informasjon vi har samlet sammen om elektriske trekkvogner i kapittel 5.6.3, er vi av oppfatning at det er praktisk mulig å benytte et helelektrisk alternativ på strekningen, og at trekkvognen ikke vil ha noen problemer knyttet til rekkevidde. I beregningen har vi lagt til grunn en batterikapasitet på 250 kWt. Dette viser at det må settes av tid til lading hver dag allerede i første driftsår.

Tabell 9: Estimert kjørelengde og forbruk kWt 2018-2024.

| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Kilometer per dag | 126 | 133 | 140 | 148 | 156 | 165 | 174 |
| Kilowatt per dag | 262 | 277 | 292 | 308 | 325 | 343 | 362 |

6.8 Statlig støtte

I kapittel 5.6.2 beskrev vi Enovas støtteordning for miljøvennlige investeringer i transport og hvilke kriterier som må oppfylles for støtte. Som man kan se av tabell 10, vil et kjøp av en elektrisk trekkvogn gi en besparelse på 15 300 liter diesel i 2018. Omregnet⁸ til kWt tilsvarer dette et mindre forbruk på 128 231 kWt, tank-to-wheel. Dette er godt innenfor støtteprogrammets minimumskrav.

⁸ 1 liter diesel tilsvarer 10,7 kWt (Valmot 2014).

Tabell 10: Årlige besparelser i kWt ved elektrisk kontra diesel trekkvogn 2018-2024.

| Besparelse kWt | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Liter diesel per år | 15 300 | 16 142 | 17 029 | 17 966 | 18 954 | 19 996 | 21 096 |
| Spart kWt, diesel | 163 710 | 172 714 | 182 213 | 192 235 | 202 808 | 213 962 | 225 730 |
| Forbruk kWt, elektrisk | 35 478 | 37 430 | 39 488 | 41 660 | 43 951 | 46 369 | 48 919 |
| Mindre forbruk, kWt | 128 232 | 135 284 | 142 725 | 150 575 | 158 857 | 167 594 | 176 811 |

Videre defineres Moss Havn som en liten virksomhet etter EUs kriterier, og er derfor berettiget til en støtte på inntil 50 prosent av merkostnaden for det fornybare alternativet.

6.9 Antall årsverk

I kapittel 6.4 ble det fastslått at det vil være tilstrekkelig med én enkelt trekkvogn for å ta unna det interne transportbehovet. Dette med en forventet gjennomsnittlig tidsbruk på 7 timer og 8 minutter per driftsdøgn i 2018, økende til 9 timer og 50 minutter i 2024. Videre fremhevet vi den sterke variasjonen i antall containere som ankommer havnen. I lys av dette er vi av den oppfatning at det ikke vil være tilstrekkelig med ett årsverk for å drifte internttransporten. Særlig med tanke på sykdom, ferieavvikling og variasjon i arbeidstid. I tillegg kommer eventuelle tilleggsoppdrag dersom det finnes etterspørsel blant lokale vareeiere for direkte distribusjon av containere. I investeringsanalysen legger vi derfor til grunn to årsverk tilknyttet lønn og sosiale kostnader til sjåførere.

Del 3

7.0 Lønnsomhet

7.1 Innledning

Vi vil i dette kapitlet presentere studiens investeringsanalyse, der vi har foretatt en kontantstrømanalyse med tilhørende nåverdiberegninger.

7.2 Nåverdimetoden

Vi har valgt å benytte nåverdimetoden for å beregne lønnsomhet for hver av de to alternativene. Metoden egner seg særlig godt til investeringsbeslutninger som strekker seg over flere år, i motsetning til for eksempel payback-metoden, som ikke tar hensyn til pengenes tidsverdi (Bøhren & Michalsen 2006).

Forventet kontantstrøm er i denne sammenheng et veiet snitt av alle mulige lotteriutfall for pris, volum, oppstartstidspunkt, driftsutbetalinger og skatt. Metoden benytter prosjektets fremtidige (usikre) kontantstrømmer og neddiskonterer disse tilbake til dagens verdi (Bøhren & Michalsen 2006). En positiv nåverdi tilsier at uavhengige prosjekter skal gjennomføres. I dette prosjektet vil vi få en negativ nåverdi for begge investeringsalternativer, og fra et lønnsomhetsmessig ståsted skal prosjektet med lavest negativ nåverdi velges. Dette har sammenheng med at vi ikke inkluderer prosjektets inntekter.

Formel for netto nåverdi:

$$NPV = C_0 + \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

Uttrykkets teller består av de fremtidige (usikre) kontantstrømmene fra prosjektet, og kapitalkostnaden i nevneren må derfor inkludere både tids- og usikkerhetsdimensjonen (Brealey et al. 2014). Kapitalkostnaden skal derfor være

korrigert for både tidsverdi og selskaps- og markedsspesifikk risiko, samt selskapets eller prosjektets gjeldsgrad.

7.2.1 Valg av nåverdi

Ved utregning av nåverdi for de to alternativene vil vi benytte nominelle kontantstrømmer til egenkapitalen etter skatt. Det vil si at årlige renter og avdrag trekkes i fra i nåverdiuttrykkets teller (Bøhren & Michalsen 2006). I teorien skal effekten av skattemessige avskrivninger og inflasjon inkluderes. Moss Havn er et kommunalt foretak og er følgelig ikke skattepliktig. Effekten av spart skatt ved gjeldsfinansiering vil ikke inntreffe for dette prosjektet.

7.2.2 Finansiering

Foretakets kapitalstruktur består per 31.12.2016 av en miks med 61 prosent egenkapital og 39 prosent gjeld. Prosjektets kapitalstruktur vil avvike fra dette, noe vi kommer tilbake til i kapittel 7.5.4. Det fremkommer at ethvert prosjekt som er innvilget støtte fra Enova også er berettiget til et “grønt lån” gjennom Kommunalbanken (Kommunalbanken 2016). Kommunalbanken opererer med et avslag på 0,10 prosentpoeng på bankens rentemargin over NIBOR⁹, og tilsvarer i dag 1,7 prosent p.t¹⁰. Lånet er videre gebyrfritt (Kommunalbanken 2017).

Av praktiske årsaker vil vi anta at lånet blir tatt opp med fastrente.

Fastrente foretrekkes fordi man vet hva utbetalingen vil være i prosjektperioden. Lånet utbetales når levering av driftsmiddelet finner sted og vil ha en løpetid som strekker seg til prosjektperioden er ferdig i 2024. Lånet vil derfor være ferdig nedbetalt når driftsmiddelet utrangeres. Lånet vil bli tatt opp som et annuitetslån. Annuitetslån gir et fast årlig terminbeløp der rentekostnaden reduseres og avdragsbeløp øker i takt med at lånet blir nedbetalt. Utregningen av lånet vil vi komme tilbake til i kapittel 7.5.4.

⁹ Norwegian Interbank Offered Rate

¹⁰ 03.03.2017

7.2.3 Tidsramme

Utbyggingen av dobbeltsporet er planlagt med byggestart i desember 2017 og innlandsterminal og internttransport skal være i drift fra og med januar 2018. Vi forutsetter at kontantstrømmene vil inntreffe den 31.12 hvert år, første gang 31.12.2018. Intercity-utbyggingen antas ferdigstilt i 2024, men foretaket vil trolig fortsette driften på innlandsterminalen i årene etter.

7.2.4 Planhorisont og restverdi

Begge typer lastebil vil mest sannsynlig kunne brukes i årene etter 2024, men vi velger likevel å anta at man vil skifte ut disse etter år 2024. Batterier har begrenset levetid, og selv om de fleste produsenter oppgir en levetid på 10 år, er det fornuftig å anta at den elektriske lastebilen har gjort sitt etter syv år i drift. Vi antar derfor en restverdi på null, da det er lite trolig at man får solgt den videre. Den dieseldrevne lastebilen har en betydelig lenger levetid og vi antar derfor at man kan selge den videre i 2024. Utrangeringsverdien er beregnet på bakgrunn av sammenlignbare lastebiler fra Finn.no¹¹ med tilsvarende kilometerstand og er satt til kr 400 000.

7.2.5 Valutaeffekter

Prosjektet er til en viss grad følsomt for fluktuasjoner i valutakryset norske kroner/euro. Kjøp av elektrisk lastebil vil eventuelt måtte gjøres fra en utenlandsk produsent, og en appresiering av euro eller dollar mot norske kroner vil potensielt føre til en høyere investeringskostnad for Moss Havn. Investeringen vil skje i første kvartal i 2018 og valuta innebærer derfor en usikkerhet for prosjektet. En rekke produsenter av dieseldrevne lastebiler har utsalg i Norge, og investeringskostnaden vil på grunn av den korte tidsrammen trolig være lite påvirket av fluktuasjoner i valuta. Vi vil derfor se bort i fra dette.

¹¹ 22.03.2017

7.2.6 Inflasjon

Investeringsanalysen er basert på nominelle kontantstrømmer til egenkapitalen. Følgelig vil vi benytte et nominelt avkastningskrav til egenkapitalen og justere prosjektets kontantstrømmer for å fange opp forventet prisstigning. En sentral del av Norges Banks pengepolitikk er inflasjonsmålet, som tar sikte på en årlig prisstigning på 2,5 prosent, målt ved konsumprisindeksen (Norges Bank 2017a). Dette gjelder dog ikke for diesel- og strømpriser, der vi legger egne analyser til grunn.

7.2.7 Usikkerhet

Prosjektet strekker seg syv år frem i tid og det er vanskelig å forutse prosjektets kontantstrømmer med stor grad av nøyaktighet. Usikkerhet øker som en funksjon av prosjektets tidshorisont og vi vil justere for dette gjennom prosjektets avkastningskrav. I tungtransport er helelektriske trekkvogner en relativt uprøvd teknologi, og det bør derfor drøftes om avkastningskravet for alternativet bør justeres for å kompensere for usikkerheten dette medfører. Vi ser at det er stor usikkerhet knyttet til fremtidig vekst i antall containerenheter, noe som kan påvirke kontantstrømmene i særlig grad gjennom kjørelengde mellom terminalene. Videre medfører innsatsfaktorer som diesel og elektrisitet stor usikkerhet i form av prisvolatilitet. Til slutt vil vi fremheve prisen på helelektrisk lastebil, der vi har antatt at pris med ønskede spesifikasjoner vil ligge mellom fire og seks millioner. Prisen for elektrisk trekkvogn er investeringsanalysens største kilde til usikkerhet.

7.3 Inntekter i planperioden

Investering i tomt er gjennomført og all prosjektering er på plass for utbygging av innlandsterminal. Målet ved investeringsanalysen er derfor å vurdere om en elektrisk lastebil kan være en lønnsom investering for Moss Havn, sett i forhold til investering i en dieseldrevet lastebil. Vi vil med det isolert sett vurdere hvilket alternativ som gir Moss Havn de laveste kostnadene. Kontantstrømmer for de to alternativene vil derfor kun bestå av prosjektets kostnader. Dette til forskjell fra tradisjonelle kontantstrømanalyser som består av både inntekter og kostnader. Begrunnelsen for dette er at prosjektet skal gjennomføres uansett utfall ettersom dette er eneste mulighet for fortsatt drift. Det forutsettes derfor at investering i internt transport er det

siste som gjenstår i terminalprosjektet, og at andre investeringer blir dekket av kompensasjonen foretaket mottar fra Bane Nor. Vi kan derfor behandle investeringer i tomt, anleggsmidler og bygninger som irreversible kostnader, som er uavhengig av dette investeringsprosjektet.

Senere i utredningen vil vi likevel undersøke break-even priser for de to alternativene. Dette vil vi gjøre ved å se på hvilken pris havnen må ta per strekning for at de to prosjektene skal få en nåverdi lik 0. Grunnen til dette er at prosjektet strekker seg over syv år, og det er derfor trolig at differansen i break-even priser for de to alternativene er lavere lav.

7.3.1 Inntektseffekter, valg av type lastebil

I lys av et økende fokus på miljøvennlige løsninger i forsyningskjeder, erkjenner vi at Moss Havns kunder potensielt vil kunne ha en høyere betalingsvillighet for terminalavgift ved bruk av elektrisk lastebil mellom havn og innlandsterminal. Dette er uansett vanskelig å kvantifisere, og vi vil drøfte dette i del 4.

7.4 Kostnader i planperioden

Prosjektets kostnader kan grovt deles inn i to kategorier:

- Kapitalkostnader
- Operasjonelle kostnader

Kapitalkostnader vil i all hovedsak være den kjøpesum for trekkvogn og de kostnadene som påløper ved finansiering gjennom egen- og fremmedkapital. Operasjonelle kostnader inkluderer kostnader som påløper ved daglig drift av driftsmiddelet. Operasjonelle kostnader er i vårt tilfelle lønnskostnader, diesel- og strømforbruk, vedlikehold, indirekte kostnader og eventuell binding av arbeidskapital.

7.4.1 Investeringsbeløp

Den største skilnaden mellom de to typene trekkvogn er investeringskostnad. Tradisjonelle lastebiler blir produsert i større volumer og av en rekke forskjellige produsenter, noe som i teorien gir lavere priser relativt til elektriske trekkvogner. Elektriske trekkvogner er ennå ikke i serieproduksjon og tilvirkes kun etter skreddersøm. Vi har vært i kontakt med flere leverandører for å hente inn priser for dieseldrevne trekkvogner med tilhenger. For en trekkvogn med Euro IV-teknologi fra Scania vil selve investeringskostnaden beløpe seg til kr 1 700 000, inkludert tilhenger. For elektrisk trekkvogn har vi hatt vanskeligheter med å få en eksakt pris på grunn av begrensning i tid, men estimerer fra vår kontaktperson hos den nederlandske produsenten Emoss ligger på mellom kr 4- og 6 000 0000. Dette er inkluderer tilhenger og én ladestasjon.

7.4.2 Strømkostnader

Prisen for strøm består av en rekke delkomponenter, deriblant kjøp av kraft, nettleie, forbruksavgift og merverdiavgift. Vi har derfor forenklet og forutsatt at både kraftpris og nettleie vil øke med 1 prosent årlig. Dette gir følgende kontantstrøm for strømkostnader vist i tabell 11.

Tabell 11: Årlig estimert strømkostnad per år 2018-2024.

| År | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kroner per år | 63 516 | 67 404 | 71 539 | 75 935 | 80 611 | 85 583 | 90 871 |
| Øre per kwh | 89,67 | 90,20 | 90,74 | 91,30 | 91,86 | 92,45 | 93,04 |

Dersom man ser på SSBs tidsserie for kraftpris, nettleie og avgifter for husholdninger har man hatt en annualisert prisvekst på 1,67 prosent, fra 73 øre i 3. kvartal 2003 til 90,5 øre i 3.kvartal 2016 (SSB 2017a). Våre tall legger til grunn en lavere annualisert prisvekst på 0,55 prosent. Dette med bakgrunn i at den kvartalsvise prisen har fluktuert mellom 69,7 og 90,5 øre siden kvartal 1 i 2012 (SSB 2017a). I den samme perioden har gjennomsnittlig kvartalsvis pris vært 86,18 øre¹².

¹² Beregnet ved aritmetisk gjennomsnitt.

7.4.3 Diesellokostnader

Vestforsk (2012) oppgir et anslag for forbruk av drivstoff på 0,43 liter per kilometer. Dette anslaget gjelder for 100 000 kilometer per år, der man har sett på langtransport. Til forskjell antar Flowchange (2017) et drivstofforbruk mellom 0,45 og 0,5 liter per kilometer på strekningen mellom Oslo Havn og Alnabru terminal. Ruten mellom Moss Havn og innlandsterminal innebærer bakker og til tider kø. Dette gjør ruten lite sammenlignbar med ruten som er benyttet i Flowchange sine beregninger. Samtidig varierer fartsgrensen mellom havn og terminal mellom 30 og 80 km/t. Dette tilsier et lavere dieselforbruk for foretakets internttransport. Ruten mellom Oslo havn og Alnabru har til forskjell en fartsgrense på 100 km/t på store deler av strekningen. Vi har derfor benyttet en forbruksfaktor på 0,45 liter per kilometer.

For utregning av årlig kontantstrøm knyttet til diesellokostnader, har vi benyttet en gjennomsnittlig dieselpriis på kroner 14,5 for det første driftsåret, økende med 2 prosent per år frem til 2024. Den årlige diesellokostnaden i prosjektperioden fremkommer i tabell 12. Den årlige prisveksten for diesel er satt en del høyere enn prisveksten som er lagt til grunn for strømkostnader i kapittel 7.4.2. Dette har blant annet sammenheng med at man har hatt en annualisert prisvekst for diesel på ca. 4 prosent fra 2003 til 2016. Videre kan det diskuteres om nåværende eller fremtidige regjeringer ønsker å øke avgifter på diesel som et ledd i å dreie etterspørselen over mot fornybare kjøretøy (Dahl & Fanghol 2016).

Tabell 12: Estimerte dieselpriiser per år 2018-2024.

| År | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Kroner per år | 221 850 | 239 903 | 259 425 | 280 536 | 303 364 | 328 051 | 354 746 |
| Dieselpriis per liter | 14,5 | 14,86 | 15,23 | 15,61 | 16,01 | 16,41 | 16,82 |

7.4.4 Lønnskostnader

På bakgrunn av forventet vekst i antall containerenheter har vi i tabell 5 beregnet antall driftstimer per dag for internttransport. Vi har her forutsatt at man i gjennomsnitt vil bruke 17 minutter per strekning, inkludert lossing, lasting og registrering i havneporten. Som nevnt i kapittel 6.9 legger vi til grunn at en båt ha to årsverk direkte knyttet til prosjektet. Ifølge SSB har transportarbeidere i kommunal

sektor en gjennomsnittlig godtgjørelse på kr 35 400 per måned (SSB 2017b). Inkludert sosiale kostnader vil årlige direkte lønnskostnader for to ansatte med 100 prosent stillingsbrøk tilsvare rundt kr 1 200 000.

7.4.5 Avgifter

For lastebiler med en totalvekt over 7500 kg betaler man en vektårsavgift fordelt på to terminer i året. Avgiften blir beregnet på bakgrunn av vekt, antall aksler og fjæringssystem. Det er finnes også en miljødifferensiert avgift på dieseldrevne lastebiler (Skatteetaten 2017a). Den årlige avgiften forbundet med en investering i dieseldrevet lastebil vil ifølge Skatteetaten (2017b) ligge på kr 2 628 pluss miljøavgift på kr 343.

Årlige avgifter for nullutslippskjøretøy beløper seg til kr 2 628. Helelektriske kjøretøy belastes ingen miljøavgift fordi den er et nullutslippskjøretøy (Skatteetaten 2017b).

7.4.6 Vedlikeholdskostnader

Vedlikeholdskostnader for dieseldrevet trekkvogn har vi beregnet ved å ta utgangspunkt i en vedlikeholdsavtale fra lastebilprodusenten Scania. Denne garanterer hundre prosent oppetid for trekkvognen mot en månedlig kostnad som er beregnet av trekkvognens estimerte årlige kjørelengde. Vedlikeholdsavtalen vil koste kr 60 000 i året og er eksklusive dekk, rengjøring og andre vanlige vedlikeholdskostnader. Vi legger derfor til grunn en vedlikeholdskostnad inklusive dekk, rengjøring og annet på kr 100 000 for første driftsår.

Fordelen med elektriske motorer er at de har lavere slitasje som følge av færre komponenter og bevegelige deler enn i en tradisjonell forbrenningsmotor (Valle 2015a). Dette underbygges av en Boreal Transport som har testet ut helelektriske busser i rutedrift (Andersen 2015). Selskapet fortalte (telefonsamtale med Boreal Transport¹³ den 29.01.2017) at de opplevde betydelig mindre feil og reparasjoner

¹³ Boreal Transport driver virksomhet innenfor kollektiv transport i Norge.

med elektriske kjøretøy, sett i forhold til tradisjonelle kjøretøy. Imidlertid understreket selskapet at reparasjoner kan ta lengre tid når det først skjer en feil. Særlig tar det tid å fremskaffe reservedeler og kompetanse til reparasjon for kjøretøy som ikke er serieproduserte. Dette gjør det videre vanskelig å anta en årlig kostnad for vedlikehold for den elektriske lastebilen. Vi er likevel av den oppfatning at dette vil være betydelig billigere enn for en dieseldrevet lastebil, og vi antar en kostnad i første driftsår på kr 50 000.

7.4.7 Indirekte kostnader

I bedriftsøkonomisk litteratur kjennetegnes indirekte kostnader ved at de ikke kan knyttes direkte til en kostnadsbærer, altså et produkt eller en tjeneste. Eksempler på dette er administrasjonskostnader eller kalkulatoriske kostnader som husleie. I prosjektet vil foretakets interntransport bidra med inntekter i form av avgift for bruk av innlandsterminal. Følgelig bør prosjektet belastes en viss andel av foretakets indirekte kostnader i prosjektperioden. Den indirekte kostnaden regnes ofte i litteraturen som en prosentandel av innkjøpskostnad. I vårt tilfelle fremkommer det da spørsmål om hvor høy prosentsats og hva skal den beregnes av. TØI og Sitma har i sin rapport om kostnadsstrukturer i godstransport antatt en årlig indirekte kostnad på kr 70 000 for lastebiler med en netto lastekapasitet på 30 tonn (Grønland et al. 2014). Vi velger å anta den samme kostnaden med kr 70 000 i første driftsår.

7.4.9 Skatt

I kapittel 3.2 blir det fastslått at Moss Havn KF er organisert som et kommunalt foretak og at de ikke betaler inntektsskatt i henhold til skattelovens bestemmelser. Dette innebærer også at vi kan se bort fra effekten av spart skatt ved budsjettering av prosjektets kontantstrøm.

7.4.10 Arbeidskapital

Arbeidskapital viser differansen mellom omløpsmidler og arbeidskapital. Endringen i arbeidskapital skal inkluderes i kontantstrømmen for få med kontantstrømeffekten av den kapitalen man til enhver tid har bundet opp. I dette prosjektet vil det ikke være kundefordringer eller varelager som er direkte knyttet til prosjektet. Videre vil det

ikke være noen kortsiktig gjeld relatert til prosjektet, fordi Moss Havn vil ha mulighet til å betale kontant. Vi forutsetter dermed at binding av arbeidskapital ikke vil ha noen effekt på prosjektets kontantstrøm.

7.5 Avkastningskrav

7.5.1 Risikofri rente

Risikofri rente er den maksimale avkastningen en investor kan oppnå i markedet uten å være eksponert for risiko. Som en proxy for risikofri rente brukes gjerne statsobligasjoner med ulik løpetid avhengig av hva som skal verdsettes. Risikofri rente er en makroøkonomisk størrelse og er derfor den samme uavhengig av hvilket prosjekt som skal verdsettes (Bøhren & Michalsen 2006). Det er likevel omdiskutert hvilken løpetid man bør benytte. Det er naturlig å anta at man bør velge en løpetid som tilsvarende tidshorisonten for prosjektets kontantstrømmer. Prosjektet har en tidshorisont på syv år og vi velger derfor å bruke en tiårig norsk statsobligasjon som risikofri rente. Lang løpetid representerer en usikkerhet ved at inflasjon kan bli noe høy i perioden. Samtidig vil en kortere løpetid kunne medføre at renten svinger mer, noe som er lite hensiktsmessig. Det virker uansett ikke å være noen konsensus i akademia om hva som bør benyttes. Ser man på praktiske utøvere viser en rapport fra PWC og Norske Finansanalytikerforening at 41 prosent av respondentene benytter 10-årig norsk statsobligasjon (PWC & NFF 2016).

Renten på den tiårige statsobligasjonen har vært stigende det siste året og ligger i dag¹⁴ på 1,74 prosent (Norges Bank 2017b). Dette er unaturlig lavt dersom man ser på det historiske rentenivået. Vi velger derfor å benytte en risikofri rente som er noe høyere, med 3 prosent.

7.5.2 Estimering av beta

Beta er et relativt risikomål som måler selskapets systematiske risiko i forhold til markedsporteføljens risiko. Alternativt kan man si at beta angir hvor følsom selskapets aksje er for markedsbevegelser (Bøhren & Michalsen 2006). Beta høyere

¹⁴ 24.03.2017

enn én vil innebære høyere risiko enn markedsporteføljen. Tilsvarende vil en beta lavere enn én innebære lavere risiko enn markedsporteføljen.

$$\beta = \frac{\text{Selskapets markedsrisiko}}{\text{Markedsporteføljens risiko}}$$

I denne investeringsanalysen benytter vi egenkapitalmetoden, og følgelig må vi benytte en egenkapitalbeta ved beregning av foretakets egenkapitalkostnad (Bøhren & Michalsen 2006). Et selskaps egenkapitalbeta kan estimeres ved å gjøre en regresjonsanalyse av aksjens avkastning målt mot markedsporteføljen. Moss Havn er ikke notert på noen markeds plass og vi må derfor sette en betaverdi gjennom en alternativ fremgangsmåte. En vanlig metode er å beregne et gjennomsnitt for bransjens eiendelsbeta fra sammenlignbare virksomheter og korrigere for selskapets kapitalstruktur. I vårt tilfelle vil dette være vanskelig da det finnes få børsnoterte havner. Vi har kun funnet et børsnotert selskap som opererer innenfor havnevirksomhet og Yahoo Finance oppgir en egenkapitalbeta på 0,54 (*Hutchison Port Holdings* 2017). Hutchison Port Holdings eier flere havner hovedsakelig i Øst-Asia, og virksomheten har etter vår mening få fellestrekk med Moss Havn.

Med mindre man har gode grunner til å anta at egenkapitalbeta avviker i stor grad fra gjennomsnittet på børs, er det ifølge Moen og Riis (2001) naturlig å anta at egenkapitalbeta for et unotert selskap er nær 1. Videre drøftes det hvorvidt om det aktuelle selskapet er utsatt for mer eller mindre konjunkturrell risiko enn gjennomsnittsselskapet, med den konklusjon at det ikke er det, og at egenkapitalbeta derfor bør ligge rundt 1 (Moen & Riis 2001). Moss havns finansielle resultater er i stor grad avhengig av konjunkturrelle endringer, og gjerne mer enn gjennomsnittet. Dette ser man blant annet ved den store nedgangen i havnens godsomslag i årene rundt finanskrisen. Havnens inntekter er en funksjon av hvor mange containerenheter som er innom havnen i løpet av et driftsår. Dette påvirkes blant annet av den generelle veksten i økonomien og endringer i makroøkonomiske størrelser som import og eksport. Trolig er havnevirksomhet noe mer konjunkturavhengig enn gjennomsnittsbransjen. Dette taler for at selskapets egenkapitalbeta avviker noe fra 1.

Det er viktig å skille mellom bedriftens egenkapitalkostnad og prosjektets egenkapitalkostnad, som er avkastningskravet til det spesifikke investeringsprosjektet. Spørsmålet er da om prosjektets risikoprofil er lik som gjennomsnittlig risiko i eksisterende virksomhet (Brealey et al. 2014). Dette har blant annet sammenheng med at et prosjekts risiko består av flere faktorer som ikke fanges opp i selskapets risiko. I lys av at prosjektet vil ha de samme driverne som eksisterende virksomhet mener vi at risikoprofilen er på samme nivå. På dette grunnlag velger vi å anta en egenkapitalbeta i prosjektperioden på 1.

7.5.3 Markedets observerte risikopremie

Markedets risikopremie tilsvarer i kapitalverdimodellen differansen mellom markedsporteføljens forventede avkastning og risikofri rente. Risikopremien er ikke observerbar og må derfor estimeres med grunnlag i historiske data. I likhet med risikofri rente er dette en makroøkonomisk størrelse, og vil derfor være prosjektuavhengig (Bøhren & Michalsen 2006).

Det er gjort flere studier for å anslå risikopremien på Oslo Børs for ulike perioder og de fleste studier viser til en størrelse mellom fire og syv prosent. Gjesdal og Johnsen (1999) har anslått en meravkastning på 6,2 prosent i forhold til korte statsrenter for perioden 1967 til 1998. Av nyere studier er det anslått en risikopremie mellom fire og fem prosent (Boye & Koekebakker 2006). I en undersøkelse gjort blant medlemmer av Norske Finansanalytikerens Forening blir det anslått at risikopremien ved Oslo Børs ligger rundt 5 prosent (PWC & NFF 2016). Ved utregning av prosjektets avkastningskrav vil vi legge til grunn en risikopremie på 5 prosent.

7.5.4 Finansiering

Som nevnt i delkapittel 7.2.2 vil prosjektets kapitalstruktur avvike fra foretakets. Prosjektet vil finansieres med 60 prosent gjeld og 40 prosent egenkapital til forskjell fra foretaket som en helhet, som er finansiert med 61 prosent egenkapital og 39 prosent gjeld. I praksis vil det være slik at prosjektets egenkapital øker ettersom avdrag på gjeld blir nedbetalt. For enkelhets skyld vil vi anta at prosjektets kapitalstruktur er konstant i prosjektperioden. I tabell 13 ser man totalt

investeringsbeløp, lånebeløp og terminbeløp som må utbetales i prosjektperioden for de to alternativene.

Tabell 13: Investeringsbeløp, lånebeløp, rentekostnad og terminbeløp for diesel og elektrisk 2018-2024.

| Diesel | | Terminer | | | |
|-------------------|--------------|----------|-----------|--------|--------------|
| Investeringsbeløp | Lånebeløp | År | Rente p.a | per år | Terminbeløp |
| kr 1 700 000 | kr 1 020 000 | 7 | 1,80 % | 12 | kr 12 933,01 |
| Elektrisk | | Terminer | | | |
| Investeringsbeløp | Lånebeløp | År | Rente p.a | per år | Terminbeløp |
| kr 5 000 000 | kr 2 010 000 | 7 | 1,70 % | 12 | kr 25 397,48 |

7.5.5 Avkastningskrav

Prosjektets avkastningskrav eller kapitalkostnad skal vise hvilken avkastning prosjektets eiere alternativt kan oppnå ved å investere i et prosjekt med lik risikoprofil (Bøhren & Michalsen 2006). Prosjektet vil være finansiert med både egenkapital og gjeld. Dog har vi benyttet egenkapitalmetoden, hvor gjeldsopptaket blir inkludert i prosjektets kontantstrøm. Følgelig må vi beregne egenkapitalkostnad som reflekterer aksjonærenes krav til avkastning. Egenkapitalkostnaden beregnes ved å benytte kapitalverdimodellen som er gitt ved følgende formel:

$$r_e = r_f + \beta_E(r_m - r_f)$$

Kapitalverdimodellen antar at eiernes avkastningskrav er avhengig av risikofri rente (r_f), prosjektets beta (β_E) og markedets risikopremie ($r_m - r_f$). Aktørene i markedet kan diversifisere vekk all usystematisk risiko og det er derfor kun prosjektets samvariasjon med markedsporteføljen (r_m) som viser forventet avkastning utover markedsporteføljen (Brealey et al. 2014).

Tabell 14: Variabler til input i kapitalverdimodellen.

| Oppsummering | Input |
|------------------------|-------|
| Risikofri rente | 3 % |
| Markedets risikopremie | 5 % |
| Egenkapitalbeta | 1 |

I tabell 14 har vi oppsummert input i kapitalverdimodellen som gir prosjektets avkastningskrav til egenkapitalen på 8 prosent.

7.5.6 Operasjonell risiko

De to investeringsalternativene er like ved at de skal utføre den samme oppgaven, men det kan reises spørsmål ved om det bør tilegnes større operasjonell risiko til den elektriske lastebilen gjennom et høyere avkastningskrav. Særlig med tanke på at en eventuell elektrisk lastebil vil være ny og umoden teknologi, noe som i seg selv medfører usikkerhet. I så fall bør alternativets avkastningskrav reflektere dette gjennom et høyere avkastningskrav enn for diesel. Vi er likevel av den oppfatning at foretaket ikke vil gå til innkjøp av elektrisk lastebil dersom teknologien har uoverkommelige mangler og forutsetter derfor at den operasjonelle risikoen er den samme for begge alternativer.

7.6 Avskrivninger

Regnskapsmessige avskrivninger medfører ikke inn- eller utbetalinger og skal følgelig holdes utenfor kontantstrømoppstillingen. Skattemessige avskrivninger gir en skattefordel som medfører en positiv effekt på kontantstrømmen, og skal derfor inkluderes. Som nevnt i kapittel 3.2 er Moss Havn et kommunalt foretak som ikke er skattepliktig, og følgelig kan vi se bort i fra både skattemessige og regnskapsmessige avskrivninger.

7.7 Budsjettering av kontantstrøm

I de påfølgende kapitlene vil vi vise budsjettering av kontantstrømmer til egenkapitalen for de to alternativene. Som nevnt i kapittel 7.2.1 er kontantstrømmene nominelle ved at vi har justert utbetalingene for forventet årlig inflasjon på 2,5 prosent.

7.7.1 Elektrisk trekkvogn

Tabell 15 viser kontantstrømmer tilhørende det helelektriske alternativet for hele prosjektperioden. Kontantstrømmen er negativ for alle år i prosjektperioden. Vi kan spesielt merke oss at kontantstrømmen er lavere for det elektriske alternativet i alle år bortsett fra første og siste år.

Tabell 15: Kontantstrøm for det elektriske alternativet 2018-2024.

| ELEKTRISK | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Investering | 5 000 000 | | | | | | |
| Støtte Enova | -1 650 000 | | | | | | |
| Lån | -2 010 000 | | | | | | |
| Strømforbruk | 63 516 | 67 404 | 71 539 | 75 935 | 80 611 | 85 583 | 90 871 |
| Vedlikehold | 50 000 | 51 250 | 52 531 | 53 845 | 55 191 | 56 570 | 57 985 |
| Lønn | 1 200 000 | 1 230 000 | 1 260 750 | 1 292 269 | 1 324 575 | 1 357 690 | 1 391 632 |
| Indirekte kostnader | 80 000 | 82 000 | 84 050 | 86 151 | 88 305 | 90 513 | 92 775 |
| Avdrag | 272 718 | 277 391 | 282 143 | 286 977 | 291 894 | 296 895 | 301 982 |
| Renter | 32 052 | 27 379 | 22 627 | 17 793 | 12 876 | 7 875 | 3 251 |
| Utrangering | | | | | | | 0 |
| Kontantstrøm | -3 038 286 | -1 735 424 | -1 773 640 | -1 812 970 | -1 853 452 | -1 895 126 | -1 938 496 |

7.7.2 Dieseldrevet lastebil

Tabell 16 viser kontantstrømmer tilhørende det dieseldrevne alternativet for hele prosjektperioden. Kontantstrømmen er negativ for alle år i prosjektperioden.

Tabell 16: Kontantstrøm for diesel alternativet 2018-2024

| DIESEL | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Investering | 1 700 000 | | | | | | |
| Lån | -1 020 000 | | | | | | |
| Dieselforbruk | 221 850 | 238 733 | 256 900 | 276 450 | 297 488 | 320 127 | 344 489 |
| Vedlikehold | 100 000 | 102 500 | 105 063 | 107 689 | 110 381 | 113 141 | 115 969 |
| Lønn | 1 200 000 | 1 230 000 | 1 260 750 | 1 292 269 | 1 324 575 | 1 357 690 | 1 391 632 |
| Indirekte kostnader | 80 000 | 82 000 | 84 050 | 86 151 | 88 305 | 90 513 | 92 775 |
| Avdrag | 137 971 | 140 475 | 143 024 | 145 620 | 148 263 | 150 954 | 153 693 |
| Renter | 17 225 | 14 721 | 12 172 | 9 576 | 6 933 | 4 242 | 1 752 |
| Utrangeringsverdi | | | | | | | -400 000 |
| Avgifter | 2 971 | 3 045 | 3 121 | 3 199 | 3 279 | 3 361 | 3 445 |
| Kontantstrøm | -2 440 017 | -1 811 474 | -1 865 080 | -1 920 955 | -1 979 226 | -2 040 028 | -1 703 757 |

7.8 Nåverdi og internrente

7.8.1 Elektrisk lastebil

I tabell 17 fremkommer nåverdi for det helelektriske alternativet på kr -10 628 406. Nåverdien er beregnet ved å diskontere med egenkapitalkostnad fra kapittel 7.5.5 på 8 prosent.

Tabell 17: Nåverdi elektrisk.

| ELEKTRISK | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Diskontert | -2 813 227 | -1 487 846 | -1 407 972 | -1 332 587 | -1 261 428 | -1 194 251 | -1 131 094 |
| Nåverdi | -10 628 406 | | | | | | |

7.8.2 Dieseldrevet lastebil

I tabell 18 fremkommer nåverdi for det helelektriske alternativet på kr -10 628 406. Nåverdien er beregnet ved å diskontere med egenkapitalkostnad fra kapittel 7.5.5 på 8 prosent.

Tabell 18: Nåverdi diesel.

| DIESEL | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|----------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Diskontert | -2 259 275 | -1 553 047 | -1 480 561 | -1 411 959 | -1 347 028 | -1 285 564 | -994 126 |
| Nåverdi | -10 331 560 | | | | | | |

7.9 Diskusjon, investeringsanalyse

I vårt hovedscenario fremgår det at det er en differanse i nåverdi i favør det dieseldrevne alternativet på kr 296 846. I lys av at prosjektet har en varighet på syv år vil det trolig gi en liten differanse i break-even pris mellom de to alternativene. Dette vil vi komme tilbake til senere i studien. Prosjektets nåverdi er basert på de forutsetninger som er presentert i kapittel 7, og følgelig kan det oppstå store avvik ved betydelige endringer i en eller flere forutsetninger. Vi kan fastslå at en investering i helelektrisk trekkvogn ville vært utelukket dersom det ikke hadde vært for Enovas nyopprettede støtteprogram. Fra et rent lønnsomhetsmessig perspektiv ville støttebeløp på kr 1 650 000 millioner i år 0 falt bort, og det elektriske alternativet ville oppnådd en negativ nåverdi på - kr 12 278 406.

8.0 Sensitivitets- og scenarioanalyse

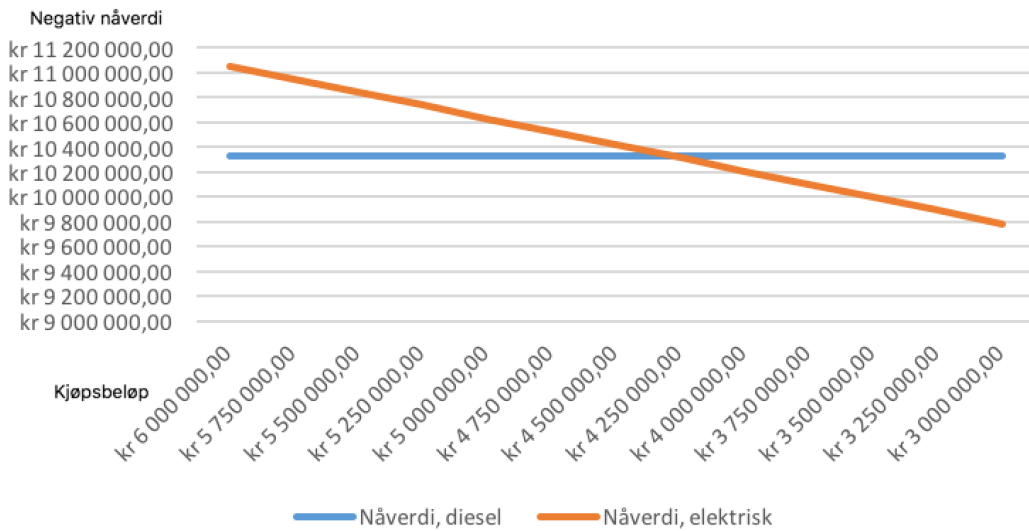
Prosjektets nåverdi er beregnet på bakgrunn av de forutsetninger som er gjort i kapittel 7. Estimater frem i tid er gjenstand for høy usikkerhet og følgelig bør det vurderes hvilken effekt en endring i estimatene vil ha for alternativenes nåverdi. For å undersøke dette nærmere vil vi benytte sensitivitets- og scenarioanalyser. En sensitivitetsanalyse kan brukes for å analysere prosjektets følsomhet for endring i nøkkelvariabler ved utregning av en kontantstrøm. Scenarioanalyse brukes når forskjellige variabler er avhengige av hverandre. Vi kan da analysere flere forskjellige scenarioer ved at flere variabler blir endret samtidig (Brealey et al. 2014).

Prosjektets nåverdi er følsomt for endringer av flere variabler. Vi vil først og fremst analysere variabler som kan føre til endringer i differansen mellom de to alternativenes nåverdi. Vi utelukker variabler som fører til lik endring for de to alternativenes nåverdi. Et eksempel på dette kan være avkastningskravet som er det samme for begge alternativer. De viktigste variablene vil være følgende:

- *Pris, elektrisk trekkvogn*
- *Vekst, containerenheter*
- *Dieselpriser*
- *Strømpriser*

I kapittel 7.4.1 fremhevet vi at det er en høy usikkerhet knyttet til kjøpspris for elektrisk trekkvogn. Med påkrevde spesifikasjoner har vi fått signaler på at kjøpesum vil ligge mellom fire og seks millioner. Enova vil dekke 50 prosent av merkostnaden i forhold til kjøpesum for den dieseldrevne trekkvognen. Eksempelvis vil Enova dekke et beløp på kr 1 650 000 ved kjøpspris på kr 5 000 000. I vårt hovedscenario benytter vi en kjøpesum på 5 millioner kroner. Figur 5 viser nåverdi for det dieseldrevne alternativet, samt nåverdi for det helelektriske alternativet som en funksjon av kjøpspris. Av figuren fremkommer det at den elektriske trekkvognen først vil oppnå en lavere negativ nåverdi ved en kjøpesum under kr 4 250 000.

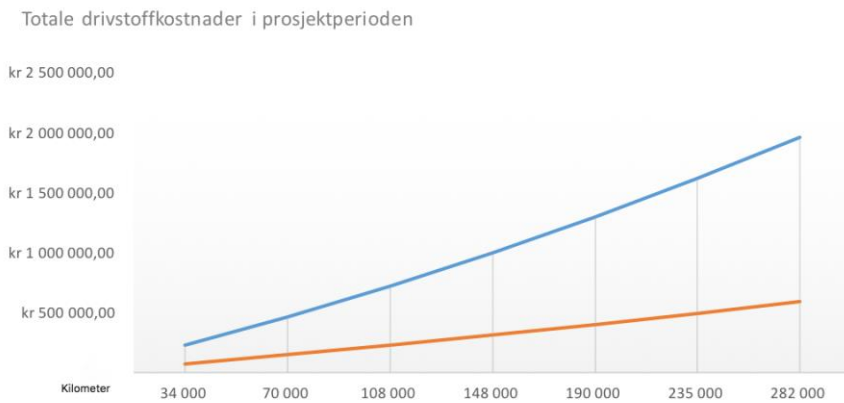
Endring i investeringsbeløp, elektrisk trekkvogn



Figur 5: Endring i nåverdi ved ulike kjøpsbeløp for det elektriske alternativet.

I figur 6 viser vi kostnadsutviklingen for diesel- og elektrisitetsbruk i hele prosjektperioden, med en antatt gjennomsnittspris på 15,32 kroner per liter diesel og 91,32 kroner per kWt. Dette tilsvarer en årlig økning i dieselpriser på 2 prosent og en årlig økning i elektrisitetspriser på 1 prosent. Som nevnt i kapittel 7.4.3 antar vi at dieselpriser vil øke mer enn elektrisitetspriser i perioden. Kjørelengden er basert på vårt hovedscenarior der antall containerenheter øker årlig med 5,5 prosent. I nominelle priser gir dette en total kostnad for diesel på kr 2 millioner for perioden. I den samme perioden vil man ha en total kostnad for elektrisitet på kr 500 000 for perioden. Dette viser at det elektriske alternativet vil bli mer lønnsomt relativt til det dieseldrevne alternativet, som en funksjon av antall kjørte kilometer i perioden.

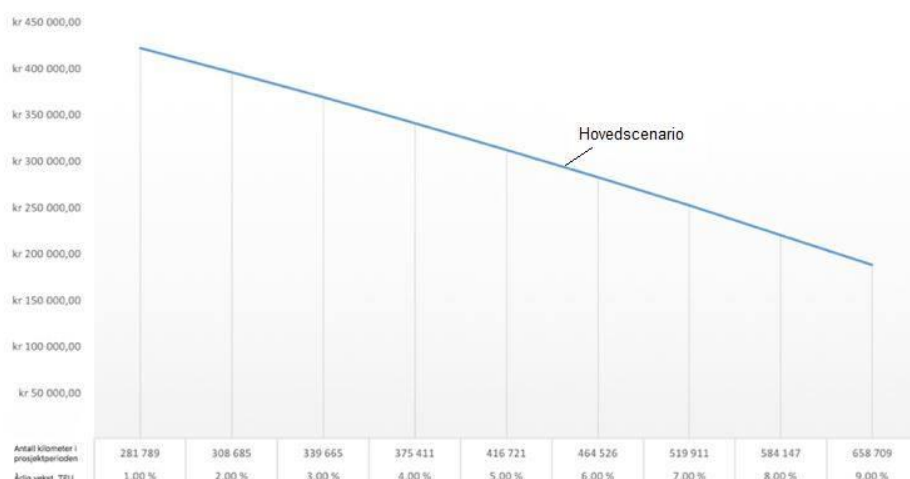
For hele prosjektperioden vil man oppnå en gjennomsnittspris på kr 8,24 per kilometer for trekkvognens dieselforbruk. For det elektriske alternativet vil man oppnå en gjennomsnittspris per kilometer på kr 2,08 for trekkvognens strømforbruk. Dette viser seg viktig i kapittel 9.3, hvor vi gjennomgår muligheten for direkte distribusjon til havnens kunder ved ledig kapasitet.



Figur 6: Totale drivstoffkostnader 2018-2024.

I nåverdiberegningen fra kapittel 7.9 gir vårt hovedscenario en differanse i nåverdi i favør diesel på kr 296 846. Dette er avmerket i figur 7, hvor vi har holdt alle variabler like, sett bort i fra utviklingen i havnens godsomslag. Hovedscenario er avmerket og viser antall kilometer kjørt i løpet av prosjektperioden, gitt en vekst i antall containerenheter på 5,5 prosent. Der differansen i nåverdi er størst har vi antatt en årlig vekst i containerenheter på 2 prosent. Der differansen er minst har vi antatt en vekst på 9 prosent. Dette er lite trolig da dette tilsvarer et godsomslag på 125 000 containerenheter i 2024. Vi mener likevel det er greit å vise da man ser at det dieseldrevne alternativet fortsatt er mindre lønnsomt gjennom en lavere nåverdi. Dette understreker at kjøpesum for elektrisk trekkvogn er prosjektets viktigste variabel.

Nåverdidifferanse, som en funksjon av antall kjørte kilometer i prosjektperioden



Figur 7: Differanse i nåverdi mellom alternativene som en funksjon av antall kjørte kilometer i prosjektperioden.

Vi kan dermed slå fast at det er lite trolig at det elektriske alternativet skal oppnå en lavere nåverdi enn det dieseldrevne alternativet. Dette vil først og fremst inntreffe ved en større reduksjon i kjøpesum for elektrisk trekkvogn. Vi vil likevel se nærmere på dette gjennom flere forskjellige scenarier der vi benytter forskjellig verdi for kjøpesum, drivstoffpriser og vekst i antall containerenheter. I tabell 19 har vi satt opp seks ulike scenarier som viser endring i nåverdi for de to alternativene. Scenario 1 viser investeringsanalysens hovedscenario.

Tabell 19: Oppsummering av scenarioanalyse

| | | |
|--|--|---|
| Scenario 1 - hovedscenario Årlig vekst, TEU: 5,5 prosent Årlig vekst, dieselpriiser: 2 prosent Årlig vekst, kraftpriser: 1 prosent Investeringsbeløp, elektrisk: kr 5 000 000 Nåverdi, diesel: - kr 10 331 560 Nåverdi, elektrisk: - kr 10 628 406 Differanse, nåverdi: kr 296 846, favør diesel | Scenario 2 - redusert investeringsbeløp, elektrisk Årlig vekst, TEU: 5,5 prosent Årlig vekst, dieselpriiser: 2 prosent Årlig vekst, kraftpriser: 1 prosent Investeringsbeløp, elektrisk: kr 4 000 000 Nåverdi, diesel: - kr 10 206 353 Nåverdi, elektrisk: - kr 10 331 559 Differanse, nåverdi: kr 125 207, favør elektrisk | Scenario 3 - best case, elektrisk Årlig vekst, TEU: 8 prosent Årlig vekst, dieselpriiser: 3 prosent Årlig vekst, kraftpriser: 0,5 prosent Investeringsbeløp, elektrisk: kr 4 000 000 Nåverdi, diesel: - kr 10 483 125 Nåverdi, elektrisk: - kr 10 229 245 Differanse, nåverdi: kr 253 879, favør elektrisk |
| Scenario 4 - økt investeringsbeløp, elektrisk Årlig vekst, TEU: 5,5 prosent Årlig vekst, dieselpriiser: 2 prosent Årlig vekst, kraftpriser: 1 prosent Investeringsbeløp, elektrisk: kr 6 000 000 Nåverdi, diesel: - kr 10 331 560 Nåverdi, elektrisk: - kr 11 050 459 Differanse, nåverdi: kr 718 889, favør diesel | Scenario 5 - lav vekst, TEU. Lik prisvekst, drivstoff Årlig vekst, TEU: 3 prosent Årlig vekst, dieselpriiser: 2 prosent Årlig vekst, kraftpriser: 2 prosent Investeringsbeløp, elektrisk: kr 5 000 000 Nåverdi, diesel: - kr 10 234 799 Nåverdi, elektrisk: - kr 10 610 746 Differanse, nåverdi: kr 375 947, favør diesel | Scenario 6 - worst case, elektrisk Årlig vekst, TEU: 1 prosent Årlig vekst, dieselpriiser: 1 prosent Årlig vekst, kraftpriser: 4 prosent Investeringsbeløp, elektrisk: kr 6 000 000 Nåverdi, diesel: - kr 10 128 720 Nåverdi, elektrisk: - kr 11 028 327 Differanse, nåverdi: kr 899 607, favør diesel |

8.1 Diskusjon, scenarioanalyse

I tabell 19 har vi skissert seks forskjellige scenarioer som hver gir en større endring i differansen mellom alternativenes nåverdi. Det synes lite trolig at en elektrisk trekkvogn i de nærmeste år vil være en betydelig mer lønnsom investering enn en dieseldrevet trekkvogn. Eksempelvis må det store endringer til gjennom masseproduksjon og prisfall for elektriske trekkvogner, eller eventuelt en drastisk økning i dieselpriser og vekst i havnens godsomslag. Uten støtte fra Enova vil kjøpesummen være alt for høy til at den elektriske trekkvognen kan konkurrere på lønnsomhet. Innvilget støtte er dermed en forutsetning for at det elektriske alternativet i det hele tatt skal vurderes.

Vårt hovedscenario gir en lavere negativ nåverdi for det dieseldrevne alternativet. Samtidig viser sensitivitets- og scenarioanalysene at prosjektets nåverdi er mer følsomt ved at det elektriske alternativet blir mindre lønnsomt enn andre veien. Dette kan sees i sammenheng med best-case scenario for det fossile alternativet, som har en nåverdi som er kr 899 607 høyere enn det fornybare. Til sammenligning har best-case scenario for det fornybare alternativet en nåverdi som er kr 253 879 høyere enn det fossile. Dersom Moss Havn utelukkende benytter lønnsomhet som investeringskriterium vil det være rasjonelt å velge det dieseldrevne alternativet.

Del 4

9.0 Andre beslutningskriterier

I kapittel 7 belyste vi hvilket alternativ som bør velges fra et lønnsomhetsmessig perspektiv der vi la alternativenes nåverdi til grunn som beslutningskriterium. Hvilket alternativ som til slutt velges vil avhenge av flere kriterier, også ikke-finansielle, og disse vil vi belyse nærmere i dette kapitlet. Dette kan sees i sammenheng med at Moss havn er et kommunalt foretak, og det er naturlig å anta at foretaket legger stor vekt på andre beslutningskriterier. Formålet med kapitlet er derfor å gi foretaket et bredest mulig beslutningsgrunnlag.

9.1 Prosjektets beslutningskriterier

I del 1 påpekte vi at kommunale foretak kan ha andre beslutningskriterier enn det rent finansielle. Særlig kan det diskuteres om et kommunalt foretak har et spesielt ansvar ovenfor sine interessenter. Dette underbygges av vår kontaktperson i foretaket, som blant annet peker på lokal forurensning, utslipp av klimagasser, støy og trafikkbelastning. Videre fremheves omdømme blant lokalbefolkning. Likevel er han klar på at de er et foretak som er i direkte konkurranse med andre havner, og følgelig vil prosjektets lønnsomhet være det mest sentrale beslutningskriteriet.

De ikke-finansielle faktorene blir enda viktigere når man ser nærmere på break-even priser for de to alternativene. I tabell 20 viser vi break-even priser for de to alternativene. Dette tilsvarer de prisene¹⁵ som Moss Havn må sette per strekning for at man skal få en nåverdi på null for de to prosjektene. Vi har her forutsatt vårt hovedscenario der det dieseldrevne alternativet har en nåverdi som er kr 296 846 bedre stilt enn det elektriske alternativet. Dette viser at havnens kunder må betale fire kroner mer per strekning for at det elektriske alternativet skal få en nåverdi lik null.

Tabell 20: Break-even priser for innlandsterminal avgift for nåverdi skal bli lik 0 på de to alternativene.

| Nåverdi = 0 | Pris, havn til innlandshavn | Pris, innlandshavn til havn |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Elektrisk | 145 | 145 |
| Diesel | 141 | 141 |

Dette sier oss at det trolig vil være liten forskjell mellom prisene som Moss Havn må stille ovenfor sine kunder, gitt valg av type kjøretøy. Dersom et av scenarioene som favoriserer det dieseldrevne alternativet materialiseres vil differansen øke. Vi vil uansett legge vårt hovedscenario til grunn i de neste delkapitlene. I tabell 21 har vi listet opp prosjektets viktigste beslutningskriteriene.

¹⁵ Nåverdi = 0 for elektrisk og dieseldrevet forutsatt konstante priser på henholdsvis kr 145 og kr 141 i hele prosjektperioden. Det er videre antatt at man tar den samme prisen for transport begge veier.

Tabell 21: Prosjektet beslutningskriterier.

| Beslutningskriterier | |
|-------------------------------|---|
| Økonomiske kriterier | |
| Lønnsomhet | Nåverdi og break-even priser for internttransport |
| Betalingsvillighet | Økt betalingsvillighet ved klimanøytral transport |
| Utnyttelse av ledig kapasitet | Merinntekter og dekningsbidrag for transportoppdrag |
| Andre kriterier | |
| Klimagassutslipp | Utslipp av CO ₂ -ekvivalenter |
| Lokal forurensning | Nox og svevestøv |
| Omdømme | Støy og trafikk |

9.2 Vil havnens kunder ha høyere betalingsvillighet for helelektrisk transport?

I lys av tidens fokus på miljøvennlige løsninger kan man reise spørsmålet om norske bedrifter er villige til å betale et tillegg for klimanøytral transport. Norske bedrifter har de siste tiårene blitt tvunget til å fokusere mer på klimaproblematikk. Blant annet gjennom formelle krav fra myndigheter, men også gjennom press fra forbrukere og miljøvernsgupper. Et eksempel på dette er regnskapslovens (1998) § 3-3c, som setter krav til store foretaks redegjørelse om samfunnsansvar, herunder hva selskapet gjør for å integrere hensyn til “det ytre miljø”. Videre kan vi trekke frem produkter med palmeolje, som i stor grad har blitt fjernet fra butikkhyller de siste årene grunnet press fra forbrukere og miljøvernsgupper (Haugan et al. 2014).

Vi har ikke funnet noen norske eller internasjonale studier som undersøker hvorvidt om bedrifter er villige til å betale mer for klimanøytral transport. I et intervju med tidligere konsernsjef i Posten Norge, Dag Mejdell, forteller han at stadig flere kunder etterspør grønne transportløsninger. Imidlertid er det verre med betalingsvilligheten (Logjobb 2016). Dette underbygges av Gunnar Lindberg i Transportøkonomisk Institutt, som forteller at kunden først og fremst har krav til pris, tid og leveringssikkerhet (Hagman et al. 2015). På bakgrunn av dette antar vi at det er lite trolig at havnens kunder vil betale et betydelig premium kun fordi transporten mellom havn og innlandsterminal er klimanøytral. Likevel ser vi fra kapittel 9.1 at det kun er fire kroner forskjell i break-even priser gjennom prosjektperioden, så en bør likevel undersøke dette blant havnens kunder.

9.3 Ledig kapasitet - transportoppdrag

Et ønske fra Moss Havn er at man kan se på muligheter for å benytte ledig kapasitet for lastebilen til direkte distribusjon til havnens kunder. Selv om det ikke er tatt en beslutning rundt dette, mener vi likevel at vi bør belyse den eventuelle effekten dette vil ha for prosjektets nåverdi. Vi har ingen forutsetninger for å kunne si noe om konkurransen i det lokale godstransportmarkedet og eventuelt hvilke priser foretaket kan oppnå for transportoppdragene. Vi vil derfor anta en pris som virker fornuftig for å belyse lønnsomhetsforskjeller for mellom de to alternativene.

For transport mellom havn og innlandsterminal må havnen uansett anskaffe løyve i tråd med § 5 i yrkestransportlova (2002). Dette åpner for at foretaket kan benytte ledig kapasitet til inntektsgivende virksomhet ved gjennom direkte distribusjon til sine kunder. Dette innebærer at man i perioder med ledig kapasitet kan transportere containere og bulkvarer fra havn eller innlandshavn og til kunder. Videre kan man hente containere og bulkvarer for transport fra kunder og til havn eller innlandshavn. Fra beregning av tidsbruk i tabell 5 estimerer vi at transport til og fra innlandshavn vil legge beslag på 7 timer og 8 minutter per dag i 2018, økende til 9 timer og 50 minutter i 2024. Dette vil tilsvare 126 kilometer per dag i 2018, økende til 174 kilometer i 2024. Med batterikapasitet på 150 kilometer samt muligheter for lading bør det derfor være mulig å opprettholde internttransport mellom havn og innlandsterminal, i tillegg til tre transportoppdrag per driftsdøgn. Det er også lagt til grunn to årsverk i prosjektet som bør tilsi at man har mer enn nok timer å gå på.

Når internttransporten er gjennomført for dagen vil man ha en situasjon der lastebilen står uten arbeid. I bedriftsøkonomisk litteratur omtales dette som ledig kapasitet og betyr at virksomheten har pådratt seg faste kostnader som ikke anvendes fullt ut (Berthling-Hansen & Skaldehaug 2003). Dersom man forutsetter at det er ledig kapasitet bør det derfor være slik at lastebilen kan tilby transporttjenester så lenge de dekker de variable kostnadene. Alle inntekter utover de variable kostnadene vil da gå til å dekke prosjektets faste kostnader og eventuell fortjeneste. I tabell 22 viser vi de variable kostnadene som vil påløpe for tre transportoppdrag daglig, forutsatt kjørelengde på 20 kilometer per oppdrag og et timeforbruk på 45 minutter per

oppdrag. Vi vil her holde drivstoffpriser og andre variabler konstante og benytte samme avkastningskrav som i kapittel 7.5.5.

Tabell 22: Variabler kostnader i eksempel på transportoppdrag.

| Transportoppdrag | Diesel | Elektrisk |
|---------------------------|------------------|------------------|
| Drivstoff per kilometer | kr 6,53 | kr 0,48 |
| Timelønn | kr 300,00 | kr 300,00 |
| Eksempeloppdrag | Diesel | Elektrisk |
| Drivstoff, 20 km | kr 130,50 | kr 9,60 |
| Timelønn, 45 min | kr 225,00 | kr 225,00 |
| Variable kostnader | kr 355,50 | kr 234,60 |

I tabell 23 viser vi et tenkt eksempel på hva man kan oppnå i dekningsbidrag der vi forutsetter tre oppdrag per dag med en pris per oppdrag på kr 500.

Tabell 23: Dekningsbidrag i eksempel på transportoppdrag.

| Transportoppdrag | Diesel | Elektrisk |
|-------------------------------|------------------|------------------|
| Inntekt per dag | kr 1 500,00 | kr 1 500,00 |
| Variable kostnader | kr 1 066,50 | kr 703,80 |
| Dekningsbidrag per dag | kr 433,50 | kr 796,20 |

Tabell 24: Nåverdi for ekstra transportoppdrag for de to alternativene.

| Diesel | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-------------------|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Dekningsbidrag | kr 117 045 | kr 117 045 | kr 117 045 | kr 117 045 | kr 117 045 | kr 117 045 | kr 117 045 |
| Diskontert | kr 108 375 | kr 100 347 | kr 92 914 | kr 86 032 | kr 79 659 | kr 73 758 | kr 68 295 |
| Nåverdi | kr 609 380 | | | | | | |
| Elektrisk | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
| Dekningsbidrag | kr 214 974 | kr 214 974 | kr 214 974 | kr 214 974 | kr 214 974 | kr 214 974 | kr 214 974 |
| Diskontert | kr 199 050 | kr 184 306 | kr 170 653 | kr 158 012 | kr 146 308 | kr 135 470 | kr 125 435 |
| Nåverdi | kr 1 119 234 | | | | | | |
| Differanse | kr 509 854, favor elektrisk | | | | | | |

Tabell 24 viser at de variable kostnadene gjennom drivstoff er betydelig lavere for den elektriske lastebilen. Forutsatt at foretaket klarer å oppnå en pris som dekker de variable kostnadene vil man få en betydelig positiv effekt for nåverdi for den elektriske lastebilen. Dersom effekten av eventuell transportvirksomhet inkluderes i

vårt hovedscenario, vil man få en differanse mellom nåverdiene der den elektriske lastebilen kommer bedre ut med kr 213 008¹⁶.

9.4 Utslipp av klimagasser

Norge hadde i 2015 et totalt utslipp av klimagasser på 53,9 millioner tonn CO_2 -ekvivalenter (SSB 2016). Av det totale utslippet var det totalt 10,3 millioner CO_2 -ekvivalenter som kan knyttes til veitrafikk. Forutsatt at den dieseldrevne lastebilen har et forbruk av drivstoff på 0,45 liter per kilometer vil man i løpet av første driftsår ha et utslipp på ca. 41 tonn CO_2 -ekvivalenter¹⁷. Det er med andre ord begrenset hvor stort avtrykk én enkelt lastebil har på miljøet. Med samme kjørelengde og motorspesifikasjoner tilsvarer 10,3 millioner tonn CO_2 -ekvivalenter et utslipp fra ca. 251 000 lastebiler.

I Norge er det rundt 50 prosent av det totale klimagassutslippet som er omfattet EUs system for klimakvoter (Miljødirektoratet 2016a). Flere bransjer er pliktige til å kjøpe klimakvoter, deriblant olje- og gass, luftfart og fastlandsindustrien. Moss Havn er ikke kvotepliktig, men det er likevel interessant å se på effekten på prosjektets nåverdi dersom man legger til grunn at Moss Havn betaler for et eventuelt utslipp fra den dieseldrevne lastebilen. Det europeiske kvotesystemet (EU ETS) er EUs fremste virkemiddel for å redusere klimagassutslipp.

I kvotesystemet er det blitt trykket opp et bestemt antall kvoter som kan kjøpes og selges i markedet. Over tid reduseres antallet kvoter og man får dermed en gradvis reduksjon i utslipp av klimagasser (Regjeringen 2017). Kvoteprisen gir dermed en markedspris for retten til å slippe ut 1 tonn CO_2 -ekvivalenter. Kvotene har vært gjenstand for stor prisvariasjon siden oppstarten i 2005. Fra toppen i 2008 der man så priser på ca. 30 euro har man hatt et stort prisfall til bunnivået på ca. rundt 3 euro i 2012 og 2013 (Business Insider 2017). I skrivende stund omsettes en klimakvote (1 tonn CO_2 -ekvivalenter) for 4,85 euro (*Carbon Emissions Futures* 2017). Forutsatt

¹⁶ Differansen i nåverdi for hovedscenario er kr 296 846 i favør diesel. Legger man til effekten fra transportoppdrag vil differansen være 213 008 i favør elektrisk (+509 854).

¹⁷ 1 liter diesel tilsvarer 2,668 kg CO_2 -ekvivalenter (Simonsen 2012).

dagens¹⁸ eurokurs på 9,2 kr får med dermed en kvotepris notert i norske kroner på 44,72 kr.

Ved å holde pris for klimakvote og valutakryset nok/euro konstant på henholdsvis 4,85 euro og 9,20 kr/euro, har vi beregnet nåverdien av foretakets totale kostnader for kjøp av klimakvoter i prosjektperioden, som vist i tabell 25. Dette gir det dieseldrevne alternativet en redusert nåverdi på kr 11 000. Det har med andre ord en minimal påvirkning på valg av investeringsalternativ dersom man ser på lønnsomhet.

Tabell 25: Pris på utslipp hvis Moss Havn hadde vært pliktige til å betale for klimakvoter med dieseldrevet trekkvogn 2018-2024.

| Klimakvoter | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Liter diesel per dag | 56,67 | 59,78 | 63,07 | 66,54 | 70,2 | 74,06 | 78,13 |
| Liter diesel per år | 15 300 | 16 142 | 17 029 | 17 966 | 18 954 | 19 996 | 21 096 |
| Utslipp, CO ₂ -ekvivalenter (kg) | 40 820 | 43 066 | 45 434 | 47 933 | 50 569 | 53 351 | 56 285 |
| Pris, utslipp | kr 1 821 | kr 1 922 | kr 2 027 | kr 2 139 | kr 2 256 | kr 2 381 | kr 2 511 |

I følge miljødirektoratet (2016a) har kvoteprisene vært betydelig lavere enn hva som har vært tiltenkt. Dette skyldes blant annet et stort tilbudsoverskudd i markedet. For lave priser for klimakvoter gjør at bedriftene må betale mindre for sitt utslipp, noe som er mot sin hensikt da det fører til at bedriftene i større grad neglisjerer klimavennlige investeringer. Dette kan sees i lys av at det dieseldrevne alternativet ville fått en mer betydelig reduksjon i nåverdi ved en økning i kvotepris. Dersom man hadde lagt til grunn en karbonpris på 30 euro ville man fått en redusert nåverdi på kr 68 000. I prosjektperioden vil dieselskjøretøyet ha et totalt utslipp på 337 tonn CO₂-ekvivalenter, og man kan derfor redusere utslipp fra drift tilsvarende ved bruk av elektrisk trekkvogn.

¹⁸ 20.04.2017

9.5 Havnens omdømme

Havnens beliggenhet har lenge vært gjenstand for diskusjon i lokalsamfunnet. Dette kan sees i sammenheng med at havnen er lokalisert i sentrum, der havnens virksomhet kan knyttes til økt trafikkbelastning og støynivå, samt en negativ effekt på lokale nivåer av forurensning. Dette kan særlig knyttes til lastebiltrafikk til havn, og dette er igjen knyttet opp mot havnens omdømme i lokalbefolkning og næringsliv.

9.6 Lokal forurensning

I kapittel 3.4 viste vi til at Moss sentrum er gjenstand for ekstremt høye målinger av svevestøv og nitrogenoksider. Dette har blant annet sammenheng med stor trafikkbelastning knyttet til havnevirksomhet og fergeleiet som knytter Østfold sammen med Vestfold. De viktigste stoffene som bidrar til lokal luftforurensning i norske byer er nitrogenoksider (NO og NO_2 , omtalt som NO_x) og svevestøv ($PM_{2,5}$ og PM_{10}) (Miljødirektoratet 2016b).

Nitrogenoksider er gasser som dannes ved forbrenning, og eksos fra tunge og lette dieselmotorer er den dominerende kilden. Svevestøv er en samlebetegnelse for alle partikler som er mindre enn 10 mikrometer. Nitrogenoksider kan blant annet forårsake luftveissykdommer og sur nedbør som påvirker dyre- og planteliv, og utslippene bør derfor begrenses (Miljødirektoratet 2016c). Svevestøv forårsaker også luftveissykdommer og ifølge NILU har forskere anslått at luftforurensning i form av det fine svevestøvet $PM_{2,5}$ i 2013 var årsak til 1 700 tidlige dødsfall i Norge (NILU 2015). Svevestøv oppstår grunnet vedfyring, slitasje av veier (særlig ved bruk av piggdekk) og i mindre grad av eksos (Solbakken 2016).

Fordi svevestøv i trafikken i mindre grad blir forårsaket av eksos, men heller av slitasje på vei er det lite trolig at det vil være noen stor forskjell mellom kjøretøyenes bidrag til nivået av svevestøv. Ifølge seniorforsker Ingrid Sundvor ved NILU er dannelsen av svevestøv en mekanisk prosess der mengden svevestøv et kjøretøy bidrar til er avhengig av tyngde, kjørestil og eventuell bruk av piggdekk (Solbakken 2016). Tyngden på den elektriske og dieseldrevne lastebilen vil være ca. den samme,

og det er derfor lite trolig at den ene eller andre vil bidra mer til dannelse av svevestøv (Solbakken 2016).

Dersom man ser på nitrogenoksider kan derimot resultatene gi en favør til det elektriske kjøretøyet. Elektriske kjøretøy har et nullutslipp av nitrogenoksider, noe som ikke er tilfellet for dieseldrevne kjøretøy. Det har likevel vært en rivende utvikling i renseteknologi for de nyeste dieseldrevne trekkvognene. Målinger utført av Transportøkonomisk Institutt viser at dieseldrevne lastebiler typegodkjent etter Euro VI har kuttet utslipp av NO_x -gasser med 90 prosent siden Euro V (Hagman et al. 2015). Videre skriver TØI (2015) at utslipp av svevestøv fra eksos er redusert betraktelig. De viser til at en Euro 6 personbil slipper ut 0,35 gram NO_x per kilometer, mens utslippene fra en Euro IV lastebil kun er 0,12 gram NO_x per km. De nyere dieseldrevne Euro VI-godkjente lastebilene har derfor en relativt liten effekt på totale utslipp av nitrogenoksider, sett i forhold til personbiler.

Renseteknologien som sitter i Euro VI-godkjente lastebiler har bidratt til å redusere lokale utslipp betraktelig, og med det redusert gapet opp til sin elektriske motpart. Elektriske lastebiler har likevel en fordel ved at de har et nullutslipp av nitrogenoksider, mens effekten på nivåer av svevestøv er vanskelig å skille.

9.7 Støy

Støynivået i Moss sentrum har vært en av ankepunktene for de som mener at havnen bør flyttes ut av sentrum. Særlig bidrar de aktiviteter som utføres i havneområdet, men også den tilknyttede lastebiltrafikken bidrar. I Norge er det beregnet at mellom tre og seks prosent opplever sterk støyplage fra veitrafikk. En større andel opplever moderate plager, men disse er ikke inkludert i beregningene (Folkehelseinstituttet 2012). Man kan skille mellom to typer miljøstøy. Motorstøy fra forbrenningsmotorer, som er tilstede uavhengig av hastighet, og dekkstøy som først oppstår etter at bilen er akselerert til 50 km/t (Miljødirektoratet 2016d).

Kjøreruten fra havn og til innlandsterminal følger riksvei 19 der ca. 1 kilometer av strekningen er innenfor bykjernen. Fartsgrensen på strekningen skifter mellom 40 og 50 km/t, men gjennomsnittshastigheten vil være en del lavere på grunn av kø. Det er

derfor trolig at en elektrisk lastebil vil ha en positiv effekt på støynivået i bykjernen. Vi har i kapittel 6.2.1 beregnet at det er tilstrekkelig med kapasitet i havna dersom 18 prosent av alle containerenheter håndteres på innlandsterminalen. Vi har ingen faglig innsikt til å beregne effekten som bruk av elektrisk trekkvogn vil ha på støynivået i bykjernen, men det er trolig at det vil redusere støy sammenlignet med diesel. Selv om effekten på støy av å benytte elektrisk lastebil fremfor dieseldrevet kan diskuteres, bør det uansett gi goodwill blant lokalbefolkning ved at man prøver å minimere de negative effektene som kan tilknyttes havnedriften.

9.9 Oppsummering av kapitlet

I investeringsanalysen kom vi frem til en nåverdi på kr 296 846 i favør det fossile alternativet. For å vise hva differansen mellom de to alternativene tilsvarer beregnet vi break-even priser for begge. Forutsatt en fast pris på kr 145 eks. mva. per strekning gjennom prosjektperioden vil det fossile alternativet oppnå en nåverdi lik 0. For det fornybare alternativet vil break-even prisen være på kr 141 eks. mva. per strekning. Vi fastslo at det er lite trolig at foretakets kunder har en høyere betalingsvillighet for klimanøytral transport, men beregningene viser en lav differanse mellom alternativenes break-even priser, noe som tilsier at man bør undersøke dette med havnens kunder. Ved ledig kapasitet viser vi at det helelektriske alternativet vil oppnå et høyere dekningsbidrag dersom man finner et marked for direkte distribusjon. Forutsatt en pris per oppdrag på kr 500 vil det elektriske alternativet oppnå en nåverdi i hovedscenario som totalt sett gjør elektrisk mer lønnsomt med en nåverdi på kr 213 008.

Forutsatt et forbruk av diesel på 15 300 liter i 2018, økende til 21 096 liter i 2024, vil man i prosjektperioden redusere klimagassutslipp fra interntansport med totalt 337 tonn CO₂-ekvivalenter i prosjektperioden. Dersom foretaket skulle kompensert for dette gjennom kjøp av klimakvoter ville nåverdien for dieseldrevet trekkvogn blitt redusert med kr 11 000. En elektrisk trekkvogn vil bidra med reduserte utslipp av nitrogenoksider, men det er lite trolig at det vil være noen forskjell mellom alternativene hva gjelder nivåer av svevestøv. Man vil trolig redusere støynivået i sentrum ved at elektriske trekkvogner støyer lite ved fartsgrenser under 50 km/t. På riksvei 19 gjennom sentrum er fartsgrensen utelukkende 50 km/t eller mindre.

10. Oppsummering og konklusjon

I denne studien har vi sett på om en investering i fornybar fremfor fossil internttransport kan være bedriftsøkonomisk lønnsom for Moss Havn KF.

Arbeidet viser at strekningen mellom havn og innlandsterminal er kompatibel med spesifikasjonene vi finner i dagens helelektriske trekkvogner. Vårt hovedscenario viser en nåverdi på kr 296 846 i favør dieseldrevet trekkvogn. Sensitivitetsanalysen viser at de to alternativene først vil oppnå en lik nåverdi ved kjøpesum for elektrisk trekkvogn på kr 4 250 000. Best-case scenario for det fossile alternativet gir en nåverdi som er ca. kr 900 000 høyere enn det fornybare. Best-case for det fornybare gir en nåverdi som er ca. kr 254 000 høyere enn for det fossile. Differansen i nåverdi fra vårt hovedscenario viser en forskjell i break-even pris mellom alternativene på kr 4 per strekning gjennom prosjektperioden. På bakgrunn av vårt hovedscenario viser vi at direktetransport ved ledig kapasitet potensielt kan gi en positiv nåverdi i favør fornybar transport. Det er usikkert om det finnes et marked for dette, og vi fastslår at foretaket bør velge fossil transport ut i fra et lønnsomhetsperspektiv.

Videre ville vi undersøke om utfallet av andre definerte beslutningskriterier oppveier eventuelle lønnsomhetsforskjeller mellom investeringsalternativene.

Elektrisk trekkvogn vil redusere foretakets direkte klimagassutslipp fra internttransport med 337 tonn CO_2 -ekvivalenter i prosjektperioden. Man vil også redusere foretakets avtrykk på nivåer av lokal forurensning gjennom et lavere utslipp av nitrogenoksider. I tillegg vil en helelektrisk trekkvogn føre til lavere nivåer av støy. Ved å minimere negative effekter fra foretakets drift kan man imøtekomme foretakets interesser.

Vår endelige konklusjon er at vi har en lav differanse i lønnsomhet i favør fossil teknologi, som etter vår mening oppveies av de positive effektene som fornybar teknologi fører med seg. Foretaket bør derfor investere i en helelektrisk trekkvogn.

Litteraturliste

- Andersen, I. (2015). *Her kjører Norges første elbusser i rutetrafikk*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/her-kjorer-norges-forste-elbusser-i-rutetrafikk/222331> (lest 28.01.2017).
- Berg, G. (2015). *Samfunnsnyttene av Moss Havn i et lokalt, regionalt og nasjonalt perspektiv*. Tilgjengelig fra: <https://48vlp12642pa30ejq72t9ozh-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2015/04/Samfunnsnyttene-av-Moss-Havnrapport-26.-mars-2015-enderlig-versjon.pdf> (lest 25.01.2017).
- Berthling-Hansen, P. & Skaldehaug, E. (2003). *Beslutningsrelevante kostnader*. Tilgjengelig fra: <https://www.magma.no/beslutningsrelevante-kostnader> (lest 19.04.2017).
- Boye, K. & Koekebakker, S. (2006). *Finansielle emner*. 14. utg. Oslo: Cappelen. 349 s.
- Brealey, R. A., Myers, S. C. & Allen, F. (2014). *Principles of corporate finance*. 11. utg. Maidenhead: McGraw-Hill. 889 s.
- Bryman, A. & Bell, E. (2011). *Business research methods*. 3. utg. Oxford: Oxford University Press. 765 s.
- Business Insider. (2017). *CO2 European emission allowance in EUR - historical prices*. Tilgjengelig fra: http://markets.businessinsider.com/commodities/historical-prices/co2-emissionsrechte/EURO/20.3.2007_20.4.2017 (lest 20.04.2017).
- Bøhren, Ø. & Michalsen, D. (2006). *Finansiell økonomi : teori og praksis*. 3. utg. Bærums verk: Skarvet forlag. 615 s.
- Carbon Emission Futures - Dec 17 (CFI2Z7)*. (2017). Tilgjengelig fra: <https://www.investing.com/commodities/carbon-emissions-historical-data> (lest 20.04.2017).
- Dahl, C. A. & Fanghol, T. A. (2016). *Bilkjøpere er i villrede om fremtidens avgifter*. Tilgjengelig fra: <http://www.aftenposten.no/okonomi/Bilkjopere-er-i-villrede-om-fremtidens-avgifter-606301b.html> (lest 01.05.2017).
- Dalløkken, P. E. (2016). *Askos nye lastebil har to tonn batterier mellom akslingene*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/askos-nye-lastebil-har-to-tonn-batterier-mellom-akslingene/351502> (lest 05.02.2017).
- Dry Port*. (2017). Tilgjengelig fra: https://en.wikipedia.org/wiki/Dry_port (lest 28.01.2017).
- Enova. (2017a). *Energi- og klimatiltak i landtransport*. Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/bedrift/transport/energi--og-klimatiltak-i-landtransport/> (lest 19.03.2017).
- Enova. (2017b). *Programkriterier for Energi- og klimatiltak i landtransport*. Tilgjengelig fra: https://www.enova.no/download?objectPath=/upload_images/562D0EE96EF74D2FBB277A4EC354A2EE.pdf (lest 19.03.2017).
- Europakommisjonen. (2006). *Den nye SMV-definisjonen*. Tilgjengelig fra: <http://www.forskningsradet.no/servlet/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition%3A&blobheadervalue1=+attachment%3B+filename%3Dsmuseguiden.o.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1274505971663&ssbinary=true> (lest 19.02.2017).
- Flowchange. (2017). *Mulighetsstudie: Elektrifisering av tungtransport*. Tilgjengelig fra: <http://vedlegg.nho.no/download/MTAuMTUxLjEyMC40Mg==/Rapport%20Elektrifisering%20av%20tungtransport%20i%20Oslo%20mars%202017.pdf> (lest 25.03.2017).
- Folkehelseinstituttet. (2012). *Helsebelastning som skyldes veitrafikkstøy i Norge*. Tilgjengelig fra: https://www.fhi.no/publ/2012/helsebelastning-som-skyldes-veitraf/?pid=239&trg=Content_6496&Main_6157=6263:0:25,6102&MainContent_

-
- 6263=6496:0:25,6109:1:0:0:::0:0&Content_6496=6259:96977::1:6184:1:::0:0 (lest 23.04.2017).
- Ghuri, P. N. & Grønhaug, K. (2010). *Research methods in business studies*. 4. utg. Harlow: Financial Times Prentice Hall.
- Gjesdal, F. & Johnsen, T. (1999). *Kravsetting, lønnsomhetsmåling og verdivurdering*. 1. utg. Oslo: Cappelen.
- Grønland, S. E., Hovi, I. B., Wangsness, P. B. & Caspersen, E. (2014). *Kostnadsstrukturer i godstransport – betydning for - priser og transportvalg*. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=39199> (lest 27.03.2017).
- Hafslund. (2017). *Grønt valg*. Tilgjengelig fra: <https://www.hafslund.no/strom/bedrift/tilleggstjenester/8136> (lest 25.03.2017).
- Hagman, R., Weber, C. & Amundsen, A. H. (2015). *Utslipp fra nye kjøretøy - holder de hva de lover?* Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=40122> (lest 22.04.2017).
- Halse, H. (2014). *Ulike typer kommunalt eierskap*. Tilgjengelig fra: <https://www.bergen.kommune.no/politikk/slik-styres-bergen/7006/article-79693> (lest 11.02.2017).
- Haugan, B., Sagmoen, I. & Hvidsten, I. (2014). *Orkla får palmeolje-nekt fra Rema 1000*. Tilgjengelig fra: <http://www.vg.no/nyheter/innenriks/mat/orkla-faar-palmeolje-nekt-fra-rema-1000/a/23272773/> (lest 28.04.2017).
- Holmengen, N. & Fedoryshyn, N. (2015). *Utslipp fra veitrafikken i Norge*. Tilgjengelig fra: https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/_attachment/225115?_ts=14ce05a5658 (lest 26.01.2017).
- Hutchison Port Holdings Trust. (2017). Tilgjengelig fra: <http://finance.yahoo.com/quote/ns8u.si?ltr=1> (lest 13.03.2017).
- Johannessen, A., Christoffersen, L. & Tufte, P. A. (2011). *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag*. 3. utg. Oslo: Abstrakt forlag.
- Kommunalbanken. (2016). *Grønt låneprogram - kriteriedokument*. Tilgjengelig fra: http://www.kommunalbanken.no/media/231216/gront-laneprogram_kriteriesett_norsk.pdf (lest 25.03.2017).
- Kommunalbanken. (2017). *Grønne lån*. Tilgjengelig fra: <http://www.kommunalbanken.no/no/utlån/grønne-lån> (lest 19.02.2017).
- Logjobb. (2016). *6 kjappe om grønn transport: – Liten betalingsvilje for miljøløsninger*. Tilgjengelig fra: <http://logjobb.no/bransjenyheter/bil/6-kjappe-om-gronn-transport-liten-betalingsvilje-for-miljolosninger/> (lest 05.03.2017).
- Lorentsen, H. M. & Lyngmoe, H. (2016). *Parisavtalene:-Norge står overfor en radikal omlegging*. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/nordland/parisavtalen-trer-i-kraft-i-ar-1.13163600> (lest 02.02.2017).
- Lov om kommuner og fylkeskommuner. (1992). Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1992-09-25-107> (lest 14.02.2017).
- Løyver og løyvemyndighet – endringer gjeldende fra 1. januar 2015. (2015). Tilgjengelig fra: <http://www.vegvesen.no/kjoretoy/yrkestransport/tillatelser/loyver-og-loyvemyndighet-endringer-gjeldende-fra-1-januar-2015> (lest 29.03.2017).
- Miljødirektoratet. (2016a). *Kvotesystemet*. Tilgjengelig fra: <http://www.miljostatus.no/klimakvoter> (lest 19.04.2017).
- Miljødirektoratet. (2016b). *Lokal luftforurensning*. Tilgjengelig fra: <http://www.miljostatus.no/Tema/Luftforurensning/Lokal-luftforurensning/> (lest 20.04.2017).
- Miljødirektoratet. (2016c). *Nitrogenoksid (NOx)*. Tilgjengelig fra: <http://www.miljostatus.no/tema/luftforurensning/sur-nedbor/nitrogenoksid-nox> (lest 29.04.2017).
-

-
- Miljødirektoratet. (2016d). *Støy fra veitrafikk*. Tilgjengelig fra: <http://www.miljostatus.no/tema/stoy/stoy-fra-veitrafikk/> (lest 28.04.2017).
- Moen, E. R. & Riis, C. (2001). *Tallfesting av kapitalkostnader i meierisektoren*. Tilgjengelig fra: <http://www.oeconomica.no/rapporter/r7.pdf> (lest 22.03.2017).
- Moss Havn. (2017). *Årsrapport 2016 - Moss Havn*. Tilgjengelig fra: <http://moss-havn.no/Portals/0/Dokumenter/%C3%85rsrapporter/%C3%85rsrapport%202016.pdf?ver=2017-03-27-143219-947> (lest 05.05.2017).
- Nasjonal transportplan 2018 - 2027 *Utfordringer for framtidens transportsystem*. (2015). Tilgjengelig fra: http://www.ntp.dep.no/Nasjonale+transportplaner/2018-2029/Utredninger+og+grunnlagsmateriale/_attachment/797289/binary/1022799?_ts=14c282bde0 (lest 03.02.2017).
- NILU. (2015). *Luftforurensning skader europeere*. Tilgjengelig fra: <http://www.nilu.no/Nyhetsarkiv/tabid/74/NewsId/742/Luftforurensning-skader-europeere.aspx> (lest 26.03.2017).
- Norges Bank. (2017a). *Inflasjon*. Tilgjengelig fra: <http://www.norges-bank.no/Statistikk/Inflasjon/> (lest 31.03.2017).
- Norges Bank. (2017b). *Statsobligasjoner daglige noteringer*. Tilgjengelig fra: <http://www.norges-bank.no/Statistikk/Rentestatistikk/Statsobligasjoner-Rente-Daglige-noteringer/> (lest 24.03.2017).
- Olerud, K. (2016). *CO2-ekvivalenter*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/CO2-ekvivalenter> (lest 27.01.2017).
- PWC & NFF. (2016). *Risikopremien i det norske markedet*. Tilgjengelig fra: <http://www.pwc.no/no/publikasjoner/verdivurdering/risikopremien-2016.pdf> (lest 31.03.2017).
- Regjeringen. (2017). *Klimavoter*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/klimavoter/id2076655/> (lest 23.04.2017).
- Regnskapsloven. (1998). *Lov om årsregnskap m.v. (regnskapsloven)*. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=40122> (lest 19.04.2017).
- Simonsen, M. (2012). *En analyse av drivstofforbruket i tyngre lastebiler*. Tilgjengelig fra: <http://www.vestforsk.no/filearchive/vf-rapport-12-2012-analyse-av-drivstofforbruket-i-tyngre-lastebiler.pdf> (lest 05.02.2017).
- Sitma & Seaport Group. (2016). *Konseptstudie Etablering av en innlandshavn i tilknytning til Moss Havn*. Tilgjengelig fra: <http://moss-havn.no/Portals/0/Dokumenter/Planer%20og%20prosjekter/Konseptstudie%20Dry%20Port%20Moss%20Havn%20-%20endelig%20rapport.pdf?ver=2016-12-20-151433-770> (lest 03.01.2017).
- Skatteetaten. (2017a). *Betale vektårsavgift for tunge kjøretøy*. Tilgjengelig fra: <http://www.skatteetaten.no/no/Person/bil-og-andre-kjoretoy/arsavgift/vektarsavgift-for-tunge-kjoretoy/betale-vektarsavgift> (lest 06.04.2017).
- Skatteetaten. (2017b). *Vektårsavgift*. Tilgjengelig fra: <http://www.skatteetaten.no/no/Tabeller-og-satser/vektarsavgift/> (lest 06.04.2017).
- Solbakken, C. F. (2016). *Joda, elbiler forurenser også*. Tilgjengelig fra: <http://forskning.no/bil-og-trafikk-forurensning-energi/2016/04/joda-elbiler-forurenser-ogsaa> (lest 24.04.2017).
- SSB. (2016). *Utslipp av klimagasser, 1990-2015, endelige tall*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/klimagassn> (lest 15.04.2017).
-

-
- SSB. (2017a). *Elektrisitetspriser*. Tilgjengelig fra:
<https://www.ssb.no/statistikkbanken/selectvarval/Define.asp?subjectcode=&ProductId=&MainTable=KraftPrisNettAv&nvl=&PLanguage=0&nyTmpVar=true&CMSSubjectArea=energi-og-industri&KortNavnWeb=elkraftpris&StatVariant=&checked=true> (lest 05.02.2017).
- SSB. (2017b). *Lønn, alle ansatte*. Tilgjengelig fra:
<https://www.ssb.no/statistikkbanken/SelectVarVal/Define.asp?subjectcode=al&ProductId=al&MainTable=Lonnansatt03&SubTable=1&PLanguage=0&nvl=True&Qid=0&gruppe1=Hele&gruppe2=Hele&gruppe3=Hele&gruppe4=Hele&gruppe5=Hele&gruppe6=Hele&VS1=Maalemetode03&VS2=NYK08Lonnansatt&VS3=SektorLonn01&VS4=Kjonn3&VS5=Arbeidstid8&VS6=&mt=0&KortNavnWeb=Lonnansatt&CMSSubjectArea=arbeid-og-lonn&StatVariant=&checked=true> (lest 19.03.2017).
- SSB. (2017c). *Sal av petroleumsprodukt*. Tilgjengelig fra:
<https://www.ssb.no/statistikkbanken/SelectVarVal/Define.asp?MainTable=PetroleumSalg5&KortNavnWeb=petroleumsalg&PLanguage=0&checked=true> (lest 29.04.2017).
- SSB. (2017d). *Utenrikshandel med varer, 2016, foreløpige tal*. Tilgjengelig fra:
<https://www.ssb.no/utenriksokonomi/statistikker/muh/aar-forelopige/2017-01-16> (lest 03.03.2017).
- Svensden, J. H. (2017). *Fortsatt år med køer i Moss*. Tilgjengelig fra:
<http://lastebil.no/Aktuelt/Nyhetsarkiv/2017/Fortsatt-aar-med-koeer-i-Moss> (lest 30.01.2017).
- Valle, M. (2015a). *Slik virker elbil-motoren*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/slik-fungerer-elbil-motoren/276288> (lest 13.02.2017).
- Valle, M. (2015b). *Snart kommer de første elektriske lastebilene på norske veier*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/snart-kommer-de-forste-elektriske-lastebilene-pa-norske-veier/275851> (lest 16.01.2017).
- Valmot, O. R. (2014). *Hvordan virker: Diesel - Derfor er diesel billigere enn bensin*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/derfor-er-diesel-billigere-enn-bensin/228183> (lest 24.03.17).
- Völler, S., Wolfgang, O. & Korpås, M. (2014). *Energi- og miljøpåvirkning av elbil*. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/globalassets/sintef-energi/programvare/tr-a7385.pdf> (lest 12.02.2017).
- Wang-Naveen, M. (2015). *Dette betyr klimaavtalen i Paris for Norge*. Tilgjengelig fra: <http://www.aftenposten.no/verden/Dette-betyr-klimaavtalen-i-Paris-for-Norge-17921b.html> (lest 26.01.2017).
- Warberg-Knoll, H. (2016). *Roper varsko om rekordhøy luftforurensing i Moss*. Tilgjengelig fra: <http://www.moss-avis.no/nyheter/moss/riksvei-19/roper-varsko-om-rekordhoy-luftforurensing-i-moss/s/5-67-209921> (lest 30.01.2017).
- Warberg-Knoll, H. (2017). *Moss Havn får 100 millioner kroner*. Tilgjengelig fra: <https://www.moss-avis.no/jernbane/moss-havn/tage-pettersen/moss-havn-far-100-millioner-kroner/s/5-67-382907> (lest 14.03.2017).
- Yrkestransportlova. (2002). *Lov om yrkestransport med motorvogn og fartøy (yrkestransportlova)*. Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2002-06-21-45#KAPITTEL_2 (lest 19.04.2017).



Norges miljø- og biovitenskapelig universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway