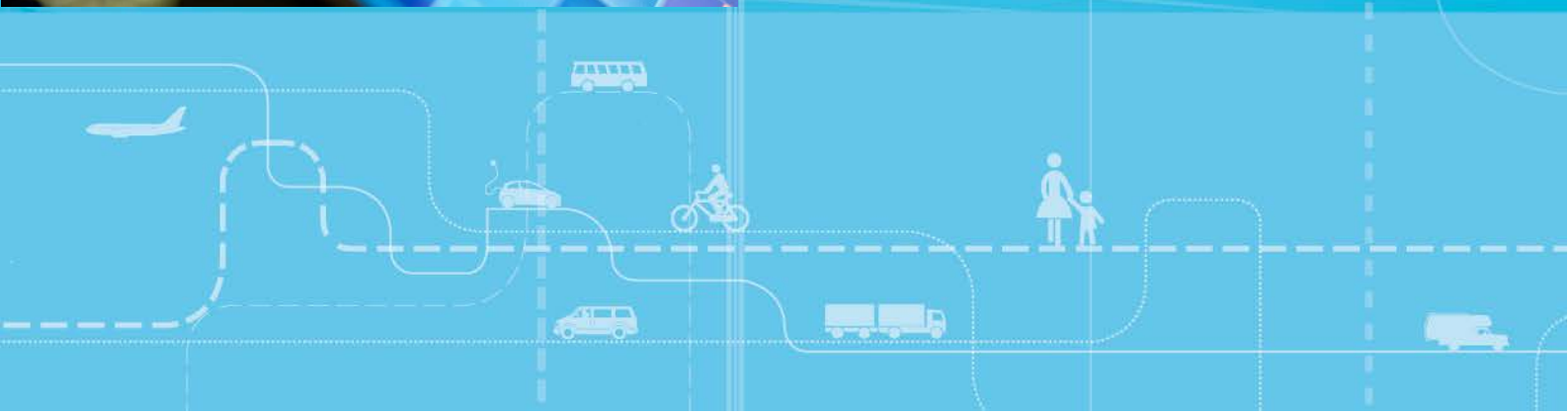


Betydningen av ny teknologi for oppfyllelse av nullvekstmålet

En litteraturstudie



Betydningen av ny teknologi for oppfyllelse av nullvekstmålet

En litteraturstudie

Vegard Østli

Tale Ørving

Jørgen Aarhaug

Forsidebilde: Shutterstock

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

Tittel: Betydningen av ny teknologi for oppfyllelse av nullvekstmål – en litteraturstudie

Forfattere: Vegard Østli, Tale Ørving og Jørgen Aarhaug

Dato: 06.2017

TØI-rapport: 1577/2017

Sider: 69

ISBN elektronisk: 978-82-480-1463-8

ISSN: 0808-1190

Finansieringskilder: Statens vegvesen Vegdirektoratet

Prosjekt: 4488 - Nullvekstteknologi

Prosjektleder: Vegard Østli

Kvalitetsansvarlig: Askill Harkjerr Halse

Fagfelt: Samfunnsøkonomiske analyser

Emneord: Nullvekstmål
Teknologi
Delingsmobilitet
Autonome kjøretøy
Mobility as a service

Sammendrag:

I dette prosjektet gjennomfører vi en litteraturstudie hvor vi ser på hvordan teknologisk utvikling påvirker nullvekstmålet for norske byområder fram mot 2030. Rapporten inngår som en felles utredning for byutredningene. Vi fokuserer på tre transportinnovasjoner drevet av teknologisk utvikling: delingsmobilitet, autonome kjøretøy og «Mobility as a Service». Basert på funnene fra litteraturstudien evaluerer vi virkninger med hensyn til trafikkarbeid, investerings- og driftkostnader, arealutvikling, politikkutforming, samt tidsaspekt for gjennomføring av tiltak i transportsektoren.

Title: The effects of technological development on travel demand with passenger car – a literature review

Authors: Vegard Østli, Tale Ørving og Jørgen Aarhaug

Date: 06.2017

TØI Report: 1577/2017

Pages: 69

ISBN Electronic: 978-82-480-1463-8

ISSN: 0808-1190

Financed by: Norwegian Public Roads Administration

Project: 4488 - Nullvekstteknologi

Project Manager: Vegard Østli

Quality Manager: Askill Harkjerr Halse

Research Area: Economic methods

Keywords: Travel demand
Technology
Shared mobility
Autonomous vehicles
Mobility as a service

Summary:

In this study we perform a literature review on the effects of technological development on travel demand with passenger car up to 2030. We mainly focus on three transport innovations facilitated by technological developments: shared mobility, autonomous vehicles and Mobility as a Service. Based on the findings from the literature review we evaluate how the three transport innovations affect travel demand, investment- and maintenance cost, land use, policy tools and the timing of different transport projects.

Language of report: Norwegian

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

Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

Rapporten gir en gjennomgang av forskning og litteratur med tanke på hvordan teknologiske utviklingstrender fram mot 2030 kan forventes å påvirke oppfyllelsen av nullvekstmålet i de største byområdene i Norge. Arbeidet inngår som en felles bakgrunnsutredning for byutredningene som gjennomføres for de ulike byområdene med byvekstavtaler. I prosjektet har vi valgt å fokusere på delingsmobilitet, autonome kjøretøy, samt «Mobility-as-a-service» (MaaS) som tre sentrale transportinnovasjoner drevet fram av teknologisk utvikling. Disse transportinnovasjonene er evaluert med hensyn til hvordan de påvirker byområdene med tanke på trafikkarbeidet, investerings- og vedlikeholdskostnader i transportsystemet, arealutvikling, tidspunkt for gjennomføring av transporttiltak, samt behovet for politikkutforming.

Rapporten er skrevet på oppdrag av Vegdirektoratet og Jernbanedirektoratet i juni 2017. Sari Wallberg har vært oppdragsgivers kontaktperson. Prosjektleder ved TØI har vært Vegard Østli som har skrevet rapporten i samarbeid med Tale Ørving og Jørgen Aarhaug. Trude Kvalsvik har hatt ansvaret for endelig redigering og korrektur av rapporten. Forskningsleder Askill Harkjerr Halse har vært ansvarlig for kvalitetssikring.

Oslo, juni 2017

Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg

Direktør

Kjell Werner Johansen

Arbeidsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning.....	1
2	Metode.....	3
2.1	Litteratursøk.....	3
2.2	Evaluering av virkninger.....	4
3	Litteraturstudie	5
3.1	Teknologi som påvirker etterspørselen etter transport.....	6
3.2	Fremtidige mobilitetsløsninger.....	13
3.3	Delingsmobilitet	17
3.4	Autonome kjøretøy	28
3.5	Mobility as a Service (MaaS)	46
3.6	Evaluering av virkninger.....	48
3.7	Betydningen for ulike byområder.....	57
4	Oppsummerende konklusjon	61
Vedlegg 1:	Tilleggsinformasjon om litteratørsøkene	69

Sammendrag

Betydningen av ny teknologi for oppfyllelse av nullvekstmålet – en litteraturstudie

TØI rapport 1577/2017

Forfattere: Vegard Østli, Tale Ørving og Jørgen Aarhaug
Oslo 2017, 69 sider

Den teknologiske utviklingen kan bidra til å påvirke transporttilbudet til trafikantene gjennom introduksjonen av nye former for mobilitetsløsninger med andre kvaliteter enn de konvensjonelle transportmidlene kan tilby. I dette prosjektet har vi gjennomført en litteraturstudie som undersøker hvordan teknologisk utvikling og tilhørende transportinnovasjoner påvirker trafikkarbeid og oppfyllelse av nullvekstmålet for norske byområder fram mot 2030.

På oppdrag fra Vegdirektoratet og Jernbanedirektoratet er det i dette prosjektet gjennomført en litteraturstudie av utvalgte forskningsrapporter og artikler for å belyse hvilke konsekvenser nåværende og fremtidige teknologiske innovasjoner vil ha for trafikkarbeidet med personbil i de største norske byområdene fram mot 2030. Litteraturstudien inngår som en felles utredning tilknyttet byutredningene som gjennomføres for de åtte byområdene knyttet til byvekstavtalene (Nedre Glomma, Buskerudbyen, Grenland, Kristiansandregionen, Nord-Jæren, Bergensområdet, Trondheimsområdet og Tromsø).

Teknologi og trafikkarbeid

Teknologisk utvikling er forventet å få en viktig rolle i transportsektoren i tiden fremover. Den teknologiske utviklingen kan bidra til å påvirke transporttilbudet til trafikantene gjennom introduksjonen av nye former for mobilitetsløsninger med andre kvaliteter enn det de konvensjonelle transportmidlene kan tilby. I mange tilfeller vil en slik tilbudsendring gi en etterspørselseffekt. Dette kan skje ved at trafikanter velger nye former for transportmidler eller andre destinasjonsvalg, men også på grunn av at det nye tilbudet vil kunne generere nyskapte reiser.

Endringer i etterspørsel og transportmiddelfordeling som følge av teknologisk utvikling kan bidra til å påvirke oppnåelsen av nullvekstmålet for personbiltransport i norske byområder, slik det er formulert i Nasjonal transportplan 2018-2029. Teknologisk utvikling kan også bidra til å påvirke hvilke virkemidler som er hensiktsmessige for å oppnå dette målet. I litteraturstudien undersøker vi hvordan ulike teknologiske trender og transportinnovasjoner kan bidra til endret trafikkarbeid, kostnader, arealutvikling, politikkutforming og tidspunkt for gjennomføring av tiltak i byområdene fram mot 2030.

Metode

Litteratursøket er gjennomført som en parallell prosess ved at det gjennomføres, internt søk i de databasene vi har tilgang til ved TØI og eksternt søk gjennom informasjonsbiblioteket ved Universitetet i Oslo

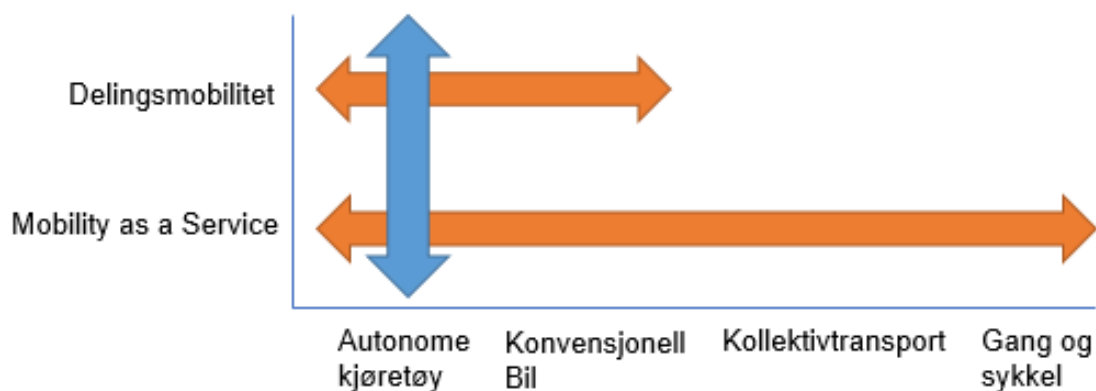
Søkeordene som er benyttet i litteratursøket er utarbeidet i samarbeid med oppdragsgiver. I samråd med bibliotekar ved informasjonsbiblioteket ved UiO er det deretter utarbeidet et endelig sett med søkeord som er benyttet i litteratursøket. Søkeordene som er benyttet er inndelt i det man kan omtale som (1) transportinnovasjoner som følge av teknologisk utvikling og (2) hvilke effekter disse innovasjonene har for transportsektoren, spesielt innrettet mot effekter for trafikkarbeidet.

Litteraturstudie

I litteraturstudien tar vi utgangspunkt i selve transportinnovasjonene som bidrar til en endring i transportsektoren, og fokuserer i begrenset grad på teknologien som ligger bak de ulike transportinnovasjonene. Med bakgrunn i det innledende litteratursøket har vi i studien fokusert på tre transportinnovasjoner drevet av teknologisk utvikling:

- **Delingsmobilitet.** Basert på at kjøretøy deles mellom trafikantene. Enten i form av tradisjonell bildeling fra bilflåte eller mellom personer, eller i form av samkjøring eller ridesourcing.
- **Autonome kjøretøy.** Basert på at kjøretøyet er i stand til å kjøre på egenhånd uten menneskelig assistanse.
- **Mobility as a Service (MaaS).** Et konsept som tar sikte på å samle ulike transportløsninger til et integrert produkt. Integrasjonen skjer i form av at trafikanten ved hjelp av en mobilapplikasjon kan bestille transport mellom to steder, for deretter å få flere mulige reisevalg basert på ulike former for transport.

De tre transportinnovasjonene vi undersøker nærmere i litteraturstudien inngår i et komplekst nett av innovasjoner og teknologier som på ulikt vis påvirker transportsektoren. Transportinnovasjonene vi ser på har særegenheter, samtidig som de i ulik grad overlapper hverandre. En enkel figur som viser hvordan de ulike transportinnovasjonene nyttiggjør seg av ulike transportmidler er vist i figur S.1.



Figur S.1: Skisse over hvilke transportformer som inngår i de ulike transportinnovasjonene.

Resultater

Hovedfunnene fra litteraturstudien med fokus på effekter for trafikkarbeidet med bil er oppsummert punktvis for de ulike transportinnovasjonene under:

Tabell S.1: Oppsummering av resultater fra litteraturstudien med fokus på effekter på trafikkarbeid.

Effekt på trafikkarbeid	
Delingsmobilitet	+/- Øker tilgjengeligheten til bilbasert transport for tidligere ikke-brukere og kan dermed bidra til økt bruk av bilbasert transport for disse trafikantene. Samtidig reduseres eierskap og kjøretøykilometer med bil for eksisterende bilister som benytter bildeling. Dette kan påvirke transportmiddelfordeling, men nettoeffekten er usikker. ? Kan innrettes som matetilbud til eksisterende kollektivtransport, og dermed bygge oppunder dette tilbudet. Kan samtidig også være en konkurrent til kollektivtransport. - Økt kapasitetsutnyttelse per bil ved deling fører til redusert trafikkarbeid. + Kan gi økt etterspørsel fra øvrige bilister, gjennom frigjort kapasitet på veinettet, og undertrykket etterspørsel. + Autonom bildeling, bildeling med autonome selvkjørende biler, vil kunne bidra til økt etterspørsel etter drosjelignende tjenester ettersom kostnadene reduseres betraktelig. - Høyere variable kostnader ved bruk bidrar til redusert etterspørsel sammenlignet med privatbil.
Autonome kjøretøy	+ Kan bidra til en økning i trafikkarbeidet med bil som følge av at ulempene med å kjøre bil reduseres. Dette gjelder spesielt ved private autonome kjøretøy, men også for delingskjøretøy. Delingsmobilitetsløsninger kan konkurrere direkte med kollektivtransport og gi tilgang til tidligere ikke-brukere av bilbasert transport. - Kan på den andre siden bidra for reduksjon i kjøretøykilometer dersom løsninger støtter opp under kollektivtransport. ? De største effektene ligger trolig lengre fram enn 2030 ettersom det tar relativt lang tid å skifte ut bilparken. Derfor er ikke sammenkobling av autonome kjøretøy tillagt vekt i denne rapporten + Vil gi økt andel tomkjøring som følge av relokalisering mellom turer og lengre avstander til parkeringsplasser. + Kan føre til mer spredt bosetning ved at folk godtar lengre reisevei til arbeid som følge av lavere reisekostnader.
Mobility as a Service (MaaS)	- Potensiale for reduksjon av trafikkarbeidet for bil som følge av overføring av privatbilister til MaaS. Effektene på nåværende tidspunkt er likevel svært usikre. + På den andre siden bidrar konseptet til økt tilgang til bilbasert transport for tidligere ikke-brukere - Simuleringer peker i retning av mindre trafikkarbeid for personbil.

Transportinnovasjonene vil også påvirke behovet for investeringer i infrastruktur, samt tidspunktet for gjennomføring av slike tiltak i transportsektoren. Behovet for investeringer i

infrastruktur er knyttet tett opp mot i hvilken grad transportinnovasjonene bidrar til endret transportmiddelfordeling og hvordan løsningene som implementeres legger opp til løsninger basert på delingsmobilitet. Arealutviklingen vil påvirkes ved at implementeringen av mobilitetsløsningene bidrar til at behovet for parkeringsplasser i sentrale byområder reduseres. Dette muliggjør omregulering av disse områdene til bolig- og næringsformål, og kan dermed bidra til å øke tettheten i byområdene.

Politikkutformingen spiller en rolle i å sikre de ønskede effektene som følge av delingsmobilitet, autonome kjøretøy og Mobility as a Service. Eksempler på dette kan være offentlig virkemiddelbruk som støtter opp under at autonome kjøretøy blir brukt som delingsmobilitetsløsninger og som støtte til eksisterende kollektivtransportsystemer. Videre kan ny kommunikasjonsteknologi mellom kjøretøy og veiinfrastruktur (vehicle to infrastructure (V2I)) gi muligheter til å i større grad innføre dynamisk prising av veikapasitet, og muligheter til å regulere etterspørselen etter bilbasert transport. Politikkutformingen kan dermed direkte bidra til å påvirke oppfyllelsen av nullvekstmålet i 2030.

Betydning for norske byområder

Flere av effektene av transportinnovasjonene vil påvirke byområdene relativt likt, uavhengig av demografiske eller sosioøkonomiske forskjeller. Samtidig har vi i løpet av kunnskapsinnhenting avdekket at mange virkninger avhenger av spesifikke egenskaper ved de ulike byområdene, spesielt med tanke på befolkningsstruktur.

Løsninger basert på bildeling og samkjøring vil være mest hensiktsmessig i byområder med høy befolkningstetthet. For bildeling og samkjøring er det mindre sannsynlig med levedyktige og attraktive delingsløsninger i byområder med lav tetthet ettersom dette bidrar til høyere transaksjonskostnader. For delemobilitet bidrar lavere befolkningstetthet til lavere utnyttelse av delingsbiler ettersom sannsynligheten for å plukke opp trafikanter med samme reisemål underveis reduseres. I tillegg vil trolig andelen tomkjøring bli høyere. Transporttjenester basert på samkjøring og ridesourcing har størst sannsynlighet til å kunne støtte kollektivsystemer i tettbefolkede byområder med et kollektivtilbud med høy kapasitet. I byområder med lavere grad av tetthet vil ridesourcing trolig i større grad være en direkte konkurrent til kollektivtransport, spesielt dersom autonome kjøretøy benyttes til dette. I de tettste byområdene vil ikke bilbaserte tilbud ha like stort potensial, ettersom de tar mer plass enn et bra tradisjonelt kollektivtilbud for samme kapasitet. Derfor vurderes potensialet for slike tjenester som større i byer med mindre trafikkstrømmer og lavere befolkningstetthet og dermed mindre kapasitetsproblemer på veinettet og høyere bilandeler og mindre attraktivt kollektivtilbud i dagens situasjon.

For autonome kjøretøy vil endringer i bosetningsmønstre som følge av at trafikanter godtar lengre reiseavstander trolig være mest relevant i byområder med høy befolkningstetthet og begrenset tilgang på boliger sentralt i byområdet. Prisivirkemidler for å internalisere eksterne virkninger som av autonome kjøretøy vil være viktigst i byområder med høy tetthet og kapasitetsproblemer i transportsystemet. Som et virkemiddel for å oppnå nullvekstmålet kan det benyttes uavhengig av tetthet. Forskjellige byområder vil ha ulikt behov for infrastrukturoppgraderinger som følge av tilrettelegging for autonome kjøretøy. Byområder med mer omfattende veinettverk får et høyere investeringsbehov i veiinfrastruktur, om det vil kreve betydelige investeringer for å legge til rette for autonome kjøretøy.

Erfaringene med MaaS så langt peker i retning av at når privatbilbruken går ned, går særlig bruken av rutegående kollektivtransport og drosje opp, men dette er basert på begrensede erfaringer fra tette byområder. For at MaaS skal være attraktivt nok til å konkurrere med

privatbilisme må konseptet fremstå som et bedre alternativ enn privatbil for personene som skal velge MaaS i stedet for egen bil. Dette betyr at kollektivtransportsystemet må være attraktivt nok med tanke på frekvens, komfort og andre attributter, til å ta hoveddelen av reisene. I mindre tette byområder vil det innebære betydelige kostnader å realisere et slikt driftsopplegg, mens det vil være enklere i byområder med høy grad av tetthet. Alternativet for at MaaS skal gjøres like attraktivt, er at en gir tilskudd til drosje/samkøring/bildelingsbaserte tilleggstilbud, slik at systemet fremstår som mer attraktivt enn det å eie og kjøre egen bil. MaaS kan gjøre det mer attraktivt å benytte kollektivbaserte transportløsninger i byområder som i dag er sterkt bilbasert.

Behov for videre forskning

Resultatene fra litteraturstudien indikerer at delingsmobilitet, autonome kjøretøy og Mobility as a Service (MaaS) vil påvirke det fremtidige trafikkarbeidet for bilbasert persontransport i byområdene. Samtidig viser funnene at det er flere motstridende effekter som bidrar til usikkerhet om de totale virkningene på trafikkarbeidet.

Det er derfor behov for mer kunnskap om hvordan delingsmobilitet, autonome kjøretøy og Mobility as a Service (MaaS) påvirker etterspørselen etter transport og transportmiddelfordelingen. Det vil være behov for å videreutvikle persontransportmodellene NTM6 og RTM23+ for å ta hensyn til hvordan de ulike mobilitetsløsningene påvirker trafikantenes atferd. Forbundet med dette vil det også være stort behov for å analysere hvordan de ulike transportinnovasjonene påvirker de reisendes tidsverdi, samt hvordan transportkostnadene påvirkes av introduksjonen av delingsmobilitet, autonome kjøretøy og MaaS.

Kunnskap om dette vil bidra til at vi kan predikere fremtidig etterspørsel og reisemiddelfordeling i transportsektoren, med scenarioer hvor vi tar hensyn til disse nye transportløsningene. Samtidig som dette er verdifull informasjon for beslutningstakere med tanke på investeringer i transportsektoren, samt innretning av incentiver og regulatoriske virkemidler som sikrer at man oppnår nullvekstmålet i norske byområder.

1 Innledning

Et sentralt mål i samferdselssektoren er at all vekst i persontransport i de større norske byområdene skal skje med kollektivtransport, sykkel og gange. Dette målet ble formulert i *Klimameldingen* (Regjeringen, 2014) og er politisk forankret gjennom klimaforliket i Stortinget. I Nasjonal transportplan 2018-2029 omtales målet som nullvekstmålet og er konkretisert ved å forutsette at utkjørte personbilkilometer ikke skal øke i byområdene Oslo, Bergen, Trondheim, Nord-Jæren, Kristiansand, Nedre Glomma, Buskerudbyen, Grenland og Tromsø.

For disse byområdene gjennomføres det for tiden byutredninger som skal gi et samlet bilde av utfordringene i byområdene¹, og belyse hvilke tiltak som er nødvendige for å nå nullvekstmålet for personbiltransporten. Byutredningene skal legge grunnlaget for forhandlinger om byvekstavtaler med staten gitt at byområdene forplikter seg til å oppfylle nullvekstmålet for persontransport.

Transportinnovasjoner og reiseatferd

Samtidig som at nullvekstmålet er et premiss i byutredningene er transportsektoren i dag preget av introduksjonen av nye teknologiske innovasjoner som i ulik grad kan tenkes å påvirke muligheten for å nå nullvekstmålet for byområdene. Den stadig økte tilgangen på en kontinuerlig strøm av data fra brukerne av transportsektoren, og muligheten til å bearbeide disse dataene, gjør det mulig å tilby nye tjenester innenfor persontransport som igjen kan endre befolkningens reiseatferd. Dette skjer i kombinasjon med utviklingen av autonome kjøretøy, som kan medføre betydelige endringer i personbilmarkedet i tiden fremover (ITF, 2015). Blant annet vil autonome kjøretøy kunne benyttes i bildelingssystemer i byområder som gir mulighet til individuelt tilpassede reiser der trafikanten bestiller transport dør-til-dør ved hjelp av eksempelvis en smarttelefon. Et slikt system muliggjøres som følge av tilgangen til sanntidsdata om transportbrukernes reisemønstre og transportbehov.

Det utvikles også teknologibaserte løsninger der ulike tilbydere av blant annet kollektivtransport, leiebil, bildeling og taxi går sammen om å tilby persontransporttjenester som er fullintegrert. Mobility as a service (MaaS) tilbys gjennom en felles mobilitetsplattform slik at trafikantene ikke behøver forholde seg til hvert enkelt transportselskap når de foretar en reise. Reisene skreddersys hver enkelt trafikant etter behov, og en reise kan foregå med flere ulike transportmidler. Denne plattformen gjør det mulig for trafikantene å kjøpe mobilitetspakker der det kan inngå tilgang til leiebil og taxi utover kollektivbruk. En fremtidig utbredelse av MaaS kan bidra til å redusere behovet for personbiler i byområdene, og bidra til redusert personbilbruk blant trafikantene. Samtidig kan det at mange personbiler ikke lenger er «personlige» men kan inngå i flåter av autonom anropsstyrt «kollektivtransport», også bidra til økt trafikk i byene dersom dette ikke reguleres.

¹ For Oslo inngikk utredningen som en del av KVVU Oslo-navet

Teknologiske innovasjoner gir også offentlige myndigheter muligheten til å ta en aktiv rolle med tanke på oppnåelse av nullvekstmålet. Nye muligheter for innsamling og prosessering av såkalte *big data* i tilknytning til infrastrukturbruk kan blant annet gi nye muligheter til å regulere trafikkvolumene ved hjelp av dynamiske prisregimer som tilpasser trafikantbetalingen i henhold til etterspørselen etter personbiltransport. Dette gjør at det offentlige direkte kan styre transportetterspørselen i henhold til nullvekstmålet, og sikre at veksten i persontransporten i de store byområdene i større grad skjer med kollektivtransport, sykkel eller gange.

Bakgrunnen for prosjektet

Det er behov for kunnskap om hvordan teknologiske innovasjoner i transportsektoren påvirker etterspørselen etter persontransport og transportmiddelfordelingen i byområdene. På oppdrag fra Vegdirektoratet og Jernbanedirektoratet er det derfor gjennomført en litteraturstudie av utvalgte forskningsrapporter og artikler for å kunne belyse hvilke konsekvenser nåværende og fremtidige teknologiske innovasjoner vil ha for trafikkarbeidet med personbil i de største norske byområdene fram mot 2030. Litteraturstudien vil inngå som en felles utredning tilknyttet byutredningene for de åtte byområdene.

I dette prosjektet tar vi utgangspunkt i en inndeling i ulike transportinnovasjoner og hvordan disse påvirker henholdsvis:

- Effekter av tiltak for å oppnå nullvekstmålet
- Effekter for drifts- og investeringskostnader i infrastruktur
- Effekter for ønsket arealutvikling
- Tidspunkt for gjennomføring av planlagte tiltak
- Politikkutforming

Ettersom de ulike byområdene er relativt heterogene med tanke på både befolkningsstørrelse og tetthet er det i studien fokusert på hvordan dette påvirker betydningen av transportinnovasjonene for de ulike områdene. Det er også tatt hensyn til spesifikke forhold knyttet til transportsystemene i de ulike byområdene.

Nullvekstmålet står i fokus, derfor er effekter av innovasjoner rettet mot persontransport og ikke næringslivets transporter prioritert i rapporten. Litteraturen og innovasjonene på feltet er i hovedsak rettet mot motoriserte transportmidler og dette reflekteres i rapporten. Dette er ikke det samme som å si at gange og sykkel er mindre viktig eller ikke blir påvirket av innovasjonene.

2 Metode

Hovedformålet med prosjektet er å beskrive hvordan teknologisk utvikling påvirker transportsektoren fram mot 2030 gjennom en litteraturstudie. Videre diskuterer vi effekten av de ulike transportinnovasjonene på en rekke kriterier tilknyttet nullvekstmålet.

2.1 Litteratursøk

I prosjektet gjennomfører vi en litteraturstudie der vi innhenter kunnskap hvordan teknologisk utvikling kan bidra til nye løsninger i transportsektoren, og derigjennom påvirke nullvekstmålet for personbiltransport i byområdene. Basert på overordnet gjennomgang av litteratur om hvordan teknologi påvirker transportsektoren er det utarbeidet et sett med søkeord som er benyttet i litteratursøket. Søkeordene tar utgangspunkt i de teknologiske løsningene som antas å være mest relevante fram mot 2030 og effektene vi ønsker å undersøke i prosjektet.

Litteratursøket er gjennomført som en parallell prosess ved at det gjennomføres et internt søk i de databasene vi har tilgang til ved TØI og et eksternt søk gjennom informasjonsbiblioteket ved Universitetet i Oslo

Slik er vi godt sikret mot at vi har dekket alle relevante søkedatabaser i søkeprosessen. Søkedatabasene som er benyttet i litteratursøket inkluderer blant annet OECD ilibrary, Nordic ilibrary, Un ilibrary, The Commonwealth ilibrary, Libris (den svenske samkatalogen), TRB Research in progress, TRID, EconLit, Web of Science, Oria og Google Scholar.

Søkeordene som er benyttet i litteratursøket er utarbeidet i samarbeid med oppdragsgiver. I samråd med bibliotekar ved informasjonsbiblioteket ved UiO er det deretter utarbeidet et endelig sett med søkeord som er benyttet i litteratursøket. Søkeordene som er benyttet er inndelt i det man kan omtale transportinnovasjoner som følge av teknologisk utvikling og hvilke effekter disse innovasjonene har for transportsektoren, spesielt innrettet mot effekter for trafikkarbeidet. Tabell 2.1 viser søkeordene som er benyttet i litteratursøket.

Tabell 2.1. Oversikt over søkeord som er benyttet i litteratursøk.

Kategori	Søkeord
Transportinnovasjoner	Car sharing, Shared Mobility, Automated vehicles, Mobility as a service (MaaS)
Effekt	Investment cost, Cost of travel, Travel demand, Vehicle miles/vehicle kilometers, Vehicle utilization, Land use, Urbanization, Policy

Litteratursøket er gjennomført ved å kombinere søkeord fra de ulike kategoriene. Informatikkbibliotekets er gjennomført slik at synonymer til ordene i tabell 2.1 også inngår i søket. I tillegg til ordene i tabell 2.1 er det i løpet av søkeprosessen også gjennomført utvidede søk internt på TØI med andre søkeord som har vi har funnet relevante i løpet av innhenting av informasjon. Hovedutfordringen med disse søkene har vært at søkeordene resulterer i store mengder treff på relevant og tilstøtende litteratur. Det er derfor vektlagt å begrense antall søkeord slik at presisjonen på søket er tilstrekkelig til å sikre at funnene er relevante. Søkene har til sammen gitt mange hundre treff. Vi har begrenset søket til å gjelde nyere studier. Dette sikrer at kunnskapsinnhenting er i tråd med den nyeste forskningen på området, samtidig som det letter prosessen med å gjennomgå resultatene fra litteratursøket. I etterkant av litteratursøket har prosjektteamet gjennomført en vurdering av hvilke studier som videre skal inkluderes i litteraturstudien med bakgrunn i relevans, se vedlegg 1.

I og med at tidsperspektivet for litteraturstudien er såpass kort, innebærer dette at det er foretatt visse avgrensinger med tanke på hvilke teknologiske innovasjoner vi har undersøkt i prosjektet. Et eksempel på en utelatt innovasjon er være utbyggingen av omfattende tunnelnettverk under byområdene der bilene transporteres på skinnegående infrastruktur². Mens slike løsninger kan tenkes å ha betydelige effekter på transportmiddelfordelingen og trafikkarbeidet for personbil i byområdene på svært lang sikt er det urealistisk at slike løsninger vil eksistere innen et 2030-perspektiv.

2.2 Evaluering av virkninger

Med bakgrunn i funn fra litteraturstudien evaluerer vi de ulike transportinnovasjonene med hensyn til betydning for trafikkarbeid i form av kjøretøykilometer, investerings- og driftskostnader, arealutvikling, politikkutforming, samt tidsaspektet for gjennomføring av tiltak i transportsektoren. Evalueringen skjer med bakgrunn i funnene fra litteraturstudien, men er i tillegg også basert på kvalifiserte vurderinger fra prosjektteamet. Det gjennomføres også en vurdering med tanke på hvordan de ulike transportinnovasjonene vi ser på i prosjektet påvirker byområdene som omfattes av byutredningene ulikt, med bakgrunn i at de forskjellige byområdene har ulike egenskaper.

² <https://www.theverge.com/2017/4/28/15476268/elon-musk-the-boring-company-car-tunnel-concept-video>

3 Litteraturstudie

Teknologisk utvikling er forventet å få en stadig viktigere rolle i transportsektoren i tiden fremover. Den teknologiske utviklingen kan bidra til å påvirke transporttilbudet til trafikantene gjennom introduksjonen av nye former for mobilitetsløsninger med andre kvaliteter enn de konvensjonelle transportmidlene kan tilby. I mange tilfeller vil en slik tilbudsending gi en etterspørselseffekt. Dette kan skje ved at trafikanter velger nye former for transportmidler eller andre destinasjonsvalg, men også på grunn av at det nye tilbudet vil kunne generere nyskapte reiser. Dette skyldes at de nye mobilitetsløsningene vil kunne bidra til å endre de generaliserte reisekostnadene for trafikantene, eksempelvis i form av billettpris i kollektivtransporten, samt tidsbruk ved reisen i form av reisetid, ventetid, omstigningsulempen og lignende (Statens vegvesen, 2014).

Endringer i etterspørsel og transportmiddelfordeling som følge av teknologisk utvikling kan bidra til å påvirke oppnåelsen av nullvekstmålet for personbiltransport i norske byområder, slik det er formulert i Nasjonal transportplan 2018-2029. Teknologisk utvikling kan også bidra til å påvirke hvilke virkemidler som er hensiktsmessige for å oppnå dette målet. I litteraturstudien undersøker vi hvordan ulike teknologiske trender og transportinnovasjoner kan bidra til endret trafikkarbeid, kostnader, arealutvikling, politikkutforming og tidspunkt for gjennomføring av tiltak i byområdene fram mot 2030.

Veien videre i dette kapittelet er som følger:

- I kapittel 3.1 gir vi en oversikt over hvilke transportinnovasjoner som inngår i litteraturstudien og gir en kort beskrivelse av de ulike løsningene
- I kapittel 3.2 gir vi en oversikt over generelle teknologiske utviklingstrender i transportsektoren
- I kapittel 3.3 til 3.5 går vi gjennom de ulike studiene vi har sett på i litteraturstudien. Disse er kategorisert etter tematikk.
- Basert på de samlede funnene fra litteraturstudien og vurderinger fra prosjektteamet beskriver vi i kapittel 3.6 hvordan de ulike teknologiske løsningene virker inn på nullvekstmålet og tilknyttede effekter
- Til slutt gir vi i kapittel 3.7 en beskrivelse av hvordan de ulike transportinnovasjonene vil kunne virke inn i de åtte norske byområdene som er omfattet av byutredningene

3.1 Teknologi som påvirker etterspørselen etter transport

Et hovedmål i prosjektet har vært å innhente kunnskap om hvilke teknologiske trender og innovasjoner som kan påvirke etterspørselen etter bilbasert persontransport i byområdene. Det har dermed ikke vært et formål å undersøke alle mulige teknologiske innovasjoner som kan ha en betydning for transportsektoren fram mot 2030, men å rette litteraturstudien spesifikt inn mot teknologisk utvikling som vil kunne ha en betydning for utkjørte kjøretøykilometer.

Som et utgangspunkt for hvilke søkeord og teknologiske innovasjoner vi har lagt til grunn i litteraturstudien har vi tatt utgangspunkt i flere brede overordnede studier som beskriver mulige fremtidige teknologiske trender i transportsektoren. Dette inkluderer blant annet studiene som er omtalt i delkapittel 3.2, samt en rekke rapporter fra International Transport Forum (ITF), deriblant «Urban Mobility System Upgrade – How shared self-driving cars could change city traffic» (ITF, 2015) og «Shared Mobility – Innovation for Liveable Cities» (ITF, 2016). Flere av disse rapportene benyttes som bakgrunnsgrunnlag for beskrivelsen av fremtidens mobilitetsløsninger i Nasjonal Transportplan 2018-2029 (Samferdselsdepartementet, 2017).

Med bakgrunn i det innledende litteratursøket har vi i studien fokusert på tre transportinnovasjoner drevet av teknologisk utvikling:

- Delingsmobilitet
- Autonome kjøretøy
- Mobility as a Service (MaaS)

De tre hovedtypene av transportinnovasjoner vi undersøker i denne studien er ikke nødvendigvis en uttømmende liste av innovasjoner som kan ha en påvirkning på etterspørselen etter bilbasert persontransport fram mot 2030. Det vil også kunne være andre transportinnovasjoner og teknologiske trender som vil kunne bidra til å påvirke transportsektoren og etterspørselen etter mobilitet. Innenfor rammene til prosjektet mener vi likevel at de tre transportinnovasjonene vi har fokusert på i litteraturstudien vil være av størst betydning for nullvekstmålet i et kortere tidsperspektiv fram mot 2030.

I litteraturstudien tar vi utgangspunkt i selve transportinnovasjonene som bidrar til en endring i transportsektoren, og fokuserer i begrenset grad på teknologien som ligger bak de ulike transportinnovasjonene. Dette innebærer eksempelvis at vi ikke eksplisitt fokuserer på sensortechnologi eller *Internet of things*. Omtale av slike teknologier inngår likevel indirekte i litteraturstudien ettersom teknologiene er knyttet tett opp mot selve transportinnovasjonene. Når det gjelder autonome kjøretøy er skillet noe mer uklart. Autonome kjøretøy representerer i større grad en fysisk innovasjon for transportsektoren i form av kjøretøy som vil operere på transportinfrastrukturen, mens de andre transportinnovasjonene i stor grad er drevet fram som følge av introduksjonen av smarttelefoner og muligheten til å kommunisere, organisere og bestille transport ved hjelp av et enkelt tastetrykk.

Videre følger en kort beskrivelse av de ulike transportinnovasjonene vi har sett på i dette prosjektet.

Delingsmobilitet

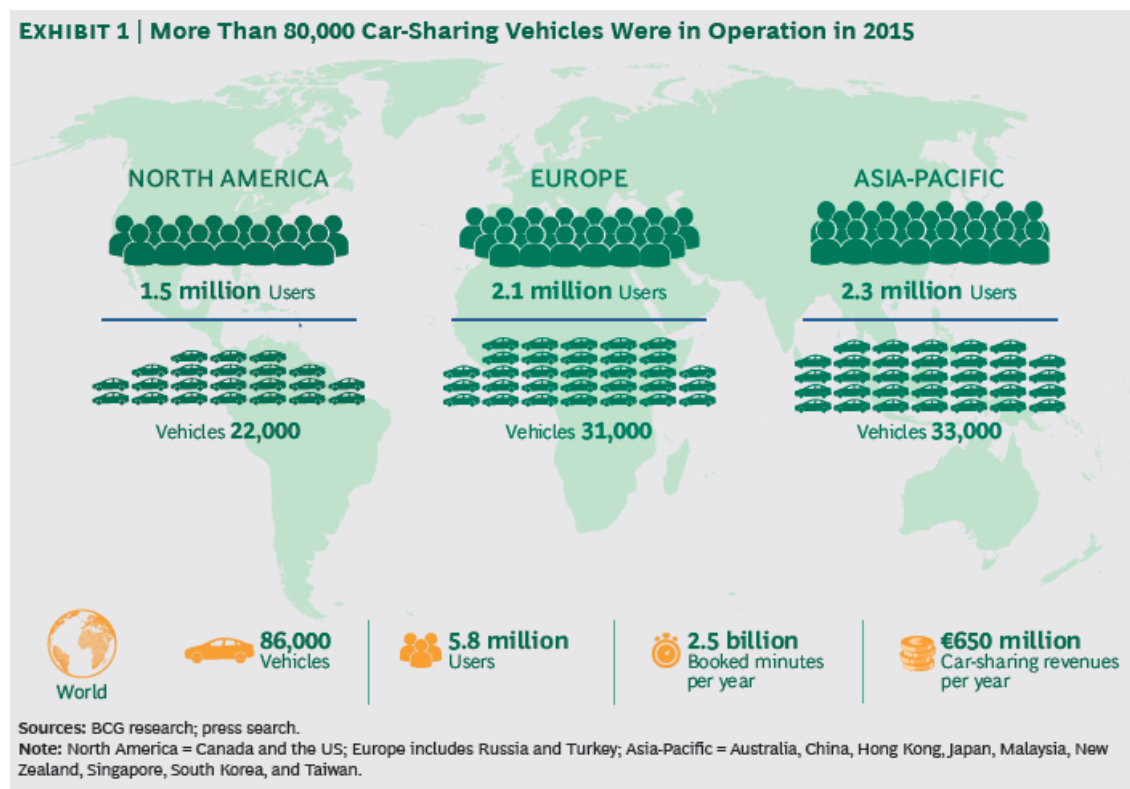
Delingsmobilitet, eller *shared mobility*, er basert på at kjøretøy deles mellom trafikantene. I litteraturstudien fokuserer vi spesifikt på hvordan ulike former for delingsmobilitet med bil påvirker etterspørselen etter persontransport og transportmiddelfordelingen.

Delingsmobilitet kan ta mange former, hvor den tradisjonelle formen innebærer utleie fra en operatør med tilgang til en større flåte biler med mulighet for henting på flere hentepunkter. I den senere tid har det også kommet til peer-to-peer basert utleie av bil hvor utleier og leietaker knyttes sammen gjennom applikasjonsbaserte løsninger. I tillegg eksisterer det tjenester basert på såkalt «ridesourcing», som sammenkobler sjåfører og passasjerer.

Bildeling

Antallet privatbiler har over tid økt kraftig grunnet økonomisk vekst og sterkere kjøpekraft. Samtidig har teknologisk utvikling bidratt til å redusere produksjonskostnadene for bil. Privateid bil har fordeler som fleksibilitet, komfort og tilgjengelighet som gjør det utfordrende å finne mobilitetsløsninger med samme nytte for de reisende. Et omfattende fokus på effektivisering av transportsystemet i byer har resultert i økende etterspørsel etter nye og innovative løsninger. Dette har resultert i at delt mobilitet, og spesielt bildeling, har fått et forsterket fokus de senere årene (Kamargianni m.fl. 2016). Overgangen til nettbaserte og digitaliserte bildelingsplattformer har gitt bildelingsløsninger økt markedsgrunnlag, samtidig som introduksjonen av smarttelefoner har bidratt til å redusere transaksjonskostnadene ved denne formen for mobilitet (ITF, 2017; ITF, 2016).

Det har vært en økning i bildelingsmarkedet de siste 20 årene med den mest markante økningen fra 2011. Figur 3.1 viser omfanget av bildelingsmarkedet og hvordan det fordeler seg på verdensbasis.

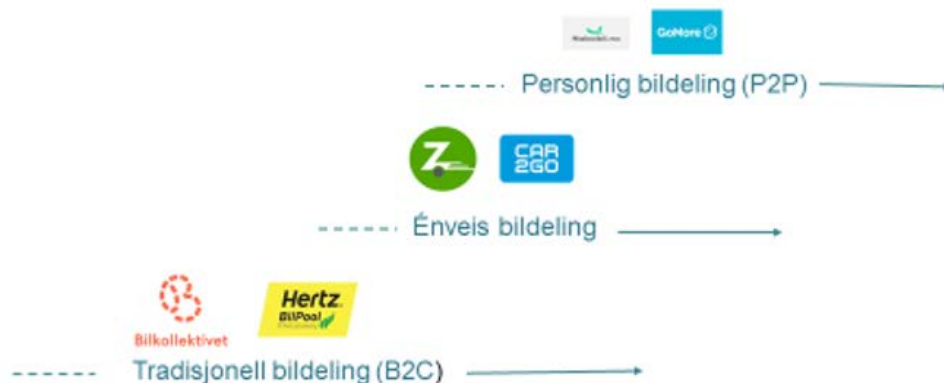


Figur 3.1: Markedsandeler for bildelingstilbud fordelt på Nord Amerika, Europa og Asia.

Kilde: Bert m. fl. (2016).

Bildeling gir den reisende mulighet til å få dekket sitt transportbehov på en enkel og effektiv måte og kan fungere som en konkurrent til privatbilen. Markedet for bildeling på nåværende tidspunkt utgjør likevel bare en marginal del av det totale markedet for persontransporttjenester.

I litteraturstudien skiller vi mellom tre hovedformer for bildeling. Dette er illustrert i figur 3.2.



Figur 3.2: Tre hovedformer for bildeling. Tidslinje for implementering langs y-aksen. Kilde: Julsrud (2016).

Tradisjonelle bildelingsprogram som Zipcar fantes i USA allerede på 1990-tallet og har vært mest utbredt i byområder. Denne formen for bildeling er bedrift til kunde fokusert (B2C) og går ut på at den reisende gjennom et medlemsbasert program får tilgang til en bil som han eller hun kjører selv. Den reisende leverer bilen tilbake på samme sted som den ble hentet etter endt bruk (Clewlow og Mishra, 2016). I Norge er Bilkollektivet en slik tilbyder som har eksistert siden 1995.

En nyere utvikling innen bildeling er enveis bildeling. Dette er et mer fleksibelt system enn tradisjonell bildeling og gir den reisende mulighet til å hente bilen ett sted og levere den et annet sted innenfor et bestemt område. En applikasjon gjør det mulig å søke etter ledige biler i nærheten som den reisende kan reservere og bruke umiddelbart. Muligheten til å parkere bilen der det måtte passe ved avsluttet lånetid gjør at denne løsningen kan benyttes mer spontant. Løsningen antas derfor å generere en betydelig større kundekrets enn tradisjonell stasjonsbasert bildeling. Denne formen for bildeling kan i større grad ivareta fordelene knyttet til bruk av privatbil. Løsningen krever derimot høy befolkningstetthet for å være bedriftsøkonomisk lønnsom. Utfordringene med enveis bildeling er i motsetning til tradisjonell stasjonsbasert blant annet opphoping av biler på de mest populære områdene i byene og tilgangen på parkeringsplasser i gatene. Personlig bildeling (P2P) er en mer uformell person til person løsning der privatpersoner leier ut bilen de eier til andre privatpersoner. Det finnes digitale plattformer der privatpersoner kan leie ut bilene sine til hverandre (Hållén og Östlund, 2016). Eksempler på dette er GoMore og Nabobil.

Samkjøring og ridesourcing

Samkjøring er en annen måte å dele bilbruken på. Dette er på mange måter det samme som haiking, men har økt i omfang senere år. De senere årene har det kommet flere tjenester som eksempelvis Sammevei, BlaBlaCar, GoMore med flere som koordinerer samkjøring. Bestilling av slike transporttjenester kan gjøres enkelt gjennom applikasjoner for smarttelefon.

Samkjøring skiller seg fra tjenester som Uber og Lyft, som vi betegner ridesourcing. På tilsvarende måte som for samkjøring kan trafikanten bestille bil gjennom en applikasjon på smarttelefonen. Sjøføren får mulighet til å se hvor den reisende befinner seg gjennom en

GPS-funksjon på telefonen og brukeren får sanntidsinformasjon om forventet ankomsttid underveis. Men til motsetning til samkjøring har ikke sjåføren et selvstendig transportbehov, det vil si at sjåføren kjører turen fordi vedkommende ønsker å tjene penger på det, ikke fordi vedkommende har et sammenfallende transportbehov med passasjerene.

Tjenester som ble formidlet gjennom Uber og Lyft ble i utgangspunktet kalt for ride-sharing (samkjøring), men mange har gått over til uttrykket ridesourcing eller ride-hailing fordi det minner mer om et drosjetilbud med liten grad av deling. I midlertid har både Uber og Lyft i senere tid prøvd ut tjenester for å koble sammen reisende med destinasjoner langs samme rute (UberPool, LyftLine). Både bildeling og ridesourcing har størst potensiale for å lykkes i urbane områder hvor større befolkningstetthet muliggjør høyere brukerfrekvens og utnyttelsesgrad på bilene (Clewlow og Mishra, 2016). Samtidig virker samkjøring å så langt ha mest suksess på lengre distanser, for transport mellom byer (Aarhaug og Olsen, 2017).

Både bildeling, samkjøring og ridesourcing har bidratt til en konseptuell dreining fra individuelt forbruk og privat eie til mer forefallende tilgang til varer og tjenester. Bildeling, særlig P2P bildeling, og samkjøring kan derfor kobles sammen med den fremtredende delingsøkonomien som går ut på å utnytte ressurser på en bedre måte gjennom å på forskjellige måter dele på tilgangen til for eksempel bil, bosteder, klær og lignende.

Autonome kjøretøy

Det er antatt at autonome kjøretøy vil påvirke transportsektoren de nærmeste årene. Allerede nå utvikles det selvkjørende biler og biler med avanserte førerstøttesystemer. Autonome kjøretøy med full grad av automatisering er under utvikling, men er på nåværende tidspunkt ikke tilgjengelig kommersielt (ERTRAC, 2017). Ulike grader av autonome biler og beskrivelse av disse er gitt i figur 3.3. I litteraturstudien har vi fokusert på kjøretøy som nærmer seg full automatisering (nivå 4/5). Dette innebærer at føreren/passasjerene i bilen ikke behøver å ta kontroll over bilen i det hele tatt.

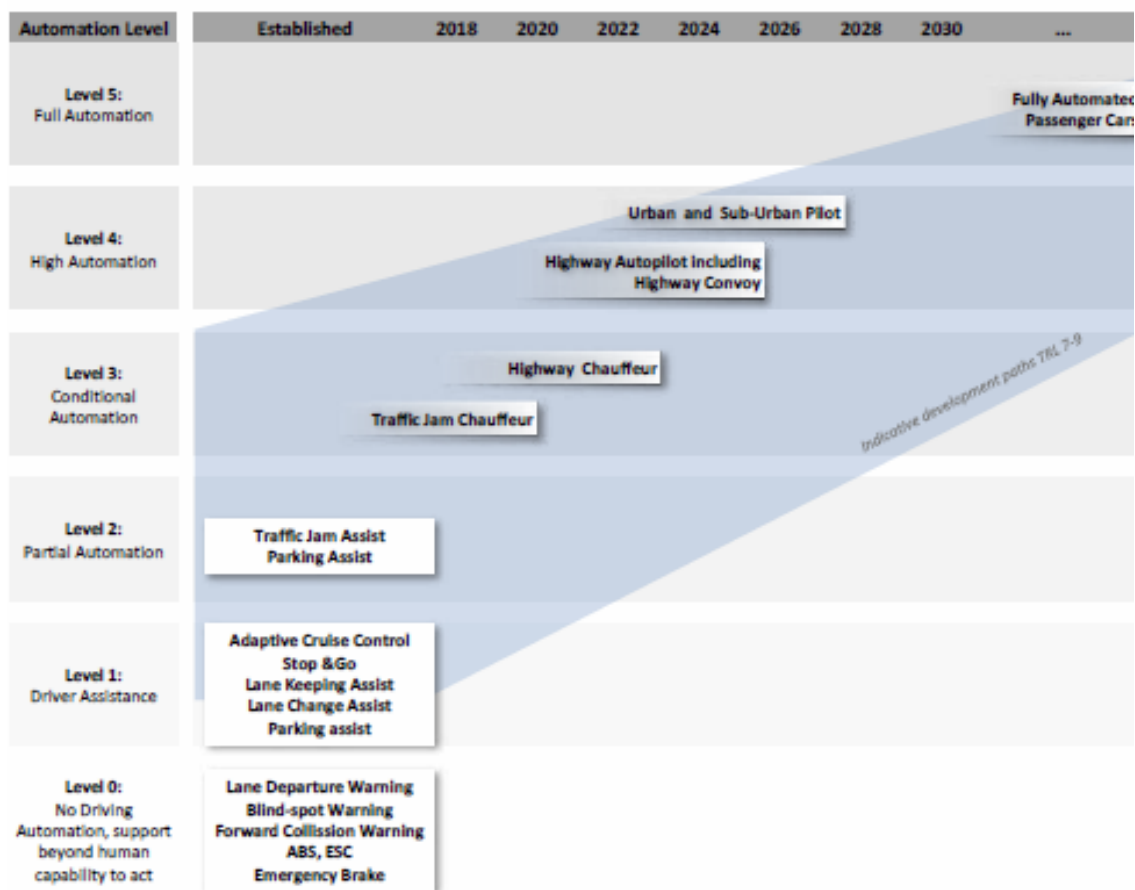
SAE level	Name	Narrative Definition	Execution of Steering and Acceleration/Deceleration	Monitoring of Driving Environment	Fallback Performance of Dynamic Driving Task	System Capability (Driving Modes)
Human driver monitors the driving environment						
0	No Automation	the full-time performance by the <i>human driver</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
1	Driver Assistance	the <i>driving mode</i> -specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
2	Partial Automation	the <i>driving mode</i> -specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	System	Human driver	Human driver	Some driving modes
Automated driving system ("system") monitors the driving environment						
3	Conditional Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> with the expectation that the <i>human driver</i> will respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	Human driver	Some driving modes
4	High Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an automated driving system of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even if a <i>human driver</i> does not respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	System	Some driving modes
5	Full Automation	the full-time performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> under all roadway and environmental conditions that can be managed by a <i>human driver</i>	System	System	System	All driving modes

Figur 3.3: Forskjellige grader av autonome kjøretøy. Kilde: SAE International (2014).

ERTRAC (2017) peker på en rekke ulike faktorer som taler i retning for at autonome kjøretøy vil bli en viktig del av fremtidens mobilitet. Blant annet hevdes det at slike kjøretøy vil bidra til å bedre trafikksikkerheten, ettersom man i større grad er i stand til å utelukke menneskelige feil. I tillegg muliggjør autonome kjøretøy en bedre utnyttelse av transportsystemet, som bidrar til reduserte køproblemer og bedret energieffektivitet. Samtidig vil komforten bli bedre ved at autonome biler gir muligheter til sjåføren å bruke tiden på andre aktiviteter enn å kjøre bilen, noe som vil redusere ulempen ved å kjøre. Autonome biler vil i tillegg bidra til å sikre at flere grupper av befolkningen får tilgang til mobilitet, noe som peker i retning av mer transport.

Utviklingen av autonome kjøretøy må ses i sammenheng med annen teknologisk utvikling i transportsektoren. I mange tilfeller vil det trolig være naturlig å integrere bruken av autonome kjøretøy med løsninger basert på delingsmobilitet, som vist blant annet i Hannon m.fl. (2016).

Hvordan autonome kjøretøy vil påvirke transportsektoren avhenger blant annet av når slike type kjøretøy vil være tilgjengelig. ERTRAC (2017) presenterer en mulig utviklingsbane for introduksjonen av autonome kjøretøy i personbilmarkedet. Denne utviklingsbanen er vist i figur 3.4.



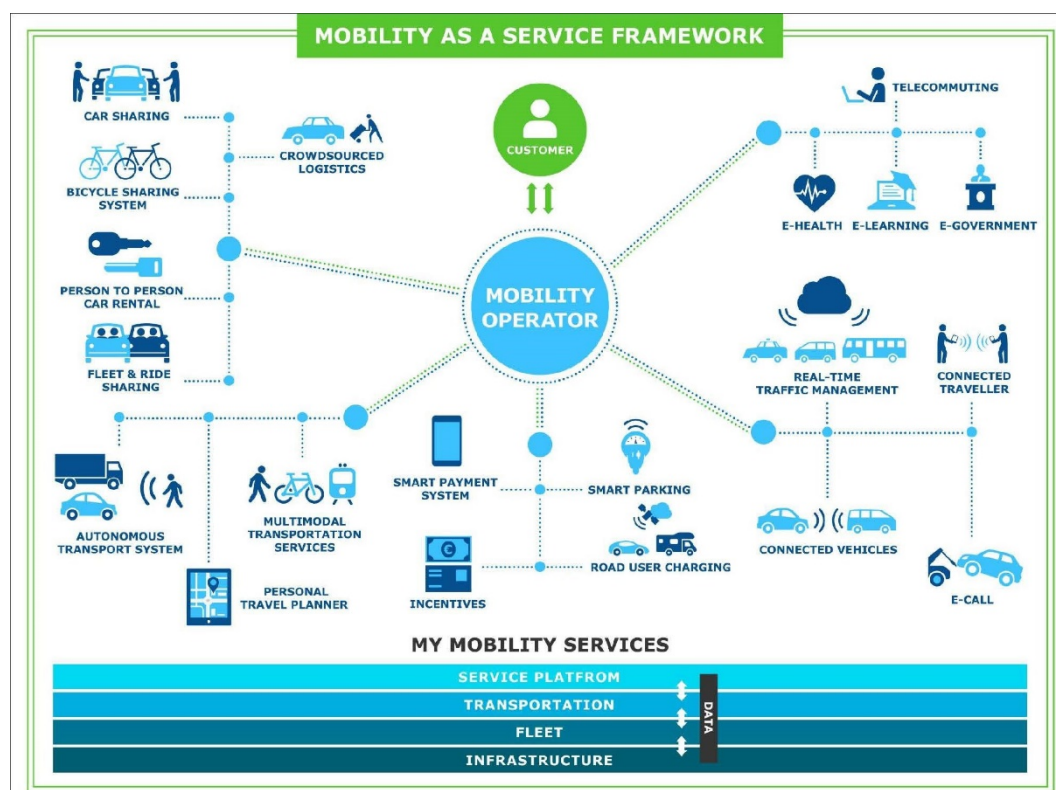
Figur 3.4: Mulig utviklingsbane for introduksjonen av autonome biler i personbilmarkedet.

Kilde: ERTRAC (2017)

Studien peker på at man trolig vil se en stegvis utvikling fram mot introduksjonen av fullautomatiserte personbiler det neste tiåret. ERTRAC (2017) hevder man vil se en tilsvarende utvikling av kjøretøy som kan benyttes kollektivtransport, spesielt med tanke på bruk som første eller siste ledd i transportkjeden. Allerede i dag gjennomføres det forsøk i norske byer i avgrensede områder med førerløse busser³ og det inngår som en del av fremtidens mobilitetsløsninger i Ruters strategidokument M2016 (Ruter, 2015).

Mobility as a Service (MaaS)

Mobility as a Service er et relativt nytt konsept som tar sikte på å samle ulike transportløsninger til et integrert produkt. Integrasjonen skjer i form av at trafikanten ved hjelp av en mobilapplikasjon kan bestille transport mellom to steder, for deretter å få flere mulige reisevalg basert på ulike former for transport. Konseptet er illustrert i figur 3.5.



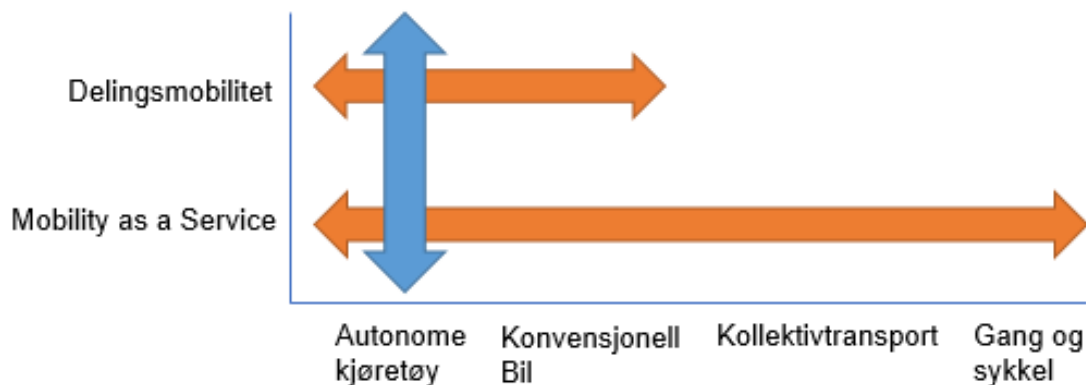
Figur 3.5: Oversikt over Mobility as a Service (MaaS) som konsept. Hentet fra MaaS Finland.

Transportløsningene kan bestå av både kollektivtransport, bil eller eksempelvis ulike former for bildeling og samkjøring, avhengig av hva som er mest hensiktsmessig for kunden. Autonome kjøretøy vil også kunne inngå i MaaS på et senere tidspunkt. Begrepet MaaS er dermed bredere enn delingsmobilitet, og har ulike former for delingsmobilitet og autonome kjøretøy inkludert i konseptet, men samtidig er ikke MaaS betinget av disse transportinnovasjonene. MaaS introduseres allerede i dag gjennom integrering av konvensjonelle transportmidler. For å frigjøre kunden fra beslutningen om å velge transportmiddel er en idé i MaaS at kunden betaler samlet eksempelvis i form av en fast månedspris for mobilitet.

³ <https://www.aftenposten.no/osloby/Oslo-far-utslippsfrie-selvkjorende-busser-i-2018-623797b.html>

3.1.1 En sammenligning av transportinnovasjonene

De tre transportinnovasjonene vi undersøker nærmere i litteraturstudien inngår i et komplekst nett av innovasjoner og teknologier som på ulikt vis påvirker transportsektoren. Transportinnovasjonene vi ser på ha særegenheter, samtidig som de i ulik grad overlapper hverandre. En enkel figur som viser hvordan de ulike transportinnovasjonene nyttiggjør seg av ulike transportmidler er vist i figur 3.6.



Figur 3.6: Skisse over hvilke transportformer som inngår i de ulike transportinnovasjonene.

Fra figuren ser vi at autonome kjøretøy som transportinnovasjon inngår langs y-aksen, som en av transportformene. Denne transportinnovasjonen vil kunne virke inn både på delingsmobilitet og Mobility as a Service dersom autonome kjøretøy implementeres i en av disse transportinnovasjonene. For delingsmobilitet vil både autonome kjøretøy og konvensjonelle personbiler være en del transportinnovasjonen. Ettersom MaaS er en fullintegrert transportløsning inngår alle former for transportmidler innenfor denne transportinnovasjonen.

En generell sammenligning av de ulike transportinnovasjonene er gitt i tabell 3.1 under.

Tabell 3.1: Sammenligning av transportinnovasjoner.

	Teknologi	Transportmidler	Organisering	Betaling
Delingsmobilitet	Har allerede eksistert en god stund. De senere årene utviklet gjennom appbaserte løsninger som har gitt muligheter for on-demand transport dør til dør med bestilling ved hjelp av smarttelefon.	I dag benyttes i hovedsak personbiler for denne typen mobilitetsløsninger. Autonome kjøretøy vil kunne bli en viktig faktor i videreutviklingen av denne formen for transport.	Opererer både i form av firmaer som selger transporttjenester til kunder, men også i senere tid som P2P-løsninger.	Brukeren belastes som oftest direkte ved bruk av tjenesten.
Mobility as a Service	Har de senere årene blitt introdusert som et konsept. Muliggjøres av appbaserte løsninger som tilbyr skreddersydde transportløsninger i en integrert løsning.	Alle transportmidler benyttes i MaaS, men transportløsningen bygger oppunder kollektivtransport som hovedtransportmiddel. Autonome kjøretøy vil kunne bli en viktig faktor i videreutviklingen av denne formen for transport.	Et integrert system som håndteres sentralt samlet for alle transportaktører som er involvert.	Integrert betalingsløsning hvor brukeren betaler samlet for transportbruket gjennom en avtalt pris over en gitt tidsperiode.

Autonome kjøretøy er ikke beskrevet eksplisitt i tabellen, men inngår som en del av mulig fremtidig videreutvikling av de øvrige transportinnovasjonene.

3.2 Fremtidige mobilitetsløsninger

I dette avsnittet går vi igjennom rapporter som ser nærmere på fremtidige mobilitetsløsninger i transportsektoren med hovedfokus på hvordan disse drives fram av teknologisk utvikling.

“An Integrated Perspective on the Future of Mobility”

Hannon, McKerracher, Orlandi mfl. (2016)

Studien presenterer trender og framtidsutsikter innenfor mobilitet. Den individuelle reisende er i fokus og forfatterne hevder vi står ovenfor betydelige endringer i transportsektoren. Trender innenfor elektrifisering av biler, mobilitetsdeling og autonome kjøretøy er allerede i gang og vil øke i omfang. *Internet of Things* og urbanisering er trender som er med på å muliggjøre dette. Hvilke mobilitetsendringer som blir gjeldene hvor og hvor fort utviklingen vil skje avhenger ifølge rapporten av lokale forhold i den enkelte by. Faktorer som befolkningstetthet, inntektsnivå, utformingen av infrastruktur og rollen til det offentlige vil være med å påvirke fremtidige mobilitetsløsninger.

Tre typer av mulige fremtidige mobilitetssystemer blir beskrevet i rapporten:

- **«Rent og delt».** Hannon mfl. (2016) mener at dette systemet er mest sannsynlig i tettbefolkede byer med lav grad av utvikling, hvor økende urbanisering er med på å skape utfordringer med tanke på kapasiteten i transportnettverket og forurensing. I slike byer vil det være et behov for rask endring til mer klimavennlige transportløsninger og det vil kunne stilles krav til elektrifisering av transportmidler. Befolkningsvekst kan gi økt etterspørsel etter mobilitet og bidra til økt tilbud av tilpassede delte mobilitetsløsninger. Grunnet lavere velstand og dårlig veistandard er autonome kjøretøy mindre sannsynlig i slike områder.
- **«Privat autonomi».** Hannon mfl. (2016) ser dette scenariet som trolig mer aktuelt i forsteder med høyere inntekt der privateid bil fortsetter å dominere som transportmiddel. I slike områder kan autonome biler og elektrifisering bidra til å gjøre transporten mer behagelig, sikker, og kostnadseffektiv, samtidig som man også vil kunne få en økning i trafikk og transportarbeid. Årsaken til dette er at autonome kjøretøy gjør det mulig å bruke reisen både til fritidsaktiviteter og arbeid. Dette vil igjen kunne føre til en utvidelse av hva som defineres som forstedene ved at den aksepterte pendleravstanden økes. Forfatterne av rapporten peker på at kjøretøykilometer kan øke relativt mer enn personkilometer grunnet autonome bilers evne til å kjøre uten fører for å finne parkering eller hente andre passasjerer. Autonome kjøretøy kan også bli benyttet av personer som opprinnelige ikke har vært i stand til å kjøre selv. Dette kan bidra til å ta markedsandeler fra kollektivtransport. På en annen side vil fleksibiliteten til et autonomt kjøretøy kunne føre til at familier i gjennomsnitt har behov for færre biler. Rapporten konkluderer at antallet biler holde seg konstant, men de vil kjøre 35% mer.

- **«Sømløs mobilitet».** Dette systemet vil kunne oppstå i byer med høy tetthet og høyt lønnsnivå hvor mobilitetsløsninger er under rask utvikling. Slike systemer kan typisk bestå av bildeling med autonome kjøretøy som tilbyr dør-til-dør transport ved behov. I slike byer vil skillene mellom offentlig, delt og privat transport i større grad bli uklare. Slike delte løsninger vil delvis kunne erstatte busstilbud. Tog derimot vil fortsette å være en viktig del av mobilitetssystemet i slike byer på grunn av dets kapasitet og hastighet. «Mobility as a service» gjennom en integrert plattform vil dominere i slike byer. Det er estimert at det vil bli en økning i det samlede transportarbeidet samtidig som at bildeling med autonome kjøretøy vil få en sentral rolle i transportsystemet. På grunn av bildelingen forventes det at økningen i antall biler stagnerer, mens kjøretøykilometer trolig holder seg relativt uendret.

Figur 3.7 illustrerer det samlede transportsystemet for scenariet Sømløs mobilitet.



Figur 3.7: Skisse over transportsystemet for scenariet «Sømløs mobilitet». Kilde: Hannon m.fl. (2016).

De overnevnte utviklingstrekkene i fremtidige mobilitetsløsninger vil gi de reisende mulighet til å reise mer effektivt, billigere og oftere på mange forskjellige måter. Det blir derfor også viktig at utviklingen foregår på en kontrollert måte for å unngå negative eksternaliteter som økt trafikk og utslipp.

Hannon m.fl. (2016) peker på at offentlig sektor spiller en stor rolle i å optimalisere effekten av nye mobilitetsløsninger og å etablere et stabilt mobilitetssystem. Implementering av V2V- og V2I-teknologi vil gi økt tilfang av data som gir mulighet for nye beskatningsmodeller basert på infrastrukturbruk og tidspunkt for bruk. Videre mener forfatterne det offentlige må legge til rette for reguleringer i tråd med utviklingen av ny teknologi. Et viktig virkemiddel kan eksempelvis være incentiver for å sikre at autonome kjøretøy blir benyttet som delingskjøretøy, og ikke som private biler. Dette vil føre til bedre utnyttelse av kjøretøyene og mindre grad av tomkjøring.

Studien hevder at det er vesentlig at man ser mobilitet, byplanlegging og infrastrukturbehov i sammenheng, for på mest mulig måte tilrettelegge for fremtidige mobilitetsløsninger. Rapporten konkluderer med at både det offentlige og det private har viktige roller å spille i utviklingen av fremtidens mobilitetsløsninger. Forfatterne trekker frem viktigheten av å

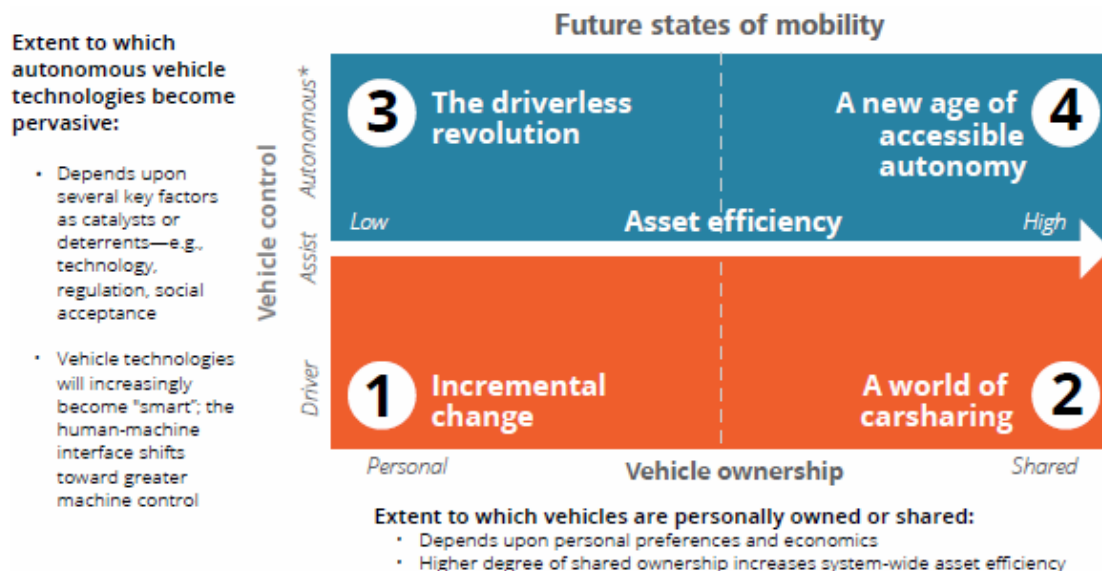
ikke se på hver enkelt mobilitetstrend i isolasjon, men forstå hvordan de er avhengige av og forsterker hverandre. Dette vil gi et klarere bilde av hvilke effekter disse trendene kan ha og hvordan veien videre bør bli utformet.

“The future of mobility: What’s next?”

Corwin, Jameson, Pankratz mfl. (2016)

I rapporten hevdes det at det de nærmeste årene vil kunne skje et skift bort fra fokus på privat eierskap og bruk av personbil mot det de mener er mer fremtidsrettede mobilitetsformer som innebærer delingsmobilitet og autonome kjøretøy. Corwin mfl. (2016) mener likevel det er knyttet stor usikkerhet til hvor lang tid dette skiftet vil ta. Forfatterne peker på at myndighetene kan ha en rolle i å fremskynde utviklingen ved å gi byområder incentiver som bidrar til å fremme de ønskede formene for mobilitet, eksempelvis gjennom investeringer og reguleringer.

Rapporten presenterer fire ulike fremtidsscenarier hvor autonome kjøretøy og delingsmobilitet er viktige drivere. Figur 3.8 illustrerer de fire scenariene.



Figur 3.8: Fire ulike scenarier for fremtidens mobilitetsløsninger. Kilde: Corwin m.fl. (2016).

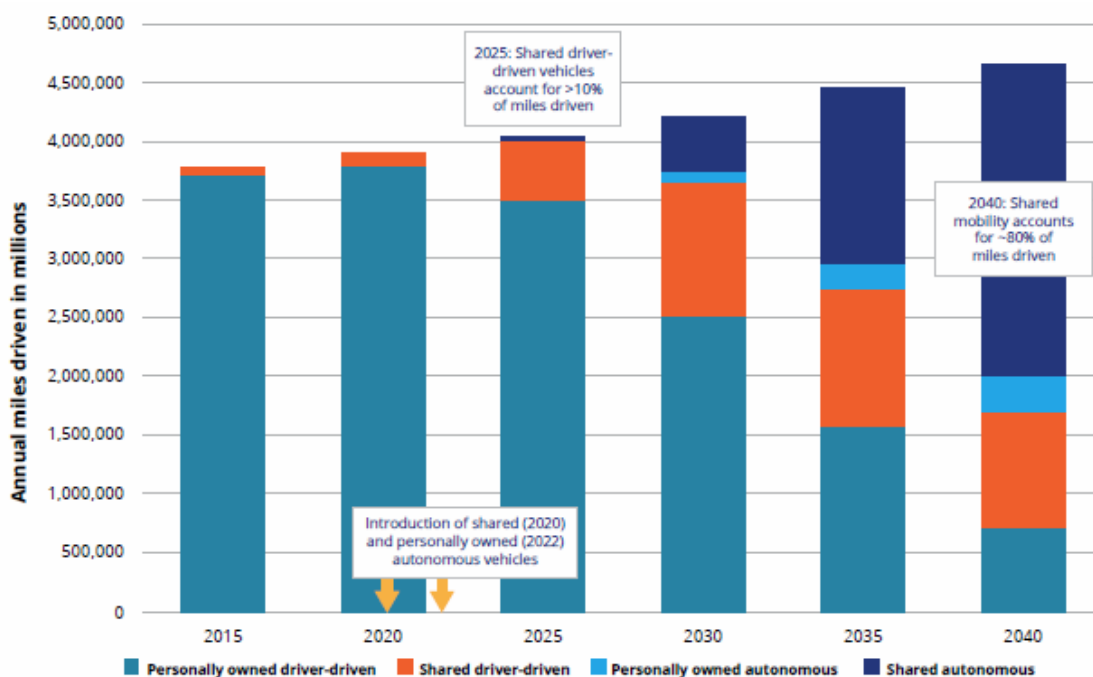
Fremtidsscenariene kan beskrives som følger:

- 1) **Incremental change.** Trafikanter opprettholder sterke preferanser for privat eierskap og bruk av personbiltransport ettersom dette gir høy grad av fleksibilitet, sikkerhet og er bekvemt. Teknologien med tanke på autonome kjøretøy utvikler seg sakte slik at føreren av bilen fortsatt må ta en viss grad av kontroll over bilen.
- 2) **A world of carsharing.** Det vil bli en vekst i delingsmobilitet gjennom *ridesharing* (samkjøring) og *carsharing* (bildeling). Skalafordeler i produksjonen og økt konkurranse fører til utbredelsen av disse transporttjenestene i nye geografiske områder og spesialiserte kundesegmenter. I takt med at delingsmobilitet i større grad håndterer det lokale transportbehovet reduseres behovet for bilhold i husholdninger.
- 3) **The driverless revolution.** Den teknologiske utviklingen fører til at selvkjørende privatbiler med høyeste grad av autonomisering blir utbredt samtidig med at trafikantene opprettholder sine preferanser for å eie biler privat.

- 4) **The new age of autonomy.** En utvikling der førerløse biler med høyeste grad av autonomisering og høy grad av delingsmobilitet eksisterer og tilbyr sømløs mobilitet. Virksomheter som tilbyr fullintegreerte mobilitetsløsninger og autonom delingsmobilitet gir muligheter for trafikanter å kjøpe spesialtilpassede mobilitetsløsninger tilpasset sine behov. Dette scenariet vil være mest aktuelt for byområder, men deretter kunne spre seg til mindre befolkede områder.

Studien hevder at fremtreden av de ulike scenariene vil være forskjellige i ulike geografiske områder i takt med folks behov for ulike transportløsninger vil være forskjellige.

I rapporten gjennomføres det prediksjoner for hvordan kjøretøykilometer med personbil vil utvikler seg i USA fram mot 2040, vist i figur 3.9.



Figur 3.9: Prognose for trafikkarbeid med personbil i USA mot 2040. Kilde: Corvin m.fl. (2016).

Det vektlegges at disse framskrivningene er basert på en rekke faktorer, deriblant hvor raskt den teknologiske utviklingen går, holdninger til nye mobilitetsløsninger, samt regulatoriske rammeverk. Veksten i kjøretøykilometer drives av befolkningsvekst, samt at nye grupper reisende får tilgang til bilbasert persontransport med introduksjonen av de nye mobilitetsløsningene. Allerede i 2030 predikeres det at delingsmobilitet vil ha en stor innflytelse, mens autonome kjøretøy får en stadig større andel av totalt utkjørte kjøretøykilometer fram mot 2040.

3.3 Delingsmobilitet

Her gjennomgår vi studier som omhandler delingsmobilitet med fokus på bildeling i ulike former.

3.3.1 Bildeling

“Mobility and environmental impacts of car sharing in the Netherlands”

Nijland og van Meerkerk (2017)

Studien ser på hvilke effekter bildeling har på blant annet eierskap og bruk av bil. Det undersøkes også hvordan bruk av bildeling bidrar til endringer i bruk av andre transportmidler. Det skilles mellom to typer av bildeling, personlig bildeling (P2P) og tradisjonell bildeling (B2C). Fra en undersøkelse av 363 respondenter som benyttet seg av ulike bildelingstilbud i Nederland ble det avdekket en reduksjon i eierskap av bil på 19 prosent per husstand. Studien viste videre at «effekten» på kjørte kilometer blant bildelerne i gjennomsnitt var en reduksjon på omtrent 1750 km per år. Denne nedgangen i personbilkilometer skyldes i hovedsak at personer som kvitter seg med en privateidbil kjører mindre.

Tabell 3.2 under viser at delingsbiler i hovedsak ble benyttet som erstatning for bil (34 prosent) og tog (41 prosent). Studien finner at 15 prosent av transportarbeidet representerer en økning i transportetterspørselen som følge av tilgangen til bildelingskjøretøy.

Tabell 3.2: Fordelingen av reiste kilometer med ulike transportmidler erstattet av bildelingskjøretøy (i %).
Kilde: Nijland og van Meerkerk (2017).

Mode of transport	Kilometres (in%)
Car	34
Train	41
Bus, tram, rapid transit	4
Bicycle	3
Car passenger	1
Other	2
Not travelled	15

Alt i alt viser likevel studien en reduksjon i antall kjøretøykilometer på 15-20 prosent for personer som benytter bildelingstilbud, sammenlignet med situasjonen før de begynte å benytte seg av dette tilbudet. Den største endringen var blant respondentene som benyttet tradisjonell bildeling (B2C), mens effekten var noe lavere blant respondenter som benyttet personlig bildeling (P2P).

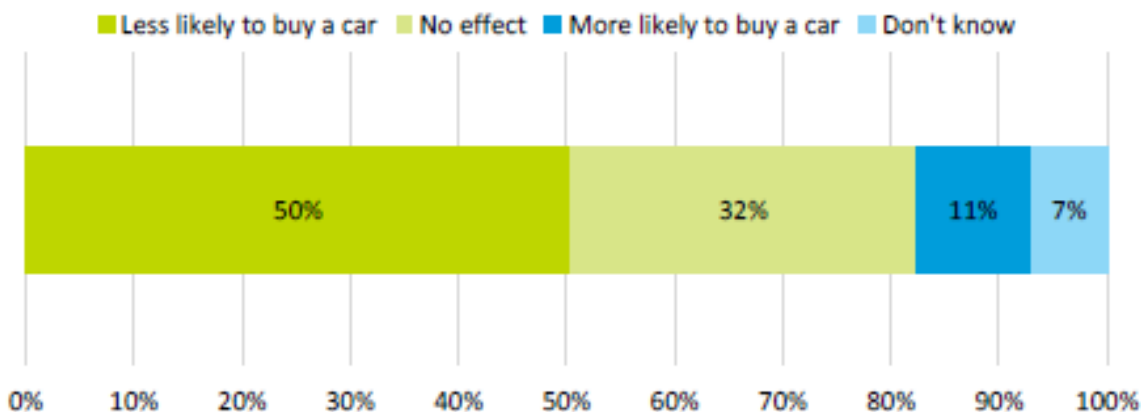
“Carplus annual survey of car clubs”

Steer Davies Gleave (2017)

Studien ser på atferden til brukerne av bildelingskollektiver i London. Steer Davies Gleave har utarbeidet studien på vegne av organisasjonen Carplus Bikeplus. Carplus Bikeplus er en selvstendig ikke-kommersiell organisasjon som arbeider for å fremme delingsmobilitetsløsninger. Resultatene i studien baserer seg på en undersøkelse utført blant

2901 medlemmer rekruttert fra fem forskjellige bilkollektiver i London (hvorav 2290 har vært medlemmer over en lengre tid og 611 er nye medlemmer).

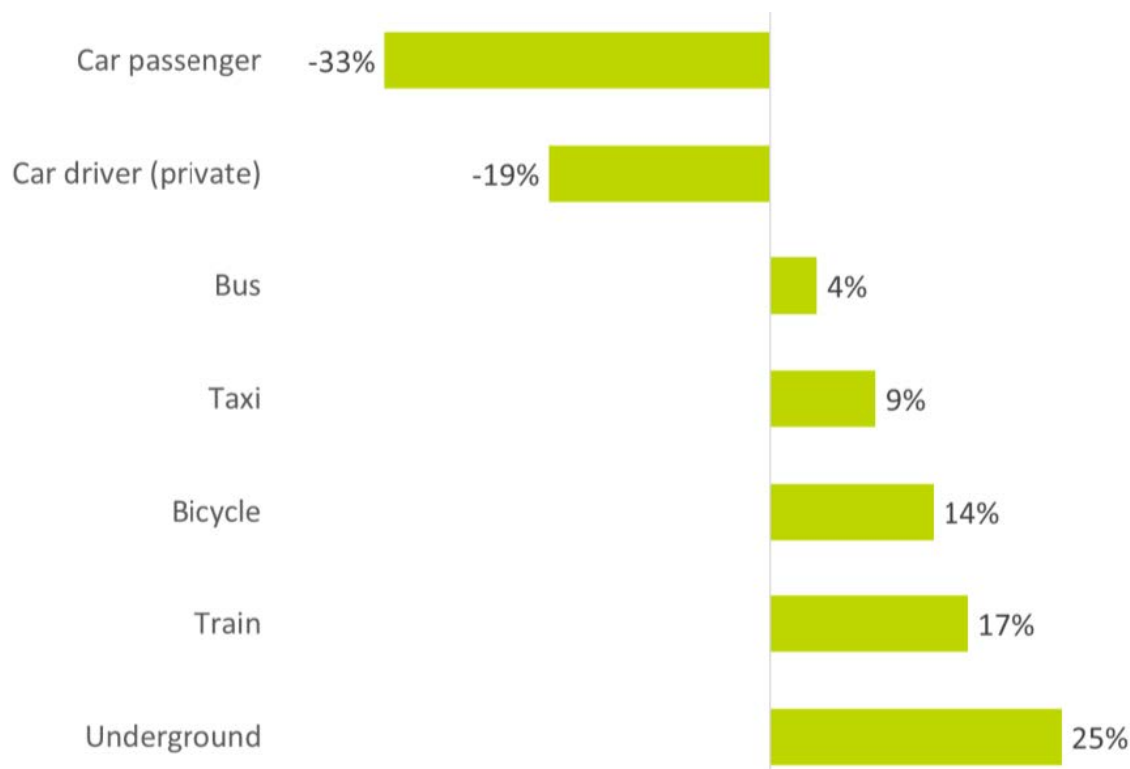
Et av hovedfunnene i studien er at bileierskap blant de som har vært medlemmer 6 måneder eller lenger er lav og at bileierskap blant nye medlemmer reduseres etter at de har blitt medlem i et bilkollektiv. I tillegg kan medlemskap i bilkollektiv kan påvirke beslutningen om å kjøpe privatbil. Figur 3.10 viser at for 50 prosent av respondentene har medlemskap i bildelingskollektivet gjort det mindre sannsynlig å gå til innkjøp av en ny bil.



Figur 3.10: Effekten medlemskap i car clubs har på beslutningen av å kjøpe en ny bil.

Kilde: Steer Davies Gleave (2017).

En sammenligning av tall fra London Travel Demand Survey (LTDS) fra 2015/16 og tall fra undersøkelsen av medlemmer av bildelingskollektiver i London viser at de som er med i et bildelingskollektiv i større grad enn gjennomsnittet benytter andre transportmidler som buss, taxi, sykkel, tog og t-bane og i mindre grad benytter seg av privatbil. En oppsummering av resultatene fra denne sammenligningen er vist i figur 3.11.



Figur 3.11: Prosent av alle respondenter som benytter seg av transportmiddelet minst en gang i uka sammenlignet med en gjennomsnittlig London innbygger. Hentet fra Steer Davies Gleave (2017).

Studien finner videre at gjennomsnittlig kjøretøykilometer for medlemmer som har vært registrert lengre enn seks måneder reduseres med 917 kilometer årlig, samtidig som at bilen benyttes færre ganger i løpet av et år.

"What's ahead for Carsharing? The new mobility and its impact on vehicle sales"

Bert, Collie, Gerrits og Xu (2016)

Studien hevder at bildeling som mobilitetsform vil tilta i omfang i årene fremover, men forfatterne er usikre på hvorvidt dette vil påvirke salget av privatbiler. Forfatterne av rapporten forsøker å svare på hva som må til for at kjørende i større grad skal gi avkall på privatbilene sine. Herunder nevnes blant annet at bildelingstilbudet må ha høy pålitlighet, tilgjengelighet og være konkurransedyktig på pris sammenlignet med andre transportformer.

Forfatterne mener at bildeling har størst sannsynlighet for å lykkes i tettbefolkede byområder. En utfordring for bildelingsaktører kan være at det offentlige i flere byer jobber for reduksjon av privatbiler i sentrumsområder. Tiltak som fjerning av parkeringsplasser og reguleringer for de kjørende skal være med på å legge til rette for levende byer med mindre biltrafikk. Dette kan bidra til svekket attraktivitet for bildelingstilbud i slike områder.

Rapporten peker videre på at introduksjonen av autonome biler kan revolusjonere bildeling som mobilitetsform. Forfatterne underbygger dette med at autonome biler har lave driftskostnader og mulighet til å være akkurat der kunden behøver dem til nøyaktig etterspurt tidspunkt. Bert m.fl (2016) mener en slik utvikling vil føre til en sammenslåing av bildeling og ridesourcingtilbud.

"Nya tjänster för delad mobilitet"

Hållen og Östlund (2016)

Rapporten er basert på en sammenstilling av flere studier og viser til at bildeling i gjennomsnitt reduserer kjøretøykilometer med 30-60 prosent for medlemmene av bilkollektiv. Samtidig hevder studien at en delt bil kan erstatte mellom 7 og 15 privateide biler. Hållen og Östlund (2016) diskuterer hvordan bildeling påvirker trafikkarbeidet med bil, og peker på at dette avhenger av utformingen av tjenestene, hvordan myndighetene er involvert og samarbeidet mellom kollektivtrafikken og bildelingsaktørene. En lett tilgjengelig, effektiv og billigere transport kan være med på å øke etterspørselen etter slike tilbud og resultere i et økt antall kjøretøykilometer totalt sett.

Forfatterne hevder også at et annet viktig poeng er å ta hensyn til at slike løsninger i stor utbredelse kan føre til frigjøring av plass og infrastruktur som fører til økt bilkjøring hos de som ikke benytter seg av bildeling. Slike tilbud må derfor kombineres med reguleringer for å unngå slike bieffekter. Forslag til reguleringer er minsket antall parkeringsmuligheter, mindre ny vegkapasitet eller skatter og avgifter som påvirker kjørekostnadene.

En siste ringvirkning viktig å merke seg ved bildeling er om økt etterspørsel etter bildelingstilbud komplementerer eller konkurrerer med andre kollektivtrafikktilbud. Å flytte reisende fra kollektivtransport til bildeling kan være positivt dersom det er trengsel i eksisterende kollektivtilbud. Dette kan bidra til et bedre servicetilbud for reisende med kollektivtransport, i og med at trengselsnivået reduseres. Dersom det ikke er trengsel i eksisterende kollektivtransport kan minsket etterspørsel etter denne transportformen på sikt føre til reduserte muligheter for å opprettholde det samme kollektivtransporttilbudet. Dette kan bidra til å redusere etterspørselen ytterligere. Bildeling kan også fungere som et

bindeledd for reisende som benytter seg av kollektivtransport som første -eller sisteleddstransport. Det er derfor viktig å ta hensyn til ringvirkningene ved utformingen av slike tilbud.

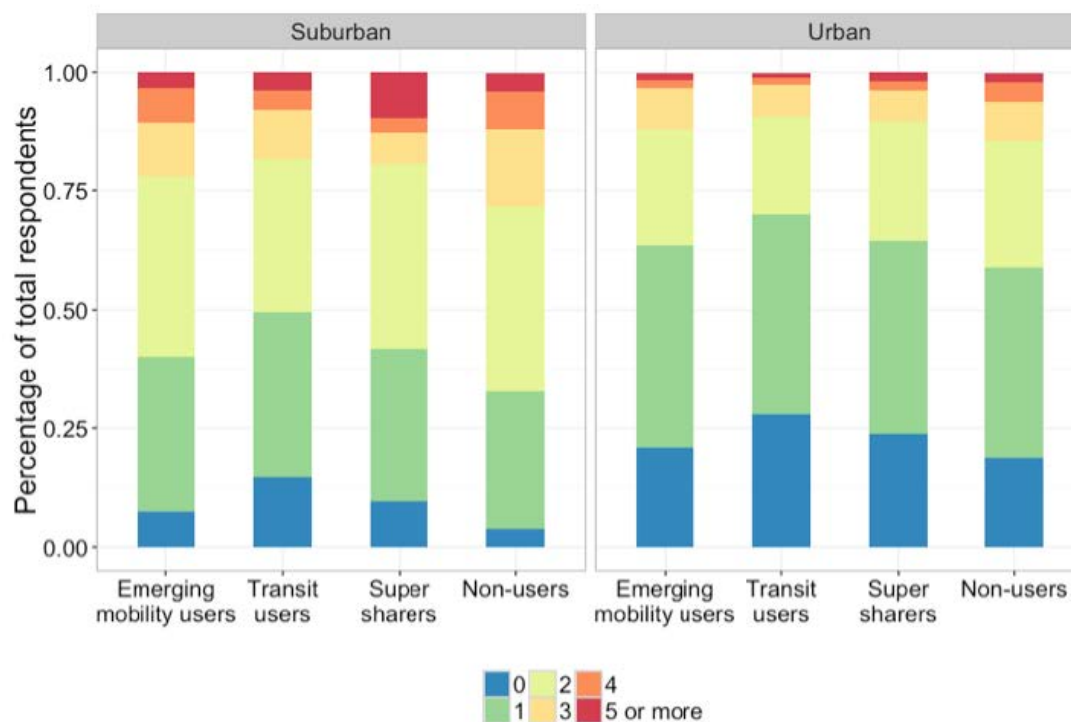
For at de positive effektene ved bildeling skal bli realisert må offentlig sektor bidra med politikktutforming som sikrer at delingstjenestene fungerer sammen med hverandre og sammen med det allerede eksisterende kollektivtransporttilbudet. Dette vil gjøre det enklere for trafikanten å finne dør-til-dør transportløsninger. En løsning kan være å samle alle mobilitetstilbudene på en og samme plattform der reisende kan bestille skreddersydde reiser med hensiktsmessige transportmidler. Dette kalles ofte «Mobility as a Service» og vil bli beskrevet i mer detalj senere.

3.3.2 Samkjøring og ridesourcing

“Shared mobility: Current adaption, use, and potential impacts on travel behavior”

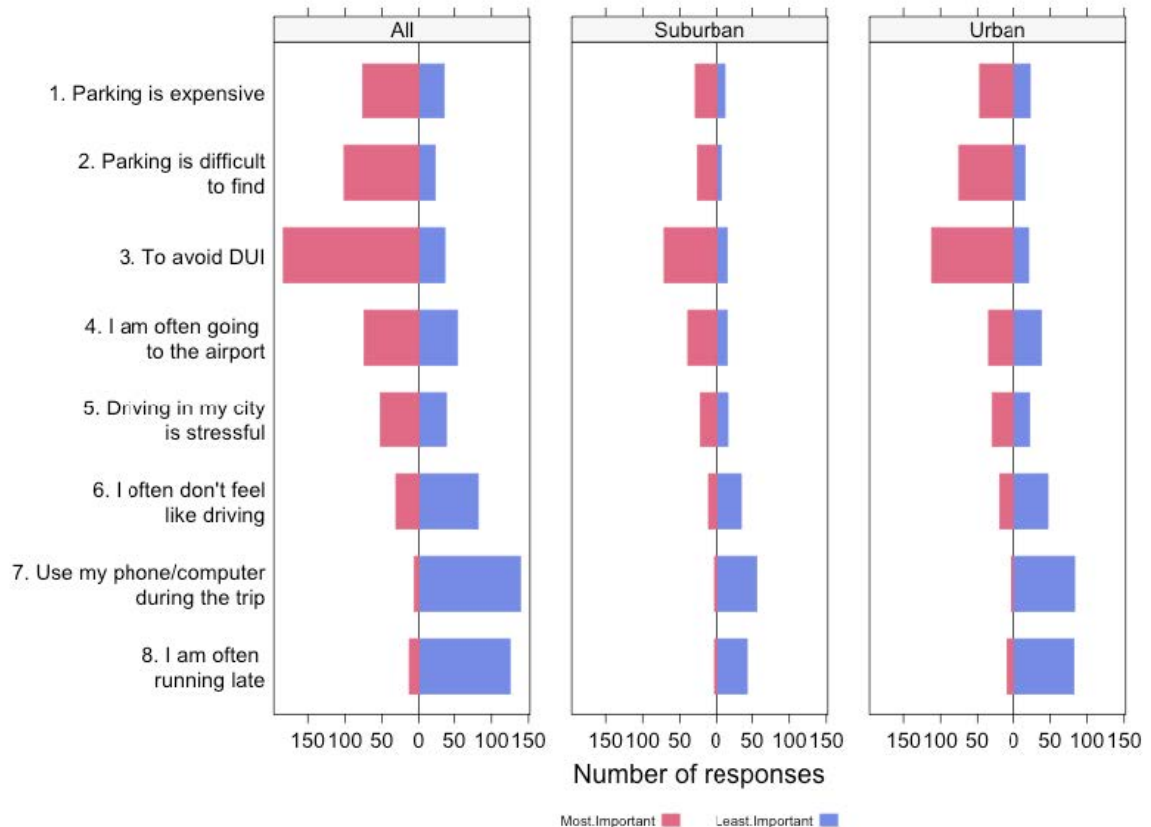
Clewlow og Mishra (2016)

Studien presenterer funn fra en spørreundersøkelse utført i større byer i USA som ser på samkjøringstjenester (Zipcar og Car2go) og ridesourcingtjenester (Uber, Lyft). Undersøkelser ser nærmere på bruken av disse tjenestene og effekten tjenestene har på trafikantenes reiseatferd. Studien finner at de som benytter seg av mobilitetstilbud som kollektivtransport, ridesourcing og samkjøringstilbud («supersharers») eier færre biler i gjennomsnitt enn de såkalte «ikke-delerne» blant respondentene, men at de derimot eier flere biler i gjennomsnitt enn de som svarer at de kun benytter seg av kollektivtransport. De største forskjellene i eierskap til bil fant Clewlow og Mishra (2016) mellom brukerne av slike tjenester fra byområder og brukerne fra forstedene, som vist i figur 3.12 nedenfor. Bildelingstjenester synes dermed å ha størst effekt på bileierskap i byområder.



Figur 3.12: Antall privatbiler i husholdningen gitt ved boligområde og type av mobilitetsbruker.
Kilde: Clewlow og Mishra (2016).

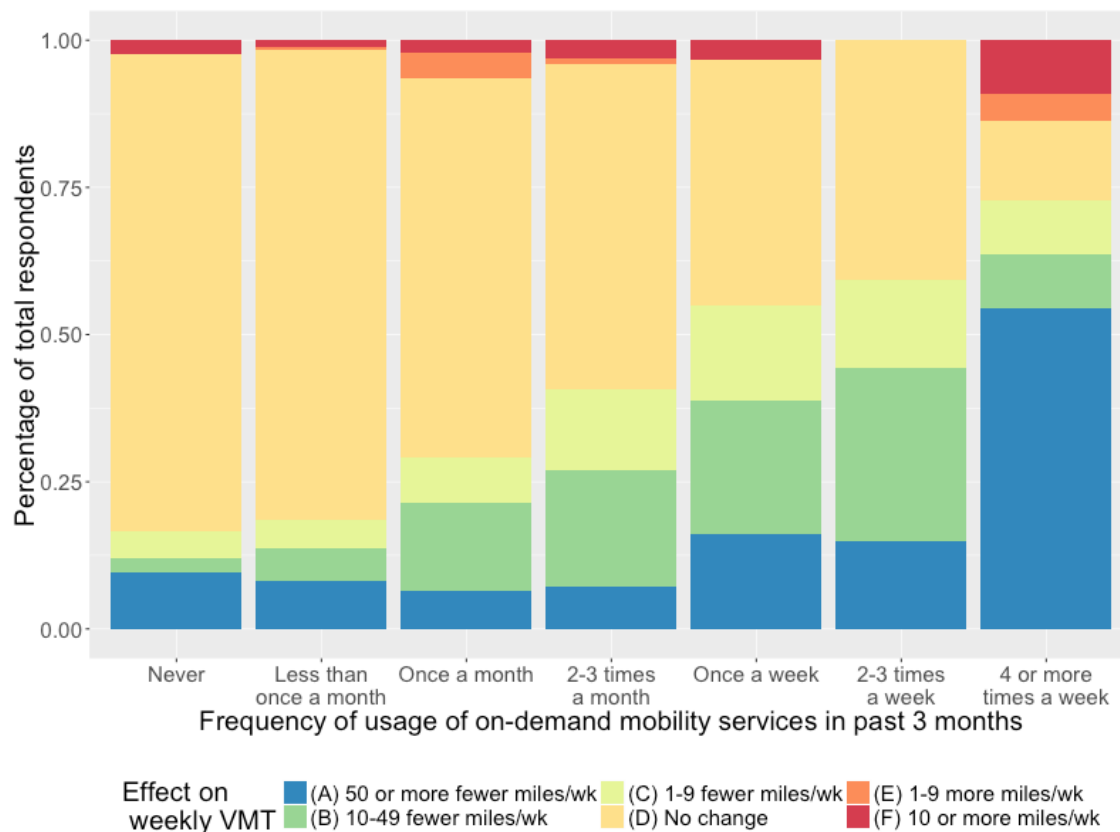
Figur 3.13 presenterer de viktigste årsakene til at respondentene velger ridesourcing-tjenester fremfor å kjøre selv. Dette kan være viktig informasjon for politikkutforming med sikte på å redusere bruken av personbil, samt tilbyderne av slike tjenester. Figuren viser at vanskeligheter med å finne parkeringsplass og kostnadene ved parkering er to av de viktigste årsakene.



Figur 3.13: De viktigste grunnene til å benytte seg av ride-hailing tjenester istedenfor å kjøre selv. DUI = drinking under influence (fyllekjøring). Kilde: Clevlow og Mishra (2016).

Effekten på trafikkarbeid og transportmiddelfordeling

Studien viser at 91 prosent av respondentene som benyttet seg av ridesourcing tilbud ikke hadde noen endring i deres bileierskap. De resterende ni prosentene svarte derimot at de hadde bestemt seg for å kvitte seg med en bil, og denne trenden øker ifølge funnene fra respondentene med bruken av tjenesten. 26 prosent hadde redusert kjøretøykilometer med omtrent 16 kilometer (ti miles) per uke. Studien er likevel ikke entydig på endringen i totale kjøretøykilometer. Som illustrert i figur 3.14 er det en sterk korrelasjon mellom bruken av ridesourcingtilbud og reduksjon i kilometer kjørt med privatbil.



Figur 3.14: Endring i kjørtøykilometer basert på brukerfrekvensen av ridesourcing tilbud.

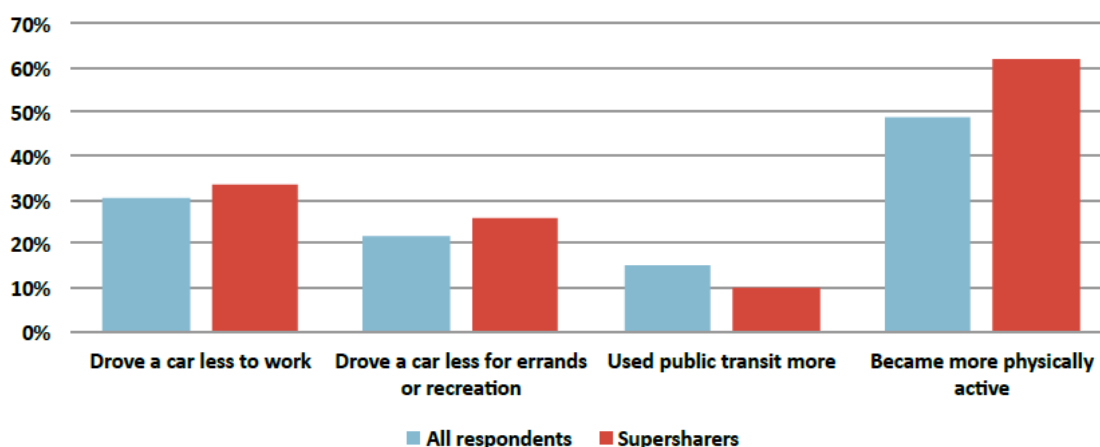
Kilde: Clenlow og Mishra (2016).

Når det gjelder overføringer mellom ulike transportmetoder viser studien i likhet med flere andre studier at slike tjenester har en tendens til å ta markedsandeler fra buss, men fungerer som matetilbud til tog. To av hovedgrunnene til et skifte vekk fra buss til ridesourcing var blant respondenter i forstedene at det ikke var nok holdeplasser på busslinjene, og blant respondentene som bodde i byer at tjenestene tok for lang tid. Flertallet rapporterte i midlertidig at de ikke hadde gjort noen endringer i bruken av kollektivtransport etter å ha startet å bruke ridesourcingtjenester.

“Shared mobility and the transformation of public transit”

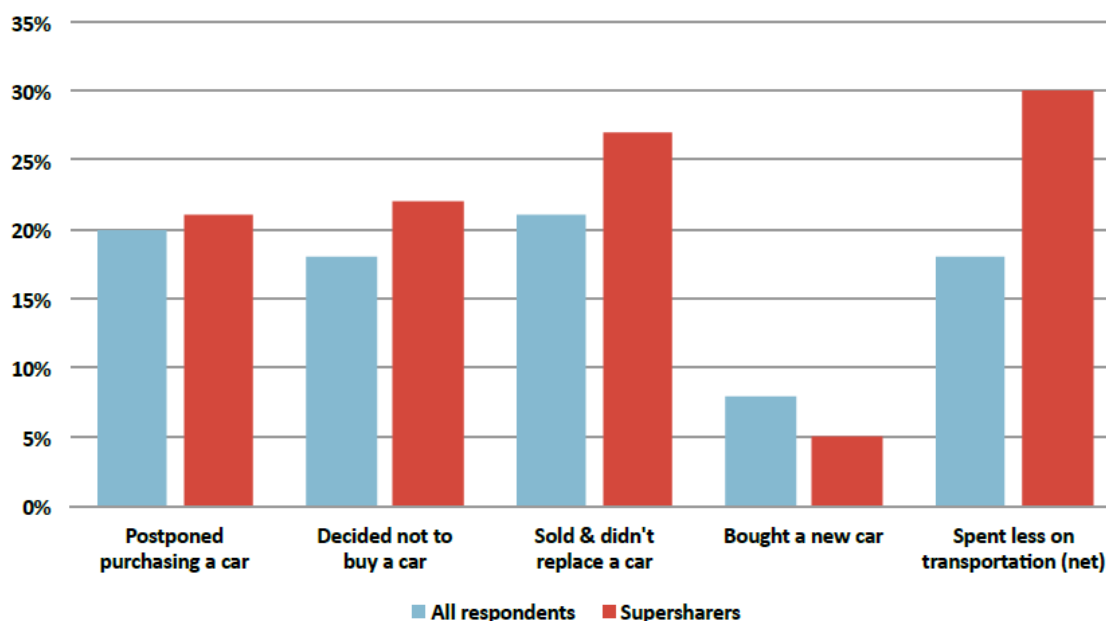
Murphy og Feigon (2016)

Studien utforsker forholdet mellom kollektivtransport og delte transportmidler (sykkeldeling, bildeling og ridesourcing) og finner at det skjer en livsstilsendring hos de som begynner å benytte seg av delt mobilitet. 30 prosent av de som benytter seg av delte transportmidler rapporterte at de kjører bil til jobb i mindre grad enn før de benyttet delt mobilitet og 22 prosent svarte at de bruker bilen til ærender mindre enn før. 15 prosent benytter seg mer av kollektivtransport. Som vist i figur 3.15 skiller rapporten på den tradisjonelle brukeren og superdeleren («supersharers») av mobilitetsdelingsløsninger, der superdelerne har benyttet en kombinasjon av delte transportmidler både til jobb, i forbindelse med ærender og fritidsaktiviteter de siste tre månedene. En sammenstilling av endringene i bruk av bil og kollektivtransport blant begge gruppene av mobilitetsdeling er vist i figur 3.15.



Figur 3.15: Livsstilsendringer blant brukerne av delt mobilitetstilbud. Kilde: Murphy m.fl. (2016).

Rapporten har videre sett på sannsynligheten for kjøp av bil etter å ha begynt å benytte tilbud innenfor delingsmobilitet. Figur 3.16 under gir en oppsummering av resultatene. Blant annet viste svarene fra undersøkelsen at omtrent 20 prosent svarte at de hadde utsatt kjøp av bil, 18 prosent hadde bestemt seg for å ikke kjøpe bil og 21 prosent solgte bilen uten å erstatte den med en ny. Kun omtrent åtte prosent kjøpte ny bil.



Figur 3.16: Finansielle endringer fra respondentene begynte å benytte seg av delt mobilitet. Kilde: Murphy m.fl. (2016).

Ridesourcing blir i hovedsak brukt til fritidsaktiviteter (54%) og mindre som transportmiddel til/fra jobb (21%). De som benytter ridesourcing til jobb gjør dette av og til, ikke fast. Det er mest brukt på kveldstid og helger når det er dårligere kollektivtransporttilbud.

Politikkutforming

Myndighetene har en rolle å spille når det kommer til å forsikre at de positive effektene fra et utvidet mobilitetstilbud blir fullt utnyttet. Dette bør i følge studien gjøres gjennom samarbeid og offentlig-privat-samarbeid (OPS) som kan føre til forbedret integrasjon og

informasjonsutveksling mellom de ulike tilbudene. I tillegg er det viktig å forsikre seg om at slike tilbud vil være brukervennlige for alle grupper av mennesker med ulike mobilitetsbehov. Reguleringer av ridesourcingtjenester er fortsatt et omstridt tema. En tendens er likevel at tilbydere av kollektivtransport ser fordeler med slike tilbud. Det blir sett på som et mulig matetilbud eller siste ledd i en reisekjede, hvor andre transporttilbud som tog og t-bane er hovedtransportmidlet.

"Assessing the Impact of Real-time Ridesharing on Urban Traffic using Mobile Phone Data"

Alexander og Gonzalez (2015)

Studien ser på effektene av ridesourcing på kjøretøykilometer ved hjelp av data fra smarttelefoner. Studien peker på at effekten ridesourcing har på trafikkmengde avhenger av om tilbudet erstatter reiser med bil eller er en erstatning for andre transportmidler. Dersom ridesourcing tar reisende fra transportmidler som kollektivtransport, sykling eller gange, eller fører til turer som ellers ikke ville blitt gjennomført, resulterer dette i en økning i kjøretøykilometer. Tabell 3.3 viser endringen i antall biler og kjøretøykilometer etter at et ridesourcingtilbud ble etablert. Disse endringene avhenger av hvor stor andel av brukerne som før ridesourcingtilbudet benyttet seg av privatbil (a_d) og hvor stor andel som benyttet seg av andre transportmidler enn bil (a_o). Endringene er beregnet mot en referansesituasjon uten ridesourcing tilbud.

Tabell 3.3: Prosentvis endring i antall biler og utkjørt distanse relativt til andel reisende som tidligere benyttet bil (a_d) og reisende som tidligere benyttet ikke-bilrelatert transportmiddel (a_o). Kilde: Alexander og Gonzalez (2015).

a_d (%)	a_o (%)	Vehicles (%)	VMT (%)
0	50	5.99	1.83
10	10	-1.83	-0.85
50	0	-19.17	-11.57

Tabellen viser at dersom 50 prosent av ridesourcingbrukerne tidligere benyttet bil som transportmiddel vil kjøretøydistanse bli redusert med over 11 prosent og antall biler bli redusert med over 19 prosent. En større reduksjon i antall biler relativt til kjørt kjøretøydistanse tyder på at et slikt tilbud er mest effektivt i byområder med kortere reiselengder. Studien viser at for å oppnå en merkbar effekt på kjøretøykilometer må en betydelig andel av brukerne komme fra reisende som tidligere valgte bil som transportmiddel og ikke reisende som ellers hadde valgt andre transportformer.

3.3.3 Delingsmobilitet med taxi- og taxibuss

"Shared Mobility Innovation for Liveable Cities"

International Transport Forum (2016)

Casestudien tar for seg virkningene av å erstatte all kjøring med bil og buss i Lisboa med et mobilitetssystem bestående av delte seks-seters drosjer (shared taxis) og 16-seters minibusser (taxi-buses). Det forutsettes at metrotilbudet opprettholdes som før.

Delte drosjer tilbyr dør-til-dør transporttjenester tilpasset de reisendes behov. Passasjerene må akseptere å dele drosjen med andre passasjerer på deler av ruta og samtidig at drosjen

tar en liten omvei fra den mest direkte ruta. Minibusser tilbyr transport med forhåndsbestilling minst 30 minutter i forveien ved hjelp av smarttelefon. Minibussen kjører direkte fra hentested til avleveringssted uten en fast rute eller tidsplan, men passasjerer må akseptere en mindre gåavstand til og fra såkalte «pop-up stops».

Begge løsningene tilbyr transport uten behov for overganger. Dette kan ifølge forfatterne føre til en utfasing av busstilbudet i byen, samtidig som de også kan fungere som matebusser til kollektivtransporttilbud som tog og t-bane, dersom kapasiteten og frekvensen på disse er høy. Dette forenkler introduksjonen av mobilitetsdelingsløsninger og øker bruken av høykapasitetstilbud.

Resultatene av studien viser at det blir en reduksjon i kjøretøykilometer på hele 37 prosent. En enda større reduksjon skjer for kjøretøyflåten. Dette skyldes i hovedsak bedre utnyttelse av hvert enkelt kjøretøy, men også at modellberegningen har «fjernet» privatbil som en mulighet. Kjøretøyflåten vil kun ha behov for å være 3 prosent av det den er i dag, noe som vil føre til at hver bil kjører ti ganger mer. Dette gjør at det blir en hyppigere utskiftning av biler. Den forbedrede utnyttelsen av kapasiteten kan også bidra til at reiser med slike mobilitetstilbud i byer blir 50 prosent rimeligere enn den er ved dagens situasjon. Utfordringen er å overføre reisende fra privatbilisme til delingsmobilitet. Dette kan gjøres ved å forby reisende med privatbil tilgangen til byen ved gitte tidspunkt eller avgrensede områder, noe som er vanskelig å gjennomføre i praksis.

“Transition to Shared Mobility How large cities can deliver inclusive transport services”

International Transport Forum (2017)

En annen ITF-rapport som bygger videre på den overnevnte rapporten tar også utgangspunkt i Lisboa og ser på mulighet for oppskalering av delingsmobilitet for et helt byområde. Teknologien som finnes på dette området i dag gjør at tilbud innenfor delingsmobilitet gir positive effekter på urban mobilitet etter kort tid og med lav risiko. Rapporten anbefaler derfor å starte integreringne av mobilitetsdelingsløsninger i eksisterende transportplaner. Dette bør gjøres gradvis for å oppnå den nødvendige aksepten blant de reisende. Prisen på mobilitetsdelingstilbud bør være utformet slik at en unngår en stor andel av individuell bruk av tjenesten, dette kan forhindre reduksjonen av trafikkvolum. Det må lønne seg å dele reisen med andre slik at ikke passasjerer forespør å reise alene. Mobilitetsdelingsløsninger må være tilgjengelig for alle også de med spesielle mobilitetsbehov slik som rullestolbrukere.

3.3.4 Autonom delingsmobilitet

“Urban Mobility System Upgrade – How shared self-driving cars could change city traffic”

International Transport Forum (2015)

Studien analyserer effekten av å innføre delingsordninger for autonome biler i Lisboa ved at en bilflåte med slike kjøretøy deles mellom befolkningen. Studien peker på at bildeling som konsept har utviklet seg i takt med tilgang til nye teknologiske løsninger, deriblant tilgangen og utviklingen av appbaserte løsninger. Delingsbaserte konsepter blir stadig mer sofistikerte, og flere suksessfulle bildelingsløsninger (*carsharing*) har blitt utviklet og lansert på verdensbasis. Tilsvarende har man hatt en utvikling i appbaserte løsninger for samkjøring (*ridesharing*), eller såkalt *on-demand* transport, både i form av taxilignende

løsninger, men også i form av *peer-to-peer* løsninger. Som et neste steg i utviklingen av disse transportinnovasjonene vil autonome kjøretøy være en viktig driver.

I studien undersøkes to ulike konsepter:

- **TaxiBot** som innebærer at flere passasjerer kan samkjøre (*ridesharing*) med mulighet for full utnyttelse av passasjerkapasitet.
- **AutoVot** som innebærer at en og en passasjer benytter kjøretøyet sekvensielt (*carsharing*).

Et av premissene for studien er at disse to ordningene skal kunne gjennomføre samme antall turer som det som gjennomføres i dagens situasjon, i form av avgang- og ankomststed og tidspunkt for gjennomføring av reisen. I tillegg skal bilflåten i TaxiBot og AutoVot erstatte alle turer som gjennomføres med buss og bil. Resultatene analyseres både på døgnnivå og i en rushtidsperiode.

Beregningene gjennomføres med en agentbasert transportmodell som simulerer atferden til alle aktørene i transportsystemet, deriblant trafikantene og de autonome bilene. Det gjennomføres flere beregningsscenarier for TaxiBot og AutoVot hvor forutsetningene varieres både med hensyn til:

- Tilgangen til kollektivtransport med høy kapasitet. Ett beregningsscenario er gjennomført under forutsetningen at metrosystemet med høy transportkapasitet ikke kan benyttes.
- Markedsandelen til de autonome bilene. Ett beregningsscenario innebærer at 50 prosent av bilene er konvensjonelle privateide biler.

Studien finner at disse forutsetningene har betydning for transportmiddelfordelingen i beregningene, men at transportmiddelfordelingen er relativt lik i de ulike beregningene for henholdsvis TaxiBot og AutoVot. De selvkjørende bilene får en markedsandel på 70 prosent, både i tilfellet med TaxiBot og AutoVot, men markedsandelen øker til 92 prosent dersom man forutsetter at metrosystemet ikke kan benyttes. Dette kan sammenlignes med 48 prosent i referansescenariet, der alle biler er konvensjonelle og privateid.

Innføringen av TaxiBot og AutoVot har betydelige virkninger på behovet for antall biler i bilparken. Beregnet behov for antall kjøretøy for de ulike scenariene er vist i tabell 3.4.

Tabell 3.4: Beregnet behov for antall biler i bilparken i de ulike scenariene. Kilde: ITF (2015).

			Fleet size	% of baseline
Baseline			203 000	
100% shared self-driving fleet	Ride sharing (TaxiBot)	No high-capacity public transport	25 917	12.8
		With high-capacity public transport	21 120	10.4
	Car sharing (AutoVot)	No high-capacity public transport	46 249	22.8
		With high-capacity public transport	34 082	16.8
50% private car use for motorised trips	Ride sharing (TaxiBot)	No high-capacity public transport	13 265 + 194 537*	102.4
		With high-capacity Public transport	10 900 + 147 767*	78.2
	Car sharing (AutoVot)	No high-capacity Public transport	22 887 + 194 275*	107.0
		With high-capacity Public transport	18 358 + 148 050*	82.0

* = shared + private cars

I tilfelle hvor det forutsettes høykapasitets kollektivtransport viser beregningene at man med TaxiBot kan redusere behovet for antall kjøretøy i bilparken med opptil 90 prosent, mens tilsvarende tall er cirka 85 prosent for AutoVot.

Samtidig viser beregningene at man i tilfelle med 50 prosent markedspenetrasjon for autonome kjøretøy, og hvor resterende biler er konvensjonelle privatbiler, kun vil få en reduksjon på cirka 20 prosent i antall biler i bilparken. Dersom man forutsetter at det ikke eksisterer høykapasitets kollektivtransport viser beregningene at man i disse scenariene faktisk vil få en økning i behovet for antall biler i bilparken for å kunne avvike samme transportbehov som før. Forfatterne poengterer at dette viser at man på kortere sikt, i en overgangsperiode fra konvensjonelle biler til autonome kjøretøy, vil kunne oppleve uventede trafikale effekter av introduksjonen av autonome kjøretøy.

Uavhengig av hvilke forutsetninger man legger til grunn for beregningene av TaxiBot og AutoVot viser beregningene at antall kjøretøykilometer med bil vil øke som følge av introduksjonen av autonome kjøretøy. Dette er vist i tabell 3.5.

Tabell 3.5. Beregnet trafikkarbeid med TaxiBot og AutoVot. Kilde: ITF (2015).

			Car-kilometers (millions)	% of baseline
Baseline			3.8	
100% shared self-driving fleet	Ride sharing (TaxiBot)	No high-capacity public transport	4.62	122.4
		With high-capacity public transport	4.01	106.4
	Car sharing (AutoVot)	No high-capacity public transport	7.15	189.4
		With high-capacity public transport	5.44	144.3
50% private car use for motorised trips	Ride sharing (TaxiBot)	No high-capacity public transport	6.04	160.2
		With high-capacity public transport	4.90	129.8
	Car sharing (AutoVot)	No high-capacity public transport	7.20	190.9
		With high-capacity public transport	5.69	150.9

Trafikkarbeidet er beregnet å øke med seks prosent med TaxiBot med høykapasitets kollektivtransport, mens beregningene viser en økning på 89 prosent i kjøretøykilometer med bil for AutoVot uten høykapasitets kollektivtransport. Én av årsakene til økningen er at de selvkjørende bilene erstatter alle bussreiser. Gitt at kapasitetsutnyttelsen på buss generelt er lav over dagen, hevder forfatterne at systemene med selvkjørende biler innebærer en bedre tilpasning av ressursene. En annen årsak til økningen i kjøretøykilometer skjer som følge av at de selvkjørende bilene repositioneres etter hver tur og kjører omveier for å plukke opp passasjerer underveis i TaxiBot-scenariet. I tilfelle med 50 prosent markedspenetrasjon for autonome kjøretøy beregnes det en økning i kjøretøykilometer på opptil 90 prosent.

Beregningene i studien viser at det er et stort potensiale for å frigjøre parkeringsplasser til annen bruk, både med TaxiBot og AutoVot. Avhengig av tilgjengeligheten av høykapasitets kollektivtransport beregnes behovet for parkeringsplasser å bli redusert med mellom 84 og 94 prosent. I tilfelle med blandet bilflåte med autonome delingsbiler og konvensjonelle privatbiler er effekten beregnet til å være betydelig mindre, med det mest optimistiske scenariet på 24 prosent.

Simuleringene viser at innføringen av TaxiBot og AutoVot vil innebære betydelige reise- og ventetidsforbedringer for trafikantene. I studien beregnes det derimot ikke noe etterspørselseffekt som følge av disse endringene.

“Dynamic ride-sharing and fleet sizing for a system of shared autonomous vehicles in Austin, Texas”

Fragrant og Kockelman (2016)

Studien hevder autonome kjøretøy vil få stor innflytelse på fremtidig mobilitet. Forfatterne gjennomfører modellsimuleringer som viser at introduksjonen av autonome kjøretøy kan føre til ekstra kjøretøykilometer på grunn av økende graden av tomkjøring mellom ulike bestillinger. Det presenteres deretter en alternativ løsning basert på dynamisk bildeling av autonome kjøretøy som plasserer reisende med samme ønsker for avreisested, destinasjon og avreisetidspunkt i samme bil. De som sier seg villig til å dele bil kan da bli sammenkoblet med andre reisende med tilsvarende behov.

Simuleringen viser at en introduksjon av delte autonome kjøretøy kan øke totalt antall kjøretøykilometer med ni prosent sammenlignet med referansesituasjonen for testområdet og fire prosent dersom dynamisk bildeling er en del av løsningen. Større etterspørsel etter et slikt tilbud og reisende som i økende grad er fleksible i forhold til deling, tidspunkter og kjørerute vil gjøre det lettere å plassere reisende i samme bil og sannsynligheten større for å redusere kjøretøykilometer totalt sett.

Forfatterne av studien påpeker derfor at ulike delingsløsninger for autonome kjøretøy kan bidra til ulike effekter for trafikkarbeidet for bil, og at politikkutforming i form av incentiver kan bidra til at trafikantene tilpasser seg mobilitetsløsninger som i mindre grad øker kjøretøykilometer.

3.4 Autonome kjøretøy

Her gjennomgår vi studier som omhandler autonome kjøretøy.

“Planning for Connected and Automated Vehicles”

Dennis, Spulber, Brugeman, Kuntzsch og Neuner (2017)

Studien ser på hvordan sammenkoblede og autonome kjøretøy (CAV⁴) påvirker transportsektoren med fokus på endringer i transportkostnader, trafikkstrømmer og forsinkelser i trafikken. Forfatterne påpeker at det er betydelige utfordringer med tanke på hvordan offentlig sektor best mulig kan maksimere samfunnets velferd ved implementering av CAV, og at det må fokuseres på hvordan innføringen av denne teknologien påvirker transportsektoren, infrastrukturen og arealbruk. Rapporten peker på en rekke potensielle effekter av implementeringen av sammenkoblede og autonome kjøretøy.

Infrastruktur

Dagens infrastruktur er eksempelvis konstruert for konvensjonelle kjøretøy med bilfører, og i liten grad tilpasset autonome kjøretøy. Implementering av CAV vil påvirke behovet for

- **Veimarkeringer** (*Road markings*) i form av radarer og kameraer.
- **Signalbruk** (*Signalization*) i form av V2I-kommunikasjon.

⁴ Connected and automated vehicles, andre kilder bruker «platooned» om tilsvarende konsept.

- **Feltbredde og veikapasitet** som følge av at det vil kunne være mulig å utvikle samme antall kjøretøykilometer på færre felter, samt at automatisering vil kunne muliggjøre høyere tetthet i bredden og kortere følgetid. Det vil også kunne være aktuelt med fjerning av midtdelere.
- **Tilgangsstyring** (*Access Management*) gjennom tilpasning av infrastruktur for egne områder for *drop-off* og *pick-up*. Muligheter for offentlig myndigheter til å standardisere løsninger for dette.

Rapporten påpeker at investeringer i dagens infrastruktur vil kunne bidra til å implementering av CAV, men at det trolig vil være behov for investeringer i helt ny infrastruktur for å forsure denne implementeringen. Det pekes på at det trolig vil være behov for offentlige myndigheter å ta en rolle i utviklingen av høydetaljerte kart tilpasset de autonome kjøretøyene. Offentlig sektor må samarbeide med bilindustrien og forskningsmiljøer for å utvikle, teste og iverksette nødvendige infrastrukturtiltak knyttet til ny V2I-teknologi. Slik kan myndighetene sikre at infrastrukturen som blir installert er i samsvar med det som utvikles av bilindustrien. Rapporten peker på at utviklingen av ny infrastruktur vil kunne bidra til økte investeringskostnader for offentlig sektor.

Utviklingen og implementeringen av CAV vil påvirke transportsystemet, men størrelsen på effektene er usikre. Rapporten påpeker at dette blant annet avhenger av hvordan de autonome kjøretøyene vil bli benyttet, offentlige investeringsbeslutninger, politikkutforming og regulering, samt transportkostnadene for trafikantene.

Kjøretøykilometer

Studien peker på en rekke faktorer som vil kunne påvirke den totale etterspørselen etter bilbasert persontransport, målt i antall kjøretøykilometer. Disse deles inn ettersom hvorvidt de påvirker antall kjøretøykilometer positivt eller negativt.

Tabell 3.6: Faktorer som kan potensielt kan øke antall kjøretøykilometer. Kilde: Dennis m.fl. (2017)

Faktorer som kan øke kjøretøykilometer	Effekt
Økt etterspørsel	Autonome kjøretøy vil kunne bidra til billigere og mer tilgjengelig transport, spesielt innenfor bildeling og selvkjørende taxier. Selvkjørende biler bidrar til å redusere transportkostnadene gjennom reduserte tidskostnader. Dette gir lavere incentiver til å redusere reisetterspørselen enn ved bruk av konvensjonelle biler.
Tomkjøring	Ved skjev retningsbalanse vil autonome kjøretøy kunne bidra til mange turer uten passasjerer. Dette øker antall kjøretøykilometer.
Andre former for reiselenker	Kan være et problem dersom husholdninger endrer sin atferd, eksempelvis ved at det gjennomføres flere individuelle turer med det autonome kjøretøyet heller enn enkelturer med flere personer der flere reisemål betjenes samtidig.
Skift fra andre transportformer	Tilgjengelighet og pris kan bidra til å øke attraktiviteten til autonome kjøretøy sammenlignet med konvensjonell kollektivtransport og sykkel og gange. Isolert sett vil dette føre til flere utkjørte personbilkilometer.
Arbeidsmarked og bosetting	Ettersom tidskostnaden blir lavere for de reisende i autonome kjøretøy vil dette kunne bidra til at trafikanter godtar lengre reisevei til jobb gjennom relokalisering av arbeidsplass eller bosted. Dette medfører økt antall kjøretøykilometer.
Lokasjon parkeringsplasser	Dersom parkeringsplasser for de autonome kjøretøyene lokaliseres langt unna bykjernen og arbeidsplasser vil det medføre flere kjøretøykilometer i form av tomkjøring.
Privat eierskap CAV	Kan bidra til at eieren av det autonome kjøretøyet sender bilen hjem for å parkere mens han er på jobb, for deretter å bli hentet på senere tidspunkt. Dette vil bidra til økt antall kjøretøykilometer.
Økt mobilitet for ikke-kjørende	Autonome kjøretøy vil bidra til at trafikanter som før ikke hadde tilgang på bilbaserte transportløsninger får tilgang til dette. Selv om dette kan ha en positiv velferdseffekt for samfunnet bidrar det likevel til økt antall kjøretøykilometer for personbilbasert transport.

Tabell 3.7: Faktorer som kan potensielt kan redusere antall kjøretøykilometer. Kilde: Dennis m.fl. (2017)

Faktorer som kan redusere kjøretøykilometer	Effekt
Betaling per tur	Dersom tilgangen til bildeling og taxier gjennom autonome kjøretøy er basert på at man må betale for hver enkelt tur vil dette kunne redusere unødvendig reiseaktivitet.
Lavere eierskap av personbil	Dersom bildelingsordninger basert på autonome kjøretøy medfører lavere eierskap til personbil vil dette kunne redusere antall kjøretøykilometer.
Økt utnyttelsesgrad	CAV i en bildelingsordning vil trolig ha teknologier som muliggjør at det blir enklere å dele transport. Dette inkluderer ruteoptimalisering som gjør transporten rimeligere for de reisende. Ved høyere utnyttelsesgrad vil antall kjøretøykilometer gå ned.
CAV som <i>first-and-last-mile</i> løsning	Autonome kjøretøy kan benyttes som første og siste steget av en reiselenke der det autonome kjøretøyet benyttes for å mate trafikanten inn mot kollektive transportløsninger. Dette vil kunne øke attraktiviteten for kollektive transportmidler kontra privat personbiltransport, og bidra til færre utkjørte personbilkilometer.
Færre kjøretøy	En bildelings- eller en løsning basert på taxi-flåter vil kunne redusere behovet for antall biler i bilparken, og dermed redusere antall kjøretøykilometer.
Mindre leting etter parkeringsplasser	CAV vil kunne fjerne behovet for manuell leting etter parkeringsplasser, og dermed bidra til reduserte kjøretøykilometer med bil.

Rapporten viser til at det må gjennomføres flere studier vedrørende effekter av autonome kjøretøy på utkjørte personbilkilometer før man kan konkludere med hvilke effekter som vil ha størst betydning. Forfatterne argumenterer med at et bedre kunnskapsgrunnlag om hvordan autonome kjøretøy påvirker antall kjøretøykilometer vil gi et bedre beslutningsgrunnlag for offentlig sektor for å implementere politikk som bidrar til lavere etterspørsel etter bilbasert persontransport.

Parkering

Andre effekter som følger av implementeringen av autonome kjøretøy angår endringer i parkering. Teknologiske løsninger basert på V2V- og V2I-kommunikasjon vil muliggjøre enklere og mer effektiv bruk av dagens parkeringskapasitet. Dette inkluderer løsninger som gjør at parkeringsplassene får høyere utnyttelsesgrad. Konsekvensene av dette kan blant annet være:

- **Lavere behov for investering i parkeringsplasser** som følge av økt bruk av CAV.
- **Omgjøring av parkeringsplasser til på- og avstigningsplasser** som følge av økt behov for dette og redusert behov for antall parkeringsplasser.
- **Omlokalisering av parkeringsplasser** til mindre attraktive områder som følge av at de autonome kjøretøyene ikke er avhengig av å parkere i nærheten av på- og avstigningspunkt.
- **Transformerings av områder tidligere benyttet til parkering** som følge av lavere behov for parkeringsarealer i sentrale byområder.

Rapporten peker også på negative konsekvenser av endringer i parkering som følge av CAV, deriblant at offentlig proveny som følge av parkeringsavgifter trolig vil gå ned, samtidig som at parkering av de selvkjørende bilene i områder langt unna på- og avstigningspunkt vil medføre en økning i kjøretøykilometer.

Andre transportformer

Rapporten peker også på mulige effekter av implementeringen av autonome kjøretøy på sykkel, gange og kollektivtransport.

For gående og syklistene kan veikapasitet som før ble benyttet til konvensjonelle personbiler omreguleres til områder for myke trafikanter i tråd med at de autonome kjøretøyene reduserer behov for kjørefeltbredde, antall kjørefelt og parkering. Samtidig vil det kunne oppstå arealkonflikter mellom på- og avstigningspunkter og sykkel- og gangveier. Dette kan påvirke transportkostnadene for gående og syklende, og dermed redusere etterspørselen etter disse transportformene. Rapporten påpeker derfor viktigheten av riktig utforming av veiinfrastrukturen for å unngå dette.

Autonome kjøretøy kan påvirke etterspørselen etter kollektivtransport. CAV vil gi flere grupper av befolkningen, eksempelvis unge eller funksjonshemmede, bedre tilgang til transport. Selvkjørende biler kan bli så attraktivt at det fører til et skift i etterspørselen mellom kollektivtransport og autonome biler. På den andre siden kan løsninger med autonome kjøretøy bidra til å gjøre kollektivtransport mer attraktivt gjennom matetilbud til kollektivknutepunkter. Autonome kjøretøy kan på sikt bidra til et fullautomatisert og førerløst kollektivtilbud, som bidrar til reduserte kostnader.

Arealbruk

Studien hevder at implementeringen av autonome kjøretøy i transportsektoren kan bidra til endringer i arealbruk på sikt, og at disse endringene kan knyttes opp mot hvordan de autonome kjøretøyene benyttes. Det pekes på to potensielle scenarier:

- **Spredt utvikling** (*More urban sprawl*) som følge av reduserte transportkostnader forbundet med autonome kjøretøy sammenlignet med andre transportformer. Muligheten til å bruke tiden på produktive gjøremål under reisen gjør at man kan bosette seg lengre unna arbeid, og godta lengre reiseavstand.
- **Fortetting** (*Greater density*) som følge av at CAV reduserer behovet for umiddelbar nærhet til parkeringsplass, samt at arealer brukt til vei kan frigjøres til annen anvendelse, og dermed øke tettheten. Dette bidrar til en mer gang- og sykkelbasert utvikling med mindre behov for bilbaserte løsninger. CAV vil kunne føre til økt bruk av bildelingsprogrammer rettet mot tett befolkede byområder. Tilgangen og effektiviteten til disse programmene vil kunne gjøre disse byområdene mer attraktive, og tiltrekke seg flere beboere.

“Autonomous Vehicle Implementation Predictions”

Litman (2017)

Studien beskriver mulige konsekvenser av implementeringen av autonome kjøretøy på etterspørselen etter persontransport og transportplanlegging. Studien undersøker nærmere nytte- og kostnadsvirkninger og predikerer en mulig utvikling av markedsandelen for autonome kjøretøy, i tillegg til å utforske hvordan dette påvirker beslutninger vedrørende optimalt tilbud av veikapasitet, mobilitet og kollektivtransport.

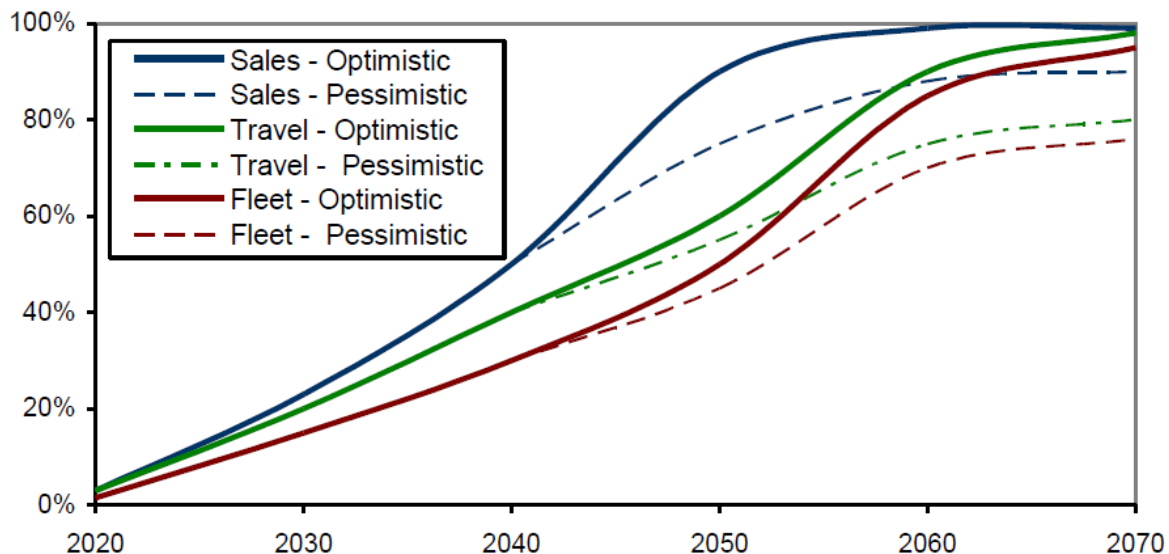
Litman (2017) påpeker at nyttevirkningene tilknyttet implementeringen av autonome kjøretøy er usikre. Autonome kjøretøy vil kunne medføre lavere forsinkelseskostnader og parkeringskostnader, samtidig som man også oppnår visse utslippsreduksjoner. Samtidig vil innføringen av autonome kjøretøy bidra til at konsumentene velger å kjøpe større biler og kjører bilen mer, ettersom autonomien gir muligheter til å benytte tiden man før brukte til å kjøre bilen til andre ting. Eksempler på dette er biler med tilpassede *mobile kontorer* eller til og med soverom. I tillegg påpeker han at innføringen av autonome kjøretøy kan bidra til å fortrenge konvensjonell kollektivtransport og bidra til et forverret kollektivtilbud, samtidig som det vil kunne bidra til en mer spredt byutvikling med økt biltransport.

Studien viser til hvilke faktorer som kan påvirke etterspørselen etter personbilbasert transport, målt i kjøretøykilometer:

Tabell 3.8: Oversikt over faktorer som kan påvirke kjøretøykilometer. Kilde: Litman (2017).

Increases Vehicle Travel	Reduces Vehicle Travel
More convenient and productive travel (passengers can rest and work) will reduce travel time costs, stimulating more vehicle travel.	
Provides convenient vehicle travel to non-drivers (people too young, old, disabled, impaired, or otherwise lacking a drivers' license. Sivak and Schoettl (2015c) estimate that, accommodating non-drivers' latent travel demands could increase total vehicle by up to 11%.	More convenient shared vehicles allows households to reduce total vehicle ownership and use.
Self-driving taxis will travel more for empty backhauls.	Increases vehicle ownership and operating costs, further reducing private vehicle ownership.
Can make sprawled, automobile-dependent locations more attractive.	Self-driving transit vehicles improve transit services.
Reduces traffic congestion and vehicle operating costs, which induces additional vehicle travel.	Reduced pedestrian risks and parking demands makes urban living more attractive.
	Reduce some vehicle travel, such as cruising for parking spaces.

Litman peker på at det er usikkerhet rundt de totale effektene på antall kjøretøykilometer som følge av implementeringen av autonome kjøretøy, men hevder at det er flere faktorer som bidrar til en økning, heller enn en reduksjon, i antall utkjørte kilometer med bil. Effektene vil blant annet avhenge av kvaliteten og prisen på de autonome kjøretøyene, i tillegg til drivstoffpriser og vegprising. Studien hevder at det vil ta lang tid før teknologien og kostnadseffektiviteten for autonome kjøretøy er tilstrekkelig for å oppnå betydelige markedsandeler i markedet for personbiler, som vist i figur 3.17.



Figur 3.17: Predikerte markedsandeler for autonome kjøretøy for nybilsalg og bilpark. Kilde: Litman (2017).

I et perspektiv fram mot 2030 vil man ifølge studien ha lave markedsandeler for autonome kjøretøy i nybilsalget og en lav bestanddel autonome kjøretøy i bilparken.

“Autonomous Vehicle Technology – A guide for Policymakers”

Anderson, Nidhi, Stanley mfl. (2014)

Studien peker på en rekke mulige effekter av autonome kjøretøy, og hvordan myndighetenes politikkutforming bør innrettes for å ta hensyn disse effektene. Autonome biler gir muligheten til å gjennomføre andre gjøremål under reisen gjør at tidskostnaden reduseres, og vil kunne føre til økt etterspørsel og flere kjøretøykilometer. Forfatterne viser til at det her kan være motvirkende effekter på køkostnader, ettersom veikapasiteten trolig vil kunne bli bedre utnyttet med autonome kjøretøy, samtidig som etterspørselen vil øke. Totalt sett hevder forfatterne at de generaliserte kostnadene i sum vil reduseres, og at dette er en driver for økt etterspørsel.

Arealbruken vil kunne forandre seg med autonome biler, ettersom trafikantene er villig til å godta lengre reiseavstander og reisetid når reisetiden kan benyttes produktivt. Dette kan medføre spredt byutvikling med lengre avstander mellom arbeidsplass og bosted. Som en motvirkende effekt peker forfatterne på at behovet for parkeringsplasser i sentrale byområder vil reduseres, ettersom bilene kan bruke satellittparkeringsplasser lokalisert i mindre sentrale områder. Samtidig vil utviklingen av autonome kjøretøy kunne bidra til lavere generaliserte kostnader og lavere drivstoffutgifter, og dermed øke etterspørselen etter private biler. Dette er en faktor som bidrar til økte kjøretøykilometer.

Forfatterne peker også på at fremtreden til autonome kjøretøy vil bidra til å realisere nye mobilitetsløsninger for transport – eksempelvis førerløse taxi-løsninger eller delingsbiler. Slike løsninger vil kunne bidra til at autonome kjøretøy gir mobilitet til nye grupper reisende på en mer hensiktsmessig måte enn konvensjonell kollektivtransport kan, og dermed bidra til å øke etterspørselen etter bilbasert transport. En annen potensiell effekt av slike løsninger er at eierskapet til privatbil reduseres. Løsninger som autonome taxier eller delte kjøretøy bidrar til å forskyve kostnadsbilde for trafikanten, slik at marginale kostnadene for hver enkelt tur kan øke. Dette skjer som følge av at trafikanten belastes en

del av de faste bilholdskostnadene ved bruk av disse tjenestene. Isolert sett kan dette bidra til at etterspørselen reduseres noe, slik at antall kjøretøykilometer går ned.

Forfatterne peker også på at implementeringen av autonome kjøretøy kan ha virkninger på offentlig proveny, i den grad at autonome biler underminerer det offentliges inntekter fra parkeringsavgifter. En annen mulig effekt av autonome kjøretøy er at etterspørselen etter denne transportformen kan gå på bekostning av konvensjonell kollektivtransport.

Tabell 3.9 gir en oppsummering av de potensielle virkningene av autonome kjøretøy på kjøretøykilometer.

Tabell 3.9: Oppsummering av mulige virkninger av autonome kjøretøy på kjøretøykilometer. Tilpasset fra Anderson m.fl. (2014).

Faktor	Øker kjøretøykm	Reduserer kjøretøykm
Rebound-effekt (lavere GK)	X	
Bildeling og redusert eierskap til personbil		X
Førerløs taxi	X	
Mer spredt byutvikling	X	
Autonome kjøretøy som substitutt for kollektivtransport	X	

Studien mener det er nødvendig med et helhetlig regelverk for autonome kjøretøy utformet på sentralt nivå, og at man bør tilstrebe å unngå regionspesifikke reguleringer for autonome biler. Det kan være behov for investeringer i V2I- og V2V-teknologi for å tilrettelegge transportinfrastrukturen for autonome kjøretøy. Dette vil innebære betydelige infrastrukturinvesteringer utover dagens standard. I tillegg vil det være behov for ytterligere standardiseringer og reguleringer som sikrer utviklingen og implementeringen av teknologien for autonome biler. Et eksempel på dette kan være standardisering av kommunikasjonsplattformer mellom autonome kjøretøy.

Det offentlige vil også være nødt til å ta hensyn til, og korrigere, eksterne virkninger som følger av implementeringen av autonome biler. Det kan eksempelvis være nødvendig å innføre trafikkregulerende tiltak dersom innføringen av autonome biler medfører reduserte generaliserte kostnader og økt etterspørsel etter bilbasert transport, som i sin tur gir økte kjøretøykilometer og køkostnader. Studien hevder at man for å realisere nyttevirksomheter for samfunnet som følge av autonome biler er nødt til å utforme en politikk som internaliserer alle eksterne kostnader ved implementering og bruk av autonome kjøretøy, uten å spesifisere hvordan dette bør gjøres i praksis.

“Managing Autonomous Transportation Demand”

Smith (2012)

Studien ser på hvordan utviklingen av autonome kjøretøy kan bidra til endringer i motorisert persontransport, og hvilke konsekvenser implementeringen av autonome kjøretøy vil ha for den fysiske infrastrukturen og politikkutforming. Studien fokuserer på hvordan innføringen av autonome kjøretøy påvirker kjøretøykilometer med bilbasert persontransport, kapasiteten på veinettverket, etterspørselen etter transport og kostnadene forbundet med reiseaktivitet. I tillegg analyseres de mulige effektene av autonome kjøretøy på arealbruk, og hvordan politikkutforming kan bidra til å sikre at man oppnår ønsket arealutvikling dersom autonome blir implementert.

Studien peker på at bruken av autonome kjøretøy isolert sett vil bidra til å redusere generaliserte reisekostnader, og at dette vil medføre en økning i etterspørselen etter reiser. I hovedsak dreier dette seg om reduserte tidskostnader, både som følge av redusert verdi av reisetid, i tillegg til at tidsbruken til reiser reduseres. I tillegg til at tidskostnadene for trafikantene reduseres vil det også være realistisk med kostnadsbesparelser knyttet til bedret drivstoffeffektivitet, ettersom autonome biler i større grad enn konvensjonelle biler er i stand til å kjøre mer økonomisk. En annen etterspørselseffekt av autonome kjøretøy kommer som følge av at nye segmenter av befolkningen får tilgang til bil som transportform, uavhengig av alder, funksjonshemninger eller andre faktorer.

Forfatteren peker på at innførselen av autonome kjøretøy på kort sikt vil bidra til økt kapasitetsutnyttelse på eksisterende infrastruktur. På lengre sikt, med større markedspenetrasjon av autonome kjøretøy vil man derimot kunne oppleve at systemkapasiteten øker som følge av autonome kjøretøy. Forfatteren peker på tre forhold som drar i denne retningen:

- 1) Kommunikasjonsteknologi som gjør at bilene kan samarbeide (V2V) øker den tilgjengelige veikapasiteten som kan brukes til trafikk. Dette gjelder både følgetid mellom biler og behov for mindre feltbredde.
- 2) I tilfelle med parallelle veistrekninger kan man ved hjelp av sanntidsinformasjon rute de autonome kjøretøyene til forskjellige veistrekninger, og på den måten optimalisere utnyttelsen av infrastrukturen.
- 3) Automatiseringen kan bidra til bedre trafikkflyt, og unngå unødvendig bremsing og akselerering. Kombinert med bedre sanntidsinformasjon kan dette øke reliabiliteten i reisetid, noe som er en viktig faktor i de generaliserte reisekostnadene.

Det hevdes at faktorene som er skissert vil være sammenlignbart med å utvide veikapasiteten med økt antall felter, dersom man sammenligner det med konvensjonell personbiltransport. En kapasitetsøkning er, ifølge studien, ekvivalent med redusert reisetid og dermed reduserte reisekostnader. Forfatteren peker derfor på at de tre faktorene kan bidra til å øke etterspørselen etter transport basert på autonome kjøretøy. I sum konkluderer studien med at etterspørselen etter transport basert på autonome kjøretøy vil øke, både på kortere og lengre sikt. På lengre sikt vil veikapasiteten øke som følge av autonome kjøretøy, men forsinkelsestiden vil øke tilsvarende på grunn av etterspørselseffekten. På samme måte vil man kunne oppleve at utslipp per kjøretøykilometer går ned som følge av mer økonomisk kjøring, men at de totale utslippene fra transportsektoren går opp. Forfatteren påpeker likevel at dette kun er en del av virkningene som følge av autonome kjøretøy, og at man må vurdere de samlede nyttevirkningene og kostnadsvirkningene systematisk for å vurdere de totale konsekvensene.

Som virkemidler for å regulere virkningene av autonome kjøretøy foreslås det at politikktutformingene tar hensyn til internalisering av eksterne kostnader knyttet til transport, begrensning av utspredelse av byen (urban sprawl), samt optimering av reisemønstre.

Tabell 3.10: Virkemidler for å regulere autonome kjøretøy. Tilpasset fra Smith (2012).

Virkemiddel	Effekt
Internalisering av eksterne kostnader	Innførselen av autonome kjøretøy vil kunne bidra til å øke de eksterne kostnadene ved transport ettersom etterspørselen trolig vil øke. Politikktutforming må ta hensyn til riktig prising av parkering, kø, forurensning og andre eksterne kostnader ved implementeringen av autonome biler.
Begrensning av utspredelse av byen (Urban sprawl)	Lavere tidskostnader ved autonome kjøretøy sammenlignet med konvensjonell personbiltransport vil bidra til at trafikanter tolererer lengre reiselengder. Dette kan bidra til andre bosettingsmønstre med større utspredelse av byområder. Politikktutforming må ta hensyn til hvordan arealutviklingen påvirkes av autonome kjøretøy.
Optimering av reisemønstre	I byområdene kan man regulere autonome kjøretøy gjennom parkeringsavgifter og trafikantbetaling. Autonome biler vil også føre til nye reisemønstre som også vil kreve politikkendringer. Et eksempel på dette er hvordan man skal håndtere autonome kjøretøy (uten passasjerer) som sirkulerer etter parkeringsplass i byområder.

Studien slår fast at det er behov for mer kunnskap om hvordan autonome kjøretøy påvirker etterspørsel, kapasitet, reisekostnader, hvordan dette kan inkluderes i håndbøker for transportsektoren, og hvordan man kan ta hensyn til autonome kjøretøy i transportmodellering. Det er behov for offentlig og privat sektor å utarbeide strategier for hvordan man kan drive effektiv datainnsamling og databehandling, som blant annet kan brukes til dynamisk prising av veikapasitet for å påvirke etterspørselen etter transport.

“Effects of Next-Generation Vehicles on Travel Demand & Highway Capacity”

Bierstedt, Gooze, Gray mfl. (2014)

Studien ser på mulige effekter av implementering av autonome kjøretøy på etterspørselen etter persontransport, veikapasitet og kødannelse, sett i sammenheng med hvor stort markedsgrunnlag de autonome kjøretøyene får i fremtiden. Basert på en antatt utvikling i teknologisk og regulatoriske bestemmelser over tid predikerer forfatterne at en markedsandel for autonome kjøretøy på 50 prosent vil bidra til en økning i kjøretøykilometer på mellom 5 og 20 prosent. Dersom markedsandelen øker til 95 prosent er den beregnede økningen i kjøretøykilometer på 35 prosent. Forfatterne påpeker at resultatene er avhengig av en rekke faktorer, deriblant

- hvordan de autonome kjøretøyene påvirker de generaliserte kostnadene for trafikantene, i form av komfort, tid og andre faktorer
- hvor stor andel av transportnettverket det er mulig å benytte autonome kjøretøy med høy grad av automasjon
- kvaliteten på alternative transportformer, deriblant kollektivtransport
- hvilke grupper av befolkningen som har lov til å kjøre en autonom bil

Studien påpeker at man ikke vil oppleve store endringer i hvordan veikapasiteten utnyttes før man oppnår en stor markedsandel for autonome kjøretøy. I dette tilfelle vil bilene kommunisere med hverandre i større grad, og man vil kunne øke utnyttelsesgraden for hvert felt på veien betraktelig. Simuleringene som er gjennomført i prosjektet viser at nyttevirkningene som følge av autonome kjøretøy vil oppstå når bilflåten består av mer enn 75 prosent autonome kjøretøy.

Studien peker på at effekten på kjøretøykilometer som følge av autonome kjøretøy vil kunne variere mellom ulike geografiske områder. I byområder med tettere bebyggelse vil autonome kjøretøy i større grad kunne være en støtte til eksisterende kollektivtransport og bidra til at deler av reisekjeden kan gjennomføres med autonome kjøretøy. Dette vil isolert sett kunne bidra til en nedgang i kjøretøykilometer, dersom man realiserer en overføring av trafikanter fra konvensjonell personbiltransport til kollektivtransport som følge av dette. Denne effekten vil være mindre merkbar i mer rurale områder. Forfatterne peker også på at implementeringen av autonome kjøretøy gir tilgang til bilbasert transport for tidligere ikke-brukere av bilbasert transport, noe som kan øke utkjørte bilkilometer.

“Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations”

Fagnant og Kockelman (2015)

Studien analyserer de mulige virkningene av autonome kjøretøy på transportsektoren. Forfatterne finner at man vil kunne oppleve reduserte køkostnader som følge av bedre trafikkflyt og bedre utnyttelse av veikapasitet, men at man for å oppnå dette trolig må gjennomføre investeringer i V2I- og V2V-teknologi. Studien påpeker at reduksjonen av ulykker som følge av automatisering av bilparken, vil være en betydelig driver for reduserte køkostnader. I et scenario med henholdsvis 10, 50 og 90 prosent av bilflåten som har adaptiv cruisekontroll vil kapasitetsutnyttelsen kunne gå opp med 1, 21 og 80 prosent. Reduksjonen i følgetider mellom bilene vil bidra til mindre reisetidsvariabilitet, og dermed lavere generaliserte reisekostnader, som igjen vil påvirke etterspørselen etter reiser, tidspunkt for gjennomføring av reiser og rutevalg. Også i veikryss vil det være betydelig potensiale for tidsbesparelser ved implementering av autonome kjøretøy. Et viktig premiss for hvordan disse trafikale virkningene materialiserer seg avhenger av hvor stor andel av bilparken som består av autonome kjøretøy.

De trafikale endringene som følge av autonome kjøretøy virker inn på flere nivåer. Tidligere ikke-brukere av bilbasert transport vil nå eksempelvis kunne benytte transportløsninger basert på autonome kjøretøy, noe som bidrar til økt behov for veikapasitet. Andre effekter er knyttet til parkering og etablering av bildelingsprogrammer. Den totale effekten av disse faktorene trekker i retning av en økning i antall kjøretøykilometer, og en mer bilbasert utvikling i transportsektoren, selv om trafikkarbeidet potensielt kan gjennomføres med færre biler og færre parkeringsplasser. Demografiske endringer og en aldrende befolkning kan også bidra til å gjøre autonome kjøretøy til et mer attraktivt transportmiddel enn konvensjonelle former for transport. Studien peker på at et virkemiddel for å begrense etterspørselseffekten av autonome kjøretøy er å benytte kilometerbasert veiprisering.

Videre beregner studien at dersom 10 prosent av bilparken består av autonome kjøretøy vil kjøretøykilometer øke med 20 prosent sammenlignet med konvensjonelle personbiler, mens økningen i kjøretøykilometer kun vil være 10 prosent dersom markedsandelen er 90 prosent. Forfatterne begrunner dette med at tidlige brukere av autonome kjøretøy vil være de som har lengst kjørelengder. Med en slik markedsandel for autonome kjøretøy beregner forfatterne at man vil få en økning i antall kjøretøykilometer med bil på 26 prosent på grunn av bedret kapasitet i veinettet. Det poengteres likevel at dette ikke inkluderer effekten av at tidsverdien kan endre seg ved bruk av autonome kjøretøy. Effekten kan derfor være høyere enn dette. Basert på simuleringer gjennomført for Austin i Texas finner forfatterne at andelen tomkjøring vil være under ni prosent i et bildelingsprogram basert på autonome kjøretøy. Denne analysen tilsier at ti vanlige personbiler kan erstattes av en autonom bil i et bildelingsprogram.

“Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles”

Wadud, MacKenzie og Leiby (2016)

Studien hevder at utviklingen av autonome kjøretøy kan påvirke energiforbruk og klimautslipp gjennom endringer i etterspørselen etter reiser, utformingen av autonome kjøretøy og valg av drivstoff typer. Studien undersøker mekanismene som kan ligge bak slike endringer. Virkningene beregnes med bakgrunn i funn fra annen litteratur og med egne estimater.

Forfatterne peker på flere årsaker til at automatisering av personbiler kan medføre endringer i etterspørselen etter reiser, og dermed endringer i antall kjøretøykilometer. En årsak er at trafikantens generaliserte reisekostnader vil endre seg som følge av automatisering. Studien peker på at verdien av spart reisetid med fullautomatiserte kjøretøy vil reduseres betraktelig, og trolig ligge på under nivået for kollektivreisende. Studien beregner de generaliserte reisekostnadene per kilometer for konvensjonell personbiltransport sammenlignet med autonome kjøretøy, og beregner etterspørselseffekten med bakgrunn i en gitt elasticitet. Verdien av reisetid er antatt å reduseres med henholdsvis fem prosent for autonome kjøretøy med lav grad av automasjon, og opp mot 80 prosent for autonome kjøretøy med høy grad av automasjon. Dette gir en økning i antall kjøretøykilometer på fire prosent i tilfelle med lav automasjon og en økning på 60 prosent i tilfelle med høy automasjon. Resultatene er med andre ord sensitive for hvilken endring i tidsverdien man legger til grunn.

Studien peker også på at tilgangen til tidligere ikke-brukere av bilbasert transport vil bidra til å øke trafikkarbeidet når autonome kjøretøy introduseres. Forfatterne beregner at autonome kjøretøy vil kunne føre til at de eldre aldersgruppene over 62 år vil øke sin etterspørsel etter reiser med mellom 2 og 10 prosent.

En tredje faktor som kan påvirke kjøretøykilometer er om autonome kjøretøy benyttes i form av nye mobilitetsløsninger slik som bildeling eller «on-demand mobility». Studien peker på at slike former for transport- og mobilitetsløsninger i større grad vil innebære marginalkostnadsprising av bruken, noe som isolert sett vil redusere antall kjøretøykilometer. Automatisering av bildelingsløsninger vil bidra til å løse problemer med behovet for geografisk konsentrasjon av biler, ettersom bilene kan tilkalles direkte til brukerne. Med dette kan behovet for å eie egen bil reduseres betraktelig. Den samlede effekten på kjøretøykilometer er usikker. Studien viser til annen litteratur som viser at trafikanter med privatbil som velger å gå over til en bildelingsløsning reduserer sin reiseetterspørsel, samtidig som løsningen også generer nyskapt biltrafikk.

“Policy and society related implications of automated driving: a review of literature and directions for future research”

Milakis, Van Arem og Van Wee (2017)

Studien er en litteraturstudie med fokus på hvordan autonome kjøretøy bidrar til endringer i mobilitetsløsninger og hvilke implikasjoner dette har for samfunnet, samt hvordan dette samvirker med andre bredere utviklingstrekk i samfunnet. Effekten av autonome biler deles inn i tre typer effekter som representerer ulike nivåer. Førsteordenseffekter representerer endringer i etterspørsel, generaliserte reisekostnader og reiseatferd. Andreordenseffekter representerer endringer i eierskap av personbil, bildeling, arealbruk og transportinfrastruktur, mens tredjeordenseffekter angir endringer i energikonsum,

forurensing, sikkerhet, sosial likhet m.m. Funnene fra litteraturstudien er oppsummert i tabell 3.11 for et utvalg av første- og andreordenseffektene.

Tabell 3.11: Potensielle første- og andreordenseffekter av autonome kjøretøy. Tilpasset fra Milakis m.fl. (2017).

Effekt	Virkning
Førsteordenseffekter	
Generaliserte kostnader: Reisetid	Autonome biler vil bidra til redusert reisetid i form av mindre kødannelser på motorveier og i kryss.
Generaliserte kostnader: Tidsverdi	Autonome biler bidrar til en viss grad til reduksjoner i verdien av reisetid. Foreløpige undersøkelser viser at muligheten til å jobbe i bilen ikke medfører betydelige endringer i tidsverdien for arbeidsreiser.
Kapasitet i veiinfrastruktur	En markedspenetrasjon på 40 % for autonome biler gir over 10 % økt kapasitet i veinettet, mens man i tilfelle der alle biler er autonome vil kunne oppnå en dobling av kapasiteten. Avhenger av grad av automasjon og i hvordan bilene kommuniserer sammen.
Etterspørsel	Autonome kjøretøy medfører en økning i kjøretøykilometer, hovedsakelig på grunn av endrede reisevaner, etterspørselsskift fra kollektivtransport, sykkel og gange, samt økt mobilitet for tidligere ikke-brukere av biltransport. Andelen turer uten passasjerer vil trolig også øke.
Andreordenseffekter	
Eierskap til bil	Delte autonome biler kan erstatte opp mot 90 % av konvensjonelle personbiler og levere samme mengde transportarbeid, dersom de benyttes i et flåtesystem basert på bildeling.
Arealbruk	Autonome kjøretøy øker tilgjengeligheten i byområder, men også i mer rurale strøk, noe som kan føre til byspredning. Samtidig kan bruken av autonome kjøretøy frigjøre plass til annen arealbruk i sentrale strøk av byen, ved at parkeringsplasser for autonome kjøretøy etableres utenfor bykjernen.
Transportinfrastruktur	Behovet for parkeringsplasser kan reduseres med opp mot 90 %.

“Using an Activity-Based Model to Explore Possible Implications of Automated Vehicles”

Childress, Nichols, Charlton og Coe (2015)

Studien hevder at det er usikkert i hvilken grad autonome kjøretøy vil påvirke de generaliserte kostnadene med tanke på verdien av reisetid, ettersom de eksakte attributtene til bilene som vil bli introdusert på markedet foreløpig er ukjente. En annen faktor er at autonome kjøretøy vil kreve mer teknisk infrastruktur som i større grad kan spore bilenes bevegelser, noe som trolig vil gjøre det enklere å innføre distanseavhengig trafikantbetaling. Dette kan dermed benyttes som et virkemiddel for å begrense antall kjøretøykilometer. Dette kan være av betydning ettersom introduksjonen av autonome kjøretøy trolig vil kunne øke etterspørselen etter reiser og kjøretøykilometer, ettersom de generaliserte reisekostnadene endres og nye grupper reisende får tilgang til bilbasert transport.

Studien gjennomfører beregninger med en aktivitetsbasert transportmodell for å analysere effektene av autonome kjøretøy på trafikkarbeidet med bil i Seattle-området. Det benyttes fire ulike scenarier for å vurdere de trafikale effektene av autonome kjøretøy.

- Scenario 1: Introduksjonen av autonome kjøretøy gir 30 % økt kapasitet på veien
- Scenario 2: Som i Scenario 1, men i tillegg 65 % lavere tidsverdi for trafikantene
- Scenario 3: Som i Scenario 2, men i tillegg reduserte parkeringskostnader
- Scenario 4: Alle benytter taxi basert på autonome kjøretøy. Alle marginalkostnader ved bilbruk og infrastrukturbruk dekkes av trafikanten. Dette inkluderer også eksterne kostnader knyttet til blant annet kø. Ingen økning i kapasitet.

Resultatene fra modellberegningene tilsier en økning i utkjørte kjøretøykilometer på henholdsvis 4, 5 og 20 prosent for scenario 1, 2 og 3. Hovedårsaken til denne økningen skyldes at trafikantene gjennomfører flere turer enn før, og at turene er lengre. I scenario 3 beregnes kjørelengden mellom bosted og arbeidsplass å øke med cirka 10 kilometer. Dette skyldes at trafikantene velger nye rutevalg sammenlignet med referansealternativet på grunn av lavere tidsverdi, i dette tilfelle å kjøre rundt en fergekrysning. Trafikantbetalingen som innføres i scenario 4 innebærer en betydelig nedgang i kjøretøykilometer på 35 prosent, ettersom mange turer fortrenses eller er kortere enn før. Kostnadsstrukturen i denne scenariet innebærer også at trafikantene betaler en høyere marginalkostnad for bilbruk, som også er med på å redusere etterspørselen. Forfatterne beregner at endringene i reiseatferd er relativt like uavhengig av inntektsklasse, men at man i scenario 1 til 3 får økt mobilitet spesielt i de mer rurale områdene, sammenlignet med mer tettbygde områder.

I studien argumenteres det for at økningen i kjøretøykilometer som følge av autonome kjøretøy kan komme i konflikt med politiske målsetninger om klimagassutslipp, selv om det også kan øke den regionale mobiliteten i områdene som påvirkes. I tilfeller der autonome kjøretøy bidrar til en sterk vekst i kjøretøykilometer må man ifølge studien kunne forvente at det oppstår betydelige endringer i arealbruk.

“Autonomous Driving – The Impact of Vehicle Automation on Mobility behavior”

Trommer, Kolarova, Fraedrich, Phleps (2016)

Studien undersøker de mulige virkningene av autonome kjøretøy på fremtidens mobilitetsløsninger i USA, Tyskland og Kina. Metodikken involverer en tilnærming basert på både kvantitativ og kvalitativ metode, hvor innsikt fra workshops med ekspertpanel er kombinert med transportmodellberegninger for å modellere andelen autonome kjøretøy, samt i hvilken grad de vil bli brukt til bildeling, i hvert av de tre landene. Sentrale momenter i modelleringsarbeidet inkluderer hvordan tidsverdien, og dermed transportkostnadene, utvikler seg med introduksjonen av autonome kjøretøy. I tillegg til dette kan bruken av autonome kjøretøy bidra til at reisemønstrene endres, ettersom generaliserte kostnader er en viktig determinant for valg av reisemål. Dette kan føre til at reisene som gjennomføres med denne transportformen er lengre enn de var før, og også at reisene gjennomføres oftere.

Transportmodellberegningene er gjort med bakgrunn i utformingen av tre ulike fremtidsscenarier, beskrevet i tabell 3.12:

Tabell 3.12: Ulike fremtidsscenarier for autonome kjøretøy beskrevet i Trommer m.fl. (2016).

Scenario	Beskrivelse
« Evolutionary automation »	De første høyautomatiserte (level 4) autonome kjøretøyene kommer på markedet i 2025, med full automatisering (level 5) i 2030. Teknologien rulles først ut i luksusbilsegmentet, før det også involverer andre typer biler. Alle fra 14 år og oppover kan bruke kjøretøyet. I 2035 beregnes det i dette scenariet en markedsandel for autonome kjøretøy i bilflåten på 17 % i Tyskland og 11 % i USA. Det beregnes en økning i kjøretøykilometer på henholdsvis 2,5 % og 3,5 % for de to landene.
« Technology automation »	Autonome kjøretøy med høy grad av automasjon kommer på markedet allerede i 2022. Alle fra 10 år og oppover kan bruke kjøretøyet. Markedsandelen beregnes å være mellom 75 og 80 % for nybilsalget og mellom 32 og 42 % av bilparken består av autonome kjøretøy i 2035. Det beregnes en økning i kjøretøykilometer på 8,5 % i Tyskland og USA.
« Rethinking (auto)mobility »	I dette scenariet antas det at autonome kjøretøy, i tillegg til privat bruk, også benyttes til mobility-at-demand konsepter, basert på to forskjellige delingsløsninger. Beregnet 10 % markedsandel for autonome bildelingsløsninger. Tar markedsandeler fra andre transportformer og bidrar til økt antall kjøretøykilometer.

Hovedårsaken til at kjøretøykilometer går opp i scenariene er blant annet at de generaliserte reisekostnadene går ned for trafikantene, og dermed fører til økt etterspørsel etter bilbasert transport. Samtidig er den viktigste driveren for økningen i kjøretøykilometer at trafikanter som før var ikke-brukere av bilbasert transport nå får tilgang til dette gjennom autonome kjøretøy. Dette inkluderer blant annet funksjonshemmede, eldre og ungdommer. Dette bidrar til høyere grad av mobilitet for disse brukergruppene og medfører at de foretar flere reiser enn før. I tillegg vil autonome kjøretøy være attraktivt for pendlere, som nå har mulighet til å benytte reisetiden mer effektivt enn før. Dette kan føre til at flere pendlere er villige til å godta lengre reiseavstander til/fra arbeid, og dermed bidra til flere kjøretøykilometer. En konsekvens av disse virkningene er en negativ etterspørselseffekt etter kollektivtransport. I tillegg kan en sekundær effekt være at trafikanter som før var passasjerer i konvensjonell personbiltransport går over til å bli «sjåfører» i autonome kjøretøy.

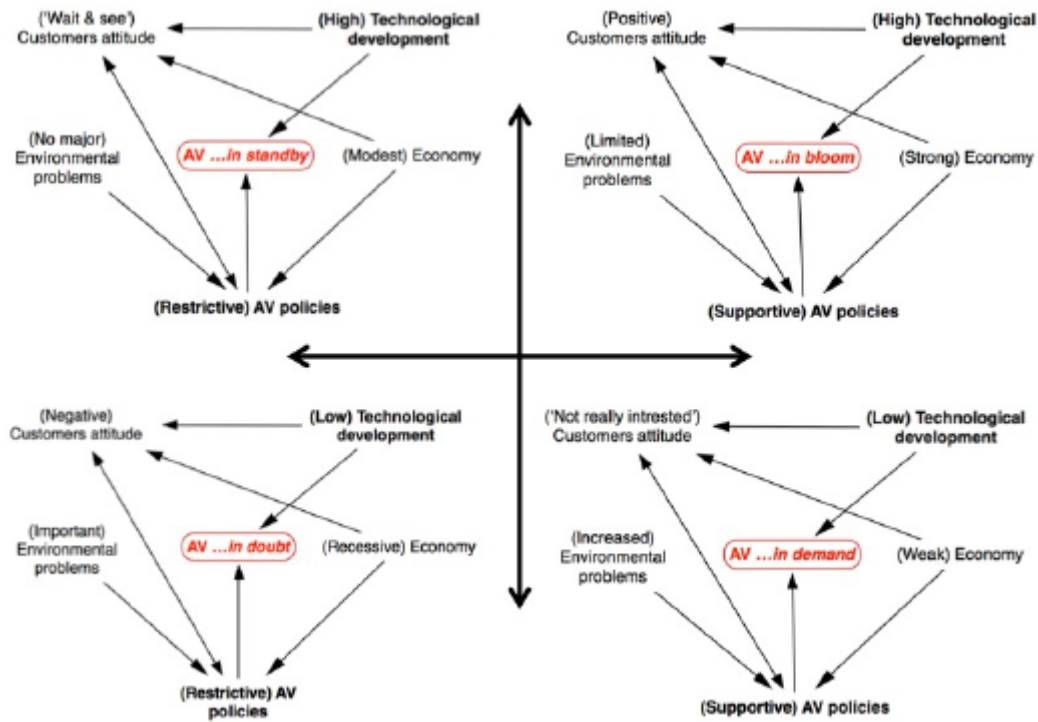
Forfatterne påpeker at beregningene er preget av høy usikkerhet, både med tanke på teknologiske, regulatoriske og juridiske faktorer. I tillegg spiller også sosial aksept en stor rolle i hvorvidt autonome kjøretøy vil oppnå en høy markedsandel.

“Development of automated vehicles in the Netherlands: Scenarios for 2030 and 2050”

Milakis, Snelder og Van Arem (2015)

Studien predikerer hvordan autonome kjøretøy vil påvirke transportsektoren i Nederland i et 2030- og 2050-perspektiv. Det identifiseres mulige scenarier for autonome kjøretøy og ser på hvilke effekter dette kan ha for reiseetterspørsel og transportplanlegging. Gjennom workshops med ekspertgrupper analyseres det hvilke faktorer som spiller inn for implementeringen av autonome kjøretøy i Nederland.

De ulike scenariene utvikles med bakgrunn i hvorvidt man vil oppleve høy eller lav teknologisk utvikling av autonome kjøretøy, samt hvorvidt politikktutformingen støtter oppunder implementeringen av autonome kjøretøy i transportsektoren. I tillegg tar scenarioanalysen hensyn til øvrige drivere i form av sosial aksept, økonomi og miljø. En oversikt over scenariene er gitt i figur 3.18.



Figur 3.18: Oversikt over scenarioanalyse for autonome kjøretøy i Nederland. Kilde: Milakis m.fl. (2015).

Scenariet *AV...in standby* tilsier høy teknologisk utvikling og gir tilgang til fullautomatiserte autonome kjøretøy i 2030. Samtidig støtter ikke politikktutformingen opp under implementeringen av autonome kjøretøy. Det gjøres få forsøk av myndighetene til å integrere transportteknologien til øvrige deler av infrastrukturen. Det legges til grunn beskjeden økonomisk vekst, som hindrer offentlige investeringer i V2I-teknologi. Utviklingen og implementeringen av autonome kjøretøy er dermed drevet av bilindustrien.

Scenariet *AV...in bloom* beskriver en utviklingsbane hvor høy teknologisk utvikling av autonome kjøretøy samvirker med en politikktutforming som støtter oppunder implementeringen av autonome kjøretøy i bilparken. Det gjennomføres omfattende investeringer i V2I-teknologi, med tilrettelegging for senere oppgraderinger, både på motorveier og i urbane områder. Fullautomatiserte autonome kjøretøy blir tilgjengelig fra 2025, og det innføres en regulatorisk rammeverk som forserer implementeringen av autonome kjøretøy, hvor en viktig faktor er redusert engangsavgift. I scenariet får man en høy markedsandel autonome kjøretøy, og utstrakt bruk av delte mobilitetsløsninger.

I scenariet *AV...in demand* støtter politikktutformingen oppunder utviklingen av autonome kjøretøy gjennom investeringer i V2I-infrastruktur, men den teknologiske utviklingen er likevel lav. Fullautomatiserte autonome biler blir tilgjengelig først i 2040.

Det fjerde scenariet *AV...in doubt* beskriver en situasjon hvor den teknologiske utviklingen antas å være lav, samtidig som politikktutformingen ikke støtter oppunder utviklingen og implementeringen av autonome kjøretøy. Fullautomatiserte biler blir tilgjengelig i 2045.

Ekspertgruppens prediksjoner for andelen autonome kjøretøy i bilparken, andelen kjøretøykilometer disse står for, og den totale effekten på utkjørte kjøretøykilometer er vist i tabell 3.13 for 2030 og 2050.

Tabell 3.13: Andelen autonome kjøretøy i bilparken, andelen kjøretøykilometer og total endring i antall kjøretøykilometer. 2030 og 2050. Basert på Milakis m.fl. (2015).

	Andel autonome kjøretøy		Andel kjøretøykm autonome kjøretøy		Total endring i kjøretøykm	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050
AV...in standby	4 %	26 %	7 %	33 %	+ 1 %	+ 7 %
AV...in bloom	11 %	61 %	23 %	71 %	+ 3 %	+ 27 %
AV...in demand	3 %	17 %	5 %	23 %	0 %	+ 3 %
AV...in doubt	1 %	7 %	1 %	10 %	0 %	0 %

Fra prediksjonene ser vi at scenariet som er mest optimistisk med hensyn til politikkutforming og teknologisk utvikling gir en langt høyere vekst i totalt antall kjøretøykilometer enn de andre scenariene, som er mer like med tanke på totalt trafikkarbeid. Det er likevel verdt å merke seg at beregningene for 2030 tilsier en svært moderat effekt av autonome kjøretøy på det totale trafikkarbeidet, og at størrelsen på effektene øker i omfang fram mot 2050. Andelen autonome kjøretøy i bilparken predikeres å være relativt moderat i samtlige scenarier foruten det optimistiske scenariet. Også her vil de største endringene være merkbare i 2050, og i mindre grad i 2030. De ulike scenariene vil også påvirke veikapasiteten ulikt, der scenariet med høyest andel autonome kjøretøy i bilparken bidrar til størst kapasitetsøkning.

"Framtidsscenarier för självkörande fordon på väg – Samhällseffekter 2030 med utblick mot 2050"

Kristoffersson, Brenden og Mattson (2017)

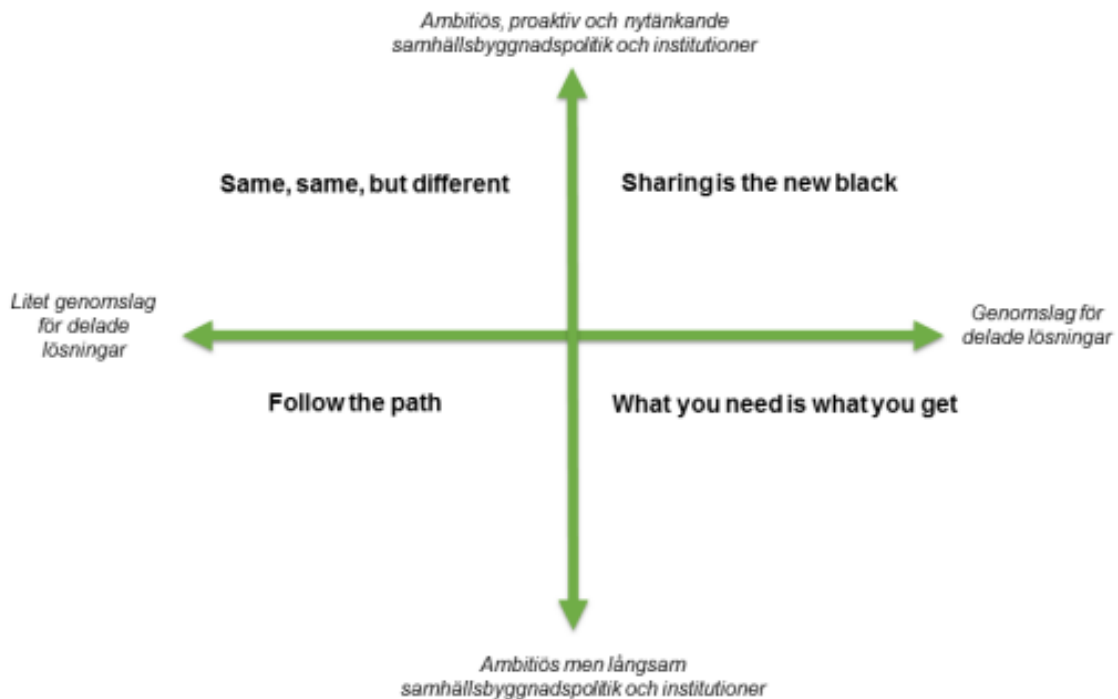
Kristoffersson, Brenden og Mattson (2017) gjennomfører en scenario-analyse for å vurdere hvilke samfunnsmessige konsekvenser introduksjonen av autonome kjøretøy kan ha i et 2030- og et 2050-perspektiv. Hensikten er at studien skal kunne ligge til grunnlag for etterfølgende samfunnsøkonomiske nytteberegninger av innføringen av autonome kjøretøy. Forskerne har i samarbeid med en ekspertgruppe bestående av 40 personer utviklet fire scenarier som varierer med tanke på generell samfunnsutvikling, markedspenetrasjon for autonome kjøretøy, samt utviklingen i kjøretøykilometer. Det argumenteres for at resultatene fra scenarioanalysen kan brukes til politikkutforming tilknyttet innføringen av autonome kjøretøy. Studien argumenterer for at det spesielt er to usikre faktorer som er av spesiell betydning:

- Hvorvidt trafikanter omfavner delingsøkonomien og i hvilken grad dette gjenspeiler seg i de mobilitetsløsninger man velger å bruke
- Hvorvidt ambisiøse politiske mål etterfølges av nye løsninger, eller om innføringen av autonome kjøretøy skjer innenfor rammen av dagens strukturer

De fire scenariene er utformet som følgende:

1. *Same same, but different* – Proaktiv og innovativ politikkutforming, men delingsmobilitetsløsninger får lav utspredelse blant befolkningen.
2. *Sharing is the new black* – Proaktiv og innovativ politikkutforming og delingsmobilitetsløsninger får høy utspredelse blant befolkningen
3. *Follow the path* – Business-as-usual politikkutforming og delingsmobilitetsløsninger får lav utspredelse blant befolkningen
4. *What you need is what you get* - Business-as-usual politikkutforming og delingsmobilitetsløsninger får høy utspredelse blant befolkningen

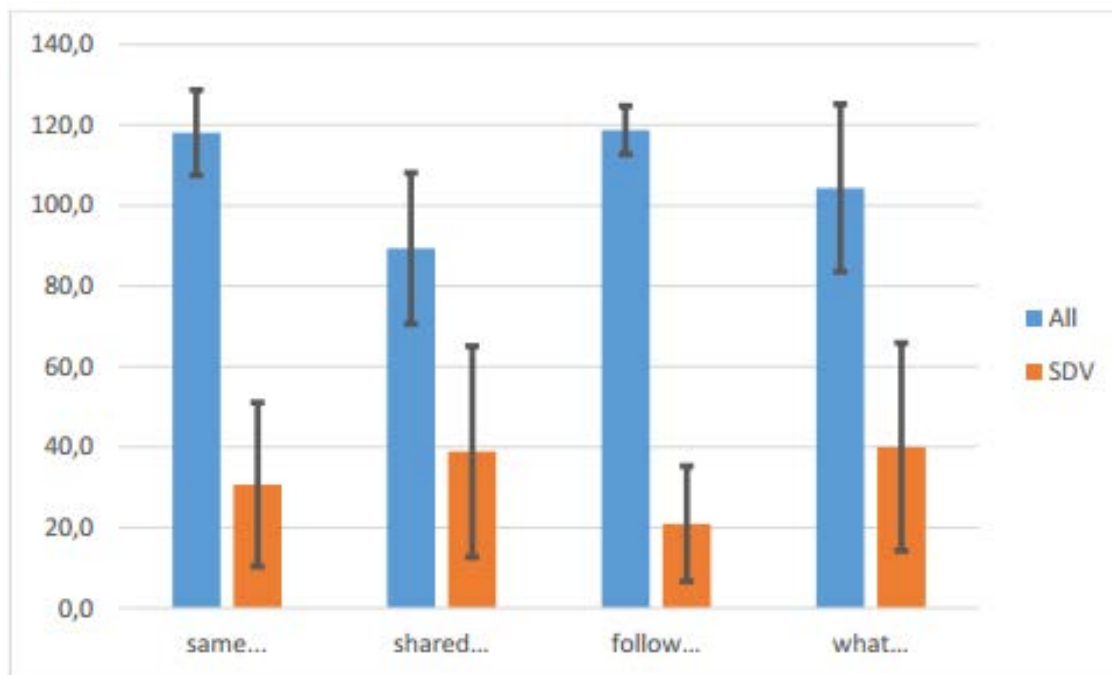
De fire scenariene er oppsummert i de fire kvadrantene i figur 3.19.



Figur 3.19: De fire fremtidsscenariene for autonome kjøretøy i Sverige. Kilde: Kristoffersson m.fl. (2017).

Studien legger til grunn en utvikling fram til 2030 uavhengig av scenario som tilsier at politikkutforming i Sverige vil være proaktiv og støtte oppunder innføringen av autonome kjøretøy. Videre forutsettes det at urbaniseringen kommer til å fortsette med stadig tiltakende konflikter med tanke på arealbruk, arbeidslivet blir mer fleksibelt, folk har tiltro til nye teknologiske løsninger, samt at det skjer et generelt skifte av fokus fra *produkt til løsning*. Innen kollektivtransport vil autonome kjøretøy benyttes for å mate trafikanter inn mot kollektivknutepunkt.

I studien er de fire scenariene evaluert med hensyn til kjøretøykilometer og andelen høyautomatiserte kjøretøy (nivå 4-5) i 2030 og 2050. Resultatene for 2030 er vist i figur 3.20.



Figur 3.20: Kjøretøykilometer med bil (blå søyle) indeksert til 100 for 2017-nivå. Andelen autonome kjøretøy av total bilpark (SDV) (oransje søyle) målt i prosent. Kilde: Kristoffersson m.fl. (2017).

Prediksjonene tilsier at antall kjøretøykilometer blir lavest i scenariene som involverer høy grad av aksept for delingsmobilitet. I scenariet hvor man også har en proaktiv politikkutforming med hensyn til autonome kjøretøy finner studien at man får en nedgang i kjøretøykilometer i 2030, sammenlignet med 2017-nivå. For scenariene med lite gjennomslag for delingsmobilitet går kjøretøykilometer opp med cirka 20 prosent fra 2017-nivå. I disse scenariene er også andelen autonome kjøretøy som del av personbilparken langt lavere enn i scenariene med høy grad av delingsmobilitet. Forfatterne predikerer at man i 2050 vil ha større penetrasjon av autonome kjøretøy i samtlige scenarier ettersom det tar tid å bytte ut bilparken, mens kjøretøykilometer holder seg nokså uforandret fra 2030-nivå.

3.5 Mobility as a Service (MaaS)

Mobility as a Service, transport på abonnement, som en tjeneste på linje med vann i krana, eller filmer og serier på Netflix. Slike formuleringer er ofte brukt som bilde på hva Mobility-as-a-Service (MaaS) er. Konseptets framtidsvisjon er at kunden reiser det hun har behov for og betaler fast for tilgangen til mobilitet gjennom en fast regning, for eksempel per måned. Transportbehovet dekkes gjennom en integrert mobilitetsløsning, hvor det eneste kunden trenger å forholde seg til er en mobilapp og hvor og når vedkommende ønsker å reise, resten ordner appen. Dette underkapitlet er i stor grad basert på litteraturgjennomgangen i Aarhaug (2017).

Mobility-as-a-Service (MaaS) kan defineres på en rekke mulige måter: Her brukes det om tjenester som tilbyr mobilitet som et integrert produkt, som alternativ til mobilitet i ulike delprodukter knyttet til det enkelte transportmiddel, slik det i all hovedsak er i dagens marked. Dette er nært beslektet og delvis synonymt med konseptet «Transportation-as-a-Service» (TaaS) som har blitt beskrevet av blant annet Thomson (2016). Idéen bak disse konseptene er veldig lik. Men konteksten de har kommet fram i er noe ulik. TaaS er

amerikansk og fokuserer i øyeblikket mer på private biler, mens kjernen i MaaS er eksisterende kollektivtransport. Begge konseptene er likevel i prinsippet intermodale.

Hva er MaaS?

Tar en utgangspunkt i kollektivtransport kan MaaS ses som det siste trinnet i en utvikling som har gått fra samordning av takster mellom ulike kollektivoperatører via integrerte betalingsløsninger og reiseinformasjon, som i Ruterappen, til MaaS som inkluderer flere ulike transportmidler i en felles informasjons, formidlings- og betalingspakke (jf. (Kamargianni mfl. 2016)). Innenfor denne tankemodellen framstår hvert trinn som noe kvalitativt forskjellig fra det forrige trinnet, men trinnet bak er en forutsetning for neste trinn.

Tabell: 3.14: MaaS som en del av en trinnvis utvikling mot økt integrasjon.

	Billettintegrering	Betalingsintegrering	IKT-integrering	Mobilitets-integrering
Enkelt billett	X			
Reisekort	X	X		
App	X	X	X	
NSB-app	(X)	X	X	
MaaS	X	X	X	X?

Denne framstillingen setter MaaS som det siste i en rekke av gradvise forbedringer og innovasjoner.

MaaS som en radikal innovasjon

Alternativt kan en se for seg MaaS som en radikal innovasjon som endrer spillereglene i transportmarkedene. Argumentene for dette er at MaaS som konsept frikobler reisevalg fra transportmiddelvalg og samtidig gjør skillet mellom private og offentlige transportmidler mindre relevant. Dette medfører et brudd i måten en tenker mobilitet på. Begge tilnærmingene har noe for seg, og de fanger ulike elementer av MaaS som konsept.

Erfaringer med MaaS

Foreløpig har det kun vært gjennomført forsøk med MaaS i begrenset skala, men disse forsøkene utvides stadig. Forsøket med MaaS som ble gjennomført i Gøteborgsområdet (Sochor mfl. 2015) i regi Väst-Trafik med appen UbiGo var knyttet opp til å unngå å bruke bil. Forsøket gikk over en seks måneders periode med 195 brukere og var vellykket i den grad at de som benyttet seg av tilbudet uttrykte at dette var et tilbud de godt kunne tenke seg å fortsette å bruke. Samtidig avdekket forsøket en lang rekke svakheter ved tilbudet, som må utbedres før en oppskalering kan gjennomføres. Dette forsøket ble fulgt av forskningsprosjektet Og:Smart, som inkluderte flere spørreundersøkelser til brukerne. Dette arbeidet er dokumentert bl.a. i Sochor mfl. (2015).

Erfaringer fra Helsingfors tyder på at tilbudet er svært populært, men at det så langt har nådd personer som i utgangspunktet primært er kollektivbrukere. Dette kan endre seg ved en oppskalering av konseptet.

Tabell 3.15: Ulike MaaS forsøk og piloter (inspirert av Goodall mfl. 2017).

Navn	Beskrivelse	Operatør/leier	Sted
Whim (appen)	Whim-appen samler ulike transporttjenester inkludert taxi, billette, bildeling og kollektivtransport i en abonnementsløsning. Appen lærer brukernes preferanser og synkroniserer med kalendere mm. Og foreslår transportløsninger.	MaaS Global	Piloter i Helsingfors, og Midlands, Storbritannia. Myk oppskalering høsten 2017. full utrulling (ca 80 byer) 2018.
UbiGo	Fult integrert MaaS app med taxi, kollektivtransport, bil- og sykkellette. Fokus på miljøvennlige valg.	Del av prosjektet «GO» finansiert av Västra-Götaland og Vinnova (mfl.).	80 husholdninger 200 brukere i Göteborg.
Qixxit	Ruteplanlegger for mer enn 21 transportoperatører. Inkludert å presentere bildeling, samkjøring, og bysykkelordninger, på en enhetlig måte, sammen med togtilbudet.	Deutsche Bahn	Tyskland
Moovel	App som kombinerer søk, booking og betaling av bildeling, taxi og tog, samt lokal kollektivtransport i Stuttgart og Hamburg	Daimler	Stuttgart, Hamburg (Tyskland), forsøk Boston, Portland og Helsingfors
Beeline	«Crowdsourced» busstjeneste. Hvor reisende kan booke seter på private busser og foreslå trasséer.	Offentlig (m private partnere)	Singapore
SMILE app	Integrert «ruter-app» som også har med billette, taxi og sykkel	Wien by (mfl.)	Wien
Bridj	Minibussbasert samkjøringstjeneste, tilpasser ruter etter etterspørsel.	Bridj inc.	Boston, Kansas City, Washington, DC.
Communauto/ Bixi	Sambetaling og formidlingstjenester for lokal kollektivtransport, bildeling og sykkel i enkelte byer i Quebec	Communauto	Byer i Quebec
Chariot	«Crowdsourced» pentler-minibussstjeneste	Ford	San Francisco

Tabell 3.15 er en sammenfatning av eksisterende forsøk med MaaS eller MaaS-lignende tjenester. Det er utfordrende å trekke grensene mellom hva som er en litt utvidet kollektivtransportapp mot en ikke helt ferdig utviklet MaaS-tjeneste.

Viktige momenter er at det er tre typer aktører som så langt har gått tungt inn i forsøkene med MaaS. Den første er selvstendige selskap som har MaaS som sin hovedaktivitet, som MaaS Global, med appen Whim. Det neste er store kollektivtransportselskap, som Väst-Trafik og Deutsche Bahn. Det tredje er private selskap som har sitt utgangspunkt i noe annet enn å tilby slike tjenester, som Ford og Daimler.

3.6 Evaluering av virkninger

3.6.1 Delingsmobilitet

Betydning for trafikkarbeidet

Flere studier viser at bildelingstilbud kan bidra til en reduksjon i det totale trafikkarbeidet og at det er en korrelasjon mellom økt bruk av bildelingstilbud og reduksjon i kjøretøykilometer på individnivå. Dette kan skyldes flere forhold, men henger ofte sammen med at bildelingsmedlemmer enten kvitter seg med privatbiler eller utsetter kjøp av ny bil når de begynner å benytte seg av bildeling. Færre eller ingen biler i husholdningen fører

ofte til at de kjører mindre bil enn før medlemskap. En annen faktor for som taler for redusert trafikkarbeid med bil som følge av bildelingstilbud er at marginalkostnaden ved bruk er høyere enn ved bruk av privatbil. Dette som følge av at trafikanten belastes en del av de faste bilholdskostnadene ved bruk.

Effekten bildeling har på trafikkarbeidet avhenger i stor grad av om transporten erstatter annen reise med bil, reise med kollektivtransport eller er opphav til reiser som ellers ikke ville blitt gjennomført. Hvilken type bildeling det er snakk om vil trolig også ha en innvirkning på bruk av bil og andre transportmetoder. Det kan ikke utelukkes at dette også kan ha med selvseleksjon å gjøre. Det vil si at de som velger å benytte seg av bildelingstilbud uansett hadde kjørt mindre bil uavhengig av bildelingen. Større utbredelse av bildelingstilbud vil kunne føre til at tilbudet blir mer effektivt, lett tilgjengelig og rimelig for de reisende som før ikke benyttet seg av bil og dermed resultere i økt etterspørsel og en total økning i kjøretøykilometer. Det kan også være med på å ta markedsandeler fra kollektivtransport, sykkel eller gange, og dermed bidra til en økning i trafikkarbeidet med bil.

Det er delte meninger om bildelingstjenestenes rolle i det totale transportsystemet. Flere studier argumenterer for at bruksområdet til bildeling er såkalt siste- eller førsteleddstransport og dermed fungerer som en matetransport til eksisterende kollektivtilbud. Andre ser på slike tjenester som en direkte konkurrent til kollektivtransport og dermed en kilde til økt trafikkarbeid. Hvordan delingstilbudet innrettes har dermed en betydning.

Bidlingsbiler kan erstatte behovet for antallet privatbiler og dermed være med på å frigjøre plass og infrastruktur dersom bildeling fortsetter å øke i omfang. Lavere kapasitetsutnyttelse og reduserte køkostnader for privatbilister som følge av et skift mot delingsløsninger kan videre være med på å øke etterspørselen etter bilbasert transport for disse trafikantene, samt bidra til at nye privatbiler kommer til.

Studier på gjort på autonom bildeling viser at slike tjenester kan føre til en økning i trafikkarbeidet for bil. En av grunnene til dette er blant annet reposisjonering av bilene og forflytninger mellom reisende. Løsningen kan finnes i økt deling av slike tjenester der reisende med samme destinasjonsvalg blir plassert i samme bil. Dette avhenger av at reisende er fleksible og villig til å dele, i tillegg til at det blir gitt insentiver for å dele fremfor individuell bruk av tjenesten. Utnyttelsesgraden i bilene er viktig moment når det kommer til effekten bildeling kan ha på kjøretøykilometer. Utfordringen er å få til større grad av deling uten å forverre nytten forbundet med bil som transportmiddel.

Flere studier påpeker at tidskostnadene til trafikantene vil kunne reduseres som følge av bruk av autonome kjøretøy. Bildeling med autonome kjøretøy kan dermed bidra til økt etterspørsel etter bilbasert transport og en økning i antall kjøretøykilometer. For tjenester med ridesourcing innebærer autonome kjøretøy at man kan eliminere sjåførkostnadene. Dette vil trolig bidra til å redusere prisen for disse tjenestene og bidra til økt etterspørsel etter bilbaserte persontransporttjenester og dermed kunne øke trafikkarbeidet. I tillegg vil dette kunne fortrenge etterspørselen etter kollektivtransport.

Betydning for kostnader for det offentlige

Bidlingsløsninger kan føre til endringer i kapasitetsutnyttelsen på dagens veinfrastruktur, og dermed påvirke behovet for investeringer i kapasitet. Dersom løsninger basert på delingsmobilitet medfører en overføring av trafikanter fra privatbilisme til disse løsningene viser studier at deres årlige kjørelengde går ned. Samtidig gir løsninger med bildeling at nye grupper får tilgang til bilbasert persontransport, som ellers ikke ville benyttet bil. Den totale

effekten på kapasitetsutnyttelse i veinettet er dermed usikker, og dermed også med tanke på hvordan dette påvirker investeringsbehovet i veiinfrastruktur.

Hvis delingsmobilitetsløsninger med bil kobles opp og integreres mot kollektivtransport kan det føre til at tilbudet blir attraktivt nok til at man kan realisere en overføring av privatbiler til transportformer som i større grad baserer seg på bruk av kollektivtransport. Dette vil kunne øke billettinntektene for kollektivselskapene, og tilsvarende redusere tilskuddsbehovet for det offentlige. De største gevinstene her vil trolig komme med introduksjonen av autonome delingsbiler som første og siste ledd i transportkjeden, ettersom disse vil ha langt lavere driftskostnader enn bemannede delingsbiler.

Betydning for arealutvikling

Mange av studiene viser til at bildelingsmedlemmer i gjennomsnitt eier færre privatbiler enn ikke-medlemmer. En stor andel kjører også færre kilometer med bil enn de gjorde før medlemskap. Disse effektene kan bidra til å redusere behovet for parkeringsplasser og vegkapasitet. Dette kan videre gi rom for byplanleggere til å utvikle disse arealene til annen bruk som for eksempel gateparkering til sykkel og fortausrestauranter.

Økt utnyttelse av biler kan også være med å bidra til lavere behov for veiinfrastruktur, og dermed muligheten til å omgjøre arealer til annet bruk. Dette avhenger imidlertid av at ikke andre privatbiler begynner å benytte bil i større grad enn tidligere grunnet lavere køkostnader⁵.

Bildelingstjenesters krav til arealutvikling avhenger i stor grad av bildelingsløsning. Utbredt bruk av enveis bildeling vil avhenge av at det finnes tilstrekkelig med parkeringsplasser for overleveringer mellom brukere. Fjerning eller restriksjoner av parkeringsplasser kan skape problemer for tilbydere av enveis bildeling. Som eksempel har Car2Go uttalt at det er utfordrende å tilby en bedriftsøkonomisk lønnsom bildelingstjeneste uten parkeringsavgiftlettelser. DriveNow er en annen tilbyder som løser utfordringer knyttet til parkering med å flytte bilene som står parkert på p-plasser med tidsrestriksjoner eller høye avgifter.

Tradisjonell stasjonsbasert bildeling på den andre siden vil ha faste lokasjoner for overlevering og i mindre grad være avhengig av offentlig tilrettelegging med tanke på areal.

Ved delingsmobilitet med autonome biler vil effektene på areal i stor grad være sammenfallende med effektene beskrevet for autonome kjøretøy. Mulighetene autonome biler har til å parkere på egenhånd gjør at parkeringsplasser kan reallokeres til mindre sentrale strøk. Dette kan frigjøre plass til annet bruk i sentrale områder. Autonome taxier og taxi busser vil kunne trenge areal for av- og påstigning, men derimot lite behov for parkeringsplasser sentralt. Økt deling av slike kjøretøy sammen med autonome bilers evne til å utnytte veien på en bedre måte vil kunne føre til frigjøring av vegkapasitet som kan benyttes av andre transportformer som sykkel og gange.

Betydning for politikkutforming

Det vil ifølge flere studier være viktig med involvering fra det offentlig slik at utviklingen av bildelingstilbud fortsetter og blir en bærekraftig transportløsning. Delingstjenestene bør fungere sammen med hverandre og samvirke med eksisterende kollektivtransport. Det vil derfor være fordelaktig med et offentlig-privat samarbeid om utformingen av slike

⁵ Denne etterspørselsvirkningen omtales ofte som «rebound effect»

tjenester. Dette kan være med på å øke integrasjonen og informasjonsutvekslingen mellom ulike transportaktører og samlet sett føre til et bedre tilbud for den reisende.

For å unngå økt total biltrafikk både fra bildelingsmedlemmer og øvrige trafikanter mener flere studier at slike tilbud bør kombineres med offentlige reguleringer. Dette kan for eksempel være minsket antall parkeringsplasser, mindre ny vegkapasitet eller skatter og avgifter som påvirker kjørekostnadene.

Betydning for tidsaspekt

I tilfeller der man klarer å utvikle løsninger som bidrar til at delingsmobilitet basert på bil støtter oppunder kollektivtransporten vil man kunne oppleve en overføring av trafikanter fra bilbasert transport til kollektivtransport. Dette vil kunne medføre økt trengsel på kollektive transportmidler og medføre at man må gjennomføre kapasitetshevende tiltak tidligere enn planlagt. Samtidig vil en slik overføring kunne bidra til å forskyve behovet for investeringer i ny veiinfrastruktur. På den andre siden vil man kunne oppleve at delingsløsninger konkurrerer direkte med kollektivtransport. Hvorvidt dette bidrar til å forskyve tidspunkt for investeringer i ulike typer infrastruktur avhenger av grad av overføring mellom transportformene.

3.6.2 Autonome kjøretøy

Betydning for trafikkarbeidet

Flere studier hevder at autonome kjøretøy vil bidra til økt etterspørsel etter bilbasert transport. Dette skyldes spesielt grunnet lavere tidskostnader ved bruk, samt at delingsløsninger, som eksempelvis samkjøring (*ridesharing*) og *ridesourcing*, basert på autonome kjøretøy vil kunne bli langt billigere enn delingsløsninger med konvensjonelle kjøretøy. Summen av disse effektene tilsier lavere generaliserte reisekostnader, som bidrar til at trafikantene gjennomfører reiser oftere. I tillegg kan dette også påvirke trafikantenes destinasjonsvalg.

Flere studier påpeker likevel at det ikke nødvendigvis er gitt at introduksjonen av autonome kjøretøy vil føre til en lavere tidsverdi, ettersom egenskapene og kvaliteten til disse bilene er nokså uavklart på nåværende tidspunkt. Etterspørselseffekten som følge av lavere tidsverdi ved introduksjon av autonome kjøretøy er dermed noe usikker. Flere studier peker uansett på at det trolig vil ta betydelig tid før autonome kjøretøy får en stor markedsandel i nybilsalget og bilparken. I et 2030-perspektiv vil man derfor trolig oppleve begrensede effekter i kjøretøykilometer som følge av introduksjonen av autonome kjøretøy.

Introduksjonen av autonome kjøretøy i transportsektoren kan bidra til at delingsmobilitetsløsninger blir mer attraktive sammenlignet med konvensjonell kollektivtransport. Flere studier peker på at dette kan føre til et skift i transportmiddelfordelingen fra kollektive transportmidler til bilbaserte løsninger. Grad av overføring fra kollektive transportmidler vil også avhenge av kvaliteten på denne transportformen.

På den andre siden vil bruk av autonome kjøretøy som matetransport inn mot kollektive transportmidler kunne bidra til å skifte transportmiddelfordelingen fra bilbasert transport til kollektivtransport, og medføre en reduksjon i antall kjøretøykilometer. På lengre sikt vil autonome kjøretøy kunne føre til et fullautomatisert kollektivtilbud og bidra til lavere driftskostnader og et mer konkurransedyktig tilbud.

Det vil være geografiske forskjeller i hvordan autonome biler påvirker kjøretøykilometer. Autonome kjøretøy vil i større grad kunne støtte oppunder eksisterende kollektivtransport i tettbebygde områder, som isolert sett vil kunne føre til en reduksjon i utkjørte kilometer med personbil. I rurale områder vil autonome kjøretøy gi befolkningen mer mobilitet i områder med relativt sett dårligere kollektivdekning, og vil kunne føre til en økning i kjøretøykilometer spesielt for disse områdene.

Andre effekter som påvirker kjøretøykilometer som følge av autonome kjøretøy er økt andel tomkjøring. I tilfelle med private autonome kjøretøy skjer dette som følge av at parkeringsplasser trolig vil relokaliseres til mindre sentrale strøk. Delingsbaserte løsninger med autonome kjøretøy vil også kunne føre til økte kjøretøykilometer, ettersom bilene ofte må relokaliseres mellom turer, eller i visse tilfeller kjøre omveier for å plukke opp passasjerer underveis.

Flere studier peker på at autonome kjøretøy kan medføre endringer i bosettingsmønster som følge av at de generaliserte reisekostnadene går ned. Reduksjonen i kostnadene ved transport gjør at trafikantene i større grad vil kunne være tilbøyelig for å bosette seg lengre unna arbeidsplassen, for å få tilgang til rimeligere boliger og lignende. Dette vil bidra til en økning i antall kjøretøykilometer.

I tillegg vil autonome kjøretøy skape nye former for mobilitetsløsninger for grupper som før ikke hadde tilgang til bilbasert transport, noe som også vil fungere som en driver for økt etterspørsel. Demografiske endringer med tanke på alderssammensetning i befolkningen kan gjøre denne faktoren viktigere i fremtiden. Dette gjelder spesielt delingsmobilitetsløsninger basert på autonome biler.

Introduksjonen av autonome kjøretøy vil kunne føre til at veikapasiteten utnyttes bedre, og dermed redusere køkostnader på veiene. Dette vil føre til lavere generaliserte reisekostnader og økt etterspørsel gjennom en økning i kjøretøykilometer. Samtidig er dette trolig en effekt som først vil inntre når markedsandelen autonome biler blir høy nok. På kortere sikt fram mot 2030 vil autonome kjøretøy trolig ha liten effekt på kapasiteten i veinettverket.

Studiene som gjennomfører scenarioanalyser finner at de trafikale effektene av autonome kjøretøy er avhengig av en rekke ytre faktorer. Hvor raskt den teknologiske utviklingen går vil påvirke i hvilken grad autonome kjøretøy påvirker trafikkarbeidet i 2030, ettersom dette direkte påvirker utskiftningen av dagens bilpark bestående av konvensjonelle personbiler. Hvorvidt politikktutformingene støtter oppunder introduksjonen av autonome kjøretøy i transportsektoren spiller også en rolle. Videre er graden av sosial aksept avgjørende at autonome kjøretøy skal kunne få en høy markedsandel, og dermed betydning for trafikkarbeidet. Også hvorvidt man tilrettelegger for private autonome kjøretøy eller delingsbiler vil ha en betydning for effekten på trafikkarbeidet. Delingsmobilitetsløsninger med autonome kjøretøy kan bidra til å øke marginalkostnadene for hver tur sammenlignet med privateid bil, noe som isolert sett vil ha en viss negativ effekt på etterspørselen.

Betydning for kostnader

Tilrettelegging for autonome kjøretøy på nivå 4/5 vil trolig kreve tilrettelegging av infrastruktur, både med tanke på V2V- og V2I-teknologi. Dette vil trolig innebære høyere investeringskostnader enn for konvensjonell veiinfrastruktur. Samtidig peker flere studier på at implementering av autonome kjøretøy vil kunne bidra til bedret kapasitetsutnyttelse, og dermed på lengre sikt lavere behov for investeringer i økt veikapasitet.

Som følge av at det er behov for færre parkeringsplasser enn før, og at mange parkeringsplasser blir relokalisert til mindre sentrale strøk, vil dette kunne føre til en

nedgang i inntekter fra parkeringsavgifter og påvirke offentlig proveny negativt. Samtidig vil disse arealene kunne omreguleres til andre inntektsgenererende formål.

Dersom autonome kjøretøy fører til et skift i transportmiddelfordelingen fra kollektivtransport til løsninger basert på autonome kjøretøy vil transportselskapene kunne oppleve en reduksjon i kundegrunnlag og billettinntekter. Dette vil i mange tilfeller medføre økt tilskuddsbehov fra det offentlige. Dersom man etablerer løsninger der autonome kjøretøy støtter oppunder eksisterende kollektivsystem vil man derimot kunne få en motsatt effekt med overføring av trafikanter fra bilbaserte løsninger til kollektivtransport. Et eksempel på dette kan være at man benytter autonome kjøretøy for å mate trafikanter inn mot kollektivknutepunkter.

Betydning for arealutvikling

Teknologiske løsninger med tanke på kommunikasjon mellom biler (V2V) og kommunikasjon mellom biler og infrastruktur (V2I) vil bidra til økt utnyttelse av parkeringsplasser. Relokalisering av parkeringsplasser til mindre sentrale strøk vil medføre muligheter for offentlig sektor å utvikle disse arealene til annen bruk. Det vil også være behov for å transformere mange parkeringsplasser til av- og påstigningsplasser.

I utforming av infrastruktur tilpasset autonome kjøretøy kan det oppstå konfliktpunkter mellom disse og myke trafikanter, spesielt med tanke på utforming av av- og påstigningsplasser. Dette kan gjøre det mindre attraktivt å sykle, og dermed føre til at disse trafikantene bytter til andre transportmidler. På den andre siden vil autonome kjøretøy på lengre sikt trolig føre til bedre veiutnyttelse, og dermed frigjøre veikapasitet til eksempelvis sykkelfelt eller lignende. Denne virkningen trekker i motsatt retning.

Autonome kjøretøy vil kunne ha betydning for bosetningsmønstre. Flere studier peker på at tilgangen til autonome kjøretøy kan bidra til enten økt eller redusert tetthet. Lavere generaliserte reisekostnader trekker i retning av at folk bosetter seg lengre unna arbeidssted, mens omgjøring av parkeringsarealer til boligformål kan bidra til økt tetthet.

Betydning for politikkutforming

Flere studier poengterer at det er behov for en politikkutforming som internaliserer alle kostnader ved implementering og bruk av autonome kjøretøy. Dette innebærer prising av kø, forurensing og andre former for eksterne kostnader som følge av introduksjonen av autonome biler. Offentlige myndigheter bør utarbeide strategier for å drive effektiv datainnsamling og databehandling som følge av V2I- og V2V-teknologi. Dette gir blant annet muligheter til dynamisk prising av veikapasitet, og muligheter til å regulere etterspørselen etter bilbasert transport. Politikkutformingen kan dermed direkte bidra til å påvirke oppfyllelsen av nullvekstmålet i 2030.

I tillegg må politikkutformingen må ta hensyn til hvordan arealutviklingen påvirkes av autonome kjøretøy. Dette innebærer blant annet omregulering av parkeringsplasser til bolig- eller næringsformål, samt spille en rolle i hvordan autonome kjøretøy bidrar til endringer i bystrukturen med tanke på tetthet.

Hvem som har mulighet til å operere en autonom bil vil kunne ha betydning for trafikkarbeidet. Offentlige myndigheter har muligheter til å trafikkarbeidet med autonome biler ved å utforme et regelverk som medfører restriksjoner med tanke på hvem som kan benytte dette transportmiddelet.

Flere studier peker på et behov for et helhetlig regelverk for autonome kjøretøy og at man standardiserer kommunikasjonsplattformene mellom bilene og mellom bilene og veien.

Betydning for tidsaspekt

Autonome kjøretøy vil på lengre sikt bidra kunne bidra til at veikapasiteten utnyttes bedre, og dermed bidra til å utsette behovet for investeringer i slik infrastruktur. Samtidig peker flere studier på at det trolig også være en etterspørselseffekt av introduksjonen av autonome kjøretøy, slik at nettoeffekten vil være usikker. Dessuten vil det trolig ta relativt lang tid før man kan realisere bedre kapasitetsutnyttelse, ettersom dette krever at autonome kjøretøy får en høy markedsandel. I et 2030-perspektiv er dette lite trolig.

I tilfeller der man klarer å utvikle løsninger som bidrar til at autonome kjøretøy støtter oppunder kollektivtransporten vil man kunne oppleve en overføring av trafikanter fra bilbasert transport til kollektivtransport. Dette vil kunne medføre økt trengsel på kollektive transportmidler og medføre at man må gjennomføre kapasitetshevende tiltak tidligere enn planlagt.

3.6.3 Mobility as a Service (MaaS)

Betydning for trafikkarbeidet

På nåværende tidspunkt er det svært vanskelig å si hvilken betydning MaaS vil ha for trafikkarbeidet. Erfaringene fra UbiGo peker i retning av redusert bilbruk i kombinasjon med opprettholdt eller økt bruk av kollektivtransport, inkludert drosje. Forsøkene indikerer at det er mulig å opprettholde samme grad av mobilitet som før samtidig som man reduserer personbilbruken. Samtidig er det uklart hvor overførbare disse erfaringene fra utvalgte forsøksområder er til situasjonen i norske byområder. Det som virker opplagt er at terskelen for å bruke drosje går ned. Dette er også funnene fra de foreløpige erfaringene i Helsingfors.

En MaaS-tjeneste vil være dyrere, men ha høyere «merverdi» enn et kollektivtransport-abonnement alene. At prisen er høyere, peker i retning av at konkurransekraften mot gang og sykkel svekkes. At merverdien er høyere peker i retning av at konkurransekraften økes. Hva netto-effekten er vil avhenge av samspillet mellom disse effektene, og det er foreløpig lite erfaring å trekke på, og det kan stilles spørsmål om den erfaringen som finnes er overførbar til norsk kontekst. Forventningen er likevel at etterspørselen etter privatbil faller, men i hvor stor grad etterspørselen reduseres er beheftet med stor usikkerhet. Samtidig vil etterspørselen etter drosjetransport, men også rutegående kollektivtransport og leiebiler øke.

Betydning for kostnader

Det offentliges kostnader vil antagelig øke dersom flere trafikanter går over til å benytte løsninger som baserer seg på kollektivtransport. Økningen i billettinntekter til kollektivtransport vil trolig være lavere enn kostnadsøkningene som er nødvendig for å kunne tilby et konkurransedyktig kollektivtilbud og håndtere etterspørselsveksten på en tilfredsstillende måte. Samtidig vil også inntekter til det offentlige fra bilrelaterte avgifter reduseres dersom MaaS fører til redusert eierskap og bruk av personbil. På den andre siden vil også redusert privatbilbruk trolig medføre redusert behov for investeringer i veiinfrastruktur. Ettersom de ulike effektene virker i hver sin retning er det usikkert hvordan MaaS samlet sett vil påvirke offentlig proveny.

Hvordan konsekvensene blir i byområder med lav tetthet er også et uavklart spørsmål. På den ene siden kan en tenke seg at et MaaS-tilbud vil forutsette et bedre utbygd kollektivtilbud i byområder med lav tetthet, noe som medfører betydelige økte kostnader.

På den andre siden åpner MaaS-konseptet for at tilbud i disse områdene i større grad kan dekkes ved at den som reiser kjører en leid eller delt bil, eller drosje på disse reisene. Dette vil medføre redusert behov for rutegående kollektivtilbud i disse områdene, forutsatt at et minimumstilbud er på plass for de som ikke kan benytte seg av leiebiler.

Betydning for arealutvikling

Det er usikkert hvordan MaaS påvirker arealutviklingen. MaaS vil kunne føre til at arealer nært kollektivknutepunkter vil bli mer attraktive og bidra til økt sentralisering. Samtidig vil terskelen for å bruke drosjer og tilsvarende tjenester reduseres. Dette peker i retning av at mindre sentralisert arealbruk er nødvendig enn i tilfellet med en framtidig løsning basert utelukkende på konvensjonell kollektivtransport.

En vil kunne klare seg uten bil også i områder hvor det i dag medfører en betydelig ulempe. Dette peker i retning av mindre behov for arealer til utbygging av vei, og parkeringsplasser i de mest sentrale områdene. Samtidig er det slik at det ikke vil lønne seg å tilby MaaS hvis hoveddelen av reisene skjer med drosje, eller leiebil. Dette gjør at det er grenser for hvor langt ut det er økonomisk forsvarlig å tilby MaaS. Introduksjonen av autonome kjøretøy vil kunne endre dette på sikt ved at man eliminere lønnskostnader til sjåfør.

Betydning for politikkutforming

MaaS kan stimuleres gjennom tilpasset lovgiving og tydelige og målrettede policyinstrumenter. Dette kan innrettes gjennom tilpasning av overføringer til kollektivtransporten og incentiver for å koble ulike transporthsystemer sammen.

Spørsmålet er i hvilken grad det vil være nødvendig for det offentlige å ta en rolle i å implementere MaaS som konsept. Det vil være et behov for å avklare spørsmålet om en ønsker at MaaS skal tilbys av en offentlig aktør eller en tredjepartsaktør, eller en privat aktør med egen transportflåte. Derneft er det nødvendig å utarbeide et regelverk som gjør at en får likebehandling av tilsvarende transporttilbud.

Betydning for tidsaspekt

MaaS-tilbud som finnes i dag er på nåværende tidspunkt utprøving av konseptet i begrenset skala. Fullskala oppskalering av konseptet er først ventet i 2018. MaaS er i stor grad basert på å benytte eksisterende transportmidler, og da særlig kollektivtransport. Derfor vil innføring av MaaS peke i retning av at det vil være økt behov for investeringer i infrastruktur for kollektive transportmidler. Samtidig kan en overføring av trafikanter som før benyttet bil til MaaS medføre at behovet for investeringer i veiinfrastruktur reduseres, eller utsettes. Spesielt vil dette gjelde langs de tunge transportårene med høyt transportarbeid.

I tabell 3.16 gir vi en oppsummering av evalueringene beskrevet i dette delkapittelet for de ulike transportinnovasjonene.

Tabell 3.16: Oppsummering av effekter for trafikkarbeid og tilknyttede effekter som følge av transportinnovasjonene.

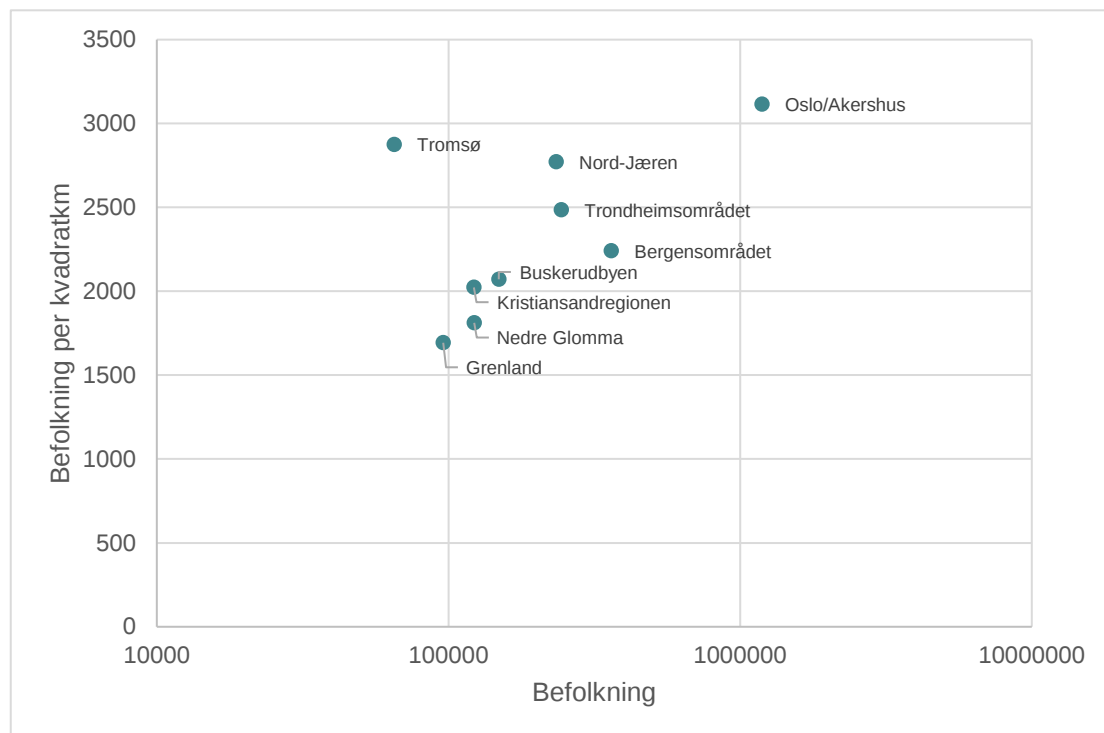
	Trafikkarbeid	Kostnader	Arealutvikling	Politikkutforming	Tidsaspekt
Delings-mobilitet	Øker tilgjengeligheten til bilbasert transport for tidligere ikke-brukere. Reduserer etterspørselen for eksisterende bilister. Kan påvirke transportmiddelfordeling. Økt kapasitetsutnyttelse per bil ved deling fører til redusert trafikkarbeid. Kan gi økt etterspørsel fra øvrige bilister. Autonom bildeling vil kunne bidra til økt etterspørsel. Økte variable kostnader ved bruk bidrar til redusert etterspørsel.	Autonom bildeling kan påvirke behovet for vegkapasitetsinvesteringer, men nettoeffekten er usikker. Konvensjonell delingsmobilitet krever liten grad av tilrettelegging av infrastruktur. Kan påvirke tilskuddsbehovet og investeringer i kollektivtransport dersom løsningen påvirker transportmiddelfordelingen. Autonom bildeling kan på lengre sikt medføre økt kapasitetsutnyttelse og redusert behov for veiinvesteringer.	Færre privatbiler og bilbruk reduserer trolig behovet for parkeringsplasser og infrastruktur. Mulig å omregulere parkeringsplasser til andre formål. Av- og påstigningslommer kan erstatte sentrale p-plasser Behovet for antall biler i bilparken reduseres. Mulig å omregulere parkeringsplasser til andre formål. Tilgang til delingsløsninger i byområder kan gjøre det mer attraktivt å bosette seg sentralt.	Offentlig virkemiddelbruk for å styre etterspørselen etter bilbasert delingsmobilitet kombinert med incentiver for at slike løsninger benyttes i sammenheng med kollektivtransport. Omregulering av frigjorte arealer til bolig- eller næringsformål.	Kan påvirke tidspunkt for planlagte investeringer i infrastruktur fram mot 2030. Kan føre til at behovet for ny veiinfrastruktur skyves utover i tid og kollektivprosjekter framover i tid dersom delingsmobilitet bygger oppunder kollektivtransporten. Samtidig kan man få det omvendte resultatet dersom delingsmobilitet fører til økt biltransport.
Autonome kjøretøy	Vil kunne bidra til en økning i trafikkarbeidet med bil. Kan konkurrere med kollektivtransport. Kan bidra til reduksjon i kjøretøykilometer dersom løsninger støtter opp under kollektivtransport. De største effektene ligger trolig lengre fram enn 2030.	Krever tilrettelegging av infrastruktur som vil bidra til økte investeringskostnader. På lengre sikt enn 2030 kan økt kapasitetsutnyttelse kan føre til lavere behov for ny veiinfrastruktur. Kan påvirke behov for investeringer i kollektivtransport, samt påvirke offentlig tilskuddsbehov til kollektivtransport.	Parkeringsplasser i sentrale områder kan relokaliseres. Disse arealene kan utvikles til andre formål. Av- og påstigningslommer kan erstatte parkeringsplasser i sentrale områder. Kan føre til endrede bosetningsmønstre dersom autonome biler påvirker generaliserte reisekostnader.	Behov for å internalisere alle eksterne kostnader forbundet med introduksjonen av autonome kjøretøy. Muligheter for dynamisk veipricing med V2I-infrastruktur. Offentlig virkemiddelbruk for å sikre at autonome kjøretøy blir brukt som delingsmobilitetsløsninger og støtter oppunder kollektivtransportsystem. Omregulering av frigjorte arealer til bolig- eller næringsformål.	Lite trolig at autonome kjøretøy i stor grad vil påvirke tidspunkt for planlagte investeringer fram mot 2030. I et lengre perspektiv vil økt kapasitetsutnyttelse kunne medføre redusert behov for veikapasitet, og dermed bidra til å forskyve prosjekter ut i tid. Kan også påvirke tidspunkt for investeringer i kollektivtransport.
MaaS	Potensiale for reduksjon av trafikkarbeidet som følge av overføring av privatbilister til MaaS. Effektene på nåværende tidspunkt er svært usikre. Simuleringer peker i retning av mindre trafikkarbeid for personbil.	Medfører trolig økt tilskuddsbehov til kollektivtransport som følge av at driftskostnadene øker mer enn økningen i billettinntekter. Kan bidra til økt behov for investeringer i infrastruktur for kollektivtransport, men også redusert investeringsbehov for vei.	Vil trolig virke mindre sentraliserende enn løsninger basert på kollektivtransport, gange og sykkel alene, men samtidig mer sentraliserende enn med bruk av privatbil. Reduserer behovet for parkeringsplasser og veiinfrastruktur. Mulig å omregulere til andre formål.	Krever at man tar et aktivt valg med tanke på forretningsmodell: om det skal være en privat eller offentlig løsning, samt om det skal være én enkelt aktør eller flere aktører. Innretning av incentiver for å knytte transportsystemene sammen.	MaaS er i ferd med å innføres. Første forsøk startet i 2015. Fullskala konsept trolig operativt rundt 2018. Skjer i flere land. Gitt valg av driftskonsept vil det kunne påvirke tidspunkt for fremtidige investeringer i ulike typer infrastruktur.

3.7 Betydningen for ulike byområder

Mange av funnene fra litteraturstudien indikerer at teknologisk utvikling i form av transportinnovasjonene vi har undersøkt kan ha en betydning for trafikkarbeidet med personbil, samt tilknyttede virkninger med tanke på drift- og investeringskostnader i transportsystemet, arealutvikling, politikkutforming og tidspunkt for gjennomføring av tiltak. I dette delkapittelet ser vi nærmere på hvordan funnene fra litteraturstudiene kan overføres til de norske byområdene som er omfattet av byutredningene.

Flere av effektene som følge av transportinnovasjonene vil påvirke byområdene relativt likt, uavhengig av demografiske eller sosioøkonomiske forskjeller. Samtidig har vi i løpet av kunnskapsinnhenting avdekket at mange virkninger avhenger av spesifikke egenskaper ved de ulike byområdene, spesielt med tanke på befolkningsstruktur. Som et utgangspunkt for diskusjonen har vi derfor tatt utgangspunkt i befolkningstetthet og befolkningsstørrelse for de norske byområdene, og i hvilken grad forskjeller i disse størrelsene kan påvirke virkningene på nullvekstmålet i 2030 for de tre transportinnovasjonene vi har undersøkt i litteraturstudien. I tillegg ser vi på transportmiddelfordelingen i de ulike byområdene.

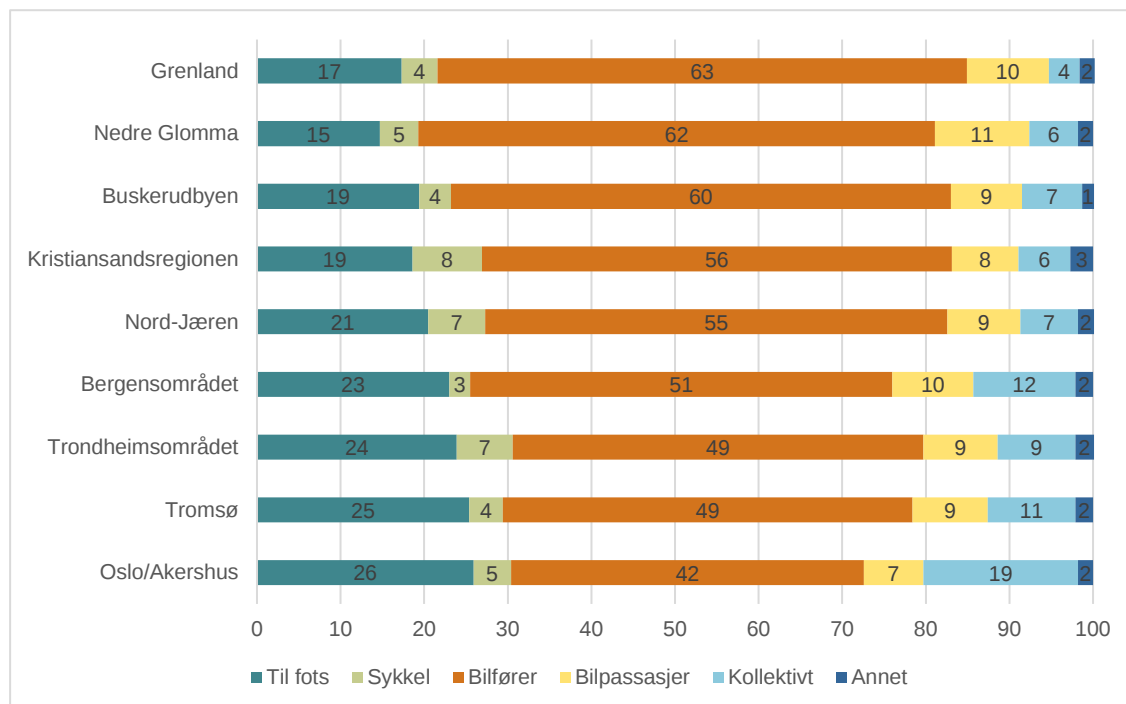
Figur 3.21 viser befolkningstettheten og befolkningsstørrelsen i 2016 for de ulike byområdene, basert på befolknings- og arealdata på kommunenivå for tettsteder fra SSB.



Figur 3.12: Befolkning og befolkningstetthet for norske byområder i 2016. Basert på SSBs statistikk for tettsteder. Befolkningstetthet langs y-aksen og befolkning (logaritmisk) langs x-aksen.

Fra figuren ser vi at befolkningstettheten varierer betydelig mellom de ulike byområdene. Grenland har den laveste befolkningstettheten målt i befolkning per kvadratkilometer. Oslo/Akershus har høyest befolkningstetthet. Av byområdene som inngår i byutredningene er det Tromsø som har høyest befolkningstetthet med cirka 70 prosent høyere tetthet enn Grenland. Byområdene med høyest befolkning tenderer til å ha den høyeste befolkningstettheten. Fram mot 2030 tilsier prognosene for SSBs middelalternativ at befolkningsveksten i de ulike byområdene blir mellom 7 og 19 prosent.

Figur 3.22 viser transportmiddelfordelingene for daglige reiser i de ulike byområdene basert på RVU-data fra 2013/2014.



Figur 3.22: Transportmiddelfordeling for byområdene for daglige reiser. Vist i antall prosent. Basert på RVU-data 2013/2014. Kilde: Christiansen (2015).

Byområdene med lavest befolkningstetthet viser seg å være byområdene med lavest kollektivandel og høyest andel reisende med bil. Nedre Glomma og Grenland som er byområdene med lavest befolkningstetthet har en bilandel på over 70 prosent, mens denne er ned mot 60 prosent for bilfører og bilpassasjer samlet for Tromsø, Bergensområdet og Trondheimsområdet. For Oslo og Akershus er den samlede bilandelen på under 50 prosent.

Både befolkningstettheten og transportmiddelfordelingen gir indikasjoner på i hvilken grad de ulike transportinnovasjonene vil ha gjennomslagskraft i de ulike byområdene, samt hvilken innretning man bør ha for de ulike transportinnovasjonene dersom de skal ha en effekt på trafikkarbeidet for personbil og nullvekstmålet. Av spesiell interesse er hvordan de ulike transportinnovasjonene påvirker utnyttelsesgrad for personbiler, og hvordan innovasjonene kan bidra til å bygge opp under kollektivtransport.

Betraktningene i dette delkapittelet er delvis basert på evalueringen av effektene for de ulike transportinnovasjonene fra litteraturstudien, samt vurderinger gjort av prosjektteamet. Vi gjennomgår de ulike transportinnovasjonene punktvis.

Delingsmobilitet

- Løsninger basert på bildeling er avhengig av høy befolkningstetthet i byområdene for å gi tilstrekkelig høy kvalitet til å konkurrere med privatbil. Det er mindre sannsynlig med levedyktige og attraktive delingsløsninger i byområder med lav tetthet ettersom dette bidrar til høyere transaksjonskostnader.

- Dersom bildeling fører til lavere grad av eierskap til privatbil vil arealutvikling som følge av omregulering av parkeringsplasser være mest aktuelt i tettbebygde byområder. Her vil det trolig vil være større behov for bolig- og næringsutvikling i sentrumsområder.
- Lavere befolkningstetthet bidrar til lavere utnyttelse av delingsbiler benyttet til samkjøring ettersom sannsynligheten for å plukke opp trafikanter med samme reisemål underveis reduseres.
- Lavere tetthet vil gi økt andel tomkjøring for tjenester basert på ridesourcing ettersom det blir lengre avstander mellom kundene som benytter tjenesten.
- Ridesourcing vil kunne bli en konkurrent mot kollektivtransport i byområder med lav befolkningstetthet og mindre konkurransedyktig kollektivtilbud. Dette gjelder spesielt på lengre sikt dersom introduksjonen av autonome kjøretøy bidrar til å redusere kostnadene for denne tjenesten.
- Vanskeligere å integrere delingsmobilitetsløsninger, i form av matetransport inn mot kollektivknutepunkter, i byområder med lav tetthet.
- Trolig vil det være vanskeligere å oppnå sosial aksept for delingsmobilitet i byområder som i utgangspunktet har høy andel privatbilbasert transport.
- Erfaringer viser at det er lettere å få til en velfungerende bildelingsløsning i store byområder enn i distriktene og mindre byer.
- Samkjøring har derimot vist seg å fungere som transport mellom byene. Eksempler på dette er BlaBlaCar og GoMore.

Autonome kjøretøy

- Vil kunne supplere og bygge oppunder eksisterende kollektivsystem i byområder med høy tetthet. Kostnadseffektiv matetransport mot kollektivknutepunkt.
- Autonome kjøretøy vil trolig bli mer attraktivt som delingskjøretøy i byområder med høy tetthet, mens det i byområder med lavere befolkningstetthet vil bli lavere utnyttelse per kjøretøy. Tilbøyeligheten for bruk av private autonome kjøretøy vil trolig være størst i de byområdene som i dag har lavest tetthet og høyest andel privatbilisme.
- Endringer i bosetningsmønstre som følge av at trafikanter godtar lengre reiseavstander. De med lang reisevei vil ha mulighet til å benytte reisen til jobb eller annet. Trolig mest relevant i byområder med høy befolkningstetthet og begrenset tilgang på boliger sentralt i byområdet.
- Dersom autonome kjøretøy bidrar til lavere grad av eierskap til privatbil vil arealutvikling som følge av omregulering av parkeringsplasser være mest aktuelt i tettbebygde byområder, der det trolig vil være større behov for bolig- og næringsutvikling i sentrumsområder.
- Større potensial i storby der parkeringstilgangen er begrenset
- Prisivirkemidler for å internalisere eksterne virkninger som av autonome kjøretøy vil være viktigst i byområder med høy tetthet og kapasitetsproblemer i transportsystemet. Som et virkemiddel for å oppnå nullvekstmålet kan det benyttes uavhengig av tetthet.
- Forskjellige byområder vil ha ulikt behov for infrastrukturoppgraderinger som følge av tilrettelegging for autonome kjøretøy. Byområder med mer omfattende veinettverk får et høyere investeringsbehov i veiinfrastruktur.

Mobility as a Service (MaaS)

- Foreløpig er MaaS kun testet ut i relativt tette byområder. Det er usikkert hvorvidt denne løsningen er hensiktsmessig for mindre tette byområder.
- Konseptet vil påvirke tilskuddsbehovet til kollektivtransportsystemet, men dette vil avhenge av lokale forhold ved de ulike byområdene.
- For at MaaS skal være attraktivt nok til å konkurrere med privatbilisme må konseptet være attraktivt nok med tanke på tilbudsforutsetninger i form av frekvens, komfort og andre attributter. I byområder med lavere grad av tetthet vil det innebære betydelige kostnader å realisere et slikt driftsopplegg, mens det vil være enklere i byområder med høy grad av tetthet.
- MaaS kan gjøre det mer attraktivt å benytte kollektivbaserte transportløsninger i byområder som i dag er sterkt bilbasert. Konseptet er en oppgradering sammenlignet med konvensjonell kollektivtransport.

4 Oppsummerende konklusjon

I dette prosjektet har vi undersøkt hvordan ulike transportinnovasjoner drevet fram av teknologisk utvikling påvirker nullvekstmålet for norske byområder fram mot 2030, samt tilknyttete effekter med tanke på kostnader, arealbruk, politikkutforming og tidspunkt for gjennomføring av tiltak i transportsektoren. Funnene fra litteraturstudien viser at delingsmobilitet, autonome kjøretøy og Mobility as a Service (MaaS) kan få stor betydning for fremtidige mobilitetsløsninger. Samtidig er kunnskapen og tilgjengelig informasjon om disse transportinnovasjonene stadig under utvikling. De samlede virkningene for transportsektoren fram mot 2030 er derfor beheftet med stor grad av usikkerhet.

Kunnskapsinnhenting vi har gjennomført i litteraturstudien indikerer at delingsmobilitet, autonome kjøretøy og Mobility as a Service (MaaS) vil påvirke det fremtidige trafikkarbeidet for bilbasert persontransport i byområdene. Samtidig viser funnene at det er flere motstridende effekter som bidrar til usikkerhet om de totale virkningene på trafikkarbeidet. Dette avhenger i stor grad av hvordan de ulike innovasjonene implementeres.

De ulike transportinnovasjonene vil også kunne påvirke investerings- og driftskostnader i transportsystemet i form av tilrettelegging av infrastruktur, eller andre typer infrastruktur dersom transportmiddelfordelingen endres som følge av transportinnovasjonene. Endringer i transportmiddelfordeling og trafikkarbeid kan også bidra til å påvirke tidspunkt for gjennomføring av investeringer i ulike typer infrastruktur fram mot 2030. I hvilken grad man innretter transportinnovasjonene til å støtte oppunder eksisterende kollektivtransport bidrar til å påvirke offentlig tilskuddsbehov. Med tanke på arealbruk kan transportinnovasjonene bidra til å redusere behovet for parkeringsplasser i sentrum og endre befolkningens preferanser med tanke på valg av bosted og arbeidsplass.

Politikkutformingen vil spille en rolle i innretningen av de ulike transportinnovasjonene. Med tanke på tilrettelegging for delingsmobilitet kan dette gå på å lage løsninger som støtter opp under samkjøring, som innføring av dynamisk veipricing. Videre kan det bety å konstruere markeder for autonome kjøretøy som støtter opp under delt bruk av disse kjøretøyene snarere enn at kjøretøyene eies og driftes av enkeltpersoner. Samt å integrere delte billøsninger, autonome eller ikke, i kollektivsystemet, gjennom å legge til rette for multimodale reiser. Bruk av slike styringsmekanismer bidrar til at det offentlige kan spille en aktiv rolle i å legge til rette for at transportinnovasjonene sikrer at all vekst i trafikkarbeidet i byområdene skjer med kollektiv, sykkel og gange. Samtidig er det viktig at man tar hensyn til lokale forhold ved de ulike byområdene, både med tanke på implementering av transportinnovasjonene og politikkutformingen.

Det gjennomføres for tiden en håndfull forskningsprosjekter i norsk sammenheng knyttet til ulike former for delt mobilitet. Eksempler på dette er CharmingCities, SHIFT, TEMPEST, ClimatMob med flere. I tillegg arbeides det med pilotprosjekter med transporttjenester som ligger nært MaaS, blant annet i regi av Ruter og Bærum kommune. Kunnskapen som utvikles i disse prosjektene vil gjøre at man i fremtiden med større sikkerhet kan vurdere de fremtidige virkningene av transportinnovasjonene på trafikkarbeidet for personbil i byområdene og tilknyttede virkninger i 2030.

Samtidig vil det stadig være behov for økt kunnskap om hvordan delingsmobilitet, autonome kjøretøy og Mobility as a Service (MaaS) påvirker etterspørselen etter transport og transportmiddelfordelingen. Et moment vil være å videreutvikle persontransportmodellene NTM6 og RTM23+ for å ta hensyn til hvordan de ulike mobilitetsløsningene påvirker trafikantenes atferd. Forbundet med dette vil det også være stort behov for hvordan de ulike transportinnovasjonene påvirker de reisendes tidsverdi, samt hvordan transportkostnadene påvirkes av introduksjonen av delingsmobilitet, autonome kjøretøy og MaaS.

Kunnskap om dette vil bidra til at vi kan predikere fremtidig etterspørsel og reisemiddelfordeling i transportsektoren, med scenarioer hvor vi tar hensyn til disse nye transportløsningene. Samtidig som dette er verdifull informasjon for beslutningstakere med tanke på investeringer i transportsektoren, samt innretning av incentiver og regulatoriske virkemidler som sikrer at man oppnår nullvekstmålet i norske byområder.

Ordliste

Begrep	Forklaring
Autonome biler/Autonomous cars	Biler som kan gjennomføre hele turer uten at føreren griper inn. (nivå 4-5).
Big data/Stordata	Stordata er analyse av massive samlinger av data, med stor variasjon i datakilder og formater, hvor datasettet oppdateres med høy frekvens og hvor grunnlagsdataenes opprinnelse og kvalitet er avklart og hvor analysen av datasamlingene gir økt verdi i forhold til datakildene (Holstad m.fl., 2015).
Bildeling/Car sharing	Flere går sammen om å eie bil felles, enten som «bilpool», jmf. Hertz Bilpool, Bilkollektivet etc. eller gjennom P2P bilutleie som eksempelvis Nabobil.
Connected and automated vehicles(CAV)	Samlebegrep for autonome kjøretøy og kommunikasjonsteknologier (V2I og V2V). V2V- og V2I-kommunikasjon: Kjøretøy-til-kjøretøy kommunikasjon (vehicle to vehicle) og kjøretøy-til-infrastruktur kommunikasjon (vehicle to infrastructure). (se tingens internett)
CTI	Commercial transport intermediary, plattformaktør, som ikke er involvert i produksjonen av transporttjenester, men koordinerer kontakt mellom transporttilbydere og passasjerer, på kommersielt grunnlag
Delingsmobilitet/Shared Mobility	Alle former av transport innenfor «delingsøkonomien». Inkluderer primært tjenester hvor flere benytter samme privatbil, men beskrivelsen kan også bli brukt om kollektivtransport (jf. SUMC, 2016).
Enveis bildeling	Gir den reisende mulighet til å hente bilen ett sted og levere den et annet sted innenfor et bestemt område.
Generaliserte reisekostnader	En tallfesting av ulempene som påløper ved å reise. Dette kan sammenstilles på ulike måter, typiske sammenstillinger inkluderer gjerne: tidsulempe (tidsverdi), direkte kostnader (som billettpris, drivstoff og bompenger), ventetid og usikkerhet
Mobility as a Service (MaaS)	Mobilitet som tjeneste. En aktør som frikobler transporttjenesten fra produksjon av transportytelser, gjennom en app som integrerer transporttilbud med ulike transportmidler med en felles turplanlegger og betalingsløsning.
Privat bildeling/peer-to-peer carsharing (P2P)	Løsninger der privatpersoner kan leie ut bilene sine til hverandre gjennom digitale plattformer.
Ride-hailing app / praie app	App til smarttelefon som fungerer som kontaktpunkt mellom «drosje» og passasjer. Basert på GPS-posisjon.
Ridesharing	Tilsvarende samkjøring på norsk. Jf. BlaBlaCar, GoMore, Sammevei og lignende tjenester.

Begrep	Forklaring
Ridesourcing	Minner om drosjetransport snarere enn samkjøring, da det er passasjeren som bestemmer når og hvor reisen skal gå. En bestiller (privat)bil med sjåfør. Eksempler på dette er Uber, Lyft hvor både tilbyder av transport og trafikanter forholder seg til en prissettende plattform. Kan også være organisert P2P, (jf. Haxi), hvor plattformen ikke tar del i prissettingen.
Samkjøring/Ride sharing	En person med et reisebehov åpner for at andre kan sitte på, og dele turen. (Jf. Sammevei.no, GoMore mfl.)
Selvkjørende biler	Biler hvor flere av kjørefunksjonene er automatisert. Bilføreren kan i stor grad fungere som en overvåker og beslutningstaker, snarere enn å aktivt kjøre bilen. (nivå 1-3)
Tidsverdi	Verdien av retusert reisetid
Tingenes internett/Internet of things	Muliggjør avanserte tjenester ved sammenkobling av fysiske og virtuelle ting basert på eksisterende informasjon- og kommunikasjonsteknologi (Wortmann og Flüchter, 2015).
TNC	Transport Network Company, i all hovedsak synonymt med CTI.

Referanseliste

Alexander, L.P. og Gonzales, M.C. (2015). Assessing the Impact of Real-time Ridesourcing on Urban Traffic using Mobile Phone data. *Sydney. UrbComp'15*.

Anderson, J. M., Nidhi, K., Stanley, K. D., Sorensen, P., Samaras, C., & Oluwatola, O. A. (2014). *Autonomous vehicle technology: A guide for policymakers*. Rand Corporation.

Bert, J. m.fl. (2016) What's Ahead for Car Sharing? The New Mobility and Its Impact on Vehicle Sales. *The Boston Consulting Group, Inc. 2/16*, 1-13

Bierstedt, J., Gooze, A., Gray, C., Peterman, J., Raykin, L., & Walters, J. (2014). Effects of next-generation vehicles on travel demand and highway capacity. *FP Think Working Group*, 10-11.

Childress, S., Nichols, B., Charlton, B., Coe, S. (2015, January). Using an activity-based model to explore possible impacts of automated vehicles. In *Transportation research board 94th annual meeting, Washington DC, TRB*.

Christiansen, P. (2015). RVU-tall for de ni største byområdene. TØI Arbeidsdokument 50784. Oslo: Transportøkonomisk institutt.

Clewlow, R. R. og Mishra G. S. (2016) Shared mobility: Current adaption, use, and potential impacts on travel behavior. *University of California, Davis*.

Corwin, S., Jameson, N., Pankratz, D., Willigmann, P. (2016). The future of mobility: What's next?. *New York, NY: Deloitte University Press*.

Dennis, P.E., Spulber, A., Brugeman, V.S., Kuntzsh, R., Neuner, R. (2017). Planning for Connected and Automated Vehicles. *Ann Arbor, MI: Center for Automotive Research*.

ERTRAC (2017). *Automated Driving Roadmap*. Brussel: European Road Transport Research Advisory Council.

Fagnant, D. J., & Kockelman, K. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 167-181.

Fagnant, D.J. og Kockelman, K.M. (2016). Dynamic ride-sharing and fleet sizing for a system of shared autonomous vehicles in Austin, Texas. *Springer Science+Business Media New York*.

Goodall, W, T D Fishman, J Bornstein and B Bonthoron (2017). "Mobility as a service Reshaping how urbanites get around" *Deloitte Review 20 2017 112-129*.

Hannon, E., McKerracher, C., Orlandi, I. & Ramkumar, S. (2016). An integrated perspective on the future of mobility. *New York, NY: McKinsey & Company, Inc. and Bloomberg New Energy Finance*.

Hållén, C. og Östlund, J. (2016) Nya tjänster fördelad mobilitet. *Stockholm: Trafikanalys, 2016:15*, 1-57.

ITF (2015). Urban Mobility System Upgrade – How shared self-driving cars could change city traffic. In *International Transport Forum, Paris*.

- ITF (2016) Shared Mobility Innovation for Liveable Cities. *OECD/International Transport Forum*, 1-54
- ITF (2017) Transit to Shared Mobility How large cities can deliver inclusive transport services. *OECD/International Transport Forum*, 1-53
- Holstad m.fl. (2015). Kartlegging og vurdering av stordata i offentlig sektor. *Rapport til kommunal- og moderniseringdepartementet utarbeidet av Vivot AS og Agenda Kaupang AS*.
- Julstrup T. E. 2016. «Bildeling - veien til mer bærekraftig transport i byer?». presentasjon for Polyteknisk forening, Oslo.
- Kamargianni, M, W Li og M Matyas (2016). «A Comprehensive Review of “Mobility as a Service” Systems”, *TRB 2016*.
- Kamargianni, M. m.fl. (2016). A critical review of new mobility services for urban transport. *Transportation Research Procedia*, 14, 3294-3303.
- Kristoffersson, I., Pernestål Brenden, A., & Mattsson, L. G. (2017). Framtidsscenarier för självkörande fordon på väg: Samhällseffekter 2030 med utblick mot 2050. *Stockholm: VTI*.
- Litman, T. (2017). *Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implications*. Vicotria: Victoria Transport Policy Institute.
- Milakis, D., Snelder, M., Van Arem, B., Van Wee, B., & Correia, G. (2015). Development of automated vehicles in the Netherlands: scenarios for 2030 and 2050. *Delft: Delft University of Technology*.
- Milakis, D., Van Arem, B., & Van Wee, B. (2017). Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 1-25.
- Murphy, C og Feigon, S. (2016). Shared mobility and the transformation of public transit. *Chicago. Shared-Use Mobility Centre for APTA*, 1-36
- Nijland, H. og van Meerkerk, J. (2017). Mobility and environmental impacts of car sharing in the Netherlands. *Environmental Innovation and Social Transitions* 23, 84-91.
- Samferdselsdepartementet (2017). *Meld. St. 33 (2016-2017). Nasjonal transportplan 2018-2029*.
- Smith, B. W. (2012). Managing autonomous transportation demand. *Santa Clara Law Review*, Vol. 52, No. 4, December 2012
- Sochor, J, H Strömberg and I C M Karlsson (2015). “Implementing Mobility as a Service; Challenges in Integrating user, Commercial and Societal Perspectives” *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2536,
- Statens vegvesen (2014). *Håndbok V712 Konsekvensanalyser*. Oslo: Statens vegvesen.
- Statistisk sentralbyrå (2017). *Tabell: 04861: Areal og befolkning i tettsteder (K)*.
- Steer Davies Gleave (2017). Carplus annual survey of car clubs. *London: SDG Project/Proposal No. 22862602*, 1-40.
- SUMC (2016). “Shared Mobility and the Transformation of Public Transit”, SUMC, March, 2016.
- Thomson, B. (2016). “Google, Uber, and the evolution of Transportation-as-a-Service”, Stratechery 31 august, 2016. <https://stratechery.com/2016/google-uber-and-the-evolution-of-transportation-as-a-service/>

Trommer, S., Kolarova, V., Fraedrich, E., Kröger, L., Kickhöfer, B., Kuhnimhof, T., ... & Phleps, P. (2016). Autonomous Driving-The Impact of Vehicle Automation on Mobility Behaviour. *München: Institute of Mobility Research*.

Wadud, Z., MacKenzie, D., & Leiby, P. (2016). Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 86, 1-18.

Wortmann, F og Fächter (2015) Internet of Things Technology and Value Added. *Springer Fachmedien Wiesbaden* 57(3):221–224

Aarhaug, J. (2017). *Bare Ma(a)S ? – Morgendagens transportsystem i norske storbyregioner?*, TØI-rapport 1578/2017. (publiseres)

Vedlegg 1: Tilleggsinformasjon om litteratørsøkene

Oppsummering fra søk gjennomført av informatikkbiblioteket.

Database	Søkeord	Treffliste	Relevante treff
OECD ilibrary- , Nordic ilibrary	Mobility Transport	10 første sider	7
Nordic ilibrary, Un ilibrary, The Commonwealth ilibrary, UN ilibrary	Transportation		1
Libris	Mobilitet Transport		
TRB Research in progress	Technological innovations car sharing	8 første sider	6
TRID, the TRIS and ITRD database	Technological innovation, mobility, future	161 treff	9
Practice- ready papers	Future mobility	354 treff	9 (etter 2012)
Transpotation.gov US	future mobility		Ingen relevante
EconLit	Transportation mobility future	79	6
Inspec , ProQuest Dissertations & Theses A&I 0	Transportation mobility future		
Web of Science	Reviews , mobility transportation future caresharing Sustainability 2017-2016		19
Oria	Bildeling car sharing		6 (norske)
Google scholar	Transportation and mobility and future and carsharing		3

I tillegg til dette har egne søk, i databaser TØI har direkte tilgang til, gitt over 100 treff på relevante tekster på enkelttemaer som autonome biler. Tilsvarende for andre temaer, med unntak av MaaS hvor litteraturen foreløpig er relativt begrenset.

Transportøkonomisk institutt (TØI)

Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

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

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

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

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

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

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gaustadalléen 21
NO-0349 Oslo

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