

TØI rapport 1855/2021

Daniel Ruben Pinchasik
Erik Figenbaum
Inger Beate Hovi
Astrid Helene Amundsen

tøi Transportøkonomisk institutt
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

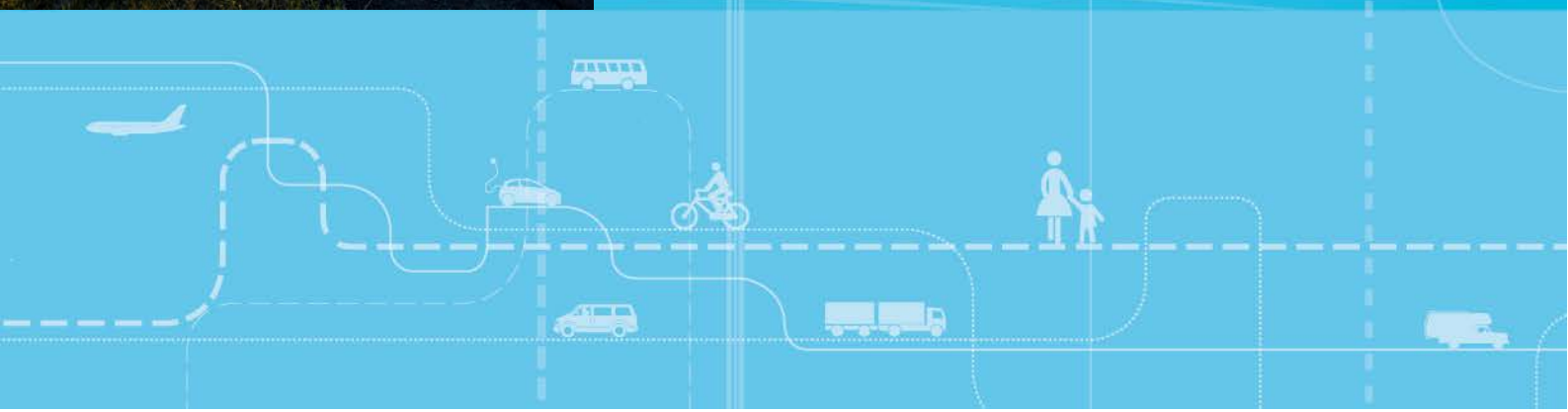


MOZEES
Mobility Zero Emission Energy Systems

GRØNT LANDTRANSPORTPROGRAM

Grønn lastebiltransport?

Teknologistatus, kostnader og bruker-
erfaringer



Grønn lastebiltransport?

Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer

Daniel Ruben Pinchasik
Erik Figenbaum
Inger Beate Hovi
Astrid Helene Amundsen

Forsidebilde: TØI bildearkiv

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

Tittel: Grønn lastebiltransport? Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer

Forfattere: Daniel Ruben Pinchasik, Erik Figenbaum, Inger Beate Hovi, Astrid Helene Amundsen

Dato: 11.2021

TØI-rapport: 1855/2021

Sider: 96

ISSN elektronisk: 2535-5104

ISBN elektronisk: 978-82-480-2397-5

Finansieringskilder: Næringslivets Hovedorganisasjon
Norges Forskningsråd

Prosjekt: 5017 – Grønn landtransport
4446 – MoZEES

Prosjektleder: Erik Figenbaum

Kvalitetsansvarlig: Jardar Andersen

Fagfelt: Transportteknologi og miljø

Emneord: Batterielektrisk lastebiltransport;
Teknologistatus; Brukererfaringer;
Kostnader

Sammendrag:

Mens batterielektriske personbiler nå utgjør majoriteten av nybilomsetningen ligger de elektriske varebilene ca. 5 år etter i utviklingen, spesielt gjelder dette for tunge varebiler. Elektrifisering av lastebiltransport er fortsatt i en tidlig fase, men etter at de første serieproduserte bilene ble introdusert på markedet i juni 2020 har antall registrerte elektriske lastebiler skutt fart og utgjorde 75 lastebiler i august 2021.

Denne rapporten gir en gjennomgang av markeds og teknologisk status for nullutslipps varebiler, lastebiler og busser, samt situasjonen også for biogass og biodiesel. Det presenteres også kostnadsberegninger av totale eierskapskostnader for ulike fremdriftsteknologier for lastebiltransport. Dessuten oppsummeres brukererfaringer fra de første serieproduserte el-lastebilene. Tilbakemeldingen er at med noen tilpasninger i driftsopplegg kan mye av lokal og regional transport opereres med dagens kjøretøyteknologi, men et effektivt driftsopplegg forutsetter tilgang til hurtigladere.

Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalléen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Title: Green Trucking? Technology status, costs, user experiences

Authors: Daniel Ruben Pinchasik, Erik Figenbaum, Inger Beate Hovi, Astrid Helene Amundsen

Date: 11.2021

TØI Report: 1855/2021

Pages: 96

ISSN: 2535-5104

ISBN Electronic: 978-82-480-2397-5

Financed by: The Confederation of Norwegian Enterprises
The Norwegian Research Council

Project: 5017 – Grønn landtransport
4446 – MoZEES

Project Manager: Erik Figenbaum

Quality Manager: Jardar Andersen

Research Area: Transportteknologi og miljø

Keyword(s): Battery electric trucks;
Technology status; User experiences; Total Cost of Ownership

Summary:

While battery-electric passenger cars now make up the majority of new car sales in Norway, electric vans are about 5 years behind in development, especially for heavy vans. Electrification of truck transport is still in an early phase, but after the first series-produced vehicles were introduced on the Norwegian market in June 2020, the number of registered electric trucks has accelerated and amounted to 75 trucks in August 2021.

This report provides a review of the market and technological status of zero-emission vans, trucks and buses, as well as the situation also for biogas and biodiesel. Cost calculations of total ownership costs for various propulsion technologies for truck transport are also presented. In addition, user experiences from the first series-produced electric trucks are summarized. The feedback is that with some adjustments in truck operations, much of the local and regional transport can be operated with the current vehicle technology, but efficient operation requires access to fast chargers.

Language of report: Norwegian

Institute of Transport Economics
Gaustadalléen 21, N-0349 Oslo, Norway
Telephone +47 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

For at transportsektoren skal oppnå kravene om utslippsreduksjoner fram mot 2030, må det skje en stor omlegging til lav- og nullutslippsløsninger for næringstransport. Mens utrulling av elektriske personbiler har god fremdrift, er den landbaserte næringstransporten fortsatt i startgropa. Situasjonen i dag er at sektoren ikke har gode nok løsninger eller virkemidler for at den grønne omstillingen skal skyte fart. For å oppnå en bredere mobilisering og kunnskapsdeling på tvers av bransjene, samt en mer systematisk dialog med myndighetene om utvikling av løsninger, har NHO etablert og startet opp Grønt landtransportprogram etter mønster av Grønt skipsfartprogram.

I denne forbindelse kontaktet sekretariatet for Grønt landtransportprogram TØI og ba om en kunnskapssammenstilling som viser teknologistatus for de ulike delene av landtransporten som inngår i programmet. Dette arbeidet er oppsummert i kapitlene 2 til 4. I tillegg har vi gjennomført en undersøkelse om brukererfaringer fra tidligbrukerne av serieproduserte elektriske lastebiler.

Det må gjøres oppmerksom på at både den tids- og økonomiske rammen for prosjektet for NHO var svært begrenset, slik at det måtte gjøres noen avgrensninger og arbeidet ble i all hovedsak ferdigstilt i mars 2021. Etter at dette prosjektet ble avsluttet har vi supplert analysen med brukererfaringer fra de første brukerne av serieproduserte elektriske lastebiler. Dette bygger videre på en tilsvarende undersøkelse som ble gjort blant de første brukerne av ombygde elektriske lastebiler i Norge (Hovi m.fl., 2019). Dette arbeidet er utført i regi av [MoZEES](#), et forskningssenter for miljøvennlig energi, finansiert av Norges forskningsråd og som ledes av Institutt for Energiteknikk, og der TØI er en av forskningspartnerne.

Arbeidet med denne rapporten er utført i samarbeid mellom Erik Figenbaum, Daniel Ruben Pinchasik, Inger Beate Hovi og Astrid Helene Amundsen. Figenbaum har skrevet kapittel 2 om markeds- og teknologistatus for elektrifisering og hydrogen og bidratt til enkelte andre deler av rapporten, Amundsen har skrevet kapittel 3 om Biodiesel og biogass, Hovi har skrevet kapittel 4 om transportkostnader for ulike framdriftsteknologier, diskusjonskapitlet (kapittel 6) og har også initiert og gjennomført intervjuene med brukererfaringer sammen med Erik Figenbaum. Pinchasik har oppsummert intervjuene og skrevet kapittel 5 om brukererfaringer, og har også utarbeidet sammendraget og bidratt i å ferdigstille rapporten.

Oslo, november 2021

Transportøkonomisk institutt

Bjørne Grimsrud
Direktør

Jardar Andersen
Avdelingsleder

Innhold

1	Bakgrunn og problemstilling.....	3
2	Markeds- og teknologistatus.....	5
2.1	Introduksjon.....	5
2.2	Status bilparken.....	5
2.3	Status bilsalg.....	6
2.4	Teknologi og kjøretøy.....	7
2.5	Årlige kjørelengder.....	27
2.6	Infrastruktur.....	28
2.7	Virkemidler.....	31
3	Biodiesel og biogass.....	37
3.1	Bakgrunn.....	37
3.2	Kjøretøy.....	38
3.3	Fyllestasjoner i Norge.....	40
3.4	Produksjon og bruk av biogass.....	42
3.5	Produksjon og bruk av biodiesel.....	45
3.6	Offentlige anskaffelser – endringer i innkjøpsrådene på vei.....	47
3.7	Utfordringer og muligheter for bruk av biodrivstoff.....	47
4	Transportkostnader for ulike framdriftsteknologier.....	49
4.1	Innledning.....	49
4.2	Metode og datagrunnlag.....	49
4.3	Resultater.....	54
5	Brukererfaringer fra de første serieproduserte el-lastebilene	60
5.1	Introduksjon.....	60
5.2	Oversikt.....	60
5.3	Innkjøpsprosess.....	61
5.4	Drift og erfaringer.....	66
5.5	Lading.....	74
5.6	Insentiver, utfordringer, bemerkninger og forslag.....	77
5.7	Elektrifiseringspotensial, teknologiske begrensninger og framtidsutsikter.....	83
5.8	Batterielektrisk drift vs. diesel og vs. annen alternativ teknologi.....	84
6	Konklusjon og diskusjon.....	87
	Referanser	91
	Vedlegg 1: Enovas støttesatser for el-varebiler.....	93
	Vedlegg 2: Biodrivstoff	95

Sammendrag

Grønn lastebiltransport? Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer

TØI rapport 1855/2021

Forfattere: Daniel Ruben Pinchasik, Erik Figenbaum, Inger Beate Hovi, Astrid Helene Amundsen

Oslo 2021, 96 sider

EUs CO₂-krav til kjøretøy driver en rask teknologiutvikling innenfor nullutslippskjøretøy av alle typer og har skapt et økende marked. Dette har kommet lengst for batterielektriske personbiler, fulgt av varebiler og bybusser. Fram mot 2025 vil lastebiler komme etter. Kostnadene vil reduseres og i 2025 vil batterielektriske lastebiler være det billigste alternativet til diesel, og trolig foretrekkes av transportørene der det er praktisk mulig å anvende de, spesielt i byer. De første brukererfaringene med den nyeste generasjonen serieproduserte batteri-elektriske lastebiler er positive. På lenger avstander kan både hydrogen, flytende biogass og biodiesel være alternativer.

Markeds- og teknologistatus

Den viktigste driveren for den teknologiske utviklingen av varebiler, lastebiler og busser er EUs krav og direktiver knyttet til reduksjon av nye kjøretøys CO₂-utslipp i 2025 og 2030, og krav til miljøegenskapene til busser og andre kjøretøy som kjøpes inn av det offentlige. Disse lovkravene har medført en stor satsing på utvikling og industrialisering av batteri-elektriske kjøretøy til nyttetransport. Hydrogen har kommet kortere i utviklingsløpet, men flere produsenter utvikler løsninger som kan komme på markedet nærmere 2030.

Varebiler

Alle varebilmodeller som leveres av de tradisjonelle produsentene kommer nå også i batterielektriske versjoner. I tillegg lanseres det elektriske varebiler fra kinesiske bilmerker på det norske markedet. Det kan føre til at utvalget av elbilmodeller blir større enn dieselmodeller i varebilsegmentet. Nylanserte batterielektriske varebiler kommer i samme konfigurasjonsvarianter som dieselmodellene. De aller fleste små og mellomstore varebiler kan også trekke tilhengere, dog i en del tilfeller med lavere tillatt vekt enn dieselmodellene. Bortsett fra for de største varebilene, er rekkevidde opp mot 200 km tilgjengelig også vinterstid. Teknologi for hurtiglading er også etablert og varebiler kan benytte de samme hurtigladerne som personbilene.

Én produsent utvikler og tilbyr en hydrogenbasert rekkeviddeforlenger til sine batteri-elektriske varebiler og en annen kan snart levere en ladbar hybridvariant.

Bybusser

Det har skjedd en omfattende teknisk utvikling av batterielektriske løsninger for bybusser. De er nå tilgjengelig fra flere produsenter i alle størrelsesklasser, funksjonsklasser (Klasse I og Klasse II), og i versjoner med store batterier beregnet for depotlading, små batterier beregnet for flashlading på holdeplasser, og en mellomvariant med halvstort batteri som

kan lades med pantograf. Dette muliggjør tilpasning til ruter lokalt i norske byer. Bussprodusentene tilbyr rådgivningstjenester for å hjelpe til med å dimensjonere bussene og ladesystemet. Teknisk er det få utfordringer knyttet til elektrifisering av busser, men det kan kreve rutetilpasning for å få tid til lading i løpet av dagen ved drift, spesielt vinterstid. En spesifikk utfordring for bybusser er det store energiforbruket til oppvarming av passasjerarealet vinterstid, kombinert med hyppig åpning av dørene.

Som for varebiler er det snart større utvalg av elbusser i markedet enn dieselvarianter fordi kinesiske produsenter selger batterielektriske busser, men ikke dieselbusser i Europa.

VDL har under utvikling og vil starte produksjon av en helt ny busstype fra 2021. I denne busstypen vil batteriet ligge i gulvet og energiforbruket til oppvarming vil være lavere enn det andre busser har. Det har vært utviklet og testet et antall hydrogenbusser i ulike byer i Europa og flere produsenter kan levere slike busser til markedet. Den raske utviklingen av batterielektriske bybusser medfører at hydrogen synes å være mer relevant for regionalbusser i tiden fremover.

Lastebiler for lokal og regional distribusjon

Serieproduserte batterielektriske lastebiler kommer på markedet fra alle de store etablerte lastebilprodusentene i 2021-2022. Det er foreløpig først og fremst mindre lastebiler på 16-27 tonn med 165-400 kWh batterier som har vært tilgjengelig. Disse første serieproduserte lastebilene er optimalisert for by- og regionaldistribusjon, avfallshåndtering og anleggsvirksomhet. Rekkevidde er fra 100-300 km avhengig av last, årstid, kjøreforhold etc. Fra 2022 kan også lastebiler over 27 tonn med batterier på 400-540 kWh leveres. Produsentene melder om at nyttelast blir som for tilsvarende dieselvarianter, men i noen tilfeller kan nyttelastvekten bli redusert, noe operatørene ikke ser på som kritisk.

Mange kinesiske bilmerker er på full fart inn i personbilmarkedet i Norge og de er allerede tilstede i varebil- og bussmarkedene. Det er dermed sannsynlig at det kan komme flere batterielektriske kinesiske lastebiler inn i det norske markedet fram mot 2025 og 2030, samtidig som de etablerte produsentene også vil måtte lansere el-lastebiler for å klare EUs CO₂-krav. Tilgjengeligheten av el-lastebiler i markedet forventes derfor å bedres raskt fram mot 2025.

Lastebiler for langtransport

Det utvikles også elektriske tunge lastebiler for langtransport. Tesla utvikler en batterielektrisk semitrailer som de hevder får en rekkevidde på 475-800 km (Tesla Norge 2019). Nikola utvikler både hydrogen- og batterielektriske langtransportlastebiler og har inngått et samarbeid med tungbilprodusenten Iveco (Iveco 2019). De tradisjonelle produsentene utvikler også tunge el-lastebiler og kommersialiserer disse for å klare 2025- og 2030-kravene i EU-direktivet om CO₂-utslipp fra lastebiler.

Også Volvo, Scania, Mercedes og DAF har slike lastebiler under utvikling og salg. Mercedes og Volvo starter serieproduksjon av tunge lastebiler i 2021/2022. Volvo vil levere lastebiler med inntil 44 tonn totalvekt og 540 kWh batterier installert, og en reell rekkevidde på 300 km også under krevende kjøreforhold.

VanHool har utviklet og satt i produksjon en langdistansebuss med et batteri på 676 kWh og en rekkevidde på over 300 km. Denne bussen viser at det er et potensial for at el-lastebiler for bruk på enda lenger distanser kan elektrifiseres med dagens kjente teknologi. Iveco og Nikolas el-lastebil vil ha batterier som er større enn 700 kWh.

Teknologiutvikling

Teknologien for el-lastebiler og hydrogenlastebiler er under utvikling. Lastebiler brukes mer intensivt enn personbiler og varebiler. De kjøres lenger og under tyngre gjennomsnittlig belastning. Utvikling av robuste batterier og brenselceller er derfor essensielt for at disse skal kunne vare ut lastebilens tekniske levetid. Det er dermed ikke gitt at en kan ta batterier eller brenselceller utviklet for personbiler som bare trenger ca. 5 000 timer operativ levetid og sette disse inn i lastebiler som opereres 10 000-20 000 timer gjennom levetiden. Det er derfor mulig at batterier og brenselceller for lastebiler kan bli noe dyrere enn for personbiler, og at utviklingen av markedet vil gå tregere. Det er også indikasjoner på at batterier for personbiler og lastebiler kan bli like i og med at det rapporteres om kraftig forlenget levetid for personbilbatterier og det rapporteres også om rekordlave kostnader for batterier til elbusser. Dersom personbilbatterier brukes i tyngre kjøretøy vil det likevel kunne være dyrere per kWh fordi noe mer av batterikapasiteten i en lastebil enn i en personbil holdes av for å kunne gi en garantert kjørelengde eller gjenværende rekkevidde for et fulloppladet batteri fram til ett gitt år, vanligvis til og med 8. år (for personbiler og varebiler).

Hydrogenlastebiler ligger lenger fram i tid. De fleste produsenter antyder markedsintroduksjon mot slutten av 2020-tallet. Hyundai produserer en hydrogenlastebil, men i svært begrenset volum. Heller ikke de ser for seg storskala produksjon før etter 2025. Hydrogenlastebiler kan de nærmeste årene anvendes til demonstrasjonsprosjekter, slik at reelle brukererfaringer kan etableres også for denne teknologien.

Biodiesel og biogass

Kjøretøy

En stor andel av de tunge kjøretøyene er konstruert for å kunne bruke biodiesel i samme drivlinje som diesel, mens for biogass kreves egne kjøretøy (samme som naturgass).

Gasskjøretøy er i serieproduksjon, og er tilgjengelig i de fleste kjøretøysegmenter, men det er foreløpig et begrenset antall gasskjøretøy i Norge. Ved utgangen av 2020 var det i underkant av 800 busser, 500 varebiler og 500 lastebiler som kjørte på gass i Norge. Dette utgjør kun 5 prosent av bussparken og 0,5 prosent av lastebilene. Antall kjøretøy som benytter flytende biogass (LBG) er foreløpig begrenset. Rundt 50 norske lastebiler er tilpasset LBG-bruk, men tilbudet av denne type kjøretøy er økende. Kjøretøy som kan benytte LBG har lengre rekkevidde enn kjøretøy for komprimert gass (CBG), og er derfor bedre egnet til langtransport, mens CBG-kjøretøy som har mer begrenset rekkevidde er derfor mer i konkurranse med batterielektriske lastebiler til lokal og regional bruk.

Unntatt for langtransport, hvor den største gassmotoren på markedet er noe mindre enn det som typisk brukes i dieslbiler, er ytelsene for gasskjøretøy bortimot tilsvarende som for dieselskjøretøy. Samtidig rapporterer sluttbrukerne et reelt merforbruk av drivstoff på 5-20 %. Trekkvogner utpeker seg som et særlig egnet segment for biogass fordi batterielektrisk drift foreløpig er lite egnet for dette segmentet mens hydrogendrift er dyrt og umodent.

Fyllestasjoner i Norge

De fleste fyllestasjonene som tilbyr 100 % flytende biodrivstoff ligger nær hovedtransportårene. I tillegg har bedrifter som Posten/Bring og ASKO egne fyllestasjoner. For biogass er det i 2021 litt i overkant av 30 fyllestasjoner, hvorav de fleste rundt større byer og ikke alle er offentlig tilgjengelige. Brorparten av disse stasjonene tilbyr komprimert biogass, mens flytende biogass tilbys i dag kun ved fire fyllestasjoner. Flere stasjoner er annonsert og også EUs AFI-direktiv (direktiv 2014/94/EU - om utbygging av infrastruktur for alternative drivstoffer), og vurderingene gjort av Klimakur 2030-arbeidet tilsier at ytterligere stasjoner bør etableres.

Produksjon og bruk av biogass og biodiesel

Bussmarkedet er i dag det viktigste markedet for bruk av biogass som drivstoff i Norge. Norges produksjon av biogass, og biogass som blir oppgradert til drivstoffkvalitet, er relativt begrenset i forhold til f.eks. Sverige og Danmark. Spesielt gjelder dette flytende biogass. På kort sikt foreligger det flere konkrete planer om utbygging av kapasitet for LBG-produksjon og det er identifisert et potensial for ny biogassproduksjon i Norge i 2030 som tilsvarer omtrent en firedobling av produksjonsnivået i 2018. Råstoffene som brukes mest i dag er matavfall og avløpsslam, som også er de rimeligste råstoffene. Ved å også utnytte andre råstoffer vil produksjonspotensialet, men også kostnadene, kunne øke. Videre er både frakt og lagring av LBG kostnadsdrivende. Som barrierer forbundet med økt produksjon av biogass med drivstoffkvalitet i Norge nevnes i dag blant annet at markedet er usikkert, manglende avsetning av kostnadsdrivende biorest og usikker tilgang på råstoff. I Norge produseres rundt 140 mill. liter biodrivstoff årlig, inkl. 20 mill. liter avansert biodrivstoff (bioetanol) ved Borregaard. Til sammenlikning ble det i 2020 brukt rundt 500 millioner liter flytende biodrivstoff hvorav andelen avansert var på nærmere 60 prosent (i 2019 var tilsvarende tall 615 millioner liter bruk, og 40 prosent avansert). Dette innebærer at det meste av flytende biodrivstoff brukt i Norge er importert. Dagens omsetningskrav (krav til at en viss prosentandel av drivstoffet som selges skal være biobasert) og opptrapning av avansert biodrivstoff tilsvarer et mye større behov og flere bedrifter har planer om å bygge produksjonsanlegg for biodrivstoff basert på skogvirke.

Utfordringer og muligheter for bruk av biodrivstoff

Biogass solgt i Norge er pr. i dag ikke underlagt EUs bærekraftskriterier, noe som må på plass hvis biogass skal innlemmes i et omsetningskrav eller liknende ordninger. Andre utfordringer er at antall fyllestasjoner for biogass og 100 % biodiesel er begrenset, at drivstoffene har høyere kostnad og at biogasskjøretøy er dyrere. Videre er rammevilkårene og målene uklare på en rekke punkter mens det også foreligger praktiske barrierer. Tilgangen på biogass og avansert biodiesel er dessuten periodevis begrenset.

Fra 1. juli 2020 ble det innført veibruksavgift på alt flytende biodrivstoff som kan benyttes i bensin- og dieselmotorer, noe som har gjort flytende biodrivstoff mindre attraktivt. Et annet forhold som kan gjøre bruk av biodrivstoff mindre attraktivt er manglende avklaring om flytende biodrivstoff og biogass vil kunne brukes for å oppfylle EU-kravene om utslippsreduksjon fra nye tunge kjøretøy for hhv 2025 og 2030.

I innkjøpsrådene til offentlige anskaffelser ligger det an til at nullutslippsløsninger og biogass anbefales prioritert, men ikke biodiesel og bioetanol, som anses tilstrekkelig regulert gjennom omsetningskravet.

Transportkostnader for ulike framdriftsteknologier

Lastebiler

Totale eierskapskostnader er beregnet med utgangspunkt i en treakslet lastebil for ulike drivlinjer og hvert av årene 2020, 2025 og 2030. Kostnadene er normert med dieseldrevet lastebil som referanse (=100) i hvert av årene.

Tabell S.1. Totale eierskapskostnader for 2020, 2025 og 2030 relativt til lastebil med forbrenningsmotor. Lastebil med 3 aksler (27 tonns totalvekt).

	2020	2025	2030
Diesel	100	100	100
FAME (avansert, UCOME)	105	107	110
HVO (avansert, type A)	112	115	117
BEV	134	103	91
FCEV	186	148	121
Biogass, flytende (LBG)	118	116	114
Biogass, komp.gass (CBG)	112	110	109
Hybrid, vanlig (HEV)	112	113	112
Hybrid, plug-in (PHEV)	114	113	112

I dag er eierskapskostnadene ved biodiesel (FAME og HVO) høyere enn ved dieseldrift og kostnadsforskjellene forventes å øke framover. Dette skyldes prisprognoser for drivstoffene og gjeldende avgiftspolitik. Også biogass har høyere eierskapskostnader grunnet noe høyere energi- og kapitalkostnader. På sikt forventes biogassdrift å bli noe mer konkurransedyktig grunnet lavere kjøretøypriiser og potensielt bedre restverdi/større brukmarked. Imidlertid ventes batterielektrisk fremdrift å bli det billigste alternativet til diesel i 2025. Det kan påvirke viljen til å investere i biogassbiler og fyllestasjoner der elektrifisering også er praktisk gjennomførbart, som til bruk i byene. Tabellen viser imidlertid at batterielektrisk drift i dag er klart dyrere enn dieseldrift, selv ved et ENOVA-tilskudd på 40 % av kjøretøyets merpris versus diesel.

Besparelser ved batterielektrisk drift (primært energi- og bompengeutgifter) er i dag ikke nok til å dekke inn de høyere kapitalkostnadene. Kostnadene for en batterielektrisk lastebil forventes å avta framover, men vil fortsatt ikke være fullt ut økonomisk lønnsom versus diesel i 2025, selv medregnet ENOVA-tilskuddet. Fra 2030 forventes det batterielektriske alternativet å være billigste løsning såfremt ENOVA-tilskuddet er uendret.

Beregningene har imidlertid store usikkerhetselementer, særlig på investeringskostnaden som initialt er høy fordi leverandørene har hatt store utviklingskostnader. Det hydrogenelektriske alternativet (FCEV) er beregnet til å ha om lag dobbelt så høye eierskapskostnader som en diesebil i inneværende år (iberegnet ENOVA-tilskudd) og ca. 50 % og 20 % høyere eierskapskostnader i hhv 2025 og 2030. Regnestykket for hydrogenelektriske biler er imidlertid spesielt usikkert. Også de hybridelektriske alternativene har høyere eierskapskostnader sammenliknet med dieserbiler, ettersom besparelser på drivstoffkostnader ikke er nok til å inntjene differansen i innkjøpspris.

Ettersom de totale eierskapskostnadene avhenger av de forutsetninger som legges til grunn har vi beregnet kostnadseffekten av endrede forutsetninger i hhv årlig kjørelengde,

restverdi og avskrivningstid. Disse beregningene viser at konkurranseevnen til kjøretøy med høyere investeringskostnader enn diesellastebiler og lavere energikostnader er følsomme for årlig kjørelengde. Kortere kjørelengder reduseres konkurranseevnen, lengre kjørelengder bedrer den. Risikoen knyttet til usikker restverdi kan kompenseres ved å ha et lenger tidsperspektiv på investering i ny teknologi og ved at det offentlige tilbyr ulike former for støtte til tidligbrukerne av ny lastebilteknologi.

Brukererfaringer fra de første serieproduserte el-lastebilene

TØI har tidligere intervjuet noen av de første norske brukerne av batterielektriske lastebiler for å samle reelle brukererfaringer. Den gangen var batterielektriske lastebiler ombygd fra diesel- til elektrisk drivlinje av uavhengige ombyggere, men fra sommeren 2020 har de første serieproduserte batterielektriske lastebilene levert av de store lastebilprodusentene kommet til Norge. Selv om innfasingen har skutt fart var det pr august 2021 fortsatt bare 74 norskregistrerte batterielektriske lastebiler, hovedsakelig hos større markedsaktører og hovedsakelig med bruk i Stor-Osloområdet.

Til foreliggende arbeid intervjuet vi fem av de første norske bedriftene som opererer serieproduserte batterielektriske lastebiler (tre distributører og to entreprenører), i tillegg til en kjøretøyleverandør og Statens vegvesen. I sum har disse bedriftene 28 serieproduserte el-lastebiler levert fra flere store lastebilprodusenter, både 2- og 3-akslede skapbiler til distribusjon og 3-akslede anleggsbiler basert på distribusjonsbilchassis. Formålet med intervjuene var å få innsikt i relevante erfaringer mht. videre innfasing, bl.a. vedr. innkjøp, lading, bruk vs. dieslbiler, insentiver, utfordringer og hva som skal til for å få til elektrifisering i større skala for å nå NTP-målet om at 50% av nye lastebiler har nullutslipp i 2030.

Bakgrunn for elsatsningen

Tidligbrukere oppgir at satsningen på el-lastebiler i stor grad har vært strategisk og at viktige drivere har vært bedriftenes egne klima- og miljømål i tillegg til engasjerte nøkkelpersoner. For entreprenørene har miljøvektingen i offentlige anbudsutlysninger, spesielt fra Oslo kommune, vært en svært viktig driver. Distributørene erfarer også økende etterspørsel etter grønnere transporter, men at betalingsviljen for dette er begrenset.

Valg av kjøretøyleverandør og merkostnad

Brukernes kjøretøy- og leverandørvalg er i hovedsak basert på tilgjengelighet (valgalternativene har vært få og leveringstiden lang), med en preferanse for kjente leverandører. Pris vektlegges, men fordi investeringene er strategiske har ikke pris vært avgjørende.

Små og større batterielektriske-distribusjonslastebiler oppgis å ha vært hhv 2-2,6 ganger og 3-4,6 ganger dyrere enn tilsvarende diesellastebiler, og batterielektriske anleggsbiler 3-3,5 ganger dyrere. Prisen er noe redusert mellom 1.- og 2.-generasjons serieproduksjon. På grunn av høy investeringskostnad og usikkerhet rundt restverdi bruker bedriftene gjerne lenger avskrivningsperioder for batterielektriske lastebiler enn ved konvensjonelle biler eller planlegger med flere bruksår. Samtlige bedrifter mottok ENOVA-tilskudd til deler av merkostnaden ved investering (vs. tilsvarende dieselbil), noe som oppgis å være svært viktig, samtidig som det har vært flere utfordringer på grunn av ENOVAs krav og utformingen av tilskuddordningen.

Bruksmønster for batterielektrisk versus diesellastebil

Både distributører og entreprenørene har gjort endringer i sine driftsopplegg ved innfasing av de batterielektriske lastebilene. I noen tilfeller var det tilstrekkelig med relativt små endringer, mens i andre tilfeller ble større deler av driften lagt om, selv om ikke alle endringer ville vært strengt nødvendig for å få et fungerende opplegg med batterielektriske biler. For distributører brukes de batterielektriske lastebilene i hovedsak til bydistribusjon og nærmer seg en-til-en-erstatninger av dieslbiler, særlig etter etablering av hurtiglading på depoter slik at antall skift og årlig kjørelengde kan økes.

Bruksfleksibiliteten er noe begrenset ved at bilene foreløpig ikke kan brukes på lengre ruter og at det foreløpig ikke er mulighet for tilhenger. Bergen oppgis å ha mer krevende topografi og geografisk omland slik at det er lenger fram til fullelektrisk bydistribusjon enn i Oslo der det er opprettet egne cityterminaler som den elektriske distribusjonen organiseres fra.

For anleggsbiler varierer bruksmønsteret for konvensjonelle biler i utgangspunktet mye og det er vanskelig med direkte sammenlikninger. De batterielektriske anleggsbilene brukes hovedsakelig for lettere anleggsarbeid på dagtid i indre by i Oslo og mellom anleggsplasser og massedepotier i Oslo. Bruksmønsteret er noe tilpasset ved økt bruk av lokale depotier fordi dette passer godt til Oslo kommunens innkjøpsreform.

Erfaringer fra bruk

Generelt oppgis energiforbruket til batterielektriske lastebiler å være lavt, noe som gir store energi- og kostnadsbesparelser. Både strømforbruk og rekkevidde kan variere mye avhengig av forskjellige faktorer, selv om reduksjon i rekkevidde vinterstid stort sett har vært begrenset. I praksis ligger batterielektriske lastebilers rekkevidde noe i underkant av, men nærmere oppgitt rekkevidde enn det som noen av bedriftene erfarer ved batterielektriske varebiler. Nyere generasjoner batterielektriske lastebiler skal i tillegg ha en merkbart effektivitetsforbedring som påvirker rekkevidden positivt. Unntatt enkelttilfeller har bedriftene i liten grad opplevd større tekniske problemer, selv om erfaringer med opplæring, service og vedlikehold, og prisingen av dette, er blandet. Sjåførene er generelt fornøyde med bilenes ytelser og oppgir at arbeidsmiljøet har blitt bedre.

At batterivekten reduserer bilenes lastekapasitet oppleves i praksis ikke som noe stort problem fordi kapasitetsbegrensninger vanligvis settes av volum for distribusjon, mens anleggsvirksomhet i indre by er tidkrevende slik at anleggsbilene gjerne kjører før de er helt fulle. Batteriplasseringen kan imidlertid gi utfordringer med akselbelastning og være plassmessig utfordrende på 3-akslede trekkvogner.

Lading

Distributører har hovedsakelig startet med depotlading nattetid, men ønsker også å kunne ta i bruk mer hurtiglading på dagtid, selv om konkrete ladestrategier varierer. Anleggsbedriftene bruker også natlading, i tillegg til ulike hurtigladeløsninger på dagtid. Mens infrastruktur for depotlading er relativt billig og strømkostnader lave, er hurtigladeinfrastruktur dyr. Det oppgis som en stor barriere at ENOVA-tilskudd bare gis til ladere som gjør offentlig tilgjengelige, ikke minst fordi etablering av hurtiglader kan kreve ytterlige kostbare investeringer som bl.a. nettoppgradering. Ekstern hurtiglading anses imidlertid som dyrt og medfører kostnader til ladetid, omveier, ladekøer mm. Investeringer i batterielektriske

kjøretøy og tilgjengelighet av ladeløsninger oppgis derfor som et «høne-egg-problem» og at infrastrukturbyggingen går for tregt. Dette fordi lønnsomhet av investeringene er betinget av hvor optimalt kjøretøyet kan brukes.

Insentiver og rammebetingelser

Brukere påpeker viktigheten av stabile, forutsigbare og langsiktige rammebetingelser. Foreløpig anses tilskudd til batterielektriske kjøretøy som svært viktig for at nullutslipps-investeringer kan vurderes, mens for ladeinfrastruktur etterlyses mye bedre ordninger. Spesielt bemerkes det at opprettholdelse av bompengefordeler er kritisk for at batterielektriske biler kan konkurrere med annen teknologi. En introduksjon av bompengefordeler også for biogassbiler kan medføre en overgang til disse på bekostning av batterielektriske løsninger.

Andre (eksisterende eller potensielle) insentiver er tilgang til kollektivfelt, null-/lavutslipps-soner, lavstøysoner og egne laste-losseplasser for nullutslippsbiler. Slike insentiver gir mer (tids)-effektiv bruk og øker konkurransekraften til nullutslippsbiler. Samtidig er det diskusjon om hvorvidt hybrid-lastebiler eller biogassbiler bør få noen av disse fordelene.

Elektrifiseringspotensial og andre framdriftsteknologier

Distributører er rimelig positive vedrørende elektrifiseringspotensialet for deres flåte. En stor del av lokaltransportene kan allerede utføres med batterielektriske lastebiler og hurtiglading. Relativt små forbedringer i rekkevidde vil muliggjøre batterielektrisk drift også for store deler av de regionale transportene. I tillegg til rekkeviddebegrensninger er det barrierer knyttet til manglende tilgjengelighet av varebiler og lastebiler i noen klasser, mangel på firehjulstrekk og hengerfeste, og at noen modeller ikke støtter hurtiglading. Anleggsbedriftene oppgir behov for økt rekkevidde, flere aksler og mulighet for å bruke tilhenger for at flere massedepotier skal kunne nås. På generelt grunnlag bemerker kjøretøyleverandøren at utviklingen går raskt og at større teknologiforbedringer er ventet framover. Det kan også forventes at kostnadene kan reduseres betydelig etter hvert som de største utviklingskostnadene blir nedbetalt.

Av andre teknologier virker flytende biogass å ha størst potensial, relativt til batterielektrisk drift på tunge lastebiler. For bybruk konkurrerer biogass mot batteri-elektrisk framdrift. Ettersom batterielektriske løsninger blir billigere kan biogass gradvis skvises ut av byene, mens flytende biogass kan finne anvendelser innenfor tungtransport over lange avstander. Biodiesel har blitt mindre konkurransedyktig etter at det ble ilagt veibruksavgift slik at eiere av dieselskjøretøy går tilbake til dieseldrift. Dette viser et dilemma ved biodrivstoff. Store utslippsreduksjoner kan bli nullet ut raskt når rammebetingelsene endres. Hydrogen anses ikke som reelt alternativ av de intervjuede lastebiloperatørene på kort til mellomlang sikt.

Hurdalsplattformen har et økt fokus på biobasert drivstoff og det tas sikte på avgiftsreduksjoner for å stimulere til økt bruk av norskprodusert biodrivstoff. Det er usikkert hva den endelige politikken blir, da regjeringen ikke har flertall i Stortinget bak seg. EU reviderer nå direktivet om infrastruktur for alternative drivstoff og har foreslått en sterkere regulering med klarere mål for fyll- og ladestasjoner. Den endelige reguleringen vil sannsynligvis ikke være klar før i 2022.

Summary

Green Trucking?

Technology status, costs, user experiences

TØI Report 1855/2021

Authors: Daniel Ruben Pinchasik, Erik Figenbaum, Inger Beate Hovi, Astrid Helene Amundsen

Oslo 2021 96 pages Norwegian

The EU's CO₂ requirements for vehicles drive the rapid technological development in zero-emission vehicles of all types and have created a growing market. This has come the furthest for battery-electric passenger cars, followed by vans and city buses. Towards 2025, trucks will follow. Costs will be reduced and in 2025, battery-electric trucks will be the cheapest alternative to diesel, and will probably be favoured by the users where it is practically possible to use them, especially in cities. The first user experiences with the latest generation of series-produced battery-electric trucks are positive. At longer distances, both hydrogen, liquid biogas and biodiesel can be alternatives.

Market and technology status

The most important driver for the technological development of vans, trucks and buses are EU requirements and directives related to the reduction of CO₂ emissions from new vehicles for 2025 and 2030, and requirements for the environmental performance of buses and other vehicles purchased by the public sector. These legal requirements have led to major investments in the development and industrialization of battery-electric vehicles for commercial transport. Hydrogen vehicles lag behind in this development process, but an increasing number of manufacturers work on solutions ready for the market towards 2030.

Vans

All van models supplied by traditional manufacturers are now also available in battery-electric versions. In addition, electric vans from Chinese manufacturers are sold on the Norwegian market. This may lead to the range of electric vehicle models becoming wider than diesel models in the van segment. Newly launched battery-electric vans are available in similar configurations as diesel models. The vast majority of small and medium-sized vans also now have tow-bars, although in some cases with a lower maximum weight allowance than diesel models. Except for the largest vans, driving ranges up to 200 km are available, also when used in winter. Further, fast charging technology has been established, and vans can use the same fast chargers as passenger cars.

One manufacturer is developing and offers a hydrogen-based range extender for its battery-electric vans, while another may soon supply a rechargeable hybrid hydrogen van model.

City buses

For city buses, extensive technical developments have taken place and battery-electric solutions are now available from several manufacturers and in all size classes, function classes (Class I and Class II), and different combinations of battery and charging solutions. Buses with large batteries intended for depot charging, buses with small batteries for flash charging with pantographs at stops, and intermediate solutions with buses with medium-sized batteries that can be charged with a pantograph in different locations. This enables adaptation to a variety of local routes in Norwegian cities. Bus manufacturers offer consulting services for dimensioning of both buses and charging systems. Technically, there are few challenges associated with electrification of buses, but route adaptations may be required in order to allow sufficient charging during daytime, especially in winter. A particular challenge for city buses is the amount of energy needed for heating the passenger area in winter, combined with frequent door opening at stops. As for vans, there will soon be a wider range of electric buses available on the market because several Chinese manufacturers sell battery-electric buses in Europe, but no diesel buses.

VDL is developing and will start production of a completely new bus type from 2021, with batteries placed in the buses' floor and with lower energy consumption for heating than other buses. A number of hydrogen buses have been developed and tested in various cities in Europe and several manufacturers can also supply such buses to the market. The ongoing rapid development of battery-electric city buses implies that hydrogen technology will likely be most relevant in other use segments, such as regional buses.

Trucks for local and regional distribution transport

All of the major established truck manufacturers are bringing series-produced battery-electric trucks to market in 2021-2022. So far, this has first and foremost been in the 16-27t truck segment and with batteries of 165-400 kWh. These first series-produced trucks are optimized for urban and regional distribution, waste management and construction activities and have driving ranges of between 100-300 km, depending on load, season, driving conditions etc. From 2022, trucks over 27t with batteries of 400-540 kWh will also be available. Manufacturers report that payloads will be the same as for similar diesel models, but in some cases the payload may be somewhat reduced, a factor which most operators do not consider critical.

Several Chinese vehicle manufacturers are rapidly entering the Norwegian passenger car market and are already present in the van and bus markets. It is therefore likely that more battery-electric trucks will become available in the Norwegian market by 2025 and 2030, while also established manufacturers will have to launch electric trucks to meet the EU's CO₂ requirements. Market availability of electric trucks in the market is therefore expected to increase rapidly towards 2025.

Trucks for long-haul transport

Also for long-haul transport, electric trucks are under development. Tesla is working on a battery-electric semi-trailer which they claim will have a range of 475-800 km (Tesla Norway 2019), while Nikola is working on both hydrogen and battery-electric long-haul trucks and has entered into a collaboration with heavy truck manufacturer Iveco (Iveco 2019). Traditional manufacturers are also developing heavy electric trucks and

commercializing these to meet the 2025 and 2030 requirements of the EU directive on truck CO₂ emissions.

Volvo, Scania, Mercedes and DAF also have such trucks under development and for sale (deliveries from 2022). Mercedes and Volvo will start series production of heavy trucks in 2021/2022. Volvo will deliver trucks with up to 44t total weight, batteries of 540 kWh and a real range of 300 km even under demanding driving conditions.

VanHool has developed and put into production a long-distance bus with a 676 kWh battery and range of over 300 km. This bus illustrates that there is a potential for electrification of trucks used on longer distances even given today's technology. Iveco and Nikola's electric truck will have batteries of more than 700 kWh.

Technological development

Electric and hydrogen truck technology are under rapid development. Trucks are used more intensively than passenger cars and vans, run longer and with heavier average loads. Development of robust batteries and fuel cells is therefore essential if these are to last throughout the truck's technical lifetime. Using batteries or fuel cells developed for passenger cars that only need approx. 5,000 hours of service life is not necessarily sufficient for trucks that are operated 10,000-20,000 hours in their lifetime. This entails that batteries and fuel cells for trucks can be somewhat more expensive than for passenger cars and that market development will be slower. Simultaneously, there are also indications that batteries for passenger cars and trucks can become very similar, with reports of strongly improved life times for passenger car batteries and record low costs for electric bus batteries. When passenger car batteries are used in heavy duty vehicles, costs per kWh can nevertheless be higher, because somewhat more of the battery capacity in trucks (vs. passenger cars) is reserved to yield a guaranteed mileage or remaining range for a fully charged battery up to a given year (for passenger cars and vans this is usually until the 8th year).

Hydrogen truck adoption is expected to take place in a somewhat longer run, with most manufacturers suggesting market introduction towards the late 2020s. Hyundai has a hydrogen truck in production, but in very limited volumes, and does not envisage large-scale production until after 2025. In the next few years, hydrogen trucks can be used for demonstration projects, so that real user experiences can also be established for this technology.

Biodiesel and biogas

Vehicles

Many heavy duty vehicles are constructed such that biodiesel can be used in the same drivetrain as regular diesel, but biogas and natural gas require dedicated drivetrains. Gas vehicles are in series production and are available in most vehicle segments, but for the time being there is only a limited number of gas vehicles in Norway. By the end of 2020, around 800 buses, 500 vans and 500 lorries were running on gas in Norway. This constitutes only 5 percent of the bus and 0.5 percent of the Norwegian truck fleet respectively. The number of vehicles using liquid biogas (LBG) is currently limited. Around 50 Norwegian trucks are adapted for LBG use, but the supply of this type of vehicle is increasing. LBG vehicles have longer driving ranges than compressed gas (CBG) vehicles,

and are therefore better suited for long-distance transport. CBG vehicles, with their more limited driving range, are therefore more in competition with battery-electric trucks for local and regional use.

Except for long-distance transport, where the largest gas engine on the market is somewhat smaller than engines typically used in diesel vehicles, the performance for gas vehicles is nearly similar to diesel vehicles. At the same time, end users report a real additional fuel consumption of 5-20%. Tractor units stand out as a particularly suitable segment for biogas because battery-electric operation is currently unsuitable for this segment, while hydrogen operation is expensive and immature.

Filling stations in Norway

Most Norwegian filling stations offering 100% liquid biofuels are located close to main transport routes. In addition, companies such as Posten/Bring and ASKO have their own filling stations. For biogas, Norway counts just over 30 filling stations in 2021. The majority of these allow filling of compressed biogas, while liquid biogas is currently only available at four stations. Construction of several additional filling stations has been announced, and also the EUs AFI Directive (Directive 2014/94/EU on the deployment of alternative fuels infrastructure) and assessments made in the Klimakur 2030 report indicate that construction of additional filling stations is needed.

Production and use of biogas and biodiesel

Today, the most important market for the use of biogas as a fuel in Norway, is the bus market. Norway's production of biogas, and biogas upgraded to fuel quality, is relatively limited compared to e.g. Sweden and Denmark. This applies especially to liquid biogas. For the short term, there are several concrete plans for developing LBG production capacity, and a production potential identified for 2030 entails biogas production of approximately four times the 2018 level. Today, the most commonly used raw materials for biogas production are food waste and sewage sludge, which are also the cheapest inputs. By also utilizing other raw materials, the production potential, but also production costs, can increase. Furthermore, both shipping and storage of LBG are cost-driving. Barriers associated with increased production of fuel-quality biogas in Norway, uncertain access to raw materials and lack of a market for cost-driving bio-residue are other potential barriers to increased adoption.

Current turnover requirements (requiring a certain percentage of fuels sold to be bio-based) and requirements for increased shares of advanced biofuels entail a much greater need for biofuels, and several firms have announced plans for constructing biofuel production facilities based on timber as raw material.

Challenges and opportunities for the use of biofuels

Biogas sold in Norway is currently not subject to the EUs sustainability criteria, but this is something that has to be considered if biogas is to be included in turnover requirements or similar schemes. Other challenges are that the number of filling stations for biogas and pure biodiesel are limited, that the fuels are more costly and that biogas vehicles are more expensive than diesel trucks. In addition, framework conditions and objectives are unclear

on several points, in addition to practical barriers. Further, the availability of biogas and advanced biodiesel is more limited in some periods than others.

From July 2020, Norway introduced levies on all liquid biofuels that can be used in petrol and diesel engines. This has made liquid biofuels a less attractive alternative. Another factor potentially reducing biofuel attractiveness is uncertainty about whether liquid biofuels or biogas can be used towards meeting EU requirements for emission reductions from heavy-duty vehicles for 2025 and 2030.

It is likely that Norwegian guidelines for public procurement soon will recommend advantageous treatment of zero-emission and biogas solutions, but not of biodiesel and bioethanol solutions, which are considered sufficiently regulated through turnover requirements.

Transport costs for different propulsion technologies

Trucks

Total ownership costs calculated for different propulsion technologies presented in this report are based on a three-axle truck and for each of the years 2020, 2025 and 2030. Costs are standardized with a diesel truck as the reference (= 100) in each of the years.

Table S.1. Total costs of ownership for 2020, 2025 and 2030, relative to a truck with internal combustion energy running on diesel. Based on three-axled truck (27t max. allowed total weight).

	2020	2025	2030
Diesel	100	100	100
FAME (advanced, UCOME)	105	107	110
HVO (advanced, type A)	112	115	117
BEV	134	103	91
FCEV	186	148	121
Biogas, liquid (LBG)	118	116	114
Biogas, compressed (CBG)	112	110	109
Hybrid (HEV)	112	113	112
Hybrid, plug-in (PHEV)	114	113	112

Today, total costs of ownership when using FAME or HVO are higher than under diesel operation, and cost differences are expected to increase into the future. This is driven by (relative) price forecasts for these fuels and current Norwegian tax policy. Biogas also yields higher costs of ownership than diesel operation due to somewhat higher energy and capital costs. In the longer run, biogas operation is expected to become somewhat more competitive due to reduced vehicle prices and potentially better residual values/a larger second-hand market. Battery electric propulsion will by 2025 be the cheapest alternative to diesel and by 2030 the cheapest option overall. This may have implications on the willingness to invest in the other alternatives. The table however shows that battery-electric operation today is clearly more expensive than diesel operation, even with an ENOVA subsidy covering 40% of the difference in vehicle investment costs.

Savings on amongst others energy costs and road toll expenses for battery-electric operation are currently not enough to recover higher capital costs. The costs of a battery-electric truck are expected to decrease in the future, but will still not be fully cost competitive versus diesel in 2025, even including the ENOVA subsidy. From 2030, the battery-electric alternative is expected to be the cheapest solution if the ENOVA subsidy is unchanged. However, these calculations are subject to large uncertainties. This applies

particularly to investment costs for electric vehicles, which are high initially because manufacturers have had high development costs. The hydrogen-electric alternative (FCEV) is estimated to currently have ownership costs about twice as high as diesel vehicles (including ENOVA subsidy) and approx. 50% and 20% higher ownership costs in 2025 and 2030, respectively, although calculations for hydrogen-electric vehicles are particularly uncertain. The hybrid-electric alternatives also have higher ownership costs compared to diesel vehicles, as savings on fuel costs are insufficient to recover their higher investment costs.

Because the total costs of ownership in our calculations depend on the assumptions used, we also calculated cost effects of changing assumptions on annual mileage, residual values and depreciation period respectively. These calculations indicate that the competitiveness of vehicles with higher investment costs but lower energy costs than diesel trucks are sensitive to annual mileage. Shorter mileages reduce competitiveness, while longer mileages improve competitiveness. Risks associated with uncertain residual values can be compensated by longer time perspectives on investing in new technology and by the public sector offering various forms of support to the early users of new truck technology.

User experiences from the first series-produced battery-electric trucks

TØI previously interviewed some of the first Norwegian users of battery-electric trucks to collect real-world user experiences. At that time, battery-electric trucks were generally all rebuilt from diesel to electric drivetrain by independent converters, but from the summer of 2020, the first series-produced battery-electric trucks from major truck manufacturers have started arriving in Norway. Although this has given a boost to their adoption, there were still only 74 Norwegian-registered battery-electric trucks as of August 2021, mainly used by major actors and in the Greater Oslo area.

For the present work, we interviewed five of the first Norwegian firms that operate series-produced battery-electric trucks (three distributors and two contractors), in addition to a vehicle supplier and the Norwegian Public Roads Administration. In total, the firms operate 28 series-produced battery-electric trucks from several large truck manufacturers, both 2- and 3-axled distribution trucks and 3-axled construction trucks with a distribution truck chassis. The objective of the interviews was to gain insights into relevant experiences regarding further vehicle adoption, e.g. regarding purchasing, charging, use vs. diesel vehicles, incentives, challenges, and what would be necessary to achieve larger scale electrification to achieve the National Public Transport Plan's target of 50% of new trucks being zero-emission by 2030.

Drivers behind choosing battery-electric trucks

Early users state that investments in battery-electric trucks have largely been strategic and important drivers have been the firms' own climate and environmental objectives, in addition to passionate key staff. For construction firms, the environmental weighting in public tenders, especially from the City of Oslo, has been a very important driver. Distributors report increasing demand for greener transports, but with limited willingness to pay by customers.

Choice of vehicle manufacturer and investment cost premium vs. diesel

The firms' choice of vehicle model and supplier was largely steered by availability (with choice alternatives until recently being few and delivery times long), with a preference for well-known suppliers. Price was considered, but not a decisive factor due to investments being largely strategic.

Small and larger battery-electric distribution trucks are stated to have been 2-2.6 times and 3-4.6 times more expensive than similar diesel trucks, and battery-electric construction vehicles 3-3.5 times more expensive, respectively. Prices have gone down somewhat between 1st and 2nd generation series-production. Due to high investment costs and uncertainty about residual values, the firms interviewed often employ longer depreciation periods for battery-electric trucks than conventional vehicles or plan to use them longer. All firms received ENOVA subsidies for part of the additional investment costs (vs. a similar diesel vehicle). This is stated to be very important, even though there have been several challenges due to ENOVA's requirements and the design of the grant scheme.

Use patterns for battery-electric vs. diesel trucks

Both distributors and contractors made operational adjustments for the phase-in of their battery-electric trucks. In some cases, relatively small changes were sufficient, while in other cases, larger parts of operations were reorganized, although not all changes would strictly speaking have been necessary. Distributors mainly use their battery-electric trucks for urban distribution. Here, the battery-electric trucks approach one-on-one replacements of diesel vehicles, especially after the establishment of fast charging at depots, which allows an increase in the number of shifts and attainable annual mileages.

Use flexibility is somewhat limited due to the inability to drive with trailer and on longer routes. Bergen is stated to have more demanding topography and geographical surroundings, so that achieving fully electric city distribution will take longer than in Oslo, where separate city terminals have been established from which electric distribution transports are organized.

For construction trucks, usage patterns for diesel vehicles varies much, making direct comparisons difficult. The battery-electric construction vehicles are mainly used for light construction work during the day in the inner city of Oslo and between construction sites and disposal sites in Oslo. Usage patterns have been somewhat adapted to increased use of local disposal sites because this fits well with the procurement policies of the municipality of Oslo.

Experiences from use

Generally, energy consumption of the battery-electric trucks is reported to be low, yielding large energy and potentially also cost savings. Both energy consumption and driving range can vary much, depending on various factors, although wintertime reductions in driving range have generally been limited. In practice, the range of battery-electric trucks lies somewhat below the manufacturer-specified range, but much closer than some of the firms previously experienced with battery-electric vans. Newer generations of battery-electric trucks have also shown noticeable efficiency improvements and better driving ranges. Other than some individual cases, the firms have not experienced major technical problems, although experiences with training, service and maintenance, and the pricing of

this, are mixed. Drivers are generally satisfied with the vehicles' performance and report an improved working environment.

Even though the weight of batteries negatively affects the vehicles' payload, this is not considered a major problem in practice because capacity limitations for distribution transport are usually set by volume, while construction activities in the inner city are time-consuming, so that construction trucks often drive before they are filled up to capacity. However, the placement of batteries can yield challenges with regard to axle load, space/placement on 3-axled vehicles and uneven construction site grounds.

Charging

The distributors mainly started with nighttime depot charging, but also want to be able to use more fast charging during daytime, although concrete charging strategies differ. The construction firms also use nighttime charging, in addition to several fast charging solutions during the day. While depot charging infrastructure is relatively inexpensive and electricity costs are low, fast charger infrastructure is expensive. A major barrier reported by all firms is that ENOVA subsidies are only given to chargers that are made publicly available. In addition, the establishment of fast chargers may require additional costly investments such as grid upgrades. External fast charging, however, is considered expensive and entails costs for charging time, detours, waiting in queues, etc. Investments in battery-electric vehicles and the availability of charging solutions are therefore described as a "chicken-and-egg-problem", because the competitiveness and profitability of the vehicle depends on how optimally the vehicle can be used. In this regard, it is pointed out that infrastructure construction is going too slowly.

Incentives and framework conditions

All firms point out the importance of stable, predictable and long-term framework conditions. For the time being, subsidies for battery-electric vehicles are considered very important for investments in zero-emission vehicles to be considered, while much better schemes for charging infrastructure are called for. In particular, it is noted that maintaining road toll advantages is critical for battery-electric vehicles to compete with other technologies. Further feedback suggests that should road toll advantages also be introduced for biogas vehicles, this could lead to a transition to these at the expense of battery-electric solutions.

Other (existing or potential) incentives brought up by the firms are access to public transport lanes, zero/low emission zones, low noise zones and dedicated loading/unloading zones for zero emission vehicles. Such incentives allow more (time) efficient use and improve the competitiveness of zero-emission vehicles. At the same time, it can be discussed whether hybrid trucks or biogas vehicles should receive any of these advantages.

Electrification potential and other propulsion technologies

Distributors are generally positive about the potential for electrifying their fleets. Much of local distribution can already be carried out with battery-electric trucks and fast charging and relatively small driving range improvements will enable battery-electric operation also

for large shares of their regional transports. In addition to range restrictions, there are barriers associated with the (lacking) availability of vans and trucks in some vehicle classes, lack of four-wheel-drive and tow-bar, and some vehicle models not supporting fast charging. The construction firms report a need for improved driving ranges, vehicles with more than 3 axles and for vehicles with tow-bar, so that more disposal sites become practically reachable. On a general note, the vehicle manufacturer states that developments are moving quickly and that larger technological developments are expected in the future. It is also expected that costs can become significantly lower once much of the large development costs has been recovered.

Of other technologies, liquid biogas is considered the most promising alternative to battery-electric operation on heavy trucks. For urban use cases, biogas is competing with battery-electric propulsion. As battery-electric solutions becomes a cheaper option, biogas can gradually be squeezed out of urban areas, while liquid biogas can have applications in long-distance heavy transport. Biodiesel has become less competitive after a Norwegian levy was introduced, so that owners of diesel vehicles have started returning to (fossil) diesel operation. This illustrates a dilemma, where large emission reductions (due to the use of biofuels) can be zeroed out quickly when framework conditions change. Hydrogen is not considered a realistic alternative by the interviewed truck operators in the short to medium term.

Hurdalsplattformen (the new Norwegian Governments political platform) puts an increased focus on biobased fuels and targets tax reductions to stimulate increased use of Norwegian made biofuels. It is uncertain what the final policy will be as the Government does not have the majority in the Parliament behind it. The EU is currently revising the Alternative Fuels Infrastructure Directive and has proposed a stronger regulation with clearer targets for refueling and charging stations. The final ruling will likely not be ready until 2022.

1 Bakgrunn og problemstilling

For at transportsektoren skal oppnå kravene om utslippsreduksjoner fram mot 2030, må det skje en stor omlegging til lav- og nullutslippsløsninger. Mens utrulling av elektriske personbiler har god fremdrift, er den landbaserte næringstransporten i startgropa. Situasjonen i dag er at sektoren ikke har gode nok løsninger eller virkemidler for at grønn omstilling skal skyte fart. For å oppnå en bredere mobilisering og kunnskapsdeling på tvers av bransjene, samt en mer systematisk dialog med myndighetene om utvikling av løsninger, har NHO etablert og startet opp [Grønt landtransportprogram](#) etter mønster av [Grønt skipsfartprogram](#). Den landbaserte næringstransporten kjennetegnes av et stort antall mobile enheter og spredt eierskap. Grønt landtransportprogram har derfor mobilisert bransjeforeningene og ca. 25 organisasjoner har til nå signert medlemsavtale.

I denne forbindelse kontaktet sekretariatet for Grønt landtransportprogram (heretter omtalt som oppdragsgiver) TØI og ba om en kunnskapssammenstilling som viser teknologistatus for de ulike delene av landtransporten som inngår i programmet. Oppdragsgiver ønsket en samlet og oppdatert fremstilling av teknologistatus for lav- og nullutslippsløsninger innen de ulike segmentene av landbasert næringstransport, samt på tilgang til energibærere som bio, el og hydrogen i form av distribusjon og lade-/fylleinfrastruktur.

Arbeidet i denne rapporten har bygget videre på tre rapporter som er publisert av TØI de siste par årene. To av rapportene er utgitt som TØI-rapporter, mens den tredje er utført i samarbeid med Menon og DNV GL, der TØI var ansvarlig for analysen for lastebiltransport:

1. [360 graders analyse av potensialet for nullutslippskjøretøy - Transportøkonomisk institutt \(toi.no\)](#)
2. [Erfaringer fra tidlige brukere av nullutslippsløsninger for tunge kjøretøy i Norge - Transportøkonomisk institutt \(toi.no\)](#)
3. [2019-78-Klimatiltak-innen-godstransport.pdf \(menon.no\)](#)

I tillegg har studien tatt utgangspunkt i andre offentlige dokument og informasjon som er tilgjengelig på internett.

Følgende punkter søkes besvart:

- Status for tilgjengelige gass-, el- og hydrogen-varebiler og -lastebiler (faktorer som totalvekt/aksler, batteristørrelse, rekkevidde). Forventet utvikling og markedsintroduksjon framover.
- Status for ladeinfrastruktur (teknologi, kostnader)
- Status for fyllestasjoner for biogass og hydrogen (utbredelse, kostnader for drivstoff)
- Tilgang til energibærere som biogass, el og hydrogen og lade-/fylleinfrastruktur
- Overordnet kostnadsanalyse som viser total cost of ownership for ulike fremdriftsteknologier og forutsetninger om f. eks. avgift på drivstoff.
- Erfaring fra bruk av de første serieproduserte el-lastebilene
- Erfaring fra bruk av ladeinfrastruktur
- Barrierer og insentiver for innfasing av nullutslippsløsninger

I denne rapporten er det også inkludert et kapittel om brukererfaringer med serieproduserte batterielektriske lastebiler. Dette arbeidet ble utført i MoZEES (Mobility Zero Emission Energy Solutions) som er et Forskningscenter for miljøvennlig energi (FME) med 7 forskningspartnere og 33 brukerpartnere. Disse intervjuene har også blitt brukt i arbeidet med å etablere kostnadskurver for batterielektriske lastebiler.

Rapporten er strukturert som følger: I kapittel 2 gis en gjennomgang av markeds- og teknologistatus for nullutslippskjøretøy samt for ladeinfrastruktur. Kapittel 3 har fokus på biodrivstoff og gir en oversikt over kjøretøy for biogass, fyllestasjoner i Norge, produksjon og bruk av biodiesel og biogass. Kapitlet oppsummerer kunnskap innhentet fra tidligere offentlige utredninger. I kapittel 4 presenteres en beregningsmodell for totale eierskapskostnader for ulike fremdriftsteknologier og en analyse av hvordan endringer i forutsetningene slår ut på kostnadene. I kapittel 5 har vi oppsummert brukererfaringer fra de første brukerne av serieproduserte elektriske lastebiler i Norge, mens i kapittel 6 gis det en konklusjon og diskusjon.

2 Markeds- og teknologistatus

2.1 Introduksjon

Målet i Nasjonal Transportplan (NTP) er at alle lette varebiler som selges skal være nullutslipp fra 2025¹. Det er det samme målet som for personbiler. Alt salg av tunge varebiler skal være nullutslipp fra 2030. Alle bybusser skal være nullutslipp fra 2025. Fra 2030 skal 50% av lastebilene og 75% av langdistansebussene være nullutslipp.

2.2 Status bilparken

Tabell 2.1. viser sammensetningen av bilparken i Norge ved utgangen av 2020.

Tabell 2.1: Sammensetning av kjøretøyparken i Norge per 31.12.2020 (gass per 31.03.2020). Kilde: Statens vegvesen, utskrift fra kjøretøyregisteret.

Kjøretøygruppe	Bensin Diesel Annet	Batteri elektrisk	Ladbar hybrid	Hydro- gen	Gass per 31.03.20	Total antall	Andel batteri elektrisk	Andel ladbar hybrid	Andel hydro- gen	Andel gass
Personbil	2 324 625	339 912	146 124	153		2 810 814	12,1%	5,2%	0,0%	
Kombinerte biler	13 064	0	0	0		13 064	0	0	0	
MC 4 hjul	10 552	1 554	0	0		12 106	12,8%	0	0	
Lette varebiler	237 834	9 006	0	1	484	246 841	3,6%	0	0,0%	0,1%
Tunge varebiler	248 404	743	52	0		249 199	0,3%	0,0%	0	
Lastebiler	60 376	34	2	4	443	60 416	0,1%	0,0%	0,0%	0,5%
Trekkbiler	9 767	3	0	0		9 770	0,0%	0	0	
Bybusser	6 860	403	53	5	806	7 321	5,5%	0,7%	0,1%	5%
Langdistanse- busser	8 045	50	10	0		8 105	0,6%	0,1%		
Motorredskaper	6 288	18	0	0		6306	0,3%	0	0	
Traktorer	298 869	110	0	0		298 979	0,0%	0	0	
Beltebiler	514	0	0	0		514	0	0	0	
Beltemotor-sykler	93 380	8	0	0		93 388	0,0%	0	0	
Moped	153 675	2 686	0	0		156 361	1,7%	0	0	
Lette motorsykler	30 049	127	0	0		30 176	0,4%	0	0	
Tunge motorsykler	165 267	147	0	0		165 414	0,1%	0	0	
Sluttsum	3 667 569	354 801	146 241	163	1733	4 168 774				

¹ Definisjoner: Elbil = Batterielektrisk bil, Hydrogenbil = Brenselcelle-elektrisk bil (FCEV), Nullutslippsbil = Elbil eller hydrogenbil, Lavutslippsbil = Ladbar hybridbil. Lette varebiler:

Batterielektriske varebiler hadde en andel på 3,6% av de lette varebilene og 0,3% av de tunge varebilene i bilparken (totalt er det henholdsvis 246 841 lette og 249 199 tunge varebiler i bilparken²).

Per 31.12.2020 var det 34 batterielektriske lastebiler, 2 ladbare hybridlastebiler, 4 hydrogenlastebiler og 3 batterielektriske trekkvogner registrert i Norge. Det er totalt 70 186 lastebiler, herunder 9 779 trekkbiler i Norge. Blant brukerne er: ASKO (både el-lastebiler og hydrogenlastebiler), Posten, DB Schenker og flere av de store entreprenørene.

Per 31.12.2020 var det 403 batterielektriske, 53 ladbare hybrid og 5 hydrogen bybusser registrert i Norge. Totalt er det 7 321 bybusser i Norge. Med det utgjorde de batterielektriske bussene 5,5% av den totale bussparken og de ladbare hybridbussene 0,7%.

TIDE har tatt i bruk/skal ta i bruk 16 batterielektriske langdistansebusser produsert i Kina. Prosjektet er støttet av Enova (27 millioner) og inkluderer til sammen 14 ladestasjoner³.

Bussene stasjoneres i Stavanger, Bergen, Trondheim, Tromsø og Honningsvåg (alle er Cruise- eller Hurtigruten-destinasjoner). OsloBuss har også tatt i bruk 3 batterielektriske turbusser som blant annet transporterer skolebarn⁴. Boreal skal ta i bruk 36 batterielektriske langdistansebusser ved cruisehavner⁵. Prosjektet er støttet av ENOVA.

I april 2020 var det hhv 484 varebiler, 443 lastebiler og 806 busser som gikk på gass (metan, det vil si biogass eller naturgass) i Norge. Andelen gasskjøretøy i bilflåten er lav i Norge (ca. 0,1% av varebiler, ca. 5% av busser og ca. 0,5% av lastebiler).

2.3 Status bilsalg

Tabell 2.2. viser sammensetningen av nybilsalget i Norge i 2020.

Tabell 2.2: Sammensetningen av nybilsalget i 2020 (data for gass mangler). Kilde: Statens vegvesen, utskrift fra kjøretøyregisteret.

Kjøretøygruppe	Bensin Diesel Annet	Batteri elektrisk	Ladbar hybrid	Hydrogen	Total antall	Andel batterielektrisk	Andel ladbar hybrid	Andel hydrogen
Personbil	39 090	76 735	28 890	15	144 730	53%	20%	0%
Lette varebiler	13 177	2 092			15 269	13,7%	0%	0%
Tunge varebiler	14 261	467	32		14 728	3,2%	0%	0%
Lastebiler	3 512	14		3	3 529	0,4%		0,1%
Trekkbiler	1 093				1 093	0%	0%	0%
Bybusser	763	225			988	22,8%	0%	0%
Langdistansebusser	390	25			415	6%	0%	0%
Motorredskaper	69				69	0%	0%	0%
Traktorer	9816	11			9827	0,1%	0%	0%
Mopeder	2461	937			3398	28%	0%	0%
Lette motorsykler	2475	40			2515	1,6%	0%	0%
Tunge motorsykler	6632	30			6662	0,5%	0%	0%

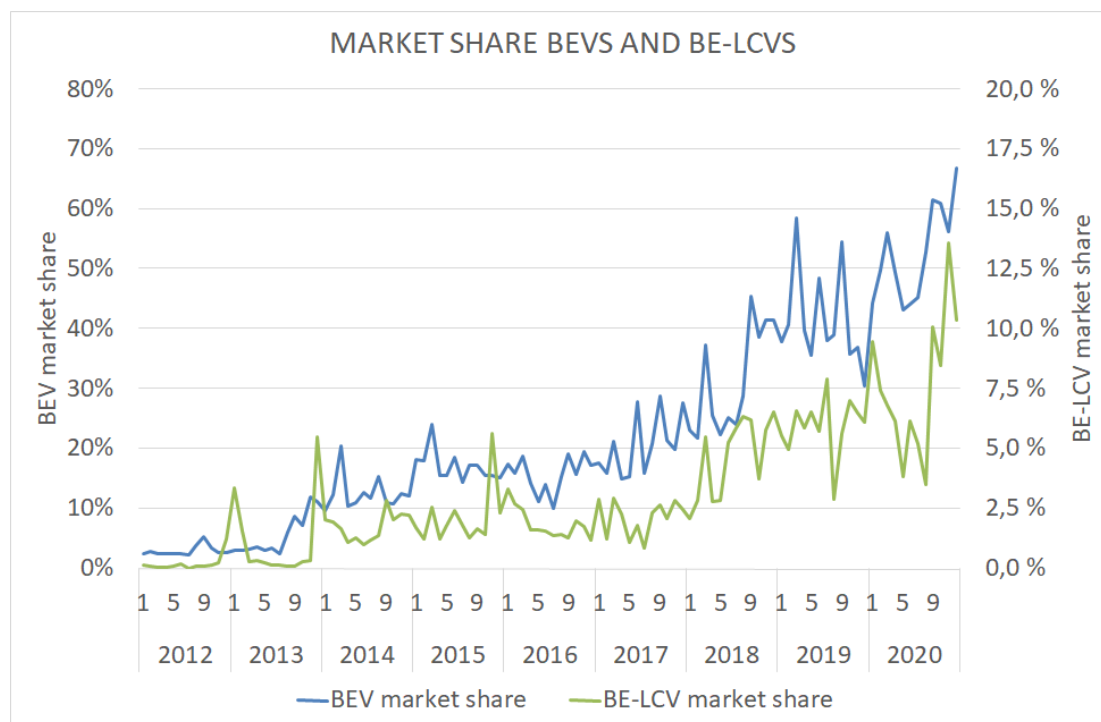
² Lette har referansevekt under 1760 kg (egenvekt+100 kg). Tunge varebiler: Referansevekt>1760 kg og totalvekt<3500 kg

³ <https://www.tide.no/om-tide/presse-og-media/pressemeldinger/tide-ruller-ut-landets-foerste-elektriske-turbusser/>

⁴ <https://www.yrkesbil.no/mobil/artikkel.php?aid=53932>, Et elektrisk skoleeksempel i Oslo | Norsk elbilforening

⁵ [Boreal satser på elektriske turbusser \(yrkesbil.no\)](https://www.yrkesbil.no)

Batterielektriske varebiler utgjorde henholdsvis 13,7% og 3,2 % av salget av nye lette og tunge varebiler i 2020. De batterielektriske varebilene følger utviklingen til personbilmarkedet, men har en markedsandel som er 1/6 til 1/8 del av det el-personbilene har, og ligger med det 5 til 7 år etter personbilmarkedet i markedsandeler (se figur 2.1.). Det er særlig salget av store varebiler som har vært svakt. Dette har tatt seg opp etter at ENOVA lanserte et støtteprogram fra 23. juni 2019 som i tillegg er basert på raske og enkle elektroniske søknader.



Figur 2.1: Sammenligning av salgsandeler for batterielektriske personbiler og varebiler 2012-2020. BEV = elbil, BE-LCV = Batterielektrisk varebil).

2.4 Teknologi og kjøretøy

2.4.1 Varebiler

Bilprodusentenes overordnede strategier er i hovedsak å lage batterielektriske versjoner av alle varebilmodeller som vist i tabell 2.3.. Ford utvikler i tillegg en ladbar hybridvariant av Transit for de som trenger lenger rekkevidde, mens Renault satser på hydrogen-brenselcellerekkeviddeforlenger for de som har dette behovet. De kinesiske produsentene som har kommet inn i det norske markedet etablerer seg som leverandører kun av batterielektriske versjoner. I tabell 2.4. er det en detaljert gjennomgang av varebilenes tekniske egenskaper. I tillegg til modellene i tabell 2.4. finnes det enkelte ombygde personbiler som kan selges som varebiler i Norge.

I og med at kinesiske produsenter kun leverer batterielektriske varebiler vil en få en situasjon i 2022-2023, når alle Europeisk produserte el-varebiler er lansert, at basismodellutvalget for el-varebiler blir større enn for diesel. Antallet konfigurasjoner kan likevel være større for diesel pga. flere motoralternativer og mulighet for 4-hjulsdrift. Batterigarantien for de fleste el-varebiler er 8 år/160 000 km med 70 eller 80% gjenværende kapasitet.

Det er utstrakt samarbeid om modeller internt i konserner og eksternt i varebilsegmentet. Nye Peugeot e-Partner, Citroën e-Berlingo, Opel e-Combo, og Toyota Proace City EV er i realiteten samme modell bygget på samme fabrikk men med ulik styling/utstyr osv. Det samme gjelder de litt større varebilene Peugeot e-Expert, Citroën e-Jumpy, Opel Vivaro og Toyota Proace EV.

Tabell 2.3: Kjøretøyprodusenters strategier for elektrifisering av varebilemodeller.

Gruppering, merke	Varebilmerker	Strategi modeller	Strategi volumer
Volkswagen-gruppen	VW, MAN	VW Norge venter på ID.Buzz-modellen som kommer i 2022/23 og tar ikke inn alle el-varebilene som er tilgjengelig i konsernet. De selger eCrafter stor varebil som er basert på e-Golf drivsystemet. Den selges også i MAN versjon (eTGE)	Ukjent
Stellantis-gruppen	Peugeot, Citroën, DS, Opel, Fiat	Vil ha batterielektriske versjoner av alle varebilmodeller i salg fra slutten av 2021. Utvikler en hydrogenbasert rekkeviddeforlenger.	Ukjent
Daimler-gruppen	Mercedes	Mercedes selger e-vito og e-sprinter. Sistnevnte kommer i ny versjon i 2021, og e-Citan lanseres i (2021).	Ukjent
Renault/Nissan	Renault, Nissan, Mitsubishi	Renault: Batterielektrisk versjon av alle varebilmodeller skal være på markedet innen 2022. Har allerede Kangoo Z.E, og Master Z.E i salg. Hydrogenrekkevidde-forlenger opsjon vil tilbys istedenfor veldig store batterier. Har inngått strategisk samarbeid med leverandør av brenselceller. Nissan: Har elversjon -NV200 som kommer i ny versjon i slutten av 2021, uklar strategi for framtiden. Kommer det en rebrandet Renault?	Ukjent
Ford	Ford	Alle bilmodeller skal bli tilgjengelig som BEV eller PHEV, kun BEV for personbiler, BEV og PHEV for alle varebilmodeller fra 2024.	2/3 av varebiler er BEV eller PHEV i 2030
Toyota	Toyota	Batterielektrisk versjon av Proace i 2021. Dette er samme bil som en av Stellantis-gruppens modeller og produseres på samme fabrikk.	Ukjent
Maxus	Maxus	Satser i Norge kun på batterielektriske varebiler men lager også dieseldrevne som selges i Kina.	Ukjent
BYD	BYD	Er et rent elbilmerke i Norge men lager også bensin/diesel personbiler. Varebilene er batterielektriske.	Kun «new energy vehicles» for varebiler, i.e. batterielektriske
Goupil	Goupil	Kun elektriske varebiler og mindre arbeidsbiler	Selger bare elektriske biler

Tabell 2.4: Tekniske og praktiske egenskaper samt pris på el-varebiler 2020. Kilde: Figenbaum m.fl. 2019, og bilimportører og bilprodusenters nettsider og spesifikasjoner.

Modell		Størrelse	Pris Billigst kr	Batteri-kapasitet kWh	Rekkevidde WLTP ¹ km	Vinterrekkevidde ² km	Hurtiglading ³ kW	Normal-lading kW	Nyttelast		Tilhenger	
									Vekt Kg	Volum m ³	Ja/Nei	Vekt kg
Renault	Kangoo Z.E.	Liten	270 000	33	230	140	Nei	7	625	3-4	Ja	374
	Master Z.E.	Stor	Ukjent	33	140	85	Nei	7	975-1128	8-13	Nei	
Nissan	E-NV200	Liten	308 000	40	200	120	50	6,6	742	4,2	Ja	410
VW	e-Crafter 35	Stor	585 000	35,8	115	70	50	2,3-7,2	998	10,7	Nei	
	ABTe ⁴	Middels	Ukjent	37,3	155	90	50		1000	6,7	Ja	
	Ford Transit versjon	Middels	Ukjent	75	350	210	115	11	Inntil 1616	9,5-15	Ukjent	
	IDBuzz Cargo	Middels	Ukjent	Ukjent	Ukjent	Ukjent	Ukjent	Ukjent	Ukjent	Ukjent	Ukjent	
MAN	eTGE	Stor	543 000	35,8	114	70	50	2,3-7,2	998	10,7	Nei	
Peugeot	e-Partner	Liten	Ukjent	50	275	170	100	7,4-11	800	3,8-4,4	ja	750
	e-Expert	Middels	368 000	50	230	140	100	7,4-11	1275	4,6-6,6	Ja	1000
	e-Expert	Middels	420 000	75	330	200	100	7,4-11	1275	4,6-6,6	Ja	1000
	e-Boxer	Stor	Ukjent	70	340	200	50	7-22	Max 1890	11,5-17	ukjent	
	e-Boxer	Stor	Ukjent	37,5	200	120	50	7-22	ukjent	8-10	ukjent	
Citroën	Berlingo	Liten	Ukjent	50	275	170	100	7,4-11	800	3,8-4,4	ja	750
	Jumpy	Middels	380 000	50	230	140	100	7,4-11	1275	4,6-6,1	Ja	1000
	Jumpy	Middels	420 000	75	330	200	100	7,4-11	1275	4,6-6,1	Ja	1000
	Jumper (e-Expert)	Stor	Ukjent	70	340	200	50	7-22	Max 1890	11,5-17	ukjent	
	Jumper (e-Expert)	Stor	Ukjent	37,5	200	120	50	7-22	ukjent	8-10	ukjent	
Opel	Vivaro	Middels	380 000	50	230	140	100	7,4-11	1275	4,6-6,6	Ja	1000
	Vivaro	Middels	420 000	75	330	200	100	7,4-11	1275	4,6-6,6	Ja	1000
	Combo	Liten	Ukjent	50	275	170	100	7,4-11	800	3,8-4,4	ja	750
Fiat	Ducato El	Stor	574 000	47	146	90	50	7-11	1100-1900	10-17	Ukjent	
	Ducato El	Stor	721 000	79	238	140	50	7-11	1100-1900	10-17	Ukjent	
	Doblo El	Liten	Ukjent	Ukjent	Ukjent		Ukjent		Ukjent	Ukjent	Ukjent	
Mercedes	eVito	Middels	534 000	41,4	150	90	Nei	7,4	991-1016	6-6,6	Nei	
	eSprinter ⁴	Middels	Ukjent	41-55	120-150	70-90	80	7,4	Ca. 1000	10,5	Nei	
Maxus	EV80	Middels	530 000	56	135	95	50	ukjent	950	10,2	Ja	
	E-Deliver 9	Middels	550 000	51,5	186	110	50	ukjent	1200	9,7	Ja	750-1500
	E-Deliver 9	Middels	660 000	88,5	296	180	50	ukjent	860	11	Ja	750-1500
	E-Deliver 3	Liten	300 000	35	158	95	45	6,6	860	4,8-6,3	Ja	750-1005
	E-deliver 3	Liten	340 000	52,5	240	140	60	6,6	970	6,3	Ja	750-1005
BYD	T3	Liten	338 000	50,3	310	190	40	7	645	3,5	Nei	
Ford	Transit PHEV	Middels	519 000	13,6	43 (i eldrift)	26	Nei		1130	6	Ukjent	

Modell		Størrelse	Pris Billigst kr	Batteri-kapasitet kWh	Rekkevidde WLTP ¹ km	Vinterrekkevidde ² km	Hurtiglading ³ kW	Normal-lading kW	Nyttelast		Tilhenger	
									Vekt Kg	Volum m ³	Ja/Nei	Vekt kg
	Transit El. (2023 ⁵)	Middels	Ukjent	75	350	210	115	11	Inntil 1616	9,5-15	Ukjent	
Toyota	Proace EV	Middels	404 000	50	219	130	100	7,4-11	1275	4,6-6,6	Ja	1000
	Proace EV	Middels	450 000	75	314	190	100	7,4-11	1275	4,6-6,6	Ja	1000
	Proace City EV	Liten	Ukjent	50	275	170	100	7,4-11	800	3,8-4,4	ja	750
Iveco	Daily El	Stor	838 000	28-85	50-140	35-100	ukjent	11-22	600-1100	7,3-19,6	Nei	
Goupil	G4 Arbeid (50 km/h)	Liten		7-14 (LiB)	Ukjent	Ukjent	Nei	3,6	Ca. 800	2,6	Ja	291

¹Dersom kun NEDC er oppgitt er den i WLTP estimert til å gi 30% lavere rekkevidde og rundet av til nærmeste 5 km. ²Reell vinterrekkevidde antatt 40% redusert, blant annet pga. flere stopp om dagen, men reduksjonen vil variere fra 30-50% avhengig av temperatur og føreforhold. ³Effekt oppgitt er maksimal. Reell gjennomsnittlig effekt vil være betydelig lavere og avhenge av kjøreforhold og temperatur. ⁴Selges ikke i Norge. ⁵<https://europe.autonews.com/automakers/ford-will-build-electric-transit-van-turkey>

Tabell 2.5. oppsummer spennvidden på tekniske og praktiske egenskaper og prisene for varebilene som tilbys i markedet og innenfor tre størrelseskategorier, hhv små, mellomstore og store. Det er noe flytende overganger mellom disse størrelseskategoriene da mellomstore og store el-varebiler kommer i ulike lengder og noen også i flere høyder. Flere leveres med ulike batteristørrelser. Noen kan leveres med plan eller som chassis. Alle varebilene kan hurtiglades med et par unntak. For nyeste generasjon el-varebiler er maks hurtiglading økt fra 50 til 100 kW, men faktisk ladehastighet vil variere avhengig av modell og omgivelsestemperatur. Batterivarming har blitt standard (eller er koblet til kupevarmesystemet) på mange modeller slik at de kombinert med større batterier trolig vil fungere langt bedre om vinteren enn tidligere el-varebilgenerasjoner.

Tabell 2.5: Typiske egenskaper el-varebiler, basert på data i Tabell 2.4.

Egenskap	Små	Mellomstore	Store
Batteristørrelse	33-50	33-88	36-85
Rekkevidde sommer (WLTP) - km	230-275	155-330	115-340
Rekkevidde vinter WLTP*0,6 - km	140-170	90-200	70-200
Depotlading - kW	7-11	7-11	7-22
Hurtiglading - kW	50-100	50-100	50
Nyttelast volum (m ³)	3-6	4,6-15	10-20
Nyttelast vekt (kg)	625-970	975-1200 (1600 fra 2022)	1000-1900
Andel tilhenger mulig	>80% (noen kun 400 kg)	>80%	Ingen per feb. 2021
Tilhengervekt (kg)	750	750-1500	
Nyttelast ift diesel	Samme	Samme	Samme
Teknologi	Fra personbiler	Fra personbiler	Fra personbiler og lastebiler
Utformingsalternativer		Flere lengder og høyder	Flere lengder og høyder
Produsent	Original produsent	Original produsent	Original eller ombygger
Pris (1000 kr)	270-340	370-660	540-840

Flere el-varebiler ligger an til å få rekkevidde på rundt 200 km året rundt (med unntak av de kaldeste delene av Norge), noe som av håndverkere blir sett på som en «grense» der hele varebilflåten vil kunne elektrifiseres⁶. Noen modeller ligger så vidt under denne grensen

⁶ Figenbaum E. (2018). Can Battery Electric Light Commercial Vehicles work for Craftsmen and Service Enterprises? Energy Policy 120 (2018) 58-72. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421518302866>

men vil kunne klare 200 km om vinteren i mildere kystnære strøk. Forholdsvis rask hurtiglading vil kunne bidra til tilstrekkelig vinterrekkevidde i kaldere områder. Nyttelasten er uendret fra dieselsversjonene, og med unntak av de store varebilene kan de aller fleste leveres med tilhengerfeste, noe som er viktig for mange håndverkere⁶. Tilhengervekten kan imidlertid være noe lavere enn for dieselsversjonene.

Varebiler brukes i stor grad av håndverkere og servicebedrifter som transporterer personer og utstyr til ett eller flere arbeidssteder i løpet av dagen, og til lokal distribusjon av varer. De opereres dermed i utgangspunktet som oftest innenfor begrensede geografiske områder, noe som gjør at de egner seg godt for elektrifisering, og med lademulighet i løpet av dagen⁶.

Alt ligger dermed til rette for økt bruk av el-varebiler. To gjenværende barrierer kan være tilgjengelighet av ladeinfrastruktur og mangel på el-varebiler med 4-hjulstrekk. I og med at varebilene bruker batterier på størrelse med de som er i personbilene kan ladeløsninger utviklet for personbillading anvendes, noe som reduserer infrastrukturkostnadene. Bedrifter med mange el-varebiler kan f.eks. bruke samme ladesystemer som settes opp i borettslag og sameier. Enova yter støtte til oppsetting av ladere for el-varebiler som støttes. Det er per 2021 ikke informasjon om når el-varebiler med 4-hjulstrekk kommer på markedet.

Hydrogenvarebiler er ikke på markedet utenom Renault som er utstyrt med en 10 kW hydrogen brenselcelle (5 kW el og 5 kW varme) for el-varebilene Master og Kangoo. Renault har planer om å videreutvikle dette konseptet fremfor å sette inn større batterier^{7 8 9 10}. Trolig vil denne hydrogenteknologien bare finnes for tunge varebiler selv om Renault også har laget en Kangoo-versjon. Stellantis-gruppen jobber også med å lage en ladbar hydrogen-brenselcelle-hybrid for Peugeot-, Citroën- og Opel-varebiler¹¹, som kan gi en rekkevidde totalt på 400 km, hvorav 50 km i batteridrift, og en fylletid for hydrogen på 3 min. Drivsystemet er hentet fra Stellantis sine ladbare hybridpersonbiler, og brenselcellen fungerer som en rekkeviddeforlenger. Stellantis uttaler at 83% av varebilene kjører under 200 km per dag, men det finnes brukersegment med lange daglige kjørelengder som denne løsningen vil passe for.

Hydrogen gir mindre mening i en varebil som i større grad enn personbiler brukes lokalt/regionalt. I og med at batterikostnadene har blitt kraftig redusert senere år, en trend som ser ut til å fortsette, er ekstra-kostnaden med større batterier lav. I tillegg bruker varebiler samme batterier som personbilene slik at produksjonsvolumene blir enda større, noe som gir ytterligere redusert kostnad. Elektrisitet er også mye billigere å kjøre på enn hydrogen. I motsetning til Renault har Stellantis et lite batteri slik at varebilene må kjøre en stor del av tiden med hydrogen. Renault og spesielt Stellantis sitt tilbud vil dermed trolig bare være aktuelt for de som har spesielt store krav til rekkevidde eller tung last. De fokuserer da også henholdsvis på store og medium varebiler.

⁷ [Renault and Plug Power to develop fuel-cell commercial vehicles | Reuters](#)

⁸ [Renault to form JV with U.S. hydrogen specialist Plug Power for fuel cell vans \(autonews.com\)](#)

⁹ [GROUPE RENAULT & PLUG POWER JOIN FORCES TO BECOME LEADER IN HYDROGEN LCV - Newsroom Groupe Renault](#)

¹⁰ [Plug Power \(PLUG\), Renault \(RNO.FP\) Form Venture for Hydrogen Delivery Vans - Bloomberg](#)

¹¹ <https://europe.autonews.com/automakers/peugeot-citroen-opel-launch-hybrid-hydrogen-battery-vans>

2.4.2 Lastebiler

Lastebilmarkedet skiller seg fra varebiler og personbiler ved at bilprodusentene i liten grad leverer komplette kjøretøy. Lastebilprodusenten leverer ett chassis (bil uten påbygg, men med komplett drivsystem), mens ulike påbyggere lager spesialtilpassede løsninger for ulike brukergrupper. Lastebiler selges derfor i mange ulike størrelser og utallige konfigurasjoner tilpasset ulike bruksområder.

Enkelte standardtype lastebiler finnes og de selges direkte fra bilprodusent/importør til kunden, men de utgjør en mindre del av markedet. Som oftest produseres et chassis som sendes til påbygger som skreddersyr påbygget. Påbyggene skal ofte ha energi/krafttilførsel til ulike typer utstyr, som f.eks. kjøleaggregater, hydraulikk (lastekraner og lastelemmer) og komprimatorer. Denne energien må leveres fra chassiset. I en batterielektrisk bil bør dette utstyret drives med elektrisitet for å få lavest mulig energiforbruk, men det er også mulig å bruke fossil energi, biobaserte energibærere eller hydrogen for å drifte slike systemer. Skal el-lastebiler selges i stort omfang må påbygger-industrien tilby elektriske løsninger i økende omfang. Disse faktorene vil til sammen bety at det vil ta lenger tid å etablere og ekspandere markedet for el-lastebiler enn for el-varebiler som er mye mer standardiserte. De samme faktorene vil også ha betydning for hydrogenlastebiler.

Lastebiler opereres mer kontinuerlig og med tyngre last gjennom døgnet enn mange varebiler gjør, enten gjennom å transportere varer over lange avstander, eller ved at de har lengre og tyngre distribusjonsruter enn varebiler. Dette gjør at daglig kjørelengde er større, og energiforbruket høyere. Det gjør elektrifisering mer krevende, selv om de lange årlige kjørelengdene i utgangspunktet kan gjøre elektrifisering mer lønnsomt på grunn av større besparelser i energikostnader. Dette er elektrifiseringens paradoks.

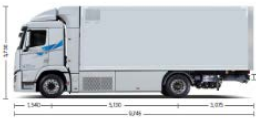
Lastebiler ligger foreløpig etter andre markedssegmenter i elektrifisering og bruk av hydrogen. Det finnes imidlertid segmenter der batterielektriske lastebiler kan fungere greit med dagens teknologi og der det nå kommer serieproduserte produkter, slik som lette lastebiler, distribusjonslastebiler og ulike renovasjonsbiler. Tunge lastebiler utvikles også, men de første hadde så begrenset rekkevidde at de var egnet mest for pendeltrafikk over begrensede avstander. Men nå kommer også tunge lastebiler med reell rekkevidde opptil 300 km. Dette vil kunne åpne nye bruksområder. For tiden er lastebiler for langtransport et fokuspunkt for utvikling av hydrogenløsninger, men disse kommer neppe på markedet før nærmere 2030 (i hht. Volvos og Mercedes nystartede strategiske samarbeid¹²).

EUs CO₂-krav til lastebiler medfører at bilprodusentene må utvikle batterielektriske eller hydrogenlastebiler for salg i Europa frem mot 2025 og 2030 da det ikke er tilstrekkelig å bare effektivisere diesellastebiler. Oversikten over lastebilprodusentenes strategier i tabell 2.6. viser at de faktisk utvikler batterielektriske løsninger for markedsintroduksjon i dag og hydrogen på litt lenger sikt.

¹² <https://www.daimler.com/investors/reports-news/financial-news/20210301-fuell-cell-jv-cellcentric.html>

Tabell 2.6: El- og hydrogenlastebiler i salg eller som lanseres kommende år

Bilprodusent	Overordnet strategi	Tilgjengelig 2021-2022 (kjente)				
		<16 tonn	16-18 tonn	25-30 tonn	>30 tonn	Anlegg
Volvo-gruppen	Modulær strategi for 3 plattformer basert på vektclasser. Gruppen inngikk i 2019 et strategisk samarbeid med Samsung SDI for leveranse av batterier. Går i gang med serieproduksjon for markedet i USA i 2020 og i Europa i slutten av 2019. Volvos ambisjon er at alle Volvoprodukter er tilgjengelige som fossilfrie varianter innen 2023, med et gradvis skift over til batteri og brenselceller. Hydrogen vil være viktig for de lastebilene som kjører lengst og trekker størst last. Begge teknologiene er nødvendige ifølge gruppen. Volvo og Daimler etablerte et felleseid selskap for hydrogen brenselcelleutvikling og produksjon i 2020 og begge er med i H2Accelerate-prosjektet.					
Volvo	Batterielektriske lastebiler (FL og FE) på 16 og 27 tonn kom først på markedet og leveransene startet i 2020. Rekkevidden tilpasses brukerne og inntil 300 km er mulig. Lastebilene er konstruert for bruk i byer, til distribusjon, avfallshåndtering mm. I 2022 med bestillingsstart 2021 lanseres også tyngre FH, FM- og FMX-batterielektriske lastebiler for regional transport og anleggsarbeid. FL 2-aksler 16 tonn: 132-396 kWh batteri (317 utnyttbar), 100-300 km rekkevidde (sommer), 200/165 kW (maks/kont.), lading fra 22 kW AC og 150 DC hurtiglader (CCS). FE 27 tons 3 aksler: 198-264 kWh (211 utnyttbar), 120 km rekkevidde (avfall og anlegg) og 200 km (distribusjon), lading se FL. Tester ut en 60 tons e-lastebil hos DHL i pendel mellom Gøteborg og Jönköping. FM, FMX og FH bruker samme teknologi: opptil 44 tonn, 490 kW effekt, rekkevidde inntil 300 km med største batteri, mange akselkonfigurasjoner, trekkvogn og jevnlastebil, 180-540 kWh batteri, AC 43 kW lading og 250 kW DC lading. Volvo samarbeider med Daimler om utvikling av hydrogen brenselcelle drivsystemer med serieproduksjon forventet mot slutten av 2020-tallet. 		EI	EI	EI	EI
Renault	Del av Volvo gruppen. Satser på elektrifisering med Truckmodell D. Z.E opptil 26 tonn som kommer på markedet i 2 versjoner med ulike batteristørrelser fra 2020: 16 tonn og 26 tonn for distribusjon og renovasjon. Eksempel på 26 tons søppelbil: 200 kWh batteri, 120 km rekkevidde, 370 kW, 22 kW lader, kan hurtiglades. Renault skal innen 2023 tilby elektriske løsninger i alle segmenter og størrelser, også tunge lastebiler, traktorer og kjøretøy for bruk på anlegg. Mot slutten av 2020-tallet vil Renault kunne tilby hydrogen-brenselcellelastebiler for krevende og tunge langdistansetransporter. 		EI	EI		
Traton-gruppen	Scania, MAN, Volkswagen Nyttekjøretøy og Volkswagen Caminhões e Ônibus (VWCO) utgjør Traton-gruppen. Traton-gruppen øker investeringene i elektrisk mobilitet og ser et stort potensial også for langtransport, mens hydrogen kan komme senere for segmenter som viser seg vanskelige å elektrifisere.					
Scania	Scanias strategi er å tilby hel-elektriske lastebiler og ladbare hybridlastebiler til urbant bruk som distribusjon og renovasjon fra 2021 og å ekspandere elektrifiseringstilbudet til langtransport og anlegg de neste årene. Skeptisk til hydrogen. 10% av salgsvolum med elektrifiserte i 2025, 50% i 2030. Deltar i ulike test- og utviklingsprosjekter, herunder elbusser-felttest, hydrogenlastebiler for varedistribusjon (ASKO, Trondheim), hydrogen-søppelbil utvikles, er med i testprosjekter for elveier (dynamisk lading), har en elektrisk lastebil i salg og har plug-in hybridløsninger med 60 km rekkevidde. Scania investerte i 2020 i oppbygging av et batterilaboratorium og skal sette opp en batterimontasjefabrikk. Scania har også investert i batteriselskapet Northvolt som skal etablere svensk batteriproduksjon. Uttaler i årsrapport for 2018 at elektrifisering erpekt ut i en intern studie som viktig og lønnsomt for framtiden, men kostnadene er foreløpig for høye. Produkter vil lanseres når de blir bærekraftige for kundene. Elbusser først ut med nytt drivsystem i 2020. BE-lastebil L- og P-type hytte for urban bruk: 165 eller 300 kWh batteri og rekkevidde 120 eller 250 km. CCS lading 130 kW. 60 kW kraftuttak tilgjengelig for ekstrapstyr. PHEV: opptil 60 km rekkevidde med 90 kWh batteri. CCS lading 95 kW. Ser for seg at el-lastebiler utgjør 10% av salget i 2025. 			EI PH -EV		
MAN	MAN har utviklet en middels stor e-truck som i 2020 ble pilottestet. Fra 2020 serieprodusere elektriske bybusser. De vil ha kapabilitet til å også serieprodusere el-lastebiler pga. det modulære e-flex systemet til Traton. MAN har presentert e-TGM-lastebilen for distribusjon av varer i byer, som nå er i salg. e-TGE varebilen er også del av det overordnede bylogistikktilbudet. e-TGM: 26 tonn, 			EI		

Bilprodusent	Overordnet strategi	Tilgjengelig 2021-2022 (kjente)				
		<16 tonn	16-18 tonn	25-30 tonn	>30 tonn	Anlegg
	inntil 190 km rekkevidde med 185 kWh batteri, 265 kW motor, 22 kW lading og 150 kWDC hurtiglading mulig					
Volkswagen	Leverer store varebiler og varianter med plan men ikke lastebiler i Europa. Del av Volkswagen Caminhões e Ônibus (VWCO) leverer tyngre kjøretøy i Sør-Amerika. Det er ikke trolig at det blir lastebiler i Norge med VW-navnet på. Det vil i tilfelle bli en MAN- eller en Scania-lastebil.					
Daimler-gruppen	Består av Mercedes-lastebiler og busser, Fuso-lastebiler, og merkene Freightliner og Thomas-built buses i USA. Satsingen på elbusser og el-lastebiler i konsernet er samlet i «E-Mobility group». Det utvikles en integrert løsning på tvers av merker og bruksområder. Konsernet har lansert en strategi for å kun levere CO ₂ -nøytrale kjøretøy fra 2039, og starter den reelle markedsintroduksjonen av batterielektriske kjøretøy fra 2022, og hydrogen før 2030. Konsernet har stanset utvikling av gassmotorer som anses som en uinteressant mellomløsning med for lav CO ₂ -gevinst. Daimler mener at det må lages insentiver for å få denne type teknologier inn i markedet. Foreslår blant annet CO ₂ -basert veiskatt for å fremme el- og H ₂ -løsninger, insentiver for el-lastebiler, etablering av standardisert lade- og fylleinfrastruktur. Volvo og Daimler etablerte et felleseid selskap for hydrogen brenselcelleutvikling og produksjon i 2020, og begge er med H2Accelerate-prosjektet. Innenfor batterielektriske løsninger er målene 800 km rekkevidde og Megawatt lademulighet i neste el-lastebilgenerasjon (større batteri men også lavere energiforbruk). Hydrogenlastebiler er for de tyngste bruksområdene og de lengste turene. Fylletidsmålsetning: 15 minutter.					
Mercedes	e-Actros testes ut hos utvalgte kunder. Serieproduksjon for bylogistikk fra 2021. Den skal produseres på hovedfabrikken i Wörth og kommer i 2- og 3-akslet utførelser. Nyttelast blir samme som for dieselversjoner. e-Actros batteriet er på 315-420 kWh og rekkevidde inntil 300-400 km. DC lading inntil 160 kW. Fra 2022 vil eEconic el-lastebil egnet for avfallsinnsamling bli produsert på samme sted, en lastebil.			El	El	
Fuso	e-Canter produseres i begrenset volum. Kommer i ny versjon i 2022 og full industrialisering neppe aktuelt før da. Ingen annen informasjon tilgjengelig utover den som er presentert for Daimler-gruppen. Rekkevidde 100 km med 83 kWh batteri. Inntil 3,5 tonn lasteveie. Strategien er å tilby elektrifisering og/eller hydrogen i all segmenter. Hydrogen først mot slutten av 2020-tallet			El		
JV Iveco/Nikola	Moderselskapet til Iveco, CNH Industrial N.V., har gått inn på eiersiden i Nikola og det er inngått en avtale som innebærer at begge selskapene vil utvikle el- og hydrogenlastebiler sammen i en «Joint venture». Lastebilene vil settes i produksjon innen Q4 2022. Nikolas modeller vil være først ut. Det betyr at Nikola Tre (modellen som er beregnet for Europa) kan komme på markedet i Europa i 2022, basert på Ivecos S-Way lastebil. Den kommer først i batterielektrisk versjon og fra 2023/2024 i hydrogenversjon.					
Iveco	Iveco har foreløpig bare en el-varebil i sortimentet. I enkelte versjoner bikker den over i lastebilsegmentet pga. den høyere totalvekten. Gjennom avtalen med Nikola vil det bli utviklet el- og hydrogenløsninger som kommer på markedet fram mot slutten av 2022.				El H ₂	
Nikola (startup)	El- og hydrogen-lastebilprodusent (start-up). Har inngått samarbeid med Ivecos moderselskap og vil få tilgang til Ivecos chassis, kompetanse, forhandler, garantiopplegg og servicenettverk i Europa. Nikola er ett omstridt selskap og det har vært beskyldninger i pressen om at de har kommet kortere enn de selv sier. Nikola sin modell Tre i batterielektrisk utførelse skal lanseres i 2021. Den vil ha opptil 720 kWh batterier og kommer i 4*2 og 6*2 utførelse. Rekkevidde skal visstnok være 400 km..				El H ₂	
Andre produsenter						
DAF	Samarbeider med VDL og benytter samme drivsystem som VDL bruker i busser i det første el-lastebilene. Eid av Paccar i USA. Har rullet ut tre elektriske modeller, hhv 2-akslet og 3-akslet lastebil og 2-akslet trekkbil			El	El	
Hyundai	Satser på hydrogenlastebiler blant annet i samarbeid med et sveitsisk konsortium som vil introdusere 1600 H2 Xcient 36-tonns hydrogenlastebiler inn i det Sveitsiske lastebilmarkedet, hvorav 50 i 2020. Konsortiet inneholder også en leverandør av hydrogen. Det kan tenkes at modellen blir tilgjengelig i Norge i 2022. 190 kW brenselcelle, 73 kWh batteri (PHEV-konfigurasjon), 32 kg hydrogentank 350 bar, 350 kW motor.				H ₂	

Bilprodusent	Overordnet strategi	Tilgjengelig 2021-2022 (kjente)				
		<16 tonn	16-18 tonn	25-30 tonn	>30 tonn	Anlegg
Tesla	Utvikler en semi-trailer med modulære batterier og drivsystemer fra personbilene til Tesla. To batteristørrelser med ca. 500 og ca. 800 km rekkevidde. Skulle startet en begrenset markedsintroduksjon fra 2020 i små volum, men dette er utsatt til 2022, men selv dette er usikkert. USA-modellen er neppe salgbar i Europa pga. begrensninger på total lengde på vogntog. Det er lite sannsynlig at denne blir tilgjengelig i Norge før 2023.					
BYD	BYD har levert busser i Norge i flere år, og varebiler fra 2020. Fra 2020 ble RSA importør av BYD personbiler, varebiler og lastebiler til Norge. De vil levere en 7,5-tonns lastebil, en 19-tonns lastebil og en terminaltraktor, alle med batterielektisk fremdrift.					
E-moss	E-Moss er et Nederlandsk selskap som utvikler el-drivsystemløsninger for lastebiler. Lastebilene bygges om fra chassis med dieselmotordrift til chassis med el-drift. De ser ut til å ha en fleksibel tilnærming der de utvikler modeller og løsninger basert på etterspørselen i markedet. Til sammen har selskapet levert et hundretalls kjøretøy. De har 30 ansatte. Det finnes en norsk representant/importør. På nettsiden markedsfører de seg nå som en leverandør av drivsystemer og andre komponenter for el-lastebiler. Den type småskala ombygning av biler som E-moss har gjort har små markedsmuligheter (forfatterens vurdering) når de store produsentene starter serieproduksjon fra 2021-22					

Kilder: bilprodusentenes nettsider og spesielt: [Battery Electric Vehicles - DAF Countries](#), [Milepæl i Scania's elektrifisering – introduserer første kommersielle lastebilgenerasjon | Scania Norge](#), [Scania's commitment to battery electric vehicles](#), [Volvo Trucks Product Guide Electromobility en-EN](#), [DHL Freight og Volvo Trucks går sammen for å fremskynde overgangen til fossilfri veitransport over lengre avstander](#), [News & Events | Mitsubishi Fuso to begin series production of fuel-cell trucks by late 2020's \(mitfuso.com\)](#), [The most innovative trucks for the electric future: Mercedes-Benz eActros and Mercedes-Benz GenH2 Truck win 2021 Truck Innovation Award - Daimler Global Media Site](#), <https://www.daimler.com/investors/reports-news/financial-news/20210301-fuell-cell-jv-cellcentric.html>, [CNH Industrial brands Iveco and FPT together with Nikola Motor Company announce future Nikola TRE production in Ulm, Germany NYSE:CNHI \(globenewswire.com\)](#), <https://press.mantruckandbus.com/corporate/man-presents-zero-emission-roadmap/>, <https://news.cision.com/se/ab-volvo/r/renault-trucks-ska-erbjuda-ett-elektriskt-utbud-for-samtliga-segment-fran-2023,c3312457>, <https://www.volkswagenag.com/en/news/2021/03/traton-group-boosts-investment-in-electric-mobility.html>, <https://www.volvotrucks.no/no-no/trucks/trucks/volvo-fl/volvo-fl-electric.html#spec>, [A new truck for a new era: Mercedes-Benz eActros celebrates its world premiere - Daimler Global Media Site](#).

Tabell 2.7. viser en oversikt over el-lastebiler som var i salg i 2020-2021 og som det er bekreftet at lanseres i 2022.

Tabell 2.7: Tilgjengelige el-lastebiler 2020-2022 i Europa.

Merke	Type	Modell	Aksler	Segment (tillatt totalvekt)	Batteri Nominal/available kWh	Rekkevidde km	Effekt maks/kont. kW	Last i tonn	Last volum m ³	Normal lading	Hurtig lading	Lanserings-år	Kommentar
Volvo	Batteriel.	FL 2 aksler	2	12-17 tonn	200-395/317	200-300	200/165			22 kW AC	150 kW DC CCS	2021	
	Batteriel.	FE distr.	3	27 tonn	200-264	200	400/330			22 kW AC	150 kW DC CCS	2021	
		FE anlegg	3	27 tonn	200-264	120	400/330			22 kW AC	150 kW DC CCS	2021	
	Batteriel.	FM, FH, FMX anlegg på 2-3)	2-4 (drift på 2-3)	inntil 44 tonn	180-540 kWh	Inntil 300 km	495			43 kW AC	160 kW DC	2022	
Renault	Batteriel.	D	2	16	200		370/	11		22 kW AC	150 kW DC CCS	I salg	Som Volvo FL
	Batteriel.	D	3	26	200	120	370/			22 kW AC	Ja	2020	Som Volvo FE
Scania	Batteriel.	L, P	4x2, 6x2, 6x2*4	≤29 tonn	165, 300	120, 250	295/230				130 kW DC CCS	2021	
	Ladbar hyb.	L, P	4x2, 6x2, 6x2*4		90	60	/115 (på el)				95 kW DC CCS	2021	
		Long haul		40 tonn	>500	>300					>500 kW	Om noen år	4,5 t. kjøring, 45 min lading
MAN	Batteriel.	e-TGM	3	26 tonn	185	190	265/	11		22 kW AC	150 kW DC CCS		
Mercedes	Batteriel.	eActros	2-3	19-27 (40 tonn med henger)	315-420	inntil 400	400/330	Som diesel	Som diesel		160 kW DC CCS	2021 ny versjon	Prototype spes. Serie: >200 km
	Batteriel.	eEconic	2-3	Avfall 27 tonn								2022	Bygger på eActros
	Batteriel.	eActros		Long haul		500						2024	
Fuso	Batteriel.	eCanter	2	7,5	83	100	135/	3,5		22 kW AC	Ca. 100 kW CCS	2014 testing	Ny fra 2022
DAF	Batteriel.	LF Electric	4x2	19	282	280	370/250	11,7		22 kW AC	150 kW DC CCS	2021	
	Batteriel.	CF Electric	4x2, 6x2	28-37	350/315	200	/210				250 kW DC CCS		
E Moss	Batteriel.	Div ombygg		Div segment									Leverer ikke komplette biler
Nikola	Batteriel.	Nikola Tre	4x2, 6x2	Long haul	Konf. ≤720	400	?/480					2022	
Iveco	Batteriel.	Iveco?	4x2, 6x2	Long haul	Konf. ≤720	400						Etter 2022	Se Nikola Tre
BYD	Batteriel.	Lastebil T6	2	7,5 tonn	150	240		4,1	17	40 kW AC	96 kW		
	Batteriel.	Lastebil T8	2	18 tonn	217	200	180/150	10,1		43 kW AC	120 kW		
	Batteriel.	Lastebil T8	2	18 tonn	348	320	180/150	9,1		40 kW AC	120 kW		

Merke	Type	Modell	Aksler	Segment (tillatt totalvekt)	Batteri Nominal/available kWh	Rekkevidde km	Effekt maks/kont. kW	Last i tonn	Last volum m ³	Normal lading	Hurtig lading	Lanserings-år	Kommentar
	Batteriel.	Lastebil T9	3	26 tonn	217	200	300/220	15,4			120 kW		Til Norge?
	Batteriel.	Anlegg T10	4	31 tonn	435	280	344/	18			2*120 kW		Til Norge?
	Batteriel.	Terminal traktor 8Y	2	46 tonn	217	10 timer	180/150	37 taue			120 kW		
	Batteriel.	Tractor Q1	2	33,5	217	120	180/150	15,4			120 kW		Til Norge?
	Batteriel.	Tractor Q3	3	39	217	130	300/220			40 kW AC	120 kW		Til Norge?
Tesla	Batteriel.	Semi		>27 tonn	Ukjent	500-800						2022-2023	
ZOS (THOR)	Batteriel.	Flere varianter											Til Norge?
Volta	Batteriel.	Stor varebil	2	16 tonn	160-200	150-200		8,6	37,7			>2022	Til Norge?
Rivian	Batteriel.	Stor varebil			<180	>200							For Amazon

Kilder: Bilprodusentenes nettsider og: DAF Trucks presents 2nd e-Truck, the LF Electric - electrive.com, DAF LF Electric for 'zero emission' urban distribution - DAF Trucks N.V., DAF Trucks double the range of the CF Electric - electrive.com, DAF partners with VDL Groep for fully electric CF truck - DAF Trucks N.V., DAF introduces CF Electric with Extended Range - DAF Trucks N.V., Scania launches fully electric truck with 250 km range, Scania batteridrivne ellastbil | Scania Sverige, Scania phev | Scania Sverige, Scania's commitment to battery electric vehicles, Volvo FE Electric | Volvo Trucks, Volvo FL Electric | Volvo Trucks, Volvo Trucks Product Guide Electromobility en-EN, ELEKTRISKE LASTEBILER: Denne elektriske lastebilen settes i produksjon i år – inntil 11 tonn nyttelast - Tu.no, Posten tar i bruk elektrisk lastebil | Norsk elbilforening, Volta Trucks | Specification, Amazon just spilled more details on its Rivian electric delivery vans - SlashGear, Amazon's electric trucks from Rivian start delivering goods in LA (newatlas.com), MAN eTGM | MAN Trucks Norge, Mercedes-Benz eActros: Sustainable, fully electric and quiet. (mercedes-benz.com), Mercedes-Benz Wörth plant to start series production of the eActros in 2021 - Daimler Global Media Site, The most innovative trucks for the electric future: Mercedes-Benz eActros and Mercedes-Benz GenH2 Truck win 2021 Truck Innovation Award - Daimler Global Media Site, FUSO eCanter | Mitsubishi Fuso (mitfuso.com), Emoss: Zero-emission power systems for heavy equipment., Nikola Sets the Record Straight on False and Misleading Short Seller Report (Nikolamotor.com), First Nikola Tre electric semi prototype built, company says - Roadshow (cnet.com), CNH Industrial brands Iveco and FPT together with Nikola Motor Company announce future Nikola TRE production in Ulm, Germany NYSE:CNHI (globenewswire.com), https://zero.no/wp-content/uploads/2019/04/07-BYD-Oslo-Zero.no_.pdf, Kinesiske el-lastebiler til Norge (miljøstatistikk.no), RSA styrker sin portefølje av elektriske yrkesbiler med kinesiske BYD | Lastebil.no, Semi | Tesla Norge, Xos Trucks, Mercedes reveals serial eActros with 400km range - electrive.com

På verdensmarkedet finnes det flere produsenter enn vist i tabell 2.7., men med unntak av kinesiske produsenter er disse stort sett underlagt en av de store produsentene nevnt i tabellen og produserer for andre markeder enn det europeiske. Det er dermed få muligheter for at de kommer til Norge. Det er imidlertid stort potensial for at kinesiske lastebiler kommer til Norge, slik det har skjedd med busser. Det er kun Scania som har lansert ladbare hybridlastebiler på markedet. Tabell 2.8. oppsummerer egenskapene ved el-lastebiler som er i salg i dag eller kommer i salg i løpet av 2022.

Tabell 2.8: Oppsummering av egenskapene til batterielektriske lastebiler som er i salg.

Egenskap	<16 tonn	16 tonn	27 tonn	> 27 tonn (inntil 44 t)
Batteristørrelse kWh	83-150	200-400	165-400	220-540
Rekkevidde sommer km	100-240	200-300	120-300	120-400
Rekkevidde vinter km	70-170	140-210	80-210	80-280
Depotlading - kW	22 - 43 AC	22-43 AC/50 DC	22-43 AC/50 DC	22-43 AC/50 DC
Hurtiglading - kW	100	80-150	80-160	160-440
Nyttelast volum*	Som for diesel	Som for diesel	Som for diesel	Som for diesel
Nyttelast vekt	3,5-4.1	9-11	15	>18
Nyttelast ift. Diesel*	Samme	Samme	Samme	Samme/reduisert

*volum og vekt kan bli som for diesel for 16-27 tonn med moderat batteristørrelse (<300 kWh), i og med inntil 2 tonn økt tillatt totalvekt med nullutslippsløsninger i hht EU direktiv om reduksjon av CO₂-utslipp (Regulativ (EU) 2019/1242). Det kan være noe redusert nyttelast på modellene med størst batteri.

Det utvikles og kommer for salg tunge lastebiler for langtransport, Volvo FM/FH er første eksempel på dette med 540 kWh batteri, 44 tonn totalvekt og inntil 300 km rekkevidde.

Tesla utvikler en batterielektrisk trekkvogn for semitrailer som de hevder får en rekkevidde på 475-800 km (Tesla Norge 2019). Nikola utvikler både hydrogen- og batterielektriske langtransportlastebiler og har inngått et samarbeid med tungbilprodusenten Iveco (Iveco 2019). Hvorvidt Tesla og Nikola lykkes er usikkert, men Nikola synes å ha en fordel over Tesla i samarbeidet med Iveco som tar utgangspunkt i en trekkvogn som er godkjent i Europa. Tesla vil måtte tilpasse designet for å kunne selge i Europa der det er strengere regler for total lengde og totalvekt på vogntog enn det er i USA. Ett EU-direktiv åpner for å gjøre frontene på lastebiler litt rundere for å gi bedre sikt til siden fremover. Det er sannsynlig at også de tradisjonelle produsentene vil utvikle tilsvarende lastebiler og kommersialisere disse for å klare 2030-kravene i EU-direktivet om CO₂-utslipp fra lastebiler. VanHool har utviklet og satt i produksjon en langdistansebuss med et batteri på 676 kWh og en rekkevidde på over 300 km. Denne bussen viser at det er et potensial for at også lastebiler for bruk på lange distanser kan elektrifiseres med dagens kjente teknologi. Det er også kjent at Iveco og Nikolas el-lastebil vil ha et batteri på over 700 kWh. Scania har sagt de kommer med en langdistanse el-lastebil med en aksjonsradius på 4,5 timer (320-360 km) som kan lades (trolig til 80%, ikke spesifisert i kildene) på 45 minutter (innenfor hviletiden). Mercedes utvikler en el-lastebil som kan gå over 500 km (målet er 800 km med mulighet for megawatt lading). Det er ikke spesifisert under hvilke forhold de vil klare disse kjørelengdene, eller når de kommer på markedet, men det kan antas at tidsperspektivet er 2-4 år fremover i tid. Dette illustrerer at det i løpet av dette tidsperspektivet vil være mulig med batterielektriske lastebiler som kjører på relasjoner som f.eks. Oslo-Stavanger/Bergen/Trondheim med en lading underveis i forbindelse med pålagt hviletid. Selv med 800 km rekkevidde kan en lading bli nødvendig ved kjøring over fjelloverganger i Norge. Det er i denne rapporten ikke vurdert hvordan den nødvendige ladeinfrastrukturen kan etableres.

Transport and Environment har laget et regnestykke¹³ basert på rapporter fra ICCT¹⁴ som viser at nyttelast i tonn ikke trenger å bli redusert i 2030 gitt at energitettheten til batterier øker. Det kan også bli mer lønnsomt å redusere egenvekten på resten av kjøretøyet enn det har vært med dieseldrevne lastebiler. Da kan batteristørrelsen reduseres for samme transportarbeid. Lastebilers varmebehov kan muligens i større grad dekkes av overskuddsvarme fra drivsystemet enn det som er tilfelle for personbilene. Regneeksempler som viser at nyttelast kan gå i null med forholdsvis store batterier er vist i tabell 2.9. I dette regnestykket er det ikke tatt hensyn til at vektredusering på andre deler av lastebilen enn drivsystemet vil være mer lønnsomt enn med dieseldrift. Dersom vekten kan reduseres på andre deler av lastebilen, f.eks. lettvekts hytte (finnes allerede for noen modeller i dag), kan det settes inn enda litt større batterier. Elektrifisering kan med andre ord gi tunge lastebiler med rekkevidde som er brukbar for noen bruksområder allerede nå, og i flere bruksområder fram mot 2030, uten at nyttelast trenger å bli redusert. I 2021 kan et 450 kWh batteri installeres uten at tillatt totalvekt behøver å bli redusert, økende til henholdsvis 600 kWh i 2025 og 750 kWh i 2030. Dette kan være nok til å elektrifisere også deler av den tyngste transporten og langtransport. Mye av denne transporten foregår allerede uten at tillatt totalvekt utnyttes fullt ut. Dermed kan det også bli aktuelt med enda større batterier, noe som reduserer gyldigheten av et av de viktigste argumentene for å anvende hydrogen i tungtransport, at el-lastebiler ikke kan få nok rekkevidde. Hydrogen vil fortsatt kunne ha en fordel og mulighet i lastebilene med de lengste kjørelengdene og de tyngste lastene, og i applikasjoner der fyllhastighet er essensielt.

¹³ [2020 06 TE comparison hydrogen battery electric trucks methodology.pdf](https://www.transportenvironment.org/publications/2020-06-TE-comparison-hydrogen-battery-electric-trucks-methodology.pdf) ([transportenvironment.org](https://www.transportenvironment.org))

¹⁴ [Zero-emission tractor-trailers in Canada \(theicct.org\)](https://theicct.org/publications/zero-emission-tractor-trailers-in-canada), [Estimating the infrastructure needs and costs for the launch of zero-emission trucks \(theicct.org\)](https://theicct.org/publications/estimating-the-infrastructure-needs-and-costs-for-the-launch-of-zero-emission-trucks)

Det kan være fysiske plassbegrensninger for hvor store batterier det er plass til på 3-akslede lastebiler og trekkvogner. Store batterier kan muligens delvis måtte monteres bak førerhuset og dette vil kunne redusere last-volumet i og med at maksimal tillatt totallengde på vogntog er fast i Europa.

Synkende batterikostnader kan bety billigere el-lastebiler over tid, men deler av denne gevinsten vil trolig tas ut i installasjon av større batterier i kommende modeller slik utviklingen har vært for personbilene mellom 2011 og 2020¹⁵.

Tabell 2.9: Eksempler på beregning av endret nyttelast med ulike antagelser for batteripakketetthet. 0,15 kWh/kg tilsvarende 2020-nivå (venstre), i 2025 kan 0,2 kWh/kg være realistisk (midten) og i 2030, 0,25 kWh/kg (høyre). Kilde: Egne beregninger.

Komponent	Diesel	Batterielektrisk		
Energitetthet batteri		0,15 kWh/kg	0,20 kWh/kg	0,25 kWh/kg
Dieselmotor, avgassrenseutstyr og dieseltank	1700 kg ¹⁶			
Elmotor, inverter, Lader, DC-DC omformer, kabling		700 kg ¹⁷	700 kg	700 kg
Girboks		Som for diesel	Som for diesel	Som for diesel
Batteri energiinnhold		450 kWh	600 kWh	750 kWh
Batterivekt		3000 kg	3000 kg	3000 kg
Vekt av drivsystem (inkl. batteri)	1700 kg	3700 kg	3700 kg	3700 kg
Vektøkning vs diesel		2000 kg	2000 kg	2000 kg
EU direktiv, tillatt vektøkning for batteri-elektrisk drift		2000 kg	2000 kg	2000 kg
Netto nyttelasttap		0 kg	0 kg	0 kg

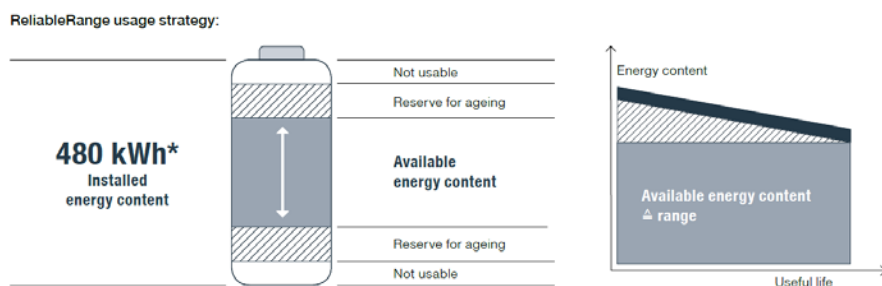
Levetiden og robustheten til elbilbatterier er nå så god at det ikke lenger er usannsynlig at samme battericeller vil kunne brukes i lastebiler som i personbiler. Det bidrar til reduserte kostnader fordi personbilbattericellene selges i enorme volumer. For å kompensere for at batteriets energi-innhold reduseres over tid kan bilprodusenten velge å ikke gjøre hele batterikapasiteten tilgjengelig, som vist i figur 2.2. Dette er aktuelt i forbindelse med garantiavtaler knyttet til rekkevidde, og det er aktuelt med større buffer for lastebiler og busser enn for personbiler i og med at det er spesifikke transporttjenester som skal utføres år etter år. Dette vil gjøre at lastebilbatterier kan bli noe dyrere enn for personbilene selv om de bruker samme batteri som personbilene (10% hvis en antar at kapasiteten er redusert med 10% mer enn for personbilene innenfor 8 års drift). I tillegg produseres lastebiler i mindre volumer, slik at utviklingskostnader per enhet er høyere og batteripakkeproduksjonen kan trolig ikke automatiseres i samme grad. For å kunne tilby ulike batteri-

¹⁵ Figenbaum m.fl. 2019. [360 graders analyse av potensialet for nullutslippskjøretøy - Transportøkonomisk institutt \(toi.no\)](#)

¹⁶ Mareev et al. 2018

¹⁷ Forfatters estimat

størrelser for å dekke ulike behov utvikles det modulære batterisystemer der en kan legge til batteripakker ut fra behov.



Figur 2.2: Batterireservekapasitet for å gi garantert kapasitet over levetid. Kilde: MAN.

Mye av utviklingen av el- og hydrogenløsninger for lastebiler, busser og varebiler styres av CO₂-kravene til EU som slår inn fra 2025. Dette er bare 4 år unna, mens markedsutviklingen for el-personbiler startet 10 år før CO₂-krav trådte i kraft i 2020. Dermed kan en forvente raskere utviklings- og markedsdiffusjonstakt i elektrifiseringen av lastebiler enn det som var tilfelle for personbilene. Hele prosessen vil måtte bli komprimert.

Lastebilprodusentene ser alle sammen (med unntak av Hyundai) ut til å fokusere på industrialisering av el-lastebiler fram mot 2025 og ser ikke for seg å introdusere serieproduserte hydrogenlastebiler før nærmere 2030. Det er konsensus om at det er mulig også å lage batterielektriske lastebiler og trekkvogner for langtransport, men hydrogen kan bli nødvendig for de lastebilene som kjører lengst og trekker tyngst last. Akkurat hvor skillet vil gå vil avhenge av operasjonelle forhold og utviklingen i energitettheten til batterier, kostnader for batterier og brenselceller og kostnaden for grønt hydrogen.

Det var ingen hydrogenlastebiler i salg i 2020 og det kommer ingen før tidligst i 2023.

Daimler har i sin strategi lagt opp til serieproduksjon av hydrogenlastebiler en gang mellom 2025-2030 og de samarbeider nå med Volvo som også er en stor aktør. Tabell 2.10. gir en oversikt over planlagte hydrogenlastebiler. Med unntak av Hyundais Xcient ligger de noen år frem i tid, trolig nærmere 2030, før de kan komme på markedet i større volumer.

Nikola/Iveco samarbeid kan resultere i lastebiler på markedet fra 2023. I Trondheim har ASKO deltatt i et prosjekt med blant annet Scania for å bygge om 4 lastebiler til hydrogen-drift. Scania har imidlertid uttalt en viss skepsis til å satse på produksjon av hydrogenlastebiler og har valgt å prioritere batterielektriske lastebiler og ladbare hybrider de nærmeste årene. I følge ASKO¹⁸ kan imidlertid Scania på 2-års sikt levere hydrogenlastebiler. De kinesiske produsentene holder seg i Europa foreløpig til batterielektriske lastebiler.

¹⁸ I følge presentasjon fra ASKO under MoZEES-årskonferanse i Trondheim 03.11.2021.

Tabell 2.10: Hydrogenlastebiler under utvikling

Merke	Type	Modell	Segment (tillatt totalvekt)	Batteri kWh	Rekkevidde km	Effekt maks/kont.	Last i tonn	Normal lading	Hurtig lading	Lanseringsår	Kommentar
Volvo	Hydrogen	Ukjent	Ukjent		ukjent					Etter 2025	
Mercedes	Hydrogen	Ukjent	Ukjent		1200		24			Etter 2025	Fylletid 15 minutter
Mitsubishi Fuso		Ukjent								Etter 2025	
Hyundai	Hydrogen	H2 Xcient	36 tonn	73/190 kW FC		350/					32 kg H ₂ lager 350 bar.
Iveco/Nikola	Hydrogen	Nikola Tre								Etter 2022	
Iveco/Nikola	Hydrogen	Iveco?								Etter 2022	

Kilder: [The most innovative trucks for the electric future: Mercedes-Benz eActros and Mercedes-Benz GenH2 Truck win 2021 Truck Innovation Award - Daimler Global Media Site, News & Events](#) | [Mitsubishi Fuso to begin series production of fuel-cell trucks by late 2020's \(mitfuso.com\)](#), [CNH Industrial brands Iveco and FPT together with Nikola Motor Company announce future Nikola TRE production in Ulm, Germany NYSE:CNHI \(globenewswire.com\)](#), [XOS, tidligere Thor har refokusert fra langtransportlastebiler på hydrogen til medium batterielektriske lastebiler: Electric chassis maker Xos Trucks agrees to \\$575M SPAC merger - FreightWaves](#), [Hino og Toyota jobber med Hydrogen lastebiler for USA: Toyota and Hino to jointly develop Class 8 Fuel Cell Electric Truck for North America](#) | [Corporate](#) | [Global Newsroom](#) | [Toyota Motor Corporation Official Global Website](#), [Daimler Truck Strategy Day 2021 - Daimler Global Media Site](#)

2.4.3 Busser

I Norge er det tre bussklasser. Bybusser er Klasse I og er fritatt fra krav om sikkerhetsseler i setene. Klasse II er en forstad-/langrutebuss hvor 40 % av bussens passasjerer kan stå lovlig uten sele, mens resten som sitter må benytte sele for egen og andres sikkerhet. Klasse III buss er ekspress-/turbuss hvor det kun er sitteplasser, og her må samtlige benytte sikkerhetssele. Bybusstransport er lukkede transportsystemer. Bussene går i faste ruter i byområder og tilhørende arbeidsregion. Ekspressruter opererer i faste ruter over lengre avstander mellom regioner, mens turbusser brukes til turkjøring over hele landet eller for lokal turisttransport. For å kunne elektrifisere hele by- og regionalbussparken må det finnes både klasse I- og klasse II-busser tilgjengelig i markedet. Batterielektriske klasse I-busser har vært tilgjengelig i 3-5 år for uttesting og industrialiseres nå i stor skala som vist i tabell 2.11., der det er en oversikt over produsentenes strategier.

Batterielektriske klasse II-busser ble tilgjengelig fra 2019 og medførte at Ruter kansellerte en opsjon på bruk av hydrogenbusser for Bærum/Oslo vest buss-anbudet i 2020. Vinneren Unibuss kunne tilby batterielektrifisering av hele bussflåten som opererer i Bærum kommune innen 2025 (40% ved oppstart). Dette betyr ikke at hydrogen vil være helt uaktuelt for bussdrift. Noen ruter er så lange at elbusser kan bli for dyre i innkjøp, eller de kan kreve så mye lading at det blir behov for flere busser totalt, noe som kan øke kostnadene ved bussdrift betydelig. Det kan også være utfordringer knyttet til å etablere busslading i tett by.

EUs direktiv om offentlige innkjøp (EU Clean Vehicles Directive) vil medføre at det blir en omfattende introduksjon av batterielektriske og hydrogen-bybusser over hele Europa, noe som trolig igjen vil bety at alle bussprodusentene vil komme med et bredt utvalg elbusser som passer for innkjøp av bybusser og regionale busser for offentlig transport gjennom offentlige anbud. Noen vil også fortsette med et tilbud om hydrogenbusser.

I begynnelsen av 2021 var det 3 batterielektriske Klasse III-turbusser tilgjengelig i markedet, hvorav en bare selges i USA. Den ene er utviklet av VanHool for markedet i USA og har et batteri på hele 676 kWh og en rekkevidde på over 300 km. De to andre produseres i Kina av BYD og Yutong, men har betydelig mindre batteri og kortere rekkevidde. Busser fra Yutong er tatt i bruk i Norge.

Bybusser er transportsystemer der bussenes batterikapasitet og effekten de kan lades med, og hyppigheten av lading, tilpasses den aktuelle bruken. Flere skift og 24-timers ruter er mulig. I Norges kalde klima er energiforbruket ekstra høyt både fordi kjøremotstanden øker og fordi mye energi brukes til å holde bussen varm. Da må bussen spesifiseres med større batteri (økte kostnader) eller med hyppigere opplading langs ruten (infrastruktur-kostnader). Noen norske operatører har løst oppvarmingsproblematikken med å bruke HVO- (biodiesel) basert fyringsanlegg for varmesystemet. Andre har lagt om bussdriften for å kunne lade på dagtid i depotet og varmer bussene med strøm fra batteriene.

Bussmarkedet revolusjoneres. Det går fra å bygge om dieselbusmodeller til eldrift til at busser konstrueres fra bunnen av for batterielektrisk drift (som f.eks. produsenten VDL). Da kan batteriene akkurat som for personbiler og varebiler legges under gulvet slik at plassutnyttelsen blir bedre. I fremtiden vil det også bli mulig med 100% elektrisk drift og oppvarming også på lengre ruter ved å redusere bussens varmetap og å øke batteristørrelsen og/eller ladefrekvensen. Lenger el-rekkevidde med større batterier kan også gjøre det enklere å få plassert pantografladere for lading på holdeplasser, fordi de ikke må plasseres i de tette delene av byene, og plasseringen kan gjøres mer økonomisk ved at de plasseres der det er tilgjengelig nettkapasitet. Større batterier muliggjøres av større energitetthet for batteriene og lavere kostnader. BloombergNEF rapporterer om at det nå er elbusser på markedet i Kina med batterier som koster under 100 USD per kWh på batteripakkenivå (BloombergNEF 2021¹⁹), med volumvektet gjennomsnittspris på 105 USD/kWh. De fleste av elbussene i Kina bruker LFP²⁰-batteripakker.

Lading av elbusser tilpasses ruteopplegget, eller ruteopplegget justeres for å tilpasses elbussenes ladebehov. Bussene kan lades i depot over natten, i depot på dagtid mellom trafikktopper, på holdeplasser underveis (flashlading), eller på endeholdeplasser (hurtiglading). Alle disse løsningene er tilgjengelige i markedet og lokale forhold og ruteopplegget vil avgjøre hvilken løsning som er optimal i ulike områder (Hovi m.fl., 2019a). Turbussene kan ha et variabelt ladebehov over hele landet og har i så måte tilsvarende ladebehov som det langtransportlastebiler har. Turbusser for lokal bruk, for eksempel turisme i byer og fra cruisehavner, kan klare seg med depotlading, mens ekspressbusser kan lades på endestoppene og under hviletiden underveis som et lukket transportsystem, men det forutsetter at det er tilstrekkelig lange pauser. I følge en operatør kjører ekspressbusser ofte med to sjåfører slik at pausene blir kortere, og da kan det være at hydrogen vil være en mer tidseffektiv løsning. Hydrogenstasjoner må finnes i depotene for by- og regionalbussene og langs hovedveiene for tur- og ekspressbussene. Det er utviklet og i salg bybusser som bruker hydrogen. Mercedes vil fra 2022 tilby en hydrogen-rekkeviddeforlenger til eCitaro for å øke reell rekkevidde til 400 km.

Produsentenes strategier for elektrifisering og hydrogen er vist i tabell 2.11.

¹⁹ [Battery Pack Prices Cited Below \\$100/kWh for the First Time in 2020, While Market Average Sits at \\$137/kWh | BloombergNEF \(bnef.com\)](#)

²⁰ Litium-jern-fosfat

Tabell 2.11: Bussprodusentenes strategier for el- og hydrogenløsninger

Produsent	Overordnet strategi	Sortiment 2021-2022			
		By standard	By leddbuss	Regional Klasse 2	Turbusser
Volvo	Volvo tilbyr både standard elbusser og el-leddbusser (fra oktober 2019) i modulært design, og en ladbar hybridbuss.	EI	EI		
Volvo-gruppen	Modulær strategi for 3 plattformer basert på vektclasser på tvers av lastebil/buss. Gruppen inngikk i 2019 et strategisk samarbeid med Samsung SDI for batterileveranser, og med Daimler om hydrogen brenselcelleutvikling fram mot 2030.				
Scania	Lanserte i Oktober 2019 Citywide elbuss for urbane og regionale ruter. Bussen har en rekkevidde fra 80-150 km og har pantograflading. Med de minste batteriene er vekt og passasjerkapasitet uendret fra dieselsversjonen. Scania har offentlig uttalt at de fokuserer på kommersialisering av elbusser og ikke hydrogenbusser, men de vil fortsatt ha en aktivitet på hydrogen. De vil lansere et nytt elektrisk bussprodukt hvert år fremover.	EI			
Neoplan/MAN	Neoplan lager langdistansebusser og har ingen batteri- eller hydrogenbusser. MAN har en elektrisk bybuss.	EI			
TRATON-gruppen	Traton-gruppen, det vil si Scania, MAN og Volkswagen Caminhões e Ônibus (VWCO), skal investere 1 milliard Euro i elektrifisering fram til 2025. Det utvikles et modulært elektrisk tungtransportdrivsystem (e-flex) à la VW MEB-plattform for personbiler. Dette skal benyttes på tvers av merkene i gruppen. Først ut var batterielektriske bybusser. Hver tredje bussmodell vil kunne ha et elektrisk alternativ i løpet av de neste 15 årene, de fleste vil være batterielektriske.				
VDL	VDL bygger en egen fabrikk for effektiv produksjon av elbusser i Belgia og siterer Elaad forskningssenter på at andelen elbusser i Nederlandske byer forventes å gå opp fra 10% i 2019 til 75% i 2025. Fabrikken vil åpne i 2021/2022 og kan levere busser fra da. Det var per februar 2021 800 VDL elbusser på veiene i 10 Europeiske land. Sammen med Siemens testes ulike fleksible ladeløsninger ut på VDLs ladetestsenter. Tilbyr Citea elektrisk bybuss som kan leveres i ulike busstørrelser (standard og catenary) og batteristørrelser. Flere ladeløsninger kan tilbys. VDL utvikler en ny Citea elbussmodell, designet for eldrift fra starten av, med lettvektsmaterialer og konsepter for å redusere varmetapet og energiforbruket (med 20-25%) også om vinteren. Batteriet skal ligge i gulvet for å øke passasjerkapasiteten. For by- og regionaltransport. 12-18 meter, 2-3 akslinger, 500-600 km rekkevidde (250 km selv ved -15°C i 100% elektrisk). På nettsiden nevnes hydrogen kun for langtransport og internasjonal busstransport.	EI	EI	EI	
Van Hool	Kan levere BRT batterielektriske- og hydrogenbusser (ligner på trikker) i 18 og 24 meters lengder og en 13 meter hydrogenbuss. Det står ingenting på nettsiden om standard elbusser. I USA tilbys en batterielektrisk langdistansebuss med 648 kWh batteri og inntil 500 km rekkevidde.	H ₂	EI, H ₂		EI
Mercedes	Citaro bybuss med batterielektrisk drift fra 2018, ny generasjon batterier fra 2021 og solid state (Litium Polymer) fra andre halvdel av 2020, hydrogenbasert rekkeviddeforlenger fra 2022. Leddbuss tilgjengelig fra 2020.	EI, H ₂	EI		
Daimler-gruppen	Består av Mercedes lastebiler og busser, Fuso lastebiler, og merkene Freightliner og Thomas-built buses i USA. Satsingen på elbusser og el-lastebiler i konsernet er samlet i «E-Mobility group». Det utvikles en integrert løsning på tvers av merker og bruksområder. Konsernet har lansert en strategi for å kun levere CO ₂ -nøytrale kjøretøy fra 2039, kan levere elbusser allerede og arbeider med hydrogenløsninger for generell lansering før 2030. Konsernet har stanset utvikling av gassmotorer som de ser på som en uinteressant mellomløsning med for lav CO ₂ -gevinst.				
Solaris	Solaris tilbyr både batterielektriske busser (Urbino Electric i 8,9, 12 og 18 meters lengder) og en hydrogenbussmodell (Urbino 12 Hydrogen). Elbussene leveres med ulike ladeløsninger og batteristørrelser. Solaris har vært markedsledende på elbusser i Europa.	EI, H ₂	EI		
BYD	BYD er verdens ledende elbussprodusent og har produsert 50000 elbusser hittil. De er levert til 300 byer verden over. BYD kan levere ulike typer elbusser fra standard 8,7 og 12 meter busser til 18 meter leddbusser, og klasse 2 busser (med setebelte). De kan også levere en turbuss (Coach).	EI	EI	EI	EI
Yutong Eurobus	Etablerer seg i Norge som ett rent elbussmerke. Har solgt 102 bybusser til Bergen og 3 turbusser til OsloBuss.	EI	EI	EI	EI
Iveco/Heuliez	Leverer elektrisk minibuss, Iveco Daily, mens Heuliez leverer 18 meters elektriske leddbusser og 9,5, 10,7 og 12 meters elbusser som kan leveres med ulike batteri og ladeløsninger.	EI	EI		
IRIZAR	Tilbyr en Elbuss med opptil 350 kWh batteri i 10, 12, 15 og 18 meters lengder. Lading 50-600 kW (pantograf). Har også BRT elbuss (trikkeligende). Lager også en lastebil (bussfront). Egen fabrikk for elbusser (kapasitet 1000/år)	EI	EI	EI	

Kilder: Produsentenes nettsider og følgende: - [Yutong på full fart inn i Norge \(yrkesbil.no\)](#), [Van Hool ships the first CX45E electric coach to the US.](#) - [News | Van Hool](#), [New generation Citeas \(vdlbuscoach.com\)](#)

Tabell 2.12. gir detaljert informasjon om batterielektriske by- og regionalbusser som er på markedet, tabell 2.13. for langdistansebusser mens tabell 2.14. gir en oversikt over hydrogenbusser.

Tabell 2.12: Tilgjengelige batteri elektriske by- og regionalbusser med el og hydrogendrivesystem

Merke	Type	Modell	Aksler	Lengde	Batteri Nominal/ available kWh	Rekkevidde estimat km	Effekt maks/ kont.	Passasjerer	Normal lading	Hurtig lading	Kommentar
Yutong	By Klasse I	E-12	2	12	295-422			34 seter, inntil 64 stå	60	Inntil 300 kW	
	By og regional			15	563						
	By Klasse I		Ledd-buss	18	563						
VDL	By og regional	Citea (ny i 2021)	2-3	12-18	500-600?	500-600 (250 ved -15°C, 100% el)		110 (12m) 45 seter			Kommer 2021, 4 lengder/5 typer. Batteri i gulv
	By	Citea SLF (- 2021)		12	216-350		160/116-240/210	72	30-50	250-430	2 batteri-typer, effekt og energi
	By, BRT	Citea SLFA/ BRT (- 2021)	Ledd-buss	18-18,8	216-420		240/210	130	30-50	320-430	2 batteri-typer, effekt og energi
	By, regional	Citea SLE		12-12,9	216-350		160/116-240/210	73-82	30-50	250-430	2 batteri-typer, effekt og energi
	By, regional	Citea LLE		10-11,5	216-315		160/116	64-68	30-50	245-320	2 batteri-typer, effekt og energi
Solaris	By Klasse I	Urbino 8,9 LE Electric	2	8,9	Tilpasses bruk		160/	Maks 27 seter		Tilpasses bruk	
	By Klasse I	Urbino 12 LE Electric	2	12	Tilpasses bruk		300/	39+4 seter avh. konfig.		Tilpasses bruk	
	Regional Klasse I og II	Urbino 15 LE electric	3	14,9	Inntil 470		300/	51-65 seter, Tot. ≤105 avh. konfig.		260 kW 540 kW Pantograf	
	By Klasse I	Urbino 18 LE electric	Ledd-buss	18	Tilpasses bruk		240/	49+8 seter		Tilpasses bruk	
Volvo	By Klasse I	7900 Electric	2	12	198-330		200/	95	11 kW AC	150 (300 Opp-charge)	
	By Klasse I	7900 Electric articulated	Ledd-buss	18-18,7	264-396		2*200/	145-150		150 (450 Opp-charge)	
Scania	By Klasse I	Citywide Electric	2	11,4-13,3	254-330 (13,3 m)	170-320 avh. av forhold	300/250	Inntil 100, 35 seter		150 (300 Opp-charge)	
MAN	By Klasse I	Lion's City E	2	12,1	480 (tilgj.)	200-280	240/160	480/320		150 kW	
		Lion's City E	Ledd-buss	18,1	640 (tilgj)	200-280				150 kW	
Mercedes	By Klasse I	eCitaro NMC1		12	146-292	150-280	250/125	26-29 seter 71-85 total		150 kW 300 kW pantograf	
	By Klasse I	eCitaro NMC2		12	198-396	200-380	250/125	26-29 seter 71-85 total		150 kW 300 kW pantograf	

Kilder: - [Yutong på full fart inn i Norge \(yrkesbil.no\)](#), Tidenes satsing på klimavennlig reiseliv – Enova tildeler Boreal 90 millioner - [Boreal, VDL Bus & Coach, Spesifikasjoner for Volvo 7900 Electric | Volvo Buss \(volvobuses.no\)](#), [technical-specification-scania-citywide-bev.pdf, product-brochure-scania-citywide-bev.pdf, https://www.mercedes-benz-bus.com/no_NO/models/ecitaro.html](#) (lastet ned Omnibus magazin), [Solaris Introduces Urbino 15 LE Electric Bus \(insideebs.com\)](#), [EN_Premiera_1920_x_1080.pdf \(solarisbus.com\)](#), [Busmania \(solarisbus.com\)](#), [https://www.bus.man.eu/man/media/no/content_medien/doc/business_website_bus_master_1/emobility_1/br_MAN_eMobility_20_20_de_screen.pdf, Irizar ie bus - Irizar e-mobility \(irizar-emobility.com\)](#), [CATALOGO-EMOBILITY_EN.pdf \(irizar-emobility.com\)](#), [Iveco E-WAY by HEULIEZ: Innovative Bus-Lösungen with Iveco](#)

Tabell 2.13: Langdistansebusser (klasse III)

Merke	Type	Modell	Aksler	Lengde	Batteri Nominal/available kWh	Rekkevidde estimat km	Effekt maks/kont.	Passasjerer	Normal lading	Hurtig lading	Kommentar
Yutong	Turbuss klasse II				374	Inntil 400		50	75		Finnes også som klasse III med 422 kWh
BYD	Turbuss	C8	2	10,6	324		360/	45+1 seter	80		
BYD	Turbuss	C9	2	12	324		360/	49+1 seter	80		
VanHool	Turbuss (USA mod)	CX45E	3		676	500	360/310			125 kW	Kommer 2021

<https://www.vanhool.be/en/>, - Yutong på full fart inn i Norge (yrkesbil.no), Van Hool ships the first CX45E electric coach to the US. - News | Van Hool, Nordens første utslippsfrie turbusser ruller nå i Oslo - ZERO

Tabell 2.14: Hydrogenbusser

Merke	Type	Modell	Aksler	Lengde	Batteri Nominal/available kWh	Rekkevidde estimat km	Effekt maks/kont.	Passasjerer	Normal lading	Brenselcelle	Kommentar
VanHool	Bybuss			13,2							
	BRT			18,6							
	BRT			23,8							
Solaris	Bybuss	Urbino 12 Hydrogen									
Mercedes	Bybuss					150 km elektrisk drift + 150 km med rekkeviddeforlenger i drift					Rekkeviddeforlenger til elbuss fra 2020

Kilder: <https://www.vanhool.be/en/public-transport/exquicity-brt/fuel-cell>, <https://fuelcellsworld.com/news/mercedes-benz-swag-launching-ecitaro-bus-with-fuel-cell-technology-in-2022/>, <https://www.cellcentric.net/en/>

Oppsummering

Tabell 2.15. gir en oppsummering av egenskapene til el-busser som er i salg.

Tabell 2.15: Oppsummering av egenskapene til el-busser som er i salg.

Egenskap	By Kl. I <12 meter	By Kl. I 12 meter	Bybuss Kl. I 15 meter	Regional Kl. II 15 meter	Leddbuss (by) 18 meter	Langdist./tur 15 meter
Batteri kWh - Maks	315-350	350-480	470-563	470-563	396-640	324-676
Rekkevidde sommer km*	250-280	280-380	380-450	380-450	260-430	220-450
Rekkevidde vinter km*	140-160	160-210	210-250	210-250	150-240	120-250
Depotlading - kW	30-150	30-150	30-150	30-150	30-150	75-80
Hurtiglading - kW	100-245	100-320	150-200	150-260	320-330	125
Batteri kWh – Medium med pantograf opsjon	Ikke tilgj.	185-216	260-470	260-470	194-264	Ikke tilgj.
Rekkevidde sommer km#	Ikke tilgj.	150-170	210-380	210-380	130-180	Ikke tilgj.
Rekkevidde vinter km#	Ikke tilgj.	80-100	120-210	120-210	70-100	Ikke tilgj.
Depotlading - kW	Ikke tilgj.	11-150	Inntil 150	Inntil 150	30-150	Ikke tilgj.
Hurtiglading - kW	Ikke tilgj.	150-250	150-260	150-260	300	Ikke tilgj.
Pantograf opsjon kW	Ikke tilgj.	300-450	300-600	300-600	300-450	Ikke tilgj.

Egenskap	By Kl. I <12 meter	By Kl. I 12 meter	Bybuss Kl. I 15 meter	Regional Kl. II 15 meter	Leddbuss (by) 18 meter	Langdist./tur 15 meter
Batteri kWh – Pantograf optimalisert	Ikke tilgj.	73-146 (-216)	146-260	150-260	102-194 (-216)	Ikke tilgj.
Rekkevidde sommer km* [#]	Ikke tilgj.	60-65	120-210	120-210	70-130	Ikke tilgj.
Rekkevidde vinter km* [#]	Ikke tilgj.	25-30	70-120	70-120	40-70	Ikke tilgj.
Pantograf lading - kW	Ikke tilgj.	300-450	300-600	300-600	300-450	Ikke tilgj.
Batterilevetid						
Motoreffekt	160/116- x/180	160/116- 300/250	300/x-x/240	300/x-x/240	240/210-400/x	360/310
Antall leverandører	4	9	3	2-3	8	2-3

*Batterielektrisk drift (inkl. el til varme/kjøling) 1,25 kWh/km (leddbuss og langdistanse 1,5) sommer og 2,25 kWh/km (leddbuss og langdistanse 2,7) vinter. Ikke korrigert for mindre batterivekt i versjonene med små batterier.

[#]Pantografløsninger muliggjør drift hele døgnet.

Teknologien for elbusser utvikles for å kunne tilby kundene skreddersydde løsninger som er tilpasset de topografiske, klimatiske og rutespesifikke behovene. Dette har medført at elbusser har modulære batterisystemer med mulighet for ulike batteristørrelser, og det tilbys en rekke ulike ladeløsninger, som pluggbasert normallading og hurtiglading i depot, pantograf normal og hurtiglading i depot, pantograf hurtiglading (typisk 300 kW) på endestopp, og flashlading (over 300-600 kW) på holdeplasser underveis på ruten. Batteristørrelse og ladeeffekt tilpasses rutebehovet og det er nå i prinsippet mulig å møte alle behov.

Tre hovedløsninger er utviklet. Busser med store batterier som kun lades i depot, busser med små batterier som flashlades med pantograf på holdeplasser og en mellomvariant som lades i depot men også kan lades med pantograf. Totalsystemet tilpasses slik at batteriets levetid blir lengst mulig og kundens transportproduksjonsbehov dekkes. Kundene ønsker en levetid tilsvarende bussanbudets tidsperiode (i Norge 7-11 år).

Norske operatører har valgt ulike løsninger. Med fallende batteripriser går trenden i retning større batterier og depotlading fordi det er enklere logistikk og operatørene har mer kontroll over ladingen, mens pantograflading i byer er komplisert å etablere og drifte.

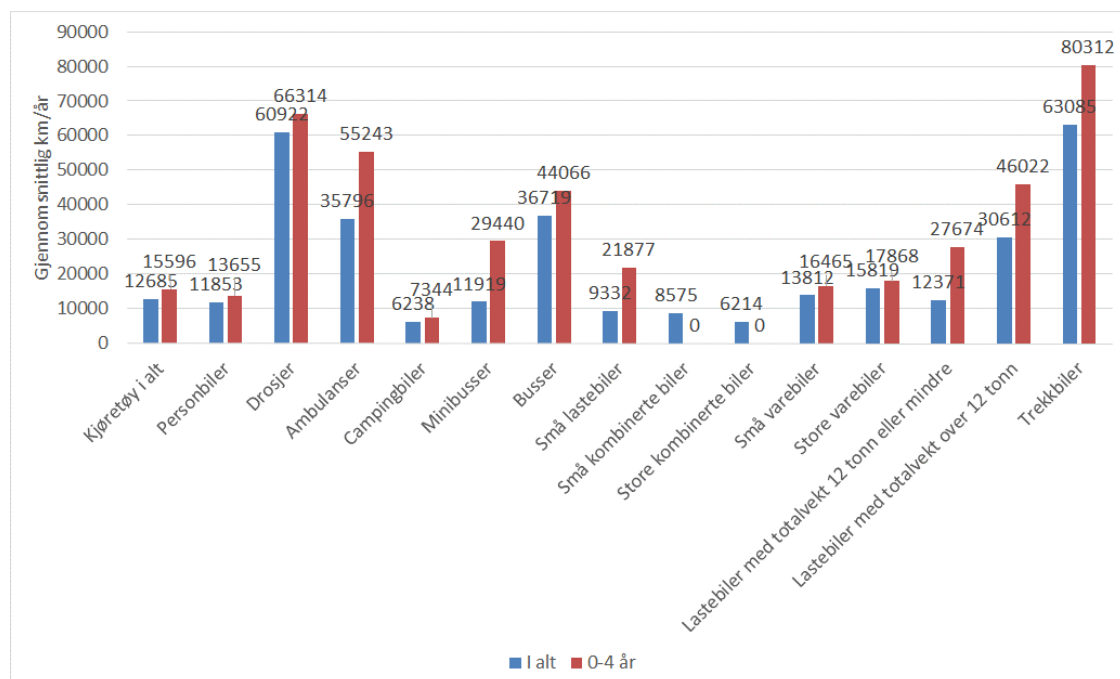
Bussprodusentene fokuserte i første rekke på klasse I-bybusser, men det er flere leverandører som nå også kan levere klasse II-busser for regional trafikk. Nyutviklede busser tilbys i stort utvalg av lengder, batterivarianter og i både klasse I- og II-versjoner. Også klasse III-busser kan leveres. Foreløpig bruker bussene ulike varianter av Li-Ion-batterier, men Mercedes kan levere busser med «solid state-batterier» (Li-Polymer). Disse har høyere energitetthet enn Li-Ion-batterier men kan til gjengjeld ikke hurtiglades.

Det er ingen spesifikke teknologiske barrierer knyttet til introduksjon av elbusser i norske byer, utover lokale utfordringer med å skaffe tilstrekkelig nettkapasitet og installere ladeinfrastruktur i depoter og/eller på holdeplasser. Bussenes batteristørrelse koordineres med ladehastighet og tilgang til et fungerende totalsystem. Dette kan imidlertid gi høyere totale kostnader enn med dieseldrift. Det kan være teknisk utfordrende med eldrift på lange ruter i ekstra kalde klimasoner. For hydrogen er utviklingen kommet kortere, men det er bybusser i markedet. Produsentene ser imidlertid i økende grad ut til å fokusere på batterielektriske løsninger.

2.5 Årlige kjørelengder

Lange gjennomsnittlige årlige kjørelengder er en indikasjon på at det kan bli utfordringer med elektrifisering (stort batteri eller mye lading underveis), men også økende lønnsomhet knyttet til elektrifisering fordi energikostnadene blir mye lavere enn for dieseldrift og andre

alternativer. Figur 2.3. viser årlige gjennomsnittlige kjørelengder for ulike typer kjøretøy hhv i alt og for kjøretøy som er 0-4 år gamle.



Figur 2.3: Årlige gjennomsnittlige kjørelengder hhv i alt og for biler som er 0-4 år gamle. Kilde: SSB.

Det fremkommer at drosjer (og ambulanser) og trekkbiler er de kjøretøysegmentene med høyest årlig kjørelengde, etterfulgt av busser og lastebiler med totalvekt over 12 tonn.

2.6 Infrastruktur

2.6.1 Varebiler

El-varebiler vil i hovedsak lades i depot eller i noen tilfeller hjemme hos ansatte. Ladebehov og ladeeffekt er som for personbiler. Varebiler vil trolig lades daglig for å kunne håndtere variable bruksbehov for kjørelengde og flere sjåfører, mens det kan gå mange dager mellom lading av personbiler med store batterier.

For små bedrifter antas det at kostnaden for å etablere normallading (veggbokser) vil ligge på 8 000-20 000 kr. eks. mva per kjøretøy ferdig montert (Klimakur²¹ 2030 anslår en kostnad på 20 000 kr uten å spesifisere antagelsene), avhengig av om de kan monteres innendørs, på vegg eller om det må graves ned ledninger til ladestolper (i hvilket tilfelle kostnadene vil være høyere enn 20 000 kr). For store flåter vil det trolig bli nødvendig med systemer med laststyring for å ikke overbelaste strømkoblingen til nettet. Dette er tilsvarende løsninger som for borettslag, med kostnader opp mot 15-25 000 kr eks. mva. per lade-punkt (og kjøretøy). Levetiden for disse systemene vil være mye lenger enn varebilens levetid, spesielt el-installasjonen mellom vegggladeboksen og sikringsskapet.

Dersom kapasiteten i strømmettet må utvides kan det påløpe betydelige merkostnader til anleggsbidrag. Dette kan skape en viss konkurransevridding mellom bedrifter som slipper denne kostnaden og de som må betale. Det er derfor viktig at støtteprogrammer rettes inn

²¹ Klimakur 2030 – Miljødirektoratet (miljodirektoratet.no)

mot å redusere denne kostnaden. For øvrig kan varebiler bruke samme offentlige ladeinfrastruktur som personbilene.

2.6.2 Lastebiler

For personbiler finnes det en CCS-ladestandard som tillater inntil 350 kW lading. Lastebiler som nå lanseres har denne løsningen, men de fleste er begrenset til 150 kW. Dagens hurtigladeestasjoner for personbiler vil dermed kunne benyttes, men de er ikke fysisk utformet for å gi plass til lastebiler. Dette kan gi opphav til konflikter dersom lastebiler blokkerer flere enn en lader. Det vil bli behov for lade-effekter opp mot 0,5-1 MW i fremtiden dersom langtransportlastebiler med store batterier skal kunne lades betydelig opp i løpet av hviletiden på 45 minutter.

Normallading vil ligge på 11-22 kW AC (veggbokser som også brukes til personbiler) for små lastebiler med inntil 200 kW batterier og distribusjonslastebiler og medium-store lastebiler med inntil 400 kW batteri som brukes på ett skift. 50 kW DC (evt. 43 kW AC) er nødvendig for de lastebilene som har større batterier enn 400 kWh og som brukes på ett skift. To-skiftoperasjon krever inntil dobbelt så kraftig normallading.

Langtransportlastebiler brukes intenst og vil ha batterier fra 400 kWh og i fremtiden over 800 kWh som må kunne lades i løpet av døgnhviletiden (11 timer). For de sistnevnte som brukes intensivt vil 100-150 kW DC kunne være nivået for normallading. For større flåter vil det være nødvendig med laststyring for å begrense effektuttaket fra nettet. I større bygninger kan det være muligheter for laststyring også opp mot bygningsinstallasjonen, slik Tibber gjør for personbillading.

Hva gjelder hurtiglading vil de minste lastebilene klare seg med 150 kW effekt. For langtransportlastebiler som kan ha batterier på 800 kW og over kan hurtiglading med effekter på 500-1000 kW bli nødvendig. Det er ingen teknisk standard for dette foreløpig. Det er imidlertid busser på markedet som kan lade med 600 kW fra pantograf. Øvrige lastebiler vil ha mulighet for å lade fra 350 kW. Ladebehovene er oppsummert i tabell 2.17.

Tabell 2.16: Ladesystemer for lastebiler. Skala fra grønt til rødt: fra billig og kjent teknologi til (11-22 kW AC) til dyr (350 kW) og ukjent teknologi (over 350 kW).

	Antall skift	Normallading				Hurtiglading
		Inntil 200 kWh batteristørrelse	200-400 kWh batteristørrelse	400-800 kWh batteristørrelse	Over 800 kWh batteristørrelse	
Liten lastebil <16 tonn	1	11-22 kW AC				150 kW
	2	22 kW AC				150 kW
Distribusjonslastebil 16-18 tonn	1	11-22 kW AC	22 kW AC			150-350 kW
	2	22 kW AC	50 kW DC			150-350 kW
Medium lastebil 27 tonn	1		22 kW AC			160-350 kW
	2		50 kW DC			160-350 kW
Medium lastebil, anlegg 27 tonn	1		22 kW AC	50 kW DC		160-350 kW
	2		50 kW DC	50-100 kW DC		160-350 kW
Stor lastebil >27 tonn	1			50 kW DC		350 kW
	2			50-100 kW DC		350 kW
Stor lastebil, anlegg > 27 tonn	1			50 kW DC		350 kW
	2			50-100 kW DC		350 kW
Langtransportlastebil >27 tonn	1			50 kW DC	50-100 kW DC	350-1000 kW
	2			50-100 kW DC	100-150 kW DC	350-1000 kW

Dersom kapasiteten i strømmettet må utvides kan det påløpe betydelige merkostnader til såkalt anleggsbidrag når ladeanlegg etableres. Noen steder kan det være ledig kapasitet i nettet slik at anleggsbidrag ikke utløses når noen få lastebiler tas i bruk, mens andre steder finnes det ikke noe ledig kapasitet. Dette kan skape en viss konkurransevridding mellom bedrifter som slipper denne kostnaden og de som må betale. Det er derfor viktig at støtteprogrammer rettes inn mot å redusere denne kostnaden, og til støtte til laststyringssystemer som kan begrense maksuttaket fra nettet eller utnytte ledig effektkapasitet i bygningsinstallasjoner. Det må antas at bedrifter som i større omfang tar i bruk el-lastebiler med 400 kWh og større batterier, vil bli avkrevd anleggsbidrag fordi nettkapasiteten må utvides.

Klimakur 2030²² estimerer kostnader på 60 000 NOK for 22 kW-AC ladere. Dette virker å være altfor høyt når Easee-ladere som kan ta opptil 22 kW og kan laststyres sammen med 2 andre ladere koster 8 000 NOK pluss 7 000 NOK for en standardinstallasjon for privatpersoner (inkl. mva)²³, totalt 12 000 NOK uten mva. I realiteten vil nok en standardinstallasjon ikke alltid dekke alle kostnader, slik at gjennomsnittlig installasjonskostnad vil være litt høyere. Denne type installasjon kan være egnet for små bedrifter med inntil 3 biler. Easee har også løsninger med laststyring som kan brukes på bilflåter med opptil 101 biler. Noen bedrifter vil kunne bruke vegghengt ladeinfrastruktur, andre må kanskje ha utendørs ladestolper som gir betydelig høyere kostnad pga. behov for nedgraving av kabler. Sistnevnte kan ha kostnader opp mot 60 000 NOK per ladepunkt. Kostnaden for 22 kW ladeinfrastruktur anslås derfor til 12 000-60 000 NOK eks mva. per kjøretøy, eller 550-2700 NOK per kW. De første bilflåtene som tar i bruk el-lastebiler har trolig de laveste infrastrukturkostnadene, og det er usannsynlig med gjennomsnittskostnader på 60 000 NOK/ kjøretøy slik Klimakur 2030²⁴ opererer med. Bygningsinstallasjoner og nedgravde ladekabler kan ha en levetid på opp mot 40 år. Antatt levetid for stolper og ladebokser er 10 år.

²² Klimakur 2030 - Miljødirektoratet (miljodirektoratet.no)

²³ [Easee Ladeboks - Lad elbilen hjemme](#) & [Tibber Store](#)

²⁴ [Klimakur 2030 - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](#)

Klimakur²⁵ estimerer kostnader på 250 000 kr per 50 kW DC-ladepunkt (150' for lader og 100' for nettilkobling), eller 5000 NOK/kW som stemmer bra med Karlstrøm²⁶ (2020). Det antas at kostnadsreduksjon på laderne kan få tallet ned i 4 000 NOK/kW fram mot 2025. 43 kW AC vil være tilgjengelig enkelte steder (industrikontakt), men ikke til mange kjøretøy, men vil ha en lavere kostnad enn 50 kW DC. Laderen i lastebilen vil da imidlertid være dyrere. Det er få lastebilprodusenter som går for denne løsningen. Det er behov for å utvikle mer kostnadseffektive 50 kW DC depotladesystemer med laststyring for større bilflåter.

For fylling av hydrogen finnes det standardløsninger som opererer med 350 bar trykk, og det må etableres egne fyllestasjoner for tunge kjøretøy.

2.6.3 Busser

For busser avhenger ladebehovet av lokale forhold og behovene for den aktuelle ruten med den valgte bussen. Dette er lukkede transportløsninger der de enkelte elementene dimensjoneres for den transportytelsen som skal leveres (sete-km). Busser i full drift kan operere i opptil 18-20 timer per dag og dermed kan ladeeffektbehovet bli større enn for lastebiler med tilsvarende størrelse der en har lenger tid til rådighet for å full-lade batteriet.

Turbusser som opereres lokalt, f.eks. rundt cruisehavner og til sightseeing i byer vil stort sett ha samme ladebehov som lastebiler med tilsvarende batteristørrelse. Busser for generell turbruk kan kjøre over hele landet og ha et sterkt variabelt ladebehov, mens ekspressbusser kjøres i faste ruter men har korte pauser. Det vil være krevende å elektrifisere disse buss-typene, og det må etableres hurtigladeinfrastruktur langs hovedveiene for at det skal bli mulig.

2.7 Virkemidler

Dette kapitlet gir en oversikt over ulike offentlige virkemidler for el- og hydrogenkjøretøy.

2.7.1 Ulikheter mellom personbiler og nyttekjøretøy

Noen likheter og forskjeller mellom personbiler og nyttekjøretøy er:

- Lastebiler, varebiler og busser oppfyller en primær arbeidsfunksjon der kjøretøyeier utfører en tjeneste for en oppdragsgiver. Målet er å transportere varer/utstyr/-materialer og personer effektivt og kostnadseffektivt per oppdrag, per tonn-km eller per person-km.
- Høyt antall km per år og vekten av lasten/personene som transporteres vil medføre at energikostnadene utgjør en høyere andel av totalkostnaden enn for personbiler. Ved konvertering til el-drift kan merkostnaden ved kjøretøyet betales tilbake raskere med reduserte energikostnader.
- Personbiler og varebiler har en typisk levetid på 10-15 år og 230 000 km total kjørelengde. Lastebiler og busser kan ha en levetid i Norge på 5-10 år, med en total kjørelengde på opp mot 0,5-1 million km.
- En personbil har en nyttelast som vil utgjøre 25% av tillatt totalvekt og et energiforbruk på 0,15-0,3 kWh/km avhengig av størrelse, og kjøres typisk 10 000-20 000

²⁵ [Klimakur 2030 - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](#)

²⁶ [Rapport \(trafikverket.se\)](#)

km per år. Varebiler har et lignende bruksmønster, men kan ha lenger årlig kjørelengder i noen bruksområder. Lastebiler er konstruert for å frakte varer og kan ha en nyttelast som utgjør 65% av tillatt totalvekt og et energiforbruk som er fra 0,5 kWh/km til 2 kWh/km avhengig av størrelse. Busser kan ha like høyt energiforbruk som store lastebiler på grunn av stort antall start og stopp, selv om passasjerenes vekt utgjør en lavere andel av tillatt totalvekt.

- Elektrifiserte lastebiler og busser vil, av økonomiske grunner, som regel operere i grenseland for rekkevidden, mens personbiler normalt bare gjør det av og til. Varebiler gjør det noe oftere enn personbilene. Dette gjør at batteriet i lastebilene belastes hardere eller at deler av batterikapasiteten ikke benyttes, det vil si at batteriet må overdimensjoneres mer for å oppnå full levetid for segmentet.
- Lastebiler produseres i volumer som er ca. 1/20 del av volumene til volum-personbilene (kompakte personbiler), og de kan kjøpes i mange flere konfigurasjoner og tilpasninger. Skalerbare og overførbare løsninger mellom lastebilsegmenter og typer er derfor mye viktigere enn for personbilene. Det kan også være store kostnader å spare på å overføre komponenter fra personbiler til varebiler og til lastebiler der det er mulig, f.eks. ved at samme battericeller benyttes.
- Hjemme- og offentlig-ladeløsninger for personbiler kan overføres til varebiler og mindre lastebiler (22 kW AC), noe som gir lave kostnader. Dette fungerer for lastebiler som brukes på ett skift med batterier opptil ca. 300 kWh (12 timer lading, 22 kW, 90% ladevirkningsgrad, 20% SOC (reservekapasitet) ved ladestart), og vil være den foretrukne løsningen. I markedet finnes det enkle løsninger for små bedrifter, hvor inntil 3 ladere kan kommunisere med hverandre og begrense uttak til hva sikringer tåler. For store bedrifter kan det være opptil 100 ladere som kommuniserer med hverandre og laststyres, à la det som installeres i felles parkeringsanlegg i sameier og borettslag. Kjøretøy med inntil 300 kWh batteri som opererer på 2 skift må enten ha 43 kW AC ladere eller 50 kW DC ladere i depotet. Langtransportlastebiler som kjøres på ett henholdsvis to skift trenger ladere på 50 kW DC og 100 kW DC.

Disse ulikhetene har betydning for virkemiddelbruken.

2.7.2 EUs CO₂-krav til kjøretøy og innkjøpskrav til offentlige bilflåter

Norge får drahjelp fra EUs krav til å redusere nye varebilers CO₂-utslipp i Europa som helhet²⁷. Det medfører at nullutslipps- eller lavutslippsvarebiler må selges, ellers er ikke kravene oppnåelige. CO₂-krav til nye varebiler ble introdusert i 2011 (Regulativ 510/2011). Gjennomsnittet for nye varebiler skulle ned til 175 g CO₂/km for 2017 og 147 g CO₂/km for 2020. Regulativ (EU) 2019/631 setter mål for tiden etter 2020 som en prosentvis reduksjon fra 2021-nivået på 15% CO₂ i 2025 og 31% fra 2030. Bøtene for ikke å klare kravet er på 95 Euro/g/km/bil. Disse kravene vil i stor grad måtte nås med å selge elektrifiserte varebiler, i.e. batterielektriske, ladbare hybrider eller evt. hydrogen-brenselcelle varebiler, da historiske utslippsreduksjoner viser at det ikke er mye mer å hente på bensin- og diesel-varebiler.

²⁷ https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/regulation_en
https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTupdate_EU-95gram_jan2014.pdf

For tunge biler trådte et EU CO₂-utslippsregulativ (Regulativ (EU) 2019/1242) i kraft fra august 2019²⁸. CO₂-målene uttrykkes som en prosentvis reduksjon av utslippene i forhold til referanseperioden fra juli 2019 til juli 2020. Fra 2025 skal utslippet reduseres med 15% og fra 2030 med 30% i forhold til referanseperioden. Bøtene for ikke å klare kravet er på 4 250 Euro/g/tonn-km/bil i 2025 og 6 800 Euro/g/tonn-km/bil i 2030. Kravene gjelder i første omgang store lastebiler (>16 tonn) men kan også komme til å gjelde for mindre lastebiler, bybusser og tur-/langdistansebusser etter en vurdering som skal gjøres i 2022. Det er lite sannsynlig at disse kravene kan oppnås kun med effektivisering av forbrenningsmotorer og andre effektivitetstiltak. Ifølge Daimler har det for lastebilene vært gjennomsnittlige reduksjoner på 1,1% per år historisk (se Figur 2.3). Det antas derfor at minimum halvparten av reduksjonen må nås ved å selge null- eller lavutslippslastebiler (Figenbaum m.fl, 2019²⁹). Dette vil medføre at det kommer et utvalg av slike lastebiler over 16 tonn fra alle lastebilprodusentene. Det er sannsynlig at EU vil utvide kravet til også å gjelde lastebiler inntil 16 tonn når de vurderer dette i 2022. Produsentene lanserer uansett også lettere lastebiler på el, blant annet fordi EU også har et mål om at bylogistikk skal bli utslippsfri innen 2030 - og fordi byer etablerer lavutslippssoner og har ambisiøse klimaplaner. I tillegg har elektrifisering av tungtransport fordeler i byer i forhold til lokal luftforurensning og støy.

Vurderingen er dermed at det fram mot 2025 og videre mot 2030 vil bli tilgjengelig personbiler, varebiler og lastebiler med null- og lavutslippsdrivsystemer i mye større omfang enn i dag. For kinesiske personbil-, varebil- og lastebilprodusenter er dette en gyllen mulighet til å etablere seg som nullutslippsleverandører i Europa, fordi volumet deres kan inngå som del av en større grupperings salgsvolum i rapporteringen til EU. Dette har en verdi for en produsent som ikke klarer kravet alene og da kan nullutslippsleverandører kreve betaling for å inngå i en slik sammenslåing.

²⁸ https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/heavy_en

²⁹ <https://www.toi.no/publikasjoner/360-graders-analyse-av-potensialet-for-nullutslippskjoretøy-article35999-8.html>

Tabell 2.17: EUs CO₂-krav og 2020 markedsandeler for batterielektriske og ladbare hybridkjøretøy. Norges mål for nullutslipp per segment og markedsandeler for 2020 og andel av bilflåten av batterielektriske og ladbare hybridkjøretøy.

	Personbiler	Lette varebiler	Tunge varebiler	Lastebiler >16 tonn	Bybusser	Langdistansebusser
EU						
CO ₂ -krav 2020	95 g/km	147 g/km				
CO ₂ -krav 2025	-15% (81 g/km)	-15% (125 g/km)		-15%		
CO ₂ -krav 2030	-37,5% (59 g/km)	-31% (101 g/km)		-30%		
EU innkjøpskrav offentlige flåter 2025	17,6-38,5%	17,6-38,5%		6-10%	45%	
EU innkjøpskrav offentlige flåter 2030	17,6-38,5%	17,6-38,5%		7-15%	55%	
EU						
Batterielektrisk andel salget 2020	5,4%	2%			15,6%*	
EU ladbar hybrid andel salget 2020	5,1%	0%				0,1%
Norge						
Nullutslippskrav kjøretøymarked 2025	100%	100%			100%	
Nullutslippskrav kjøretøymarked 2030			100%	50%		75%
Forslag innkjøpskrav offentlig bilflåte	100% 2022	100% 2022	Utrede	Utrede	100% 2025	Utrede
Batterielektrisk andel salget 2020	53%	13,7%	3,2%	0,3%	22,8%	6%
Ladbar hybrid andel salget 2020	20%	0%	0%	0%	0%	0%
Batterielektrisk andel bilflåten 2020	12,1%	3,6%	3,6%	0%	5,5%	0,6%
Ladbar hybrid andel bilflåten 2020	5,2%	0%	0%	0%	0,7%	0,1%

Kilder: Klimaplan for 2021-2030, NTP 2018-27, EAFO.eu, SVV kjøretøydata (bilparken og bilsalget 2020), ACEA.be (registreringstall).

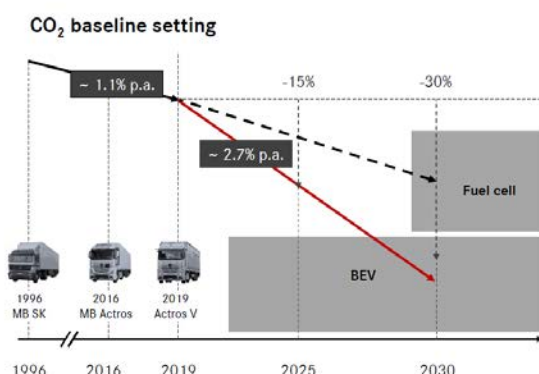
*Kilde: [E-Bus-Zahlen 2020 - omnibus.news](#). Tallene inkluderer salg i.: Nederland, Tyskland, Storbritannia, Norge, Sverige, Polen, Frankrike, Italia, Spania, Luxemburg, Finland, Belgia, Portugal, Sveits, Østerrike; Danmark

EU har flere lovendringer under innføring som vil gjøre det enklere å bygge energieffektive batterielektriske lastebiler. Forordningen om CO₂-utslipp tillater at totalvekt kan overskrides med inntil 2 tonn (EUs CO₂-forordning tunge biler) for å gi rom for å installere batterier uten at nyttelast går tapt. Med dagens teknologi er 2 tonn nok til batterier med et energiinnhold på inntil 300 kWh på pakkenivå. Videre er det et annet direktiv som krever at føreren får bedre sikt og som tillater at lastebilenes front kan bli inntil 90 cm lenger for å redusere dødvinklen foran til siden på bilen. Dette vil samtidig kunne gjøre lastebilene mer aerodynamiske, selv om direktivet er innført av trafikksikkerhetsårsaker.

Norge vil få drahjelp av EUs direktiv om offentlige innkjøp som vil skape et stort marked for nullutslippsbusser i Europa og som også vil bidra til økt salg av nullutslippsvarebiler og -lastebiler. Dette vil øke tilfanget av modeller og varianter av disse kjøretøytypene også i det norske markedet og gjøre det enklere å nå nullutslippsmålene.

Daimler Truck

EU legislation requires alternative powertrain solutions



Figur 2.3: Behov for hydrogen og elektrifisering for å klare EUs CO₂-krav nye lastebiler. Kilde: Daimler 2019.

2.7.3 Nasjonale virkemidler

Tabell 2.18. gir en oversikt over nasjonale virkemidler.

Tabell 2.18: Oversikt over nasjonale virkemidler for innføring av nullutslippsteknologi.

	Personbiler	Varebiler	Lastebiler	Anleggs- maskiner	Bybusser	Langdistanse- busser
Fritak MVA	25% prisreduksjon	Ingen effekt	Ingen effekt	Ingen effekt	Ingen effekt	Ingen effekt
Fritak Engangsavgift	Fordel avhenger av avgift på tilsv. avgiftsbelagt bilmodell.	20% av vekstsatsene, 27-32% av CO ₂ -satsene (og justert innslagspkt), 75% av NOx-sats, i forhold til personbilsatsene	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Redusert årsavgift (satser for 2021)	Bensin/diesel: 3066, elbil: 2135, fordel elbil: 931,-	Bensin/diesel: 3066, elbil: 2135, fordel elbil: 931,-	Ingen effekt	Ingen effekt	Ingen effekt	Ingen effekt
Drivstoff-, energi og CO ₂ -avgifter	Drivstoff, elektrisitet, hydrogen, biodiesel og biogass skattlegges ulikt. Dette endrer konkurranseflaten mellom bensin- og dieseldrevne kjøretøy og el-, hydrogen- og gassdrevne kjøretøy, og kan anvendes til å fremme alternativer som er ønskelige fra samfunnets side. Grunnideen bak drivstoffavgiftene er at de skal dekke samfunnets kostnader ved transport og stimulere til omstilling til lavere CO ₂ -utslipp (CO ₂ -avgiften), samt være en inntektskilde for staten.					
Enova-støtte kjøp av kjøretøy	Ikke relevant	10-50 000 kr avhengig av egenskaper.	Inntil 40% av merkostnad	Inntil 40% av merkostnad	Ikke relevant (pga. anbud)	Inntil 40% av merkostnad
Krav til innkjøp av nullutslippskjøretøy til offentlige bilflåter	Forslag klimamelding 100% fra 2022	Forslag klimamelding 100% fra 2022	Ikke relevant	Ikke relevant	Forslag klimamelding 100% fra 2025 (biogass kan inngå)	Ikke relevant
Andre anbuds krav kjøretøy	Krav til CO ₂ -utslipp Belønningskriterium for lavt CO ₂ -utslipp eller nullutslippsandel	Krav til CO ₂ -utslipp Belønningskriterium for lavt CO ₂ -utslipp eller nullutslippsandel	Krav til CO ₂ -utslipp Belønningskriterium for lavt CO ₂ -utslipp eller nullutslippsandel	Nullutslipp-anleggsplasser	Krav til CO ₂ -utslipp Belønningskriterium for lavt CO ₂ -utslipp eller nullutslippsandel	

	Personbiler	Varebiler	Lastebiler	Anleggs-maskiner	Bybusser	Langdistanse-busser
Anbudskrav transporttjenester	Krav til CO ₂ -utslipp Belønnings-kriterium for lavt CO ₂ -utslipp eller nullutslippsandel	Krav til CO ₂ -utslipp Belønnings-kriterium for lavt CO ₂ -utslipp eller nullutslippsandel	Krav til CO ₂ -utslipp Belønnings-kriterium for lavt CO ₂ -utslipp eller nullutslippsandel	Krav til CO ₂ -utslipp Belønnings-kriterium for lavt CO ₂ -utslipp eller nullutslippsandel	Krav til CO ₂ -utslipp Belønnings-kriterium for lavt CO ₂ -utslipp eller nullutslippsandel	
Fritak/reduerte bomavgifter	Minimum 50% rabatt	Minimum 50% rabatt (100% i Oslo fra 01.01.2021)	Minimum 50% rabatt (100% i Oslo fra 01.01.2021)	Ikke relevant	Ikke relevant	Minimum 50% rabatt
Gratis/reduert parkeringsavgift	Minimum 50% rabatt	Minimum 50% rabatt	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Reduserte ferge-billettpriser	Minimum 50% rabatt	Minimum 50% rabatt	Minimum 50% rabatt	Ikke relevant	Ikke relevant	Minimum 50% rabatt
Tillatelse til å kjøre i kollektivfeltet	Begrenset i rushtiden i Oslo (må ha passasjer), ellers lov	Full tilgang	Full tilgang	Ikke relevant	Alle busser har adgang, derfor ingen fordel	Alle busser har adgang, derfor ingen fordel
Enova-støtte til ladeinfrastruktur	Nei	Ja	Nei, ikke i program som innføres i mars 2021, men mulig tidligere	Mulig	Mulig, må søke før anbuds-prosess	Mulig
Fylkes/kommunal støtte til infrastruktur	Offentlig ladeinfrastruktur Borettslag og sameier	Både dedikert ladeinfrastruktur og samme som for personbiler				
Klimasats (Miljødirektoratet)	Støtte til ladeinfrastruktur for kommunale tjenestebiler, i borettslag, utredninger om nettkapasitet og lokale energistasjonsløsninger, kjøp av el-varebiler mm.		Rådgivnings-tjenester	Innkjøp av nullutslipps-anleggsmaskiner	Utredning av miljøvennlig kollektiv-transport	

3 Biodiesel og biogass

3.1 Bakgrunn

I Klimakur 2030 (Miljødirektoratet, 2020a) er det beregnet *to tiltak* som omfatter biodrivstoff:

- Økt bruk av avansert flytende biodrivstoff i veitransport (T13: -2,55 mill. tonn CO₂-ekv. 2021-2030)
- 10% av nye trekkvogner går på biogass i 2030 (T12: -0,47 mill. tonn CO₂-ekv. 2021-2030)

For avansert biodrivstoff er målet en gradvis opptrapping av omsetningskravet til 10% avansert biodrivstoff i 2030 (slik at ambisjonene i Granavolden-plattformen om 40% innblanding etter dobbelttelling nås) (Miljødirektoratet, 2020a). I Hurdalplattformen (2021) vektlegges biodrivstoff mer enn tidligere, men det er uklart hva slags biodrivstoffpolitikk som får flertall i Stortinget.

I Klimakur (Miljødirektoratet, 2020a) oppgis det at bruk av biogass til trekkvogner vil kreve styrket virkemiddelbruk. Dette kan blant annet omfatte:

- støtte til innkjøp av kjøretøy,
- støtte til etablering av infrastruktur/nettverk av fyllestasjoner,
- fritak for CO₂-avgift og veibruksavgift,
- bruk av regelverket for offentlige anskaffelser (selv om det offentlige her har mer styring på bussmarkedet enn øvrige kjøretøysegmenter),
- reduserte bompengesatser.

Som vist i **Feil! Fant ikke referanseilden..** var det i desember 2020 hhv 491 varebiler, 480 lastebiler og 782 busser med gassdrift i Norge. I 2018 var det en bestand på ca. 70 000 lastebiler i Norge, og hvert år selges omtrent 7 000 nye lastebiler. Andelen gasskjøretøy er lav i Norge (ca. 0,1% varebiler, ca. 5% busser og ca. 0,5% lastebiler).

Tabell 3.1: Oversikt over antallet busser, lastebiler og varebiler i Norge etter drivstofftype. Status per 31.12.2020. Kilde: SSB-tabell 11823.

	Busser	Varebiler	Lastebiler
Bensin	181	21 626	2 324
Diesel	13 822	463 904	67 697
Parafin	1	3	24
Gass	782	491	480
El.	462	9 752	37
Hydrogen	5	1	4
Bensin hybrid, ladbar	0	52	0
Bensin hybrid, ikke ladbar	0	10	1
Diesel hybrid, ladbar	54	0	2
Diesel hybrid, ikke ladbar	111	104	9
Annet drivstoff	11	22	93

Samlet drivstofforbruk (ekskludert elektrisitet) i veitransport tilsvarte ca. 38 000 GWh i 2018 (Miljødirektoratet, 2020b). Det ble solgt rundt 6 000 GWh flytende biodrivstoff i Norge i 2019, noe som tilsvarte rundt 16 % av drivstoffet. Av dette var 2 400 GWh avansert flytende biodrivstoff (Miljødirektoratet, 2020b). Det aller meste av dette volumet gikk til å oppfylle omsetningskravet.

3.2 Kjøretøy

3.2.1 Oversikt over kjøretøy

Gasskjøretøy serieproduseres og er tilgjengelig i de fleste kjøretøyssegmenter, fra små personbiler til tunge lastebiler og busser med motorstørrelser opp mot ca. 460 hk (Miljødirektoratet, 2020b). De fleste kjøretøyene som tilbys i dag har en totalvekt på 20-30 tonn og kjører på komprimert gass mens de største kjøretøyene, på opptil 50 tonns totalvekt, kjører på flytende biogass (THEMA Consulting, 2018).

Tabellene 3.1-3.3 gir en oversikt over et utvalg av tilgjengelige gasslastebiler, -busser og -varebiler.

Tabell 3.2: Eksempler på (bio)gass-lastebiler/-trekkvogner. Kilde: Iveco, Scania, Volvo, Zero, Mercedes.

Modell	Spesifikasjoner (totalvekt, hk, rekkevidde, mm)
Iveco Stralis NP 460	Trekkvogn. Motor på 460 hk. Kjørelengde opptil 1 600 km per fylling ved LNG/LBG. (kan velge: LNG/LBG, CNG/CBG). Totalvekt opptil 44 tonn. Kunden kan velge type tank og tankstørrelse. (S-way NP er også tilgjengelig med andre motorstyrker)
Scania G410	LBG/LNG tank. 410 hk. (Det finnes også flere CNG-alternativer i Scantias L-, P-, R- og G-serie, med ulik design og hk).
Volvo FM	LNG/LBG. 420/460 hk. Totalvekt opptil 50 tonn. Opptil 1000 km rekkevidde.
Volvo FH	LNG/LBG. 420/460 hk. Totalvekt opptil 50 tonn Opptil 1000 km rekkevidde.
Volvo FE	CNG/CBG. 320 hk. Rekkevidde 250-400 km avhengig av last.
Mercedes Econic NGT	18 tonn. 220 hk. CNG/CBG.
Renault D Wide	CNG/CBG. 320 hk. Modeller fra 18-26 tonn.

Zeros oversikt fra mars 2020: [Tilgjengelige og kommende fossilfrie lastebiler - ZERO](#)

Daimler opplyste i 2019 at de ikke lengre ville satse på gass, men heller fokusere på fremtidig utvikling av lastebiler på el- og hydrogenteknologi (Transport and Environment, 2019).

Tabell 3.3: Eksempler på (bio)gass-busser. Kilde: Scania, Iveco, Van Hool.

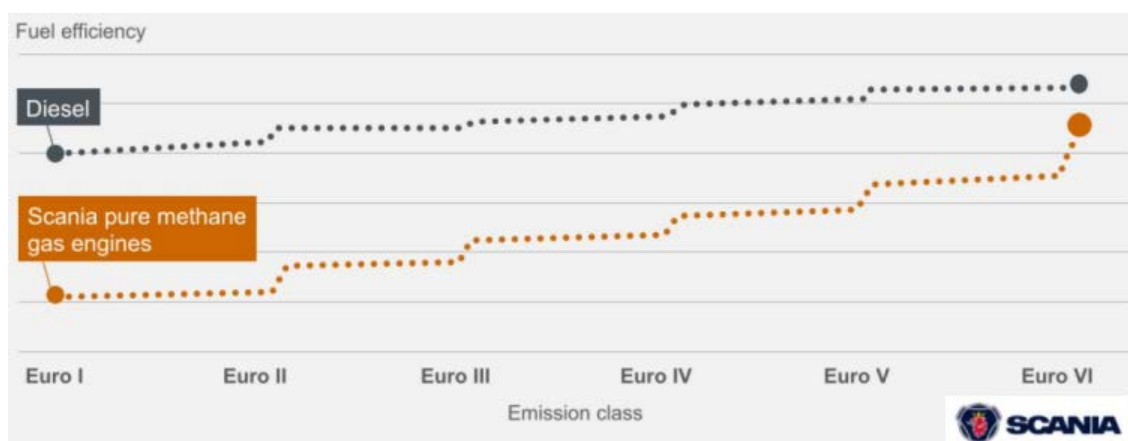
Modell	Spesifikasjoner (vekt, hk mm)
Scania Interlink	10,9-15,0m. CNG/CBG/LNG/LBG. (Flixbus har planer om rute Oslo-Stockholm med LBG-buss fra Scania).
Scania Citywide	10,6-18,7m. CNG/CBG.
Iveco Daily	Minibuss. CNG/CBG.
Iveco Crossway LE NP	By-/regionalbuss. Cursor 9 NP-motor. 360 hk, rekkevidde på opp mot 600 km. CNG/CBG.
Van Hool Exqui.City CNG Hybrid	24-meters modell. 280 hk (18 meter).

Tabell 3.4: Eksempler på (bio)gass-varebiler. Kilde: THEMA Consulting (2018), [CNG Europe](#).

Modell	Spesifikasjoner (kW mm)
Daily NP Van (Iveco)	Inntil 19,6m ³ lastevolum (modellavhengig). Finnes i flere modeller fra 3-7,2 tonn totalvekt. 136 hk. Ca. 440 km rekkevidde. CNG. 3-liters F1C-motor.
Panda van Natural Power (Fiat)	59 kW, rekkevidde 400km. CNG.
Fiorino Natural Power (Fiat)	51 kW, 300 km rekkevidde. CNG.
Doblo Carbo Natural Power (Fiat)	88 kW, 320 km rekkevidde. CNG.
Ducato Cargo Natural Power (Fiat)	100 kW, 410 km rekkevidde. CNG.
Combo 1,4 CNG Turbo (Opel)	88 kW, 325 km rekkevidde. CNG.
Combo Cargo 1,4CNG Turbo (Opel)	88 kW, 450 km rekkevidde. CNG.
Sprinter NTG (Mercedes)	Finnes i flere utgaver. 115 kW, 200-450 km rekkevidde. CNG.
Eco Load up (VW)	50 kW, 380 km rekkevidde. CNG.
Caddy 2.0 Ecofuel (VW)	81 kW, 630 km rekkevidde. CNG.
Caddy Maxi 2.0 EcoFuel (VW)	81 kW, 800 km rekkevidde. CNG.
Transporter 2.0 Ecofuel (VW)	85 kW, 400 km rekkevidde. CNG

De fleste biogassbussene i Norge benyttes i byområder og spesielt i Trondheim (AtB), Oslo og omegn (Ruter), Nedre Glomma (Nettbuss), Vestfold (Unibuss) og Bergen (Skyss) (THEMA Consulting, 2018).

Lastebiler med over 400 hk kan bruke både komprimert og flytende gass, og har bortimot tilsvarende ytelser som dieselskjøretøy (se figur 3.1: utvikling av yteevnen til scanias gasslastebiler i forhold til tilsvarende dieselsversjoner.), men sluttbrukerne rapporterer fortsatt et reelt merforbruk av drivstoff på 5-20 % (Miljødirektoratet, 2020b).



Figur 3.1: Utvikling av yteevnen til Scanias gasslastebiler i forhold til tilsvarende dieselsversjoner.

Gassbusser og -lastebiler og deres motorer produseres ofte av de samme produsentene. Lastebilprodusentene Iveco, Scania og Volvo serieproduserer gasslastebiler. Daimler har avsluttet sin satsing på gasslastebiler, og fokuserer istedenfor på elektrifisering (Miljødirektoratet, 2020b). Den største gassmotoren i markedet i dag, Volvos 460hk, er noe mindre enn det som typisk brukes for langtransport i Norge.

Tanker for flytende gass begynner å bli mer utbredt. Flytende gass har høyere energitetthet enn komprimert gass. Dette betyr at kjøretøy med tanker for flytende gass har fått vesentlig lengre rekkevidde, opp mot 1 600 km (Saxegård m.fl., 2019). I Norge var i 2019 i underkant av 50 av lastebiler tilpasset for LBG-bruk (Miljødirektoratet, 2020a).

En stor andel av de tunge kjøretøyene er konstruert for å kunne bruke biodiesel i samme drivlinje som diesel (Departementene, 2019). Volvo og Scania godkjenner bruk av ren biodiesel (100%) i alle sine Euro V- og VI-motorer (ibid, s.49). Flere tilbydere begynner

også å åpne for bruk av flytende biodrivstoff, blant annet har Mercedes gjort dette for enkelte av sine modeller (ibid). Hvorvidt disse kjøretøyene faktisk fylles med 100% biodiesel avhenger helt og holdent av avgiftspolitikken på biodrivstoff.

3.2.2 Utvikling

Trekkvogner utpeker seg som et særlig egnet kjøretøysegment for bruk av flytende biogass (Miljødirektoratet, 2020b). Flere lastebilprodusenter har dette som satsningsområde.

Dersom biogasstrekkvogner oppnår en markedsandel på 10 % av nysalget i 2030, vil det utgjøre et energiforbruk på omtrent 300 GWh/år (energimengder tilsvarende 2,5 ganger produksjonen til Norges største biogassanlegg i dag) (Miljødirektoratet, 2020b).

LBG/LNG har den fordelen at fyllingen går tilnærmet like raskt som ved diesel og tunge kjøretøy for langtransport har som hovedregel behov for flytende gass for å få tilstrekkelig energitetthet (THEMA Consulting, 2018).

Flere av de største lastebilprodusentene (Volvo, Scania, Iveco) serieproduserer nå LNG-/LBG-trekkvogner med ytelser tilsvarende dieselsversjonene (Miljødirektoratet, 2020a, s.91). Flere transportselskaper tester ut LBG-lastebiler. Klimakurs tiltak om 10% trekkvogner på biogass i 2030 antas å føre til et salg på 150 trekkvogner i året, *dvs. en bestand på 1 450 gass-trekkvogner i 2030* (LBG). I Klimakur (ibid, s.92) antas det at LBG-lastebilene vil gå på 85% LBG, 10% LNG og 5% diesel.

Turbusser på LBG er også en mulig nisje, hvis produsentene satser på dette. Hydrogen er også egnet for dette markedet, men har mer umoden teknologi.

3.3 Fyllestasjoner i Norge

3.3.1 Biodiesel

De fleste av fyllestasjonene som tilbyr 100% flytende biodrivstoff ligger nær hovedtransportåre som E18, E6 og E39 og eksempler på stasjoner som tilbyr 100% flytende biodrivstoff er (Departementene 2019, Preem, 2021):

- ECO-1: Har 6 fyllestasjoner på Østlandet som tilbyr 100% biodiesel
- Preem: Har 3 fyllestasjoner (Langhus, Halden og Moss) med 100% biodiesel.
- Circle-K: Har 16 stasjoner som tilbyr 100% biodiesel (HVO100)
- Posten/Bring/ASKO: Har egne fyllestasjoner for 100 % biodiesel, Posten/Bring har 10 stk.

Se også Vedlegg V.2.2.

3.3.2 Biogass

Ifølge NGVA Europe var det i januar 2021 31 fyllestasjoner for CNG/CBG i Norge (+ 3 LNG/LBG), se kartskisse i figur 3.2. Rundt 25 av fyllestasjonene er offentlig tilgjengelige (Miljødirektoratet, 2020a). Lyse, Air Liquid Skagerak, AGA og Gasum er de største tilbyderne. Se også vedlegg V.2.1.



Figur 3.2: Fyllestasjoner for CNG/CBG og LNG/LBG i Norge januar 2021. Kilde: [NGVA Europe sine nettsider](#) (hentet 09.02.2021).

Ved utgangen av 2020 var det tre fyllestasjoner som tilbød flytende biogass (LBG), hhv AGA på Alnabru og i Halden og Air Liquid på Borgerskogen (Stokke, Vestfold) (Miljødirektoratet, 2020a). Finske Gasum etablerte i august 2021 en fyllestasjon på Tillermyra (Trondheim), og oppgir at de har planer om å etablere ytterligere 3-4 fyllestasjoner for flytende biogass i løpet av 2022 (Trondheim kommune 2021a, 2021b).

3.3.3 AFI-direktivets bestemmelser om infrastruktur for biogass

EU-direktiv 2014/94/EU om utbygging av en infrastruktur for alternative drivstoffer (AFI-direktivet) inkluderer noen anbefalinger med hensyn til infrastruktur for biogass, blant annet:

- Avstanden mellom fyllestasjoner for CNG/CBG bør ikke være mer enn 150 km (punkt 41).
- TEN-T hovedvegnettet bør danne utgangspunktet for spredningen av LBG-/LNG- fyllestasjoner. Avstanden mellom fyllepunkter for LBG/LNG bør ikke være mer enn 400 km (punkt 46).
- Et hensiktsmessig antall offentlig tilgjengelige CNG-/LNG-fyllepunkter langs hovednettet av TEN-T bør være på plass innen 31. desember 2025 (punkt 48).

Det skal legges til rette for at tunge LNG-/LBG-drevne kjøretøy skal kunne sirkulere i EU, med mindre kostnadene ikke står i forhold til fordelene (Regjeringen, 2018). Landene skal sørge for at et hensiktsmessig LNG-distribusjonssystem, som kan forsyne LNG-fyllepunktene til kjøretøy, er tilgjengelig. Naboland kan samarbeide for å oppfylle dette kravet.

Fyllestasjonene som etableres eller fornyes fra 18. november 2017 skal være i samsvar med de tekniske standardene som direktivet spesifiserer (Regjeringen, 2018).

Samferdselsdepartementet jobber nå med å implementere direktivet i det nasjonale lovverket. Det vil blant annet innføres tekniske standarder og krav om tilgjengelig brukerinformasjon (Standard Norge, 2020).

3.4 Produksjon og bruk av biogass

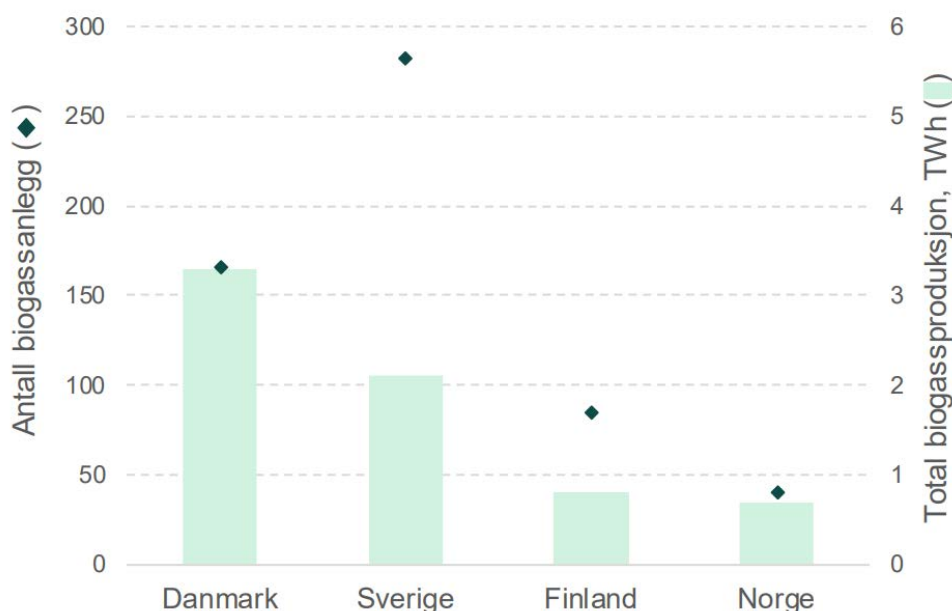
3.4.1 Status

I 2017 ble det produsert 196 TWh biogass i Europa, hvorav 1,75 TWh gikk til transport (Miljødirektoratet, 2020b).

I Norge lå biogassproduksjonen på rundt 500 GWh i 2018, hvorav rundt 40 % ble oppgradert til drivstoffkvalitet (Miljødirektoratet, 2020b). Året etter økte produksjonen av biogass med drivstoffkvalitet til 334 GWh, dvs. en økning på nesten 60 % fra 2018 (Miljødirektoratet, 2020c). Samme år hadde Norge 14 biogassanlegg som lager biogass av drivstoffkvalitet (Miljødirektoratet, 2020a), hvorav kun to (Biokraft Skogn, RBA-EGE Oslo kommune) tilbyr LBG.

Generelt har Norge produsert mindre biogass enn Sverige og Danmark (figur 3.3).

Utviklingen i Danmark går mot at eldre og mindre anlegg erstattes med større og mer effektive anlegg. I Sverige har utbyggingen stagnert noe, bl.a. på grunn av økt import av biogass, og som i Norge økt konkurranse med bl.a. biodiesel og da særlig avansert HVO (Miljødirektoratet, 2020b).

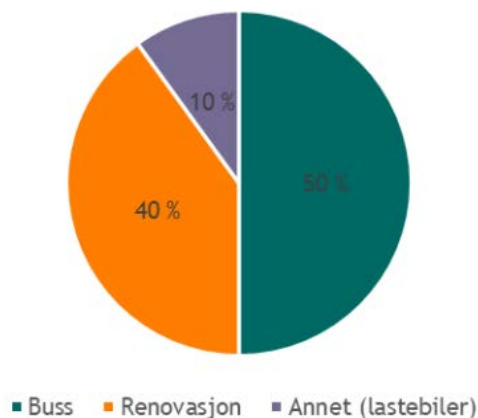


Figur 3.3: Produksjon av biogass i Norden (Stolper: Produksjon i TWh; Punkter: Antall produksjonsanlegg). Kilde: Miljødirektoratet (2020b).

Hva gjelder bruk av biogass gikk det i 2018 rundt 200 GWh biogass til veitransport i Norge. I tillegg ble det brukt 134 GWh naturgass (Miljødirektoratet, 2020b). Biogassforbruket utgjorde med dette rundt 0,5% av det totale drivstofforbruket i 2018.

Buss- og renovasjonskjøretøy er det viktigste markedet for bruk av biogass i Norge, og størsteparten av forbruket av biogass som drivstoff skjer i dette markedet, se figur 3.4. Økt konkurranse fra flytende biodrivstoff og batterielektriske busser har resultert i redusert etterspørsel etter biogass i bussmarkedet (Miljødirektoratet, 2020b).

Bruk av biogass til veitransport (totalt 200 GWh, 2018)



Figur 3.4: Fordeling av biogass til veitransport etter kjøretøy. Kilde: Miljødirektoratet (2020b).

Biogass kan teknisk sett erstatte naturgass (4 160 GWh naturgass brukt i Norge i 2018). I 2018 ble 3% av naturgassen brukt til innenlands transport, mens 38% ble brukt til innenriks og utenriks sjøtransport (Miljødirektoratet, 2020b).

3.4.2 Potensialet frem mot 2030

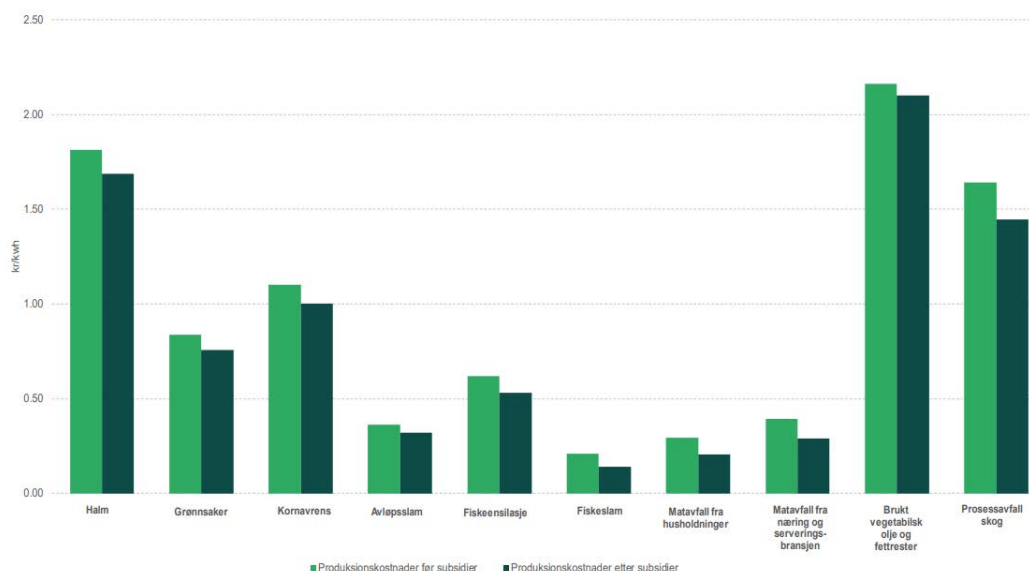
Klimakurs tiltak om 10% trekkvogner på biogass i 2030 antas å tilsvare et biogassbehov på 300 GWh/år (Miljødirektoratet, 2020a). På kort sikt foreligger konkrete planer om utbygging av kapasitet for LBG-produksjon på rundt 600 GWh (inkl. dagens kapasitet) (ibid, s.92). Biokraft Skogn har for eksempel en produksjonskapasitet på 125 GWh, som de ønsker å doble. Ellers har VEAS (Asker) og SNG (Stord) planer om LBG-produksjon, mens Greve Biogass vurderer LBG-produksjon (Miljødirektoratet, 2020a).

På mellomlang sikt er det potensial for en biogassproduksjon på rundt 2,5 TWh, i forhold til produksjonsnivået i 2018 på 500 GWh (Miljødirektoratet, 2020b). Figur 3.5. viser det beregnede potensialet for biogassproduksjonen i 2030 (2,5 TWh), fordelt på råvare etter vurderinger fra Carbon Limits m.fl. (2019). Oversikten i figuren er basert på nåværende produksjonsteknologi, og inkluderer ikke import og andre teknologier (inkl. strøm til gass og gassifisering). Halm er i tillegg til matavfall, avløpsslam og husdyrgjødsel de råstoffene med størst potensial, men halm brukes per i dag ikke til biogassproduksjon (bl.a. på grunn av høye produksjonskostnader) (Miljødirektoratet, 2020b). De rimeligste råstoffene er matavfall og avløpsslam, og dette er også de råstoffene som brukes mest i dag. Ved å også utnytte de andre råstoffene nevnt i figuren under, vil produksjonskostnadene for biogass bli høyere enn ved dagens produksjon. Fiskeslam har lave produksjonskostnader, men har relativt lavt energiinhold (Miljødirektoratet, 2020b).



Figur 3.5: Potensialet for ny biogassproduksjon (GWh) i 2030, eller kilde for råstoffet. Kilde: Miljødirektoratet (2020b), Carbon Limits m.fl. (2019).

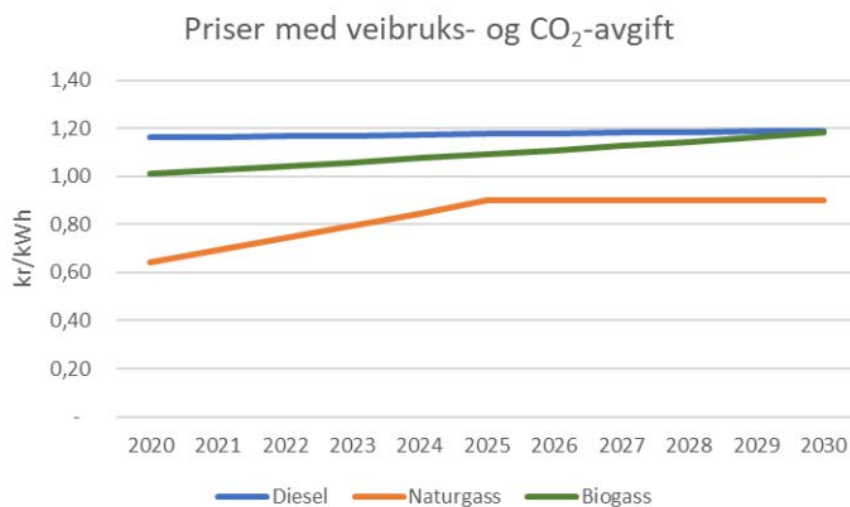
Figur 3.6. viser kostnader i kr/kWh for produksjon av biogass med noen typer råstoff. Husdyrgjødsel (se figur 3.5) som råstoff til biogass er ikke inkludert i figuren under, kostnadene her vil variere (ca. 0,8-1,7 kr/kWh etter subsidier) avhengig av type anlegg (Miljødirektoratet, 2020b).



Figur 3.6: Bedriftsøkonomiske kostnader (kr/kWh) for produksjon av biogass med ulike råstoffer. Inkludert gatefee/råstoffets pris. Kostnadene inkluderer transport av råstoff og biorest, produksjon av biogass (kapital og drift), oppgradering til drivstoffkvalitet, men ikke kostnader til distribusjon og salg av gassen. Kilde: Miljødirektoratet (2020b).

Bruk av biogass som drivstoff i lastebiler er beregnet å ha en tiltakskostnad på 2700 kr/tonn CO₂, mens tiltakskostnadene for avansert flytende biodrivstoff vil ligge på noenlunde samme nivå (Miljødirektoratet, 2020b). Frakt og lagring av LBG er kostnadsdrivende, blant

annet fordi gassen må lagres og transporteres med en temperatur på -160 C° i vakuum-isolerte trykktanker (THEMA Consulting, 2018). Figur 3.7. viser Miljødirektoratets (2020b) framskrivning av prisen for drivstoff frem mot 2030 for diesel, naturgass og biogass.



Figur 3.7: Framskrivning av pris for biogass, naturgass og diesel i Norge. Pris inkl. veibruksavgift og CO₂-avgift. Biogass er hverken omfattet av CO₂- eller veibruksavgift. Kilde: Miljødirektoratet (2020b).

Ifølge Miljødirektoratet (2020b) er det flere barrierer forbundet med økt biogassproduksjon av drivstoffkvalitet i Norge. Disse barrierene er blant annet (ibid, s.106-111):

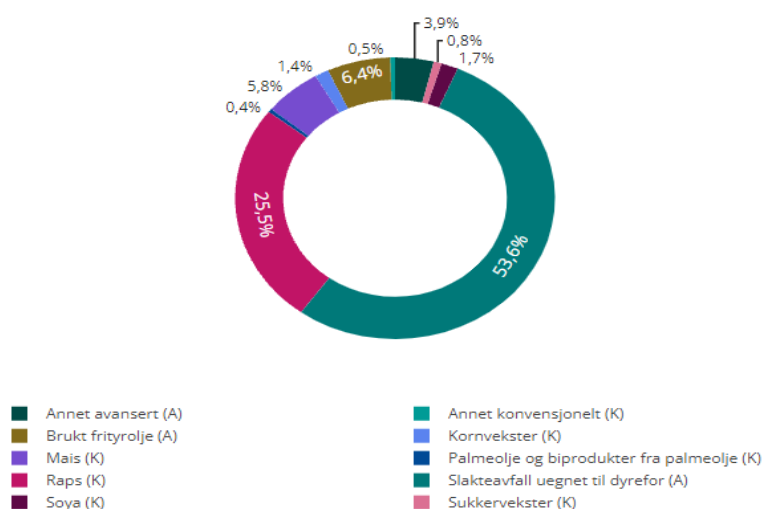
- Usikkert marked for bruk av biogass (produksjonsanlegg har en forventet levetid på 25+ år, salgssavtalene på biogass er ofte på 5-10 år).
Mulige løsninger: Etablere flere markeder for biogassen, klare nasjonale mål om bruk av biogass og krav til måloppnåelse.
- Bedriftsøkonomisk lønnsomhet (påvirker bl.a. valg av råstoff til produksjon). De fleste produsenter har fått investeringsstøtte fra Enova for å komme i gang. Utenlandske anlegg har lavere produksjonskostnader. Dette er foreløpig ikke et problem, men kan bli det hvis importen øker som den har gjort i Sverige.
Mulige løsninger: Tilpasse Enovas støtteprogram slik at norsk biogass blir mer konkurransedyktig (noe som da vil gjelde nye anlegg).
- Avsetning av biorest: Biorest er en utgiftspost for produsentene og det er vanskelig å finne avsetning for dette. I dag brukes biorest hovedsakelig som gjødsel for landbruket.
Mulige løsninger: Endringer i gjødselvereforskriften, støtte til lagring av biorest.
- Usikker tilgang på råstoff (flere av råstoffene i potensialoversikten for 2030 benyttes ikke i dag, bl.a. på grunn av manglende incentiver for gjenvinning og energiutnyttelse av råvaren: Det er usikkert hvor mye en klarer å redusere matsvinn)
Mulige løsninger: Øke satsen for leveringsstøtten på husdyrgjødsel, langsiktig garanti for støtteordning, benytte forurensningsloven til å stille krav om energiutnyttelse av organisk avfall, evt. krav om levering.

3.5 Produksjon og bruk av biodiesel

I 2018 ble det brukt 4,5 TWh biodiesel og bioetanol i Norge (Miljødirektoratet, 2020a). Ifølge Miljødirektoratet (2020c) ble det i 2019 brukt 615 millioner liter flytende biodrivstoff til veitrafikk og andelen som var å regne som avansert var på nesten 40 %. I 2020 gikk

bruken av biodrivstoff til veitrafikk ned til rundt 500 millioner liter, hvorav rundt 60 % var avansert biodrivstoff (Miljødirektoratet, 2021a), som følge av at det 1. juli 2020 ble innført veibruksavgift på biodiesel.

Avansert biodrivstoff brukt i Norge utgjør rundt 10 % av den globale produksjonen av dette (Miljødirektoratet, 2021a) og har i stor grad vært basert på slakteavfall (21 %) og brukt fritureolje (17 %). Raps (24 %) og palmeolje/biprodukter (17 %) er vanlige råstoffer for biodrivstoff ellers. Figur 3.8. angir råstoffene benyttet i biodrivstoffer omsatt i 2020. Se også vedlegg V.2.3.



Figur 3.8: Råstoffer benyttet i biodrivstoffer omsatt i Norge i 2020. Kilde: Miljødirektoratet (2021a).

Globalt ble det produsert rundt 153 milliarder liter (ca. 1 050 TWh) biodrivstoff i 2018, hvorav rundt 3 % var avansert biodrivstoff, hovedsakelig HVO-biodiesel (Ren 21, 2019). Neste Oil, Preem og UPM er hovedprodusentene av HVO i Europa, der Neste Oil står for 90% av produksjonen. Det er estimert en økning i den globale produksjonen av avansert biodrivstoff fra 3,3 milliarder liter i 2018 til 13-18 milliarder liter i 2030 (CIT Industriell Energi, 2019).

I Norge ligger biodrivstoffproduksjonen på rundt 140 mill. liter pr år, inkl. 20 mill. liter avansert biodrivstoff ved Borregaard (Miljødirektoratet, 2020a). Biodrivstoff produsert av norske råstoffer står for kun 1 % av alt flytende biodrivstoff brukt i Norge (Miljødirektoratet, 2020c; Miljødirektoratet, 2021a). Dagens omsetningskrav og opptrapping av avansert biodrivstoff tilsvarer en etterspørsel på rundt 550 millioner liter i 2030 (Miljødirektoratet, 2020a).

Ifølge Klimakur 2030 kan produksjonen av avansert biodrivstoff økes til rundt 300 mill. liter i 2024/25 gitt at annonserte planer som omfatter fire anlegg igangsettes i Norge. Disse utgjøres av ST1, Silva Green Fuel og Biozin som har planer om å bygge produksjonsanlegg for biodrivstoff av skogvirke (Miljødirektoratet, 2020a, s.382), se tabell 3.5. I tillegg kommer planer om et anlegg kun for drivstoff til jetfly.

Tabell 3.5: Planlagte produksjonsanlegg som kan produsere biodrivstoff til vegbaserte kjøretøy.

Aktør, tidspunkt	Råstoff	Volum	Type drivstoff
ST1; Follum (2023)	industriflis	50 mill. liter	Etanol (+biogass)
Silva Green Fuel; Tofte (2024/25)	industriflis	100-150 mill. liter	Halvfabrikata Drop-in bensin, diesel og jetdrivstoff (del A)
Biozin; Åmli (2023)	industriflis	120 mill. liter	Halvfabrikata til raffinering, Drop-in bensin, diesel og jetdrivstoff (del A)

3.6 Offentlige anskaffelser – endringer i innkjøpsrådene på vei

Miljødirektoratet og Direktoratet for forvaltning og økonomistyring (DFØ) mener at offentlige anskaffelser av transporttjenester bør prioritere nullutslippsløsninger og biogass, men ikke flytende biodrivstoff (biodiesel/bioetanol) (Miljødirektoratet, 2021b). Dette vil nå inkorporeres i de nye innkjøpsrådene for innkjøp av tungtransport og busser. I tillegg til nye innkjøpsråd er det foretatt oppdateringer av Drivstoffmatrisen (Miljødirektoratet, 2021c). Denne kan benyttes av oppdragsgivere som benytter miljø og klima som en del av tildelingskriteriene ved anbud.

Drivstoffmatrisen anbefaler blant annet at der miljø benyttes som et kriterium i anbudsutlysninger bør det vektas med minimum 30%. Det anbefales videre å gi 10 poeng for bruk av batterielektiske kjøretøy, og 9,5 poeng for bruk av hydrogenkjøretøy. Biogass anbefales å gis mellom 6,5-8,5 poeng – avhengig av råstoffet brukt ved produksjon (Miljødirektoratet, 2021c). Det anbefales også at det bør stilles krav til at det beregnes klimanytte av den biogassen som benyttes (bransjenormen for klimarapportering av biogass).

Miljødirektoratet (2021b) har ikke ønsket å inkludere flytende biodrivstoff i disse anbefalingene, fordi dette allerede er regulert gjennom omsetningskravet. Dermed vil klimaeffekten av å inkludere flytende biodrivstoff bli begrenset. Det er vurdert om bransjen selv kan etablere et eget system for de som overoppfyller omsetningskravet, men Miljødirektoratet (2021b) mener at hvis man binder seg til langsiktige løsninger basert på flytende biodrivstoff, vil dette forsinke omstillingen av transportsektoren. Det vil også være ressurskrevende å etablere et kontrollsystem for en slik ordning. Miljødirektoratets (2021b) anbefalinger og vurderinger av dette er sendt videre til Klima- og miljødepartementet.

Ifølge Miljødirektoratet (2020d) vil andelen avansert flytende biodrivstoff i Norge være betydelig på grunn av omsetningskravet, og i mindre grad på grunn av offentlige anskaffelser. Dobbelttelling og stadig økende krav om bruk av avansert biodrivstoff i omsetningskravet gir sterke føringer for bruk av dette. Det vil være vanskelig/umulig å sette som krav i anbud at biodrivstoffet som benyttes ikke skal telle som en del av omsetningskravet, for på denne måten å sikre at anskaffelsen gir en klimagevinst utover omsetningskravet.

3.7 Utfordringer og muligheter for bruk av biodrivstoff

I Norge er biogass ikke omfattet av omsetningskravet, og det er derfor ikke pålagt å oppfylle EUs bærekraftskriterier (Miljødirektoratet, 2020b). Rapportering på bærekraftskriteriene må på plass hvis biogass skal kunne innlemmes i et omsetningskrav eller lignende statlige støtteordninger, og for å kunne rapporteres som en del av fornybarmålene (ibid). Offentlige myndigheter arbeider med å utvikle bransjenormen og med å forberede norske biogassprodusenter på mulige fremtidige krav.

Miljødirektoratet (2020a; 2020b, s.51-54) diskuterer følgende barrierer/begrensninger for økt bruk av biodrivstoff i Norge:

- Begrenset antall fyllestasjoner for biogass og 100% biodiesel.
- Kostnader kjøretøy (gass: 20-50 % høyere innkjøpskostnader) og drivstoff.
- Uklare rammevilkår (støtteordninger, uklare (langsiktige) mål hos beslutningstagere, markedet på kort og lang sikt).
- Regulatoriske barrierer. (Rammevilkårene for bruk av LBG til trekkvogner oppfattes som uavklarte, produktdefineringen av biogass er uferdig, *norsk produksjon av biogass er i dag ikke pålagt krav om dokumentasjon av bærekraft og klimanytte – men dette er noe som etterspørres av sluttbrukere*. Biogass konkurrerer mot biodiesel som omfattes

av omsetningskrav. Lokale planprosesser/arealplaner og etablering av nye fyllestasjoner tar tid.

- I perioder mangel på drivstoff (biogass og dels også avansert biodiesel – begrenset tilgang på LBG, selv om dette kan øke noe).
- Mer komplisert koordinering (i tillegg til innkjøp av kjøretøy, utbygging av tilstrekkelig fyllkapasitet, nok kunde grunnlag til fyllestasjonene, omregulering av arealer til fyllestasjoner).

Fra 1. juli 2020 ble det innført veibruksavgift på alt flytende biodrivstoff som kan brukes i dieselmotorer eller bensinmotorer. Veibruksavgiften omfatter fra dette tidspunkt bensin, mineralolje, naturgass, LPG, bioetanol og biodiesel, med varierende satser (Skatteetaten, 2020). Avgiften omfatter også det som selges utover omsetningskravet (2020b). I Hurdalsplattformen (2021) ønsker regjeringen å stimulere til økt bruk av biodrivstoff og skjerpe kravene til innblanding av andregenerasjons biodrivstoff for alle relevante transportformer, blant annet gjennom lavere avgifter, men det står ikke spesifisert hva det nye avgiftsnivået vil være.

Ifølge Miljødirektoratet (2020b, s.49-50) er det ikke endelig avklart om flytende biodrivstoff og biogass kan brukes for å oppfylle EU-kravet (redusere gjennomsnittlig direkte utslipp av CO₂ fra solgte kjøretøy med 15 % i 2025 og med 30 % i 2030). Miljødirektoratet (2020b) mener at det er lite sannsynlig at dette blir mulig. I henhold til [Regulation \(EU\) 2019/1242](#) (jfr. [artikkel 15 \(g\)](#)) vil det innen 2022 utredes om fornybare flytende eller gassformige drivstoff skal inkluderes. Ifølge Miljødirektoratet (2020b, s.50) er det særlig tre forhold som tilsier at biodrivstoff ikke vil telle med i kravet: 1: Biodrivstoff er allerede inkludert i fornybarhetsdirektivet og drivstoffkvalitetsdirektivet. 2: Det vil være krevende å utforme krav til kjøretøyteknologi, som ekskluderer kravene som allerede ligger i de to direktivene nevnt i punkt 1; og 3: Biodrivstoffiltak er ikke en del av utslippsreguleringen for lette kjøretøy.

Naturgass har vært fremmet gjennom EU-direktivet for alternativ infrastruktur, hvor det bl.a. stilles krav om tilfredsstillende nettverk av fyllestasjoner for naturgass i alle land ([DIRECTIVE 2014/94/EU](#)). Dette utløser følgende behov:

- Utvikle systemer for dokumentasjon av klimanytten til biogass (sertifisering). Noe tilsvarende krav til dokumentasjon for biodiesel.
- Standardisering av fyllestasjoner for biogass. Det er i EU utviklet en standard for CNG-fyllestasjoner som følge av direktivet for utbygging av infrastruktur for alternative drivstoffer (AFI-direktivet). Norge vil implementere dette direktivet inn i lovverket (Departementene, 2019, s.96).

I mai 2021 vedtok Stortinget at biogasskjøretøy skal likebehandles med nullutslippskjøretøy når det gjelder bompenger. Slike insentiver for biogasskjøretøy har vært diskutert i flere år. I sitt forslag til statsbudsjett for 2022 skriver imidlertid den forrige Regjeringen at det ikke er mulig å gjennomføre kontroll av om et kjøretøy bruker biogass eller annen gass, mens også andre typer kontroller vurderes som lite aktuelle av Samferdselsdepartementet. Med dette anså Samferdselsdepartementet Stortingets anmodningsvedtak som fulgt opp, men åpnet for at lokale myndigheter selv til å kunne opprette refusjonsordninger. Lokale myndigheter må i så fall selv skaffe nødvendig dokumentasjon på at kjøretøyet brukte biogass under passering av bomstasjonen.

4 Transportkostnader for ulike framdriftsteknologier

4.1 Innledning

Dette kapitlet oppsummerer eksempler på beregnede kostnadsforskjeller mellom alternative framdriftsteknologier for lastebiler basert på totale eierskapskostnader. Eksempler, fordi i motsetning til for person- og varebiler, foreligger ikke offisielle prislister for lastebiler. Enhver lastebil er i praksis en skreddersydd løsning tilpasset kundens spesifikke behov. Blant parameterne som i ulik grad påvirker kostnadene er f.eks. motorstørrelse, totalvekt, påbygg og førerhytte. For en batterielektrisk løsning vil også pris avhenge av batteristørrelse, som igjen vil variere avhengig av hvilken rekkevidde kunden har behov for.

I dokumentet presenteres også kostnadsberegninger for elektrisk buss sammenliknet med dieslbuss under ulike forutsetninger om ladeinfrastruktur. Disse beregningene er i sin helhet hentet fra en artikkel som er publisert i Energy Policy (Thorne m.fl., 2021).

4.2 Metode og datagrunnlag

4.2.1 Lastebiler

Kostnadsmodell

Vi har så langt det har latt seg gjøre beregnet totale eierskapskostnader for mest mulig sammenliknbare lastebiltyper for følgende drivlinjer og drivstoffkategorier³⁰:

1. Diesel (for sammenlikning)
2. FAME (biodiesel)
3. HVO (biodiesel)
4. Komprimert (bio)gass (CBG)
5. Flytende (bio)gass (LBG)
6. Batterielektrisk (BEV)
7. Hydrogenelektrisk (FCEV)
8. Hybrid (HEV)
9. Plug-in hybrid (PHEV)

Med totale eierskapskostnader mener vi alle kostnader som påløper ved å eie og operere en lastebil for hele avskrivningsperioden. Utgangspunktet er en kostnadsmodell som er utviklet i ulike steg gjennom flere prosjekter finansiert av Norges forskningsråd, bl.a. [MoZEES](#) (Hovi m.fl., 2019, Hovi m.fl., 2020), [ITEM](#) og [Platon](#). Rammeverket har sitt utspring i kostnadsmodellene til Nasjonal Godsmodell (Grønland, 2018), der en første

³⁰ FAME = Fatty Acid Methyl Ester/fettsyremetyler; HVO = Hydrotreated Vegetable Oil; CBG = Compressed Biogas; LBG = Liquid Biogas; BEV = Battery Electric Vehicle; FCEV = Fuel Cell Electric Vehicle; HEV = Hybrid Electric Vehicle; PHEV = Plug-in Hybrid Electric Vehicle.

tilnærming til merkostnader for nullutslippsteknologi ble utført i et oppdrag for NHO (Hovi og Pinchasik, 2016, Pinchasik og Hovi, 2016). Arbeidet i 2016 var imidlertid avgrenset til å se på ulikheter i investeringskostnader uten å ta hensyn til at de distanseavhengige kostnadene også varierer mellom de ulike drivlinjene, og med det også kan gi grunnlag for innsparingspotensial av merkostnadene.

I kostnadsmodellen tas det utgangspunkt i tids- og distanseavhengige kostnader for kjøretøyet eksklusive sjåførlønn, med en dekomponering i spesifikke komponenter for tids- og distanseavhengige kostnader, herunder avgifter og evt. tilskudd. Dette muliggjør at kostnadsendringer som følge av endringer i beregningsforutsetninger og offentlige rammebetingelser kan kvantifiseres, noe som er gjort i kapittel 4.3.1.

For å få mest mulig sammenliknbare kostnadsanslag er det tatt utgangspunkt i en standard lastebil med enkleste påbygg, bestående av uisolert skap med bakløfter.

Datagrunnlag

Informasjon om pris på kjøretøyet og merkostnader for ulike drivlinjer er innhentet fra ulike lastebilleverandører (i 2021) og verifisert mot [Enovas tilskuddsliste](#) for energi- og klimatiltak i landtransport, for de siste 12 måneder. All informasjon er anonymisert og skiller ikke mellom de ulike lastebilleverandørene, men bruker justerte gjennomsnittstall. Kostnadsberegningene er spesifikke for 2- og 3-akslet lastebil (hhv inntil 16- og 27-tonns totalvekt). Som grunnlag for årlig kjørelengde bruker vi gjennomsnittet for bilens første 5 år, hentet fra de periodiske kjøretøykontrollene, der vi har justert for at bilene i første registreringsår brukes 6 måneder i gjennomsnitt³¹.

Drivstofforbruk er basert på faktisk drivstofforbruk for tilsvarende 2- og 3-akslede diesel-lastebiler innhentet fra FMS³²-systemer gjennom [LIMCO-prosjektet](#)³³.

Informasjon om kostnader til service, forsikring, dekk osv. er innhentet gjennom intervjuer i MoZEES (Hovi m.fl., 2019) og supplert med informasjon fra kostnadsfunksjonene til Nasjonal godsmodell (Grønland, 2018). Alle avgiftssatser er for året 2021 og er basert på Stortingsprop. nr 1 (2020-2021).

For ytterligere detaljer om kostnadsmodellen henvises det til Hovi m.fl. (2019), men det gjøres oppmerksom på at det er utført vesentlige endringer i inngangsdata og beregningsopplegg siden 2019, og at det også er inkludert flere drivlinjer.

Forutsetninger

De viktigste forutsetningene i kostnadsmodellen er oppsummert i tabell 4.1.

³¹ Dette fordi nybilsalget fordeler seg jevnt over alle måneder i året.

³² FMS – Fleet Management System

³³ Det finnes foreløpig ikke noen offisiell referanse på dette, men en TØI-rapport om dette vil bli publisert i løpet av 2021.

Tabell 4.1: Kostnadskomponenter og forutsetninger i kostnadsmodellen.

Hovedkomponent	Kostnadskomponent	Forutsetning
Tidsavhengige kostnader	Investeringskostnader	Avskrivningsperiode 5 år Rente 4%
		Restverdi basert på saldoavskrivning
	Vektårsavgift	
Distanseavhengige kostnader	Drivstoffkostnader Bompenger Service og vedlikehold Vask, dekk, rekvisita	Energiforbruk for alternativt drivstoff til diesel er basert på dieselforbruk (LIMCO), relativ virkningsgrad og energiinnhold.
	Forsikring	
Årlig kjørelengde		Gjennomsnittlig årlig kjørelengde fra de periodiske kjøretøykontrollene for bilens 5 første år.
Daglig kjørelengde		Årlig kjørelengde fordelt på 250 operative dager pr år.

Investeringskostnader

Kostnader i 2021

Innkjøpsprisen relativt til lastebil med dieselmotor for ulike drivlinjer og kjøretøystørrelser framgår av tabell 4.2.

Tabell 4.2: Prisforskjell relativt til dieselmotor for ulike fremdriftsteknologier, totalvektklasser og for lastebil og trekkvogn. Tilbenger er ikke inkludert i kostnaden for trekkvogn.

Totalvekt i tonn	Aksler	Diesel	Komprimert gass	Flytende gass	Hybrid vanlig	Plug-in hybrid	Batteri-elektrisk	FCEV estimat
Lastebil:								
<16	2	100%	120%	130%	150%	160%	325%	400%
< 27	3	100%	115%	125%	145%	155%	300%	375%
> 27	3	100%	110%	120%	140%	150%	275%	350%
Trekkvogn:								
< 27	2	100%	120%	140%	170%	180%	375%	500%
> 27	3	100%	115%	130%	150%	160%	300%	400%

Kjøretøy med komprimert gass har den laveste prisdifferansen til diesel (+10-20%), etterfulgt av flytende gass (+20-40%), hybridbiler (+40-80%), batterielektriske biler (+175-275%), mens kjøretøy med hydrogen brenselcelle (FCEV), som det ikke foreligger noen markedspris på, har størst anslått prisdifferanse. Relativ prisdifferanse avtar noe med størrelse på kjøretøyet og trekkvogn har høyere prisdifferanse enn lastebil når ikke tilhenger inkluderes i prisen.

De relative prisdifferansene avviker noe mellom de ulike merkene. Desto lavere prisen på det dieseldrevne alternativet er, desto høyere er den relative prisdifferansen. Det vil altså si at billigere merker gjerne har en større relativ prisdifferanse enn de dyrere merkene. Tilsvarende gjelder at om en avgrenser kostnadsforskjellen til kun å gjelde chassis, vil den relative prisdifferansen være større enn om prisen inkluderer påbygget.

Lav- og nullutslippskjøretøy, dvs. kjøretøy som går på gass og som er batteri- eller hydrogenelektriske, faller inn under Enovas tilskuddsordning, men det gjør ikke de hybride lastebilene. Enova kan dekke inntil 40-50 % av merkostnaden for disse bilene sammenliknet med tilsvarende lastebil med dieselmotor, avhengig av omsetningen til bedriften som søker, der skillet er ved en årlig omsetning på over eller under 50 millioner Euro. Vi har inkludert Enovatilskuddet for disse kjøretøykategoriene i de videre beregninger, og har da tatt

utgangspunkt i et tilskudd på 40 %, men har vist effekten både av at tilskuddet elimineres og at det økes til 50 % i kapittel 4.3.1.

Kostnadsframskrivninger til 2025 og 2030

Det er laget estimater for kostnadsutvikling fram mot 2025 og 2030 for en batterielektrisk bil (og grove anslag for den hydrogenelektriske bilen), mens investeringskostnadene for de øvrige teknologiene er konstante. I grove trekk er regnestykket basert på:

1. Dagens kostnad for dieseldrevet og el-lastebil.
2. Kostnadene til lastebilen dekomponeres til kostnader for chassis, batteri, elmotor og diverse andre komponenter, basert på tilgjengelig informasjon fra publiserte kilder. Det framkommer da en stor residualkostnad for den batterielektriske bilen som vi antar er utviklingskostnader og høye enhetskostnader som følge av småskala produksjon for leverandøren.
3. Til å beregne framtidig kostnad for batteripakke bruker vi utviklingsbaner for kostnader pr kWh for batterier for tunge kjøretøy, pr kW for elmotor, m.m. fra ulike publiserte kilder.
4. Kostnadsandelen knyttet til utviklingskostnader og småskalaproduksjon antas å avta over tid, slik vi kan observere for person- og varebiler.
5. Rekkevidden for lastebilene antas å øke i årene framover. Økt batterikapasitet påvirker kostnader (flere kWh), samtidig som forventet pris *per kWh* avtar.
6. Enovatilskudd (40% av merkostnaden) er inkludert for alle tre beregningsår. Det samme gjelder andre fordeler som bompengefritak.
7. I en sensitivitetsanalyse viser vi utslaget på kostnader dersom Enovatilskudd ekskluderes og vi viser også virkningen av at Enovatilskuddet utgjør 50 % av merkostnaden (for små og mellomstore bedrifter).

Det er stor usikkerhet knyttet til utviklingen, men estimatene gir en indikasjon. Det er også usikkerhet knyttet til dagens kostnader fordi hver lastebil, som nevnt, i praksis er en skreddersydd løsning for brukeren.

Energikostnader

Energikostnaden for hver framdriftsteknologi er som tidligere nevnt basert på drivstofforbruket til en sammenliknbar diesellastebil, der vi har benyttet informasjon innsamlet gjennom FMS-systemer i LIMCO-prosjektet. For hver alternative framdriftsteknologi er energiforbruket (se tabell 4.3.) basert på drivlinjens relative virkningsgrad og drivstoffets/ energiens relative energiinnhold (sammenliknet med dieseldrivlinje og diesel).

Tabell 4.3: Energiforbruk for lastebil pr km for ulike energibærere.

	Enhet	Lastebil 12-20 tonn	Lastebil 20-30 tonn
Diesel	Liter	0,29	0,34
FAME (avansert, UCOME)	Liter	0,33	0,38
HVO (avansert, type A)	Liter	0,31	0,35
Biogass, komp.gass (CBG)	Sm ³	0,37	0,43
Naturgass, komp.gass (CNG)	Sm ³	0,36	0,41
BEV	kWh	1,17	1,42
FCEV	kg	0,07	0,08
Hybrid, vanlig (HEV)	Liter	0,25	0,29
Hybrid, plug-in (PHEV)	Liter	0,24	0,27

Det forutsettes at dieselmotorer (på lastebiler) har en virkningsgrad på 40%, mens elektriske motorer inkl. drivlinje har en virkningsgrad på 90%³⁴. Dette vil si at batterielektriske lastebiler er $(90\%/40\%) = 2,25$ ganger så effektive sammenliknet med dieselmotorer. Ettersom 1 liter dieselforbruk tilsvarer 10,06 kWh, vil forholdstallet for energiforbruket på en batterielektrisk drevet lastebil være 4,47 kWh for hver liter forbrukt diesel $(10,06/(90/40)) = 4,47$ kWh.

Hydrogenelektriske biler har en lavere virkningsgrad enn batterielektriske biler, her forutsettes ca. 60% med ytterligere 10% tap, altså i sum 54% virkningsgrad. Det vil si at hydrogenelektriske lastebiler er ca. $(54\%/40\%) = 1,35x$ så effektive som dieselmotorer. For hver liter diesel (10,06 kWh) trengs 7,45 kWh verdt av H₂. Fordi 1 kg H₂ tilsvarer 33,33 kWh, vil 1 liter dieselforbruk derfor tilsvare 0,22358 kg H₂ $(10,06/(54/40)/33,33)$ ved hydrogendrift.

Beregninger for HVO og FAME er basert på Klimakur (Miljødirektoratet, 2020a, tabell 2, s.754/1197). Klimakur-tallene er i sin tur basert på tall fra Norges offisielle National Inventory Report 2019, og produktspesifikasjonsarket fra en tilbyder av HVO. Markedsprisen for HVO og FAME varierer over tid og det er ikke gjort beregninger basert på dagens drivstoffpriser.

Beregninger for LBG og CNG er komplekse på grunn av betydelig sprik i kilder i tillegg til åpenbare feil. Omregningsfaktorer er således beheftet med usikkerhet, men usikkerheten er større for priser enn for forbruket. Studien til Biogass Oslofjord (2019) omtaler at virkningsgraden for dieselmotorer ligger rundt 43% (og i intervallet 42-46%). Virkningsgraden for gassmotorer ligger imidlertid mellom 32-40%, der bl.a. Scania hevder at en nyere EuroVI-modell oppnår 40%. Vi legger derfor til grunn 43% virkningsgrad for dieselmotorer, og 40% for gassmotorer (dvs. at gass har en relativ virkningsgrad på $40/43 = \text{ca. } 93\%$ av dieselmotorer).

4.2.2 Busser

Vi presenterer også overordnede resultater fra en TCO-modell for busser (total costs of ownership). Denne er utviklet i tidligere studier (Hagman m.fl. 2017, Amundsen m.fl. 2018, Thorne m.fl. 2021). Modellen inndeler kostnadselementene i kapitalkostnader for kjøretøyet og ladeinfrastruktur, drift og vedlikehold, og fordeler kostnaden per km basert på årlig kjørelengde.

Inngangsdata til kostnadsmodellen er innhentet fra intervjuer og er benyttet til å beregne sammenliknbar TCO for årene 2019 og 2025 for elektrisk buss og dieseldrevet buss (Hovi m.fl., 2019). Et sammendrag av inngangsdataene er gitt i tabell 4.4. Informasjon for året 2019 er et direkte resultat av intervjuene (gjennomsnittsverdier), bortsett fra vedlikeholdskostnader per km, som er hentet fra Amundsen m.fl. (2018). Verdiene for 2025 ble justert fra 2019 basert på input fra bussoperatørene.

Kalkulasjonen gjelder en bybuss (12 m) med en kapitalkostnad på 4,5 mill. kr, som bruker strøm til en kostnad på 1,0 kr/kWh (Amundsen m.fl. 2018). Det ble også antatt at investeringskostnaden inkluderer en batterigaranti, dvs. at batteriet varer hele anbudets levetid, satt til åtte år, noe som betyr at kostnader knyttet til usikkerhet i batteriets levetid blir regnskapsført. Det ble antatt at i 2025 har teknologien modnet slik at batteriets levetid er lik bussens levetid. Det er videre antatt at det kreves 10% ekstra elektriske busser i en flåte for å dekke nedetid for lading og sikre at det alltid er tilstrekkelig ladede busser å bruke. Antall sjåfører forblir imidlertid det samme.

³⁴ Dette er virkningsgraden i bilen gitt at batteriet er ladet. Tap under lading, i lader og andre komponenter, kan være ca. 10-15% (TU 2020) i personbiler. Tilsvarende tall for lastebiler finnes ikke.

Tabell 4.4: Forutsetninger brukt i kostnadsmodellen for buss. Kilde: Thorne m.fl. (2021).

	E-bus		Diesel bus	
	2019	2025	2019	2025
Vehicles required to serve a route due to charging downtime requirements (normalised to 1)	1.1	1.1	1.0	1.0
Individual bus driving distance (km/y)	80 000	80 000	80 000	80 000
Vehicle lifetime (y)	8	8	8	8
Infrastructure lifetime (y)	8	8	8	8
Interest on invested capital (%)	3.5 ^d	3.5 ^d	3.5 ^d	3.5 ^d
Fuel costs excl. VAT (kr/unit) ^a	1	1	11.3	11.3
Vehicle capital cost (Mkr)	4.5	3.0	2.0	2.0
Fuel/energy use (unit/km) ^b	2.30	2.00	0.42	0.41
Maintenance (kr/km) ^c	2.0	1.5	1.8	1.8

^a Unit of kr/kWh for E-bus and kr/l for ICE bus. The base price of diesel excluding VAT and levies was 6.24 kr/l, with additional CO₂- and road use levy (excluding VAT) of respectively 1.33 kr/l and 3.75 kr/l. Electricity price at 1 kr/kWh was composed of 0.67 kr/kWh with additional 50 % cost for fast charging.

^b Unit of kWh/km for E-bus and l/km for ICE bus.

^c Not including replacement costs for battery packs or cells.

^d Based on national freight model, assuming low Norwegian discount rates.

Relativt antall E-busser og ladere i en flåte er basert på en løsning for depotlading, basert på informasjon fra en operatør om deres nåværende praksis, samt forventede fremtidige flåter. For den depotbaserte løsningen ble det beregnet ladekostnader gitt at deres flåte på 30 E-busser i Oslo for tiden deler bruken av 12 x 300 kW ladere og 18 x 50 kW ladere. Ladeenhetskostnadene ble beregnet til å være 1,40 og 0,54 mill. kr for henholdsvis 300 kW og 50 kW ladere, basert på de faktiske kostnadene betalt av operatøren inkludert montering og kabler. Kostnadene antas å avta med 10% innen 2025.

4.3 Resultater

4.3.1 Lastebiler

Totale eierskapskostnader

De totale eierskapskostnader for en lastebil med 3 aksler og maks tillatt totalvekt på 27 tonn framgår av tabell 4.5. for ulike drivlinjer inkludert to ulike biodrivstoff, hhv FAME og HVO, brukt i tilsvarende kjøretøy som referansekjøretøyet. Alle kostnader er regnet relativt til dieseldrevet lastebil for hvert av årene 2020, 2025 og 2030.

Tabell 4.5: Totale eierskapskostnader for 2020, 2025 og 2030 relativt til dieseldrevet lastebil. For lastebil med 3 aksler (27 tonns totalvekt).

	2020	2025	2030
Diesel	100	100	100
FAME (avansert, UCOME)	105	107	110
HVO (avansert, type A)	112	115	117
BEV	134	103	91
FCEV	186	148	121
Biogass, flytende (LBG)	118	116	114
Biogass, komp.gass (CBG)	112	110	109
Hybrid, vanlig (HEV)	112	113	112
Hybrid, plug-in (PHEV)	114	113	112

Det framkommer at biodiesel (både FAME og HVO) er dyrere enn diesel med dagens avgiftspolitik, som inkluderer veibruksavgift på ren biodiesel. Kostnadsforskjellen er forventet å øke fram til 2025 og videre til 2030. Dette er basert på samme forutsetning som Miljødirektoratet (2020b), som referer til at prisen på avansert HVO ifølge Argus Consulting³⁵ vil stige med rundt 20% til 2030. Vi antar, som Miljødirektoratet, at biogassprisen vil følge samme utvikling, og dette er også samme utvikling som benyttes i Klimakur (Miljødirektoratet 2020a).

Tabellen viser at den batterielektriske bilen er klart dyrere enn dieselbilen. Kostnadsdifferansen utgjør 34 % ut fra et totalkostnadsperspektiv i 2020, iberegnet et Enovatilskudd på 40 % av *merkostnaden* ved kjøp av kjøretøyet. Differansen er klart lavere enn differansen i innkjøpspris i tabell 4.1, noe som skyldes at den elektriske bilen har klart lavere drivstoffkostnader, men har også andre fordeler som f.eks. fritak for bompenger. Usikkerhet rundt restverdi for ny og umoden teknologi har motsatt effekt, noe som gjelder batterielektriske, hydrogenelektriske og gassbilene. Bakgrunnen er at det er stor usikkerhet om annenhåndsverdien for kjøretøy med umoden teknologi sammenliknet med dieselbilen. I dag eksporteres en betydelig andel av lastebiler til land i Øst-Europa, etter at de har vært i bruk i Norge i 5 år. Ifølge en lastebilforhandler er det i dag vanskelig å omsette brukte gassbiler i disse landene fordi de mangler fylleinfrastruktur og tilgjengelighet til (bio)gass som drivstoff. Tilsvarende barrierer må forventes for batterielektriske og hydrogenelektriske biler.

Kostnadene for batterielektrisk drift forventes å avta fram mot 2025, men vil fortsatt ikke være økonomisk lønnsom versus diesel, selv medregnet et tilskudd på 40% av merkostnaden fra Enova. Det er klart store usikkerhetselementer i kostnadsanslaget, særlig på investeringskostnaden, der de største usikkerhetselementene er prisutvikling for batterier, hvor mye produsentens utviklingskostnader utgjør av utsalgsprisen og hvor mye utviklingskostnadskomponenten reduseres fram til 2025 og 2030. Fra 2030 forventes det batterielektriske alternativet å være billigste løsning, men det forutsettes fortsatt et tilskudd på 40 % fra Enova.

Det hydrogenelektriske alternativet er under forutsetningene her beregnet til å ha om lag dobbelt så høye eierskapskostnader som en dieselbil i innværende år (iberegnet Enovatilskudd på 40 % av merkostnaden). Regnestykket for hydrogenelektriske biler er imidlertid enda mer usikkert enn for det batterielektriske alternativet fordi dette er en teknologi som fortsatt ikke er i salg i Norge annet enn for noen svært få spesialbygde alternativ.

³⁵ Argus Consulting (2019). "Market analysis of liquid biofuels". Upublisert oppdragsrapport for Miljødirektoratet.

Også de hybridelektriske alternativene har høyere eierskapskostnader sammenliknet med en diesebil, der plug-in hybrid er dyrere enn vanlig hybrid, selv om drivstoffkostnadene er lavere, men det er ikke nok til å inntjene differansen i innkjøpspris.

Kostnadsendringer som følge av endringer i forutsetningene

De totale eierskapskostnadene som er presentert i forrige avsnitt avhenger av de forutsetninger som legges til grunn. I dette avsnittet har vi synliggjort hva som er kostnadseffekten av endrede forutsetninger i hhv årlig kjørelengde, restverdi og avskrivningstid.

Tabell 4.6. viser prosentvis endring i kostnader per km kjørt fra basisforutsetning (60 000 km) ved alternative årlige kjørelengder.

Tabell 4.6: Prosentvis endring i TCO pr km kjørt, fra basisforutsetning (60 000 km) ved alternative årlige kjørelengder for beregningsåret 2020.

	Basis: 60 000 km	30 000 km	45 000 km	75 000 km
Diesel	100	40	14	-8
FAME (avansert, UCOME)	100	38	13	-8
HVO (avansert, type A)	100	36	12	-7
BEV	100	66	22	-8
FCEV	100	72	26	-11
Biogass, flytende (LBG)	100	46	15	-9
Biogass, komp.gass (CBG)	100	45	15	-9
Hybrid, vanlig (HEV)	100	50	17	-10
Hybrid, plug-in (PHEV)	100	51	17	-10

Ved å endre forutsetningen om årlig kjørelengde fra 60 000 km til 30 000 km, øker TCO pr km med ca. 66 % for den batterielektriske bilen og med over 70 % for den hydrogenelektriske bilen, mens den øker med 40 % for den dieseldrevne lastebilen. Om årlig kjørelengde settes til 45 000 km i stedet for 60 000 km pr år øker TCO pr km med 14 % for diesellastebilen, mens TCO pr km øker med 22 % for den batterielektriske og 26 % for den hydrogenelektriske. Ved lenger årlige kjørelengder, her eksemplifisert med 75 000 km i stedet for 60 000 km pr år, reduseres TCO pr km med 8-11 % for den batterielektriske og hydrogenelektriske bilen, mens den dieseldrevne får ca. 8 % lavere TCO pr km.

Tilsvarende gjelder også for de andre lav- og nullutslippsteknologiene, at kostnadene øker relativt sett mer enn for diesel ved kortere årlige kjørelengder, mens de avtar relativt sett mer ved økte kjørelengder. *Det vil altså si at kjøretøy med lav- og nullutslippsteknologi er relativt sett mer konkurransedyktige versus diesel desto lenger den årlige kjørelengden er.*

Tabell 4.7. viser prosentvis endring fra basisforutsetning (5 års avskrivningsperiode) ved alternative forutsetninger om restverdi og avskrivningsperiode.

Tabell 4.7: Prosentvis endring i TCO pr km fra basisforutsetning (5 års avskrivningsperiode) ved alternative forutsetninger om restverdi og avskrivningsperiode for beregningsåret 2020.

	Basis: Avskrivning 5 år	Restverdiandel som for diesel	Avskrivning 8 år	Avskrivning 10 år
Diesel	100		-6	-9
FAME (avansert, UCOME)	100		-6	-9
HVO (avansert, type A)	100		-5	-8
BEV	100	-19	-16	-24

	Basis: Avskrivning 5 år	Restverdiandel som for diesel	Avskrivning 8 år	Avskrivning 10 år
FCEV	100	-23	-18	-24
Biogass, flytende (LBG)	100	-7	-10	-14
Biogass, komp.gass (CBG)	100	-7	-10	-14
Hybrid, vanlig (HEV)	100		-7	-11
Hybrid, plug-in (PHEV)	100		-8	-12

Dersom forutsetningen om restverdien for batterielektrisk, hydrogenelektrisk og de to alternative biogassløsningene settes til å utgjøre samme andel som den dieseldrevne lastebilen, reduseres TCO pr km med 19 % for den batterielektriske bilen, med 23 % for den hydrogenelektriske og med 7 % for de to gasskjøretøyene. Om en i stedet øker avskrivningsperioden fra 5 til 8 år reduseres TCO pr km med 6 % for dieselbilen, men med 16 og 18 % for hhv BEV og FCEV, mens den reduseres med 10 % for gassbilene. Om en øker avskrivningsperioden til 10 år reduseres TCO pr km for dieselbilene med 9 %, mens den reduseres med 24 % for BEV og FCEV og 14 % for gassbilene. I alternativet med avskrivning over 8 og 10 år vil restverdien utgjøre en mye mindre andel av regnestykket enn ved avskrivning over 5 år. *Det vil altså si at usikkerhet rundt restverdien for kjøretøyet gjør at man ved innkjøp av lav- og nullutslippsteknologi bør ha et lenger tidsperspektiv enn det som er vanlig i dag ved innkjøp av en dieseldrevet lastebil.*

Kostnadsendringer som følge av endringer i offentlige rammebetingelser

Det offentlige har styringsparametere som kan påvirke det relative kostnadsforholdet mellom de ulike fremdriftsteknologiene. Eksempler på dette er:

- Enovatilskudd til merkostnad for lav- og nullutslippskjøretøy versus dieseldrevet lastebil.
- Drivstoffavgifter (CO₂- og veibruksavgift).
- (Delvis) fritak for bompenger for nullutslippskjøretøy.

I dette avsnittet synliggjør vi effekten av endringer i slike virkemidler. Tabell 4.8 viser prosentvis endring fra basisforutsetning (40 % Enovatilskudd) ved alternative forutsetninger om tilskudd fra Enova til å dekke merkostnad.

Tabell 4.8: Prosentvis endring i TCO pr km fra basisforutsetning (40 % Enovatilskudd) ved alternative forutsetninger om tilskudd fra Enova til å dekke merkostnad. 2020.

	Basis: Enovatilskudd 40%	Enovatilskudd 50%	Enovatilskudd 0%	Enovatilskudd til hybrider
BEV	100	-2,7	33,4	
FCEV	100	-3,5	30,4	
Biogass, flytende (LBG)	100	-1,3	5,3	
Biogass, komp.gass (CBG)	100	-0,7	2,8	
Hybrid, vanlig (HEV)	100			-7,5
Hybrid, plug-in (PHEV)	100			-8,6

Enovatilskuddet er differensiert etter årlig omsetning til søkerbedriften, og utgjorde inntil mars i 2021 inntil 50 % av merkostnaden for bedrifter med en omsetning på mindre enn 50 millioner Euro pr år. Vi finner at en endring i tilskuddet fra Enova fra 40 til 50 % reduserer TCO pr km med ca. 3 % for BEV og FCEV og med et par prosent for gassbilene. Om en derimot fjerner Enovatilskuddet øker TCO pr km (i 2020) med 33 % for BEV, 30 % for

FCEV, 5 % for flytende biogass og 3 % for komprimert biogass. Dersom det gis et 40 % Enovatilskudd til hybridbilene, vil TCO pr km for disse kjøretøyene reduseres med ca. 8 %. Tabell 4.9 viser prosentvis ending i TCO pr km fra basisforutsetning (dagens avgiftspolitik) ved alternative forutsetninger.

Tabell 4.9: Prosentvis endring i TCO pr km fra basisforutsetning (dagens avgifter) ved alternative forutsetninger om avgifter og bompenger. 2020.

	Basis:	Avgiftsfritak veibruksavgift biodiesel	Doblet bompenger	CO ₂ -pris 2000 kr
Diesel	100		12,1	10,5
FAME (avansert, UCOME)	100	-10,4	11,5	
HVO (avansert, type A)	100	-9,2	10,8	
BEV	100			
FCEV	100			
Biogass, flytende (LBG)	100		10,3	
Biogass, komp.gass (CBG)	100		10,8	
Hybrid, vanlig (HEV)	100		10,8	7,9
Hybrid, plug-in (PHEV)	100		-10,4	-7,1

Et avgiftsfritak på veibruksavgift for biodiesel vil redusere TCO pr km med ca. 10 % for FAME og noe mindre for HVO. Differansen skyldes at det er noe lavere energiinnhold i FAME enn i HVO. Generelt er det noe lavere energiinnhold i biodiesel sammenliknet med fossil diesel, noe som innebærer at veibruksavgiften medfører noe høyere km-kostnader for både HVO og FAME sammenliknet med fossilt diesel. Med et avgiftsfritak på biodiesel er kostnaden ved å kjøre med ren biodiesel om lag den samme som for fossilt diesel.

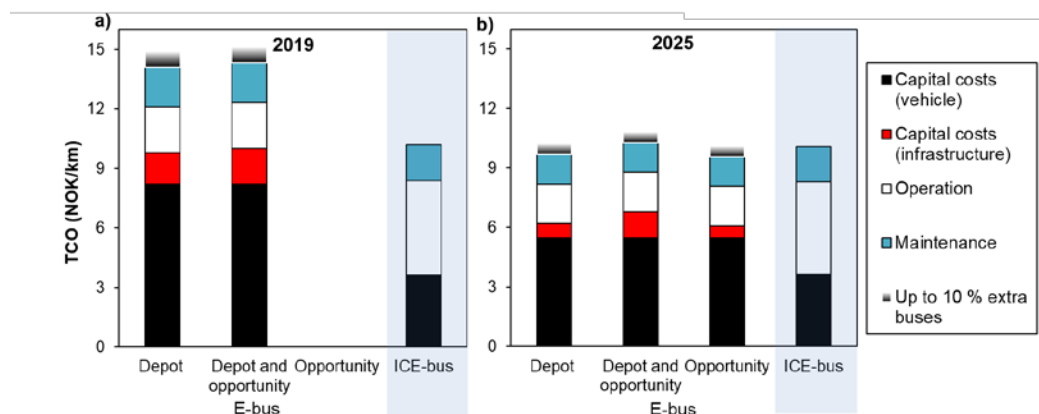
En dobling av bompengesatsene vil medføre en økning i TCO pr km på 10-12 % for alle drivlinjer med unntak av BEV og FCEV. Biler som kjører på fossil diesel vil ha den høyeste prosentvise endringen, noe som skyldes at TCO er lavest for disse bilene i utgangspunktet.

Til sist har vi sett på effekten av å øke CO₂-avgiften på diesel fra dagens avgiftsnivå (som tilsvarer ca. 580 kr/tonn) og opp til 2000 kr/tonn³⁶. Dette medfører en økning i TCO pr km for diesellastebilen med 10-11 %, mens de hybride variantene vil få en noe lavere prosentvis økning på 7-8 %.

4.3.2 Busser

Figur 4.1. presenterer TCO per kjørt km med bybuss i 2019 og 2025 og viser sammenlignende verdier for en batterielektrisk- og diesalbuss.

³⁶ Satsen er basert på Klimameldingen fra Januar 2021 og samsvarer godt også med Hurdalsplattformen.



Figur 4.1: Totale eierkostnadene (kr/km) for elektriske busser med depotbasert, hurtiglading og en blanding av depot og hurtiglading, for 2019 (a) og 2025 (b). TCO for en dieselbuss er vist til høyre i hver figur for sammenligning. Kostnaden for ekstra busser i flåten som kreves for de elektriske bussene presenteres i gradert raster, siden det er stor usikkerhet her.

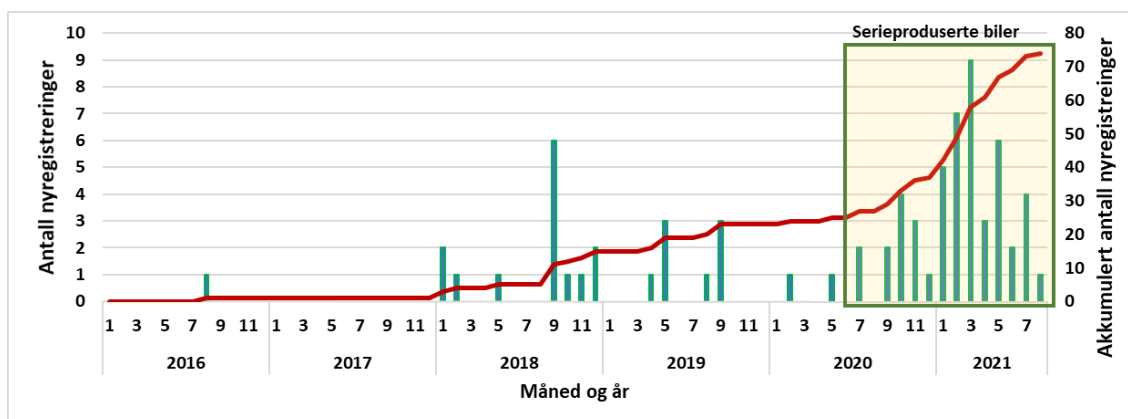
For 2019 er TCO for dieselbussen beregnet til 10,2 kr/km. Dette er samme nivå som TCO-beregninger fra Ruter (2018; 10 kr/km i 2018, eksklusive personalkostnader). Med depotlading er TCO for elektrisk buss beregnet her til 14,9 kr/km (2019), noe som er høyere enn for ICE-busser, hovedsakelig på grunn av høye kapitalkostnader til tross for lave driftskostnader. Denne verdien er sammenlignbar med TCO beregnet av Ruter (2018) for depot- og hurtiglading, eksklusive personalkostnader, henholdsvis 12,7 og 14,4 kr/km. Ser vi fremover, er TCO for elektrisk buss beregnet til å være konkurransedyktig til dieselbusser innen 2025 (TCO rundt 10 kr/km). Dette skyldes hovedsakelig en reduksjon i antatte kapitalkostnader for kjøretøy, forutsatt prisreduksjon på batterimarkedet og stor-skala produksjon av elektriske busser. Disse resultatene er lik de som ble rapportert av Ruter (2018), som viser at innen 2025 vil elektriske busser være økonomisk konkurransedyktige med dieselbusser. Ruter beregner TCO for elektriske busser med depot- og hurtiglading til henholdsvis 10,7 og 12,3 kr/km (eksklusive personalkostnader). For leddbusser anslår Ruter at økonomisk lønnsomhet vil komme rundt 2028.

For mer detaljer om kostnadsmodellen for busser, samt en sensitivitetsanalyse basert på kostnadseffekter av endringer i forutsetningene, henvises det til Thorne m.fl. (2021).

5 Brukererfaringer fra de første serieproduserte el-lastebilene

5.1 Introduksjon

I en tidligere fase av MoZEES-prosjektet (Hovi m.fl., 2019) ble noen av de første norske brukerne av tunge nullutslippskjøretøy intervjuet for å samle brukererfaringer, herunder brukere av batterielektriske busser og lastebiler. Den gangen var de batterielektriske lastebilene alle ombygd fra dieseldrift til elektrisk drivlinje. Fra sommeren 2020 er de første serieproduserte lastebilene kommet på veien og flere leverandører har lansert ytterlige modeller (jfr. kapittel 2 om markeds- og teknologistatus). Figur 5.1. illustrerer at selv om innfasingen har skutt fart var det pr august 2021 fortsatt bare 74 norskregistrerte batterielektriske lastebiler, hovedsakelig hos større markedsaktører og hovedsakelig med bruk i Stor-Osloområdet.



Figur 5.1: Utvikling i antall nyregistrerte el-lastebiler pr måned (venstre akse) og akkumulert antall nyregistreringer. Status pr. 15.08.2021. Kilde: Statens vegvesen.

Til foreliggende arbeid har vi intervjuet fem aktører som opererer innenfor distribusjon og anleggstransport og som er blant de første norske brukerne av serieproduserte batterielektriske lastebiler. Formålet var å få innsikt i erfaringer på flere temaer med betydning for innfasingen av batterielektriske biler, som bl.a. innkjøp, opplading, drift og forhold til dieseldrift, insentiver, utfordringer og barrierer, og hva som skal til for elektrifisering i større skala. I tillegg til operatørene har vi hatt intervjuer med en kjøretøyleverandør og med Statens vegvesen. Disse har bidratt med ytterlige innspill, kontekstualisering, presisering mm.

5.2 Oversikt

Tabell 5.1. gir en oppsummering av de ulike serieproduserte el-lastebiler i drift hos de tre distributørene (bedrift A, B og C) og to entreprenørene (bedrift D og E) som vi intervjuet. Tilsammen eier aktørene 28 el-lastebiler, fordelt på forskjellige størrelser/biltyper. I tillegg

til noen av de første serieproduserte lastebilene med elektrisk drift har enkelte aktører fra tidligere både el-varebiler og lastebiler fra fasen der disse ble ombygget fra diesel- til elektrisk drift.

Tabell 5.1: Oversikt over serieproduserte el-lastebiler hos tre distributører og to entreprenører som ble intervjuet.

Bedrift	Antall	Merke/modell	Type bil	Lastekapasitet, hvis oppgitt	Øvrige egenskaper	Batteri-kapasitet	Idriftsettelse
A	2	Fuso e-Canter («Prototype 1»)	Skapbiler, 2-akslet		Uisolert skap og lastelem	80-85 kWh	Etter sommeren 2020
	1	MAN	Skapbil, 3-akslet		Uisolert skap, sidedør og lastelem	185 kW	Årsskiftet 2020/2021
	1	Scania	Skapbil, 2-akslet		Varmeskap (energi fra HVO-brenner) med sidedør og lastelem	270 kWh	April 2021
B	5	Scania	Skapbiler, 3-akslet			300 kWh	
C	8	Fuso e-Canter («Prototype 2»)	Skapbiler, 2-akslet	12 pallers lastekapasitet	Uisolert skap, enkleste variant, og lastelem	81,7 kWh	Mellom før jul 2020 og midten av mars 2021
	3	Volvo	Skapbiler, 2-akslet	18 pallers lastekapasitet	Uisolert skap, ekstra lav ^a , lastelem. 1 av bilene har sideåpning.	200 kWh	1 stk i august 2020, 2 stk før jul 2020
D	6	Volvo FE Electric	Anleggsbiler, 3-akslet		3 stk er «Gen1», 3 stk er «Gen2»	«Gen1»: 200 kWh. «Gen2»: 260 kWh.	«Gen1» i oktober 2020. «Gen2» i april/mai 2021
E	2	Volvo FE	Anleggsbiler, 3-akslet		Begge biler er «Gen1». 1 stk. med fastmontert dumperkasse, 1 stk. utstyrt for krokcontainer men går også ofte med dumperkasse på massetransport og evt. med maskinflak.	200 kWh.	Januar 2021

^a Ekstra lavt skap for å kunne få tilgang til terminal.

5.3 Innkjøpsprosess

Bakgrunn, strategi og pådrivere: Hvorfor satset bedriftene på el-lastebiler?

Satsingen på batterielektriske lastebiler, enten det er tidlig investering i (ombygde) batterielektriske lastebiler eller investeringer i noen av de første serieproduserte batterielektriske lastebilene, er hos intervjubedriftene drevet av faktorer som til dels har fellestrekk og til dels er forskjellige. I intervjuene ble bedriftene bl.a. spurt hvorvidt det lå en bevist strategi

til grunn for investeringen og om de på noe vis ble påvirket til å kjøpe inn elektriske kjøretøy (f.eks. kundekrav, nasjonale mål, pådrivere, entusiaster, PR, erfaringsbygging mm.).

Samtlige bedrifter oppgir at deres batterielektriske satsning kom i sammenheng med bedriftenes egne strategier på klima- og miljøområdet, selv om bedriftene varierer med hensyn til når disse strategiene ble etablert, hva de dekker, hvor konkrete og ambisiøse de er, og når eventuelle mål skal være oppnådd. Overordnet gis det eksempler på at strategiene går ut på mål om klimanøytral virksomhet (både transport og annen aktivitet), fossilfrie kjøretøyflåter, nullutslippsmål, å utelukkende bruke fornybar energi, aktivt søke etter bedre alternativ til fossilt drivstoff, og konkrete mål for utslippsreduksjon.

For distributørene kommer det fram at kunder i økende grad etterspør og eventuelt stiller utslippskrav/miljøkrav i anbudsutlysninger. Samtidig vektet miljø i dag ikke nok til å gi særlig effekt, i tillegg til at anbudsperioder gjerne er relativt korte (f.eks. 2-3 år), noe som medfører risiko for å kjøpe kjøretøy som ikke nødvendigvis har videre anvendelse etter at anbudet er gått ut, og heller ikke har tjent seg inn ennå. Det oppgis videre at betalingsvilligheten fra kundene for høyere transportkostnader ved miljøvennlige løsninger er begrenset, men viktig for at nullutslippstransport skal være lønnsom. Mens «Business to Customer» (B2C) segmentet viser noe betalingsvilje for miljøvennlig transport, er «Business to Business» (B2B) segmentet veldig kostnadsfokustert: Mange bedrifter etterspør nullutslippstransport, men få er foreløpig villige til å betale mer for det.

For entreprenørene synes kundekrav i dag å være noe viktigere enn for distributørene, som har sammenheng med at oppdrag i større grad er for offentlig sektor og spesifikt i Oslo, der kommunen ligger frampå med hensyn til å vekte miljø høyt i anbudskonkurranser. Det oppgis at Oslo kommune sine krav i forbindelse med mål om nullutslippsanleggsplasser fra 2025 og tildelingskriteria for anbud var en viktig eller avgjørende pådriver, og at investeringer i elektriske gravemaskiner og lastebiler kom som direkte respons på dette. Videre oppgis at investeringene i elektriske lastebiler bygget på tidligere erfaringer fra elektrifisering innen ett av bedriftenes varebilsegmenter. Det ble vurdert at elektrisk drift også for lastebiler, med relativt små endringer, kunne passe godt inn til deler av bedriftenes driftsopplegg.

I samtlige bedrifter påpekes det at en viktig driver i prosessen med å fase inn nullutslippskjøretøy er at minst en eller flere engasjerte personer i ledelsen brenner for miljø. Enten pådriverne selv, eller andre som ble involvert. Disse hadde gjerne god kjennskap til det operasjonelle transportopplegget eller (tidligere) sjåførerfaring.

Flere av bedriftene opplyser videre at en grunn til selv å ha eierskap over bilen, selv om de vanligvis leier inn transportkapasitet, er at dette bidrar til eierskap til teknologien og til læring, erfaringer og prosessendringer. Flere av bedriftene har av samme grunn valgt bevisst å la bilene kjøre på flere av deres lokasjoner og gjerne slikt at mange (egenansatte) sjåfører får erfaring med bilene.

Samtidig bemerkes det at strategien framover kan være påvirket av tilgjengelighet på relevante batterielektriske kjøretøy, stabile og forutsigbare rammebetingelser (f.eks. bompenger, økonomisk støtte) og av hvordan biogass vil bli behandlet i anbudsutlysninger etter Stortingsvedtaket om likestilling av biogass med nullutslipp. Dette tyder på at strategiene i noen grad kan være flytende, der det for biogass bemerkes at dette pr i dag kan gi større fleksibilitet og lavere kostnader enn det batterielektriske alternativet.

Valg av leverandør og modell: Hvorfor ble leverandør/bilmodellen valgt?

Tilnærmingen for valg av leverandør var noe forskjellig mellom bedriftene og det ble omtalt forskjellige hensyn. Noe som ble påpekt er at nå som det er flere kjøretøyleverandører som tilbyr serieproduserte batterielektriske lastebiler er det ikke lenger noe poeng med ombygde lastebiler. Dette bemerkes at dette er en fordel i og med at ombygde lastebiler har lang leveringstid, ikke (alltid) har vært robuste nok³⁷ og/eller at leverandører ikke tilbyr godt nok servicetilbud til å støtte behovet for stabil lastebil drift. Videre foretrekker noen av bedriftene, såfremt tilgjengeligheten tillater dette, å velge blant de store leverandørene på det norske markedet fordi disse har systemer og kompetanse og vanligvis løser problemer raskt. I denne sammenheng gis det eksempler hvor tidligere samarbeid og gode erfaringer med en av leverandørene var utslagsgivende for valget.

Samtidig som det nå er flere leverandører som tilbyr el-lastebiler, påpekes det at valgmulighetene i praksis fortsatt er noe begrenset. Dette gjelder f.eks. antall leverandører som kan oppfylle bedriftens behov, da det for visse størrelsessegmenter av distribusjonslastebiler på bestillingstidspunktet effektivt bare var en eller svært få aktuelle tilbydere. Tilsvarende gjaldt evnen til å levere til ønsket tidspunkt. En av distributørene trakk videre fram at det var et bevisst valg å gå for å tilby generelle biltyper og ikke spesielle kjøretøy i den fasen markedet foreløpig var i. Også for batterielektriske anleggsbiler oppgis det i praksis kun én til to leverandører. Anleggstilene de anvender var ikke opprinnelig designet for dette formålet, men ble, bl.a. etter påvirkning fra en av bedriftene, levert basert på chassis som er bygget for batterielektriske distribusjonsbiler. Disse bilene har derfor 3 aksler, hvorav en svingbar bakaksel, noe som anleggstilene vanligvis ikke har. Flere av bedriftene bemerker i den forbindelse også at produsenter har lansert mer spesialbygde modeller og et større modellutvalg³⁸, men at frister for slike lanseringer erfaringsmessig ofte blir utsatt. I intervjuet med Statens vegvesen ble det bemerket at det brukes gjennomgående tyngre kjøretøy i Norge enn for resten av Europa. F.eks. brukes 3-akslede trekkvogner (maks. 50 tonn totalvekt) i Norge, mens det på kontinentet typisk brukes 2-akslet trekkvogn (maks. 44 tonn totalvekt) og som dermed er «lokomotivet» i utvikling av teknologien og markedet. I Norge er 3-akslet trekkvogn en nødvendighet av fremkommelighetshensyn, spesielt vintertid. Det er imidlertid utfordrende å få plassert tilstrekkelige batteripakker på disse bilene fordi avstanden mellom for- og bakaksel er kortere enn på de 2-akslede bilene. Dette kan kompenseres for ved å øke lengden på trekkvognen, men vil i så fall påvirke svingradius negativt, noe som ikke er ønskelig.

Hva gjelder pris er tilbakemeldingene at bedriftene tok hensyn til dette, uten at prisen nødvendigvis var den aller viktigste faktoren for valget. Det oppgis at pris «til dels» var et valgkriterium og eksempler på at priser på batterielektriske biler hos alle leverandører var for høye til å kunne gi bærekraftig drift selv med tilskudd fra ENOVA (se eget avsnitt), men hvor slike biler likevel ble anskaffet. Dette tyder på at investeringene har en strategisk bakgrunn.

³⁷ For eksempel har en av distributørene fra før av en batterielektrisk lastebil som er ombygd fra diesel- til elektrisk drivlinje. Først etter en lang og trøblete innkjøringsprosess fungerer denne bilen nå ganske bra. Bilen har i dag brukbar rekkevidde og fungerer fint i distribusjonen innad i Oslo og Osloregionen med batteri og batterikapasitet som opprinnelig levert.

³⁸ Se f.eks. <https://www.mtlogistikk.no/elektrisk-lastebil-volvo-trucks/slik-blir-volvos-elektriske-lastebiler/588190>

Påbygg

For bedriftene som ble intervjuet har valg av påbygg og leverandør av dette ikke vært spesielt viktige faktorer for valget om å investere spesifikt i batterielektriske biler. En av distributørene har valgt vekselflak istedenfor påbygg på de nye batterielektriske lastebilene, fordi dette gjør terminaltiden mer effektiv, men ikke nødvendigvis fordi det er et bedre alternativ for batterielektriske lastebiler i seg selv. Til tross for noen mindre tekniske utfordringer (se eget avsnitt) som ble løst, er en av tilbakemeldingene at påbyggleverandører nå skal kunne levere el-løsninger som kan kobles direkte til batteriet på bilen, og at aggregatet også kan kobles direkte til strømmettet under lasting og lossing. Kjøretøyleverandøren opplyser at det er vanlig at salgskontaktpersonen hos forhandler i samråd med kunden avgjør hvem som skal levere påbygget. Påbyggindustrien skal ha hatt noen utfordringer med kraftoverføring mellom chassis og påbygg som så langt har vært løst prosjekt for prosjekt. Leverandøren gir også tilbakemelding om at energiforbruket nå er mer i fokus hos påbyggerne og at dette også gjelder støy, som er mer merkbar på en elektrisk bil enn på biler med forbrenningsmotor der motorstøyen er høyere.

Erfaringer med levering

Hva gjelder erfaringer med bestilling og levering har det tatt lang tid fra elektriske lastebilmodeller blir lansert til de faktisk er klar for bestilling, og fra lastebil-leverandørene sier de skal levere til de faktisk gjør det. Det har vært ventetider på opptil flere år på noen bilmodeller, og det er fortsatt ikke mulig å bestille i det volum og med de spesifikasjoner som er ønsket. Først i det siste skal det ha skjedd mye og dette skal ha medført større valgfrihet. Både for distribusjonsbiler og anleggsbiler har det vært lang leveringstid, gjerne på 7-9 måneder fra bestilling til levering og hvor forprosessen kommer i tillegg. Tilbakemeldingen fra en bilprodusent i mai 2021 var at lang leveringstid fortsatt er en utfordring, men for de minste jevnlastebilene har leveringstiden i perioder faktisk vært kortere for den batterielektriske versjonen enn for tilsvarende dieselsversjon.

Investerings-/kapitalkostnader og tilnærming

I motsetning til for person- og varebiler finnes det ingen offisielle prislistor for lastebiler. Dette er delvis på grunn av konfidensialitet (f.eks. angående kundespesifikke rabatter), men også fordi lastebiler i praksis er skreddersydd til kundens spesifikke behov, eksempelvis når det gjelder påbygg, utstyr, forskjellige spesifikasjoner mht. motorstørrelse og ønsket komfortnivå. For el-lastebiler vil priser på liknende modeller kunne være enda vanskeligere å sammenlikne grunnet forskjeller i bl.a. batterispesifikasjoner (som avhenger av bruksområdet til bilen) og fordi utviklingen går raskt.

Fra intervjuene framkommer det at Fuso e-Canter lastebilene har vært mellom ca. 2 og 2,6 ganger dyrere enn tilsvarende diesellastebiler. Dette gir en pekepinn, samtidig som det må bemerkes at de to distributørene som bruker denne bilmodellen har ulike versjoner («Prototype1/2», hvor 2 skal være et nær ferdigstilt produksjonsrettet konsept), ikke nødvendigvis fullt tilsvarende spesifikasjoner, og de er kjøpt på forskjellige tidspunkt. Det ble videre gitt tilbakemelding om at merkostnaden ved disse bilene er noe lavere enn ved større batterielektriske biler, fordi Fuso e-Canter i større grad bruker mer moden teknologi fra varebiler og standardkomponenter, som f.eks. batteripakke fra hybride personbiler.

Generelt vil bilprodusentene ha behov for å dekke inn utviklingskostnadene i tidligfasen når volumene er små, noe som medfører at prisene blir høye. Kjøretøyleverandøren som ble intervjuet oppgir at «Generasjon 2» på de minste batterielektriske bilene koster mindre enn tidligere generasjoner og mindre enn ombyggede lastebiler har gjort, men at prisen

tidlig sommer 2021 fortsatt er mer enn det dobbelte sammenliknet med tilsvarende bil med dieselmotor (nærmere 2 ganger enn 3 ganger så dyrt).

For større distribusjonslastebiler tyder innspill fra bedriftene på at batterielektriske versjoner er ca. 3 til 4,6 ganger så dyre som sammenlignbare diesellastebiler. Batterielektriske anleggsbiler skal ha vært ca. 3-3,5 ganger dyrere enn tilsvarende dieslbiler. Dette er inkludert påbygg, hvor det bemerkes at påbyggsgjorben (se eget avsnitt) ikke nødvendigvis trenger å bli dyrere for de batterielektriske bilene.

På grunn av høy investeringskostnad, usikkerhet rundt bilens restverdi og evt. krav til innretting av eierskap ved søknader om økonomisk støtte (se detaljer i egne avsnitt) tilnærmer noen av bedriftene vi har intervjuet seg kapitalkostnadene noe annerledes enn de vanligvis gjør ved dieslbiler. En av distributørene avskriver for eksempel de batterielektriske bilene over 6 år, der det for dieslbilene vanligvis brukes en avskrivningstid på 3 år (med gjenkjøpsverdi) eller 5 år (uten gjenkjøpsverdi). Lengre avskrivningsperioder resulterer både i lavere kapitalkostnad pr år, men også flere kjørte kilometer som generer et inntjeningspotensial på de operative kostnadene fordi elektrisitet har lavere energikostnad enn diesel, samtidig som elmotoren er vesentlig mer energieffektiv.

En av entreprenørene har hatt som praksis at fossildrevne biler blir solgt etter 3 år, men har gått over til gjenkjøpsavtaler (vanligvis 3 år for dieslbiler). Dette ble gjort i påvente av at tilbudet av batterielektriske lastebiler skal bli bedre og mer i tråd med bedriftens brukerbehov. De batterielektriske bilene anses imidlertid som en såpass kostbar investering at bilene må ha 8-10 års levetid og må «brukes opp». Bedriften regner med en avskrivningsperiode på 5 år på de batterielektriske bilene og oppgir at dette også har sammenheng med at det først om 3-5 år blir klart om satsingen på el-lastebiler har vært riktig. Videre oppgis det eksempler hvor det ble valgt å finansiere batterielektriske lastebiler med lån istedenfor gjennom leasing eller gjenkjøpsavtaler, bl.a. fordi ENOVA en periode ikke gav tilskudd ved leasing (se eget avsnitt om økonomisk støtte).

Sammenliknet med diesellastebiler er det for batterielektriske lastebiler (og i noen grad også gassbiler og andre alternative framdriftsteknologier) mye mer usikkerhet knyttet til bilens eventuelle restverdi, i hovedsak på grunn av manglende erfaring med et annenhåndsmarked, mer usikkerhet knyttet til bilens gjenstående ytelse (f.eks. batteriet etter noen år i bruk) og fordi land der mange norske konvensjonelle lastebiler eksporteres til (gjerne Sentral- og Øst-Europa) trolig i mindre grad vil ha ladeinfrastruktur på plass som kunne generert en etterspørsel etter brukte batterielektriske lastebiler. Lastebil-leverandøren bemerker at de opererer med en restverdimatrise og med at batterielektriske lastebiler har en gjenkjøpsverdi og ser for seg at bruktpriisen kan bli brukbar dersom det innføres nullutslippssoner, fordi det vil øke etterspørselen etter slike lastebiler.

Gitt at bedriftene, kjøretøyene og investeringen oppfyller visse krav, har det i noen år vært mulig å få økonomisk støtte til investeringer i nullutslippskjøretøy, i hovedsak gjennom ordninger administrert av ENOVA. Økonomisk støtte gis til deler av merkostnaden ved investering i en batterielektrisk³⁹ lastebil, hvor utgangspunktet er differanse i kjøpspris, uten å ta hensyn til operasjonelle utgifter og besparelser. Selve investeringen fordrer altså at bedriftene også selv finansierer betydelige beløp.

Bedriftene vi intervjuet oppgir at de har fått ENOVA-støtte for samtlige batterielektriske lastebiler. Der hvor gjeldende maksimal støttesats var 40 % av merkostnaden vs. en tilsvarende diesebil, har bedriftene fått innvilget støtte til mellom 25-40 % av merkostnaden. I øvrige tilfeller oppgis en mottatt støtte tilsvarende mellom 40-48 % av merkostnaden. Bedriftene påpeker at ENOVA-støtten har vært svært viktig for investeringene, og

³⁹ Evt. hydrogenelektrisk eller (bio)gass.

særlig entreprenørene gir tilbakemelding om at ENOVA-støtten er helt avgjørende i og med at prislelementet i anbudskonkurranser vektet høyt (gjerne 40-50 %), selv når også miljøkomponenten gis stor vekt.

For ytterligere batterielektriske distribusjonsbiler som på intervjudidspunktene var i bestilling ventet bedriftene samme støtte, selv om støtte ikke nødvendigvis var søkt ennå. I denne konteksten bemerker lastebil-leverandøren at ENOVA-støtten i Norge er redusert til 30-40 % av merkostnaden, mot tidligere 40-50 % av merkostnaden⁴⁰.

Til tross for at samtlige bedrifter fikk ENOVA-støtte pekes det også på en rekke utfordringer. Eksempelvis var det tilfeller der bedriften måtte eie de batterielektriske lastebilene for å få støtte, selv om de ønsket å lease for å unngå kapitalbindingen. Videre var det et eksempel hvor det samtidig ble søkt om støtte til lastebilen og ladeinfrastruktur (se egne avsnitt). Her måtte søknaden deles opp fordi ENOVA ikke godkjente fellessøknaden fordi de ikke gir støtte til ladeinfrastruktur med mindre denne gjøres tilgjengelig også for andre brukere. Samtidig har det i intervjuene kommet flere tilbakemeldinger på at søknadsprosessen til ENOVA er blitt veldig forenklet og at alt som må oppgis nå er merkostnad ved investering, årlig kjørelengde og bedriftsopplysninger. Også kravet om eierskap istedenfor leasing ble endret med forenklet søknadssystem, så nå kan en få støtte også til leasede el-lastebiler.

5.4 Drift og erfaringer

Som det framgår av tabell 5.1 er de første serieproduserte batterielektriske lastebilene hos intervjubedriftene blitt satt i operativ drift fra sommeren 2020 og fram til april 2021. Dette innebærer at erfaringene er for en begrenset periode på intervjudidspunktet, men hos de fleste bedriftene likevel fra perioder med full drift. I denne seksjonen diskuteres først hvordan bedriftene fra før av bruker sine konvensjonelle diesel-lastebiler (drifts- og bruksmønster), hvordan de batterielektriske lastebilene ble tenkt brukt og brukes i praksis og hvorvidt det ble gjort eller måtte gjøres endringer i operasjonell drift for at batterielektrisk drift skulle bli mulig. Deretter diskuteres erfaringer og tilbakemeldinger fra drift.

Bruksområde og bruksmønster for batterielektriske vs. konvensjonelle biler

En av distributørene oppgir at på oppdrag bedriften nå skal bruke batterielektriske lastebiler til, pleier diesel-lastebiler å kjøre mellom 50-60 000 km pr år. Det er tenkt at de batterielektriske lastebilene skal kjøres rundt 50 000 km/år, basert på et opplegg med ett skift per dag og uten hurtiglading. Til dette må rutene tilpasses noe, men utenom dette skal de batterielektriske lastebilene gi en-til-en-erstatning av dieslbiler. Det forventes at med tilgang til hurtiglader vil en toskiftsløsning med betydelig høyere årlig kjørelengde være mulig. Videre bemerkes det at til den bruk som el-lastebilene er innkjøpt til, er ikke mangel på tilhengerfeste en stor utfordring, ettersom tilhenger bare brukes på lengre strekninger som f.eks. Oslo-Sandefjord/Fredrikstad/Rudshøgda. Dette er avstander som potensielt kan kjøres batterielektrisk, mens det på lengre transporter mellom de større byene (Oslo-Kristiansand/Stavanger/ Bergen/Trondheim) brukes jernbane i utstrakt grad.

En av de andre distributørene bruker i dag primært 3-akslede diesel-lastebiler til distribusjonsskjøring og med årlig kjørelengde på ca. 50 000 km. Rundt Oslo opereres diesel-

⁴⁰ Det bemerkes videre at mange land har tilsvarende og til dels også høyere støttegrad (opptil 50 % av merkostnaden) med eksempler som Sverige (Klimatklivet) og en tilsvarende støtteordning som skal gjelde i Tyskland.

lastebiler gjerne hele døgnet, fordelt på tre skift, mens i andre regioner er driften fordelt på 1-1,5 skift. På lengre distanser kjøres diesel-lastebiler med tilhenger. Bedriftens batterielektriske lastebiler vil imidlertid i første omgang primært gå i bydistribusjon, men en av lastebilene kjører litt lengre ruter med distribusjon til Oslo hvor rekkevidden er tilstrekkelig til at dette gir en en-til-en-erstatning av en diesel-lastebil. De batterielektriske lastebilene opereres i to skift. Målet er å øke dette til en treskiftsløsning. I Bergen er det imidlertid bare en mindre andel av rutene som kan kjøres med batterielektrisk lastebil fordi det er mindre sentrumsdistribusjon og mer krevende topografi enn i Oslo. På lengre ruter, hvor mange av bedriftens lastebiler kjører med henger, er det ikke mulig med en en-til-en-erstatning, noe som gir de batterielektriske lastebilene et mindre fleksibelt bruksområde.

Den tredje distributøren oppgir at ved innfasing av batterielektriske lastebiler ble driften lagt om, noe som gjør det vanskelig å sammenligne med dieseldrift. Det ble etablert en sentrumsterminal som får leveranser fra hovedterminalen på Alnabru. Formålet med sentrumsterminalen har vært å innfase elektriske lastesykler og varebiler til distribusjon av pakker, mens pallegods og større forsendelser distribueres med lastebil. Det vil si at mens lastebilene tidligere gikk i faste ruter optimaliseres driften nå fra dag til dag basert på hvilke fraktvolumer som skal leveres. De batterielektriske lastebilene tenkes brukt ca. 250 dager pr år med ca. 100 km kjøring pr dag, noe som gir en årlig kjørelengde på rundt 25 000 km. Lastebilene kjøres i stor grad i ett skift på dagtid og rekker som regel ikke tilbake til terminalen under pausen. Bilene skal over til en flerskiftsløsning når lynlading er etablert.

For anleggsbiler er det noe mer komplisert å sammenlikne bruksmønsteret mellom diesel- og batterielektriske lastebiler, fordi bruksmønsteret kan variere mye. Den ene entreprenøren bruker vanligvis sine konvensjonelle anleggsbiler i ett skift, 8 timer pr dag og ca. 230 dager i året. Bruken varierer imidlertid og kan gå på antall timer bilene er i bruk med relativt korte daglige kjørelengder, til biler som kjører 10 timer og 600 km samme dag. Bedriftens batterielektriske lastebiler brukes så langt bare i Oslo og til lettere anleggsarbeid på dagtid. Lastebilene kjører da til/fra anleggsplasser/massedeponier, med bare enkeltvis noen litt lengre turer. Grunnen til at transportopplegget er organisert slik er at bruksopplegget svarer godt til Oslo kommunens innkjøpsreform, der transporten innenfor Ring 3 er erstattet av elektrisk drift, mens de lengre turene fortsatt opereres med lastebiler med dieseldrift. Bedriften oppgir at 3 batterielektriske lastebiler har erstattet 7 diesel-lastebiler i Oslo sentrum fordi masser kjøres til et deponi på Ulven. Fra dette deponiet fraktes deler av massene ut av Oslo og til sluttdeponier med diesel-lastebiler, mens de batterielektriske lastebilene kjører noe ferdigrenset masse tilbake fra depotet til prosjekter i Oslo. Dette innebærer at det er gjort noen tilpasninger i bruksmønsteret som følge av innfasing av de batterielektriske lastebilene.

Også den andre entreprenøren oppgir at kjøremønsteret med de batterielektriske lastebilene er noe tilpasset sammenliknet med vanlig drift. Vanligvis kjører anleggsbilene både massetransport og varetransport med veldig lav gjennomsnittshastighet i Oslo, samtidig som det også kjøres til deponier et stykke utenfor Oslo. For de batterielektriske lastebilene er driftsrutiner noe endret fordi det må hurtiglades i lunsjpausen (se egen seksjon). Anleggstransport i indre by medfører at tid til lasting og lossing er dimensjonerende slik at lastebilene kjører nokså kort i løpet av en dag (gjelder også konvensjonelle lastebiler for denne typen oppdrag). Også disse lastebilene kjører til mellomagringsdeponier i Oslo istedenfor helt til sluttdeponi.

Med bakgrunn i driftsmønsteret ble det bemerkt at det er noen momenter som taler for og imot elektrifisering av anleggsbiler som er spesifikke for Oslo. I Oslo tar graving mye tid på grunn av bl.a. kabler og vann- og avløpsnett, noe som gjør at masseuttaket pr dag er vesentlig mindre enn ved prosjekter utenfor Oslo, noe som dermed også medfører mindre massekjøring pr bil pr dag. Dette kan bidra til at elektrisk drift raskere blir et reelt alternativ.

Samtidig er utstyr i Oslo generelt dårlig utnyttet også av andre grunner, herunder Oslo sin geografi og tidsbegrensninger i forhold til når på dagen utstyr kan brukes. Nettopp den relativt lave utnyttelsesgraden/ bruksintensiteten ved arbeid i Oslo gjør at innsparingspotensialet i kjøretøyenes driftsfase blir mindre og det tar lenger tid å dekke inn merkostnadene fra investeringen. Batterielektriske kjøretøy har den fordel at de gir mye mindre støy og dermed i teorien kunne blitt utnyttet større deler av dagen enn det konvensjonelle kjøretøy kan. Dette potensialet er i praksis begrenset av at de fleste arbeider som anleggsgilene er avhengig av, også ved elektrisk drift gir mye støy i seg selv, og dermed begrenser tidsvinduet de kan utføres i. En annen faktor som ble påpekt er at deponi- og terminalfasiliteter for anleggsgileringen skyves lenger ut av byen, mens elektrisk drift gjør det viktig å være nærmere sentrum (der oppdragene med krav til nullutslipp er) da dette reduserer energiforbruket for kjøring mellom deponi og oppdragssted.

Energiforbruk

I hovedtrekk tilsier tilbakemeldinger fra intervjuene at de batterielektriske lastebilene i praksis har et lavt energiforbruk og dermed kan gi store energibesparelser (reduksjoner i energibehovet) sammenliknet med diesel-lastebiler, selv om direkte sammenlikninger er utfordrende grunnet endret bruksmønster etter innføringen av de batterielektriske lastebilene, forskjeller i hva det brukes strøm til utenom kjøring, eller mangel på detaljerte nok data. Energibesparelsene åpner også for betydelige kostnadsbesparelser, men hvor størrelsen på besparelser bl.a. er avhengig av hvor mye det hurtiglades, og til hvilken pris. Samtidig kommer det fram at energiforbruket varierer betydelig med hva slags transport og type kjøring lastebilene brukes til, noe som i sin tur har implikasjoner for lastebilenes rekkevidde (se eget avsnitt). Lastebilleverandøren oppgir for eksempel at noen lastebiler og transporttyper kan ha et strømforbruk på under 10 kWh/mil (f.eks. distribusjonskjøring på Østlandet), mens noen kan bruke over 40 kWh/mil (hvor renovasjonskjøring med mye start og stopp gis som eksempel). Som grov indikasjon på et gjennomsnittsforkbruk oppgir produsenten ca. 12,5 kWh/mil.

Intervjuene med brukere gir et bilde som synes i tråd med dette og Tabell 5.2. oppsummerer eksempler på strømforbruk for ulike biler hos de ulike operatører og som diskuteres i mer detalj under. Også for disse eksempeltallene er det viktig å bemerke at energiforkbruket kan variere mye avhengig av bl.a. hva bilene brukes til og hvor.

Tabell 5.2: Eksempler på strømforbruk for ulike biler hos ulike operatører. Strømforbruket er svært avhengig av hva bilene brukes til og hvor de kjøres.

Bedrift	A		B	C		D
Type bil	Fuso e-Canter, skapbil	MAN/Scania, skapbiler	Scania, skapbil (inkl. kjøleaggregat)	Fuso e-Canter, skapbil	Volvo, skapbil	Volvo, anleggsgbil
Strømforbruk (kWh/mil)	5-6	10-12	15-20	8,2	10-14	13

For Fuso e-Canter lastebilene oppgis et energiforkbruk på mellom 5 og 8,2 kWh/mil. Her bør det påpekes at Fuso e-Canter er en liten lastebil og at versjonen («Prototype 1/2») og bruksmønster er noe forskjellig mellom de to bedriftene som har Fuso e-Canter i bruk. Det ble videre nevnt at strømforbruket kan være særlig lavt i visse områder i Oslo indre by som en av bedriftene opererer i, og at elektrisk drift er enda mer energieffektivt i urbane strøk med mye start og stopp sammenliknet med diesellastebiler. Bedriftene har imidlertid ikke kunnet oppgi sammenliknbare tall for drivstofforkbruket for diesel-lastebil med tilsvarende

kjøring, noe som bl.a. skyldes endringer i bruksmønster ved innfasingen av de batterielektriske lastebilene.

De batterielektriske MAN- og Scania-lastebilene hos en av distributørene oppgis å bruke ca. 10-12 kWh/mil, mens Scania-lastebilene hos den andre distributøren oppgis å bruke rundt 15-20 kWh/mil, inkludert strøm til kjøleaggregat. Volvo-lastebilene hos den tredje distributøren bruker mellom 10-14 kWh/mil.

For anleggstilene synes type kjøring å være et særlig aktuelt tema. Begge entreprenørene oppgir at fra før av kan dieselforbruket variere veldig grunnet ulike behov ved forskjellige prosjekter. For å illustrere oppgir en av entreprenørene et erfaringsmessig dieselforbruk på 2,5-4,1 liter/mil, men har foreløpig ingen gode sammenliknbare tall på forbruket ved batterielektrisk drift. Den andre bedriften oppgir et prosjektavhengig estimat for dieselforbruk på 4,6-5 liter/mil, hvor energiforbruket for bedriftens batterielektriske lastebiler skal ligge på ca. 13 kWh/mil. Til dette ble det bemerkt at også for de batterielektriske lastebilene er type kjøring viktig, f.eks. at lastebilene skal fungere godt i bybildet men at rekkevidden reduseres raskt ved høye hastigheter på motorvei.

Lastebilleverandøren bemerker at det er stor framgang på teknologien, bl.a. hvor mye strøm som regenereres under kjøring og at det er merkbare forskjeller mellom 1. og 2. generasjons serieproduserte lastebiler, selv om det skiller under ett år mellom disse versjonene.

Batterikapasitet og rekkevidde i praksis

Lastebilenes batterikapasitet er oppsummert i tabell 5.1 men beskrives her i mer detalj, samt relateres til lastebilenes rekkevidde og energiforbruk i praksis, med den usikkerhet det medfører.

For Fuso e-Canter med batterikapasitet på 80-85 kWh, dvs. bilene betegnet som «Prototype 1», er det ikke oppgitt konkret rekkevidde. For «Prototype 2» oppgir distributøren en rekkevidde på ca. 100 km.

Den batterielektriske MAN-lastebilen med batteri på 185 kWh oppgis å ha en rekkevidde på 120 km, hvor det påpekes at denne påvirkes av at en hydraulisk løftelem tar mye strøm. Scania-lastebilene hos samme distributør, med batteri på 270 kWh, oppgis i beste fall å ha en rekkevidde på 200 km.

Volvo-bilene, med brutto batterikapasitet på 200 kWh, skal i praksis ha en rekkevidde på 140-170 km, noe distributøren oppgir at stemmer bra overens med det Volvo selv skal ha angitt. Rekkevidden oppgis å være noe påvirket av utetemperaturen. Scania-lastebilen hos den siste distributøren, som er utstyrt med batteri på 300 kWh, oppgis å ha en rekkevidde på 150-200 km, hvor det bemerkes at batteriet også leverer strøm til kjøleaggregatet.

For anleggstilene opplyser den ene entreprenøren om en nominell/oppgitt rekkevidde på 150 km (ved «Gen1»-batteri på 200 kWh). I praksis varierer rekkevidden mye med type kjøring og værforhold, og vinterstid var den på det kaldeste helt nede i 60 km. Anleggsbedriften opplyser at batteriene holdes varme med bilens batterivarmer. Det er mulig at den store reduksjonen i rekkevidde om vinteren kan skyldes at batterivarmeren ikke fungerte helt eller at lastebilene ikke har stått til lading hele tiden. Den andre entreprenøren opplyser at rekkevidden ved «Gen2»-batteri på 260 kWh offisielt skal være 200 km, men at dette virker optimistisk og kanskje kan oppnås under veldig gode omstendigheter. Bedriften opplever at rekkevidden i praksis er kortere, men måler selv i operative timer framfor utkjørt distanse. Samtidig er erfaringen at «Gen2» kan gå rundt 1,5 time lenger enn «Gen1». Det nevnes videre at bilene er utstyrt med 9 kW-batterivarmer, som gjør at det om vinteren går noe energi til varme. Til tross for en forholdsvis kald januarmåned skal dette ifølge bedriften ha gått greit og bilene har ikke stått stille fordi de var tomme for strøm.

Tilbakemeldingene fra intervjuene tyder på at det ikke trenger å være særlig store forskjeller i rekkevidde mellom sommer og vinter i og med at batteriene holdes varme, selv om det oppleves noen forskjeller i dette. I tillegg til det ovennevnte kommenterer en av distributørene at det ikke synes å være store forskjeller i rekkevidde med mindre lasterommet må varmes opp, mens en annen nevner at deres erfaring er relativt robust i og med at den er basert på en stabil og lang periode på vinteren. Bedriften tilføyer at en mulig forklaring på at de ikke har opplevd noe særlig forskjell i rekkevidde kan være at turene med lastebilene er relativt korte og at de lades i løpet av dagen, samt at de stort sett går driftsvarme med 2 skift også vinterstid.

Til sammenlikning bemerker en av distributørene at det for batterielektriske (mindre) varebiler, som bedriften har fra før, ikke kan planlegges med mer enn 50 % av oppgitt rekkevidde på grunn av hyppige stopp og sjåfører som skal inn og ut av bilen. Dette medfører at det går energi til oppvarming/kjøling hver gang sjåføren åpner døren. For lastebilene skal det imidlertid kunne planlegges med en rekkevidde opp mot det som er oppgitt av leverandøren, bl.a. fordi det er færre stopp og mindre varmetap i førerhuset.

Tekniske/operasjonelle problemer og service og vedlikehold

Bedriftene vi intervjuet har i ulik grad opplevd tekniske/operasjonelle problemer. En av distributørene har ikke hatt noen driftsavbrudd og stort sett kjørt uten problemer, hvor en førstegangsservice ble utført for å sjekke at alt fungerte som det skulle. En av de andre distributørene har hatt noen småproblemer i oppstartsfasen, men dette ble raskt løst av leverandøren. Den tredje distributøren opplyser at driften av en av lastebilmodellene stort sett har gått uten tekniske utfordringer, men at det har vært problemer med ett kjøretøy av den andre batterielektriske lastebilmodellen som bedriften opererer. Den aktuelle lastebilen har hatt to driftsavbrudd og to havarier der lastebilen gikk «helt i lås», noe som antas at skyldes feil i programvaren. Problemene har vedvart også etter at kjøretøyet ble overført til et annet geografisk område, mens bedriftens andre batterielektriske lastebiler av samme type har fungert betydelig bedre.

For anleggsbiler hadde en av entreprenørene et driftsavbrudd på sin aller første batterielektriske lastebil (av «Gen1»). Årsaken var feil ved et kontaktpunkt, noe som antas å være en barnesykdom. Feilen skjedde 5 måneder etter idriftsettelse og utbedringen tok ekstra lang tid fordi teknikere fra utlandet var underlagt innreiserestriksjoner på grunn av Covid-19. Bedriften har videre hatt noen utfordringer med hydraulikkpumper ved påbygget relatert til at el-lastebilene gir maks effekt med en gang mens diesel-lastebiler har noe mer gradvise endringer i turtall. Mer generelt bemerket entreprenøren at sprengkulde kan være en utfordring i forhold til hydraulikk (både ved diesel- og batterielektriske lastebiler), men at for de batterielektriske lastebilene har ting stort sett gått bra. Den andre entreprenøren har hatt litt utfordringer med luftfjæringen foran på lastebilen, men mener at dette like godt kunne ha skjedd med en diesel-lastebil. En av de batterielektriske anleggsbilene har hatt enkelte dager på verksted og problemene har stort sett vært programvarerelatert. Etter en oppgradering skal denne aktuelle anleggsbilen ha fungert bedre.

Hva gjelder service og vedlikehold, både generelt og ved akutte problemer, er bildet også noe blandet. Det ble gitt tilbakemeldinger om at batterielektriske lastebiler har høyere servicekostnader enn tilsvarende diesel-lastebiler og om et inntrykk av at leverandørene «har tatt godt i». Noen konkrete prisrater for serviceavtaler som ble tilbudt eller er inngått ser ut til å bekrefte at servicekostnaden for batterielektriske lastebiler i dag ligger på samme eller noe høyere nivå enn for diesel-lastebiler. En utfordring som ble påpekt av en av entreprenørene er at når det forutsettes at batteriteknologien er tilstrekkelig velprøvd og bedriftens ladestrategi er skånsom med batteriene, er fysiske skader på batteriene den største gjenværende risikoen, noe som ikke dekkes av serviceavtalen. Videre blir det i intervjuene

påpekt at batterielektriske lastebiler har mange færre bevegelige deler og ikke trenger skift av olje, remmer eller filtre, eller kun trenger oljeskift på bakaksel og fett på øvrige komponenter. Flere av bedriftene uttrykker derfor en forventning om at serviceavtaler i fremtiden vil bli vesentlig billigere for batterielektriske lastebiler enn for diesel-lastebiler. Også i vitenskapelig litteratur legges det ofte til grunn at elektriske kjøretøy gir et potensial for vesentlig lavere service- og vedlikeholdskostnader (se f.eks. Hovi m.fl., 2019). Fra leverandørsiden påpekes det at selv når servicekostnadene for batterielektriske lastebiler settes lik kostnadene for dieselmotorer, er det i dag under faktisk kostpris. Det påpekes også at analogier mellom el-lastebiler og el-personbiler ikke holder fullt ut da lastebiler har mange flere systemer som må vedlikeholdes (f.eks. flere servoer, boogieløft, luftdempere). Serviceavtaler kan også dekke fullt ut for slitasje og «end of life» på batterier (når energilagrings-kapasiteten på batteriet faller under en viss grense, vanligvis ca. 80 % av full kapasitet) og under hele avtaleperiodens varighet.

Hva gjelder servicetilbudet ellers ble det gitt flere tilbakemeldinger av mer praktisk og operasjonell art. For eksempel nevnes det at det i dag er geografiske begrensninger med tanke på hvor lastebilene kan tas i bruk på grunn av hvor lastebilleverandørene har rullet ut service og oppfølging i forhandlernettet. Eksempelvis kan produsentenes policy være at verkstedene for elektriske kjøretøy sertifiseres etter hvert som det selges lastebiler. Det ble også gitt tilbakemeldinger om at det er behov for kompetanseheving på verkstedene i Norge. En av bedriftene har hatt et samarbeid med importøren for å avklare hvordan service og oppfølging utføres når det er et ønske om å teste lastebiler på nye steder.

Videre påpekes det at umiddelbar fiksing ved problemer er kritisk ettersom operatørene ikke har reservekapasitet på de batterielektriske lastebilene og at de brukes for det de er verdt. Som nevnt tidligere har forventningen om hvorvidt leverandører kan levere på dette i noen tilfeller spilt inn på leverandørvalg. Likevel har fiksing av problemer også ved større leverandører i noen tilfeller tatt lang tid og dette er noe som flere bedrifter har tett dialog rundt med leverandør.

Som tidligere bemerket er den komponenten i batterielektriske lastebiler med potensielt størst kostnadsrisiko, selve batteriet. For de fleste el-lastebilene hos distributørene er det gitt en garanti om at batteriet skal ha en visst gjenværende kapasitet (som for personbiler). Garantien lengde varierer noe avhengig av leverandør og lastebiltype, men ligger på rundt 8 år. Det oppgis videre at forskjellige leverandører har litt ulik tilnærming til dette, f.eks. er noen mer konservative med det såkalte «SOC-vinduet» (State-of-Charge), dvs. hvor mye av batteriets totale kapasitet som tillates anvendt for at god levetid på batteriene skal bli mulig. For anleggsbiler opplyser en av entreprenørene at garantien på batteriene er 2 år, noe som trolig er et resultat av at anleggsbiler er et nytt bruksområde på et chassis laget for distribusjonslastebiler og som medfører usikkerhetsmomenter på grunn av f.eks. vibrasjoner på anleggsplasser. Den andre entreprenøren har ikke oppgitt garantiperioden konkret men vurderer at batteriene bør vare i 7-8 år i og med at teknologien er rimelig velprøvd og i lys av en relativ skånsom ladestrategi (se egen seksjon).

Sjåførere, opplæring, bruksopplevelse og interesse fra samfunnet

Flere av bedriftene har mer eller mindre faste, egenansatte sjåførere som kjører de batterielektriske lastebilene. Dette begrunnes blant annet med at elektrisk kjøring krever litt ekstra og er nytt (f.eks. annet fokus på energibehov, utrulling osv.), hvor det hjelper at sjåførene er motiverte/entusiastiske. Videre er det gjerne ønskelig at sjåfører har et visst «eierskap» til lastebilen og faste/dedikerte sjåførere hjelper flere av bedriftene med å bygge opp erfaring. Sjåførene har i hovedsak også fått opplæring/kurs hos leverandøren, men flere bedrifter har gitt tilbakemeldinger om at opplæringen ikke har vært bra nok. Dette begrunnes dels

med utfordringer som følge av Covid-19 (hvor opplæringen måtte utføres av andre enn de som hadde mest inngående kunnskap om lastebilene), men også at opplæringen var relativt begrenset og mye var nytt for leverandøren selv også. Det ble gitt eksempler på relativt lite opplæring ved overlevering og behov for mer kunnskap ved oppstart av bruk, bl.a. med hensyn til opplading av batteriene og hvordan å få mest mulig rekkevidde ut av lastebilene. Tilsvarende har sjåfører ved dagligdagse utfordringer gitt tilbakemeldinger som «hvorfor er det ingen som har fortalt dette?». En av bedriftene har etterlyst et nettbasert sikkerhetskurs og har en tilnærming der en av sjåførene har god kjennskap til alle kjøretøyene, og brukes til veiledning av nye sjåfører, ettersom bedriften ser at det er behov for det. En annen bedrift har engasjert en kjøreskole med tanke på «EcoDriving», uavhengig av om lastebilene bruker diesel eller strøm. Bedriften opplyser at dette tilsynelatende gir effekt og at energiforbruket går ned. Rent praktisk er det imidlertid noen utfordringer ved oppfølgingen av dette, i og med at det er lettere å holde oversikt over diesel-lastebiler hvor fyllingen kobles til bilnummer, mens slike koblinger for batterielektriske kjøretøy fortsatt må skreddersys.

Generelt sier bedriftene at sjåførene er godt fornøyde med lastebilene. Det gis tilbakemeldinger om at de batterielektriske distribusjonslastebilene hos ulike transportører er gode å kjøre, er gjerne godt utstyrt, gir mindre støy, lite vibrasjon og slipper ikke ut eksos. El-lastebilene skal dermed ha forbedret arbeidsmiljøet kraftig og økt sjåførtilfredsheten. Også for anleggsbiler gir sjåfører tilbakemeldinger om at lastebilene er stille i hverdagen, er gode å kjøre og gir bedre arbeidsmiljø. Støyproblematikken var ikke en vesentlig faktor i å velge elektrisk, men en av entreprenørene opplyser om en overraskende stor reduksjon i støy-nivået. Dette gjør det i praksis mye lettere å kommunisere på selve anlegget. Samtidig må man være mer bevisst på myke trafikanter når lastebilene beveger seg vesentlig stillere. Også fra samfunnet ellers har det vært noen positive tilbakemeldinger på lavt støynivå.

Hos entreprenøren som har «Gen2» el-lastebiler i bruk er tilbakemeldingene at bilene fungerer bra og at forbedringene fra «Gen1» til «Gen2» er merkbare. En av entreprenørene oppgir å være positivt overrasket over effektiviteten til de batterielektriske anleggsbilene og at bilene klarer driftstempoet som anleggene forventer. I mange tilfeller opplyser bedriften at produktivitet er økt med tanke på antall lastebiler som må kjøres på prosjekt. Det trekkes fram at det har vært både positivt for bedriften og markedet å oppleve at en alternativ løsning faktisk fungerer.

Bedriftene opplyser om at el-lastebilene skaper oppmerksomhet og har medført en viss interesse fra deler av fagpressen, samt i noen grad brukes også i markedsføring. I noen bedrifter har også nettopp engasjerte sjåfører stått fram i medieoppslag. Det skal også ha vært en del oppmerksomhet rundt verdien som stille transport har for omgivelser, samtidig som det har blitt bemerket at det i noen tilfeller har vært påfallende at byggherren for noen anleggsprosjekter i liten grad har vist interesse.

Lastekapasitet og begrensninger ved batterielektriske biler

Batterier er tunge, og samtlige distributører antyder at dette i utgangspunktet medfører en redusert lastekapasitet sammenliknet med tilsvarende diesel-lastebiler. Som eksempler nevnes at Fuso e-Canter lastebilene kan miste rundt 400 kg (av en nyttelast på 2 600 kg), at Volvo-lastebilene (med en nyttelast på 5 500 kg og registrert for en maks. totalvekt på 16,7 tonn) mister rundt 700 kg i lastekapasitet, og at Scania-lastebilenes 3 tonn med batterier reduserer lasteevnen med rundt 2 tonn.

Distributørene opplever imidlertid ikke at disse reduksjonene i lastekapasitet i praksis setter særlige begrensninger, da det i deres transportopplegg er volum og ikke vekt som er kapasitetsbegrensende. Videre trekkes det fram at nullutslippslastebiler kan få tillatelse til

økt totalvekt nettopp for å imøtegå evt. begrensninger satt av batterivekt. Økningen i tillatt totalvekt varierer i dag mellom 1 og 2 tonn avhengig av kjøretøyets egenskaper⁴¹. I praksis har distributørene ikke brydd seg med økt totalvekt fordi vektkapasitet ikke er et problem, og i praksis vil det heller ikke være noe forskjell om dispensasjon for ekstra totalvekt økes fra 1 til 2 tonn.

Selv om vektkapasitet i seg selv ikke oppleves som et problem på de batterielektriske distribusjonslastebilene, trekkes det fram flere andre utfordringer knyttet til batterier og last. Da en av bedriftene undersøkte muligheten for større batteri på 300 kWh hos en lastebilleverandør var ikke dette praktisk mulig fordi tilgjengelig lastvekt på framaksel ble for lav. Noe av den samme utfordringen oppgis å gjelde også for el-lastebiler fra en annen leverandør. For å eksemplifisere dette ble det nevnt at det for 16-tonns lastebiler er vanlig med en lastfordeling med 6 tonn på framaksel og 10 tonn på bakaksel. I den forbindelsen ble det også påpekt at f.eks. MAN har el-varebiler med en flat batteripakke under hele bilen. Dette gir jevnere vektfordeling, og peker i retning av at tilsvarende endringer i chassisdesignet på distribusjonslastebiler kan være ønskelige. I den forbindelsen ble det i intervjuet med Statens vegvesen diskutert at lastebilprodusenter fyller batterier forfra og bakover, noe som gir mye vekt og aksellast foran. Ved 3 aksler, som er mer vanlig i Norge og bedre egnet for kjøreforhold vinterstid, kan det bli utfordrende å få nok plass til batteriene, noe som også anføres av kjøretøyleverandøren. Derfor vil det medføre behov for lengre lastebiler eller lengre avstand mellom akslingene, men dette gir utfordringer med dagens regelverk på svingradius (17,5 meter) og maksimal billengde, samt andre praktiske utfordringer. Fra Statens vegvesen ble det kommentert at Norge skiller seg fra mange andre europeiske land ved at tungbiler kan kjøre i byer og at dette gjør at det må være fokus og strenge krav til svingradius. Det er derfor svingradiuskrav på kjøretøy og det kan også være svingradiuskrav på veger. På grunn av dette er det viktig at (batterielektriske) lastebiler ikke forhåndsselges som 'egnet', men det kan tenkes i retning av betinget tillatelse for deler av vegnettet.

For anleggstilbyggene skal endringer i lastekapasitet på grunn av batterivekt heller ikke skape store utfordringer. En av entreprenørene nevner at nyttelasten faktisk er 500 kg høyere på den batterielektriske anleggsbilen fordi den får ett ekstra tonn i maks. tillatt totalvekt, mens den andre entreprenøren oppgir at nyttelasten er litt lavere enn ved tilsvarende diesel-anleggstilbygg, men at det ikke utgjør en vesentlig forskjell. I praksis er det sjeldent at lastekapasiteten utnyttes fullt ut, slik at de relativt små endringene i nyttelast som batteriene evt. skulle medføre i liten grad vil sette begrensninger. Det bemerkes videre at chassiset (uten batterier) på batterielektriske lastebiler ofte er litt lettere enn for konvensjonelle biler. Av tilfeller der det kunne vært ønskelig med et tonn eller to ekstra lastekapasitet på de batterielektriske anleggstilbyggene, nevnes f.eks. når bilene brukes til å transportere maskiner.

Videre kommer det fram at vektfordeling med tanke på batteriene i dag heller ikke er den største utfordringen, men at batteriene setter noen begrensninger for hva slags anleggstilbyggene kan benyttes på, da batteriene som er svært kostbare er plassert under og på siden av bilen og dermed er det laveste punktet på bilene. For å ikke ødelegge batteriene er det gjerne litt strengere krav til underlaget når bilene skal kjøre på anlegg.

⁴¹ I tillegg til at selve kjøretøyet må godkjennes med en maks. tillatt totalvekt, og hvor Statens vegvesen opplyser at Norge legger seg helt på EU-linje (som vi må i henhold til EØS-avtalen), må kjøretøyet godkjennes for veiene den skal brukes på. Her kan Norge ha strengere krav og begrensninger enn det som ligger i typegodkjenningen. Dette er for å ta hensyn til at kjøretøy kan bli for tunge for bruk på norske veier/broer.

5.5 Lading

Bedriftenes operasjonelle tilnærming til lading og forskjellige hensyn

Scania-lastebilen ble levert med en portabel DC-lader på 25 kW til en av distributørene. Dette rekkes til opplading over natten og for ett skift. For å få full nytte av lastebilen trenges ladere på 100-150 kW. Bedriften opplyser at det med bakgrunn i dette trolig settes opp en egen hurtiglader, men at batterisystemet til lastebilen (750V) gjør dette noe komplisert, samt innebærer at lastebilen heller ikke kan benytte alle eksterne hurtiglader. Også bedriftens Fuso e-Canter og MAN lades foreløpig med portabel lader.

En av de andre distributørene lader alltid på depot, hvor Scania-lastebilene blir hurtigladet i 30-45 minutter i løpet av arbeidsdagen i tillegg til saktelading om natten. Ladere som benyttes til dette kan gi 180 kW, men i praksis er oppladingen begrenset av at Scania-lastebilene tar maks 120 kW. Disse laderne tillater imidlertid at 2 lastebiler lades parallelt, med 2x 90 kW. Ifølge bedriften er batterikapasiteten etter en første runde med leveranser gjerne på 35-40 % og etter en halvtimes opplading på opptil 80 %. Foreløpig planlegges én lader pr 2-3 lastebiler. Det bemerkes imidlertid at behovet for ladeinfrastruktur er svært avhengig av i hvilken grad lastebiler lader samtidig, og at planlegging for å spre ladingen kan gi vesentlige bidrag til å redusere kostnader for ladeinfrastruktur (se eget avsnitt).

Den tredje distributøren har i dag 9 stk 22 kW AC-ladere i depot, hvor lastebilene lades om natten, samt med «klattlading» på dagtid. Dette er som regel tilstrekkelig ved dagens drifts-opplegg (med 1 skift). Dagens anlegg bygges imidlertid om til 1 stk 150 kW-lader, 3 full-effektladere på 22 kW AC og 14 dynamiske ladere på 22 kW AC hvor effekten på sist-nevnte justeres etter antall lastebiler som lader. Ombyggingen skjer med støtte fra Oslo kommune. Bedriftens Fuso e-Canter har en maks. ladehastighet på 50 kW, slik at disse bilene ved evt. bruk av hurtiglader kun kan utnytte deler av laderens effekt.

Kjøretøyleverandøren skisserer at de fleste batterielektriske lastebiler har innebygd AC-ladekapasitet på 22 kW for de minste bilene og 43 kW for de største. For hurtiglading er det mulig med CCS 150 kW og 250 kW på nyere lastebiler, hvor det forventes at det vil komme noe mellom 250 kW-1 MW og at CCS-ladestandarden også vil gjelde i fremtiden.

Når det gjelder anleggsbilene forsøker en av entreprenørene å fullade (til 100%) så mye som mulig om natten, med vanlig lading (22 kW AC) med lastebilens ombordlader. På dagtid «toppes» det ved hjelp av hurtiglading. Dette skjer i matpausen, på rundt 45-50 minutter, typisk hos Circle K, hvor det brukes 150 kW-lader. I et pilotprosjekt benytter anleggsbilene også lading gjennom en boostlader/powerbank på anleggsplassen. Dette er en 20-fots container med batterier med vekt på ca. 11 tonn, hvor laderen gir 150 kW i effekt, evt. fordelt på 2x 75 kW. På anleggsplassen der denne piloten utføres er det også 2-3 elektriske gravemaskiner som trenger lading. På grunn av dette og for å optimalisere bruk av maskinparken er driftstiden på anlegget økt fra opprinnelig planlagt 4 dager per uke og til 5 dager pr uke. Generelt oppgir bedriften at det ved hurtiglading aldri lades til mer enn 80 % av full kapasitet.

Den andre entreprenøren lader sine batterielektriske anleggsbiler også fortrinnsvis om natten på depot, hvor lading skjer med industrikontakt (400V; 22 kW AC) og er tilstrekkelig for å fullade bilene. Også denne entreprenøren «topper»/hurtiglader hos Circle K i matpausen. Det opplyses at «Gen2» av anleggsbilen gir noe mer operativ tid på morgenen før det blir nødvendig med hurtiglading enn det som er tilfellet ved «Gen1» anleggsbiler. Lading på anleggsplasser anser bedriften i dag ikke som alternativ fordi det krever for mye strøm.

I dagens opplegg kommer strømmen som brukes til opplading enten fra strømmettet, eller (til dels) gjennom bedriftenes egenproduserte energi, hvor det f.eks. brukes solceller på

terminalbygg, vindkraft, eller et større batteri som muliggjør opplading i perioder der nettilkoblingen belastes maksimalt. Samtidig ble det påpekt at elektrifisering av kjøretøyflåten vil øke behovet for strøm, om dette så er egenprodusert eller kommer fra andre kilder. I pilotprosjektet med «boost»-lader kommer strømmen via en stor trafo i nærheten og hvor batteribanken fungerer som buffer mot nettet. På grunn av avhengigheten av tilstrekkelig kapasitet i elnettet/trafo vil opplegget med boostlader ikke være mulig alle steder i Oslo⁴². Boostladeren kan utstyres med solceller for å dekke noe av strømbehovet.

Kostnader for lading og investeringer i ladeinfrastruktur

Batterielektriske kjøretøy har som fordel at elmotoren har en mye høyere effektivitet enn forbrenningsmotorer, samt at energikilden (elektrisitet) relativt sett er billig. Denne kombinasjonen gir således et stort besparingspotensial på utgifter til energi/drivstoff. Når lastebilene lades gjennom saktelading på depot, gjerne over natten, og både nettkapasiteten er tilstrekkelig og oppladingen dekker det meste av lastebilenes energibehov, er både ladeinfrastruktur- og strømkostnadene lave. Dette stiller seg annerledes når det er nødvendig med oppgraderinger av strømmettet, når det er behov for hurtigladdere, eller når det er utstrakt bruk av eksterne hurtigladdere.

Ved ekstern hurtiglading, som noen av bedriftene benytter seg av, er kostnadene pr kWh flere ganger høyere enn kWh-prisen ved saktelading i depot. I praksis mener flere av bedriftene at strømmen er altfor dyr, og at dette skyldes effekttariffene til nettselskapene (betaling for maksimal effekt som tas fra nettet), og svært kort avskrivningstid på infrastruktur (2 år i praksis, der bedriften mener dette bør være 6 år). En av bedriftene mener at det grovt sett ikke er bærekraftig å betale mer enn 2 kr/kWh for strøm til nyttetransport i dagens situasjon og ønsker derfor å drifte hurtiglading selv. Det opplyses også om at de har fått tilbud som tilsvarer en kWh-pris på nærmere 8 kr ved ekstern hurtiglading, men i praksis betaler bedriftene som bruker ekstern hurtiglading mye mindre enn 8 kr/kWh, men mer enn 2 kr/kWh, da de gjerne får store rabatter sammenliknet med priser for personbiler.

For bedrifter som selv investerer i ladeinfrastruktur, og da spesielt hurtiglading, er investeringskostnadene situasjonsavhengige og varierer med løsning, men kan generelt sies å være vesentlige. I intervjuene gis det eksempler på at ved 150 kW-hurtigladdere koster selve laderen ca. en halv million kroner, og dersom ladekapasiteten for laderen splittes opp for bruk til inntil 3 lastebiler (ekstra ladetilkoblinger) tilkommer 0,2 millioner kroner per lader. Grovt regnet kan en ferdig installert lader inkludert graving og andre arbeider i denne sammenhengen komme på ca. 1 million kroner. En annen bedrift oppgir at en enkel hurtiglader (med 1x 150 kW eller 2x 75 kW) fort kan koste 0,8 mill. kroner, uten oppgradert nett og installasjonskostnader. Også her gis et grovt estimat på ca. 1 million kroner ferdig montert. Hvis etableringen krever f.eks. oppgradering av elnettet kan dette utløse et «anleggsbidrag» basert på «først-til-mølla»-prinsippet, der det er den som trenger mer strøm på marginen som må betale for oppgraderinger i kraftnettet, noe som oppleves som svært urettferdig. Evt. oppgradering av trafo og nye kabler inn til eget anlegg, som det ble gitt

⁴² Det jobbes med en pilot hvor en container med brenselceller lader et batteri, som i sin tur forsyner hurtigladdere. Dette kan bygges som plug & play. Fordelen er mobilitet og at elektrisk drift potensielt også kan muliggjøres på steder hvor elnettet ikke har tilstrekkelig kapasitet. En annen potensiell fordel som anføres er at containeren vil kunne dras med ut lenger i traseen, hvor f.eks. gravemaskiner på dagens nullutslippsanleggsplass kan bruke 6-8 % av batterikapasiteten bare for å nå boostladeren og tilsvarende energitap på vei tilbake.

eksempler på, kan også være svært kostbare⁴³. Kostnadsstørrelsen er igjen situasjons-avhengig, men en av bedriftene oppgir oppgraderingskostnaden til transformator (for å gi mulighet for 10 hurtigladerer) som ca. 1 million kroner, eksklusive graving. I kontekst av pilotprosjektet med boostlader på anleggsplass oppgis også en vesentlig kostnad, selv om entreprenøren ikke eier laderen selv.

Øvrige utfordringer

Bedriftenes tilbakemeldinger tyder på at høye kostnader for ladeinfrastruktur er en av de største utfordringene og at dette skaper en «høna-eller-egget-situasjon»: For at det skal være aktuelt å investere i batterielektriske lastebiler må tilstrekkelig infrastruktur være på plass eller både være økonomisk bærekraftig og praktisk mulig å etablere selv. I dag medfører dette store barrierer.

For at det skal være økonomisk bærekraftig å investere i ladeinfrastruktur er antallet lastebiler som utgiftene effektivt kan fordeles over en svært viktig faktor. Dette gjelder både med tanke på ruteplanlegging gitt at lastebilene må lades i løpet av arbeidsdagen, og hvordan oppladingen må tilpasses slik at laderen kan brukes av flest mulig lastebiler i løpet av dagen for å få mest mulig optimal drift både av de elektriske lastebilene og av laderen. For eksempel kan bedriften ha plass til en hurtiglader på egen grunn, men spørsmål er om lokasjonen brukes av tilstrekkelig mange lastebiler til å få dette til å bli økonomisk bærekraftig. Spesielt for anleggsbilene nevnes også at lastebilene står mye stille og kjører relativt sett lite, mens mye av innsparingspotensialet, også for investering i lader, ligger i besparelser på energitgifter.

En annen viktig faktor er hvorvidt det gis offentlig støtte til ladeinfrastrukturen eller om etableringen skjer av det offentlige, f.eks. Oslo kommune. Hva gjelder støtte fra ENOVA kom det tilbakemeldinger at det ikke gis tilskudd til ladeinfrastruktur med mindre laderen kan deles av flere aktører. Dette er vanligvis ikke så aktuelt på bedriftenes egne områder, bl.a. av sikkerhets- og plasshensyn. Det påpekes videre at en kan få støtte til en 11-22 kW AC-lader pr bil, men ikke til større utbygginger eller oppgradering av el-nettet. Anleggsbedriften som bruker boostladeren på anleggsplassen opplyser at ENOVA etter en regelendring ikke lenger kunne gi støtte til denne laderen og at dette var avgjørende for at bedriften ikke kjøpte boostladeren selv. Boostladeren eies istedenfor av et energiselskap og hvor en del av ordningen er at energiselskapet får mye data.

I tillegg til det økonomiske, og krav om tilgjengeligheten av ladeinfrastrukturen for andre aktører, pekes det også på andre utfordringer. For eksempel har flere av bedriftene plassutfordringer på eget område eller usikkerhet knyttet til hvorvidt leiekontrakten forlenges slik at det er risikabelt å investere i ladeinfrastruktur og oppgradering av elnettet på lokasjonen. Når ønsket ladeinfrastruktur krever oppgraderinger i nettkapasiteten er prosessene opp mot nettselskapene ofte lange og det tar lang tid for å få slike oppgraderinger på plass.

Om ekstern hurtiglading bemerkes at lastebiler i dag ikke kommer inn på alle offentlige ladestasjoner fordi lastebilene er for store, eller må parkere slik at ladekabel blir for kort, f.eks. dersom det er takoverbygg på ladestasjon. Videre tar en lastebil fort opp flere ladeplasser til personbiler, noe som allerede i dag kan skape utfordringer og konfliktsituasjoner. På sikt er det et ønske om å kjøre el-lastebiler med henger, noe ladestasjoner må ha tilstrekkelige arealer til. Videre bemerker flere av bedriftene at de daglige operasjonene gjør det vanskelig å lade underveis, fordi det medfører tidsbruk hvor kjøretøyet effektivt ikke kan

⁴³ En av bedriftene måtte gjøre en slik omfattende oppgradering. Dette kostet ca. 1,5 millioner kroner og inkluderer behov for (kommende) 15 stk vanlige ladere til varebiler (22 kW) og en fremtidig 150 kW-lader. Lastebilene kan også lades over natten ved disse 22 kW-ladere.

brukes, mens lading ved f.eks. rampeplasser er mindre hensiktsmessig når det er knapt med plasser for lasting og lossing slik at tid ved rampeplass må minimeres, og det er diesellastebiler som fortsatt dominerer. Tilsvarende oppgis det at muligheter for hurtiglading på offentlig område ville hjulpet, spesielt i områder utenfor byene, men at det vil være en barriere dersom det må kjøres en omvei for å lade. Videre nevnes det at offentlige ladestasjoner må ha mulighet for å reservere tid fordi transportører kjører etter nøye planlagte ruter og derfor ikke kan risikere ladekø.

Flere av bedriftene oppgir at de spiller inn behov og at det er mye politisk vilje, men at det kunne vært mer handling, samt at ting gjerne tar lang tid. Det uttrykkes også at det offentlige må være en større pådriver for etablering av infrastruktur. Ett eksempel som nevnes er at Oslo kommune skulle etablere ladeinfrastruktur på Filipstad, hvor også Bring og DHL har etablert hub, men at Oslo Havn var redd for at dette skulle gi økt trafikk.

Alternative typer lading

I intervjuene ble bedriftene spurt om de er involvert i eller ser på alternative typer batterilading. Dette gjelder kun i liten grad. En av distributørene skal teste ut konduktiv automatisk stasjonær opplading med fysisk ladeskinne i bakken ved rampe. Induksjonslading testes ikke, men oppgis å kunne være spennende og ville også ha gjort snørydding enklere fordi en ville sluppet kabler. Batterilading via kjøreledning har ikke vært konkret vurdert, men det kommenteres at fordi distributørene i motsetning til kollektivtransport ikke har faste stoppeplasser er dette vanskelig. En kjenner området som skal betjenes men vet ikke hvor leveransepunkter er. Videre kommenteres det overordnet at batterilading via kjøreledninger kanskje kunne vært aktuelt på hovedferdselsårer. Et eksempel som ble pekt ut i denne sammenhengen er relasjonen Oslo-Trondheim, og da fordi jernbanetransport ikke dekker behovet for økte transportvolum.

5.6 Insentiver, utfordringer, bemerkninger og forslag

Som del av intervjuene ble bedriftene spurt om å kommentere dagens og gi forslag til fremtidige tiltak og incentiver for innføring av batterielektriske lastebiler og evt. andre alternative framdriftsteknologier. Dette førte til en rekke forskjellige innspill. Gjennomgående bemerkes det at det er viktig med langsiktige, forutsigbare og stabile rammebetingelser.

ENOVA-tilskudd

Som tidligere omtalt oppgir bedriftene at ENOVA-tilskudd er avgjørende for at investeringer i nullutslippsteknologi i det hele tatt kan vurderes, selv om tilskuddet i seg selv i dag ikke er nok til å gi bærekraftig drift. Bedriftene påpeker viktigheten av at ENOVA-tilskuddet består og at disse rammebetingelsene må være langsiktige, forutsigbare og hensiktsmessig innrettet. Dette gjelder blant annet administrative krav som eierskap vs. f.eks. leasing og minimumomfang på investeringsprosjektet, samt selve søknadsprosessen og dens gjennomslutningskraft. Noe av dette skal ha blitt bedre og mer lavterskel etter at ENOVA innførte en forenklet søknadsprosess.

Det som fortsatt er en stor utfordring og er omtalt flere andre steder er støtte til ladeinfrastruktur, både hva som dekkes (type ladere, antall, kostnadstak mm.) og hva bedriften evt. må dekke selv. Dette gjelder særlig fordi kostnader ved ladeinfrastruktur kan være betydelige når det i tillegg kan tilkomme f.eks. anleggsbidrag. Mens ENOVA gir støtte til ladeboks for varebiler (på eget anlegg) er det for lastebiler krav om at ladeinfrastruktur som

det gis støtte til er offentlig tilgjengelig. Som tidligere diskutert opplever bedrifter dette i praksis som en stor barriere.

Bompengefordeler

Distributørene anslår at for diesellastebiler som opererer i Oslo/Osloområdet ligger bompengeutgifter på mellom 7000 og 10 000 kroner per bil pr måned, eller 84 000-120 000 kroner på årsbasis. Dette er i tråd med Statens vegvesen sin tommelfingerregel (ca. 100 000 kr pr år pr bil). Størrelsen på bompengeutgiftene er ifølge distributørene svært utslagsgivende for lastebilenes TCO (total costs of ownership) gitt dagens kostnadsnivå for biler og energi og ENOVA-støtten.

Elektriske varebiler og lastebiler, derimot, har i dag fullt bompengefritak i Oslo. Ifølge en av distributørene er dette helt avgjørende for at elektriske lastebiler kan vurderes som reelt alternativ. For entreprenørene er bompengefritaket for elektriske lastebiler ikke like viktig fordi bompenger blir viderefakturert til kunder, dog med begrensninger. Samtidig gis det tilbakemeldinger på at bompengefordelene er en stimulus som både på el-varebiler og lastebiler gir en betydelig besparelse. Det eksemplifiseres også at det kjøres mye gjennom bomringene i Oslo og at det med dagens dieseldrift og times-regel er vanskelig å lage estimater til anbud, men at bompengeutgifter utgjør betydelige summer. En tilbakemelding som går igjen er at det er viktig med stabile og forutsigbare rammebetingelser. Skulle bompengefordeler falle bort eller minskes vil dette kunne gi en betydelig merkostnad for elektriske lastebiler som allerede er innkjøpt og dermed medføre en risiko for at lastebilene ikke vil bli brukt og heller ikke vil ha noen verdi i et bruktmarked. Når bompengefordeler er avgjørende, men ikke oppleves som forutsigbare, kan dette ifølge flere av bedriftene gjøre at løsninger ikke blir valgt fordi de medfører en for stor (økonomisk) risiko.

Statens vegvesen kommenterer at det ikke kan garanteres at bompengefordelene består i dagens form fordi disse blir politisk bestemt, men bemerker at det i Norge har vært god utholdenhet på personbilinsentiver, noe som kan tyde på at bompengefordeler for lastebiler ikke vil forsvinne over natten. Samtidig skal det være en del som tyder på at på sikt skal også elektriske lastebiler være med på å bidra med bompenger, men at det politiske sloganet fortsatt er at «det skal lønne seg å velge grønt». Det ble videre bemerket at det for bompenger er en nasjonal forskrift som legger en del av føringene og at beslutninger på kommunalt nivå ikke kan stride mot forskriften, samtidig som kommunene har et eget handlingsrom, gjerne inn mot en bypakke/bompengeavtale.

I tillegg til bompengefordeler for elektriske lastebiler etterlyste flere av bedriftene et bompengefritak for biogassbiler. Dette har lenge vært diskutert og beslutningen har drøyd, men i mai 2021 (etter intervjuene) vedtok Stortinget at behandlingen av biogassbiler skal likestilles med nullutslippsbiler og at det dermed fra 2022 vil være bompengefritak også for biogassbiler. På intervjutidspunktet var det ifølge Statens vegvesen fortsatt litt uklart hva Stortingsvedtaket innebærer i praksis. Det ble også bemerket at biogass gir en netto reduksjon i CO₂, men ikke i lokale utslipp, og at dette har vært ett av argumentene mot at biogassbiler skal få bompengefordeler i bomringene i nettopp byene. I praksis vil en utfordring være hvordan det skal kunne kontrolleres at biler har biogass på tanken. Fysiske kontroller byr på vanskelige spørsmål og praktiske utfordringer, bl.a. hvor og hvordan dette skal kontrolleres i tillegg til sikkerhetsspørsmål. Derfor kan det være mer ønskelig med en regnskapsrevisjon der verdikjeden kontrolleres for at det er biogass som er innkjøpt. Dette tror Statens vegvesen at det er mulig å få til.

(Offentlige) anbud, miljøkrav, byggherrens rolle og andre aspekter

Tilbakemeldingene fra intervjuene bekrefter at distributørene i en større grad enn entreprenører betjener private kunder, og som foreløpig har mindre fokus på, eller betalingsvillighet for, reduksjoner i (lokale og globale) utslipp. For å redusere utslipp fra transportene bemerker noen av distributørene at det på generelt grunnlag er ønskelig med mer tilrettelegging for samlastning, men at det da må reguleres til fordi prisstrukturen er en utfordring.

Det ovennevnte innebærer at miljøkrav i anbud er særlig relevante og avgjørende for entreprenørene. Disse gir tilbakemelding om at det er viktig at miljøkrav er innrettet slik at det både skal lønne seg å tilby elektrisk/nullutslipp og at å levere slike tilbud om nullutslipp ikke medfører uforholdsmessig mye usikkerhet og risiko. Om dette temaet gav intervjuobjektene en rekke kommentarer og både positive og negative eksempler fra områder der dette har vært relevant for entreprenørene (i hovedsak Oslo og i noe mindre grad Bergen).

I anbudsutlysninger er det først og fremst viktig at miljø får en tilstrekkelig vekt og det etterlyses at miljø vektlegges mer enn det som er tilfellet nå. Det eksemplifiseres at Oslo kommune venter miljø mindre enn pris og at det kan tilbys en mix av teknologier, men dette påvirker poengscoren på miljø, hvor det gis 5 poeng for elektrisk bil, 2,5 for biogass og 0 poeng for HVO. Batterielektriske kjøretøy er altså favorisert i forhold til biogasskjøretøy. En av entreprenørene oppgir at det nettopp er denne vektingen hos Oslo kommune som muliggjør at bedriften kan tilby nullutslippsløsninger til en høyere pris enn dieseldrift og at så lenge elbiler er dyrere er det behov for denne type forskjellsbehandling. I lys av dette er det også relevant hvorvidt Stortingsvedtaket om likestilling av biogass med nullutslipp vil endre på insentivstrukturen.

Samtidig melder entreprenørene om en rekke utfordringer og risikoer ved måten utlysninger fra Oslo kommune praktiseres på, samt kommer med forslag til forbedringer.

For å kunne tilby elektrisk drift er det mange forhold som må sjekkes, noe som er krevende når det i Oslo i gjennomsnitt er 32 dager mellom utlysning og frist for tilbudslevering. Som eksempler nevnes forhold som hvorvidt det er tilstrekkelig strømforsyning på anleggstomten. Dette har kommunen i sin helhet overlatt til kontraktører å finne ut av, noe som medfører at alle som vurderer å tilby elektrisk drift vil forsøke å hente inn samme informasjon fra nettselskapet samtidig. I tillegg kan risikoen være stor når det i etterkant viser seg at elektrisk drift ikke lar seg gjennomføre. Dette gjelder både i forhold til høye dagbøter i noen prosjekter og at entreprenøren risikerer å måtte stå for kostnaden og tidsbruken for å få til tilstrekkelig med strøm/nettoppgradering. En av entreprenørene gjorde en test ved å levere et tilbud med forbehold om at det var tilstrekkelig strøm til å lade maskiner på anleggsplassen. Dette resulterte i at bedriften fikk en miljøscore på 0 poeng og underbygger ifølge bedriften at det er entreprenøren som har det fulle ansvar for bygge-strømmen. På den andre siden ble det gitt eksempler på prosjekter hvor dagsboten for å ikke levere på miljødelen er såpass lav at en i tilbudet kan kalkulere med elektriske lastebiler, men hvor det i praksis er lønnsomt å bruke full dieseldrift.

En annen risiko ved elektrisk drift er at dette kan kreve mer plass, f.eks. for tilgang til lader/rigging. Dette kan generelt være utfordrende på anleggstomter og er særlig et problem i trange bygater. En av entreprenørene var nødt til å leie en riggtomt fra Oslo kommune for å få tilstrekkelig areal til ladecontaineren. Dette medførte en betydelig utgift som ikke var regnet med i tilbudet.

Kjøretøyleverandøren tilføyer at det i forbindelse med de store infrastrukturprosjektene i Oslo (ny vannledning) ikke er tillatt med biogasslastebiler på grunn av eksplosjonsfare. Dette mener leverandøren at bygger på at kommunen legger til grunn eldre teknologi som benyttet komprimert gass og bemerker at lastebiler med flytende biogass ikke skal ha større

eksplosjonsfare enn lastebiler med dieselmotor. Slike krav kan medføre at deler av prosjekter som kunne ha blitt utført med lavere utslipp (gjennom biogass), og som elektrisk drift ikke er egnet til ennå, fortsatt utføres med diesellastebiler.

I intervjuene ble det også omtalt positive eksempler fra Bergen, hvor prosessen i større grad enn i Oslo er et samarbeid mellom entreprenører og byggherre. Som eksempel gis prosjekter der det beregnes et potensial for hvor mye utslipp som kan kuttes og som må hensyntas i tilbudet på forhånd. Entreprenøren kan deretter få en bonus etter hvor store utslippskutt som oppnås i praksis. Som fordel påpekes at ordningen får byggherren til å bli mer aktivt deltakende i prosessen, mens det for Oslo ble gitt eksempler på at byggherren viste overraskende lite interesse. Et annet positivt eksempel som gis er at Bergen kommune på forhånd jobber med utjevning av nettkapasiteten i samarbeid med en nettaktør. Her skaffes det på forhånd opplysninger om hva som omtrentlig vil være energibehovet og hva som er differansen med nettkapasiteten. Dette er viktig fordi det reduserer risikoen som ellers lander hos entreprenørene og er også en mer effektiv måte å innrette prosessen på.

I alt etterlyser entreprenørene at det kommer mer samarbeid med netteier, byggherre, kommune, kraftleverandør mm., og nevner at det er en forutsetning for utslippsfrie anleggsplasser at strømleveranser løses mer profitabelt og at anbudsutlysninger er utformet på fornuftig måte. Det etterlyses også at byggherren kommer på banen med tanke på riggområder og ladeinfrastruktur.

En av entreprenørene hadde et møte med Standard Norge om standarder til utslippsfrie anleggsplasser. Der skal det ha kommet fram at Oslo kommune ikke har lagt særlig til rette for høyere priser selv om entreprenørene driver elektrisk. Entreprenøren mener at dette kan gi en utfordring fordi investeringer i elektrisk drift er kostbare, både i kjøretøy, maskiner og ladeinfrastruktur, selv om selve driften forventes å være litt billigere. Også med bakgrunn i ovennevnte håper entreprenøren at standarden som kommer via Standard Norge inkluderer krav til hva byggherren må gjøre før en anbudsutlysning.

Fordi det er så mye nytt og fortsatt ukjent rundt elektrisk drift uttrykker en av entreprenørene avslutningsvis at det er veldig viktig å få til datadeling for å framskaffe et erfaringsgrunnlag på tvers av leverandører/transportører og for at ikke alle aktører må finne opp hjulet på nytt. Bedriften begrunner dette med at det haster fram mot 2025 og det går mye tid og penger til å skaffe erfaringer, hvor mye av jobben er å luke ut hvilke data som er og ikke er relevante.

Insentiver gjennom hvor og når biler med ulik teknologi kan brukes

Ett tema som flere av bedriftene var inne på er at alternative framdriftsteknologier har ulike fordeler og ulemper med hensyn til støy og lokale og globale utslipp. Dette kan nyttiggjøres ved design av insentiver som går på bilenes brukseffektivitet og valg av bruksområder.

Ett eksempel er tilgang til kollektivfelt, som flere av distributørene fremhevet som en viktig grunn til å velge elektrisk, særlig i Oslo hvor dette gir betydelige tidsbesparelser og dermed mer effektiv transport. Tilsvarende ble det foreslått at det kan opprettes egne lastesoner for elektriske lastebiler. I byområder vil dette gjøre el-lastebilene mer brukseffektive og attraktive fordi det ofte er vanskelig å finne laste- og losseplasser nær avsender eller mottaker av varen.

Et annet eksempel er null- eller lavutslippssoner som diskuteres eller er innført i større europeiske byer og hvor også bl.a. Oslo kommune har store ambisjoner. Slike soner gjør investeringer i null- eller lavutslippsbiler mer attraktive fordi diesel-lastebiler ilegges store ulemper. Ett spørsmål som reises i intervjuene er hvorvidt også biogasslastebiler og hybridlastebiler bør gis fordeler. For biogassbiler påpekes det for eksempel at lokale utslipp fortsatt vil være et problem og påvirke luftkvaliteten i by. For plug-in hybrider trekker en av distributørene fram at «geofencing»-teknologi gjør at bilene kan kjøres utslippsfri i by og at de derfor bør gis fordeler, evt. også i bomringen og med tanke på tilskuddsordninger.

På tilsvarende måte som nullutslippssoner ser kjøretøyleverandøren for seg at støykrav kan bli et virkemiddel og bemerket i denne konteksten at gammeldagse støykrav fortsatt gjelder mange steder i Europa. Distributørene påpeker at en stor fordel ved elektrifisering er at kjøretøyene er lydsvake og kan brukes større deler av døgnet enn fossildrevne kjøretøy. Dette kan gi mer effektiv utnyttelse av kjøretøyene og således gi mer konkurransedyktige betingelser vs. diesel. Også her ble det påpekt at plug-in hybridlastebiler med geofencing kan være godt egnet nettopp for slike transportoppdrag, særlig i by og evt. på kvelds-/nattestid. I tillegg til reduksjoner i lokale utslipp anføres som ytterligere fordel at en forskyvning av dagtidsleveringer til roligere tidsrom kan bidra til bedre trafiksikkerhet. Det er imidlertid en barriere at mange kunder, herunder offentlige institusjoner, krever at levering må skje på dagtid.

Også for anleggsbiler gir lydsvakheten noen fordeler, men utvider ikke tidsrommet som de kan opereres i noe særlig. I motsetning til distribusjonsbiler er anleggsbiler nemlig avhengig av annet utstyr og arbeider som i seg selv vil generere mye (anleggs)støy.

Behov for tiltak rettet mot små aktører

I dag er det i hovedsak større aktører som har tatt i bruk batterielektriske distribusjonsbiler og anleggsbiler. Dette gjelder både de første (ombygde) lastebilene så vel som de første serieproduserte batterielektriske lastebilene. Bedriftene eier imidlertid få lastebiler selv og kjøper i hovedsak inn transporttjenester fra mindre transportselskap. Det påpekes at store deler av markedet består av små aktører med ett eller noen få kjøretøy (eller gravemaskiner e.l.) og som det i dag er helt uaktuelt for å investere i batterielektrisk materiell. Det påpekes at små aktører ikke har den nødvendige økonomiske evnen til å gjøre slike investeringer, noe som forsterkes av at både transport og anlegg er næringer med lave marginer. Der hvor større bedrifter gjerne har en større økonomisk buffer er det for underentreprenøren katastrofalt om en bil eller maskin blir stående ubrukt en periode. Bedriftene påpeker derfor at det må gjøres noe med både økonomiske insentiver og driftsmessige risikoer for at elektrifisering av større deler av lastebil- og maskinparken skal lykkes. I den forbindelse etterlyses insentiver og tilrettelegging fra det offentlige. Bedriftene selv opplyser at de gjerne ønsker at lastebilene til underleverandørene skal ha nullutslipp. Ett problemområde som pekes ut er at dette krever mer langsiktige kontrakter enn det som brukes i dag. Videre

oppgis at innleide lastebiler til en viss grad og i visse geografiske områder vil kunne lade på bedriftenes egne områder, men at det er nødvendig med løsninger også andre steder når det ikke er bærekraftig for underleverandørene selv å investere i ladeinfrastruktur.

Offentlig tilgjengelig ladeinfrastruktur

Statens vegvesen jobber med tilrettelegging av ladeinfrastruktur på døgnhvile- og rasteplasser. Det opplyses at det fortsatt er vanskelig å se klart hvor dette ender, men at det likevel planlegges litt frem i tid, hvor det f.eks. må tenkes på kabler, plassering, osv. En kompliserende faktor er at det i dag er stor forskjell i utgangspunktet for de ulike døgnhvile- og rasteplasser. Noen av disse eies av Statens vegvesen, for noen leier Statens vegvesen grunnen, og noen er del av en avtale med flere aktører, som f.eks. bensinstasjoner. I tillegg går noen døgnhvile- og rasteplasser med overskudd, mens noen må subsidieres for å opprettholde driften. Videre er det i dag mange forskjellige typer kontrakter og som gjør ting uoversiktlig og komplisert. Konkret foreligger det en prinsippbeslutning om at det nå må tas høyde for ladeinfrastruktur og at dette må rulles ut i alle kontraktsformer.

Statens vegvesen jobber for tiden på et oppdrag for Samferdselsdepartementet hvor det skal leveres et bidrag på ladeinfrastruktur og som skal leveres før jul 2021. Oppdraget går på etatenes kunnskapsgrunnlag om ladeinfrastruktur, herunder:

- Status i ulike deler av landet både for personbiler og tyngre kjøretøy
- Ladeeffekt
- Rammevilkår
- Behovet for offentlig tilgjengelige ladestasjoner i ft. nullutslippsmålene
- Vurdering av markedssvikter og andre barrierer for etablering av tilstrekkelig ladeinfrastruktur

Siden det ovennevnte oppdraget på intervjuetidspunktet akkurat hadde kommet vil konkrete synspunkter og analyser først foreligge senere. I intervjuet med Statens vegvesen framkom på mer generelt grunnlag at utrulling av ladere for tungebiler gjerne skjer basert på tilsvarende oppskrift som for personbiler, men at det ikke er sikkert at dette svarer like godt til tungebilbehovet. Videre ble det påpekt at viktige aspekter vil være at brukere er sikret lade-plassen og at nyttkjøretøy ikke må stå i ladekø, noe som også var en gjennomgående tilbakemelding i intervjuene med operatørene.

Hva gjelder selve ladeinfrastrukturen påpeker Statens vegvesen de store investeringskostnadene. Ressurser må brukes effektivt og det er fortsatt mye usikkerhet knyttet til hva slags ladere det på sikt vil være behov for. For eksempel kan det være at en stor del av ladere på døgnhvileplasser eller rasteplasser bygges som 50 kW-ladere og noen færre som lynladere. Et utgangspunkt vil være effekten som behøves, f.eks. hva som skal til for å lade batteriet til 80% under 8-timers nattehvile. Tidligere erfaringer tilsier ifølge Statens vegvesen at mindre batteripakker gjerne har hatt behov for 50 kW-ladere, mens større batteripakker kan trenge opp mot 150 kW. Dersom batteristørrelsen øker kan også teoretisk ønsket effekt vært opp mot 3 MW for hurtiglading av de største langtransportlastebilene. Fordi effektbehovet fortsatt er så usikkert er Statens vegvesen i første omgang opptatt av å legge til rette for fleksibilitet.

Også det offentlig-private samarbeidet «Grønt landtransportprogram» ser på etablering av lade- og fylleinfrastruktur som en helhetlig del av det grønne skiftet. Gjennom programmet jobbes det tett opp mot myndighetene og involveres relevante offentlige virksomheter for å sikre rask og samtidig utbygging av nødvendig lade- og fyllestruktur for nye energibærere. Blant annet skal det gjennom programmet konkretiseres hva som må på plass for å realisere myndighetenes mål og handlingsplaner, herunder lade-infrastruktur.

Videre jobber også Nye Veier med å tilrettelegge for utbygging av ladeinfrastruktur langs veistrekningene for å fremme overgang til nullutslippskjøretøy. Målet er å dimensjonere infrastruktur for fremtidige ladebehov og tilrettelegge for kommersielle utbyggere av ladeinfrastruktur. Nye Veier er i gang med å kartlegge aktuelle virkemidler for dette gjennom pilotprosjektet «EL39», hvor ladeinfrastruktur skal bygges på E39 mellom Kristiansand og Ålgård. Erfaringene fra pilotprosjektet er tenkt brukt langs alle veistrekningene som Nye Veier skal planlegge og bygge. Hovedfokuset har så langt vært på ladebehovet for personbiler og i mindre grad på behovene for tungtransporten (Norconsult, 2020; Nye Veier, 2020a,b; Vista Analyse, 2020).

Statens vegvesens strategi for å forsere innfasing av nullutslipp

Som del av intervjuene ble Statens vegvesen spurt hvorvidt det foreligger andre, egne strategier for å forsere innfasing av nullutslipp. Statens vegvesen opplyser at de er veldig aktive på innfasing av nullutslippsløsninger, særlig mht. veibygging og vintervedlikehold (snøbrøyting). Det ble kjørt noen tester sist vinter med enkle elektriske maskiner for snørydding av fortau og det er et mål om mer og større uttesting framover (brøytebiler), hvor det er et ønske om å kjøre en pilot med fullskala elektrisk vinterbrøyting (men på lenger sikt, ikke vinteren 2021/2022).

Videre jobber Statens vegvesen med et forskrift om krav til energi og miljø ved offentlige anskaffelser. Statens vegvesen har levert et forslag til Samferdselsdepartementet, som etter modifikasjoner er sendt på interdepartemental høring. Det håpes at det kommer krav, primært for offentlige anskaffelser av personbiler, varebiler og bybusser. Neste generasjon av tilsvarende forskrift vil sannsynligvis også gjelde tungbil og det vil da være naturlig at forskriften har god sammenheng med målene i Nasjonal Transportplan.

5.7 Elektrifiseringspotensial, teknologiske begrensninger og framtidsutsikter

Bedriftene er rimelig positive til elektrifiseringspotensialet for deres bilflåter. En av distributørene mener at gitt bruksmønsteret til dagens diesellastebiler og forventet brukstid på batterielektriske lastebiler vil store deler av bedriftens lastebilpark for lokal og regional distribusjon kunne elektrifiseres, forutsatt tilgang til hurtiglader som åpner for flere skift. For oppdrag med bedriftens Scania-lastebil, anslås dagens rekkevidde på inntil 200 km å være tilstrekkelig for å kunne elektrifisere opptil 50 % av bilflåten.

Den andre distributøren mener at fordi 60 % av deres ruter er kortere enn 150 km, kan grovt regnet 50 % av transportene elektrifiseres med dagens teknologi. Det vurderes videre at dersom rekkevidden øker til 250-300 km vil dette være tilstrekkelig for å kunne elektrifisere store deler av distribusjonen. Den tredje distributøren oppgir at allerede i dag vil 60-80 % av distribusjonen i byene kunne utføres med batterielektriske lastebiler. I byer som Oslo og Drammen vil dette snart kunne være 100 %, mens distributøren også ser mot Skedsmo, Langhus/Ski og Vestkorridoren. Distributørene kommenterer samtidig at stykkgodsdistribusjon er en større utfordring å elektrifisere enn f.eks. rutene med pakkeutlevering til butikker fordi stykkgodsrutene i mindre grad er faste. Dette gjør dem mer uforutsigbare og kan medføre rekkeviddeangst hos sjåførene.

En av entreprenørene estimerer at for å erstatte ytterligere 10 % av anleggsbilene må batterielektriske lastebiler ha en rekkevidde på 25 mil og for å erstatte 50 % må rekkevidden være 35-40 mil, slik at deponier for alle typer av forurensede masser kan nås. Videre er det behov for batterielektriske lastebiler med flere akslinger og med tilhengerfeste. Den

andre entreprenøren påpeker at dagens batterielektriske anleggsbiler ikke er godkjent for bruk av tilhenger. Dette fungerer fint for transport i by, men for at elektriske lastebiler også skal brukes på lengre transporter må det være mulig med tilhenger.

Selv om fokuset har vært på el-lastebiler, og utviklingen har kommet lenger for el-varebiler, ble det også bemerket at ikke alle utfordringer for elektrifisering av varebilsegmentet er løst ennå. For eksempel er det fortsatt mest små el-varebiler som er tilgjengelig, med lasterom opptil 10,5-11 m³ (hvor mye snart kan vært byttet ut). Det er imidlertid også behov for el-varebiler med lastekapasitet på 13, 15 og 17 m³, fordi selv om samme transportmengde evt. kunne blitt utført med flere mindre varebiler, er dette ikke lønnsomt pga. økningen i sjåførkostnader dette medfører. Videre mangler dagens modeller firehjulstrekk. Firehjulstrekk regnes som nødvendig i flere områder i landet og mange av dagens dieselvarebiler har dette. Videre kan rekkevidde i noen tilfeller fortsatt være en utfordring, hvor den er tilstrekkelig til å klare dagsbehovet men varebilen ikke kan brukes om kvelden. Her gis det også eksempler på at noen av dagens modeller ikke kan hurtiglades.

For elektriske lastebiler melder kjøretøyleverandøren om stor interesse i Norge og opplyser at utviklingen går raskt. To- og treakslede lastebiler med inntil 16 og 27 tonns totalvekt har vært tilgjengelig for bestilling siden 2019, men foreløpig uten mulighet for tilhenger. Videre er det lansert to- og treakslede trekkbiler i markedet med opptil 44 tonns totalvekt med rekkevidde opptil 300 km og produksjonsstart mot slutten av 2022. Her vil det kunne leveres hengerfeste. Det opplyses også om pilotforsøk med elektriske modulvogntog med inntil 60 tonns totalvekt, noe som illustrerer at teknologien er mulig også for de store kjøretøykonfigurasjonene. Kjøretøyleverandøren anslår at 85 % av brukere vil bruke depotlading (om natten) og viser til at det for mange kunder ikke er rekkevidde som vil være den største utfordringen, men at det er viktig å kunne bruke lastebilen effektivt over døgnet. I denne konteksten vises det til EU-statistikk fra 2019 hvor det framgår at 45% av den totale tonnassen går under 300 km/dag. Kjøretøyleverandøren viser videre til at det nå forskes på 600-800 kW-ladning og rekkevidder som muliggjør kjøring i 4,5 timer også med de tyngre transportene, noe som muliggjør at lading kan gjøres under den obligatoriske hviletiden. Dette er allerede mulig for noen brukertilfeller og lettere transporter.

5.8 Batterielektrisk drift vs. diesel og vs. annen alternativ teknologi

Biogass, biodiesel og bioetanol

I tillegg til erfaringer med serieproduserte batterielektriske biler ble bedriftene spurt om deres syn vedrørende bruk av og potensial for andre alternative fremdriftsteknologier. Her kom det fram at samtlige distributører vurderer at det ligger et potensial i biogasslastebiler, og enten ser på dette, har igangsatt en prosess, eller tester/har tatt i bruk biogasslastebiler.

En av distributørene estimerer i et eksempelcase at biogassdrift i dag gir ca. 25% høyere TCO enn dieseldrift. Denne merkostnaden er drevet av at lastebilene er dyrere⁴⁴, må anses å ha en lavere restverdi, og har dyrere service. Samtidig vurderes det både i distributørens eksempelcase og fra leverandørsiden at et bompengefritak⁴⁵ vil gi omtrent samme TCO

⁴⁴ Kjøretøyleverandøren opplyser at en biogassbil gjerne er ca. 300 000 kroner dyrere enn en tilsvarende bil med dieselmotor.

⁴⁵ Som diskutert i kapitlet om biodiesel og biogass, vedtok Stortinget i mai 2021 (etter intervjuene) at biogasskjøretøy skal likebehandles med nullutslippskjøretøy når det gjelder bompenger. I forslaget til Statsbudsjett for 2022 skriver imidlertid den forrige regjeringen at det ikke er mulig å gjennomføre kontroll av

som ved diesel. Det blir imidlertid også kommentert at på kortere ruter er det heller elektrisk drift som er løsningen, og at det ikke skal være noe poeng med gass der elektriske lastebiler kan fungere bedre.

For langtransport pekes det på at batterielektrisk drift foreløpig ikke er aktuelt og spesielt at det kan ta tid før batterielektriske biler vil kunne kjøres med tilhenger. Av alternativene nevnes at flytende biogass i dag bør anses som det beste langtransportalternativet til diesel og den mest fordelaktige løsningen, men at noen transportoppdrag (f.eks. til/fra Nord-Norge, hvor det ofte kjøres lange ruter med overnatting) fortsatt kan by på utfordringer. Komprimert biogass anses ikke som reelt alternativ for langtransporter grunnet for lav rekkevidde. Kjøretøyleverandøren påpeker i denne konteksten at flytende biogass for kjøretøykombinasjoner på inntil 60 tonns totalvekt med rekkevidde over 70 mil har vært mulig siden 2017, men har så langt kommet tapende ut fordi det i Norge har vært mye fokus på batteri- og hydrogenelektrisk drift. Kjøretøyleverandøren ser selv biogass som en avgjørende nøkkel for at utslippskravene fra Parisavtalen skal innfris og begrunner dette med at grovt sett kan CO₂-utslippene fra lastebiltransport inndeles i 15 % distribusjon, 15 % anlegg og renovasjon og 70 % langtransport. For sistnevnte er alternativene på kort sikt fortsatt få.

Kjøretøyleverandøren påpeker at fylleinfrastrukturen for flytende biogass er dårlig utbygd i Norge, med bare 4 lokasjoner; Borgekogen (Stokke/Sandefjord), Oslo, Svinesund og en nyåpnet fyllestasjon ved Tillermyra i Trondheim, mens f.eks. Bergen mangler. Dette er dårlig, særlig sammenliknet med dekningen i resten av Europa, selv om det foreligger mer eller mindre konkrete planer for bygging av noen flere fyllestasjoner for flytende biogass i løpet av de neste årene (jfr. kapittel 3). I tillegg til fyllestasjonene er det økt behov for produksjon av selve biogassen. Kjøretøyleverandøren håper at Stortingsvedtaket om at biogasskjøretøy skal likebehandles med nullutslippskjøretøy når det gjelder bompenger vil medføre økt investeringsvilje i biogass. En av distributørene bemerket at det er planer for flere fyllestasjoner for flytende biogass samt eksempler på et tenkt samarbeid med en biogassleverandør om å sette opp LBG-fyllestasjoner der hvor distributøren har behov. Dette skal kunne gi tilstrekkelig dekning for bedriftens behov og potensielt vil biogass også kunne fraktes som returlast fra produksjonsanleggsregionen til andre områder med behov, med bakgrunn i retningsubalansen i bedriftenes transporter.

Av entreprenørene vi intervjuet er det én bedrift som har en biogasslastebil i drift. Ifølge bedriften er biogasslastebiler kraftige nok til å kjøre masser ut av bygge-groper og kraftige nok til å trekke tilhenger. Bedriftens egen biogasslastebil er en standard 3-akslet Volvo FH for flytende biogass og skal være kraftigere enn de elektriske lastebilene. Valget av flytende framfor komprimert biogass ble imidlertid ikke nødvendigvis gjort i forbindelse med ytelsen, da bedriften ikke har grunnlag for å si at det ene er bedre enn det andre. Som ulempe påpekes at biogasslastebiler er mindre fleksible enn diesellastebiler på grunn av begrensninger i hvor de kan fylle, men i Oslo-området pleier rekkevidde ifølge bedriften uansett ikke være noe stort problem, hverken ved komprimert eller flytende biogass.

Den andre entreprenøren har ikke gasslastebiler og har ikke tenkt i den banen. Som en av grunnene oppgis at gasslastebiler har et maksimum som er for lavt til at de er et alternativ for å kjøre masser ut av byen med henger. For bedriftens batterielektriske anleggsbiler er maksimumet tilstrekkelig for transport i by uten henger. Der hvor dette tidligere ble brukt som motargument mot elektrifisering er bedriftens erfaring videre at el-lastebilenes

om et kjøretøy bruker biogass/annen gass og andre typer kontroller vurderes også som uaktuelle. Lokale myndigheter har mulighet til å opprette refusjonsordninger, men vil da måtte skaffe nødvendig dokumentasjon selv (bl.a. at kjøretøyet brukte biogass under passering av bomstasjonen).

kraftmoment for kjøring opp fra bygge-groper ikke har vært noe stort problem og at det er god ytelse idet hjulene begynner å rulle.

Biodiesel og bioetanol anses i dag i mindre grad som reelle alternativ og skal ha blitt for dyre i drift etter at de ble ilagt veibruksavgift.

Hydrogen

Hydrogen, som ofte pekes ut som mulig alternativ for langtransporter, identifiseres av flere av bedriftene som interessant fordi det løser rekkeviddeproblemet og kan produseres lokalt. Samtidig blir hydrogen pr i dag ikke seriøst vurdert, da det fortsatt er «for tidlig». Dette skyldes både teknologi, modenhet, merkostnad ved kjøp av hydrogenlastebiler, og prisen på selve hydrogen som drivstoff. Tilbudet av lastebiler har så langt vært svært begrenset og prisingen høy, eksempelvis fikk en av distributørene et tilbud på en hydrogen-elektrisk trekkvogn som var ca. 6 ganger dyrere enn en tilsvarende diesebil. Dette gir ikke bærekraftig drift når selve drivstoffet i dag koster omtrent like mye som for drift med diesel. For å få lave nok priser for hydrogen er det derfor behov for økt etterspørsel i flere sektorer og anvendelser.

6 Konklusjon og diskusjon

Elektrifiseringen av personbilparken utvikler seg raskt. Elbilandelen utgjorde pr 30. september drøyt 60 % av akkumulert nybilsalg i 2021. Også for varebiler har elektrifiseringen fått rotfeste, men utviklingen ligger likevel om lag 5 år bak elektrifiseringen i personbilparken (nær 16 % av nybilsalget pr september 2021). Elektrifiseringen er kommet lenger for de små og mellomstore varebilene enn for store varebiler. Alle etablerte billeverandører i Norge tilbyr nå eller har planer om å tilby elektriske varebilmodeller i løpet av kort tid og i ulike størrelser. I tillegg er det også kommet kinesiske leverandører på markedet slik at situasjonen om kort tid vil være at det er flere elektriske varebilmodeller å velge mellom enn det er varebiler med forbrenningsmotorer, selv om dieselvarebiler fortsatt kan være tilgjengelige i flere konfigurasjoner enn elvarebilene.

For lastebiler er elektrifiseringen fortsatt i startgropen og de første serieproduserte elektriske lastebilene ble satt i operasjonell drift sommeren 2020. Elektriske lastebiler som ble satt i drift før dette er lastebiler som er ombygd fra forbrenningsmotor til elektrisk framdrift. Med dette skiftet til serieproduserte lastebiler har også elektrifiseringen skutt fart og det var pr 15. august 2021 registrert ca. 75 batterielektriske lastebiler i Norge. Foreløpig er imidlertid leveringstiden på disse lastebilene lang og ytterligere forsinkelser påløper som en følge av ubalanse på verdensmarkedet på grunn av bl.a. Covid-19 og mangel både på mikroprosessorer og metaller som er nødvendige for å produsere biler generelt. At elektrifiseringen virkelig har tatt fart også for lastebiler gjenspeiles blant annet i at Volvo vil tilby alle sine lastebilmodeller også i fullelektrisk versjon fra Q4-2022.

For at vegtransport skal kunne bidra til målet om utslippsreduksjoner allerede for 2030 er det klart at det må en raskere overgang til nullutslippsløsninger enn det som hittil er registrert for lastebiler. I denne fasen vil derfor bruk av biodrivstoff mest sannsynlig også ha en sentral rolle. Fordelen med biodiesel er at en stor andel av de tunge kjøretøyene er konstruert for å kunne bruke biodiesel i samme drivlinje som diesel. F.eks. godkjenner Volvo og Scania bruk av ren biodiesel (100%) i alle sine Euro V- og VI-motorer, men også flere andre tilbydere begynner å åpne for bruk av flytende biodrivstoff, blant annet Mercedes for enkelte av sine modeller. Ulempen er at biodiesel er en knapp og omdiskutert ressurs som også vil måtte være en del av omstillingsprosessen i sektorer der overgangen til nullutslippsløsninger er enda vanskeligere enn det er for lastebiler, som f.eks. landbruk og luftfart. Eiere av slike kjøretøy kan også når som helst gå tilbake til diesel dersom kostnadene for biodiesel blir mindre fordelaktige enn med diesel. Dette kan gi en lock-in effekt der det i framtiden kan bli vanskelig å redusere virkemidlene som gjorde at biodiesel ble tatt i bruk, fordi utslippene fra sektoren da kan øke nærmest over natten.

Biogass er også et alternativ, spesielt for lastebiler og busser. Fram til og med 2017 var bare komprimert biogass tilgjengelig for lastebiler og busser. Lastebilene benyttes primært som renovasjonsbiler. Fra 2018 er også lastebiler og trekkvogner med flytende biogass kommet på markedet. Disse har lenger rekkevidde enn kjøretøy med komprimert gass og er derfor bedre egnet til lange transporter. Lastebiler med komprimert gass er derfor primært et *substitut* til batterielektrisk framdrift mens lastebiler med flytende biogass er et *komplementært* produkt og kan derfor spille en viktig rolle fram til markedsintroduksjon av hydrogen-elektriske lastebiler eller at de batterielektriske lastebilene får lang nok rekkevidde til at de også er egnet for langtransport. Det synes nå mindre relevant å utvikle biogass som ett

alternativ for bytransport i og med at batterielektriske løsninger på noen års sikt vil bli mer konkurransedyktige, men det fordrer at tilstrekkelig ladeinfrastruktur kan etableres.

Lastebiltransport er en næring med mange små aktører og lave økonomiske marginer. Kostnader er derfor svært viktig ved valg av kjøretøy. Det er også avgjørende at driftsstabiliteten er svært høy og at lastebilene er fleksible i bruk. Dette er momenter som gjør at forbrenningsmotoren fortsatt vil være det primære førstevalget for de fleste lastebileiere i flere år framover. Foreløpig er alle alternative fremdriftsteknologier og drivstofftyper forbundet med høyere totalkostnader og mer usikkerhet enn lastebiler med forbrenningsmotor og (fossil) diesel som drivstoff. Lavest merkostnad ved investering er det for lastebiler med komprimert gass og flytende gass med hhv 10-20 og 20-40 % høyere investeringskostnad enn for bil med forbrenningsmotor. En batterielektrisk lastebil koster til sammenlikning 3 til 4 ganger så mye som diesellastebilen, mens en hydrogenelektrisk lastebil fortsatt ikke er kommet til det norske markedet og derfor mangler prisinformasjon, men der vi har fått hjelp av en av kjøretøyleverandørene til å anslå kostnaden til 3,5-5 ganger så dyr som dieselen. Merkostnaden er betydelig høyere enn det som kan forklares ut fra forskjellene i komponentkostnadene (batterier og elmotor versus dieselmotor og dieseltank). Det betyr at det er et stort potensial for framtidige kostnadsreduksjoner.

For å skape et marked for kjøretøy med lav- og nullutslipp er det etablert støtteordninger gjennom Enova. For landtransport er det to typer støtteprogrammer, hhv støtte til teknologi og innovasjon og til markedsutvikling. Støtten til markedsutvikling innebærer at Enova dekker inntil 40 % av merkostnaden ved innkjøp av kjøretøy som går på biogass eller elektrisitet, eller inntil 50 000 kroner for batterielektriske varebiler. Det gis også støtte til lader til elektrisk varebil. I tillegg ligger det et innsparingspotensial for elektrisk framdrift ved at selve energikostnaden for elektrisitet er lavere enn for diesel og at elmotoren er mer effektiv enn forbrenningsmotoren. Både elektriske og hydrogenelektriske lastebiler er også foreløpig fritatt for bompenger, noe som kan utgjøre mer enn 100 000 kroner for en lastebil som kjører i Oslo. Det er derfor viktig med langsiktige rammebetingelser fordi kostnadene ved å investere i et nullutslippskjøretøy i dag også påvirkes av hvilke rammebetingelser som gjelder framover, spesielt gjelder dette drivstoffavgifter og fritaket for bompenger.

Basert på dette har vi etablert en modell for beregning av totale eierskapskostnader (TCO – Total Cost of Ownership). Det inkluderer i tillegg til innkjøpspris alle variable kostnader som påløper. Når vi medregner Enovastøtte og fritak for bompenger kommer vi til at biogass i 2021 har 10 til 20 % høyere TCO enn en diesebil, mens en batterielektrisk bil har ca. 35 % høyere og en hydrogenelektrisk har ca. 90 % høyere TCO. Denne prisdifferansen avtar framover i tid og det estimeres at en batterielektrisk lastebil har bare marginalt høyere totalkostnad enn en diesellastebil i 2025 og vil være billigere i 2030. Dette må imidlertid ansees som usikre estimer og regnestykket vil endres avhengig av forutsetninger det bygges på som f.eks. kjøretøytype, bruksmønster og offentlige rammebetingelser.

Vi har intervjuet et utvalg av tidligbrukere av serieproduserte batterielektriske lastebilene, der vi har lagt vekt på å intervju brukere som har flere lastebiler i drift, og har hatt disse i drift over en lengre periode. Tilbakemeldingen er at elektrisk framdrift er mulig innenfor flere segmenter knyttet til bydistribusjon og anleggstransport. Også til regional distribusjon fungerer batterielektrisk fremdrift. I Oslo er det mulig med fullelektrisk distribusjon. Særlig gjelder dette for distribusjon fra «city-hubene», og der disse forsynes med varer fra hovedterminalen f.eks. med trekkvogn med flytende biodrivstoff. ASKO har imidlertid også gode erfaringer med batterielektrisk distribusjon i Osloregionen fra sitt lager på Kalbakken, og kjører nå elektrisk distribusjon fra sin terminal i Lillesand og helt til Mandal med godt resultat. Bydistribusjonen i Oslo er også mer tilpasset ved at pakkedistribusjonen som hovedregel går med (elektrisk) varebil og lastesykkel i indre by, mens pallegodset distribueres med batterielektrisk lastebil. Med denne arbeidsdelingen oppgir operatørene at det er

mulig å omlegge all sin distribusjon i Oslo til elektrisk drevne kjøretøy i løpet av få år. Med noen tilpasninger i arbeidsdeling er også elektrisk fremdrift velegnet for anleggstransport i Oslo fordi gravearbeidet i sentrumsområder er tidkrevende pga. mye rør og kabler i grunnen, slik at lastebilene derfor står mye stille og på tomgang og ikke lastes helt fulle. Arbeidsdelingen består i at de elektriske anleggssbilene leverer til lokale depoter utenfor Ring 3 i Oslo, mens videre transport til endelige massedepoter fortsatt skjer med dieselsbiler.

I perioden 2025-2030 vil en kunne se en større overgang til batterielektrisk framdrift i byer og for regionaltransport etter hvert som kostnadene blir lavere enn for diesel, utvalget av kjøretøy blir bedre og de tekniske egenskapene til lastebilene møter flere brukerbehov. Den samme utviklingen forventes til dels innenfor langtransportsegmentet, men der vil det også kunne bli konkurranse fra hydrogen og biogass, spesielt for de lengste og tyngste transportbehovene. Etablering av tilstrekkelig ladeinfrastruktur vil være den største utfordringen i denne forbindelse og det vil være essensielt at det fortsatt finnes støtte-ordninger for innkjøp av bilene i årene fremover.

Hurdalsplattformen (Støre-regjeringens politiske mål) har et økt fokus på biobasert drivstoff og det tas sikte på avgiftsreduksjoner for å stimulere til økt bruk av norskprodusert biodrivstoff. Det er usikkert hva den endelige politikken blir, da regjeringen ikke har flertall i Stortinget bak seg. EU reviderer nå direktivet om infrastruktur for alternative drivstoff og har foreslått en sterkere regulering med klarere mål for fyll- og ladestasjoner. Den endelige reguleringen vil sannsynligvis ikke være klar før i 2022.

Referanser

- Amundsen, A.H., Bruvoll, A., Fridstrøm, L., Hagman, R., Handberg, Ø.N., Langli, A., Rivedal, N., Ryste, J.A., og M.U. Gulbrandsen (2018), 'Klimatiltak innenfor kollektivtransport', *Menon-publikasjon nr. 79/2018*
- Biogass Oslofjord (2019), 'Kartlegging av en nasjonal infrastruktur for biogass', *Forstudie finansiert av Klimasats*, tilgjengelig via: <http://biogassoslofjord.no/wp-content/uploads/2019/11/Klimasats-Infrastruktur-Biogass-Oslofjord.pdf>
- Carbon Limits, Endrava og NMBU (2019), 'Ressursgrunnlaget for produksjon av biogass i Norge i 2030', *Oppdragsrapport for Miljødirektoratet, nr. M-1533/2019*
- CIT Industriell Energi AB (2019), 'Production of liquid advanced biofuels – global status', *Oppdragsrapport for Miljødirektoratet, nr. M-1420/2019*
- Departementene (2019), 'Handlingsplan for infrastruktur for alternative drivstoff i transport', tilgjengelig via: <https://www.regjeringen.no/contentassets/67c3cd4b5256447984c17073b3988dc3/handlingsplan-for-infrastruktur-for-alternative-drivstoff.pdf>
- Grønland, S.E. (2018), 'Kostnadsmodeller for transport og logistikk – basisår 2016', *TØI-rapport 1638/2018*, tilgjengelig via: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=48556>
- Hagman, R., Amundsen, A.H., Ranta, M. og N.-O. Nylund (2017), 'Klima- og miljøvennlig transport frem mot 2025', *TØI rapport 1571/2017*, tilgjengelig via: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=45648>
- Hovi, I.B. og D.R. Pinchasik (2016), 'CO₂-besparelser av forsert innfasing av lastebiler med fornybare fremdriftsløsninger', *TØI rapport 1479/2016*, tilgjengelig via: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=42715>
- Hovi, I.B., Pinchasik, D.R., R.J. Thorne og E. Figenbaum (2019), 'User experiences from the early adopters of heavy-duty zero-emission vehicles in Norway. Barriers and opportunities', *TØI-rapport 1734/2019*, tilgjengelig via: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=51698>
- Hovi, I.B., Pinchasik, D.R., Figenbaum, E. og R.J. Thorne (2020), 'Experiences from Battery-Electric Truck Users in Norway', *World Electric Vehicle Journal, Vol. 11(5)*, <https://doi.org/10.3390/wevj11010005>
- Hurdalsplattformen (2021). *Hurdalsplattformen - For en Regjering utgått fra Arbeiderpartiet og Senterpartiet 2021-2025*. Tilgjengelig på: [Virkemidler for økt bruk og produksjon av biogass \(miljodirektoratet.no\)](https://www.miljodirektoratet.no/Virkemidler-for-okt-bruk-og-produksjon-av-biogass).
- Mareev, I. Becker, J., Sauer, D. U. 2018. Battery dimensioning and Life Cycle Costs Analysis for a Heavy-Duty Truck Considering the Requirements of Long-Haul Transportation. *Energies* 2018, 11, 55. doi:10.3390/en11010055
- Miljødirektoratet (2020a), 'Klimakur 2030: Tiltak og virkemidler mot 2030', *Rapport M-1625/2020*, tilgjengelig via: <https://www.miljodirektoratet.no/klimakur>
- Miljødirektoratet (2020b), 'Virkemidler for økt bruk og produksjon av biogass', *Rapport M-1652/2020*, tilgjengelig via: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1652/M1652.pdf>
- Miljødirektoratet (2020c), 'Flytende biodrivstoff økte med 20 prosent i fjor', *Nyhetsmelding fra Miljødirektoratet av 12.05.2020*, tilgjengelig via: <https://kommunikasjon.ntb.no/pressemelding/flytende-biodrivstoff-okte-med-20-prosent-i-fjor?publisherId=17847187&releaseId=17885199>
- Miljødirektoratet (2020d), 'Vurdering av klimaeffekten av flytende biodrivstoff i offentlige anskaffelser gitt overlapp med omsetningskravet for flytende biodrivstoff', *Notat fra Miljødirektoratet til Digitaliseringsdirektoratet, av 19.06.2020*, tilgjengelig via: <https://www.miljodirektoratet.no/sharepoint/downloaditem?id=01FM3LD2VMUQJSS3HRVFBJUDVZJL3UTOND>
- Miljødirektoratet (2021a), 'Nullutslipp bør prioriteres i offentlige anskaffelser', *Nyhetsmelding fra Miljødirektoratet av 18.02.2021*, tilgjengelig via: <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2021/februar-2021/nullutslipp-bor-prioriteres-i-offentlige-anskaffelser/>
- Miljødirektoratet (2021b), 'Biodrivstoff i Norge', *Informasjonsnettside fra Miljødirektoratet*, tilgjengelig via: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/fornybar-energi/biodrivstoff/>
- Miljødirektoratet (2021c), 'Nullutslipp bør prioriteres i offentlige anskaffelser', *Informasjonsnettside fra Miljødirektoratet*, tilgjengelig via: [Nullutslipp bør prioriteres i offentlige anskaffelser - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2021/februar-2021/nullutslipp-bor-prioriteres-i-offentlige-anskaffelser/)

- Norconsult (2020), 'Optimal plassering av areal for ladeinfrastruktur langs Nye Veiers veistreknings', *Rapport i oppdrag for Nye Veier, tilgjengelig via:* <https://www.nyeveier.no/media/1blasend/ladeinfrastruktur-norconsult-for-nye-veier.pdf>
- Nye Veier (2020a), 'Elektrifiserer E39 Kristiansand-Ålgård', *Nyhetssak, tilgjengelig via:* <https://www.nyeveier.no/nyheter/nyheter/elektrifiserer-e39-kristiansand-algard/>
- Nye Veier (2020b), 'Nye Veiers Prioriteringer – NTP 2022-2033', *Rapport fra Nye Veier, tilgjengelig via:* <https://www.regjeringen.no/contentassets/4e2506da7c1b486885c732eef6250bdc/nye-veiers-prioriteringer-v-011120.pdf>
- Pinchasik, D.R. og I.B. Hovi (2016), 'A CO2-fund for the transport industry: The case of Norway', *Transport Policy, Vol. 53, pp. 186-195, tilgjengelig via:* <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X16302116>
- Ren 21 (2019), 'Renewables 2019 – Global Status Report', *Rapport tilgjengelig via:* https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf
- Regjeringen (2018), 'Europaparlamentets- og rådsdirektiv om infrastruktur for alternative energibærere i transport', *Tilgjengelig via:* <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2013/juni/forslag-til-europaparlamentets-og-radsdirektiv-om-distribusjon-av-infrastruktur-for-alternative-energibarer/id2433607/>
- Ruter (2018), 'Utslippsfri kollektivtransport i Oslo og Akershus – Versjon 10', *Tilgjengelig via:* <https://ruter.no/contentassets/e7bd74c5a3724b2789c874e97ae0427b/rapport-utslippsfri-kollektivtransport-i-oslo-og-akershus.pdf>
- Saxegård S.A. m.fl. (2019), 'Biogass som drivstoff i tyngre kjøretøy og anleggsmaskiner. Aktører og kostnader', *Oppdragsrapport for Biogass Oslofjord.*
- Skatteetaten (2020), 'Veibruksavgift på drivstoff', *Tilgjengelig via:* <https://www.skatteetaten.no/bedrift-og-organisasjon/avgifter/saravgifter/om/veibruksavgift/>
- Standard Norge (2020), 'Alternative drivstoff', *Informasjonsnettside, tilgjengelig via:* <https://www.standard.no/fagomrader/energi-og-klima/alternative-drivstoff/>
- Stortingsprop. nr 1S (2020-2021), 'Statsbudsjettet for budsjettåret 2021', *Tilgjengelig via:* <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-1-s-gul-bok-20202021/id2768645/>
- THEMA Consulting Group (2018), 'Teknologiutvikling og incentiver for klimavennlig næringstransport – med CO2-fond som virkemiddel', *Oppdragsrapport for NHO, tilgjengelig via:* <https://www.nho.no/contentassets/849db35b80874657bd572bf4aa29e291/thema-rapport-2018-7-teknologiutvikling-og-incentiver-for-klimavennlig-naringstransport.pdf>
- Thorne, R.J., Hovi, I.B., Figenbaum, E., Pinchasik, D.R., Amundsen, A.H. og R. Hagman (2021), 'Facilitating adoption of electric buses through policy: Learnings from a trial in Norway', *Energy Policy, 155, article 112310, tilgjengelig via:* <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421521001798>
- Transport and Environment (2019), 'World's biggest truckmaker rules out gas trucks in pursuing carbon neutrality', *Nettartikel av 05.11.2019, tilgjengelig via:* <https://www.transportenvironment.org/discover/worlds-biggest-truckmaker-rules-out-gas-trucks-pursuing-carbon-neutrality/>
- Trondheim kommune (2021a), 'Fiskeslo på tanken – Trondheim-Oslo', *Artikkel av 09.04.2021 i nettmagasinet Trondheim 2030, tilgjengelig via:* <https://trondheim2030.no/2021/04/09/fiskeslo-pa-tanken-trondheim-oslo/>
- Trondheim kommune (2021b), 'Tanker fossilfritt – åpnes i sommer', *Artikkel av 08.07.2021 i nettmagasinet Trondheim 2030, tilgjengelig via:* <https://trondheim2030.no/2021/07/08/apnes-i-sommer/>
- TU 2020. Hvorfor er det så stor forskjell på oppgitt og faktisk forbruk på elbiler? TU. 27. nov. 2020. <https://www.tu.no/artikler/hvorfor-er-det-sa-stor-forskjell-pa-oppgitt-og-faktisk-forbruk-pa-elbiler/503151>
- Vista Analyse (2020), 'Elektrifisering av veitrafikk', *Rapport i oppdrag for Nye Veier, tilgjengelig via:* <https://www.nyeveier.no/media/11gnxoim/va-rapport-elektrifisering-av-veitrafikk.pdf>

Vedlegg 1: Enovas støttesatser for el-varebiler

Kilde: <https://enerwe.no/elbil-enova/el-varebiler-er-i-ferd-med-a-bli-konkurransedyktige-pa-pris/387499>. Dette var status på det tidspunktet dataene ble hentet inn (Nov 2020).

Bilmodell	Utsalgspris	Ny støtte beregnet per 18.11.2020	Støtte eksisterende ordning	Differanse
BYD T3 50kwh T3 3.5T	kr 324 900	kr 19 687	kr 50 000	-30313
Citroën Jumpy ELECTRIC PROFF L2 136 hk PROFF 50 kWh	kr 379 900	kr 20 363	kr 50 000	-29637
Citroën Jumpy ELECTRIC PROFF L2 136 hk PROFF 75 kWh	kr 419 900	kr 36 363	kr 50 000	-13637
Citroën Jumpy ELECTRIC PROFF L3 136 hk PROFF 50 kWh	kr 391 900	kr 22 097	kr 50 000	-27903
Citroën Jumpy ELECTRIC PROFF L3 136 hk PROFF 75 kWh	kr 431 900	kr 38 097	kr 50 000	-11903
FIAT Ducato CHS 35 L2 EL 122 hk 47 kWh batteri	kr 557 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato CHS 35 L2 EL 122 hk 79 kWh batteri	kr 707 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato CHS 35 L3 EL 122 HK 47 kWh batteri	kr 561 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato CHS 35 L3 EL 122 HK 79 kWh batteri	kr 711 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato CHS 35 L4 EL 122 HK 47 kWh batteri	kr 571 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato CHS 35 L4 EL 122 HK 79 kWh batteri	kr 721 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato CHS 42 L3 EL 122 HK 47 kWh batteri	kr 573 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato CHS 42 L3 EL 122 HK 79 kWh batteri	kr 723 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato KV 35 L3H2 13m3 EL 122 hk 47 kWh batteri	kr 573 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato KV 35 L3H2 13m3 EL 122 hk 79 kWh batteri	kr 720 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato KV 35 L4H2 15m3 EL 122 hk 47 kWh batteri	kr 580 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato KV 35 L4H2 15m3 EL 122 hk 79 kWh batteri	kr 730 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato KV 35 L4H3 17m3 EL 122 hk 47 kWh batteri	kr 590 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato KV 35 L4H3 17m3 EL 122 hk 79 kWh batteri	kr 740 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato KV 42 L3H2 13m3 EL 122 HK 47 kWh batteri	kr 582 900	kr 49 729	kr 50 000	-271
FIAT Ducato KV 42 L3H2 13m3 EL 122 HK 79 kWh batteri	kr 732 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato KV 42 L4H2 15m3 EL 122 hk 47 kWh batteri	kr 592 900	kr 49 704	kr 50 000	-296
FIAT Ducato KV 42 L4H2 15m3 EL 122 hk 79 kWh batteri	kr 742 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato KV 42 L4H3 17m3 EL 122 hk 47 kWh batteri	kr 602 900	kr 50 000	kr 50 000	0
FIAT Ducato KV 42 L4H3 17m3 EL 122 hk 79 kWh batteri	kr 752 900	kr 50 000	kr 50 000	0
Goupil G2 G2 L7e - 5.2kWh Lithium	kr 212 150	kr 46 115	kr 15 000	31115
Goupil G2 G2 L7e - 5.7kWh Lead Acid	kr 166 610	kr 27 899	kr 15 000	12899
Goupil G2 G2 L7e - 8.6kWh Lithium	kr 236 430	kr 50 000	kr 15 000	35000
Goupil G4 L7e-Bly 11.5 KW/H 01T	kr 248 200	kr 13 449	kr 15 000	-1551
Goupil G4 L7e-Bly 15.4 KW/H 01T	kr 261 100	kr 14 586	kr 15 000	-414
Goupil G4 L7e-Bly 8.6 KW/H 01T	kr 226 950	kr 10 401	kr 15 000	-4599
Goupil G4 L7e-Lithi 13.8 KW/H 02EG	kr 371 160	kr 50 000	kr 15 000	35000
Goupil G4 L7e-Lithi 9.2 KW/H 02EG	kr 324 100	kr 50 000	kr 15 000	35000

Bilmodell	Utsalgspris	Ny støtte beregnet per 18.11.2020	Støtte eksisterende ordning	Differanse
Goupil G4 N1-Bly 11.5 kW/h 01T	kr 258 820	kr 17 697	kr 15 000	2697
Goupil G4 N1-Bly 8.6 kW/h 01T	kr 237 570	kr 14 649	kr 15 000	-351
Goupil G4 N1-Lithi 9.2 KW/H 02EG	kr 334 720	kr 50 000	kr 15 000	35000
Goupil G4 N1-Lithi 13.8 KW/H 02EG	kr 381 780	kr 50 000	kr 15 000	35000
Goupil G6 28.8 KWH LITHIUM CHASSIS	kr 518 556	kr 50 000	kr 25 000	25000
Man TGE eTGE 3.5T EV	kr 547 400	kr 46 169	kr 50 000	-3831
Maxus e-Deliver 3 LWB 6.3m3 122HK 35kwh batteri	kr 329 900	kr 17 620	kr 50 000	-32380
Maxus e-Deliver 3 LWB 6.3m3 122HK 52,5kwh batteri	kr 369 900	kr 28 852	kr 50 000	-21148
Maxus e-Deliver 3 SWB 4.8m3 122 HK 35kwh batteri	kr 299 900	kr 16 170	kr 50 000	-33830
Maxus E-Deliver 3 SWB 4.8m3 122 HK 52,5kwh batteri	kr 339 900	kr 26 096	kr 50 000	-23904
Maxus Euniq 5 177 HK 61 KWH 2 Seter	kr 399 900	kr -	kr 50 000	-50000
Maxus V80 EV80 LWB	kr 499 900	kr 45 582	kr 50 000	-4418
Maxus V80 EV80 LWB H2	kr 529 900	kr 45 172	kr 50 000	-4828
Maxus V80 EV80 LWB H2 MULTIMEDIA EDITION	kr 539 900	kr 49 172	kr 50 000	-828
Maxus V80 EV80 LWB H3	kr 539 900	kr 46 782	kr 50 000	-3218
Maxus V80 EV80 LWB H3 MULTIMEDIA EDITION	kr 549 900	kr 50 000	kr 50 000	0
Maxus V80 EV80 LWB med plan	kr 559 900	kr 50 000	kr 50 000	0
Mercedes Vito eVito A2	kr 528 500	kr 50 000	kr 25 000	25000
Mercedes Vito eVito A3	kr 535 000	kr 50 000	kr 25 000	25000
Nissan E-NV200 Comfort Plus 40kWt	kr 307 480	kr 21 685	kr 25 000	-3315
Nissan E-NV200 Premium 40kWt	kr 324 480	kr 28 942	kr 25 000	3942
Opel Vivaro 50KWH ELITE L2	kr 379 900	kr 19 424	kr 50 000	-30576
Opel Vivaro 50KWH ELITE L2 3100	kr 384 900	kr 16 756	kr 50 000	-33244
Opel Vivaro 50KWH ELITE L3	kr 391 900	kr 21 006	kr 50 000	-28994
Opel Vivaro 50KWH ELITE L3 3100	kr 396 900	kr 18 826	kr 50 000	-31174
Opel Vivaro 75KWH ELITE L2	kr 419 900	kr 28 319	kr 50 000	-21681
Opel Vivaro 75KWH ELITE L3	kr 431 900	kr 29 883	kr 50 000	-20117
Peugeot Expert 50KWH Mester L2	kr 379 900	kr 19 424	kr 50 000	-30576
Peugeot Expert 50KWH Mester L3	kr 391 900	kr 21 006	kr 50 000	-28994
Peugeot Expert 75KWH Mester L2	kr 419 900	kr 28 319	kr 50 000	-21681
Peugeot Expert 75KWH Mester L3	kr 431 900	kr 29 883	kr 50 000	-20117
Renault Kangoo Express Maxi ZE	kr 269 900	kr 27 171	kr 15 000	12171
Renault Kangoo Express ZE	kr 259 900	kr 27 586	kr 15 000	12586
Toyota Proace 50KWH L0 Basic	kr 354 300	kr 12 680	kr 50 000	-37320
Toyota Proace 50KWH L0 Basic S.Heng	kr 354 300	kr 12 680	kr 50 000	-37320
Toyota Proace 50KWH L1 Basic	kr 364 300	kr 13 184	kr 50 000	-36816
Toyota Proace 50KWH L1 Comfort	kr 394 300	kr 25 184	kr 50 000	-24816
Toyota Proace 50KWH L1 Comfort S.Heng	kr 394 300	kr 25 184	kr 50 000	-24816
Toyota Proace 75KWH L1 Basic	kr 409 900	kr 24 367	kr 50 000	-25633
Toyota Proace 75KWH L1 Comfort	kr 439 900	kr 36 367	kr 50 000	-13633
Toyota Proace 75KWH L1 Comfort S.Heng	kr 439 900	kr 36 367	kr 50 000	-13633
Toyota Proace 75KWH L2 Comfort	kr 449 900	kr 37 083	kr 50 000	-12917
Toyota Proace 75KWH L2 Comfort S.Heng	kr 449 900	kr 37 083	kr 50 000	-12917
Volkswagen Crafter EV 136HP 35	kr 548 200	kr 47 561	kr 50 000	-2439

Vedlegg 2: Biodrivstoff

V2.1 Stasjoner for biogass

Tabell V2.1. Oversikt over biogassfyllesteder i Norge i 2019, Kilde: *Biogass Oslofjord + Departementene 2019*

Sted	Karakteristikk
Østfold	5 +2 planlagte. AGA (4), en privat
Vestfold	4. Air Liquide Skagerak (3), To ikke kommersielle
Telemark	2. Air Liquide Skagerak (2). En ikke kommersiell.
Akershus	3 stk. AGA (3). Alle private for Ruter.
Oslo og omegn	8 stk, alle driftes av AGA. 2 stk er ikke kommersielle.
Stavangerområdet	6 stk, Lyse

V2.2 Stasjoner for 100% biodiesel

ST1

Mål: Målet er å gradvis erstatte fossil energi med fornybare løsninger.

For å kunne tilby mer og mer bærekraftig produsert og rimelig energi til hjem, kjøretøy og bedrifter fokuserer de på de tre energikildene med størst potensial: 1) avansert biodrivstoff fra rester og avfall, 2) fornybar varme fra dypet av jorden, og 3) ren elektrisitet fra vind.

ST1 har seks fabrikker for produksjon av avansert avfallsbasert biodrivstoff i Finland og Sverige. De satser på produksjon i Norge innen få år. Ytelsen på St1s avfallsbaserte avanserte etanol genererer opptil 90 % lavere CO₂-utslipp sammenlignet med konvensjonelt fossilt drivstoff.

Eco 1 Bioenergi Norge

2G Polar er sertifisert biomasse (inneholder ikke palmerelatert råvare), med en klimagass-reduksjon: 85-93%. SCC EU sertifisert. Dokumentert på sporbarhet og bærekraft.

Fornybar biodiesel til personbiler (2G Polar):

- Asker sentrum, Gamle Borgenvei 4
- Asker, Holmen Senter, Holmengata 6
- Kløfta Syd, Myrvangvegen 3
- Lierskogen, Liertoppen Kjøpesenter, Drammensveien 201
- Tofte, Grundvik Marina, Østre Strandvei 52
- Vikersund, Heggenveien 1 (denne stasjonen driftes av [Knive AS](#))

Circle K

I 2019 var litt over halvparten av det biodrivstoffet som ble levert fra Circle K avansert biodrivstoff. De forventer imidlertid at andelen avansert biodrivstoff vil øke i årene fremover. I mellomtiden benytter de også bruke konvensjonelt biodrivstoff. Dette er biodrivstoff som er laget av jordbruksprodukter. Typiske råstoffer er raps, sukker, mais og kornprodukter. Biodrivstoff laget av denne typen råstoffer gir en CO₂-reduksjon på 50-70% sammenlignet med fossilt drivstoff.



Figur V1: Råstoffer brukt i biodrivstoffet til Circle K. Kilde: Circle K

Preem/YK

HVO 100% biodiesel/HVO 100%/100% Biodiesel anleggsdiesel fra Preem. Biodiesel 100 er et drivstoff som er beregnet på hurtiggående dieselmotorer som er tilpasset for 100 % RME. HVO Diesel 100 Sjørøya kan brukes i konvensjonelle dieselmotorer som er godkjent for standarden NS-EN15940.

Tre Preem stasjoner (Halden, Langhus og Moss).

V.2.3 Råstoffer brukt i biodrivstoff i Norge

Ifølge Miljødirektoratet (2021a) var følgende råstoffer de mest brukte i biodrivstoff omsatt i det norske markedet 2020:

- **Circle K:** Slakteavfall uegnet til dyrefor, raps, brukt frityrolje
- **Esso:** Brukt frityrolje, slakteavfall uegnet til dyrefor, raps
- **St1:** Slakteavfall uegnet til dyrefor, raps, mais
- **Uno-X/YX:** Slakteavfall uegnet til dyrefor, canola, mais
- **Preem:** Slakteavfall uegnet til dyrefor, raps, mais
- **MHSERVICE:** Slakteavfall uegnet til dyrefor, maiskolbe, mais
- **Bunker Oil:** Slakteavfall uegnet til dyrefor, canola, "soybean cake"
- **Eco-1:** Slakteavfall uegnet til dyrefor, raps
- **Adesso Bioproducts:** Raps, canola, brukt frityrolje
- **Biofuel Express:** Animalske biprodukter, raps, biprodukter fra palmeolje (PFAD)
- **Driv Energi:** Slakteavfall uegnet til dyrefor, animalske biprodukter, mais
- **Energifabriken:** Animalske biprodukter, biprodukt fra palmeolje (PFAD), brukt frityrolje

Transportøkonomisk institutt (TØI)

Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 90 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel på internett og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningssenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transporter og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Besøks- og postadresse:
Transportøkonomisk institutt
Gaustadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no