

Sammendrag

360 graders analyse av potensialet for nullutslippskjøretøy

TØI rapport 1744/2019

Forfattere: Erik Figenbaum, Inga M. Ydersbond, Astrid H. Amundsen, Daniel R. Pinchasik, Rebecca J. Thorne, Lasse Fridstrøm og Marika Kolbenstvedt

Oslo 2019 278 sider

Denne rapporten analyserer mulighetene og betingelsene for å nå kjøretøymålene i Nasjonal Transportplan om at det bare skal selges nullutslipps kjøretøy i personbil, lette varebiler og bybuss segmentene i 2025, og at det bare selges nullutslippskjøretøy i tunge varebiler segmentet og henholdsvis 50% og 75% nullutslipps lastebiler og langdistansebusser i 2030. Personbilmålet for 2025 er det mest krevende å nå pga. den store variasjonen i brukerpreferanser og behov. Kraftige virkemidler vil bli nødvendig for å nå målet fullt ut. Varebil og bussmålene for 2025 ser krevende men kan være oppnåelige ettersom egenskapene til kommende kjøretøymodeller i stor grad vil matche behovene, men det vil kreve flere og effektive virkemidler. Målet for tunge varebiler i 2030 vil trolig kunne nås da teknologien til disse ligger 5 år bak de lette varebilene. Målene for lastebiler og langdistansebusser for 2030 er langt mer usikre da nullutslippsvarianter av slike kjøretøy ikke finnes i ordinær serieproduksjon enda. I disse segmentene kan hydrogen få en viktig rolle.

Introduksjon og oppdragsbeskrivelse

Kjøretøy brukes til å løse transportoppgaver, det være seg å kjøre i privatbil til butikken for å handle mat til husholdningen, levere varer til butikken med en distribusjonslastebil, kjøre varebil med verktøy og utstyr til butikken for å utføre vedlikehold, eller busser som bringer de ansatte til butikken. Brukerne er dermed i utgangspunktet interessert i kjøretøy som kan brukes til å løse transportoppgaver effektivt, pålitelig og komfortabelt. Dette har blitt mulig gjennom en kjøretøy- og transportkultur utviklet i over 100 år med forbrenningsmotoren som drivkraft, og fossilt drivstoff som energikilde.

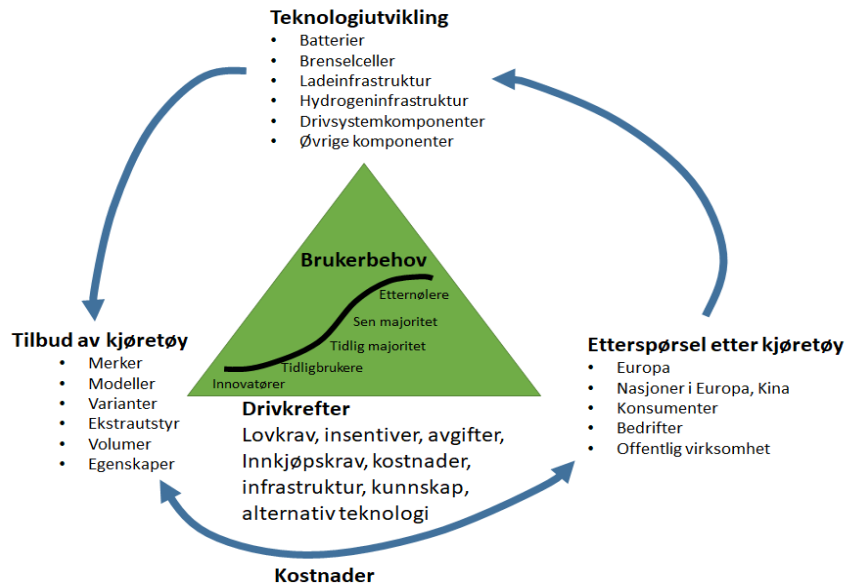
Målet for en introduksjon av nullutslippskjøretøy er å erstatte bilene som drives med forbrenningsmotor, fortsatt levere transporttjenestene som samfunnet trenger og som generer stor nytte i form av effektiv samfunnsorganisering, samtidig som klimagassutslippene og lokal luftforurensning reduseres.

Denne rapporten, som er utført på oppdrag fra Klima og miljødepartementet (KLD), belyser fra ulike vinklinger hvor langt introduksjonen av nullutslippskjøretøy kan komme i 2025 og 2030 for ulike kjøretøykategorier, og hva som påvirker dette.

KLDs oppdrag gikk ut på å vurdere hvordan teknologi- og kostnadsutvikling, tilbud og etterspørsel etter nullutslippskjøretøy, og drivkrefter og virkemidler, påvirker mulighetene til å nå følgende nullutslippsmål for kjøretøy i Nasjonal Transportplan (NTP):

- I 2025 skal alle nye personbiler være nullutslippskjøretøy
- I 2025 skal alle nye lette varebiler være nullutslippskjøretøy
- I 2025 skal alle nye bybusser være nullutslippskjøretøy, eller bruke biogass
- I 2030 skal alle nye tyngre varebiler være nullutslippskjøretøy
- I 2030 skal 75 prosent av nye langdistansebusser være nullutslippskjøretøy
- I 2030 skal halvparten av nye lastebiler være nullutslippskjøretøy

Oppdraget ble løst ved å studere og analysere de enkelte elementene som må på plass for at målene skal kunne nås. Disse elementene er presentert i Figur S1 og omfatter brukerbehov, teknologiutvikling, tilbud av kjøretøyer, kostnader, etterspørsel etter kjøretøy, og ulike drivkrefter som kan påvirke utviklingen av tilbud og etterspørsel.



Figur S.1: Elementer som påvirker mulighetene til å nå nullutslippskjøretøymålene i NTP.

Bakgrunn

Elbiler har slått gjennom for fullt i Norge med en markedsandel i nybilsalget som passerte 40 prosent i 2019. Ytterligere 13 prosent var ladbare hybrider slik at totalt 55 prosent av bilene har mulighet til å bruke strøm fra nettet. I varebilsegmentet har ikke salget gått like bra - markedsandelen for elvarebiler var på ca. 6 prosent i 2019. 2019 markerer også elbussenes store gjennombrudd og i løpet av 2020 vil det gå over 420 elbusser i norske byer. De første demonstrasjonsprosjektene med elektriske lastebiler kom også i gang.

Men det er i personbilmarkedet at de store endringene har skjedd fra det ble registrert under 200 nye elbiler i 2009 til at det i 2019 vil bli registrert mer enn 65 000 elbiler, bare 10 år senere. I personbilmarkedet er insentivbruken mye kraftigere enn i varebilmarkedet, det er fritak for merverdiavgift (MVA) og engangsavgift, redusert fordelsbeskatning, ingen trafikkforsikringsavgift, enkelte lokale fordeler, og bruksegenskapene har vist seg kompatible med manges bruksmønster, spesielt med litt støtte fra hurtiglading underveis på lengre turer. Elbilene har rett og slett blitt så gunstige å kjøpe og anvende at de har vunnet fram på tross av rekkevidde- og ladehastighetsbegrensninger (spesielt om vinteren). Kjøpsprisen er lavere eller omtrent lik som for bensin- og dieslbiler og de årlige kostnadene betydelig lavere. For varebilene har rekkevidden vært litt for begrenset, MVA-fritaket har ingen effekt og engangsavgiftsfritaket er en mindre fordel fordi dieselvarebiler har lavere engangsavgift enn personbilene. De årlige kostnadene er lavere enn for dieselvare-biler men den totale bruksopplevelsen og kostnadssiden har ikke vært god nok fram til 2019. Bussmarkedet styres av anbud, noe som gjør at utviklingen kan gå fort når teknologien gjør at bussene kan brukes til å levere ordinær ruteproduksjon i norske byer, og kostnadssiden blir akseptabel. Hydrogen anses nå som mindre aktuelt i byer selv om det foregår ulike testprosjekter. El- og hydrogenløsninger for lastebiler har kommet så kort at kostnadssiden er lite kjent og det er behov for mer kunnskap om hvordan dette markedet skal utvikles.

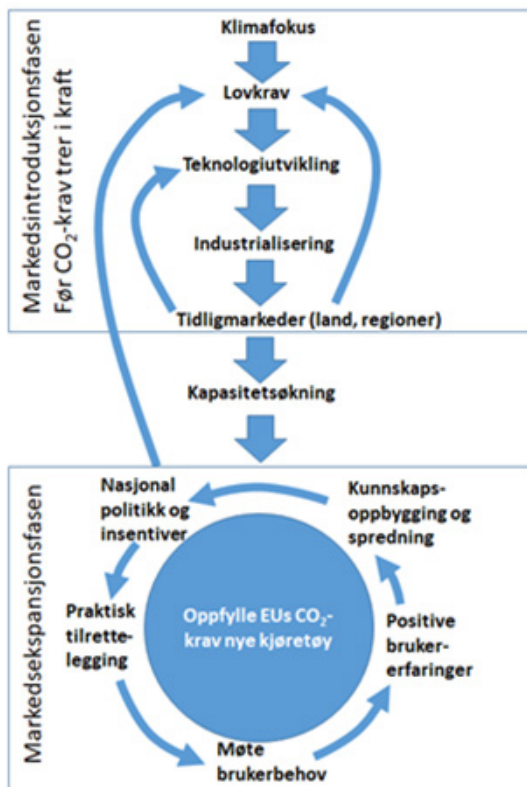
Metode

Fremover fra 2020-2025 og videre til 2030 skjer det en stor omveltning i kjøretøy-markedet. Den har vært vurdert ut fra et bredt spekter av innfallsvinkler, og med ulike analysemetoder, for å vurdere om målene i NTP er oppnåelige. Eksisterende forskning og annen kunnskap oppsummert gjennom litteratur- og dokumentanalyser, og delvis er det gjort egne beregninger med modeller som beregner disaggregerte kjøpspriser og årlig kostnader (TØI-TCO), en tilsvarende beregningsmodell for godstransport, og en modell for busskostnader. Det er også oppsummert tidligere kjøring med en bilvalgmodell (BIG), der ulike utfall av politikkenninger er analysert for personbilmarkedet. Videre er effektene av EUs forordninger og direktiver vurdert sammen med andre drivkrefter som kan påvirke kjøretøymarkedet.

Resultater

Drivkrefter

De største drivkreftene for elektrifisering av transportsektoren er det internasjonale klima- og miljøfokus, som igjen har gjort at EU har vedtatt strenge krav til nye bilers gjennomsnittlige CO₂-utslipp, som vist i Figur S2, og at Kina og California har vedtatt krav om salg av økende andeler elbiler i fremtiden. Ny teknologi, først og fremst utviklingen av Li-Ion batteriet, har muliggjort å stille slike krav.



Figur S.2: Dynamikken EUs krav til nye biler CO₂-utslipp skaper i markedene for nullutslippskjøretøy.

Dette har medført en rask og omfattende teknologiutvikling og begynnende industrialisering av elbiler i Europa. Disse har blitt solgt og testet ut i tidlig-markeder som Norge der kraftige insentiver har gjort at elbilene har blitt konkurransedyktige tidligere enn i andre

land. Fra 2020 får EU-kravene til personbiler full effekt med kraftige bøter hvis målene ikke nås. Dermed er markedet over i en ekspansjonsfase der elbiler blir standardprodukter hos de fleste bil-merkene. Hvor bilene ender opp og hvor mange som vil bli solgt utover det EU-kravene minimum resulterer i avhenger av hvor effektivt landene får tilrettelagt for brukerne slik at de får positive erfaringer og hvordan kunnskapen spres i samfunnet.

I Europa er EU dermed den store drivkraften med kravene til at det gjennomsnittlige CO₂-utslippet fra nye personbiler, varebiler og lastebiler skal reduseres, og det så mye fram mot 2025 og 2030 at elektrifisering av hele eller deler av modellutvalget er uunngåelig. Dersom bilprodusentene ikke klarer kravene vanker det så store bøter at å klare kravet er en bedre opsjon. Kina har tilsvarende strenge krav til kvoteandeler med nullutslippsbiler. EUs krav utløser industrialisering av elbiler i stort omfang. Det anslås at kjøretøyprodusentene investerer 300 milliarder Euro i elektrifisering de kommende årene, hvorav ca. 45 prosent for Kina. Dette innebærer at det også skjer en tilsvarende industrialisering av batterier.

Dermed er investeringsbeslutningene tatt og utviklingskostnadene er å betrakte som avskrevne kostnader når produksjonen starter. I en situasjon der man må produsere for å klare lovkrav er det ikke gitt at denne kostnaden veltes fullt ut over på elkjøretøykjøpere.

Lovkravene vil innebære at det som minimum i personbilmarkedet må selges omlag 1,9 millioner elbiler og 0,9 millioner ladbare hybridbiler i 2025 og 4,3 millioner og 2,2 millioner i 2030, for at CO₂-kravet skal være oppnåelig. I varebilmarkedet vil det trolig bli solgt henholdsvis 0,26 og 0,64 millioner elvarebiler i 2025 og 2030. Lastebiler selges i mindre volumer, her vil CO₂-kravet kunne innebære at det selges 16000-28000 el-lastebiler i Europa i 2025 og 32000-60000 i 2030. For bybusser er det ikke tilsvarende CO₂ krav, men kravene til offentlige innkjøp vil gi et solid oppsving for elbusser og sikre et minimumssalg på 20-40 prosent av bybussene som selges.

Utviklingen drives også fremover av til dels nye aktører, herunder kjøretøymerker som Tesla, Nikola og ulike kinesiske merker som nå ser på muligheter i Europa. Ladeinfrastrukturen bygges ut og driftes delvis av nye aktører og i økende grad også av bensinstasjonene. Den nasjonale politikken styrer hvor store volumer som selges i landet, men på tvers av landene også hvilke land som prioriteres av bilprodusentene.

Barrierer og bremseklosser utgjøres som vist i figur S.3 av teknologibegrensninger, kunnskapsmangel, manglende konsensus om ladeløsninger, eksisterende transportvaner, og infrastruktur som ikke helt henger med i den raske utviklingen i bilparken og som ikke er kapabel til å håndtere store variasjoner i transportmengde gjennom året. Dette konkurrerer mot et system som har vært optimalisert gjennom over 100 år med forbrenningsmotorbiler. Disse barrierene og bremseklossene blir redusert over tid med bedre teknologi og kunnskap gjennom bruk og krevende kunder.

Andre trender som befolkningsøkning og at det blir flere eldre i Norge vil trolig ikke redusere etterspørselen etter transport eller kjøretøyer fram mot 2030. Automatisering av kjøretøy vil ta lang tid å etablere på et forsvarlig vis for norske vintertrafikkforhold og vil ikke begrense ønsket om å eie egen bil fram til 2030. Effekten kan bli motsatt, at på veien mot selvkjøring så gjøres kjøretøyene sikrere og mer bekvemme å kjøre, men krever fortsatt sjåfør, hvilket vil bidra i retning økt salg av kjøretøy og økt trafikkmengde. Det vurderes heller ikke som sannsynlig at trender som mikromobilitet eller bildeling i overskuelig framtid reduserer bilkjøp.



Figur S.3: Drivkrefter og bremseklosser på veien mot et marked dominert av nullutslippskjøretøy.

Personbilsegmentet

Personbilmarkedet står foran en stor omveltning. Et stort antall elbiler og ladbare hybridmodeller lanseres i perioden 2019-2022, og eksisterende modeller fornyes og får lenger rekkevidde. Denne omveltningen vil gjøre det enklere for bilindustrien å nå kravene til nye bilers gjennomsnittlige CO₂-utslipp i EU som skjerpes kraftig inn fram mot 2025 og 2030, og for å oppfylle kvotekrav om salg av elbiler i Kina. Satsingen på elbiler er større enn satsingen på ladbare hybridbiler. Innenfor personbilmarkedet vil det utvikles et kontinuerlig pris- og modellspekter fra de minste og billigste elbilene til de største luksuselbilene. Langt flere enn i dag vil finne en bil med god rekkevidde som møter deres transportbehov, men det kan være noen begrensninger i forhold til transportfleksibilitet. Bilene vil også kunne lades raskere når de får større batterier og lenger rekkevidde.

Kjøpsprisen på kompaktstørrelse elbiler har takket være avgiftsfritakene matchet bensin- og dieselbilene siden ca. 2015, med små batterier og fra 2019, med store batterier. Årlige kostnader ble kompatible allerede fra 2012, noe som har resultert i en rask markedseksponering. Fra perioden 2023 til 2025 blir elbiler et samfunnsøkonomisk lønnsomt klimatilbud i Norge.

Varebilsegmentet

I varebilsegmentet har markedet for elvarianter vært tregt fram til 2019, det vil bli litt bedre i 2020, mens det først vil være fra 2021 at den store omveltningen starter. Et flertall av de

små varebilmodellene får da en batterielektrisk variant som kan dekke de fleste varebilbrukeres behov. Elvarebilene har ennå ikke oppnådd kostnadsparitet ved kjøp fordi det som nevnt er færre insentiver tilgjengelig enn for personbilene. Dette forventes nådd i 2022-2023, men varebilene har vært compatible på årlige kostnader de siste 2-3 årene. I 2021 forventes produsentkostnadene å ha falt så mye at elvarebiler kan bli samfunnsøkonomisk lønnsomme.

Bussegmentet

De fleste bussprodusentene har allerede eller er i ferd med å lansere batterielektriske busser for bybruk i alle størrelsesvarianter. Disse bussene skreddersys for lokale driftsforhold når det gjelder batteristørrelse, rekkevidde, varme- og kjøling, og ladeløsninger tilpasses de lokale behovene slik at full ruteproduksjon blir mulig. Dermed er det ikke lenger tekniske eller tilgjengelighetsbarrierer mot økt bruk av elbusser i byene. De årlige kostnadene er i 2019 høyere enn for dieselløsninger, men forventes å falle raskt mot 2025 da elbusser kan bli konkurransedyktige på totale kostnader, gitt at batteriet varer anbudets levetid, eller at en batterigaranti kan gis innenfor en kostnad som svarer til innsparingen i årlig vedlikehold sammenlignet med dieseldrift. Usikkerhet rundt batterilevetiden kan elimineres gjennom avtaler med leverandørene av bussene. Batterilevetiden vil en ikke kunne vite sikkert hvordan det går med før busser er i ordinær drift under norske forhold.

Langdistansebusser er mer usikkert og vurderingene blir som for lastebiler for langtransport.

Lastebilsegmentet

Lastebiler er helt i oppstarten av en markedsintroduksjon og kommer gradvis i serieproduksjon fra 2020-2022. Det er åpent om det blir hydrogen eller batterielektriske løsninger som slår gjennom for langdistansekjøring, mens for bylogistikk og andre bruksområder i by vil batterielektriske løsninger stille sterkest, pga. den lave kostnaden for el og fordi mange av disse kjøretøyene vender tilbake til depot hver dag og kan lades der. Også for lastebiler er det veldig lite erfaring i praktisk drift og derfor stor usikkerhet rundt kostnader for batterier og den komplette lastebilen, og levetiden på batteriene. Det er også stor usikkerhet rundt kostnaden for hydrogenløsninger og -drift.

Konklusjon – Noen mål er oppnåelige, andre er utfordrende

Målene i NTP om introduksjon av nullutslippskjøretøyer ligger henholdsvis 5 og 10 år frem i tid. Noen kjøretøymodeller som er til salgs i 2019, vil fortsatt være til salgs i 2025. De fleste av modellene som lanseres i 2020-2021 vil være i salg i 2025, eventuelt med en mindre midtlivsoppdatering. Det betyr at en vet mye allerede om kjøretøymodeller som vil være i salg i 2025, og det er enklere å vurdere hvordan dette vil slå ut enn for mål som gjelder for 2030. I 2025 skal det ifølge NTP-målene bare selges nullutslippspersonbiler, -varebiler og -busser. I 2030 skal alle de store varebilene også ha nullutslipp, sammen med 50 prosent av lastebilene og 75 prosent av langdistansebussene. Analysen av om målene kan nås er oppsummert i tabell S.1.

Tabell S.1: Oppsummering av mulighetene for å nå nullutslippsmålene til kjøretøy i Nasjonal Transportplan.

NTP mål	Mulighet for å nå mål	Innsatsbehov
Kun selge nullutslippspersonbiler fra 2025	Personbilmarkedet er spesielt utfordrende, og målet vil bli veldig krevende og kostbart å nå 100% med frivillighet. Produksjonskostnadene går nedover og mye innovasjon skjer hos bilprodusentene. Det kommer et stort antall nye modeller på markedet fra 2020-2022. Noen kjøpergrupper har ekstra krevende bilbruk, andre har lite å tjene på å kjøpe elbil, og noen har andre store barrierer. I spesielt kalde områder vil stor rekkeviddereduksjon holde markedet nede, selv om bilene får økt rekkevidde. Målet vil bli enklere å nå hvis man gir ladbare hybridbiler med lang rekkevidde en plass i strategien, f.eks. at 20% av kravet kan være slike biler.	Fortsatt gode insentiver og bedre ladeinfrastruktur er nøkkelfaktorene for å nå dette målet. Ladeinfrastrukturen må særlig bedres i byene der folk ikke har egen parkering, og det må finnes bedre løsninger for finansiering av hurtigløpere som muliggjør lange reiser.
Kun selge små nullutslippsvarebiler fra 2025	Målet kan være mulig å nå ut fra kostnader og egenskaper ved elvarebilene som kommer på markedet. Tilbudet av elvarebiler øker betydelig, og rekkevidden blir kompatibel med bruksområdet. Det kan være utfordringer i spredtbygde strøk der det er mindre informasjon tilgjengelig om bruken, og i spesielt kalde strøk pga. rekkeviddereduksjon. Segmentet er kostnadssensitivt og avhengig av pålitelig, fleksibel transport.	Dette målet krever kraftigere virkemiddelbruk for å nås. Det viktigste elbilinsentivet, MVA fritak har ingen effekt i dette segmentet. Enova-støtten fra 2019 er bra. Kunnskapsspredning mellom bedrifter blir essensielt.
Kun selge store nullutslippsvarebiler fra 2030	Teknologien vil kunne bli god nok til at målet kan nås, men i 2019-2020 er det ikke store varebiler tilgjengelig i markedet som muliggjør måloppnåelse. Til det er rekkevidden for kort. Målet ligger 10 år frem i tid og store varebiler ligger ca. 5 år etter de små i markedsutviklingen, så målet kan nås dersom produsentene utvikler store varebiler med lang rekkevidde.	Dette målet krever kraftigere virkemiddelbruk for å nås. Det viktigste elbilinsentivet, MVA fritak har ingen effekt i dette segmentet. Enova-støtten fra 2019 er bra. Kunnskapsspredning mellom bedrifter blir essensielt.
Kun selge nullutslipps-busser fra 2025	Målet kan være mulig å nå. Det blir god tilgjengelighet av batterielektriske busser i markedet og de skreddersys til lokale forhold ift. batteristørrelse og ladekapasitet. 2019-kostnadene er høyere enn for dieselbusdrift, og det er til dels betydelige infrastruktur investeringer, men i 2025 kan kostnadene ha falt til et nivå som er kompatibelt med dieselbusser. Det kan bli behov for 5-10% flere busser på travle ruter pga. ladebehov, noe som gir økte kostnader i forhold til dieseldrift. Dette segmentet kan bli det som først helelektrifiseres i Norge.	Krever aktiv bruk av miljøkrav i offentlige anbud. Dette er desentralisert til norske fylker. Nasjonale føringer bør vurderes. Alle busser kan være byttet ut i løpet av ca. 10 år ved anbudskrav. Kunnskapsspredning om praktisk drift mellom fylker/operatører er essensielt, f.eks. i brukerfora.
Selge 75% nullutslippslangdistanse-busser fra 2030	Langdistansebusser kan teoretisk elektrifiseres, det krever store batterier og rask lading, eller bruk av hydrogen. Det er bare én elbuss tilgjengelig i markedet (med kort rekkevidde) og ingen med hydrogen. For busser i faste ruter kan det i varierende grad av kompleksitet etableres lade- eller hydrogeninfrastruktur. Turbusser er mest utfordrende. De kan kjøre overalt og må ha en basisinfrastruktur for fylling av hydrogen/lading av batteriene som dekker mye av Norge.	På dette området er det først og fremst behov for teknologi og produktutvikling. Det finnes ikke egnede produkter på markedet, og dermed ikke noe grunnlag for nasjonal planlegging av politikk, insentiver eller infrastruktur.
Selge 50% nullutslippslastebiler fra 2030	Teoretisk kan lastebiler elektrifiseres for mange bruksområder, eller benytte hydrogen som alternativ. Markedet er i en initial fase med lite informasjon tilgjengelig om hvordan dette i praksis vil fungere under norske forhold. Det var ingen el- eller hydrogenlastebiler i ordinært salg i 2019, bare enkelte ombygninger fra dieseldrift. 2020-2022 vil store lastebilprodusenter og nye selskaper som Tesla og Nikola tilby serieproduserte batterielektriske lastebiler (Nikola også hydrogen). Markedspris og tekniske egenskaper er ikke kjent. I byer og andre steder der lastebiler brukes lokalt kan batterielektriske løsninger fungere. Dette er en svært begrenset del av lastebilmarkedet. Mye teknologi- og produktutvikling vil skje fra 2020 til 2030, og EUs krav til gjennomsnittlig CO ₂ -utslipp fra nye kjøretøy vil medføre en industrialisering av el- og hydrogenlastebiler. Det er for tidlig å si om dette sammen med en effektiv politikk med gode insentiver kan gjøre at målet kan nås.	Systematisk innsamling og spredning av kunnskap om hvordan dette fungerer i praksis for norske bedrifter, og økonomien i bruk av el-lastebiler, vil være essensielt for å øke sannsynligheten for at målet kan nås. Et rettighetsbasert system for å støtte innkjøp vil trolig bli nødvendig for å få til en bredere og raskere utrulling. Det trengs mer forskning rundt hvordan en landsdekkende lade- og hydrogeninfrastruktur for tunge biler skal se ut, hvordan den kan etableres, og hvordan transport på tvers av grenser vil kunne foregå.