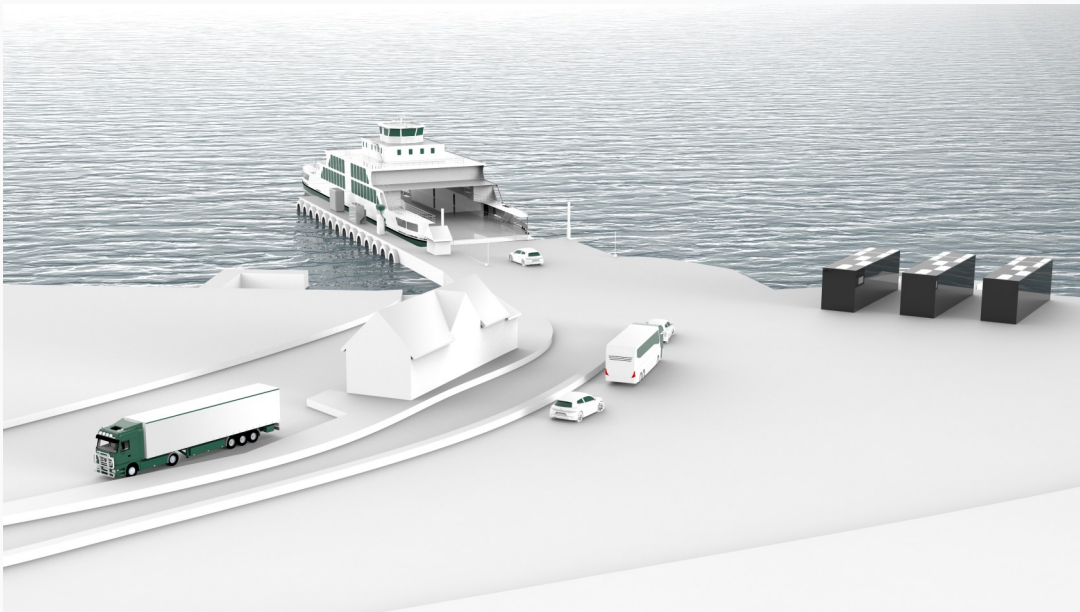




1000 hydrogenlastebiler i Norge innen 2023



GREENSIGHT



Om Greensight

Greensight er et rådgivende analyseselskap som jobber med å få fart på det grønne skiftet ved hjelp av balansert og teknologinøytral informasjon som kan omsettes i lønnsomme prosjekter.

Greensight samler den mest oppdagerte og pålitelige informasjonen om energi- og klimateknologi, og preenterer den på en enkel og forståelig måte. Våre eksperter hjelper kunder med å identifisere og synliggjøre potensiale i grønne næringer og satsingsområder med utgangspunkt i nåværende og framtidige energibehov, tilgang- og kapasitet basert på analyser av hele energisystemet.

Formålet er å skaffe informasjon som kan øke avkastningen ved grønne investeringer og grønn forretningsdrift, samt redusere risiko for feilinvesteringer.

Greensight baserer seg på kvalitetssikrede data og har tilgang til en ekspertpool med noen av Norges fremste eksperter og kompetansemiljø.

Greensight er et datterselskap av Greenstat AS.

www.greensight.no

Bakgrunn

Hydrogen som nullutslippsdrivstoff til tungtransporten opplever for tiden sterk vekst imot kommersialisering. I USA har utviklingen kommet lengst gjennom Nikolas store satsing, men også i Europa er mye på gang. I mai 2018 gikk syv sveitsiske selskap sammen om en visjon for å introdusere hydrogen som drivstoff innen tungtransport.¹ Til sammen eier aktørene 1700 tyngre kjøretøy og 1500 bensinstasjoner og skal gjennom en koordinert bestilling av kjøretøy og bygging av infrastruktur legge om deler av deres kjøretøysflåte innen fem år – innen 2023 er målet å ha 1000 hydrogendrevne lastebiler på veiene i Sveits. Også Frankrike har lansert en storstilt hydrogenplan, hvor industri og tungtransport står sentralt. Flere hundre lastebiler er målsatt for introduksjon innen 2023, med en opptrapping mot rundt 1000 tunge kjøretøy innen 2028.

I 2016 kom knappe 9 prosent av de samlede norske klimagassutslippene fra varebiler og tunge kjøretøy². I Nasjonal Transportplan legges det til grunn at halvparten av nye lastebiler skal være nullutslippskjøretøy i 2030. Skal vi lykkes med å komme opp på dette nivået vil det være helt avgjørende med introduksjon av hydrogendrift i nytte- og tungtransporten, som må starte raskt. Inspirert av den sveitsiske modellen har Norsk Hydrogenforum bedt Greensight gjøre en innledende vurdering av hvordan et tilsvarende konsortium med samme målsetning påvirker kostnadsbildet og tempoet i utrulling av hydrogen som et nullutslippsalternativ for tyngre kjøretøy.³

Markedsstatus for hydrogenlastebiler

I Sveits er det allerede satt i drift en 34-tonns distribusjonskjøretøy hos Coop, en av landets største detalj- og grossisthandlere. Denne lastebilen med tilhenger, har en rekkevidde på inntil 400 kilometer på en tank og oppgir et forbruk på 7-8 kilo hydrogen per 100 kilometer. Erfaringsdata fra et europeisk samarbeidsprosjekt om hydrogenbusser viser at forbruket i Norge er noe høyere enn på kontinentet, så vi antar i det videre arbeidet et forbruk på 9 kilo hydrogen per 100 kilometer.

Basert på årlige kjørelengder for tilsvarende kjøretøy i Norge, vil et forventet forbruk av hydrogen i snitt være mellom 20-22 kilo hydrogen per dag. Dermed trengs det ikke mer enn 10-15 kjøretøy for å etablere lokale hydrogenmarked, som gir en helt annerledes økonomisk bærekraft enn for dagens fyllestasjoner.

Innen lastebilsegmentet skjer det en rask utvikling med utvikling av prototyper og testkjøretøy som allerede er på veien⁴.

Et utvalg presenteres kort under:

Esoro/Coop/MAN: Et konsortium ledet av sveitsiske Esoro har gjennomført et utviklingsprosjekt med sveitsiske Coop på en 34-tonns distribusjonsbil. Utgangspunktet er MAN TGS 18.320 4x2 som er utstyrt med batteri (120 kWh) og brenselcelle (100 kW) som rekkeviddeforlenger. Kjøretøyet ble

¹ [H2 Energy \(2018\) – Major Swiss Companies Push Hydrogen Mobility](#)

² Miljødirektoratet (2018) [Klimagassutslipp fra transport](#)

³ <https://www.hydrogen.no/hva-skjer/aktuelt/kjempesatsing-pa-hydrogen-i-frankrike>

⁴ Roland Berger (2017) – [Development of Business Cases for Fuel Cells and Hydrogen Applications for Regions and Cities](#)

levert i januar 2017 og er satt i drift. Det oppgis å ha en rekkevidde på 375 til 400 kilometer og et forbruk på 7-8 kilo hydrogen per 100 km⁵

Asko/Scania: I Norge har Asko bestilt 3 treakslede chassiser (27 tonnns distribusjonsbiler) med en opsjon på ytterligere et kjøretøy. Lastebilene leveres av Scania og skal etter planen tas i bruk i 2018, med nær tilsvarende samme nyttelast som dagens dieselsversjoner. I prosjektet har Asko ønsket en rekkevidde opp mot 500 kilometer for lastebilene. Scania har ambisjoner om å levere flere lastebiler fra samme produksjonslinje.

Nikola: Trekkvogn med oppgitt rekkevidde på mellom 800 og 1900 kilometer, avhengig av tankstørrelse og nyttelast. Selskapet oppgir å ha mottatt reserverasjoner verdt 11 milliarder dollar og har USA som sitt tidlige hovedmarked. En pre-produksjonsversjon av kjøretøyet er ventet i 2019 med leveranse til kunder fra 2020⁶.

Kenworth: Med en brenselcelle fra Ballard Power Systems skal Kenworth utvikle en hydrogendrevet trekkvogn, basert på modellen T680. Første prototype ble testet i Seattle i siste halvdel av 2017 og er nå under ytterligere utprøving i Los Angeles, hvor det er planlagt brukt til transport fra havn til bykjernen. Rekkevidden oppgis til 150 miles, ca 240 kilometer, og kjøretøyet har 30 kilo hydrogen lagret om bord⁷.

Toyota «tungbil»: Presenterte i april 2017 et testprosjekt i USA på en tyngre trekkvogn på 37 tonn med to av Toyota Mirais brenselcellessystem. Det gir en samlet effekt på 228 kW, kombinert med et lite batteri på 12 kWh. Prototypen kan lagre 40 kilo hydrogen om bord på kjøretøyet. Toyota oppgir samlet motoreffekt til 500 kW, tilsvarende 670 hestekrefter. Rekkevidden oppgis til 200 miles, om lag 320 kilometer. Parallelt med testing av prototypen ved havnen i Los Angeles utvikler Toyota en ny versjon av kjøretøyet. Det er imidlertid ikke offentliggjort tidspunkt for eventuell serieproduksjon⁸.

Toyota lett lastebil: I Japan utvikler Toyota i samarbeid med 7-Eleven en lettere distribusjonsbil tilpasset det japanske markedet, som skal brukes til varedistribusjonen til 7-Eleven-kjeden. Det er usikkert om en utgave av denne bilen vil kunne komme til Europa.

US Hybrid: Utvikler for tiden en hydrogenløsning som er beregnet på bruk i havner, eller korte avstander. Bilen er i USA klassifisert som «Class 8» med en egenvekt på over 14 969 kilo. Det er lagret 25 kilo hydrogen ombord og rekkevidden oppgis til 200 miles eller 320 kilometer.

Det finnes en rekke andre tungbil-produsenter som jobber med planer og demonstrasjon av hydrogendrevne distribusjons- og lastebiler, blant andre Renault. Det er ventet at satsingen i Sveits vil føre til flere produsenter som vil offentliggjøre nye modeller i tiden framover. Norsk Hydrogenforum følger utviklingen tett og vil oppdatere dette på sine nettsider under fanen:

<https://www.hydrogen.no/kjoretøy/lastebiler/>

⁵ Esoro (2017) [Factsheet Lastwagen](#)

⁶ Nikola (2018) – [Technical specifications](#) / [Pressemelding Anheuser-Busch](#)

⁷ Kenworth (2018) – [Zero-Emission Kenworth T680 Equipped with hydrogen](#)

⁸ Clean Technica (2018) – [Toyota explores the potential of a hydrogen fuel cell powered class 8-truck](#)

Kostnadsutvikling for kjøretøy

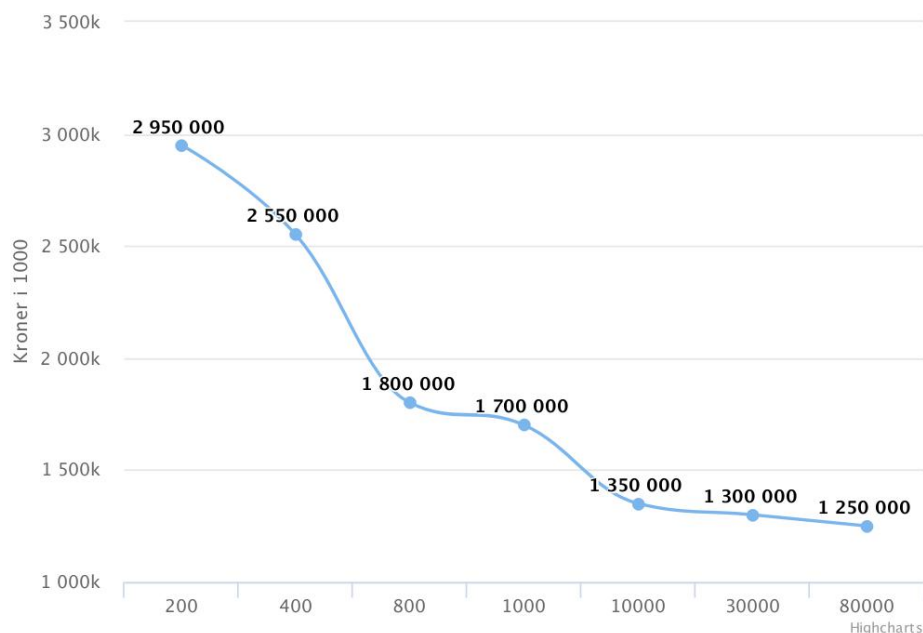
Siden det i dag ikke finnes egne produksjonslinjer for hydrogenlastebiler er stykkprisen vesentlig høyere enn tilsvarende dieselskjøretøy. I rapporten *Hydrogen i tungtransport*⁹ har Greensight med utgangspunkt i Coops 34-tonns distribusjonsbil¹⁰ anslått hvor stor prisreduksjon det er mulig å oppnå ved større produksjonsvolum fra en kjøretøysleverandør. Kjøretøyet har en rekkevidde på ca 400 kilometer.

Vi har basert oss på følgende komponenter når vi har jobbet frem estimatet for dagens produksjonspris. Tilnærmingen er diskutert med aktører både nasjonalt og internasjonalt. De ulike prisestimatene er også innhentet fra relevante bransjeaktører.

- Brenselscellesystem + hjelpekraft
- Lagring, tank og distribusjon av hydrogen
- Drivlinje med elmotor
- Batterisystem m/batteripakke
- Kjøling
- Øvrig chassis/rammeverk
- Sammensetting/skreddersøm

Ved kjøp av kjøretøy er det et betydelig innslag av kundetilpasninger, som vil komme i tillegg til estimatene vi har gjort her for det vi vil kalle et "hydrogenchassis". Vi antar imidlertid at disse valgene, f.eks valg av skap, langt på vei foregår på samme måte og med samme kostnadsnivå som dagens løsninger.

Figur 1: Anslag for produksjonspris eks mva for «hydrogenchassis»



⁹ Greensight (2017) [Hydrogen i tungtransport](#)

¹⁰ Brenselscelle 100 kW, batteri 120 kWh, samlet motoreffekt 250 kW (340 hp), 35 kg samlet tankstørrelse

Basert på samtaler med bransjeaktører har vi estimert 500 årlige kjøretøy som et nivå for når det er realistisk å ha egne produksjonslinjer for hydrogenbaserte distribusjonsbiler. Som figur 1 viser gir det en betydelig prisreduksjon når den årlige produksjonen øker. Foruten generelle stordriftsfordeler er den største besparelsen ved større volum knyttet til prisen for brenselcellesystemet. Til sammenligning koster et dieselchassis for et tilsvarende kjøretøy med Euro IV-motor 1,1-1,3 millioner kroner eks. mva. Fremdeles billigere, men en langt mindre prisforskjell.

Som en parallell til lastebilmarkedet kan vi se på kostnadsreduksjonene som har funnet sted for hydrogenbusser, selv ved et lite volum, og hvor Ruter er med i et pan-europeisk konsortium som nå samarbeider om en større bestilling av hydrogenbusser fra ulike leverandører. I sluttrapporten for CHIC-prosjektet som har gått fra 2010 til 2016 peker man på en kostnadsreduksjon fra godt over en million Euro i 2010 til en pris rundt 650 000 Euro for bestillinger gjort i 2017¹¹. I et scenario hvor mellom 1200 og 1800 hydrogenbusser kommer på veien frem til 2025 anslås en ytterligere reduksjon til 500 000 Euro per 12-meters buss¹².

Kostnadsutvikling for hydrogen

Med et forbruk på 10 kilo hydrogen per 100 kilometer vil hvert kjøretøy ha et årlig forbruk på ca 6500 kilo hydrogen, til sammen 6500 tonn gitt 1000 lastebiler.

Produksjonsprisen for hydrogen gjennom elektrolyse synker jo større produksjonsvolumet er. Gitt en koordinert anskaffelse av 1000 lastebiler er det ventet at disse vil kunne settes i drift over hele landet, og være med å danne grunnlag for et landsdekkende nettverk av stasjoner.

Under er det illustrert tre ulike case¹³ for hvilket prisnivå det er mulig å oppnå for lokalprodusert hydrogen tilknyttet transporthuber.

I kalkylene har vi tatt høyde for en prisreduksjon på 40 prosent på elektrolysører¹⁴, samt en kostnadsreduksjon på 20 prosent for selve stasjonsmodulen¹⁵.

¹¹ CHIC (2017) Fuel Cell Electric Buses: a proven zero-emission technology. Key facts, results and recommendations

¹² Roland Berger (2015) [Fuel Cell Electric Buses – Potential for sustainable public transport in Europe](#)

¹³ Det er lagt til grunn en strømpris på 300 kr/MWh, en årlig økning i nettleien på 3,42 prosent og 10 prosent avanse til stasjonseier. Stasjonsløsningene har to dispensere, en for 350 bar og en for 700 bar. Utregningen er gjort med utgangspunkt i elektrolysører fra NEL Hydrogen.

¹⁴ Oppgitt av NEL Hydrogen i forbindelse med kontraktsinngåelse med Nikola Motors

¹⁵ Utvidelse av NELs produksjonskapasitet for stasjoner i Danmark ble i børsmelding angitt å gi skalafordeler, som ikke ble tallfestet.

Tabell 1 – Hydrogenpris for ulike produksjonsvolum

<i>Kg H2/døgn</i>	<i>324</i>	<i>660</i>	<i>1040¹⁶</i>
<i>Antall lastebiler</i>	14-16	30-33	48-52
<i>Produksjonspris¹⁷</i>	Ca 55 kr/kg	Ca 43 kr/kg	Ca 41 kr/kg
<i>Salgspris eks mva med 40 % Enova-støtte</i>	Ca 60 kr/kg	Ca 47 kr/kg	Ca 44 kr/kg
<i>Salgspris eks mva uten 40 % Enova-støtte</i>	Ca 66 kr/kg	Ca 51 kr/kg	Ca 48 kr/kg

Det er også mulig å se for seg enda større produksjonsanlegg, f.eks sentralt på Østlandet, med distribusjon av hydrogen ut til stasjonsløsninger uten egenproduksjon. Det vil da være en avveining mellom reduserte pris for storskalaproduksjon og transportkostnader.

Sammenligning mellom hydrogen -og dieselpriis

Prisene vist i tabell 1 er lavere enn dagens dispenserpris for hydrogen på 72 kr/kg eks mva, men hvordan er det sammenlignet med dieselpriis?

Fra 1.1.2017 ble det innført høyere avgifter på diesel i Norge. Veiavgiften steg fra 3,44 til 3,80 kroner per liter og CO₂-avgiften økte fra 1,12 til 1,20 kroner per liter. Merverdiavgiften utgjør fast 20 prosent av salgsprisen.

Vi har brukt en snittpris fra Statistisk Sentralbyrå på diesel fra de seks første månedene i 2018. Det gir en drivstoffpris på 14,55 kroner per liter.

Det er imidlertid vanlig for transportører å inngå drivstoffkontrakter direkte med kjedene hvor det oppnås kvantumsrabatt. Basert på samtaler med Norsk Lastebileier-forbund¹⁸ har vi gjennom tidligere arbeid anslått en kvantumsrabatt på 1,50 kroner før moms per liter.

Dermed brukes prisen 12,75 kroner per liter diesel i tabellen på neste side.¹⁹²⁰

Under testkjøring utført av den uavhengige kontrollinstansen DEKRA har man fått et dieselforbruk på 3,18 liter per mil for et nytt kjøretøy med Euro 6-motor²¹. Ettersom dette var under testkjøring og vårt sammenlignbare kjøretøy er noe tyngre enn modellen som ble brukt i testen (Mercedes Actros 1845), har vi satt dieselforbruket til 4 liter per mil.

¹⁶De to minste er turnkey-løsninger levert i containere, mens det største eksempelet leveres som moduler som må installeres onsite, og det må legges inn rør og kabelgater mellom alle modulene. Det gir høyere igangsettelseskostnader og gjør at prisreduksjonen for hydrogenet blir mindre enn hva økningen i produksjonskapasitet skulle tilsi.

¹⁷ Den totale kostnaden for produksjon og salg av hydrogen, inkludert investeringskostnader for elektrolysør, fyllestasjon og drift av fyllestasjon. Prisen stasjonseier trenger for å gå breakeven

¹⁸ Telefonsamtale med Kjell Olafsrud i NLF, 21.april 2017

¹⁹ $14,55 / 1,2 = \text{pris uten moms på } 12,125 \text{ kr. } (12,125 - 1,5) * 1,2 = 12,75 \text{ kroner.}$

²⁰ Større drivstoffkontrakter som allerede er inngått vil trolig ha en lavere dieselpriis, gjerne ned mot 10 kr per liter

²¹ Lastebil.no (2016) [Så mye har lastebilen utviklet seg på 20 år](#)

Dieselutgiften blir dermed 4 liter x 12,75 kr = 51 kroner i drivstoffutgifter per mil.

Det vi ønsker å finne ut er hvilken hydrogenpris som tilsvarer 51 kroner i drivstoffutgifter per mil med diesel, gitt et gjennomsnittlig forbruk på 0,9 kilo hydrogen per mil. Den finner vi ved å dele 51 kroner på hydrogenforbruk per mil og finner dermed at salgsprisen for hydrogen må være 57 kroner per kilo for å matche dagens dieselpriis.

Det betyr i all enkelthet at for vårt kjøretøy med det snittforbruket og dieselpriisen vi har lagt til grunn er hydrogen rimeligere som drivstoff om prisen er **under** 57 kroner per kilo, mens diesel er rimeligere som drivstoff om hydrogenprisen er **over** 57 kroner per kilo. Som vist i tabell 1 er det et prisnivå det er fullt mulig å oppnå gjennom koordinert innkjøp og bygging av infrastruktur for 30 distribusjonsbiler, også uten Enova-støtte.

Siden transportører inngår langsiktige drivstoffkontrakter er det trolig gjeldende kontrakter som har en langt lavere dieselpriis, gjerne ned mot 10 kr per liter.

Break-evenprisen for hydrogen mot lavere dieselpriiser, men øvrige forutsetninger konstant, er som følger:

Tabell 2 – Breakeven-pris for hydrogen mot ulike dieselpriiser

Dieselpriis	10 kr/l	11 kr/l	12 kr/l	13 kr/l	14 kr/l	15 kr/l
Matchende H2-priis	44,50 kr	50 kr	53,30 kr	57,80 kr	62,22 kr	66,67 kr

Reduserte driftsutgifter til bompenger og ferger

Frem til 2025 har hydrogendrevne kjøretøy en rekke driftsfordeler, som gratis passering i bompenger og halv pris på landets ferger.

For å illustrere hvordan det påvirker årlige driftsutgifter har vi tatt utgangspunkt i tre strekninger: E39 mellom Bergen og Stavanger, E16/Rv7 mellom Bergen og Oslo og E6 mellom Oslo og Trondheim.

Fra prisene angitt av Statens Vegvesens trafikkdata²² er det antatt en rabatt på 50 prosent for bompenger og 40 prosent for ferger for dieselkjøretøy, da de fleste større distributører har rabattavtaler med de ulike selskapene. Prisene er basert på **dagens avgiftsnivå**. For alle tre strekningene er det planlagt store veiutbygginger som vil øke bompengenivået: E6 Innlandet, E16 Bergen-Voss og fergefri E39 på Vestlandskysten.

²² Statens Vegvesen (2018) [Trafikkdata](#)

Tabell 3: Besparelser på bompenger og ferger for utvalgte strekninger – 2018-priser

	<i>Oslo-Trondheim</i>	<i>Oslo-Bergen</i>	<i>Bergen-Stavanger</i>
<i>Bompenger</i>	274,-	506,-	34,-
<i>Ferger</i>			1473,-
<i>Kostnad per tur</i>	274,-	506,-	1507,-
<i>Årlig besparelse ved 150 turer</i>	41 100,-	75 900,-	226 050,-
<i>Årlig besparelse ved 200 turer</i>	54 800,-	101 200,-	301 400,-
<i>Årlig besparelse ved 250 turer</i>	68 500,-	126 500,-	276 750,-

Som tabell 3 viser gir det store besparelser over en femårsperiode - fra ca 350 000 til over 1 million kroner.

Oppsummering:

En samlet bestilling av 1000 lastebiler på hydrogen i Norge med levering innen 2023 vil:

- sammen med f.eks lignende initiativ i Sveits være tilstrekkelig til å redusere prisen på kjøretøy vesentlig, ned mot 1,8 millioner kroner for et hydrogenchassis.
- utgjøre et stort nok hydrogenmarked til å gjøre H2-prisen konkurransedyktig med diesel – 45-55 kroner per kilo.
- gjøre en utbygging av landsdekkende infrastruktur økonomisk bærekraftig, selv uten Enova-støtte for de største anleggene.
- For lengre transportruter (over 400 km) gi et sikkert markedsgrunnlag for å etablere korridorstasjoner
- Kunne utløse bruk av hydrogen innenfor andre sektorer: buss, personbil og mulig koordinering mot marine prosjekt ved større produksjons- og/eller bunkringsanlegg
- Med tidlig introduksjon danne grunnlag for en sterk oppbygging av nullutslipps tungbil- og infrastrukturkompetanse som gir mange nye grønne arbeidsplasser og vil gi norske logistikk- og industriaktører et konkurransefortrinn for utvikling og eksport av nye løsninger