

Temanotat

Teknologitrender i transportsektoren

SAKSBEHANDLER / FORFATTER

Kine Nilssen
Beate Kvamstad-Lervold, Terje Moen, Solveig Meland, Jon Are Suul, Klas Boivie,
Aksel Transeth, Odd André Hjelkrem, Thor Myklebust.

BEHANDLING

UTTALELSE

ORIENTERING

ETTER AVTALE

GÅR TIL

Oslo kommune Klimaetaten v/ Hilde Solli

PROSJEKTNR / SAK NR
102019150**DATO**
2018-10-29**GRADERING**
Åpen

Klimaetaten i Oslo kommune har bestilt et prosjekt fra SINTEF der målet er å heve kompetansen innen teknologiske trender som kan bidra til at Oslo kommune når sine klimamål. Oslo kommune har satt seg som mål å redusere klimagassutslippene i kommunen med 50% innen 2020 og 95% innen 2030, sammenliknet med 1990-nivå (Oslo kommune, 2016). Transportsektoren står for 61 % av utslippene i kommunen, så kutt her er avgjørende for å nå målene.

Leveransen i prosjektet er en fagdag med foredrag av og diskusjon med eksperter innen utvalgte teknologier. Fagdagen ble avholdt 15. oktober, med følgende innhold:

- Terje Moen: Automatisering på land.
- Solveig Meland: Mobilitetstjenester og samvirkende intelligente transportsystemer (C-ITS).
- Jon Are Suul: Ladeinfrastruktur.
- Klas Boivie: Additiv tilvirkning.
- Aksel Transeth: Droner.
- Odd André Hjelkrem: Intelligent gods og bylogistikk.
- Thor Myklebust: Transport i rør.

Dette notatet gir en utfyllende beskrivelse av presentasjonene, med et ekstra fokus på relevans for klimastrategien til Oslo kommune.

1 Metodikk for identifisering av tema til fagdag.

SINTEF-rapporten «Teknologitrender som påvirker transportsektoren» fra 2017 har kartlagt aktuelle teknologitrender. Rapporten var finansiert av Statens vegvesen, Jernbanedirektoratet, Kystverket og Avinor. I arbeidet for Klimaetaten har en tatt utgangspunkt i denne rapporten, og det er fokusert på trender som anses som spesielt viktige for å nå Klimaetaten målsettinger om utslippsreduksjoner innen 2020 og 2030. Følgende kriterier ble benyttet:

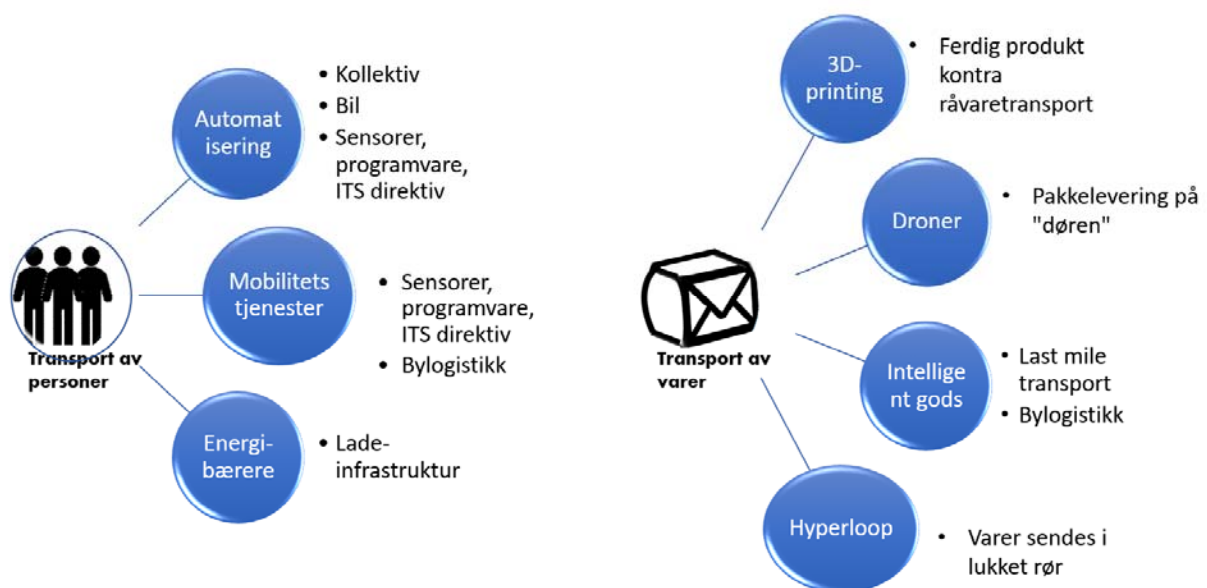
- Realistisk: hvor sannsynlig det er at trenden vil gå fra trend til en del av dagliglivet innen 2030
- Aktuell: at trenden er innenfor fokusområdet til prosjektet
- Relevant: at trenden faller inn under det totale virkemiddelapparatet til Oslo kommune

I tillegg til presentasjoner av teknologiske trender, skal det besvares hvordan trendene antas å påvirke utslipp fra transportsektoren i Oslo kommune, og hvordan kommunen som myndighet kan legge til rette for at utviklingen går i riktig retning.

Vi vet at folk også i fremtiden vil ha et transportbehov, og at varer må kunne transporteres helt frem til sluttbruker. Disse oppgavene skal innen 2030 løses med med 95 % lavere klimagassutslipp enn i 1990. Teknologiene ble derfor grupperes slik:

- 1) Transport av personer
- 2) Transport av varer

Figur 1 viser teknologier som er interessante for å løse problemstillinger rundt transport av personer og varer.



Figur 1: Oversikt over teknologiske trender som ble presentert på fagdagen.

Det er et stort potensial for automatisering av persontransporten, både for personbiler og kollektivtransport. Automatisering vil utnytte teknologiske nyvinninger på mange områder, blant annet innen programvare- og sensorteknologi. Det trengs standarder som sikrer et godt samspill mellom ulike produkter og løsninger, og det trengs regulering fra myndighetene som hindrer uønsket bruk av data, ikke minst persondata. Gjennom automatisering kan en for eksempel legge bedre til rette for sambruk både av private og offentlige transportmidler.

Det har skjedd en stor økning i netthandel de siste årene med tilhørende transport av pakker som skal leveres "på døren". Det forskes på droner som lever pakker i byen. "Intelligent" gods med automatisering, varetransport i rør (hyperloop) og "smart drift" av godsterminaler er høyst aktuelle teknologier, 3D-printere er allerede på markedet.

Det er sannsynlig at befolkningens reisevaner vil endres som følge av økt netthandel og hjemlevering. Dersom en gjennom reguleringer stiller krav til hvordan leveringen av varer skal gjennomføres, kan dette være mer klima- og miljøvennlig enn dagens handleturer med privatbil til butikker og kjøpesentra.

Oslo er allerede et fyrtårn innen elbilbruk. Selv om en ytterligere reduksjon i bruken av fossilt drivstoff vil ha stor betydning for miljø og klimagassutslipp fra transportsektoren, er det ikke lagt vekt på spørsmål knyttet til energibærere i dette prosjektet. Det er derimot inkludert teknologiske trender innen ladeinfrastruktur, som en muliggjørende teknologi for enda større elbilandel både for person- og varetransport.

På fagdagen ble det diskutert konsolidering av varer fra en organisatorisk innfallsvinkel, og hvordan dette kan påvirke utslippsreduksjon. Kapittel 3.7 inneholder en litt mer utfyllende omtale av konsolideringssenter.

Omtalen i de neste kapitlene er strukturert slik at det først gis en oppsummering av SINTEFs svar på de 7 spørsmålene som ble beskrevet i oppdraget. Deretter presenteres teknologiområdene som var tema under fagdagen. I kapittel 3 beskrives trendene i de teknologiområdene som ble valgt ut under forberedelsene til fagdagen som ble gjennomført i Trondheim 15. oktober. Her gis det også en vurdering av om teknologiområdene er realistiske, aktuelle eller relevante for å bidra til å nå klimamålene til Oslo kommune. I kapittel 4 går vi litt mer i dybden på teknologiområdene "samvirkende intelligente transportsystemer", "intelligent gods og bylogistikk" og "mobilitetsdata" som i etterkant av fagdagen ble pekt på som særlig interessante. Her diskuteres kort behov for regelverksutvikling, kompetansebehov, klimapåvirkning og infrastruktur. I kapittel 4 presenteres også et veikart og en litt mer inngående diskusjon rundt mulighetene som ligger i C-ITS og logistikk for varedistribusjon i by. Det er også lagt inn referanser til enkelte prosjekter og tiltak i offentlig sektor som SINTEF kjenner godt til og som kan være en pekepinn for organisatoriske tiltak.

2 Sentrale spørsmål fra Klimaetaten

Klimaetaten hadde 7 sentrale spørsmål de ønsket å få SINTEF sitt syn på. SINTEF er først og fremst eksperter på teknologi og anvendelse av den, og dette prosjektet har involvert flere erfarne seniorforskere innen de ulike teknologiområdene. Svarene på de 7 spørsmålene er basert på forskernes samlede teknologikompetanse, samt erfaring fra utvikling i andre sektorer som kan være nyttig å se til når Oslo kommune skal rigge seg for en utvikling mot redusert klimagassutslipp. SINTEF har gode erfaringer fra utviklingen i maritim sektor, hvor myndighetene ved innovative offentlige innkjøp og vilje til å se på behovet for nytt regelverk og tilegne seg ny kompetanse, har vært en viktig pådriver for utvikling og innføring av teknologi som bidrar til reduserte utslipp og økt effektivitet. De 7 spørsmålene er besvart i de ulike delene av notatet, men her følger en kortfattet oppsummering.

1. Hvilke teknologitrender kan ha størst betydning for utslipp fra transport, for eksempel batterier, sensorer, stor data, fjernmåling, ITS, automatisering og droner?
 - a. På kort sikt (2020) vil det være mulig å pilotere og teste ut elektrifisering og ladeinfrastruktur for store deler av bilparken. Dette anses som både realistisk, aktuelt og relevant for Oslo kommune. Elbiler er tilgjengelig både for privatpersoner og drosjenæringen, flere elektrifiserte varebiler, busser og lastebiler vil komme på markedet. Ulike teknologier for lading er allerede testet ut i andre land, og det er ikke store teknologiske hindringer for å etablere piloter i Norge. Dette vil i stor grad bidra til å redusere utslipp fra transportsektoren.
 - b. På mellomlang sikt (2020-2030) vil teknologiområdene samvirkende ITS, logistikk for varedistribusjon og intelligent gods bidra til ytterligere energieffektivisering og samtidig gi en smidigere trafikkavvikling. En viktig forutsetning for å få full uttelling fra disse teknologiområdene er en godt utbygd digital infrastruktur og tilgang til data. Disse teknologiområdene anses både som realistiske, aktuelle og relevante for Oslo kommune.
 - c. På lengre sikt (2030-2040) vil selvkjørende kjøretøyer, droner, transport i rør/hyperloop og additiv produkttilvirkning være aktuelle teknologier for energieffektivisering. Det finnes allerede i dag piloter på selvkjørende busser og droner, utfordringen her ligger først og fremst på regelverkssiden. Transport i rør/hyperloop vil være teknologisk tilgjengelig, men muligens ikke særlig aktuelt eller relevant da dette først og fremst egner seg for større avstander, og det krever store investeringer i infrastruktur. Additiv tilvirkning er allerede i bruk for å produsere deler for kjøretøy og infrastruktur, og er i så henseende realistisk, men dette anses ikke som en teknologi som er aktuell eller relevant for å nå Oslo kommunes klimamål.
2. Hva vet vi i dag med en viss grad av sikkerhet om teknologiske endringer i transportsektoren (2030-2050)?
 - a. Det forventes en rask utvikling av elektriske kjøretøyer, bedring i batteriteknologi, introduksjon av nye løsninger for ladeteknologi (inkludert dynamisk lading for kjøretøy i bevegelse). Rundt 2030 forventer vi økt innslag av hydrogen som drivstoff i tynge fartøyer med tilhørende fyllestasjoner. Dette vil også bety lavere utslipp fra tung anleggstransport og anleggsmaskiner på byggeplasser.
 - b. Vi vil se økende grad av datadeling og utvikling av kommersielle tjenester basert på tilgjengelige data. Datadeling vil også kunne gi Oslo kommune muligheter for bedre planlegging og tilrettelegging av transportinfrastruktur og transporttjenester, effektiv og sikker trafikkavvikling og forutsigbart vedlikehold.
 - c. Effektiv og sikker datautveksling mellom infrastruktur og kjøretøy vil bidra til bedre styring og kontroll av kjøretøyparken og dermed mer effektiv og sikker trafikkavvikling, håndheving av regelverk og korrekt veiprisning.
3. Vil ny teknologi kreve utvikling av nytt regelverk, og hva slags regulering vil det eventuelt være behov for?

- a. Lov om selvkjøring ble etablert for å gjøre det mulig å etablere piloter med selvkjørende kjøretøy på vei. Dette regelverket må videreutvikles for å tillate normal bruk av selvkjørende kjøretøy (bil, buss, godstransport).
 - b. Regelverk rundt datahåndtering og datadeling må videreutvikles slik at man ivaretar personvern, anonymitet og sikkerhet. Standardisering er en viktig forutsetning for å at både offentlige og private aktører skal kunne utnytte tilgjengelige data.
 - c. Det må utvikles regelverk for overtagelse av styring og kontroll av kjøretøyers funksjoner.
4. Hva slags ny infrastruktur må utvikles for å ta i bruk ny transportteknologi?
- a. En digital infrastruktur i form av mobile kommunikasjonssystemer og plattform for datadeling er en forutsetning for samvirkende ITS, autonome kjøretøyer samt intelligent godslogistikk i by.
 - b. Det må etableres en arealeffektiv ladeinfrastruktur og energilagring for å kunne tilrettelegge for elektrifiserte kjøretøyer.
 - c. Gode parkeringsmuligheter omkring bykjernen og utenfor viktige offentlige bygg (f.eks. sykehus) er særlig viktig for folk med bevegelsesvansker eller andre spesielle transportbehov.
5. Hva kan Oslo kommune gjøre for å tilrettelegge for bruk av nøkkelteknologier?
- a. Kommunen kan delta i og støtte utviklings- og demonstrasjonsprosjekter for ny teknologi relatert til transport.
 - b. Kommunen kan utnytte de innovasjonsmulighetene som er tilgjengelig gjennom offentlige anskaffelsesprosesser.
6. Hva slags kompetanse og kapasitet trenger kommunen mer av mot 2030, dersom man skal legge aktivt til rette for teknologisk omstilling i transportsektoren?
- a. Det vil være behov for å styrke kompetansen på flere av de teknologiområdene som er omtalt i dette notatet, ikke minst på områdene energisystemer og IKT.
 - b. En aktiv dialog og samarbeid med forskningsmiljøer og industri vil gi tilgang til teknologikompetanse og mulighet til å påvirke utviklingen av nye kommersielle tjenester og produkter som bidrar til å nå klimamålene. Dette kan skje gjennom innovasjonsprosjekter i offentlig sektor støttet av NFR, deltagelse i EU-prosjekter kan også være aktuelt. Planlegging av kompetanse og kapasitet kan gjøres ved å utvikle en FOUI-strategi med handlingsplan fram mot 2030.
7. Er det noen områder Oslo kan satse spesielt på, som vil være særlig verdifullt i et globalt perspektiv/C40?
- a. Å etablere en infrastruktur for nullutslippskjøretøy vil mest sannsynlig bli av større interesse også internasjonalt, kanskje spesielt i EU. Her økes fokuset på klimamålene og tiltak for å nå disse, og de ser til Norge med sin store andel elbiler.
 - b. Oslo kommune kan tilrettelegge for uttesting og demonstrasjon av ny teknologi, noe som kan føre til internasjonal oppmerksomhet. Her kan man se til positive erfaringer fra for eksempel de etablerte testområdene for autonome skip og prosjekter slik som Yara Birkeland. Dette har økt den internasjonale oppmerksomheten mot norsk maritime industri. Hovinbyen vil være et meget godt sted å teste ut optimale løsninger for nullutslippstransport.
 - c. Godt samspill mellom offentlige aktører, industri og forskning vekker anerkjennelse og oppmerksomhet internasjonalt. Synliggjøring og presentasjon av samarbeidsprosjekter i internasjonale fora vil kunne bidra til å gi Oslo kommune en posisjon som ledende på tiltak for reduserte utslipp i by. At Oslo er miljøhovedstaden i 2019 er opplagt en god mulighet.

3 Teknologitrender

3.1 Automatisering av landtransport

De neste årene vil fortettingen i byer stille store krav til effektiv mobilitet, samtidig som digitale løsninger kan gi smartere og mer effektiv transport. Utviklingen av automatiserte transportsystemer er sterkt teknologidrevet, og utviklingen skjer raskt. Samtidig vil et helt eller delvis automatisert transportsystem påvirke og utfordre samfunnsutviklingen. Dette gir store utfordringer for både teknologi, samfunnsliv og regelverk, og krever tverrfaglig tilnærming for å lykkes.

Automatisering av transportsystemet kan føre til:

1. Sikrere transport
2. Mer energieffektiv transport
3. Mer fleksibel transport
4. Raskere transport
5. Frigjøre areal som tidligere er benyttet til P-plasser

Selvkjørende kjøretøy vil med stor sannsynlighet bli en del av fremtidens bymiljø. I Oslo kan man tenke seg at selvkjørende kjøretøy innen både kollektivtransporten, drosjer og privatbiler vil eksistere innen få år. Ruter har tanker om å gjennomføre forsøk med dette allerede i 2019.

Selvkjørende kjøretøy kan gjøres svært energisparende. Selv om kjøretøyene er elektriske og i utgangspunktet ikke har noe klimagassutslipp, så er energiforbruket svært viktig. Kjøringen vil kunne gjøres energieffektiv med utgangspunkt i smarte rutevalg med tanke på topografi og annen trafikk, men også med hensyn på fart, akselerasjon og retardasjon.

En annen klar fordel med selvkjørende kjøretøy er den økonomiske besparelsen: Besparelsen i lønnskostnader kan brukes til å utvide tilbudet, som er viktig for å nå strategien om at flere skal velge kollektivtransport i Oslo. Samtidig vil man stå friere til å skalere transporttilbudet etter behovet, både i forhold til hvor folk bor og i forhold til reisetidspunkt. Man kan også tenke seg at små selvkjørende kjøretøy med plass til bare 1-2 personer kan gjøres lønnsomme. Ved å kjøre ut flere slike transportenheter (podder), vil man kunne frakte personer fra dør til dør eller hvor en måtte ønske, for eksempel til nærmeste kollektivknutepunkt. Slike podder kan bestilles etter behov, og man behøver dermed ikke noen rutetabell.

Selvkjørende kjøretøy krever at lover og regler tilrettelegges for at teknologien skal kunne anvendes. Vi har nå i år fått på plass en lov som tilrettelegger for uttesting av selvkjørende kjøretøy i Norge. Slike pilotprosjekter er det flere av rundt om i Norge, men også i resten av verden. Et sentralt spørsmål fremover i forhold til loven er hvem som skal ha har ansvaret ved en kollisjon der det selvkjørende kjøretøyet har skyld. Flere fabrikker stått frem og sagt at de tar ansvaret for ulykker med selvkjørende personbiler som skyldes tekniske feil ved fabrikkens systemer. Det er et åpent spørsmål om dette også gjelder for kollektivtransportmidler.

Intelligente transportsystemer (ITS) er anvendelse av IKT for å gjøre transportsystemene mer trafiksikker, mer effektive, mer miljøvennlige og mer tilgjengelig for alle typer trafikanter. ITS sørger også for utveksling av informasjon mellom biler og mellom bil og systemer langs veg og andre trafikanter, men også med systemer sentralt. Dersom alt dette kommer på plass, vil det kunne styrke transporttjenestene ytterligere. Slike systemer er under utvikling over hele verden, og følger internasjonale standarder. Selve kommunikasjonen kan skje via mobilnettet eller via en dedikert ITS infrastruktur.

Økt grad av automatisering stiller krav til at kommunene tilrettelegger og planlegger for "first & last mile" transport mellom for eksempel kollektivknutepunkt og hjem eller jobb. Det må være enkelt å bestille og betale for alle slike reiser. I tillegg til selve bestillingen, må det være både enkelt og oversiktlig å betale for tjenesten. Det må også være enkelt å hoppe av og bestille et annet reisemiddel dersom det er behov for det. Man kan tenke seg at noen kunder er villig til å betale ekstra for å komme tidsnok frem til et møte dersom trafikken har stoppet opp. Fleksibilitet og forutsigbarhet er sentrale stikkord. Et suksesskriterium er at brukerne favoriserer bruk av kollektivtransport fremfor bruk av egen bil. Samtidig må ikke tilbudet bli så attraktivt at folk foretrekker automatiserte løsninger fremfor å gå eller sykle med den helsegevinst som ligger i dette.

Det er neppe realistisk at denne typen teknologi er en del av dagliglivet til privatpersoner innen 2030. Det vil ta tid å få på plass både det regelverket de kommunikasjonsløsningene som trengs. Vi kan imidlertid få se flere piloter av mindre busser, og kanskje noen implementeringer av autonome farkoster som frakter gods.

Teknologien er aktuell fordi den vil være et bidrag til å gjøre transport mer effektiv og energivennlig. Teknologien er relevant for Oslo kommune fordi den kan utgjøre viktige elementer i både kollektivtrafikken og for transport av varer (også mellom offentlige bygninger). Teknologien er relevant for byutvikling, da autonome farkoster kan knytte sammen sentrale deler av byen.

3.2 Samvirkende intelligente transportsystemer

Som nevnt ovenfor, krever automatisert transport at ulike datasystemer "snakker sammen" - såkalt samvirkende eller Cooperative ITS (C-ITS). Utviklingen av slike systemer har primært vært knyttet opp mot bilindustrien og anvendelser på hovedvegnett. Slik kommunikasjon mellom ulike trafikantgrupper, informasjons- og styringssystemer kan imidlertid utnyttes på en rekke måter, og dermed representere nye verktøy byene kan benytte i arbeidet med å nå sine transportpolitiske mål. I EU-prosjektet CIMEC¹ (Cooperative ITS for Mobility in European Cities) ble det gjennomført en kartlegging av transportrelaterte behov og utfordringer i små og mellomstore europeiske byer, herunder hvilke C-ITS-anvendelser som var mest interessante for byene. Dette omfattet bl.a. prioritering/"grønn bølge" for syklistene eller kollektivtransport i lyskryss, etablering og håndheving av ulike former for adgangskontroll for kjøretøy, f.eks. egne kjørefelt for el-biler, lavutslippssoner, boligsoneparkering og dynamisk adgangskontroll på dager med dårlig luftkvalitet. Noen anvendelser er allerede tilgjengelige i markedet, andre er under utvikling eller uttesting.

Prosjektet GeoSUM² skal teste ut såkalt "geofencing". Geofencing innebærer å definere en digital sone på et kart og formidle denne direkte til kjøretøyene. Geofencing gir en mulighet for å sette inn virkemidler raskt uten bruk av kostbar og rigid fysisk infrastruktur, som bomringer. Kun fantasien setter grenser for bruksområdene: informasjon om ulykker og utfordrende kjøreforhold langs vegen, hindre tilgang til områder, ta betalt for parkering eller differensiere avgifter mellom kjøretøygrupper (buss, bil, tungbil osv.). GeoSUM skal prøve ut to bruksområder for geofencing gjennom pilotforsøk: Det ene bruksområdet dreier seg om å definere spesifikke regler for sonen, som for eksempel å begrense bilenes makshastighet i

¹ <http://cimec-project.eu/>

² <https://www.sintef.no/prosjekter/geofencing-for-smart-bytransport/>

området rundt skoler. Det andre bruksområdet dreier seg om å definere lavutslippssoner hvor kjøretøyene selv rapporterer relevante data innenfor en sone, f.eks. antall kjørte kilometer, for å oppnå mer rettferdig vegprising. Soner for vegprising kan brukes for raskt å kunne bedre luftkvaliteten i bykjerner ved å belønne mer miljøvennlige drivstofftyper, eventuelt å øke prisen for de mindre miljøvennlige. I dette tilfellet er hybridkjøretøy spesielt interessante fordi de kan tvinges over på el-drift innenfor en sone og dermed få lavere avgift.

Det er realistisk at dette teknologiområdet er en del av dagliglivet til privatpersoner innen 2030. Vi kan se flere piloter både i Norge og andre land, og teknologien er på markedet.

Teknologien er aktuell fordi den vil være et bidrag til å håndheve regelverk som stimulerer til mindre biltrafikk i gitte områder, og den vil gjøre transport mer effektiv og energivennlig.

Teknologien er relevant for Oslo kommune fordi den kan benyttes til å regulere antall biler i gitte områder, og den kan benyttes til effektiv arealplanlegging fordi den vil kunne gi oversikt over for eksempel parkeringsplasser.

3.3 Mobilitetstjenester

Sømløse mobilitetstjenester eller "Mobility as a Service" (MaaS) er et samlebegrep som i dag gjerne benyttes om systemer som tilbyr anropsbasert, skreddersydd informasjon om transporttilbudet. Begrepet MaaS ble visstnok først lansert i en masteroppgave ved Aalto universitet i Finland (Heikkilä, 2014). MaaS-applikasjoner integrerer informasjon om ulike deler av transportsystemet og gir brukeren informasjon tilpasset transportbehov og ønsker. Tjenestene kan f.eks. omfatte samlet oversikt over offentlige transporttilbud, som i EnTur³ eller Ruters reiseplanlegger, informasjon om annen ledig transportkapasitet, f.eks. hvor en kan finne ledige bysykler, (innfarts-)parkeringsplasser eller kjøretøy i bildelingsordninger, eller ledig seteplass i kjøretøy i transportsystemet, enten det er snakk om drosje, Uber-biler eller varianter av samkjøringstjenester. I tillegg til informasjon om tilgjengelige transportalternativ, kan MaaS-applikasjoner også inkludere muligheter for å bestille og betale for transporttjenester.

Begrepet "delt mobilitet" brukes for transporttjenester som deles mellom ulike brukere (Bakken, 2017). Dette kan være drosjetjenester, samkjøring, bildeling, sykkeldeling med mer. Allerede i dag eksisterer slike tjenester både med bildelingstjenester (Eksempler: Bilkollektivet, Hertz bilpool, Move About og Hyre) og sykkeldeling (bysykler) i Oslo. Det finnes private aktører (Nabobil), offentlige tilbud og kommersielle virksomheter (Uber) som tilbyr dette.

I Oslo har Bertel O. Steen i samarbeid et borettslag, startet tjenesten "Bil iblant"⁴, som tilbyr beboerne i borettslaget tilgang til bildeling, noe som bla. kan bidra til å redusere behovet for å skaffe egen bil. Ordningen er nystartet, og erfaringene derfor så langt begrenset.

Både offentlige og private aktører er engasjert i utvikling av mobilitetstjenester, bl.a. gjennom deltakelse i MaaS Alliance⁵. For myndigheter er motivasjonen gjerne knyttet til at enklere tilgjengelig og mer presis og relevant informasjon om alternativer til privatbilen er en forutsetning for at flere skal kunne velge bort egen bil. Samtidig er det slik at flere av MaaS-anvendelsene kan bidra til å gjøre det enklere å få tilgang til bil, f.eks. gjennom bildelingsordninger eller samkjørings-"haike"-tjenester. Det er ikke umiddelbart gitt at slike anvendelser

³ <https://www.entur.org/>

⁴ <https://biliblant.no/>

⁵ <https://maas-alliance.eu/>

bidrar til reduksjon i bilbruk og miljøproblemer. Tilgang til bildeling kan redusere behov for egen bil, men både bildeling- og samkjøringstjenester kan også føre til færre turer med kollektivtransport eller ikke-motoriserte reisemåter. Det er derfor ikke gitt at alle MaaS-anvendelser bidrar til å redusere miljøproblemer, selv om det tidvis kan framstilles slik.

I tillegg til at MaaS-applikasjoner bidrar til informasjon om og etablering av transporttjenester, representerer de også en ny og potensielt interessant kilde til kunnskap om mønstre i befolkningens etterspørsel etter transport. Statistikk og data fra MaaS-applikasjoner kan gi et nyttig kunnskapsbidrag til planlegging av framtidig transportsystem og arealbruk.

Det er sannsynlig at dette teknologiområdet er en del av dagliglivet til privatpersoner innen 2030, da det allerede er utviklet en rekke kommersielle MaaS-tjenester, også spesifikt for Oslos innbyggere (bildelingstjenester, Ruter etc).

Teknologien er aktuell fordi den vil være et bidrag til å gjøre det enklere for enkeltpersoner å velge det mest bærekraftige transportalternativet ut fra sine behov.

Teknologien er relevant for Oslo kommune fordi det kan være aktuelt for kommunen selv å tilby MaaS-tjenester til sine innbyggere (for eksempel skoleskyss, forflytning av eldre etc.).

3.4 Ladeinfrastruktur

Elektriske kjøretøy kan bidra sterkt til at Oslo kommune når sine klimamål. Teknologien er allerede i bruk for private biler og for busser, og denne trenden er økende. Noe av grunnene til at elbiler har blitt populær, er de sterke politiske virkemidlene i form av avgiftsreduksjoner samt at overgangen til elbil krever lite endring i folks transportvaner. Oslo kommune stiller krav om utslippsfrie drosjer fra 2022 og overgang til fossilfri kollektivtransport innen 2020. Kommunen kommer også til å stille krav til utslippsfri transport av varer og planlegger å tilrettelegge for pilotprosjekter for utslippsfrie anleggsplasser og elektriske varebiler (Oslo kommune, 2018).

I Oslo finnes det over 2000 offentlig tilgjengelig ladepunkter. 1300 av disse er eid av Oslo kommune, som gjør kommunen til Norges største eier av ladeinfrastruktur, og faktisk en av verdens største. Oslo kommune ber innbyggerne velge elbil, og må derfor bidra til ladeinfrastrukturen i byen. I 2017 var det ca. 22 500 elbiler i Oslo, og Norsk Elbilforening spår at dette tallet vil øke til 40 000 innen 2020 (Norsk elbilforening, 2017). Byrådet har satt som mål at alle nye biler og varebiler skal ha elektrisk drift innen 2020. Generalsekretæren i Norsk elbilforening Christina Bu har sagt at: "Med utgangspunkt i EUs anbefalinger, som sier vi skal ha ett normalladepunkt per ti elbiler, vet vi at det må bygges minst 1000 nye normalladepunkter i Oslo hvert år. Baserer vi oss på salgshallene, må vi sannsynligvis ha på plass det dobbelte av det kommunen har foreslått i 2018-budsjettet. Det er også forbilledlig at kommunen samarbeider med kommersielle aktører for å bygge ut flere hurtiglader. Det offentlige kan ikke finansiere all ladeinfrastruktur alene, og vi er avhengige av at det vokser fram et kommersielt marked som sørger for volum og utbredelse av ladetilbud i hele landet." (Norsk Elbilforening, 2017).

En stor utfordring for Oslo er at mange av innbyggerne bor i leiligheter hvor lading kan være utfordrende. Mange er avhengig av gateparkering, og bruker bilen (elbilen) i jobb, for eksempel håndverkere og drosjesjåfører, og dette er blant årsakene til at kommunen bidrar med støtteordninger. Tilgang til hurtiglader med høy effekt kan derfor forventes å bli viktigere med tiden, og spesielt for kommersielle kjøretøy (drosjer, varebiler etc.) Det er også en forventet utviklingstrend at det vil komme flere større ladeanlegg med høy total installert ytelse. Det finnes allerede

planer om europeisk utrulling av hurtigladestasjoner med 350 kW effekt, og eksempler på store hurtigladestasjoner med opp mot 2.5 MW total installert ytelse. Denne utviklingen sammenfaller også med økende behov for ladestasjoner med høy effekt for elektriske busser og elektriske passasjerferger. Økende krav til effekt vil dermed medføre andre krav til kraftsysteminfrastruktur enn det som hittil har vært nødvendig ved utbygging av ordinære ladepunkt for elbiler og enkeltinstallasjoner av hurtigladere med effekt i området 50-100 kW. Dette kan medføre at det vil bli økende behov for koordinering av nettutbygging, trafikkplanlegging og utbygging av annen infrastruktur etter hvert som antallet elektriske kjøretøy øker, og dermed behovet for batterilading.

Det kan forventes videre utvikling av ladeteknologi, og etter hvert introduksjon av løsninger for trådløs induktiv lading. Store bilprodusenter, som eksempelvis BMW, Mercedes med flere, har allerede lansert planer for integrasjon av induktiv lading i deres elektriske kjøretøy. Det forventes introduksjon i markedet av slike løsninger for privatbiler i løpet av de kommende tre årene [NY Times]. Dette kan gi nye muligheter for kommersiell bruk av elektriske kjøretøy ved at teknologi eksempelvis utnyttes for automatisk batterilading på drosjeholdeplasser eller på parkeringsplasser for eiere av elbilflåter. Tilsvarende teknologi er også under demonstrasjon og utprøving på holdeplasser for elektriske busser og elektriske ferger [Scania 2016], [Wärtsilä 2107]. Trådløs induktiv lading gir mulighet for fullstendig automatisert batterilading uten noen form for mekanisk/elektrisk kontakt, dette er en teknologi som passer godt sammen med utvikling av autonome kjøretøy. Gradvis introduksjon av autonome biler og autonome løsninger for kollektivtransport kan derfor forventes å gi økt behov og interesse for infrastruktur for trådløs induktiv lading.

Teknologiområdet er realistisk fordi det allerede finnes eksempler på implementert teknologi i andre land, det er svært sannsynlig at dette er en teknologi som er en del av dagliglivet innen 2030, både for personbiler, varetransport og kollektivtransport.

Dette er en høyst aktuell teknologi da det er dette som vi gir det største bidraget til redusert utslipp i transporten.

Teknologien er relevant fordi Oslo kommune har mulighet til å planlegge både piloter og implementering av ladeinfrastruktur.

3.5 Additiv tilvirkning

Additiv tilvirkning (AM), også kjent som 3D-printing, er et felles begrep for en gruppe av tilvirkningsprosesser der objekter bygges opp gradvis ved å legge på ønsket materiale inntil objektet har fått en geometrisk form som samsvarer med den digitale modellen. AM kan brukes for lokal produksjon av mange forskjellige typer av produkter. En del av det som har blitt presenter i presse og på internett, har vært basert mer på spekulasjoner enn på faktisk state-of-the-art. Det er lite sannsynlig at dette er en teknologi som i stor grad vil prege det private konsumermarkedet innen 2030, mest fordi råvarene vil være for kostbare. Det er likevel noen sider ved denne teknologien som kan få betydning for produksjon og transport av visse varer.

AM har store fordeler fordi teknologien gjør det mulig med høyere grad av brukertilpasning av produktene. Brukertilpasning innebærer imidlertid at brukeren må involvere seg mer i konstruksjon og design av produktene. Dersom kostnadene ved AM i hovedsak er knyttet til maskintid ved fremstilling av produktet, blir prisen for produktet forholdsvis uavhengig av lokalt

lønnsnivå. Derfor kan slike brukertilpassede produkter som tilvirkes med AM med fordel produseres så nær sluttbrukeren som mulig. Dersom dette også betyr at brukene blir mer tilfreds med sine spesialtilpassete produkter, og da ikke ønsker skifte ut, og skaffe seg nye produkter i samme omfang som tidligere kan dette gi grunn for en minking av behovet av transport av varer til sluttbrukene. Samtidig må det også siges at AM-basert tilvirking av produkter uansett trenger transport av råvarer der er tilpasset til de forskjellige prosessene, og i flere AM prosesser produseres også et avfall (for eksempel støttestruktur der brukes for å fikse arbeidsstykket under byggeprosessen) og dette må også tas om hand og om dersom mulig resirkuleres. Det store spørsmålet der avgjør hva for innflytelse AM for behovet av transport i forhold produksjon av konsumvarer blir da hvor stor andel av konsumvarene som sluttbrukene er interessert i å få individualisert og direkte produsert sånn at AM blir en konkurransedyktig tilvirkingsmetode.

I forhold til industrielle produkter has AM allerede i mange eksempler vist seg gi muligheter for optimaliserte produkter i forhold til både ytelse og material forbruk på en måte som aldri tidligere har vært mulig. Dette har gjort det mulig å kraftig redusere vekten på flere komponenter i transportsektoren, hvilket for eksempel i flyindustrien gir muligheter til betydelige reduksjon av forbruket av brennstoff. Samtidig har optimaliseringen av produktgeometrier gjort det mulig å få bedre ytelsen til individuelle komponenter, -inkludert motordeler, hvilket da leder til redusert forbruk av brennstoff og forbedret levetid hos de individuelle komponentene. Dersom AM er basert på suksessiv tilføyning av materiale tilbyr denne teknologien også muligheter for reparasjon og modifikasjon av slitne eller utdaterte produkter. Dette brukes per i dag for noen høykostnads produkter og har der gitt kraftig reduserte syklustider for reparasjon og mangfoldig lengre levetid for disse produktene. I noe fall har man også forbedret ytelsen til produktet i samband med reparasjonen. Dette er en mulighet som kunne brukes i meget høyere grad enn det blir gjort i dag, og ville i sånn fall kunne redusere kostnader miljøbelastning som kommer med nyproduksjon og resirkulering av forbrukte varer.

I forhold til byggsektoren har det vært en hel del oppmerksomhet muligheten å "printe" hus og bygninger. Det er for så vidt helt klart mulig å bygge vegger og andre store konstruksjons elementer gjennom å suksessivt legge ut strenger av hurtigstivnende betong, men normalt må man uansett transportere råvarene til byggeplassen. Samtidig betyr metoden å legge ut betong lag på lag at man ikke har en naturlig måte å armere betongen gjennom flere lag og det kan i mange fall være en begrensning for hva man kan bruke de uarmerte betongelementene til. Alternativt må metoder for å integrere armering i "3D-print"-byggeprosessen utvikles. Selv om det finnes flere eksempler på "3D-printede" bygninger og konstruksjonselementer, er dette området innenfor AM ennå forholdsvis umodent og trenger en god del forskning og utvikling før det får et gjennombrudd. For eksempel må man få full kontroll på egenskapene til materialet under og etter byggeprosessen. Det handler blant annet om styrke og egenskaper for vibrasjoner, brann, fukt og akustikk. De materialer man benytter i konvensjonelle byggemetoder i dag er mest sannsynlig ikke optimale for AM-bygging. På annen side vil innføring av AM gi anledning til utvikling av nye byggematerialer som er bedre tilpasset fremtidens miljøkrav, men denne utviklingen er ikke begrenset til AM-baserte prosesser. Det vil også skje videre utvikling av grønne byggematerialer for bruk i konvensjonelle byggemetoder, og de vil sannsynligvis kunne få større betydning for miljøet inntil "3D-printet husbygging" har fått sitt gjennombrudd. En annen interessant side ved fremtidens "3D-printing av hus" er at det gir mulighet til å bygge geometrier som hadde vært umulige eller meget vanskelige å bygge konvensjonelt, det burde kunne lede til reduksjon i materialforbruket, men hvor mye vil komme an på hvilke krav som stilles i regulering av slike bygninger. En annen interessant mulighet er at en større del av byggeprosessen kan digitaliseres og automatiseres. Dette kan lede til store besparelser i tid og kostnader, men vil også stille store

krav til kontroll på alle deler av denne del av produksjonsleddet, inklusive inspeksjon og verifikasjon av sluttresultatet.

Det vil sannsynligvis skje en stor utvikling i AM de kommende årene, men i forhold til byggesektoren er det mye utvikling igjen før det vil ha en stor påvirkning på miljøbelastningen, og det er lite sannsynlig at det vil få en avgjørende effekt før 2030. Derimot kan vi trolig forvente at det vil skje en introduksjon av AM i mindre skala og da fremfor alt for spesifikke byggelementer og unike komponenter.

Denne teknologien anses verken som realistisk, aktuell eller relevant for Oslo kommune innen 2030 fordi det ikke finnes gode piloter som viser til positiv effekt for varetransporten. Det er heller ikke sannsynlig at transportbehovet vil bli redusert fordi privatpersoner eller industri benytter 3D-printing fremfor å kjøpe varer fra steder lenger unna.

3.6 Droner

De siste fem årene har det vært en rivende utvikling innen droneteknologi. Dette skyldes en kombinasjon av teknologiutvikling og et kraftig prisfall på sensorer og beregningskraft. Droner (ubemannete fartøy i luft, til vanns og på land) forventes å kunne løse mange ulike oppgaver i transportsektoren, ikke minst til "last-mile-delivery" av ulike typer varer. Droner har de siste par årene blitt utredet for forskjellig bruk i transportsektoren, blant annet til ulike drift- og vedlikeholdsoppgaver.

Autonome droner vil i fremtiden kunne operere trygt med svært liten risiko for kollisjoner i både trange og åpne områder. Små og mellomstore droner (f.eks. take-off-vekt < 25 kg) vil i større grad kunne operere autonomt også under vanskelige værforhold med vind, regn og snø. På lengre sikt vil enkeltdroner og samarbeidende droner kunne gjennomføre løft og håndtering av objekter, f.eks. sette sammen objekter, skru inn skruer osv. Det gjøres allerede tester med droner (herunder luft- og bakkegående fartøy) som sørger for "last-mile-delivery". Når teknologien er moden nok, og så fremt at regelverket åpner for det, vil droner i lufta og på bakken kunne gjennomføre "last-mile-delivery" i større skala. Droner som kjører autonomt i forkant av f.eks. skip og tog vil kunne gi tryggere transport fordi dronen kan oppdage f.eks. mennesker, dyr eller gjenstander på togsjennene.

Det er ikke utenkelig at vi i Norge vil ha et nett av stasjoner der autonome droner kan lette og lande. Dette vil gjøre det mulig å tilby droner "as a service". Droner "as a service" kan bestå i at brukeren av et system med flere droner skal kunne fortelle systemet hvilke oppgaver han/hun ønsker utført uten å spesifisere hvordan systemet skal løse disse oppgavene. Systemet vil da selv velge ut antall/type droner som utfører oppgavene de skal utføre. Et slikt system gjør at brukeren kan fokusere sin kompetanse på oppgavene som skal utføres, og ikke på teknisk forhold knyttet til dronenes bevegelse. Oppgavene som slike droner kan settes til, kan spenne fra å ta bilder i tilknytning til eiendomssalg til inspeksjon av infrastruktur og kanskje til og med pakkelevering. Brukerne trenger ikke å tenke på å eie og drifte dronene, men kan leie inn dronetjenester ved behov.

Det forventes ikke at droner er en del av transporten i bybildet innen 2030, kanskje først og fremst fordi det må på plass et omfattende regelverk. Vi vil sikkert se piloter innen den tid, noe som vil bidra til utviklingen av det nødvendige regelverket. Allerede i dag blir imidlertid droner benyttet for overvåking og inspeksjon, for eksempel av for eksempel til overvåking av byggeplasser.

Dette er en aktuell teknologi fordi den vil kunne effektivisere en del transportoppgaver og redusere behovet for en kostbar transportinfrastruktur på bakkenivå.

Teknologien er relevant for Oslo kommune ved at kommunen kan legge til rette for piloter og bidra til å finne relevante case for droner anvendt til transportoppgaver.

3.7 Intelligent gods og bylogistikk

På grunn av teknologisk utvikling har handlemønsteret for deler av befolkningen endret seg fra handel i butikk til e-handel. Antall små leveranser øker, først og fremst på grunn av netthandel. Denne trenden vil øke dersom det blir flere som også handler dagligvarer på nett.

Også transporttjenester tilbys nå med mer fleksible løsninger enn det tradisjonelle faste rutemønsteret. Levering av restaurantmat skjer nå av aktører med en forretningsmodell i samme gate som Uber, Nabobil og Airbnb, altså basert på delingsøkonomi og en økt utnyttelse av eksisterende kapasitet. Dette har også paralleller til "Mobility as a Service" der man kun bestiller transport av godset fra A til Å uten å angi hvordan dette skal skje. Dette muliggjør mer fleksible transportsystemer som tilpasser transportmidlene som brukes til oppgavene som skal løses.

Automatisering av vareflyt har kommet langt inn i lagerbygninger, det neste steget er å automatisere vareflyten fra lager til hjem. En utstrakt bruk av droner (flyvende eller landbaserte) gjør at en blir uavhengig av å ha sjåfører til alle oppdrag. Dette vil ha betydning både for utnyttelsen av veiarealet og energiforbruket. Selvkjørende transportmidler vil kunne ta hånd om flere leveranser per tur med optimalisering av rutevalget. Man kan anta at infrastrukturen i fremtiden i enda større grad vil være fysisk tilpasset slik at roboter enklere kan ta seg frem. Roboter og droner vil kunne kommunisere elektronisk både med infrastrukturen og med hverandre (f.eks. for å åpne dører, lese ut informasjon osv.). En tilrettelagt hjemlevering med levering til egnede beholdere (in-box) gjør at kunden ikke må være tilstede. Dette kan være beholdere med temperaturregulering, som gjør at varer i prinsippet kan leveres når som helst på døgnet. Det finnes også eksempler på levering i en parkert bil (in-car) eller levering inn i hjemmet (in-home).

Samordning av varetransport ved bruk av konsolideringssentre har vært prøvd i Stockholm, Göteborg, København, London og flere byer i Nederland. I London er det rapportert reduksjon i klimagassutslipp på 54 % (Browne m.fl. 2011). I Nederland er det rapportert om 21 % reduksjon i kjørte km for varebiler og personbiler, og 8 % reduksjon for lastebiler (Van Rooijen & Quak 2010).

Et konsolideringssenter er strengt tatt ikke en teknologisk trend, men mer en måte å organisere varedistribusjonen på. Hovedsaken er å få distribuert de aktuelle varene så effektivt og miljøvennlig som mulig.

Konsolideringssentre har også vært aktualisert i Oslo gjennom forskningsprosjektet *Grønn bydistribusjon i Oslo*⁶. En vitenskapelig gjennomgang av barrierer for et konsolideringssenter i Oslo er beskrevet av Nordtømme m.fl. (2015), som identifiserer mangel på forretningsmodell og finansiering knyttet til oppstart og drift som de to viktigste barrierene. Prosjektrapporten har flere

⁶ <https://www.sintef.no/prosjekter/gronn-bydistribusjon-i-oslo/>

referanser som peker på at et konsolideringssenter ikke er økonomisk bærekraftig uten offentlig tilskudd.

Dette er et realistisk teknologiområde for Oslo kommune innen 2030. DB Schencker har allerede etablert et konsolideringssenter hvor varer distribueres ved hjelp av miljøvennlige transportmidler som el-sykkel og el-varebil. Dette gjelder foreløpig små kolli, ikke varetransport til byggeplasser. Vi kan imidlertid se gode piloter som demonstrerer ulike løsninger også for denne bransjen.

Dette er et aktuelt teknologiområde da det i stor grad kan effektivisere og redusere utslipp for varetransporten i Oslo kommune.

3.8 Transport av personer og gods i rør

Rørsystemer har lenge vært brukt til transport av væske og gass, men har ikke vært like vanlig for transport av faste materialer. Inntil nylig har eksisterende systemer for transport av faste materialer i rør vært pneumatisk og gått over relativt korte distanser. Eksempler på slik transport er intern rørpost på St. Olavs hospital i Trondheim og automatisk søppelsamling i Bergen og i Stockholm. Med et økende behov for å få godstransport bort fra vei, og en rask utvikling i graden av automasjon i varehus og lager, er det stadig økende interesse i å utvikle en rørinfrastruktur for transport av varer over litt lengre distanser. De nye transportløsningene er alle førerløse og elektrisk drevne. Fordelen med disse systemene er at de kan redusere belastningen på vei, bruker velkjent teknologi, har svært lav operasjonskostnad, stor grad av fleksibilitet for transportør og mottaker, og siden de foregår i lukkede systemer er de ikke avhengig av å vente på at kjøretøy skal bli fullt autonome. Slike løsninger er demonstrert og prosjektert for transport av blant annet containere (California, Singapore) og for palletransport (UK, Tyskland, Sveits med flere).

En av teknologiene som det har blitt investert mye i den siste tiden er Hyperloop. Teknologien bruker magnetisk levitasjon og lavt lufttrykk til å forflytte såkalte podder svært raskt og miljøeffektivt over distanser lengre enn 5 km. Virgin Hyperloop 1 har hatt en testbane i drift i Nevada siden sommeren 2017. Nå bygges det også testbaner i Frankrike. Den første operative Hyperloop-strekningen for vare- og persontransport kan være i drift allerede i 2022. En rekke land, inkludert Finland, har derfor signert intensjonsavtaler og utreder nå de store mulighetene som ligger i denne teknologien. Det etableres flere og flere Hyperloop-firma i 2018. Det første norske Hyperloop-firmaet "HyperNor" ble også etablert i 2018.

Dette er ikke ansett som en realistisk teknologi for Oslo kommune innen 2030 fordi det krever store infrastrukturinvesteringer og teknologien egner seg nok best for lengre avstander.

Det er en aktuell teknologi fordi den kan være et miljøvennlig transportalternativ.

Det synes ikke aktuelt for Oslo kommune alene å investere i denne teknologien.

3.9 Mobilitetsdata

Vi er vitne til en sterk økning i tilgjengelige data fra sensorer og infrastruktur som kamera, bevegelsessensorer, målere av miljødata, droner etc., men også på grunn av vår bruk av smarttelefoner og andre informasjonssystemer. Vi legger igjen stadig flere digitale spor og det samles mer og mer data om vårt bevegelsesmønster og våre preferanser som selskaper benytter til å skape nye tjenester. Et eksempel er Google som benytter posisjonsdata fra våre telefoner til

å analysere trafikken, og tilby tjenester som viser kødannelser på vei. Dette kan også utnyttes til å utvikle nye og bedre tilbud for person- og varetransport, tilbud som i større grad møter befolkningens behov og preferanser.

For å kunne utnytte data må nye teknikker for datahåndtering, analyse og visualisering utvikles. Her er det fortsatt behov for forskning, utvikling og innovasjon, men det er allerede mange prosjekter i gang, og det er grunn til å tro at utviklingen vil gå raskt. Tester utført ved Hamburg lufthavn gir et eksempel på de effektiviseringsgevinster som kan ligge i smart bruk tilgjengelige data [Kjenstad et al., 2013]. Ved bruk av optimeringsmodeller og algoritmer kunne man øke flyenes punktlighet med 60 %, redusere taxetiden med 30 % og redusere antall fly som er i bevegelse samtidig på taxebanen med 45 % sammenlignet med mer manuell styring.

Det vil for Oslo kommune være nyttig å identifisere sin egen rolle med hensyn til eierskap og drift av data. Det vil også være nyttig å gå gjennom de datakilder som kommunen faktisk allerede har eierskap til, og vurdere hvordan disse dataene kan benyttes til å utvikle tjenester og verktøy som bidrar til reduserte utslipp. Utviklingen av selve plattformen for deling av data er sannsynligvis noe som skal ligge et annet sted enn hos Klimaetaten, men etaten kan representere et godt case for utnyttelse av aktuelle data med sine klare mål om å redusere utslipp fra transportsektoren. Smart bruk av data kan gi et stort bidrag til effektivisering av transportvirksomheten og danne grunnlag for utvikling av gode tjenester og produkter.

4 Oppsummering og anbefalinger for Oslo kommune

Etter samtale med Klimaetaten 24/10-2018 har vi valgt å gå litt mer i dybden på tre teknologiområder som kan bidra til 95% redusert utslipp fra transportsektoren innen 2030. Bakgrunnen for dette valget er nærmere omtalt i kapittel 4.2, med fokus på potensialet for utslippsreduksjon, sannsynlig utvikling, krav til regelverk, behov for infrastrukturbygging og kompetanse på tilrettelegging.

De øvrige teknologiområdene som er beskrevet i kapitlene foran, kan også gi viktige bidrag til utslippsreduksjoner, men de tas ikke inn her av to grunner: a) fordi de allerede er godt utredet med flere prosjekter på trappene (slik som overgang til nullutslippsløsninger for Ruters kollektivtrafikk), og b) det forventes at teknologiene ikke er modne nok til å være særlig aktuelle innen 2030 (slik som pakketransport med droner, hyperloop, transport i rør, additiv tilvirkning).

Induktiv lading fra infrastruktur i bakken kan absolutt være relevant, f.eks. for drosjenæringa og for privatbiler utenfor offentlige bygg, f.eks. funksjonshemmede som avhengig av å komme til med bil til sykehus og andre behandlingsinstitusjoner. En eller flere piloter kan settes i gang innen kort tid for å verifisere teknologi og samle erfaring fra brukere.

De utvalgte teknologiområdene er:

1. Samvirkende intelligente transportsystemer (C-ITS)
2. Intelligent gods- og bylogistikk ("last-mile")
3. Mobilitetsdata

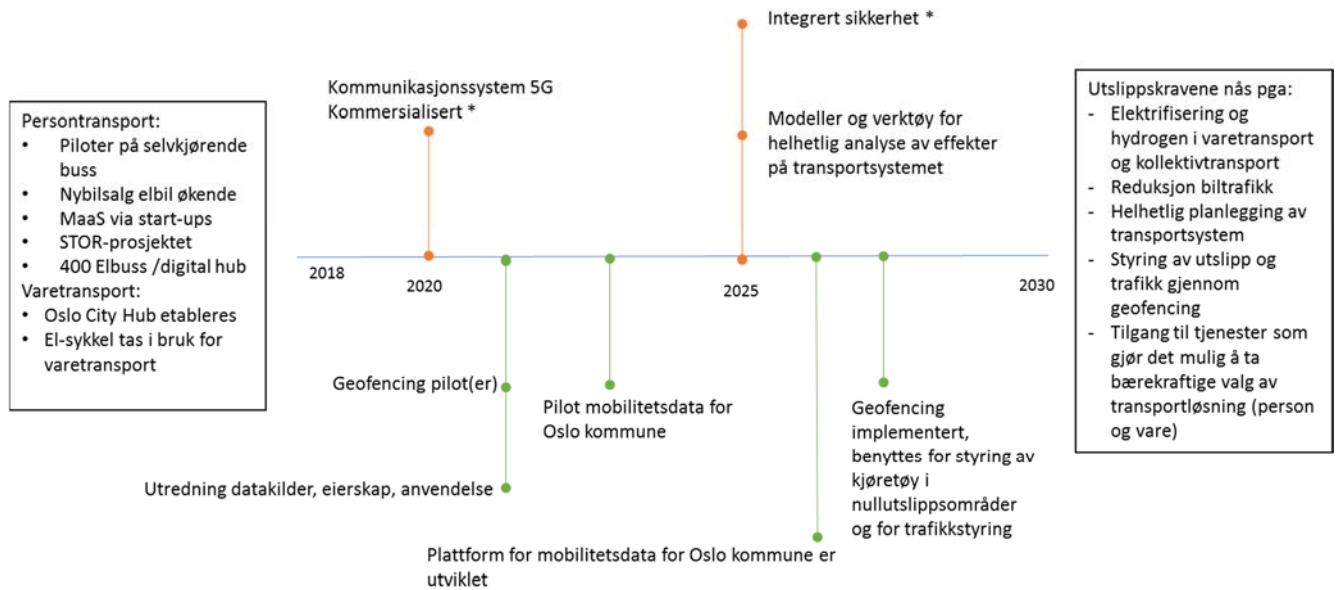
En viktig forutsetning for endelig implementasjon av disse teknologiene er et sømløse og sikre kommunikasjonsløsninger i transportsystemet. Dette er viktig for datainformasjon i sanntid, riktig overføringskapasitet og sømløs integrering. Dette vil krever omforente internasjonale standarder. Denne teknologien er derfor med på det veikartet som er beskrevet i neste kapittel.

En forutsetning for å kunne ta gode valg, er at man har modeller og verktøy til å vurdere effekten av tiltak, ikke bare i det området der tiltak iverksettes, men også i andre deler av transportsystemet. Hvis man for eksempel velger å innføre "geofencing" i ett område, bør det vurderes hvilken effekt det kan ha på trafikk og trafikkavvikling i andre deler av transportsystemet.

4.1 Veikart for pilotering og implementering av teknologier

Med pilotering menes et avgrenset prosjekt med start og slutt hvor en bestemt teknologi testes ut i virkelige trafikksituasjoner og der det logges data både for a) å verifisere oppførsel til teknologi, og b) å logge respons og adferdsmønster hos trafikanter og andre berørte. Kapittel 4.3 viser til eksempler på prosjekter hvor pilotering benyttes for å teste ny teknologi.

Det forutsettes at teknologien som skal implementeres, er ferdig utviklet, kommersialisert og installert i det miljøet den skal benyttes for en lengre periode inntil den oppdateres eller erstattes av ny teknologi.



* Fra rapport "Teknologitrender som påvirker samferdselssektoren" (SINTEF, 2017)

Figur 1 – Veikart for pilotering og implementering av teknologier

4.2 Vurdering av teknologiområdene

Klimapåvirkning

Ved å innføre "geofencing" med regulering av trafikken i tid og rom i definerte soner kan myndighetshavere f.eks. avgrense hvilke transportmidler som får trafikkere sonene, hvilken fremdriftsløsning som kan benyttes (f.eks. valg av el-drift hos hybride biler), hvilken fart som kan benyttes samt hvor det er tillatt å parkere. Restriksjoner på utslipp av klimagasser i enkelte soner kan bidra til å påskynde overgangen til nullutslippskjøretøy mer generelt.

Sannsynligvis vil man se en økt bruk av teknologi innenfor levering av varer, samtidig som mengden varetransport øker. I store byer som Oslo vil en økning i varetransport også føre til økt transportomfang, klimautslipp og antall store kjøretøy i boligområder, dersom man ikke gjør tiltak for å forhindre det. Her kan teknologiske løsninger bidra til å motvirke de negative effektene, hvis forholdene legges til rette for det. For varetransporten vil den største gevinsten effektivitetsmessig ligge i å konsolidere varetransport i byområdet. Barrierene til suksessfulle konsolideringssenter er ikke nødvendigvis knyttet til teknologi, men samarbeids- og forretningsmodeller, samt reguleringer. Allikevel vil teknologisk utvikling innen geofencing, kjøretøyteknologi og kommunikasjon gjensidig forsterke effekten av varekonsolidering.

Ved å samle data om transportsystemets infrastruktur og tilstand samt folks bevegelser og preferanser, kan man oppnå redusert utslipp ved å: Utvikle tjenester basert på statistisk dataanalyse, optimeringsalgoritmer og maskinlæring som gjør det enkelt for folk å velge det mest miljøvennlige alternativet for enten transport av seg selv eller varer; Benytte data som input til modeller som kan beregne effekt av innførsel av teknologi; Utnytte restkapasitet for person- og varetransport; Beregne optimal transport i forbindelse med bygg og anlegg.

Sannsynlige trender

De aller fleste nye biler er nå utstyrt med kraftige datasystemer og er "online". Dermed er det viktigste utstyret som kreves f.eks. for "geofencing", allerede er på plass. Etterhvert som bilparken fornyes vil andelen kjøretøy med tilfredsstillende kommunikasjonsteknologi bare øke.

Sannsynligvis vil nødvendig software for nye samarbeidsmodeller innen varetransport vil være tilgjengelig i løpet av få år. I årets utlysning for Pilot-T, som er et forskningsprogram i Norges Forskningsråd og Innovasjon Norge, var det 7 av 21 søknader som omfattet pilotering av teknologi for nye logistikk-løsninger. Disse søknadene omfatter både teknologiske plattformer for informasjonsflyt og konkrete produkter for innovativ varelevering. Selv om slike løsninger blir tilgjengelig, er det avhengig av at en kritisk masse benytter seg av det for å bli utbredt og økonomisk levedyktig. Med en økende grad av teknologisk tilpasset befolkning, mindre avhengighet av bil i byområder, og en stor økning i e-handel, vil dette sannsynligvis være i utstrakt bruk i løpet av det neste tiåret.

To mulige scenarier for mulig fremtidig utvikling er skissert nedenfor. I det første scenarioet beskrives det hva som kan skje dersom man forholder seg passivt til utviklingen. I det andre scenarioet er det beskrevet hvordan Oslo kommune kan ta en mer aktiv rolle som regulator og pådriver for teknologiske løsninger innen transportområdet.

Scenario 1: konservativ antagelse om videre utvikling

Den gode trenden med elektrifisering av lette biler fortsetter, og sprer seg også til tyngre kjøretøy. Det utvikles stadig nye tilbud på transport av personer og gods, mange få problemer med å overleve, men enkelte vil kunne slå an og overleve. Flere av transportørene etablerer egne sentrumsnære distribusjonssentraler, små kolli kan transporteres til sluttbruker ved bruk av transportsykler.

Scenario 2: optimistisk antagelse om styrt utvikling.

Basert på en omfattende kartlegging av transportstrømmer, befolkningens mobilitetsbehov, og arealkrav, utarbeides det en plan for tilrettelegging av ladeinfrastruktur, geofencing og konsolidering av all varetransport i Oslo. Personbiltrafikk blir regulert med "geofencing", med nullutslippssoner i kritiske områder. Dette støttes av en helhetlig planlegging av punkter for påfylling av strøm og hydrogen, eventuelt i kombinasjon med lading langs i vegen. Det tas ansvar for å opprette konsolideringssentra, med kommunen som eier. Transport mellom konsolideringssenter og sluttbruker settes ut på anbud, med krav om nullutslippskjøretøy som en del av anbudet. Trafikk for varelevering blir regulert med "geofencing", slik at kun kjøretøy som er tilknyttet konsolideringssenteret, har tilgang.

Krav til regelverk

For geofencing må det defineres et regelsett for individuell tilgangsstyring, innenfor vegtrafikkloven. Det må derfor utvikles en regulatorrolle som ivaretar dette.

All form for samordnet varedistribusjon (konsolidering) har en utfordring ved at samarbeid mellom transportører kan oppfattes som kartellvirksomhet, spesielt hvis det kun er noen få dominerende aktører som samarbeider. Det vil sannsynligvis være vanskelig å få unntak fra konkurranseloven for slik virksomhet. Ved å tenke på et konsolideringssenter som en kollektiv-transportentral der transport fra konsolideringssenter til sluttbruker blir satt ut på anbud, vil det være mulig å inkludere utslippskrav i anbudet.

Eierskap til data er et viktig område som krever regelverksutvikling. Det vil være viktig for Oslo kommune å vite om de kan stå som eier av mobilitetsdataene, eller om andre aktører kan eller må inn i bildet. Avtaler og kontrakter om eierskap og forvaltning av data må utvikles. Et interessant eksempel er håndtering av helsedata i HEMIT (Helse Midt-Norge IT). De har kommet langt i utvikling av avtaler og teknologi for overføring av sensitive persondata. Også standardisering av mobilitetsdata vil være viktig, blant annet for å sikre konsistens og sammenlignbarhet mellom ulike aktører og områder. Dersom det blir internasjonale standarder, kan tjenester og produkter utviklet i Norge også kommersialiseres i andre land.

Krav til infrastruktur

Det meste som trengs av IT-infrastruktur til "geofencing" vil være på plass i nye kjøretøy. Likevel må det sørges for at det er nok kapasitet i kommunikasjonsnettet dersom alle kjøretøy, også busser, skal være oppkoblede og eventuelt automatiserte.

På vareleveringssiden vil man se et behov for nye løsninger i form av distribusjonsentre, fra små fellesanlegg for utlevering av enkeltpakker til større konsolideringsentre. Dette vil til en viss tid og må innpasses i bybildet.

Infrastruktur for datainnsamling og håndtering vil være tilgjengelig i de nærmeste årene, ved kommersialisering av 5G-nettet og etablering av store datasenter som kan håndtere store datamengder.

Tilrettelegging

Kommunen står selv for mye av person- og varetransporten i Oslo, samtidig som de også er bestiller av varer og tjenester. Ved å være i forkant med å bruke nye tjenester med potensial for å effektivisere varetransporten, vil det være enklere for andre å følge etter. Samtidig kan kommunen sette krav til hvordan varer som går til eget bruk skal transporteres, f.eks tøy som er eller skal vaskes, avfall, mat til barnehager, sykehus, kommunale bygg og kontorer osv.

I tilknytning til "geofencing" kreves planleggingsrutiner for soner i stedet for dagens bomsnitt. Ved en eventuell utskifting av eksisterende teknologi, bør man velge løsninger som har åpne kommunikasjonsprotokoller og dermed tilrettelegge for sømløs informasjonsoverføring.

Mye av kunnskapen om effekter av nye teknologiske løsninger innenfor varetransport er i dag på teoretisk og lavt praktisk nivå. Ved å stimulere til, og i noen tilfeller initiere, større pilotprosjekt på veg mot implementering, vil man kunne få mer praktisk erfaring om hva som fungerer og ikke.

Kompetanse

Graden av teknologisk kompetanse som kreves er svært avhengig av hvilken rolle kommunen vil ta strategisk, og hvilken kompetanse kommunen allerede har. For eksempel vil en aktiv styring av varekonsolidering gjennom anbud kreve bestillerkompetanse om dagens varestrømmer, hvilke teknologier som det skal settes krav om, samt muligheter for regulering av trafikkstrømmer.

Det vil også være gunstig å samordne seg med andre myndighetshavere om tilgjengelig kompetanse, for eksempel Statens vegvesen Vegdirektoratet, som har høy kompetanse på "geofencing".

Verdifullt i et globalt perspektiv?

Oslo er allerede et fyrtårn for nullutslippsmobilitet i personbildegmentet. Teknologiene som er fremhevet i dette kapitlet kan føre til at Oslo blir et fyrtårn også på andre områder innen nullutslippsmobilitet. Deltagelse i EU-prosjekter hvor Oslo kommune stiller byen til disposisjon for pilotering, vil bidra til at satsingen gjøres kjent også utenfor landets grenser.

4.3 Eksempel pilotering og testing av ny teknologi

Testområdet for autonome skip i Trondheimsfjorden er et eksempel på teknologiutvikling som bidrar til redusert energiforbruk og dermed også utslipp. Dessuten er prosjektet interessant i tilknytning til regelverksutvikling. Dette er nødvendig fordi dagens regelverk er basert på at det til enhver tid er folk om bord på skipene. Fremtidens skip kan være ubemannet. Det er relevant å se til denne måten å utvikle regelverk på også for Oslo kommune, fordi det illustrerer nødvendigheten av godt samspill mellom industri, forskningsinstitutt og myndigheter. Hovinbyen kunne vært en slik testarena for nye transportformer i Oslo kommune. I testområdet i Trondheimsfjorden legges det til rette for at de som måtte ønske det, enkelt får tilgang til uttesting av sin teknologi, hvilket betyr tilgang til nettverk, erfaringsdata fra andre tester (som er tilgjengeliggjort), historiske og sanntids vær-, bølge- og strømdata, tilgang til arbeidsbåt(er) og kontrollrom med tilgang til aktuelle teknologiplattformer og nødvendig infrastruktur som skjermer etc. Viktige erfaringer fra testområdet er blant annet: Sjøfartsdirektoratet kan utvikle regelverk basert på fullskala tester av teknologi i stedet for teoretiske beskrivelser, dette tar de med seg i utviklingen av internasjonalt regelverk (IMO). Kystverket utvikler rutiner og kompetanse for autonome skip på et tidlig stadium slik at de er klare når det første autonome skipet er klart for seilas. Teknologien testes ut blant folk, slik at det kan bygges tillit til den autonome teknologien. Lignende testområder er under planlegging for selvkjørende kjøretøy på land, og for droner/luftfart.

Trøndelag fylkeskommune har benyttet seg av innovative offentlige anskaffelser der det er satt krav til at de nye hurtigbåtene skal ha nullutslippsteknologi om bord. Hurtigruta har også satt krav til utslippsreducerende teknologi. Det bygges også nå 60 nye elektrifiserte ferger, noe som nok ikke hadde skjedd om ikke Statens Vegvesen hadde igangsatt piloten Ampere. Dette er eksempler på at det offentlige er i posisjon til å pushe teknologiutviklingen mot reduksjon i utslipp. Oslo kommune er godt kjent med virkemiddelet innovative offentlige anskaffelser, og har mulighet til å påvirke utviklingen i transport etter mønster av det som foregår i maritim sektor. Eksempel på anvendelser i Oslo kommune kan være å sette krav om at kun nullutslippskjøretøy skal benyttes ved varetransport og anleggstransport for kommunen. Dette vil være med å drive fram miljøvennlige løsninger.

Selvkjørende busser er demonstrert på Fornebu, på Forus i Stavanger og på Kongsberg. Autonome brøytebiler testes ut på Gardermoen. Dette gir verdifulle erfaringer for dem som benytter seg av teknologien. Det gir også gode bidrag i arbeidet med regelverksutvikling.

Både SINTEF og andre universiteter og forskningsinstitutt, industri og myndigheter deltar i mange EU-prosjekter som inneholder piloter hvor norske aktører kan bringe inn kompetanse og teknologi, og/eller stiller områder til disposisjon for pilotene. Dette er verdifullt både fordi det er godt finansiert, men også fordi det øker tilgangen til et globalt marked for industrideltagere, og fordi man får tilgang til verdifull erfaringsdata fra pilotene.

4.4 Modell som verktøy for å vurdere effekt av tiltak

Modellverktøy har ikke vært i fokus verken på fagdagen eller i dialogen med oppdragsgiver i dette prosjektet. Med kunnskap om sammenhenger knyttet til komplekse problemstillinger kan man utarbeide modelleringsverktøy for å vurdere effekter av tiltak og eller pakker av tiltak. Nasjonal transportplan (NTP) har utviklet transportmodeller og nytteberegningsverktøyer som benyttes til å utarbeide beslutningsgrunnlag for prosjekter som skal inngå i NTP. Disse strategiske modellene ble også benyttet til å etablere deler av grunnlag for byvekstavtaler.

Mer detaljerte modelleringsverktøy benyttes for å vurdere trafikkavvikling i kryssområder med varierende trafikkmengder. Hvilke modeller som bør benyttes, vil være avhengig både av problemstilling, detaljeringsnivå og aktuelle endringer eller tiltak. De transportmodellene som benyttes i dag, bygger på erfaring for hvordan aktuelle transportenheter har beveget seg i transportsystemet frem til nå. Fremtiden modelleres basert på forventning om arealbruk og endring i befolkning der individenes valg baseres på den kunnskapen en har i dag. Modellene er derfor mindre egnet til å vurdere virkninger av teknologiske nyvinninger og trender som dagens trafikanter ennå ikke har noe forhold til. Gjeldende versjoner av transportmodellene og deres evne til å møte utviklingstrekk i samfunnet er nærmere omtalt i KPMG rapport Fremsyn 2050- Trender innen samferdsel frem mot 2050 [.

5 Referanser

ALICE (2017) Alliance for Logistic Innovation through Collaboration in Europe, webside;
<http://www.etp-logistics.eu/>

Browne, M., Allen, J., & Leonardi, J. (2011). Evaluating the use of an urban consolidation centre and electric vehicles in central London. IATSS research, 35(1), 1-6.

Dreyer, H., T. Foss (2012): Intelligent goods in transport systems (ISBN 978-82-321-0204-4)
Akademika publishing

CCFS (2017:) <https://thedigitalship.com/news/maritime-software/item/5065-cryptocurrency-for-shipping-launched>.

euRobotics aisbl (2013) https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/robotics-ppp-roadmap_en.pdf

Heikkilä, S. (2014): Mobility as a Service - A Proposal for Action for the Public Administration, Case Helsinki. Master theses, Aalto University, Finland.
<https://aalto.doc.aalto.fi/handle/123456789/13133>

IFR (2013) Statistics Department World Robotics Industrial Robots
<http://www.worldrobotics.org/>

Kongelig Norsk Automobilforbund (2017) <http://kna.no/aktuelt/nordmenn-vil-eie-bilen-sin/>

New York Times, 31.05-2018, "For Electric Cars Without a Plug, Thank Tesla (the Scientist)"
<https://www.nytimes.com/2018/05/31/business/electric-cars-wireless-charging.html>

Nordtømme, M. E., Bjerkan, K. Y., & Sund, A. B. (2015). Barriers to urban freight policy implementation: The case of urban consolidation center in Oslo. Transport Policy, 44, 179-186.

Norsk Elbilforening (2017) <https://elbil.no/oslo-kommune-baner-vei-for-elbilskiftet/>

Oluf Langhelle, Rolf Bohne, Tom E. Nørbech, "Elektrisk veg i Norge? Oppsummering av en konseptanalyse," Oppsummeringsrapport for IPN prosjektet ELinGO – Elektrisk nnfrastruktur for Godstransport, <https://www.sintef.no/projectweb/elingo/sluttdokumentasjon/>

Oslo kommune (2016) Klima- og energistrategi for Oslo. Behandlet av Oslo Bystyre 22.06.2015 (sak 195/16)

Oslo kommune (2018). Foredrag fra Marianne Mølmen, bymiljøetaten Oslo kommune.
Tilgjengelig på zero.no

Senter for Klima og energiomstilling (CET) (2017) Kollektive ladeløsninger og delt mobilitet, Bergen

Trond Bakken (2017) Teknologitrender som på virker transportsektoren, SINTEF Digital, rapportnr.: 2017-00303

Shared-Use Mobility Center. <http://sharedusemobilitycenter.org/>

Scania 2016, Scania tests fast wireless charging in urban traffic" 07.12.2016,
<https://www.scania.com/group/en/scania-tests-fast-wireless-charging-in-urban-traffic-2/>

Van Rooijen, T., & Quak, H. (2010). Local impacts of a new urban consolidation centre—the case of Binnenstadservice. nl. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2(3), 5967-5979.

Wärtsilä Corporation, Press release, 20.09.2017, "Another world's first for Wärtsilä - wireless charging for hybrid coastal ferry successfully tested," <https://www.wartsila.com/media/news/20-09-2017-another-worlds-first-for-wartsila-wireless-charging-for-hybrid-coastal-ferry-successfully-tested>

KPMG, Prognosesenteret, SINTEF og HR Prosjekt AS, Fremsyn 2050- Trender innen samferdsel frem mot 2050 28.03.2018.

https://www.ntp.dep.no/Forside/_attachment/2245103/binary/1248702?_ts=162cec11880

<https://www.ntva.no/teknologien-ender-samfunnet/>

Virgin Hyperloop 1 test site in Nevada:
<https://www.businesswire.com/news/home/20151208006339/en/Hyperloop-Technologies-Announces-Land-Deal-Propulsion-Open>