

Fremtidens klimavennlige energiteknologier for lav- og nullutslippsløsninger i landbasert transport.



Foto: ABB - Nullutslippsløsning for landbasert transport - hurtiglading av bil, buss (og tungtransport).

Forord

Foreliggende rapport inneholder anbefalinger til Energi21 styret om offentlig satsing på forskning, utvikling, test- og demonstrasjon og kommersialisering av *ny klimavennlig energiteknologi- og løsninger til landbasert transport*.

Anbefalingene bygger på arbeidet til Energi21s innsatsgruppe med representanter fra næringslivet, FoU miljøer og akademia. Medlemmene av innsatsgruppen er presentert i rapportens kapittel 1. Innsatsgruppens medlemmer dekker samtlige deler av verdikjeden til transportsystemet og representerer et meget bredt og sammensatt fagområde.

Med bakgrunn i Energi21s mandat fra Olje- og Energidepartementet har arbeidet vektlagt klimavennlige *energiteknologier – og løsninger*.

Teknologier og løsninger innen samferdsel, by og regionplanlegger er holdt utenfor. Både energi- og transportsystemet er sektorovergripende med mange felles grenseflater. Dette er en utfordring, men også en mulighet gjennom utnyttelse av synergier og kompetansflyt mellom sektorene.

Energi21 ønsker å takke innsatsgruppens medlemmer for stort engasjement og verdifulle innspill i prosessen. Innsatsgruppens arbeid er et viktig bidrag i Energi21s arbeid med ny strategi for forskning, utvikling, test- og demonstrasjon, og kommersialisering av ny klimavennlig energiteknologi i fremtidens energi- og transportsystem.



Lene Mostue
direktør Energi21

Innhold

1	Medlemmer av innsatsgruppen:.....	3
2	Markedsutvikling og markedsområder.....	4
3	Det norske aktørbildet.....	5
3.1	Elektrisitet.....	5
3.2	Hydrogen.....	5
3.3	Biodrivstoff.....	6
4	Norske utfordringer, muligheter og fortrinn for ulike lavutslippsløsninger.....	6
4.1	Lavutslippsalternativer for ulike kjøretøygrupper.....	6
4.2	Energieffektivisering og et effektivt transportsystem.....	7
4.3	Elektrisitet.....	7
4.4	Hydrogen.....	8
4.5	Biodrivstoff.....	9
4.6	Digitalisering.....	9
4.7	Oppsummering komparative fortrinn innen landbasert transport.....	10
5	Næringens ambisjoner.....	10
6	Strategiske forskningstemaer.....	11
7	Tiltak.....	13
8	Andre relevante FoU temaer – som ligger utenfor Energi21s mandat.....	13
8.1	Sikkerhet – brann – og eksplosjonssikkerhet.....	13
8.2	Godstransport – hvordan sikre klimavennlige løsninger med utenlandske biler.....	14
9	Vedlegg 1: Mandat for Energi21s innsatsgruppe – klimavennlig landbasert transport.....	15

Landbasert Transport

1 Medlemmer av innsatsgruppen:

Ingo Machenbach	Silva Green Fuels (Statkraft)
Robert Seguin	Hafslund
Ole Henrik Hannisdahl	Grønn kontakt
Odd Olaf Askeland	BKK
Ingrid Nytun Christie	Eidsiva Energi Nett AS
Lasse Fridstrøm	TØI
Martin Kirkengen	IFE
Magnar Hernes	SINTEF Energi
Lene Lad Johansen	Omsorgsbygg
Eirik Skjetne	Vegdirektoratet
Ole Kristian Sollie	Statens Vegvesen
Helge Jensen	Oslo kommune
Dag Spilde	NVE
Ulf Møller	Energi Norge
Jon Stordrange	NHO Transport
John Lauvstad	Norsk Scania
Pernille Aga/Frode Hvattum	Ruter
Arne Sigbjørnsen	ABB
Jan Haugen Ihle,	Fortum Charge & Drive
Bjørn Simonsen	NEL
Einar Spurkeland	DB Schenker
Konrad Pütz	Enova
Andreas Bratland	Forskningsrådet
Ragnhild Wahl	Jernbanedirektoratet
Einar Ronæs	Jernbanedirektoratet
Stein-Iver Koi	Norsk Industri

Innsatsgruppens mandat er vedlagt. Vedlegg 1.

2 Markedsutvikling og markedsområder

I transportsektoren pågår det en omfattende utvikling for å redusere klimagassutslipp innenfor land-, maritim- og lufttransport. Klimameldingen¹ presenterer politiske målsetninger for utslippskutt fra transportsektoren, der betydelige utslippskutt i de kommende årene skal gjøre at transporten i 2050 er «tilnærmet utslippsfri/klimanøytral». Utslippsfri transportsektor er et ambisiøst mål, som vil kreve en betydelig innsats og virkningsfulle tiltak i hele transportsystemet.

Klimameldingen beskriver tre tiltakstyper som kan bidra til å redusere klimagassutslippene fra transport:

1. Transportomfanget kan reduseres
2. Det kan legges til rette for overgang til mer miljøvennlige transportformer som bane, sjø, kollektivtransport, sykkel eller gange.
3. Utslippene fra det enkelte transportmidlet kan fjernes eller reduseres, gjennom for eksempel økt bruk av null og lavutslippsteknologier.

Alle tre tiltakstyper må iverksettes for å nå utslippsmålene, men i *Energi21-sammenheng er tredje tiltakstype i fokus*. Energi21 skal i henhold til mandatet fra Olje- og energidepartementet gi råd om offentlig forskningsinnsats innen klimavennlige energiteknologier til transportsektoren. Dette omfatter teknologier for batteri- og hydrogenelektriske kjøretøy, teknologier for biodrivstoff og hybridteknologier. Nødvendige samferdselsrelaterte klimatiltak (tiltakstype en og to) behandles kun kort i foreliggende rapport.

Iverksettelse av tredje tiltakstype, «reduksjon eller fjerning av utslipp fra det enkelte transportmiddelet», medfører et skifte fra fossile drivstoff til nullutslippsløsninger (kjøreledning, batteri, hydrogen), biodrivstoff og hybrider. Foreløpig synes batterielektriske løsninger å få den største veksten de neste 10 årene, men de andre teknologiene vil også kunne vokse fremover.

Omleggingen av landtransporten innebærer et stort potensial for utslippsreduksjoner. Miljødirektoratet² (2015) anslår at omleggingen kan gi et bidrag på 8,2 millioner tonn reduserte utslipp av klimagasser i Norge. I tillegg innebærer omleggingen av landtransporten et stort potensial for energieffektivisering. IEA og Nordisk Energiforskning³ (2016) anslår en reduksjon i årlig energibruk i veitransporten i Norden på rundt 66 TWh innen 2050 (sammenlignet med 2015).

Omlegging til utslippsfri transport i Norge og våre naboland vil trolig føre til økt etterspørsel etter elektrisitet og energiressurser som biomasse og hydrogen. I analysene til IEA og Nordisk Energiforskning (2016) kommer omlegging til bærekraftig veitransport i Norden frem til 2050 til å føre til en *økt årlig bruk av elektrisitet i veitransporten tilsvarende 110 petajoule (eller ca. 30 TWh)*, samt *70 petajoule* i biodrivstoff (sammenlignet med 2015). Økende grad av elektrifisering av landtransport vil også øke etterspørselen etter effekt, da hurtiglading av batterier krever høyt effektuttak.

Det er forventet store globale investeringer i transportsektoren, og IEA (2016)⁴ anslår investeringer på totalt 200 000 milliarder dollar i kjøretøy og fartøy og 150 000 milliarder dollar investeringer i infrastruktur frem mot 2050. Store deler av dette tilfaller vedlikehold av eksisterende infrastruktur, og det er stor usikkerhet knyttet til hvordan investeringene fordeler seg, men tallene viser størrelsesordenen av investeringsbehovet.

¹ Meld. St.41 (2016-2017) Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid

² Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030

³ Nordic Energy Technology Perspectives 2016

⁴ World Energy Outlook 2016

3 Det norske aktørbildet

Omleggingen av landtransporten innebærer en overgang fra fossile energibærere til de klimavennlige energibærerne elektrisitet, hydrogen og biodrivstoff. Tilsvarende vil de klimavennlige energiteknologiene til landtransporten inkludere batteri- og hydrogenelektrisk fremdrift, biodrivstoff og hybrider. Norske aktører innen landtransportsektoren fordeler seg mellom de klimavennlige energiteknologiene, og de opererer i ulike deler av verdikjedene.

Norge har ingen egne bilprodusenter, men har flere leverandører av bildeler/komponenter til bilindustrien som er relativt uavhengig av fremdriftsløsning (eks. støtfangere, hjuloppheng). For Energi21 er produksjon av slike komponenter til kjøretøy mindre relevant, men i den grad disse leverandørene overfører eksisterende kompetanse og produksjonsanlegg til komponenter som er spesifikke for de klimavennlige energiteknologiene, er dette også relevant for Energi21. Uansett representerer disse selskapene en kunnskapsbase, og de har mange års erfaring som leverandører til den internasjonale bilindustrien.

Vi ser i det påfølgende nærmere på det norske aktørbildet for produksjon av deler og komponenter som er spesifikke for de klimavennlige energiteknologiene, og som opererer innenfor mandatet til Energi21.

3.1 Elektrisitet

Innen produksjon av elektrisk fremdriftsteknologi er Elkem og Dynatec leverandører av silisium til batteriprodusenter, mens battericelleproduksjonen foregår i utlandet. Bygging av komplette moduler gjøres imidlertid helt eller delvis i Norge av Grenland Energy, PBES Norway og ZEM. Siemens planlegger også etablering av produksjonskapasitet for batterimoduler i Trondheim, hovedsakelig rettet mot maritim sektor.

ABB, Siemens, Salto, Zaptec og en lang rekke andre aktører utvikler og produserer ladestasjoner til elbiler. De opererer både i et nasjonalt og internasjonalt marked, men det er foreløpig kun Zaptec og Salto/DEFA som har produksjon og utvikling i Norge. Innen FoU for ladeinfrastruktur er det pågående prosjekter for utvikling av teknologi for induktiv, kontaktløs energioverføring. Nylig gjennomført standardiseringsarbeid og signaler fra de store bilprodusentene indikerer at slik teknologi kan bli tilgjengelig for privatbilmarkedet i løpet av et par år. For trikk og buss finnes løsninger for induktiv punktlading, men det har foreløpig ikke blitt testet i Norge.

Produksjon av elektrisitet utføres av norske kraftprodusenter og distribueres av norske nettselskaper. Norge er godt rustet (sammenlignet med andre land) til å møte økt etterspørsel etter elektrisitet fra transportsektoren, som følge av et godt utbygget strømmnett. Norge er ledende på utbredelse av ladeinfrastruktur, og aktører fra kraft- og nettselskapene har tatt en aktiv rolle i utviklingen, ofte sammen med lokale eiendomsbesittere på trafikknutepunkter og andre sentrale beliggenheter. Takket være avgiftsfritak og ulike insentiver er elektrifiseringsgraden av personbiler betydelig (og høy sammenlignet med andre land) og raskt voksende.

3.2 Hydrogen

Det norske selskapet Hexagon leverer trykktanker til den internasjonale bilindustrien. Innen produksjon av hydrogen er Nel Hydrogen verdens største leverandør av elektrolysører, mens Greenstat planlegger å produsere hydrogen både fra elektrisitet og naturgass. Nel utvikler og leverer hydrogenfyllestasjoner, og franske Air Liquide Norway har levert en hydrogenfyllestasjon til Ruter i Oslo.

Det er flere norske aktører som drifter hydrogenfyllestasjoner i Norge, eksempelvis HYOP og UnoX-Hydrogen. Utbredelsen av hydrogenstasjoner i Norge er foreløpig lav, men flere aktører planlegger utbygging av et nettverk av hydrogenstasjoner mot 2020. De nye stasjonene gjør det mulig å bruke hydrogenbil i og mellom de store byene fra Trondheim og sørover i Norge. Enova lanserte i juni 2017 et støtteprogram for utbygging av hydrogeninfrastruktur som vil bidra til å realisere målene til næringslivet.

3.3 Biodrivstoff

Biodrivstoff anvendes på samme type kjøretøy og infrastruktur som fossile drivstoff (diesel, naturgass). Renovasjonsetater, energigjenvinningsetater og andre aktører innen avfall og gjenvinning produserer biogass fra avfall. Biodiesel produseres fra blant annet importert raps og soya ved fabrikken Perstorp Bioproduct i Fredrikstad, som har en kapasitet på 100 mill. liter per år. I Sarpsborg produserer Borregaard årlig ca. 20 mill. liter bioetanol som et biprodukt fra sitt trebaserte bioraffineri. I tillegg utreder flere aktører muligheten for å etablere storskala produksjon av biodrivstoff fra skogsråvarer. Viktige aktører her er Silva Green Fuels (eid av Statkraft og Södra), Treklyngen/Viken skog, Biozin/Bergene Holm og Quantafuel. Sluttbrukerne av biogass er ofte busser og søppelbiler, mens biodiesel i hovedsak anvendes som lavinnblanding i vanlig autodiesel og som ren biodiesel i større kjøretøy. Noe av etanolen brukes som såkalt etanoldiesel (ED95) i busser og lastebiler.

4 Norske utfordringer, muligheter og fortrinn for ulike lavutslippsløsninger

I det påfølgende gjennomgår vi først overordnede utfordringer og muligheter i transportsektoren knyttet til ulike kjøretøygruppers tilgjengelige klimavennlige energiteknologier, samt energieffektivisering og et effektivt transportsystem. Videre gjennomgår vi norske utfordringer, muligheter og fortrinn for batterielektrisk fremdrift, hydrogenelektrisk fremdrift og biodrivstoff. Til slutt vurderer vi digitalisering og hvilke muligheter og utfordringer det gir.

4.1 Lavutslippsalternativer for ulike kjøretøygrupper

Landtransporten består av flere forskjellige kjøretøygrupper, som står overfor ulike muligheter og utfordringer i omleggingen av transportsystemet. Lettere kjøretøy som personbiler og varebiler kan benytte samtlige klimavennlige energiteknologier, mens tynge kjøretøy har færre tilgjengelige løsninger som følge av effekt- og rekkeviddebegrensninger. Lettere lastebiler og busser for kortere avstander («bybusser») har tilgjengelige batterielektriske og hydrogenelektriske alternativer, mens for tynge lastebiler, godstransport og busser for lengre avstander finnes det foreløpig ikke elektriske løsninger.

Det foregår for tiden omfattende internasjonal aktivitet, inkludert flere prosjekter i Sverige, rettet mot utvikling, testing og demonstrasjon av teknologi for kontinuerlig overføring av elektrisk energi til kjøretøy i bevegelse. Statens Vegvesen og aktører innen transportnæringen i Norge arbeider også med å utrede muligheter for demonstrasjon av slik teknologi i Norge. På sikt kan elektrisitetsoverføring til kjøretøy i bevegelse, i kombinasjon med batteri og hydrogen, kunne bidra til å løse rekkevidde- og effektutfordringen for tungtransport. Det forventes imidlertid at biodrivstoff vil være nødvendig i tungtransport i flere år fremover.

Anleggsbransjen representerer også store utslipp, og står overfor en omlegging for å oppnå utslippskutt. Transport og anleggsmaskiner står for drøyt halvparten av utslippene i anleggsbransjen⁵. Transport i anleggsbransjen møter samme utfordringer som tungtransport for øvrig, og biodrivstoff representerer foreløpig eneste lavutslippsalternativ. For anleggsmaskiner ser man en stadig økende tilgang på elektriske alternativer. Tilsvarende er det muligheter for anvendelse av klimavennlige energiteknologier ved terminaler og sentrallagre.

Jernbanen er allerede i stor grad elektrifisert, men ikke-elektrifiserte jernbanestrekninger representerer et potensial for utslippskutt. For disse strekningene er det aktuelt å se på ulike hybride løsninger, for å oppnå kostnadseffektive og klimavennlige løsninger. I tillegg til klimavennlige energiteknologier for jernbanen (kjøreledning, hydrogen, batteri, hybrider), har også utforming av transportsystemet som helhet og fordeling mellom ulike transportmidler betydning for de totale klimagassutslippene. I dette perspektivet er jernbanens viktigste bidrag til reduserte klimagassutslipp å overføre person- og godstransport fra fly og vei til bane. Slike

⁵ Energi Norge (2016) Utslippsfrie byggeplasser

samferdselsmessige problemstillinger er altså av stor betydning for de totale utslippene fra transportsystemet, *men er ikke en del av Energi21s faglige og strategiske mandat.*

4.2 Energieffektivisering og et effektivt transportsystem

Energieffektivisering representerer også et betydelig potensial for utslippskutt fra landtransporten. Det er flere måter å oppnå energieffektivisering for enkeltkjøretøy, blant annet har sjåførens kjørestil, kjøretøyets drivlinje og veistandarden betydning for energibruken. For godstransport vil også lengre vogntog med høyere totalvekt og/eller lastevolum påvirke energibruken. Dette gir mulighet for færre vogntog som kan frakte samme mengde gods og totalt kutte energibruk og utslipp. Med stadig høyere nivå på selvkjørende løsninger vil også såkalt «platooning» kunne bli aktuelt. Dette vil si at blant annet lastebiler og vogntog via en avansert adaptiv cruisekontroll kan kobles tett sammen på motorveien og på den måten ytterligere redusere luftmotstanden per kjøretøy og dermed kutte energibruk og utslipp.

For transportsystemet som helhet kan man oppnå effektiv energibruk og lave utslipp ved å sikre et godt samspill mellom ulike transportmidler, transporttjenester, forbrukeren og andre samfunnstjenester. For eksempel vil samspillet mellom gange, sykling og kollektivtransport bli viktig, så vel som samspillet mellom batterielektriske og hydrogenelektriske kjøretøy, og tilhørende ladeløsninger, eventuelt inkludert kjøreledning, samt hydrogenstasjoner. Likeledes vil en effektiv godstransport bidra til lavere energiforbruk, der tilrettelegging for effektiv varetransport i byer og tettsteder representerer et stort, uutnyttet potensiale.

I påfølgende avsnitt (4.3-4.6) kommer vi nærmere inn på hvordan Norge kan utnytte sin posisjon som verdensledende på elektrifisering av personbilparken i kombinasjon med nye digitale løsninger til å utvikle effektive løsninger for transportsystemet.

4.3 Elektrisitet

Norge har vært tidlig ute med elektrifisering av personbilparken, og har den høyeste elektrifiseringsgraden i verden. Dette forspranget kan Norge utnytte til ny verdiskaping. Det vil være mulig å utvikle og teste nye løsninger i det norske transportsystemet, og bygge opp en kompetansebase innen systemforståelse og nye transportløsninger. Denne kunnskapen kan norske aktører utnytte og bruke i et verdensmarked, når andre land har kommet lenger i omleggingen og elektrifiseringen av transportsystemet.

For batterielektrisk fremdrift har Norge leverandører av silisium til batteriproduksjon, og relevant kompetanse innen elektrokjemi og materialteknologi. I tillegg har Norge leverandører av store batterimoduler for industrielle, maritime og andre transportorienterte applikasjoner, samt kompetanse innen moduldesign, levetid og brann- og eksplosjonssikkerhet. Norge har ingen egen produksjon av battericeller, men et stort og voksende verdensmarked for batterier representerer en mulighet for leveranser av batterimaterialer, produksjonsteknologi og kanskje etterhvert battericeller. Sistnevnte kan bli interessant både fordi vi har god tilgang på fornybar og relativt billig elektrisitet, gunstig klima for celleproduksjon samt ledige industritomter.

Norge har også en solid kompetanse innen kraftelektronikk, en teknologi som bilindustrien i økende grad søker kontroll over. Bilindustrien har spesifiserte krav til kraftelektronikk og etterspør løsninger som er kompakte, lette, har høy virkningsgrad og lavest mulig produksjonskostnader. Leveranse av kraftelektronikk til bilindustrien representerer et potensial for norske aktører.

Norge har også flere aktører som utvikler teknologi for elektrisk ladeinfrastruktur. Norske aktører arbeider med infrastruktur for smart lading (med «demand response»), samt nye løsninger for induktiv og mobil lading. Slike nye infrastruktur-løsninger kan bli en attraktiv eksportvare. For eksempel vil «demand response» og smart infrastruktur være viktig i land med svakere kraftnett enn i Norge. De nye infrastruktur-løsningene kan først testes ut i det norske transportsystemet, før de tas ut i et internasjonalt marked.

Kommersielt er batterielektriske løsninger foreløpig primært implementert i personbiler, og i Kina ser man en rask vekst i antall elbusser. Andre tunge kjøretøy må anvende andre teknologier på

grunn av begrensninger i effekt og rekkevidde. Dette gjelder særlig tyngre kjøretøy som kjører over lengre avstander. For godstransport er manglende infrastruktur, høye kostnader og manglende internasjonale standarder for ladeinfrastruktur også sentrale barrierer.

For bybusser derimot er situasjonen en annen. Elektriske busser er i ferd med å innta markedet, også fra produsenter utenfor Kina. Teknologien er tilgjengelig og utprøvd i mange europeiske byer, og i Norge vil elektriske busser komme de neste årene. I Oslo vil Ruter kjøre en pilot med åtte elektriske busser fra og med høsten 2017, mens i Trondheim vil AtB ha 40 elektriske busser i 2019.

Jernbanen er allerede i stor grad elektrifisert, det samme gjelder alle T-baner og trikker. Det gjenstår fortsatt noen jernbanestrekninger som opereres med dieseldrevne lokomotiver (Nordlandsbanen, Raumabanen, Meråkerbanen, Rørosbanen og Solørbanen). Elektrifisering av ikke-elektriske jernbanelinjer og dieseldrevne terminaler utgjør et potensial for utslippskutt. Jernbanen har høy alder og står overfor store oppgraderinger. Oppgraderingsprosjektene kan være et mulighetsvindu for integrasjon av klimavennlige, energieffektive teknologier og løsninger. Hybride løsninger med kombinasjoner av batterielektrisk, hydrogen og/eller diesel som fremdriftsløsning kan være et alternativ her. Hybride løsninger er også egnet som overgangsteknologi. Fordelen med hybrider er at utbygging av kjøreledning forbeholdes strekninger der det er relativt rimelig, mens batteridrift anvendes på kortere strekninger der det er kostbart å bygge ut kjøreledning (for eksempel tunneller).

4.4 Hydrogen

Norge var et av de første landene i verden som etablerte offentlig tilgjengelige hydrogenstasjoner, og har over tid opparbeidet en solid kunnskapsbase innen hydrogenteknologi gjennom aktiviteter utført av norske virksomheter og norske forsknings- og utdanningsmiljøer.

Norske forskningsmiljøer og næringsaktører har en solid material- og prosesskunnskap, som gir gode forutsetninger for utvikling og forbedring av elektrolyse- og brenselcelleteknologi. Norske næringsaktører har spisskompetanse innen elektrolysører, fyllestasjonteknologi og tanker. Aktørene leverer komponenter og systemer både til den internasjonale transportsektoren og andre hydrogenapplikasjoner, og er ledende på flere teknologiområder på verdensbasis.

Norge har også energiressurser som kan utnyttes til produksjon av hydrogen. Hydrogen kan produseres via elektrolyse, og kan således produseres fra norsk vannkraft og utnytte eventuell innestengt kraft. Hydrogen kan også fremstilles fra norsk naturgass med karbonfangst.

Innen personbilsegmentet er hydrogenbiler fra Hyundai og Toyota kommersielt tilgjengelige i Norge, og frem mot 2020 vil flere bilprodusenter lansere hydrogenbiler. Tyngre kjøretøy som lastebiler og busser er ikke tilgjengelig i samme grad. Det pågår imidlertid demonstrasjonsprosjekter for hydrogenbusser, hvorav Ruter deltar i ett prosjekt med fem hydrogenbusser i drift i Oslo. ASKO planlegger å ta i bruk hydrogenlastebiler fra Scania i løpet av 2018.

Det er fortsatt et høyt kostnadsnivå på hydrogenkjøretøy. En forutsetning for å redusere kostnadene er økt produksjonsskala. I tillegg utfordres produksjon av hydrogen på hydrogenstasjoner av lav utnyttelsesgrad som følge av lav utbredelse av hydrogenkjøretøy. Lav utnyttelsesgrad medfører høye kostnader for det produserte hydrogenet.

Ledende industriaktører, representert gjennom Hydrogen Council, forventer at hydrogenpersonbiler vil være konkurransedyktige innen 2025⁶. Det er uklart hva som er en realistisk tidshorison for hydrogen til næringstransport (tungtransport), men hydrogen representerer et alternativ på sikt for å møte effekt- og rekkeviddebegrensninger for disse kjøretøyene. Hydrogen er også et alternativ i jernbanen, der både internasjonale og norske aktører arbeider med utvikling av rene hydrogenelektriske og hybride løsninger.

⁶ How hydrogen empowers the energy transition, Hydrogen Council (2017)

4.5 Biodrivstoff

Biodrivstoff er ansett som et viktig klimavennlig alternativ på en kortere tidshorisont, særlig for tung/langtransport hvor alternative løsninger foreløpig ikke er tilgjengelig.

Det stilles imidlertid spørsmål ved ulike biodrivstoffs klimanytte og bærekraft, og det er stor variasjon på tvers av de ulike biodrivstoffene. Klimanytten avhenger også av tidshorisont, og negative klimakonsekvenser på kort sikt kan veies opp for av klimanytte på lengre sikt. Til tross for diskusjonen rundt klimanytte virker det som om det er en omforent forståelse om at biodrivstoff er nødvendig, i hvert fall på kort sikt, for å nå de fastsatte utslippsmålene.

Det er en utfordring at det ikke finnes kostnads- og energieffektiv teknologi for å utnytte skog og skogavfall til høykvalitets biodiesel. Denne teknologien må på plass for å nå klimamålene for transportsektoren. På lengre sikt kan også biodrivstoff fra nye råvarer spille en viktig rolle. Myndighetene har signalisert et ambisiøst omsetningskrav som trer i kraft i 2020, hvilket øker tidspresset på teknologiutvikling og produksjon av tilstrekkelig mengder biodrivstoff til å oppfylle kravene.

Ved produksjon av biodrivstoff åpner det seg muligheter for å utnytte CO₂ fra produksjonen og fra andre kilder i kombinasjon med tilført hydrogen til å produsere større volumer av fornybare syntetiske drivstoff. Norge har god tilgang på både CO₂ fra eksisterende industri og hydrogen fra fornybar kraft eller naturgass (med CCS).

4.6 Digitalisering

Digitalisering vil føre til endringer langs hele verdikjeden for landtransport, fra utvikling og produksjon av kjøretøyet til sluttbruker og utvikling nye transportteknologier- og tjenester. Digitalisering vil treffe alle lavutslippsteknologiene. Transportstrukturen for elektriske kjøretøy har kommet lenger på digitalisering enn de andre lavutslippsteknologiene.

Et digitalt landtransportsystem vil utnytte digitale løsninger for alle deler av transportsystemet; ladestasjoner, parkering, bommer, kjøreruter m.m. På sikt (2025) kan også selvkjørende biler bli aktuelt, hvilket åpner for ytterligere nye muligheter i transportsystemet. Vi får kjøretøy som kommuniserer med både bruker, andre kjøretøy, veier og annen transportinfrastruktur, og som blir en integrert del av smarte byer. Slik kan digitalisering bidra til sammenhengende, miljøvennlige og effektive transportsystemer til beste for kunden og samfunnet.

Med digitalisering kan delingsøkonomitjenester for transport øke sin utbredelse, ved at kjøretøy lettere kan stilles til disposisjon når en bruker etterspør den. I tillegg kan man tenke seg at investorer eier bilparker, og leverer transport som en tjeneste. Delingsøkonomi og «transport som en tjeneste» kan bidra til at det i fremtiden blir færre kjøretøy på veiene.

Autonome, elektriske kjøretøyer kan imidlertid også bidra til økt trafikk. Slike kjøretøy har helt eller delvis fjernet behovet for manuelt sjåførarbeid og energibruken i kjøretøyene er lavere. Dermed kan transport både bli billigere og mer komfortabelt, og kan stimulere til økt trafikk og transport. Det kan eksempelvis tenkes at bilen i fremtiden kjører arbeidstakeren til jobben, setter vedkommende av og returnerer hjem. Ved arbeidstidens slutt kommer bilen og henter arbeidstakeren. Dermed har bilen gått dobbelt så langt som den hadde behøvd hvis den kunne parkere ved reisemålet, og gjennomsnittsbelegget på dagens turer blir 0,5. Parkeringsbarrieren mot bruk av bil på arbeidsreisen vil være opphevet. Det kan innebære en kraftig svekket fremkommelighet i bystrøk, særlig i rushtiden.

Digitalisering åpner for utvikling av nye *transporttjenester*, og Norge kan ta en posisjon her ved å dra fordel av den høye graden av elektrifisering i kombinasjon med nye digitale hjelpemidler. Norge kan her utnytte sin evne til samhandling på tvers av sektorer til å utvikle gode og bærekraftige transportløsninger som er tett integrert med andre samfunnstjenester i smarte byer. Løsningene kan testes og verifiseres på vårt hjemmemarked, før tjenestene kan selges internasjonalt.

Digitalisering gjør *programvareutvikling* stadig viktigere, og hvis Norge ønsker å bygge kompetanse innen programvareutvikling vil man kunne eksportere denne kunnskapen til et stort

internasjonalt marked. Kompetanse fra maritim sektor og utvikling av autonome undervannsfartøy kan eventuelt overføres til landbaserte autonome løsninger, i tillegg til at Norge har sterke aktører innen IKT.

Digitaliseringen av transportsystemet gir utfordringer knyttet til *personvern og IT-sikkerhet*, samt etiske utfordringer i forbindelse med førerløse kjøretøy («hvem bestemmer førerløse bilers etikk?»). Førerløse kjøretøy kan også bli møtt med menneskelig frykt, og det er mange som ikke er klare for å sitte på med førerløse busser ennå.

4.7 Oppsummering komparative fortrinn innen landbasert transport

Videre følger en oppsummering av innsatsgruppens vurderinger knyttet til Norges komparative fortrinn innen klimavennlig landbasert transport:

- **Verdensledende innen elektrifisering av personbilparken**
 - Høyeste el-biltettheten
 - Kompetanse og erfaring
 - Stort hjemmemarked for uttesting av teknologi- og tjenester
- **Materialer og materialkunnskap for batteriproduksjon**
- **Produksjon av batterimoduler og kunnskap om levetid og sikkerhet**
- **Industriell erfaring og kunnskap innen hydrogenproduksjon og andre hydrogenteknologier**
- **Kraftoverskudd og et effektivt, fornybart og forsyningssikkert kraftsystem.**

5 Næringens ambisjoner

Energi21s innsatsgruppe kom frem til følgende ambisjoner for næringslivet innen landbasert transport:

- Betydelige utslippskutt fra landbasert transport innen 2030, alle nye kjøretøy skal innen 2030 anvende klimavennlige energiteknologier.
- Betydelige utslippskutt fra anleggsmaskiner, terminaler og energikrevende maskiner i bygg og anlegg
- Utvikle et ledende digitalt og smart transportsystem, med høy energieffektivitet og utnyttelse av veinettet i et effektivt samspill med energisystemet.
- Utvikle internasjonal konkurransedyktig leverandørindustri innen landbaserte klimavennlige energiteknologier og transportsystemer:
 - Etablere batteriproduksjon og brenselcelleproduksjon i Norge, samt produksjon av materialer til batterier og brenselceller
 - Utvikle ladeteknologi og tilhørende tjenester for batterielektriske biler, busser, tungtransport og andre nyttekjøretøy (inkludert blant annet smart lading der ladeeffekt og tidspunkt styres av øvrig belastning på el-nettet). Utvikle induktiv lading for energioverføring til kjøretøy i bevegelse.

- Utvikle og forbedre nøkkelkomponenter til hydrogenkjøretøy og hydrogeninfrastruktur, og bidra til lavere kostnader og bedre konkurransedyktighet.
- Utvikle og produsere nøkkelkomponenter til elektriske drivlinjer, for eksempel elektriske motorer og kraftelektronisk energiomformingsteknologi.
- Utvikle kostnadseffektiv teknologi for produksjon av biodrivstoff fra skogsråstoff, og andre råvarer på lengre sikt.
- Utvikle innovative løsninger for elektrifisering av jernbanen (f.eks. batteri- eller hydrogenelektrisk fremdrift av tog).
- Utvikle nye digitale transportløsninger og transporttjenester.

6 Strategiske forskningstemaer

Basert på ambisjonsnivået og forventet utvikling innen landbasert transport anbefaler innsatsgruppen at offentlig forskningsinnsats rette inn mot følgende temaer:

- **Intelligent transportsystem**
 - Utvikle et helhetlig transportsystem med bedre utnyttelse av infrastruktur og redusert energibruk (on-demand, transport som tjeneste, energiforsyning, forbrukerfleksibilitet, samhandling mellom transportformer, energismart utforming av veier og annen transportinfrastruktur)
 - Bruke nye digitale verktøy for trafikkmodellering, flåtestyring, kommunikasjon m.m. til å bedre energibruk og effektivitet i transportsystemet.
- **Effektive markeds- og forretningsmodeller for utvikling av et klimavennlig transportsystem.**
- **Utvikling av hydrogenteknologi:**
 - Videreutvikle og forbedre brenselcelleteknologi og øvrig teknologi for produksjon og bruk av hydrogen. Bidra til at *klimavennlig hydrogen* (fra fornybar kraft eller naturgass med CCS) blir kostnadseffektivt og konkurransedyktig.
 - Utvikle kostnadseffektive og sikre løsninger for lokal hydrogenproduksjon ved elektrolyse, lokal lagring og fylling på kjøretøy.
- **Materialer, teknologi og nøkkelkomponenter til batterielektriske kjøretøy:**
 - *Etablere batteriproduksjon* i Norge. Norge har tilgang til klimavennlig kraft, egnet klima for batteriproduksjon, materialkunnskap, eksisterende modulproduksjon, ledige industritomter og relevante materialer.

- **Ladeteknologi for batterielektriske kjøretøy**
 - Utvikle ny, fremtidsrettet høy-effekts ladeteknologi, inklusiv systemer for induktiv kraftoverføring, og systemer for statisk og dynamisk lading av hjulgående kjøretøy
 - Utvikle ladeteknologi for anleggsmaskiner
 - Effektbalansering og fleksibilitet; hensynta begrensninger i el-nettet ved utforming av ladeinfrastruktur.
 - Påvirkning på nettet fra kraftelektronikk-komponenter.

- **Teknologi for utnyttelse av trevirke og skogavfall til biodrivstoffproduksjon.**

- **Utvikle teknologi for å utnytte hydrogen og ren CO₂ fra produksjon av biodrivstoff og andre kilder til produksjon av syntetiske, fornybare drivstoff.**

- **Kostnadseffektive hybride løsninger.**
 - Teknologitvilling, bidra til økt konkurransedyktighet

- **Miljø- og klimavennlige løsninger for tung- og langtransport.**
 - Løsninger for elektrisk energioverføring til kjøretøy i bevegelse
 - Metoder for vurdering av energibehov og optimalisering av energilager om bord i kjøretøy mot behov for overføring av energi fra stasjonær infrastruktur.
 - Hydrogenkjøretøy
 - Ladepooler på godsterminalene, batteridrevet distribusjon, skifting og omlasting

- **Klimavennlige energiteknologiløsninger for jernbanen.**
 - Utvikle muligheter for hybride løsninger, med kombinasjoner av kjøreledning, batteridrift og hydrogen
 - Elektrisitetsforsyning til jernbanen med lavere spenning for å redusere risikoen for ulykker med dagens høyspenningsløsninger
 - Synergier mellom jernbanens og kraftleverandørens kraftnett (parallell infrastruktur, teknologier for tilstandsovervåking, samordning av drift)

- **Samfunnsvitenskapelig problemstillinger (med grenseflater mot flere fagområder).**
 - Systemforskning – hvordan løse sektorovergripende, tverrfaglige problemstillinger? Hvordan utvikle et mest mulig effektivt transportsystem? Hvordan endrer trafikantenes handlingsmønstre seg som følge av nye og klimavennlige fremdriftsløsninger i transportsektoren. Bidrar utviklingen til mer trafikk?

 - Adferdsforskning – hva bestemmer personers valg av kjøretøy og reisemiddel? Spiller klimahensyn noen rolle i forbrukerens bevissthet? Hva er i så fall betalingsvilligheten for klimagassreduksjoner? Hvordan kan vi forhåndsberegne etterspørselen etter teknologi som ikke ennå er på markedet?

 - Hvordan er virkningene av omstillingen på samfunnet og enkeltpersoner? Det er behov for kunnskap om store samhandlingen i omstillingen av energisystemet. Hvordan balansere omleggingen av den konvensjonelle transporten til et samfunn hvor økende andeler av persontransporten gjennomføres ved gange, sykling og

bruk av små, elektriske kjøretøy, og hvor økende andeler av både person- og godstransport skjer ved hjelp av autonome løsninger.

- **Etiske spørsmål: digitalisering og førerløse kjøretøy**

7 Tiltak

Følgende tiltak (virkemidler for forskning, test- og demonstrasjon og kommersialisering) blir anbefalt av innsatsgruppen for realisering av næringens ambisjoner:

- Kunnskapsoppbygging og forskning innen batteri- og hydrogenteknologi og digitale transporttjenester.
- Forskning innen helhetlig forståelse av fremtidens transportsystem, med tverrfaglige problemstillinger knyttet til transportmønster, veiutnyttelse, biltetthet m.m.
- Etablere en «living lab» for uttesting av nye transportløsninger
- Støtte til forskning på infrastruktur og ladeløsninger for batterielektriske kjøretøy
- Etablere demonstrasjonsprosjekt med ulike typer infrastruktur for elektrifisering av tungtransport
- Etablere laboratorieinfrastruktur for testing av energiomformingssystemer og energilagringssystemer for elektriske kjøretøy, inkludert kraftsystemintegrasjon av ladeinfrastruktur og tilhørende reguleringsstrategier for optimalisert drift, utnyttelse og levetidsovervåking av lagringsteknologi (eksempelvis basert på teknologi for real-time simulering tilgjengelig i det nasjonale smart grid-laboratoriet ved NTNU/SINTEF).
- Støtte til forskning på biodrivstoffproduksjon
- Støtte innfasing av infrastruktur for null- og lavutslippsløsninger, inkludert risikokapital
- Utnytte offentlige anskaffelser ved å stille krav i anbudet om nullutslipp i tilbudte løsninger.

8 Andre relevante FoU temaer – som ligger utenfor Energi21s mandat

8.1 Sikkerhet – brann – og eksplosjonssikkerhet

- Brann og eksplosjonssikkerhet
 - *Batterier og brannsikkerhet*: utvikle kunnskap om batterisikkerhet ved høy energi og effekttetthet

- *Hydrogen og brannsikkerhet*: utvikle kunnskap om sikker produksjon, lagring, fylling og bruk av hydrogen.
- IKT-sikkerhet

8.2 Godstransport – hvordan sikre klimavennlige løsninger med utenlandske biler

- Utfordring med konkurranseflate mot utlandet – utenlandske biler er ikke underlagt samme miljøkrav som norske
- El-biler er en politisk styrt utvikling, men på tunge biler finnes det ikke noen strategi/politisk plan som aktørene (Scania m.fl.) kan forholde seg til.

9 Vedlegg 1: Mandat for Energi21s innsatsgruppe – klimavennlig landbasert transport

(Utslippsfri - null- og lavutslippsløsninger)

Transportsektoren i Norge står for ca. en tredjedel av de nasjonale utslippene av klimagasser. I rapporten fra Grønn skattekomisjon, NOU 2015: 61, slås det fast at Norge trolig må ta en større andel av sine utslippsreduksjoner i transportsektoren enn EU landene. Dette innebærer en betydelig nasjonal utfordring på transportområdet samtidig som det gir muligheter for nye løsninger og nytt næringsliv.

Bakgrunn

Transportsektoren får økende betydning i og for Norge. Transportsektoren blir også sterkere integrert med energisektoren. Som følge av denne utviklingen fikk Energi21 i desember 2016 utvidet sitt faglige mandat fra Olje- og energidepartementet med området *utslippsfri klimavennlig transport*. Dette er et bredt fagområde med grenseflater mot flere sektorer. Energi21 skal i sitt strategiske arbeid vurdere fremtidens *kunnskaps- og teknologibehov* innen *landtransport, maritim transport og lufttransport*. Med bakgrunn i dette ønsker Energi21 å etablere to innsatsgrupper innen *klimavennlig utslippsfri transport*:

- Utslippsfri klimavennlig **landbasert transport**
- Utslippsfri klimavennlig **maritim transport**

Innsatsgruppe – landbasert transport

Innsatsgruppen innen landbasert transport vil bestå av ressurspersoner fra energibransjen og transportsektoren, som representerer mangfoldet, både med hensyn på næringsstruktur og teknologi- og kompetanseområder.

Innsatsgruppenes hovedoppgaver vil være å bidra med faktaorienterte innspill og beslutningsunderlag til styret i forbindelse med strategiske prioriteringer og valg knyttet til fremtidig nasjonal satsing på FoU-D aktiviteter innen klimavennlig utslippsfri landbasert transport.

Innsatsgruppens faglige mandat

Energi21s mandatfestede målsetninger er viktige føringer for innsatsgruppenes arbeid. I mandatet fra Olje- og energidepartementet til Energi21 (1.11.2016) vektlegges 3 mål som Energi21s strategiske anbefalinger skal bidra til:

- Økt verdiskaping på grunnlag av nasjonale energiressurser og energiutnyttelse
- Energiomlegging gjennom utvikling av ny teknologi for å begrense energibruk og klimagassutslipp samt produsere mer miljøvennlig energi på en effektiv måte.
- Utvikle internasjonalt konkurransedyktig kompetanse og næringsliv innenfor energisektoren

Innsatsgruppene skal vurdere fremtidens *teknologi- og kunnskapsbehov* (strategiske FoU temaer) i et 2030 perspektiv, og arbeidet skal konsentreres rundt følgende temaer:

- Utviklingstrekk og trender med betydning for landtransport
- Næringslivets ambisjoner og muligheter
- Nasjonalt ståsted og utfordringer (teknologi- og kompetansebase)
- Norges komparative fortrinn – er det områder Norge har spesielt gode på (teknologi og kunnskap), som kan videreutvikles til verdiskapende teknologier, produkter og tjenester?

- Kunnskaps- og teknologibehov (FoU temaer)
- Nødvendig tiltak for realisering av næringens ambisjoner og gjennomføring av nødvendig FoU aktiviteter (virkemidler, offentlig støtte).

Arbeidsform, møtedatoer og tidsperspektiv

Det legges opp til 2 heldagsmøter, hvor innsatsgruppen møtes i sin helhet.

Møtedatoer:

Møte 1: 29.3.2017

Møte 2: 16.5.2017

Møtene vil arrangeres sentralt i Oslo regionen, og ha en varighet fra 10:00 til 14:00.

I tillegg kan det bli behov for korte telefonmøter med noen av medlemmene i gruppen for utdypende kommentarer og innspill. Energi21 koordinerer, organiserer og leder møtene. Det vil bli valgt en leder for innsatsgruppen.

Innsatsgruppens leveranse

Innsatsgruppens arbeid skal dokumenteres i en egen rapport. Energi21 vil utarbeide disposisjon med aktuelle innholdsmomenter. Rapporten vil bygge på oppsummering av innsatsgruppens bidrag og konklusjoner i møtene knyttet til nødvendig forskningsinnsats innen klimavennlig utslippfri landtransport.

Det er ønskelig at innsatsgruppens medlemmer bidrar med kvalitetssikring av rapporten før ferdigstillelse og offentliggjøring. Innsatsgrupperapporten vil inngå som en del av beslutningsunderlaget til Energi21 styret i forbindelse med prioritering av satsingsområder i revidert Energi21 strategi.