



Bacheloroppgave

SCM600 Logistikk

**Kostnadsberegning av elektriske lastebiler i
langtransporten**

Sondre Utnes

Totalt antall sider inkludert forsiden: 42

Molde, 31.05.2023



Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§14 og 15.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i URKUND, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens retningslinjer for behandling av saker om fusk	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Personvern

Personopplysningsloven

Forskningsprosjekt som innebærer behandling av personopplysninger iht.

Personopplysningsloven skal meldes til Norsk senter for forskningsdata, NSD, for vurdering.

Har oppgaven vært vurdert av NSD?

ja nei

- Hvis ja:

Referansenummer:

- Hvis nei:

Jeg/vi erklærer at oppgaven ikke omfattes av Personopplysningsloven:

Helseforskningsloven

Dersom prosjektet faller inn under Helseforskningsloven, skal det også søkes om forhåndsgodkjenning fra Regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk, REK, i din region.

Har oppgaven vært til behandling hos REK?

ja nei

- Hvis ja:

Referansenummer:

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 15

Veileder: Eivind Tvetter

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten (Åndsverkloven. §2).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiM med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved Høgskolen i Molde en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja nei

Dato: 26.05.2023

Antall ord: 7267

Forord

Som avslutning på mitt 3 årige studie i Logistikk og Supply Chain Managment ved Høgskolen i Molde, har jeg skrevet denne bachelor oppgaven som omhandler elektriske lastebiler i langtransporten.

Gjennom prosessen med å skrive oppgaven har jeg mottatt veiledning fra Eivind Tveter. Jeg har også vært så heldig å få hjelp fra daglig leder Ove Furset ved Atlantico Molde. Jeg er takknemlig for alle som har kommet med kommentarer og innspill til oppgaven, noe som har gitt med tips og ideer til ulike vinklinger underveis i skriveprosessen.

Aureosen 31.05.2023

Sondre Utnes

Sammendrag

Klimaendringer og global oppvarming er en av de største utfordringene på jorda i nyere tid. Som følge av dette har det i nyere tid vært økt fokus på et grønt skifte i transportbransjen. Transportbransjen står for cirka 1/3 av det totale klimagassutslippet i Norge. Min oppgave undersøker kostnadene for bedrifter og samfunnet ved bruk av elektriske lastebiler i langtransporten, samt om disse utgiftene gjør det mulig for en bedrift å velge et mer miljøvennlig alternativ. Utrekningene gir en pekepinn på hvor aktuelt det er å gå over til elektriske lastebiler til langtransport.

Bakgrunnen for valg av tema og problemstilling er innledningen til oppgaven. I del 2 skriver jeg om metodevalg og gjennomgang av. I del 3 er det oppgavens teoretiske rammer og jeg beskriver internasjonale klimamål, bakgrunn for det grønne skifte. Del 4 viser jeg resultatene av mine utregninger og det er disse som danner diskusjons grunnlaget for del 5. problemstillingen blir drøftet i del 6 som gir grunnlag for konklusjonen gjennom resultat og diskusjon.

Hensikten med oppgaven er å finne ut om elektriske lastebiler er aktuelt å bruke i langtransporten både for bedrifter og samfunnet. Politiske føringer er med på å påvirke om bedriftene kan velge å bruke andre alternativ en diesel. Siden langtransporten står for 1/3 av utslippen ei Norge vil det å redusere disse utslippen være en vestlig kilde for å nå FNs klimamål.

Jeg regner på kostander knyttet til et transportoppdrag mellom Oslo-Molde. Der det ikke vill lønne seg å bruke elektriske lastebiler på ruten siden de har en høyere internkostand enn diesel. Elektriske lastebiler er derimot billigere for samfunnet og bør bli mer utbredt for å senke klimagassutslippene.

Innhold

1.0	Innledning	1
1.1	Formål.....	1
1.2	Bakgrunn for valg av tema.....	1
1.3	Problemstilling	1
1.4	Avgrensinger.....	2
2.0	Metode.....	3
2.1	Valg av Metode	3
2.2	Kildekritikk, validitet og reliabelt	4
3.0	Data	6
3.1	Volvo FM Electric.....	6
3.2	Distanse.....	6
3.3	Bompenger og ferge	7
4.0	Teori	8
4.1	Transportkalkyler	8
4.1.1	Årskalkyle:.....	8
4.1.2	Oppdragskalkylen	9
4.2	Utnyttelse av sjåføren og materiell.....	9
4.3	Måling.....	10
4.4	Transport.....	10
4.5	Godstransport	11
4.6	Veitransport.....	11
4.7	Hviletid	12
4.8	Transport og miljøet	12
4.9	Klimamål	13
4.10	Politiske myndigheter	14
4.11	Ladere.....	14
4.12	Eksternaliteter.....	16
5.0	Resultat.....	17
5.1	Forskningsspørsmål 1 - Kostnaden for en bedrift.....	18
5.1.1	Lønn.....	18
5.1.2	Diesel.....	19
5.1.3	Elektrisk med hurtiglading	21
5.1.4	Elektrisk med depotlading.....	23

5.2	Forskningsspørsmål 2 – Samfunnets kostand.....	24
5.2.1	Diesel.....	24
5.2.2	Elektrisk.....	24
5.3	Sammenligning kostnader.....	26
6.0	Diskusjon.....	28
6.1	Behovet for elektriske lastebiler.....	28
6.2	Resultatene elektriske lastebiler.....	28
6.3	Resultat diesel lastebiler.....	29
7.0	Konklusjon.....	30

Figuroversikt

Figur 1: Volvo FM Electric

Figur 2: Rute Oslo-Molde m/bompasseringer

Figur 3: Sammenheng mellom tonnkostnad of utnyttelsesgrad

Figur 4: FN's bærekraftsmål

Figur 5: Estimerte antall elektriske kjøretøy 2030

Figur 6: Rute Oslo-Molde

Figur 7: Kostander diesel lastebil

Figur 8: Pris på lading per kWt

Figur 9: Kostander elektrisk lastebil hurtiglading

Figur 10: Kostander elektrisk lastebil depotlading

Figur 11: Eksterne kostnader linjediagram

Figur 12: Sammenligning totale kostnader

Tabelloversikt

Tabell 1: Godstransport per tonnkm

Tabell 2: Gjennomsnitts drivstoff priser 2022

Tabell 3: Eksterne kostander diesel

Tabell 4: Eksterne kostander elektrisk

Tabell 5: Sammenligning kostnader

1.0 Innledning

Dette kapitlet innleder formålet med oppgaven. I tillegg vill bakgrunnen for temaet forklart, problemstillingen definert og oppgavens avgrensinger blir beskrevet.

1.1 Formål

Formålet med denne oppgaven er ved en generell utregning å finne ut hvorfor alternative drivstoff ikke er så utbredt i transportsektoren og hva som skal til for at en bedrift skal velge mer bærekraftig transport alternativ. Oppgaven ser på faktorer som påvirker en bedrifts valg av transportmiddel. Valget av temaet som er valgt er på bakgrunn av temaets aktualitet og ønsket om å skaffe seg kunnskap innenfor feltet.

Vi må finne bærekraftige løsninger for transportsektoren, men det kan ikke gå på bekostning av tid og kostnader for bedriftene. Finne allerede i kortdistanse distribusjon. Elektriske lastebiler i langtransporten må ha batterikapasitet som er nok til at sjåføren når fram til sin obligatoriske hviletid. Da må laderne lade så hurtig at når hviletiden er over så må lastebilen være klar til å kjøre igjen.

1.2 Bakgrunn for valg av tema

Global oppvarming er et tema som er hardt diskutert og høyt aktuelt i nyere tider. Med det grønne skifte og fokus på bærekraftighet har man nå fått et behov for å redusere utslipp i mange sektorer og spesielt i transportsektoren. I 2015 ble en internasjonal avtale kalt Parisavtalen inngått. Under denne avtalen ble det en global enighet om å begrense økningen av jordas temperatur med 2°C med et mål om å helst være under 1,5°C (Jakobsen, Kallebekken og Lahn 2021)

1.3 Problemstilling

Fokuset på bærekraft og det grønne skifte er et tema som har blitt svært aktuelt i nyere tid. Temaet er spesielt aktuelt for transportbransjen da denne sektoren bidrar stort til å forverre dagens klimasituasjon. Valget av problemstilling blir da av å finne ut hvorfor selskaper i

transport sektoren ikke velger bærekraftige drivstoff alternativ. Jeg ønsker også å finne ut hva som må til for at selskapene skal bli mer motivert til å velge disse alternativene.

Problemstillingen jeg har valget er:

Hva skal til for at en bedrift skal velge elektriske lastebiler i langtransporten?

For å finne svaret på problemstillingen vill jeg bruke to forskningsspørsmål og så sammenligne resultatene. Mine forskningsspørsmål er:

1. Hva er kostnaden for en bedrift på et transportoppdrag med elektrisk og fossilt drivstoff.
2. Hva er kostnaden for samfunnet på et transportoppdrag med elektrisk og fossilt drivstoff.

For å besvare forskningsspørsmålene bruker jeg en kvantitativ metode for datainnsamling.

1.4 Avgrensinger

Oppgaven fokuserer i all hovedsak på langtransport i Norge. Jeg har valgt ruten Oslo-Molde så tallene kan variere på andre ruter.

Siden det ikke finnes hurtiglader-stasjoner i Norge så har jeg valgt å bruke lade prisene for elektriske personbiler som utgangspunkt.

I oppgaven har jeg utelatt faktorer som årstid, terreng og værforhold. Siden det finnes lite data om hvor mye dette påvirker batteriene er det vanskelig å skaffe seg klare og pålitelige svar. Siden Norge har mye fjell og røft terreng kan man anse at kjørelengden vill være kortere enn det som er brukt i oppgaven.

Det finnes andre alternative drivstoff som biogass og hydrogen, men jeg har valgt å skrive om elektriske lastebiler da dette er den mest omtalte alternativet.

2.0 Metode

Metoden er et hjelpemiddel for å kunne gi en beskrivelse av virkeligheten siden en metode er en måte å gå fram for å samle inn empiri. (Jacobsen 2015)

I dette kapitlet skal jeg vise hvordan jeg har valgt metode og prosessen som skal brukes i oppgaven.

2.1 Valg av Metode

Kvalitativ metode og kvantitativ metode er de to metodene som jeg kan velge mellom i oppgaven. Kvalitativ metode er forskningsmetoder som bruker data i form av tekst.

Intervjuer, observasjoner og analyser av ulike dokumenter faller unner denne metoden.

(Grønmo, Kvalitativ metode 2023) Kvantitativ metode er forskningsmetoder som brukes når dataene har form som tall eller andre mengdetemer. (Grønmo, Kvantitativ metode 2023)

Jeg kan velge mellom to strategier induktiv eller deduktiv. Den induktive strategien handler om å gå fra empiri til teori. Med denne strategien samler forskerne inn data med et åpent sinn før de analyserer de. Den deduktive strategien handler om å gå fra teori til empiri. Forskerne skaper seg teoretiske antagelser og samler inn data for å se om disse antagelsens stemmer med virkeligheten. (Jacobsen 2015)

Jeg velger å bruke den induktive strategien da jeg her lite forkunnskaper om temaet. Mine primærkilder er da nettsider, fagbøker, analyser og rapporter relatert til temaet. Jeg analyserer informasjonen fra kildene for at de så skal settes i kontekst med resten av oppgaven. For å gi drøftingsdelen faglig tyngde har jeg benyttet både kvalitativ og kvantitativ litteratur.

Litteratursøk:

I starten gjorde jeg tilfeldige og enkle nettsøk med ordene «elektriske lastebil» og «lastebil kostnader». Etter hvert brukte jeg mer spesifikke søkeord «oppdragskalkyle» Jeg har brukt de samme søkeordene på engelsk ga i liten grad relevant informasjon siden det er ulike kostander fra land til land og infrastrukturen er ulike.

Faglitteratur:

Sentrale temaer i min problemstilling er elektriske lastebiler og kostander i langtransporten. For å finne litteratur av dette har jeg i stor grad valgt å benytte meg av en hovedbok; *Moderne transportlogistikk – Bedre integrering i forsyningskjeder* av Eirill Bø og Stein Erik Grønland. I tillegg har jeg benyttet meg av boken *The geography of transport systems* av Jean-Paul Rodrigue for å finne teorier om hva transport er.

Veiledere:

Ulike departementer i regjeringen har utgitt veiledere for konsekvensanalyser her fant jeg relevant informasjon for min problemstilling. Veilederen V712 konsekvensanalyser utgitt av Vegdirektoratet.

Forskningsrapporter:

For å finne tallene på samfunnets kostand knyttet til transport har jeg brukt forskningsrapporten utgitt av Transportøkonomisk institutt med navnet Eksterne kostnader ved transport i Norge - Estimerer av marginale skadekostnader for person- og godstransport.

2.2 Kildekritikk, validitet og reliabelt

For å vurdere troverdigheten av avsendere til informasjonen har jeg benyttet meg av kildekritikk som metode. I følge (Dalland 2012) er kildekritikk og vurdere og karakterisere kildene jeg har anvendt i min oppgave. Jeg må vurdere kilden i forhold til kvalitet og relevans i oppgaven. Jeg har valgt pensumlitteratur og bøker fra bibliotekets søkebasen for å sikre meg anvendelse av gyldig litteratur. Jeg har benyttet internettsider med ulike fagstoff fra ulike organisasjoner for å belyse problemstillingen på en relevant og informativ måte.

Validitet handler om relevans og gyldighet. Det er et grunnleggende krav om at data er relevant for problemstillingen. I tillegg som måles ha en relevans og være gyldig for problemet som undersøkes (Dalland 2012) De dataene som forfatterne har tolket har jeg vært kritisk til for å sikre validitet. Jeg har også forsøkt at min forforståelse ikke har virket inn på tolkningen av innhentet data. Ved tolkning av innhentet data har jeg forsøkt å unngå at min forforståelse har hatt innvirkning på datainnsamlingen.

Relabilitet står for pålitelighet, som innebærer at målinger må utføres korrekt og eventuelle feilmarginer må fremkomme. Datainnsamlingen må være frie for unøyaktigheter i de ulike leddene i innsamlingsprosessen. (Dalland 2012) Jeg har forsøkt å være nøye med henvisinger til kilder i teksten slik at det blir tydelig hva som er mine formuleringer og hva kilden meddeler. En fullstendig litteratur liste er med for å øke relabilitet i oppgaven ytterligere.

3.0 Data

I dette kapitlet blir valg av data som blir brukt i metoden forklart og vist frem.

3.1 Volvo FM Electric

Jeg har valgt å bruke Volvo trucks sin FM Electric lastebil som data i min oppgave. Disse lastebilene har en vogntogvekt på 44 tonn og en rekkevidde på cirka 380 km. Ifølge Volvo kan en slik lastebil fulllades på cirka 2,5 timer på 250 kW ladere (Hurtigludere) eller 9,5 timer på 43kW ladere. Disse ladetidene gjør at en slik lastebil ikke vill bli aktuell for ladning under hviletiden til en sjåfør, men kan lades under døgnhvilen. (Volvo Trucks u.d.)



Figur 1: Volvo FM Electric

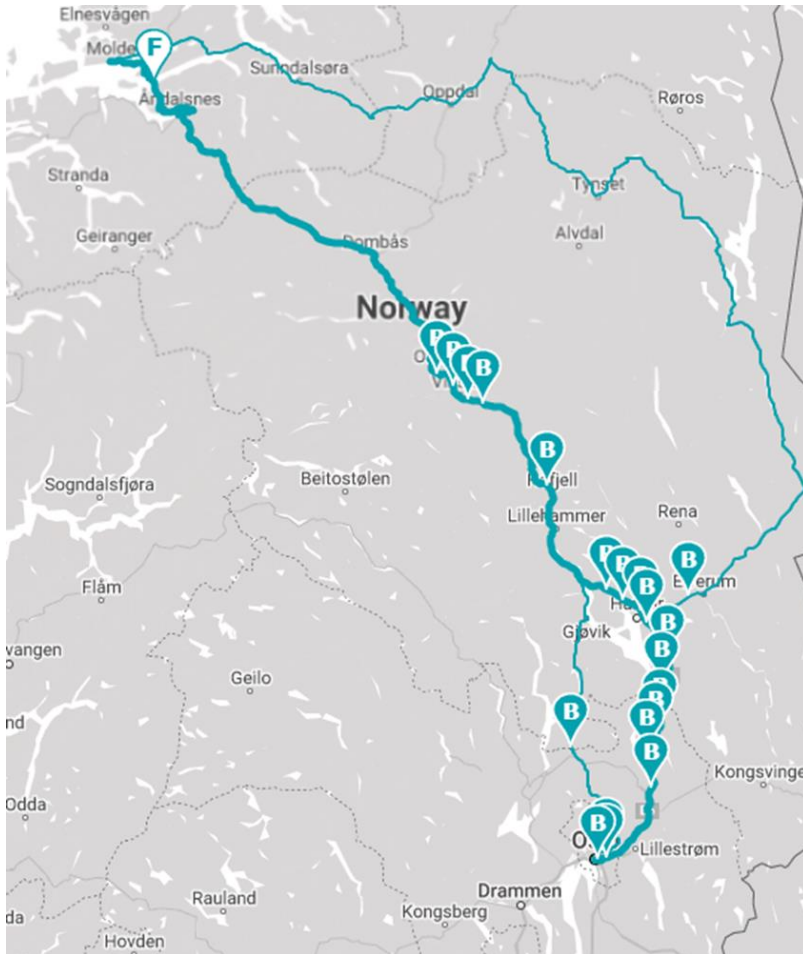
3.2 Distanse

I caset så ser jeg på en rute mellom Molde og Oslo. Jeg har valgt å bruke Google maps til å skaffe informasjonen. Ved å legge inn destinasjonene for man opp antall km og kjøretid mellom destinasjonene. Google maps er en av de mest populære karttjenestene i verden og de har troverdige og pålitelige systemer til å beregne distanse og tid.

3.3 Bompenger og ferge

I løpet av en transport må kanskje bedriften betale for bompenger og ferger. I min rute mellom Oslo – Molde er det bompenger på E6 i Gudbrandsdalen og bilen må ta fergen mellom Sølsnes – Åfarnes.

Jeg har brukt bompengekalkulator.no for å kalkulere bompengene som bedriften må betale i løpet av ruten.



Figur 2: Rute Oslo-Molde m/bompasseringer

4.0 Teori

I dette kapitlet skal jeg redegjør teorien som er lagt i grunn for å besvare problemstillingen. Den teoretiske forankringen er teori med relevans for videre resultat og drøfting av oppgaven.

4.1 Transportkalkyler

Den meste kontrollerbare kostanden i en forsyningskjede er kostander knyttet til transport (Bergmann og Rawlings 1998). På bakgrunn av de kontrollbare kostandene kan en utvikle transportkalkyler som viser detaljerte analyser over kostandene knyttet til lastebiltransport. Ved bruk av transportkalkyler er det mulig å bregne kostandene på transport oppdrag. Det er to hoveddeler i transportkalkyle; en årskalkyle og en oppdragskalkyle. Årskalkylen gir svar på årskostnaden for transporten mens oppdragskalkylen gir en oversikt over kostnader knyttet til et enkelt transportoppdrag (Bø og Grønland, 2014).

4.1.1 Årskalkyle:

De tre hoved kostnadene i en årskalkyle:

- Faste kostnader
- Lønnskostnader
- Variable kostnader

Faste kostnader er distanseuavhengige og -er til stede selv om bilen ikke kjører, disse kostandene er forsikring, rentekostnader og avskrivninger. (Bø og Grønland, 2014).

Variable distanse avhengige kostander som oppstår kun når bilen benyttes er drivstoff, dekk, reparasjon og vedlikehold. De variable kostandene beregnes ut ifra antall kilometer sjåføren kjører per transport rute (Bø og Hammervold 2010).

Lønnskostnader beregnes ut ifra de ulike tidsprosessene i et transportoppdrag samt sjåførens timelønn (Bø og Hammervold 2010). Tidsprosesser med betydning for transportoppdraget er tid brukt hos kunder, kjøretid, laste- og lossetid, ventetid og faste administrative tidsprosesser. Siden sjåførlønnen utgjøre en stor del av transportkostnadene, er det vesentlig å kartlegge alle tidsprosessene som påvirker transportarbeidet.

Lønnskostnader utgjør ofte 50-60% av transportkostnadene (Bø og Grønland, 2014).

4.1.2 Oppdragskalkylen

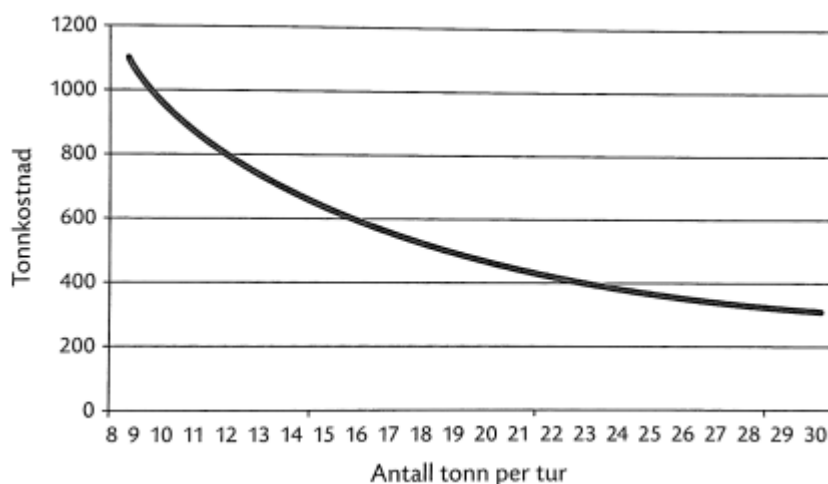
Når alle kostandene i årskalkylen er beregnet, kan årskalkylen brukes ved utarbeidelse av oppdragskalkylen. Å beregne turpris er vesentlig i oppdragskalkylen, dette for å vise kostander ved en enkelt transport oppdrag. En turpris beregnes ut ifra variable og faste kostander pr km multiplisert med distanse samt tidsforbruket per tur multiplisert med timelønn (Bø og Grønland, 2014).

4.2 Utnyttelse av sjåføren og materiell

Grunnleggende transportøkonomi handler stort sett om hvordan transportmidlet blir utnyttet (Bø, Grønland og Henning 2011). Fornuftig utnyttelse av sjåfør og materiell blir derfor vesentlig for å oppnå lave transport kostnader. Det er to hovedfaktorer som har kostandsbetydning for å øke effektiviteten i et transportopplegg. Disse faktorene er: 1. Utnyttelse av materiell. 2. hvordan sjåfører er utnyttet (Bø og Grønland, 2014).

Utnyttelse av materiell

Materiell utnyttelse omhandler den fysiske kapasiteten på selve lastebilen og hvordan lastebilen er utnyttet over døgnet. En beregner utnyttelsesgraden ved å dividere den utnyttete kapasiteten på bilen med den faktiske kapasiteten av bilen. De fastekostnadene kan reduseres ved en god utnyttelsesgrad (Bø og Grønland, 2014). Figur 3 viser hvordan utnyttelsesgraden påvirker kostnaden.



Figur 3: Sammenheng mellom tonnkostnad og utnyttelsesgrad

Utnyttelse av sjåfør

Utnyttelse av sjåføren har sammenheng med effektivitet i de ulike transportprosessene. Transportprosessene innebære losse- og lastetid på leveringssted, kjørehastighet, administrative rutiner og planlegging av kjørerutene. Som et resultat av at sjåførene tilegner seg læring og erfaring, *læringskurveeffekten*, vil man finne bedre og mer effektive og utføre transportopplegget. En mer effektivtransport er vesentlig for å gi lavere kostander (Bø og Grønland, 2014).

4.3 Måling

Den fysiske kapasitetsutnyttelsen av bilen samt utnyttelse gjennom dag, uker og år kan måles og gi en utnyttelsesgrad som er et viktig måltall. Ved å måle prosessere knyttet til transporten unngår man at transportopplegget blir for kostbart og er vesentlig for å få til et effektivt transportopplegg. Antall kilometer vekt volum kunder antall enheter og pr pall er målbare nøkkeltall som kan benyttes ved beregningen (Bø og Grønland, 2014).

4.4 Transport

Formålet med transport er å traversere plass og områder som er definert av både menneskelige og fysiske begrensinger som tid, distanse og utformingen av landområder. I en ideal verden ville transport ha ingen kostnader, ikke bruke noe tid og ha ubegrenset kapasitet og rekkevidde. I den virkelige verden har vi begrensinger som geografi som bytter plass og område for tid og penger (Rodrigue 2020).

Etterspørselen på transport er avhengige av etterspørselen av andre økonomiske aktiviteter. Transport kobler sammen de fysiske komponentene i flyten av varer, personer og informasjon. Transportinfrastruktur kan ses som en faktor på produksjonen av transporter. Bedre infrastruktur vil lede til lavere kostander og ledetid i produksjonen av en transport oppgave (Rodrigue 2020).

I motsetning til passasjertransport som stort sett er en balansert etterspørsel der passasjeren skal begge veier, er det en utfordring at det ved varedistribusjon kan oppstå ubalansen i

fraktvolum. Dette siden varedistribusjon kan føre fører til at man har et overskudd av kjøretøy i en retning (Prentice og Prokop 2016).

Kjøretøy som har tomme returer, øker mengden utslipp med et formål om å returnere for å være klar for neste transport.

4.5 Godstransport

Som vist i tabell 1 står veitransporten for 20 887 mill. tonnkm og er da den største transportmetoden i Norge med 36% av all godstransporten. Tonnkm er betegnelsen for å forflytte 1 tonn gods en kilometer (Statistisk sentralbyrå 2022).

I alt	55 490	57 516
Fastlandstransport i alt	24 481	26 160
Jernbanetransport	2 181	2 136
Lufttransport	10	5
Veitransport	19 719	20 887
Sjøtransport	2 571	3 132
Bilferjeruter	162	187
Annen sjøtransport	2 409	2 945
Transport norsk kontinentalsokkel - fastland i alt	31 009	31 356

Tabell 1: Godstransport per tonnkm

4.6 Veitransport

Et veinettverk har et funksjonelt hierarki der de forskjellige veiene har sin egen rolle. På toppen har man motorveier med få innkjørsler og ingen veikryss. Under motorvegene har man arterie veger der man har kryss som er lysregulert og tvinger biler til å stoppe. Disse blir da sammenkoblet med lokale veger som har i sin hensikt i å koble opp mot aktiviteter som hus, industri og butikker (Rodrigue 2020).

Denne rangeringen kan bli sett på i Norge der Europavei eller riksveg er på topp etterfulgt av fylkesveger så kommunale veger.

Startkapitalen for kjøretøy på veger er svært liten i forhold til andre transport typer. Dette gjør da at det er enklere for nye aktører å ta del i markedet som da fører til at markedet er høyt kompetitivt, men med små fortjeneste marginer. Vegtransport har en høy fleksibilitet

til rutevalg som gjør at de har en unik evne til å levere dør-til-dør tjenester (Rodrigue 2020).

På grunn av størrelse og vekt restriksjoner satt av myndighetene er det begrenset med hvor mye skalaeffekt man kan få ved bruk av lastebiler. Jo mer transports på veger fører til større og flere køer som fører til mer CO2 utslipp og man får eksterne effekter som ulykker, støy og vibrasjon (Rodrigue 2020).

4.7 Hviletid

For å sikre like konkurransevilkår og ivareta trafikksikkerheten har det blitt opprettet et regelverk som gjelder i EU og EØS-land angående hviletid til en sjåfør. Disse reglene gjelder for alle som kjører kjøretøy over 3500 kg eller med mer enn 9 sitteplasser. Reglene sier at sjåfører skal ha minst en 45 minutters pause etter 4,5 timer kjøring der hvilen ikke kan benyttes til annet arbeid. I tillegg så skal de i løpet av hvert døgn ha en døgnhvile på 11 sammenhengende timer eller dele den opp i 3+9 timer (Statens vegvesen 2021).

4.8 Transport og miljøet

Sammenhengen mellom transportering og miljøet er ofte vanskelig å diskutere da transportering har en store sosioøkonomiske nytter, men er også knyttet mot påvirkninger på miljøet.

Transportering har en direkte påvirkning på miljøet der konsekvensene av transport aktiviteten har en umiddelbar innvirkning på nærmiljøet. Støy fra biler og CO2 utslipp er kjent for å ha en innvirkning på miljøet rundt seg. Transport aktiviteter har også en indirekte påvirkning der konsekvensene er høyere enn de direkte påvirkningen. Å knytte sammenhengene mellom disse er ofte vanskelig og kan lett bli misforstått (Rodrigue 2020).

4.9 Klimamål



Figur 4: FNs bærekraftsmål

FNs 17 bærekraftsmål

De 17 bærekraftsmålene fra FN er felles plan for hele verden som omfatter utryddingen av fattigdom, bekjempe ulikhet og stoppe klimaendringene innen år 2030. Oppgaven går da under delen om å stoppe klimaendringene. (FN-sambandet 2023)

Mål nr. 13 handler først g fremt om å bekjempe klimaendringene og konsekvensene som følger av disse endringene. Under dette målet blir man oppfordret til å tenke, planlegge og velge strategier som er med på å motvirke klimaendringene. (FN-sambandet 2023)

Klimaendringene har en stor andel med utslipp av klimagasser på direkte og indirekte metode.

Norske klimamål

Norges klimamål er å redusere utslipp mellom 50-55 prosent innen 2030 sammenlignet med nivået utslipp i 1990. Klimaloven skal klarlegge Norges klimamål for 2030 og 2050. Loven er et rammeverk for norsk klimapolitikk og skal brukes i gjennomføringen i overgangen til et lavutslippssamfunn med et mål på å oppnå en reduksjon på 90-95% utslipp innen 2050. (Regejeringen.no 2021)

4.10 Politiske myndigheter

Regjeringen skriver i stortingsmelding 13 (2020-2021) at det i 2030 skal være enkelt for næringslivet å frakte gods og varer på klimavennlige måter. Det er vesentlig at næringstransporten er pålitelig, effektiv og med lavere utslipp i framtiden. Når en disse målene vil det gjøre det lettere for transportnæringen å redusere egne klimafotavtrykk. Regjeringen har gitt avgiftsfritak for at bedrifter skal kunne velge nullutslippsbiler ved behov for lette elektriske varebiler, mens en ser at utviklingen for tyngre næringstransport går langsommere. På sikt ønsker regjeringen å legge til rette for at også langtransport skal være mulig å gjennomføre med utslippsfri lastebiler. I tillegg til elektriske lastebiler, ønsker regjeringen også å øke kravet til biodrivstoff (Stortinget 2021).

Ifølge regjeringen har Norge allerede ambisiøse krav om å nå nullutslipp fra alle kjøretøy. I nasjonal transportplan er det et mål at Innen 2030 skal nye tyngre varebiler, 75 prosent av nye langdistansebusser og 50 prosent av nye lastebiler være nullutslippskjøretøy. I tillegg mener man at fra 2040 skal alle nye tunge kjøretøy i Norge være nullutslippsbiler (Samferdselsdepartementet 2023).

Miljøavgifter

Blant de viktigste økonomiske virkemidlene brukt for å motvirke miljøproblemer har vi skatter og avgifter med omsettelige kvoter. Disse virkemidlene utgjør en større del av miljøpolitikken i EU og OECD-land. Miljøavgiftene har som hensikt å gi en riktig prising av miljøskadelig aktiviteter som da fører til et mer samfunnsøkonomisk riktig ressursbruk. Miljøavgiften bringer da penger til statskassen samtidig som den bidrar til en mer effektiv utnyttelse av samfunnets ressurser (Statistisk sentralbyrå 2013).

4.11 Ladere

For å realisere elektrifiseringen av tungtransporten er det nødvendig å ha tilgjengelig ladeinfrastruktur.

Depotlading

En strategi kalles depotlading som er at kjøretøyene lader på depotet eller andre reserverte soner over natten. Ved å bruke denne strategien sparer man penger ved at lastebilene lader






i perioder der kjøretøyet uansett ville stått parkert. Slike ladere har en cirka effekt på 22-150 kWt avhengige av utbyggelsen firmaet har brukt. (DNV Energy Systems 2021)

Hurtiglading

Hurtiglading på ladestasjoner er det nærmeste man kommer påfylling av diesel da disse har en høyere ladeeffekt en depotlading og kan gjøres i løpet av dagen. Disse kan brukes på ruter der batterikapasiteten ikke er tilstrekkelig og ruter der lading over natt tar for lang tid. Disse har cirka en effekt på 150kWt. (DNV Energy Systems 2021)

Ladeinfrastruktur

Ifølge Statens vegvesen og miljødirektoratet på oppdrag for Samferdselsdepartementet og Klima- og miljødepartementet vil det være behov for 1500-2000 hurtiglader for tunge kjøretøy i 2030. Utbygging av hurtiglader for lastebiler er spesielt krevende da dette krever oppgradering av nettkapasiteten. For å realisere målene om antall nullutslippsbiler er det vesentlig med en rask utbygging av ladeinfrastrukturen, herunder både normallading og hurtiglading. Siden det i Norge er mange små aktører innen tungtransport, vil det være behov for offentlig utbygging av ladeinfrastrukturen. Det antas at det vil være behov for både store ladeparker mellom, og i nærheten av de største byene, samt lademulighet på døgnhvileplasser. Det er viktig at hurtigladerne er så effektive at kjøretøyet lades opp under den pålagte hviletiden til sjåførene (Statens vegvesen og Miljødirektoratet 2022).

<u>2021</u>		<u>2030</u>
460 000 elbiler		1,7 millioner elbiler
15 000 elvarebiler		230 000 elvarebiler
100 ellastebiler		23 000 ellastebiler
55 ellangdistansebusser		2 000 ellangdistansebusser
500 elbybusser		9 000 elbybusser

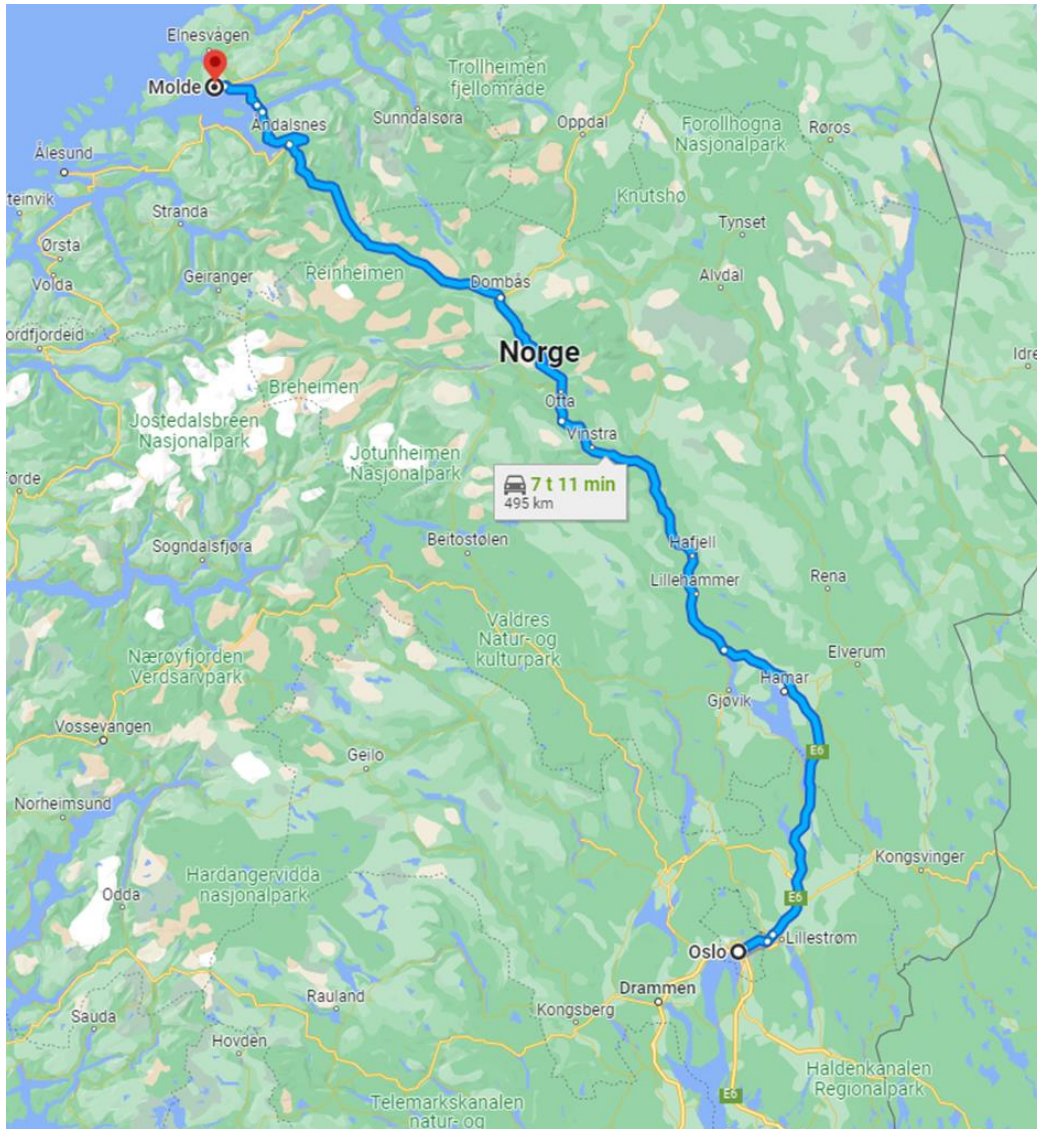
Figur 5: Estimerte antall elektriske kjøretøy 2030

4.12 Eksternaliteter

Eksternaliteter er virkninger en bedrift virksomhet har på andre aktører. Disse virkningene kan både være positive og negative. Transportsektoren er ansvarlig for en del eksternaliteter som luft forurensing, støy, vibrasjoner og ulykker. Når man skal regne ut påvirkningen av eksternalitetene må man dele de i direkte og indirekte virkninger. (McKinnon, et al. 2015) Private aktører tar ikke hensyn til eksterne kostander når de tar sine valg av lastebiler. De skal tjene penger og da velger de det som er billigst for aktøren.

5.0 Resultat

I dette kapitlet skal jeg besvare problemstillingen med empiriske funn gjort gjennom utregninger. Jeg finner først resultatene i hvert av forskningsspørsmålene, så kommer det en sammenligning av resultatene.



Figur 6: Rute Oslo-Molde

For å finne resultatet av forskningsspørsmålene har jeg valgt å bruke rute Oslo-Molde.

5.1 Forskningsspørsmål 1 - Kostnaden for en bedrift

For å finne svaret på spørsmålet vil jeg bruke formelen:

$$(Fastekostander \text{ pr. km} + Variablekostnader \text{ pr. km}) * \text{antall km} + \text{timelønn} \\ * \text{tid brukt} + \text{bompenger og ferge}$$

Formelen kalles oppdragskalkylen brukes av bedrifter for å finne deres kostnad på et oppdrag slik at de kan gi de forskjellige kundene hva de må betale. De fastekostnadene er kostander relatert til investering av lastebilen og de variable kostnadene er kostandene knyttet til de forskjellige oppdragene og kan da være forskjellig for hvert oppdrag.

5.1.1 Lønn

Lønnen for en sjåfør vil være det samme uansett hvilken type bil man kjører. I følge Utdanning.no så har en yrkessjåfør en gjennomsnittlig årslønn på 490 440, kr. Et vanlig arbeidsår består av 230 dager som tilsvare 1750 timer. (Utdanning.no 2021)

Ved å bruke disse tallene fikk jeg en gjennomsnittlig timelønn på 280 kr.

Arbeidsgiveravgiften må så legges på denne lønnen. For en bedrift lokalisert i Møre og Romsdal er avgiften 10,6% i 2023.

$$280 * 1,106 = 309,68 \text{ kr timen}$$

5.1.2 Diesel

	Bensin, blyfri 95 oktan	Avgiftspliktig diesel
	Priser (kr per liter)	Priser (kr per liter)
2022M01	18,64	17,54
2022M02	19,28	18,23
2022M03	22,04	22,06
2022M04	21,24	20,99
2022M05	22,96	22,39
2022M06	26,16	24,58
2022M07	25,06	24,64
2022M08	21,39	21,34
2022M09	21,40	22,18
2022M10	22,89	24,15
2022M11	21,04	22,43
2022M12	19,30	20,11

Tabell 2: Gjennomsnitts drivstoff priser 2022

I tabell 2 fra SSB ser vi gjennomsnittsprisen på drivstoff for hver måned i 2022. Dette bruker jeg for å finne gjennomsnitts drivstoffprisen som brukes i utregningen.

$$(17,54 + 18,23 + 22,06 + 20,99 + 22,39 + 24,58 + 24,64 + 21,34 + 22,18 + 24,15 + 22,43 + 20,11)/12 = 21,72 \text{ kr per liter}$$

Ifølge bompengekalkulatoren får vi en totalpris på 1033 kr for bompasseringer og ferge på ruten. Ved å se på kalkuleringen har de medregnet en ferge pris på 250 kr som ikke stemmer da en semitrailer har en lengde på cirka 19 meter og vil da ifølge fjord1 sine billettpriser betale 537 kr for fergeturen. Dette gir da en ny kostand på 1320 kr.

Tidsbruken på en diesebil er relativt enkel da det eneste som må regnes med er kjøretiden og hviletid siden turen overstiger 4,5 timer. Tidsbruken blir da:

$$\text{Kjøretid} + \text{hviletid} = 7,18 + 0,75 = 7,93 \text{ timer}$$

De faste kostandene inneholder investeringer i lastebilen, forsikring, administrative kostander og vegavgifter. Det er vanskelig å finne en real investeringspris da det finnes mange forskjellige lastebiler, men jeg bruker et gjennomsnittstall fra 2019 som sier at kostanden pr km er 3,98 kr. (Hovi, et al. 2019)

$$\text{Investering} + \text{Forsikring og admin} + \text{CO}_2 - \text{avgifter} + \text{veiavgifter} \\ 3,98 \text{ kr} + 0,57 \text{ kr} + 0,34 \text{ kr} + 1,02 \text{ kr} = 5,91 \text{ kr per km}$$

Variable kostnader er kostandene som er distanseavhengig og bare påløper når bilen er under kjøring. Kostnader som faller under denne posten er dekk/vask, drivstoffkostnader, reparasjon og vedlikehold.

$$\text{Drivstoffkostnad} + \text{dekk og vask} + \text{reperasjon og vedlikehold} \\ 2,9 + 0,91 + 0,8 = 4,61 \text{ kr per km}$$

Etter å ha funnet alle kostnadene i oppdragskalkylen får vi dette regnestykket:

$$(\text{Fastekostander pr. km} + \text{Variablekostnader pr. km}) * \text{antall km} + \text{timelønn} \\ * \text{tid brukt} + \text{bompenger og ferge} \\ (5,91 \text{ kr per km} + 4,61 \text{ kr per km}) * 495 \text{ km} + 309,68 \text{ kr} * 7,93 \text{ timer} + 1320 \text{ kr} \\ = 8984,09 \text{ kr}$$

Kostanden på et oppdrag Oslo-Molde med en diesel lastebil blir da 8984,09 kr.

Diesel Lastebil		Bom og ferge		Faste kostnader (pr. km)		Variable kostnader (pr. km)	
Tidskostnad		Bompenger (kr)	783	Investering	3,98	Drivstoffkostnad	2,9
Tid (timer)	7,18	Ferger (kr)	537	Forsikring og admin	0,57	Dekk/vask ol.	0,91
Hviletid (timer)	0,75	Sum	1320	CO2 avgifter	0,34	Reparasjon og vedlikehold	0,8
Tidsbruk	7,93			Veiavgift	1,02	Sum	4,61
Timeslønn (kr)	309,68			Sum	5,91		
Lønnskostnad (kr)	2456,7			Sum oppdrag (495 km)	2925,45	Sum oppdrag (495 km)	2281,95

Totale kostander	
Fastekostander	2925,45
Variable kostander	2281,95
Lønnskostnad	2456,7
Bom og ferge	1320
Sum	8984,09

Figur 7: Kostander diesel lastebil

5.1.3 Elektrisk med hurtiglading

Bompengene som må betales i ruten har blitt beregnet av nettsiden bompengekalkulator.

El-lastebil betaler ingen bompenger på vei, men 250 kr i fergepriser.

For å finne drivstoffkostnaden må vi først finne ut gjennomsnittsprisen for å lade en kWt og så finne ut hvor mye bilen må lade i løpe av turen.

Operatør	Lyn (150 kW+)	Hurtig (50 kW+)	Normal (<50 kW)
Circle K	8,39	7,99	6,49
Eviny*	6,39	6,39	3,99
E.ON	9,00	4,40	2,75
Ionity	8,40	8,40	-
Ishavsveien	4,25	4,25	2,50
Kople*	7,49	7,29	5,65
Mer	7,39	7,39	4,99
Recharge	7,49	6,99	5,49
Supercharge	7,55	7,55	-
LAD OPP*	7,49	7,29	2,5
Tesla	3,30 til 5,20		

Figur 8: Pris på lading per kWt

Det er ingen fast pris for lading i Norge. Alle operatørene har sine egne priser og de varierer ut ifra hvor dyr strømmen er. Elbilforeningen har satt opp tabell 8 for å vise prisen på lading med de forskjellige selskapene i april 2023 (Norks elbilforening 2023). Vi kan bruke dette til å finne en gjennomsnittspris:

$$(8,39 + 6,39 + 9 + 8,4 + 4,25 + 7,49 + 7,39 + 7,49 + 7,55 + 7,49)/10 = 7,38 \text{ kr per kWt}$$

Denne lastebilen har da et batteri kapasitet på 530 kWt som tilsvarer cirka 380 km kjøring.

$$530 \text{ kWt} / 380 \text{ km} = 1,39 \text{ kWt pr km}$$

$$1,39 \text{ kWt} * 7,38 \text{ kr} = 10,26 \text{ kr pr km}$$

Dette er en veldig høy drivstoffkostnad i forhold til diesel biler.

En viktig del av oppdragskalkylen er å finne ut hvor lang tid det oppdraget tar. Siden den elektriske lastebilen ikke har nok strøm til å nå Molde må vi finne ut hvor lang tid han vil

bruke på å lade. Bilen har kjørt 380 km før den må lade å da gjenstår det 115 km for å nå Molde. Bilen bruker da cirka 1,77 kWt med strøm pr. km og dette kan vi da bruke for å finne ut hvor mye som må lades.

$$115 \text{ km} * 1,39 \text{ kWt} = 159,85 \text{ kWt}$$

Ta dette svaret å dele på lade kraften på 150 kWt og vi får da et svar på 1,06 timer. Siden turen tar cirka 7,18 timer må vi også legge til hviletiden på minst 45 minutter. Tidsbruken blir da:

$$\text{Kjøretid} + \text{ladetid} + \text{hviletid} = 7,18 + 1,06 + 0,75 = 8,99 \text{ timer}$$

Etter å ha funnet alle kostnadene i oppdragskalkylen får vi dette regnestykket:

$$\begin{aligned} & (\text{Fastekostander pr. km} + \text{Variablekostnader pr. km}) * \text{antall km} + \text{timelønn} \\ & * \text{tid brukt} + \text{bompenger og ferge} \\ & (4,55 \text{ kr per km} + 11,51 \text{ kr per km}) * 495 \text{ km} + 309,68 \text{ kr} * 8,99 \text{ timer} + 250 \text{ kr} \\ & = 10984,65 \text{ kr} \end{aligned}$$

Så for en elektrisk lastebil som lader på hurtigladere på strekket Oslo – Molde vil da kostandene for bedriften bli 10984,65 kr for et oppdrag.

Elektrisk Lastebil (hurtiglading)		Bom og ferge		Faste kostnader pr. km		Variable kostander pr. km (hurtiglading)	
Tidskostnad							
Tid (timer)	7,18	Bompenger (kr)	0	Investering	3,98	Drivstoffkostnad	10,26
Lading (timer)	1,06	Ferger (kr)	250	Forsikring og admin	0,57	Rep og vedlikehold	0,34
Hviletid (timer)	0,75	Sum	250	Sum	4,55	Dekk/vask ol.	0,91
Total tid	8,99					Sum	11,51
Timeslønn (kr)	309,68			Sum oppdrag (495km)	2252,25		
Lønnskostnad (kr)	2784,95					Sum oppdrag (495 km)	5697,45

Totalkostand	
Faste kostander	2252,25
Variable kostander	5697,45
Lønnskostand	2784,95
Bom og ferge	250
Sum	10984,65

Figur 9: Kostander elektrisk lastebil hurtiglading

5.1.4 Elektrisk med depotlading

Depotlading er når lastebilen lader på depotet til bedriften. Ifølge Tibber er gjennomsnittsprisen for lading i Oslo område 104 øre/kWt per 24.mai 2023. (Tibber Norge u.d.) Prisen på oppdraget blir da:

$$1,39 \text{ kWt} * 1,04 \text{ kr} = 1,45 \text{ kr pr km}$$

Dette er en betraktelig billigere alternativ i forhold til hurtiglading da depotlading er 5,93 kr billigere per kWt ladet.

De andre kostandene knyttet til oppdraget er lik de sett på med hurtiglading så formelen på oppdragskalkylen ser slik ut:

$$\begin{aligned} & (\text{Fastekostander pr. km} + \text{Variablekostnader pr. km}) * \text{antall km} + \text{timelønn} \\ & * \text{tid brukt} + \text{bompenger og ferge} \\ & (4,55 \text{ kr per km} + 2,7 \text{ kr per km}) * 495 \text{ km} + 309,68 \text{ kr} * 8,99 \text{ timer} + 250 \text{ kr} \\ & = 6623,7 \text{ kr} \end{aligned}$$

Det koster da 6623,7 kr å bruke en elektrisk lastebil på strekket Oslo-Molde som har ladet på depotladere. Dette er da mye billigere enn å lade på hurtigludere.

Elektrisk Lastebil (hjemmelading)		Bom og ferge		Faste kostnader pr. km		Variable kostander pr. km (hurtiglading)	
Tidskostnad		Bompenger (kr)	0	Investering	3,98	Drivstoffkostnad	1,45
Tid (timer)	7,18	Ferger (kr)	250	Forsikring og admin	0,57	Rep og vedlikehold	0,34
Lading (timer)	1,06	Sum	250	Sum	4,55	Dekk/vask ol.	0,91
Hviletid (timer)	0,75					Sum	2,7
Total tid	8,99			Sum oppdrag (495km)	2252,25	Sum oppdrag (495 km)	1336,5
Timeslønn (kr)	309,68						
Lønnskostnad (kr)	2784,95						

Totalkostand	
Faste kostander	2252,25
Variable kostander	1336,5
Lønnskostand	2784,95
Bom og ferge	250
Sum	6623,70

Figur 10: kostander elektrisk lastebil depotlading

5.2 Forskningsspørsmål 2 – Samfunnets kostand

Samfunnets kostand er kostandene av eksternaliteter som oppstår av et transportoppdrag. Eksternalitetene som er analysert av Toi i 2019 er CO₂-utslipp, støy, kø, ulykker og vegslitasje.

5.2.1 Diesel

Vektklasse	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	SUM
<=7,5t	Spredt bebyggelse	0,17	0,05	0,24	0,00	0,55	0,00	1,01
<=7,5t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,16	0,39	1,63	0,21	0,55	0,00	2,94
<=7,5t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,16	2,68	2,39	1,48	0,55	0,00	7,26
>7,5-14t	Spredt bebyggelse	0,24	0,06	0,24	0,00	0,55	0,03	1,12
>7,5-14t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,24	0,47	1,63	0,21	0,55	0,03	3,13
>7,5-14t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,24	3,05	2,39	1,48	0,55	0,03	7,75
>14-20t	Spredt bebyggelse	0,29	0,06	0,24	0,00	0,55	0,09	1,23
>14-20t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,31	0,53	1,63	0,21	0,55	0,09	3,32
>14-20t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,31	3,30	2,39	1,48	0,55	0,09	8,12
>20-28t	Spredt bebyggelse	0,39	0,07	0,24	0,00	0,55	0,07	1,32
>20-28t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,42	0,56	1,63	0,21	0,55	0,07	3,44
>20-28t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,42	3,46	2,39	1,48	0,55	0,07	8,37
>28-40t	Spredt bebyggelse	0,46	0,07	0,24	0,00	0,37	0,03	1,17
>28-40t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,50	0,54	1,63	0,21	0,37	0,03	3,28
>28-40t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,50	3,36	2,39	1,48	0,37	0,03	8,12
>40-50t	Spredt bebyggelse	0,50	0,07	0,24	0,00	0,40	0,15	1,35
>40-50t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,54	0,56	1,63	0,21	0,40	0,15	3,49

Tabell 3: Eksterne kostnader diesel

Fra tabellen over ser vi en diesel lastebil mellom 28-40 tonn har en sum av 1,17 kr per km. Ved å gange dette med rute distansen får vi Eksterne kostander for ruten Oslo-Molde.

$$1,17 \text{ kr} * 495 \text{ km} = 579,15 \text{ kr}$$

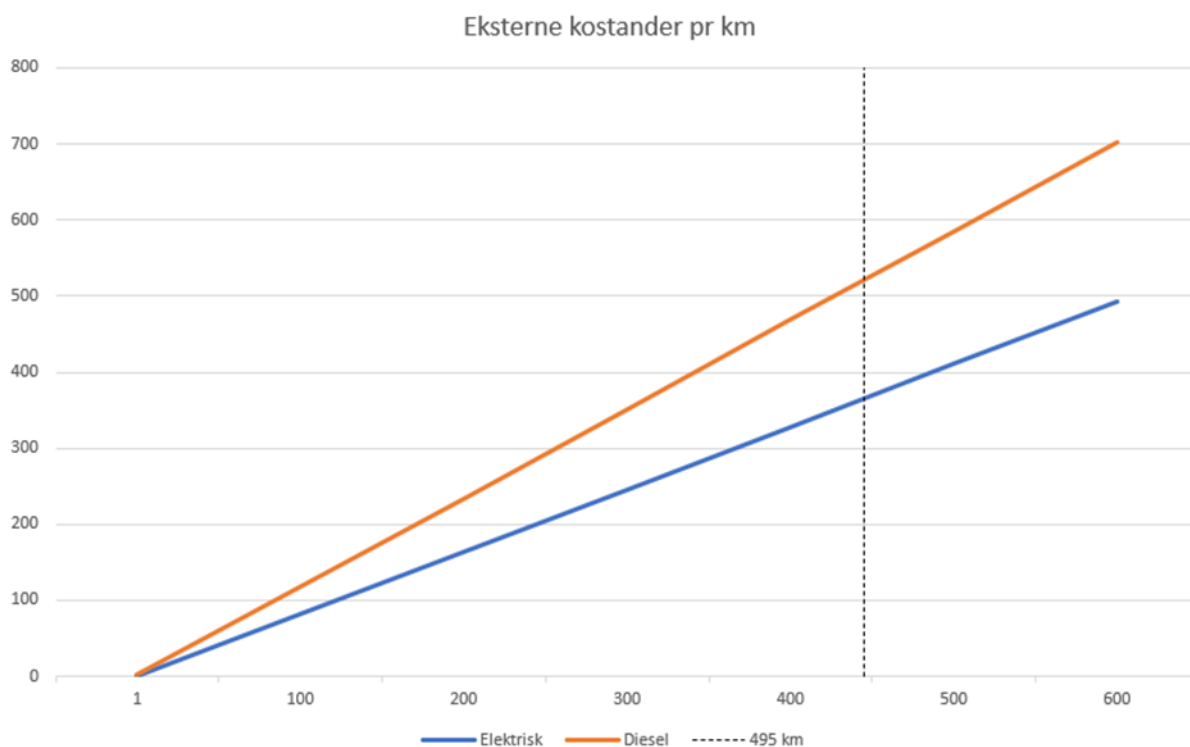
5.2.2 Elektrisk

Vektklasse	Områdetype	CO ₂	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	SUM
>40-50t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,54	3,43	2,39	1,48	0,40	0,15	8,39
>50-60t	Spredt bebyggelse	0,60	0,10	0,24	0,00	0,40	0,23	1,57
>50-60t	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,66	0,69	1,63	0,21	0,40	0,23	3,81
>50-60t	Tettsted (>100 000 innb.)	0,66	4,06	2,39	1,48	0,40	0,23	9,22
Bensin, alle klasser	Spredt bebyggelse	0,24	0,11	0,24	0,00	0,55	0,03	1,17
Bensin, alle klasser	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,25	0,57	1,63	0,21	0,55	0,03	3,23
Bensin, alle klasser	Tettsted (>100 000 innb.)	0,25	3,38	2,39	1,48	0,55	0,03	8,08
El eller hydrogen	Spredt bebyggelse	0,00	0,00	0,24	0,00	0,55	0,03	0,82
El eller hydrogen	Tettsted (15 000 - 100 000 innb.)	0,00	0,18	1,63	0,21	0,55	0,03	2,60
El eller hydrogen	Tettsted (>100 000 innb.)	0,00	1,63	2,39	1,48	0,55	0,03	6,08

Tabell 4: Eksterne kostnader elektrisk

Fra tabellen over ser vi at en elektrisk lastebil har en total sum av 0,82 kr per km. Gange dette med distansen gir den eksterne kostnaden.

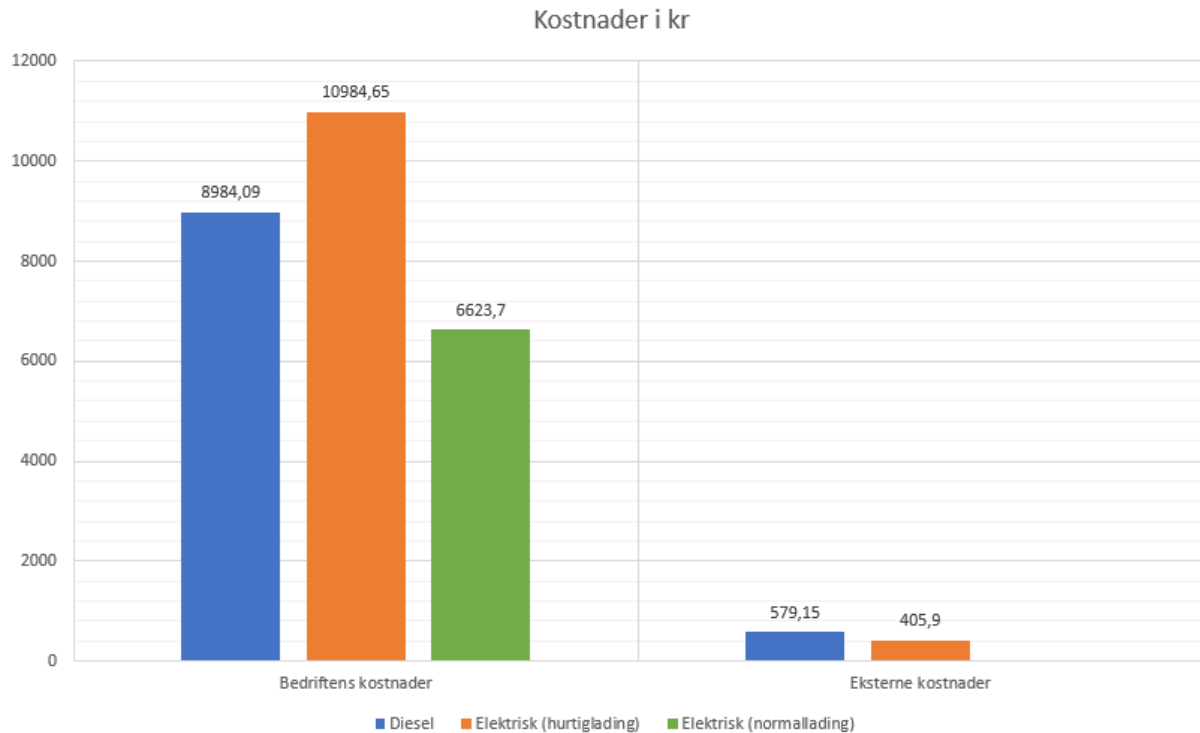
$$0,82 \text{ kr} * 495 \text{ km} = 405,9 \text{ kr}$$



Figur 11: Eksterne kostnader linjediagram

De eksterne kostandene for elektriske lastebiler er 0,35 kr billigere per kilometer. På strekket Oslo-Molde er da elektriske lastebiler 173,25 kr billigere enn diesel lastebiler. Denne kostnaden er litt usikker da begge har samme kostand for støy forurensing som ikke er realistisk. Elektriske lastebiler vill ha mindre støy kostnad og skille mellom diesel og elektrisk ville ha vært mer. Elektrisk er billigere siden de har ingen kostand knyttet til CO₂ utslipp som utgjør 0,53 kr av diesel kostanden.

5.3 Sammenligning kostnader



Figur 12: Sammenligning totale kostnader

Som vist i figur 12 så er oppdragsprisen på en elektrisk lastebil som lader på hurtiglade-stasjoner betydelig høyere enn prisen for en diesel lastebil, men for en lastebil som lader i depotet er oppdragsprisen billigere enn en dieselbil.

Totalkostnad diesel		Totalkostnad elektrisk hurtiglading		Totalkostnad elektrisk normallading	
Fastekostander	2925,45	Faste kostander	2252,25	Faste kostander	2252,25
Variable kostander	2281,95	Variable kostander	5697,45	Variable kostander	1336,50
Lønnskostnad	2456,69	Lønnskostand	2784,95	Lønnskostand	2784,95
Bom og ferge	1320	Bom og ferge	250	Bom og ferge	250,00
Sum	8984,09	Sum	10984,65	Sum	6623,70

Tabell 5: Sammenligning kostnader

De elektriske lastebilene har mindre faste kostnader og de betaler mindre i bompenger og ferge. De har imidlertid en høyre lønnskostnad da de må bergene ekstra tid på lading i løpet av oppdraget. Det mest lønnsomme for en bedrift ifølge kostandene er å bruke eklektiske lastebiler som lader på depotladere. De har den laveste drivstoffkostnaden og da de laveste variable kostandene. Dette resultatet er bra da elektriske lastebiler har også lavere sosiale kostander. Det vil si at den er både billigere for bedriften og samfunnet. De elektriske resultatene er da to ekstremtilfeller der de enten bare lader med hurtigludere eller hjemme ladere. Bedrifter vill mest sannsynlig bruke en kombinasjon av lademulighetene og hvis man bruke cirka 50-50 fordeling av ladingen er kostanden lik en

diesel lastebil. Hvis trenden med økende strømpriser fortsetter, vil elektriske lastebiler være aktuelt for bedrifter å bruke.

6.0 Diskusjon

Oppgaven har sett på kostander for en bedrift og kostandene som inntreffer samfunnet. I denne delen diskutere jeg behovet for elektrifisering av lastebiler. Deretter blir resultatene av kostandene og sammenligningen av kostnadene diskutert.

6.1 Behovet for elektriske lastebiler

Elektrifiseringen av transport langs vegnettet er først og fremst et av flere tiltak for å redusere CO₂ utslipp og redusere klimagasser. En overgang til elektriske lastebiler kan redusere CO₂-utslippet i transportsektoren betraktelig da transport langs vegen er den største synderen i utslippene. I Norge er nesten alle nye personbiler elektriske og bedrifter har begynt å følge etter med eklektiske varebiler og eklektiske lastebiler i by distribusjon. De fungerer bra i by distribusjon da disse kan lade på depotet når de ikke er i bruk og distansene kjørt er innenfor batterikapasiteten. I større byer kan man se tiltak som begrenset tider i løpet av et døgn varebiler har lov å levere varer.

Mange anleggsområder har i nyere tid fått strenge miljøkrav og de krever at distribusjonen av varer holder seg til disse kravene. Her kan de brukes side utslippet er lik null og soner der det er krav hvor mye støy som en bil kan produsere er elektriske lastebiler et bra valg. De kan også brukes på anleggsområder der miljøkravene er strenge, og de kan bruke i områder der det er krav om hvor mye støy en bil kan lage siden disse produserer lite støy. For å investere i nullslipps kjøretøy er ikke initiativet nok uten noen form for konkurransefortrinn.

6.2 Resultatene elektriske lastebiler

Det er vanskelig å argumentere for kostandene knyttet til de elektriske lastebilene siden de ikke er i bruk i Norge. Dette skyldes da at batterikapasiteten på de eksisterende lastebilene er for kort og da lite brukt som fører til lite informasjon. I tillegg så finnes det lite tall på hva det koster for en bedrift å lade på en hurtigladdestasjon så jeg brukte prisene for en elektrisk personbil i utregningen.

Basert på utregningene så er elektrisk med depotlading billigst for både bedriften og samfunnet. Problemet med utregningen er at lastebilen ikke vill nå fram med en lading å viss de skal lade på depotet midt i ruten må de få lade hos et depot som ikke de fleste

bedrifter har flere depoter langs strekningene. En ekte utregning ville nok hatt en kombinasjon av lading med depotlading før man starter ruten også lade på hurtiglader langs ruten. Ved en kombinasjon av begge lademulighetene vil nok kostanden være ganske lik diesel.

En av de største utfordringene for langtransport på veg når det kommer til elektriske lastebiler er ladeinfrastrukturen. Det finnes bare to offentlige hurtigladere for lastebiler og de ligger i Oslo. Så alle ruter utenom Oslo må da enten lade på depotet eller så må turene være så korte at de rekke tilbake til stasjonen de ble sendt ut av. Dette gjør da at ruter på mer enn 150 km vill da enten være uaktuelle eller så må de få lade hos noen med ladere. Det finnes allerede noen bedrifter som jobber aktivt med å omstille Norge til et lavutslippssamfunn. Enova er en av disse bedriftene. De hjelper andre bedrifter med å ta mer miljøvennlige valg ved å gi bedriftene økonomisk støtte. F.eks. en bedrift som skal bygge ut en trafo på depotet sitt kan sende inn en søknad å få dekket opptil 40% av kostanden på utbygningen. Dette kan ha mye å si for en bedrift da utbygningen av slike trafoer ligger på en pris mellom 1,5 – 2 millioner.

6.3 Resultat diesel lastebiler

Som forventet viser resultatene at det er billigere å bruke diesel lastebiler i langtransporten. De har også høyere eksterne kostander som da påvirker oss i samfunnet. Utregningen er basert på gjennomsnittstall fra 2019 siden det finnes mange forskjellige biler og disse har forskjellige priser. Inntil videre er dette den eneste alternativet som er aktuelt i lang transporten da det mangler infrastruktur for å tilfredsstille transport med andre alternative drivstoff.

Så hva skal til for at bedrifter skal velge elektriske lastebiler i langtransporten? Det er vanskelig å si nøyaktig, men noe av det viktigste er å bygge ut ladeinfrastrukturen slik at lastebilene kan lade effektivt da ladingen vil øke tiden brukt på et oppdrag. Økninger i CO₂ avgifter vil være med på å gjøre fossilt diesel dyrere og hvis det blir billigere å lade lastebilene er dette et godt argument for å skifte over til elektriske lastebiler. Det er også mulig å gjøre lading av lastebiler billigere eller at staten gir subsidier til bedrifter som velger elektriske lastebiler.

7.0 Konklusjon

Gjennom denne oppgaven har jeg sett på hva kostnadene for elektriske og diesel lastebiler i langtransporten basert på ruten Oslo-Molde. På bakgrunn av lite tilgjengelig informasjon om elektriske lastebiler er disse kostandene ikke helt sanne til virkeligheten. Resultatene kunne også ha vært mer komplekse ved å ta med faktorer som årstid og geografiske utfordringer.

Resultatene om hva det koster samfunnet gir et tilfredsstillende svar som stemmer med forventningene om at det er billigere for samfunnet at det tas i bruk elektriske lastebiler i transporten.

Med dagens strømpriser vill det ikke lønne seg å kjøre elektriske lastebiler. Hvis strømprisene går ned eller det blir lagt til rette subsidier for lading vill det bli mer aktuelt å ta i bruk elektriske lastebiler.

Batterikapasitet og ingen ladeinfrastruktur er de største problemene for bedrifter som vil gå over til elektriske lastebiler. Uten bedre batteriteknologi og utbygging av ladestasjoner vil det være umulig å bruke disse lastebilene i langtransporten. I tillegg er kostandene knyttet til lading med hurtigladere dyrere enn diesel biler, men med normallading vil de elektriske lastebilene både slå diesel i kostandene for bedriften og kostandene for samfunnet. Inntil qdette er fikset vil det ikke være aktuelt for bedrifter å skifte om til elektriske lastebiler.

Bibliografi

- Bergmann, Rich, og Craig Rawlings. 1998. «Transport management.» I *Strategic Supply Chain Aligment - Best Practice in Supply Chain Management*, av John Gattorna, 369-380. Aldershot: Gower Publishing.
- Bø, Eirill, og Stein Erik Grønland. 2014. *Moderne Transportlogistikk: Bedre integrering i forsyningskjeder*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Bø, Eirill, og Trond Hammervold. 2010. «Cost-based pricing of transportation services in a wholesaler-carrier relationship: an MS Excel spreadsheet decision tool.» *International Journal of Logistics Research and Applications* 197-210.
- Bø, Erill, Stein Erik Gønland, og Linus Henning. 2011. *Bedre utnyttelse av lastebiler - Integrering i forsyningskjeder gir økt transporteffektivitet*. VD rapport nr 2, Oslo: Statens vegvesen.
- Dalland, Olav. 2012. *Metode og oppgaveskriving*. Oslo: Gyldendal Akademiske.
- DIBkunnskap. u.d. *Bompengekalkulator.no*. Funnet Mai 4, 2023. <https://bompengekalkulator.no/>.
- DNV Energy Systems. 2021. *Ladeinfrastruktur for tunge elektriske kjøretøy*. Trondheim: Enova.
- FN-sambandet. 2023. *FNs bærekraftsmål*. 4 April. Funnet Mai 9, 2023. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>.
- . 2023. *Stoppe Klimaendringene*. 2 Februar. Funnet Mai 9, 2023. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/stoppe-klimaendringene>.
- Grønmo, Sigmund. 2023. *Kvalitativ metode*. 16 Januar. Funnet Mai 9, 2023. https://snl.no/kvalitativ_metode.
- . 2023. *Kvantitativ metode*. 16 Januar. Funnet Mai 9, 2023. https://snl.no/kvantitativ_metode.
- Hovi, Inger Beate, Daniel R. Pinchasik, Erik Figenbaum, og Rebecca J. Thorne. 2019. *Experiences from Battery-Electric truck Users in Norway*. Oslo: Transportøkonomisk institut.
- Jacobsen, Dag Ingvar. 2015. *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Latvia: Cappelen Damm.
- Jakobsen, Ingvild Ulrikke, Steffen Kallebekken, og Bård Lahn. 2021. *Parisavtalen*. 29 November. Funnet Mai 8, 2023. <https://snl.no/Parisavtalen>.
- McKinnon, Alan, Michael Browne, Maja Piecyk, og Anthony Whiteing. 2015. *Green Logistics Improving the enviromental sustainblility of logistics*. London: Kogan Page Limited.
- Norks elbilforening. 2023. *Dette koster hurtiglading*. 25 April. Funnet Mai 9, 2023. <https://elbil.no/dette-koster-hurtiglading/>.

- Prentice, Barrey E., og Darren Prokop. 2016. *Concepts of transport economics*. London: World Scientific Publishing.
- Regejeringen.no. 2021. *Klimaendringer og norsk klimapolitikk*. 22 Oktober. Funnet Mai 3, 2023. <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/klimaendringer-og-norsk-klimapolitikk/id2636812/>.
- Rodrigue, Jean-Paul. 2020. *The Geography of Transport systems*. New York: Routledge.
- Rødseth, Kenneth Løvold, Paal Brevik Wangness, Knut Veisten, Alena Katharina Høye, Rune Elvik, Ronny Klæboe, Harald Thune-Larsen, et al. 2019. *Eksterne kostnader ved transport i Norge - Estimer av marginale skadepkostnader for person- og godstransport*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Samferdselsdepartementet. 2023. *Høring: Nye krav til utslippskutt for lastebiler*. 17 Mars. Funnet Mai 26, 2023. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/horing-nye-krav-til-utslippskutt-for-lastebiler/id2966960/>.
- Statens vegvesen og Miljødirektoratet. 2022. *Kunnskapsgrunnlag om*. Oslo: Regejringen.
- Statens vegvesen. 2021. *Regelverk for kjøre- og hviletid*. 16 Juni. Funnet April 25, 2023. <https://www.vegvesen.no/kjoretoy/yrkestransport/kjore-og-hviletid/regelverk/>.
- Statistisk sentralbyrå. 2022. *Innenlandsk transport*. 28 September. Funnet Mai 19, 2023. <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/landtransport/statistikk/innenlandsk-transport>.
- . 2013. *Miljøavgifter - hva er det?* 11 September. Funnet Mai 02, 2023. <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/miljoavgifter-hva-er-det>.
- . 2023. *Sal av petroleumsprodukt og flytande biodrivstoff*. 19 April. Funnet Mai 14, 2023. <https://www.ssb.no/statbank/table/09654/tableViewLayout1/>.
- Stortinget. 2021. «Regjeringen.no.» *Klimaplan for 2021-2030*. 8 Januar. Funnet Mai 26, 2023. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-13-20202021/id2827405/?ch=1>.
- Tibber Norge. u.d. *Strømpriser*. Funnet Mai 24, 2023. https://tibber.com/no/strompriser?utm_source=googleadwords_int&utm_medium=cpc&utm_content=17225888610_136218967643_597457899530&utm_id=g_&keyword=str%C3%B8mprisene&gclid=CjwKCAjw67ajBhAVEiwA2g_jENUq4jMvY49sxmdNos5jWQU7R-1PuxfG7teTjK06QaBTjw_J0D1N0RoC3p4QA.
- Utdanning.no. 2021. *Yrkessjåfør*. 23 Mars. Funnet April 26, 2023. <https://utdanning.no/yrker/beskrivelse/yrkessjafor>.
- Volvo Trucks. u.d. *Volvo FM Electric*. Funnet April 26, 2023. <https://www.volvotrucks.no/no-no/trucks/trucks/volvo-fm/volvo-fm-electric.html>.