

Rapport

Bård Norheim
Eli-Trine Svorstøl
Hilde Solli
Katrine Kjørstad
Marte Bakken Resell

94/2017

Fremtidens reiser

Nye teknologiske trender og betydningen for mobilitet



Forord

Urbanet Analyse har på oppdrag fra Ruter AS sett på hvilken betydning nye teknologiske trender har for mobilitet. Arbeidet har bestått i flere deler. Først har det blitt gjort en litteraturkartlegging av mobilitetstrender som man kunne bygge scenarioer på bakgrunn av. Tilslutt er det gitt en beskrivelse av hvordan scenarier kan analyseres og modelleres.

Hovedfokus har vært å belyse konkurranse- og samarbeidsflatene til de nye transportformene da dette er sentralt for Ruters strategiarbeid og hvordan de bør tilpasse seg markedet fremover.

Prosjektgruppen i Urbanet Analyse har bestått av Katrine N. Kjørstad (prosjektleder) og Bård Norheim (kvalitetssikrer), som også vært rapportens hovedforfatter, samt Eli-Trine Svorstøl og Hilde Solli som har gjennomført kartleggingen med innspill fra resten av prosjektgruppa som i tillegg besto av Marte Bakken Resell.

For oppdragsgiver har Trude Flatheim vært kontaktperson.

Oslo, september 2017

Bård Norheim

Innhold

Synteser og anbefalinger	I
Nye teknologiske løsninger og utfordringer for transportsystemet i Oslo	I
Hvilke mulighetsrom gir de nye teknologiske løsningene.....	I
Scenarier for teknologisk utvikling.....	II
<i>Strategiske analyser av ulike scenarier.....</i>	<i>III</i>
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Beskrivelse av arbeidet.....	1
2 Potensialet for nye teknologiske løsninger?	3
2.1 Potensialet for integrerte mobilitetsløsninger	3
2.2 Potensialet i et selvkjørende kollektivsystem i Oslo.....	4
<i>Automatisert kollektivtransport</i>	<i>5</i>
2.3 Potensialet for deleordninger i Oslo.....	6
2.4 Videre analyse	8
3 Scenarier for ny teknologisk utvikling.....	10
3.1 A: Det autonome kollektivtransportsystemet	10
<i>Bakgrunn</i>	<i>10</i>
<i>Scenariobeskrivelse.....</i>	<i>11</i>
<i>Interessante faktorer</i>	<i>12</i>
3.2 B: Delt autonom mobilitet.....	13
<i>Bakgrunn</i>	<i>13</i>
<i>Scenariobeskrivelse.....</i>	<i>14</i>
<i>Interessante faktorer</i>	<i>15</i>
4 Scenarioanalyser og metodisk tilnærming	16
4.1 Analyseverktøyet STRATMOD	16
4.2 Eksempler på tidligere relevante analyser	18
4.3 Tilbudsfaktorer	19
<i>Kartlegging av tilbudsfaktorer.....</i>	<i>19</i>
<i>Egenskaper ved dagens kollektivtilbud.....</i>	<i>19</i>
<i>Egenskaper ved nye teknologiske løsninger</i>	<i>19</i>
4.4 Markedsundersøkelse	21
<i>Verdsettingsundersøkelse.....</i>	<i>22</i>
<i>Beregning av konkurranseflater mot nye teknologiske løsninger</i>	<i>24</i>
<i>Mobilitetsundersøkelse</i>	<i>25</i>
Referanser.....	28
Vedlegg: Litteraturkartlegging.....	35
Faglig grunnlag for litteraturgjennomgangen	35
Oppbygning av kartleggingen	36

<i>Caseutvelgelse</i>	36
Vedlegg 1: Integreerte mobilitetsløsninger	39
V.1.1 Kombinert og integrert mobilitet – mobilitet som tjeneste	39
<i>Hvem er trafikantene?</i>	40
V.1.2 Utvalgte case og andre eksempler	41
<i>SMILE-prosjektet, Wien</i>	42
<i>UbiGo (bruker erfaringer fra Gøteborgforsøket)</i>	43
V.1.3 Institusjonelle forutsetninger og utfordringer	44
<i>Politisk nasjonalt nivå (makro)</i>	45
<i>Foretak / lokal forvaltning (meso)</i>	45
<i>Personnivå (mikro)</i>	45
Vedlegg 2: Autonome kjøretøy	46
V.2.1 Autonome kjøretøy	46
<i>Autonomnivåene</i>	47
<i>Forskningsprosjekt i Norge</i>	47
<i>Tidsperspektiv</i>	48
V.2.2 Mulige konsekvenser av selvkjørende kjøretøy	49
<i>Mulige fordeler</i>	49
<i>Mulige ulemper</i>	50
V.2.3 Muligheter og barrierer for implementering	53
<i>Nasjonalt nivå</i>	53
<i>Lokalt og foretaksnivå</i>	54
<i>Individuelt nivå</i>	55
V.2.4 Selvkjørende biler	57
V.2.5 Autonom kollektivtransport	59
<i>Autonome stamlinjer</i>	59
<i>Autonome matebusser</i>	66
V.2.6 Samspillet mellom ordinær og autonom transport	69
<i>Case: Tradisjonell kollektivtransport vs. selvkjørende løsninger</i>	69
Vedlegg 3 Shared Mobility	73
V.3.1 Delt mobilitet	73
<i>Samkjøring</i>	73
<i>Delebilordninger</i>	73
<i>Bestillingstransport</i>	74
V.3.2 Ulike forretningsmodeller	74
V.3.3 Barrierer og utfordringer	76
V.3.4 Utvalgte eksempler	77
<i>Privat bestillingstransport (erfaringer fra New York)</i>	77
<i>Undersøkelse blant 4500 av mobilitetstjenester i USA</i>	79
<i>Andre studier som har sett på effekten ved delte, selvkjørende kjøretøy</i>	80
V.3.5 Utvalgte case: Selvkjørende bestillingstransport	81
<i>Lisboa, Portugal</i>	83
<i>Stockholm</i>	86
<i>Singapore</i>	89
Referanser til vedleggene	91

Synteser og anbefalinger

Nye teknologiske løsninger og utfordringer for transportsystemet i Oslo

Nye teknologiske løsninger på transportområdet er i rask utvikling og det kommer stadig nye løsninger som Ruter må forholde seg til. Det gjelder både nye transportløsninger, nye informasjonskanaler og betalingssystemer, nye kommunikasjonsplattformer, ny drivstoffteknologi og enorme datamengder som både kan effektivisere planlegging og utvikling av kollektivtransporten og hvordan vi organiserer dagliglivet.

Det er stor usikkerhet knyttet til denne utviklingen, både med tanke på hva teknologien vil være og når den kan tas i bruk. Det eneste sikre er at dagens transportsystem slik vi kjenner det i dag vil endre seg, og det kan utfordre vår tradisjonelle måte å planlegge på for fremtiden.

For at Ruter skal være best mulig forberedt på disse endringene er det derfor viktig å undersøke hvordan den nye teknologien kan påvirke transportsystemet, og da spesielt hvordan trafikantene vil påvirkes. Ruter har derfor ønsket bistand til å kartlegge hvilken betydning de nye teknologiske trendene vil kunne få for utvikling av et helhetlig mobilitetstilbud i hovedstadsregionen.

I denne rapporten har vi sett på en del internasjonale erfaringer med nye teknologiske trender, Men erfaringene er begrensede og forventningene er store, men usikre. I hvilken grad vil det være en markedsbasert eller styrt teknologisk utvikling, og hvilken rolle vil et offentlig transportsystem spille i et stadig mer individualisert transportsystem.

Hvilke mulighetsrom gir de nye teknologiske løsningene

Spørsmålet i denne sammenheng er hvilke nye muligheter og drivkrefter som de nye teknologiske løsningene åpner for, og hvordan Ruter bør forholde seg til det? For å kunne gi svar på dette er det viktig å analysere hvordan trafikantene vurderer de nye løsningene, og om dette trekker i retning av mer individuelle eller kollektive transportløsninger framover.

Fokuset for arbeidet har vært å belyse konkurranse og samarbeidsflatene mot de nye transportformene da dette er sentralt for Ruter i forholde til deres strategiarbeid og hvordan de bør tilpasse seg fremover. Vi har kartlagt utviklingstrekk og teknologiske trender innen transport for å kunne si noe om hva det vil bety for mobiliteten i Oslo og Akershus. På bakgrunn av en kartleggingsstudie er det utarbeidet 4 scenarier for å kunne undersøke effekten av delingstrekk og autonom teknologi på trafikantopplevelsen nærmere. Hovedproblemstillingene har vært hvordan de nye teknologiske trendene vil påvirke kollektivtransportens markedsgrunnlag i Osloregionen, hvordan nye autonome

transportløsninger og deleordninger vil påvirke konkurranseflatene mot kollektivtransporten, og i hvilken grad det kan utvikle nye samarbeidsformer mellom ulike transportløsningene:

1. Vil helt selvkjørende biler øke bruken av bil fordi tiden kan utnyttes til andre gjøremål, og vil den økte biltrafikken være større enn den økte kapasiteten ved at bilene kan kjøre tettere?
2. Vil helt selvkjørende deletaxier kunne erstatte dagens tilbringertransport og hvilke egenskaper må dette tilbudet ha for at det skal være attraktivt i ulike deler av byområdet.
3. Vil delebilordninger kunne redusere behovet for egne biler og i hvilken grad kan dette redusere bruken av bil i Osloområdet?
4. Vil nye integrerte informasjonssystemer øke mulighetene for å gi trafikantene et mer helhetlig mobilitetstilbud, og hvilke transportløsninger er viktigst for dagens og morgendagens kollektivtrafikanter?
5. Vil de nye autonome transportløsningene føre til en regionforstørring og ønske om å bosette seg mer spredt, og hvordan vil dette påvirke transporttilbudet?

Svaret på disse spørsmålene er helt sentrale for å kunne si noe om hvilken betydning de nye teknologiske løsningene vil ha for transportutviklingen framover, og ikke minst hvilke strategiske valg Ruter står overfor. For Ruter er det viktig å få svar på hvor mye de nye teknologiske trendene vil påvirke rammebetingelsene for kollektivtransporten og den totale mobiliteten i byen.

Dette krever både bedre kunnskap om trafikantenes preferanser og deres tilpasning til nye transportløsninger i Osloområdet. Det vil både kunne gi svar på om drivkreftene er tunge, hvor sterkt myndighetene må styre utviklingen hvis den går i uønsket retning, og om de nye teknologiske løsningene vil utkonkurrere eller supplere dagens kollektivløsninger.

Scenarier for teknologisk utvikling

En analyse av nye teknologiske trender betydning for mobiliteten i Osloområdet forutsetter gode og relevante scenarioer. For å undersøke hvordan de ulike rammebetingelsene vil påvirke transporttilbudet, og hvilket markedspotensial de eventuelt har sammenliknet med dagens transporttilbud, har vi derfor utarbeidet 4 ulike hovedscenarioer som ansees som sannsynlige fremtidsbilder for teknologisk utvikling, avhengig av om det er en offentlig eller privat løsning som blir den dominerende.

Ettersom fremtiden er usikker vil vi kunne se på effekten av noen teknologiske trender «i full skala», uten å ta stilling til når dette vil inntreffe. Fokuset vil ligge på tilbudet de ulike løsningene kan gi trafikantene, og ikke de tekniske detaljene. Scenariene kan grupperes innenfor de offentlige eller private transportløsningene:

A: Det autonome offentlige transportsystemet

I dette scenariet ser vi for oss et fullautomatisert transporttilbud hvor det er selvkjørende biler, busser eller T-baner. Dette kan både åpne for kombinerte reiser mellom privat og

offentlig transport, og muligheter for helt nye rutetilbud og integrerte linjenett. Hovedspørsmålet i dette scenariet er hvordan Ruter kan utnytte de nye teknologiske løsningene og optimalisere det nye kollektivtilbudet med nye rammebetingelser.

- **Scenario 1: Det autonome tilbringersystemet**
 - Delsscenario 1.1: Autonome busser
 - Delsscenario 1.2: Autonome deletaxier som deles med andre
 - Delsscenario 1.3: Autonome deletaxier som benyttes individuelt
- **Scenario 2: Det helautonome kollektivtransportsystemet**

B: Det private transporttilbudet

I dette scenariet ser vi for oss delingsøkonomien i full skala innenfor transportområdet, hvor det er en omfattende bruk av autonome delebilordninger i ulike former. Dette kan gi en lavere terskel for å få tilgang til og bruke bil i ulike sammenhenger, men også kunne dekke en del transportbehov som kollektivtransporten i dag må betjene. Hovedspørsmålet i dette scenariet er i hvilken grad delingsøkonomien innenfor transportsektoren vil være en konkurrent eller supplement til dagens kollektivtilbud, og om det kan være aktuelt for Ruter å bygge allianser mot ulike aktører. I tillegg ser vi på konsekvensene av autonome biler i full skala, dvs. hvordan dette vil påvirke bilbruken og konkurranseflatene mot kollektivtransporten.

- **Scenario 3: Autonom privatbil**
- **Scenario 4: Delt mobilitet**
 - Delsscenario 4.1: Autonom delebil som benyttes individuelt
 - Delsscenario 4.2: Autonome delebil som deles med andre

Strategiske analyser av ulike scenarier

Det er ikke mulig å gjøre slike analyser innenfor de tradisjonelle transportmodellene fordi det introduseres helt nye transportmidler og deleordninger, samtidig som rammebetingelser og politisk styring kan variere utover det som er vanlig i dag. Det betyr at det er nødvendig å benytte en scenariomodell som kan belyse konsekvensene av hele mulighetsrommet for egenskapene ved tilbudet og politisk styring av transportsystemet.

En strategisk analyse av de omtalte scenarioene vil kunne si noe om i hvilken grad de nye teknologiske løsningene vil gi et bedre tilbud til trafikantene (gjøre det enklere for flere å reise) og effektivisere transporttilbudet som helhet (både økonomisk, trafikkert og transportmidler). Resultatet bør skissere opp mulighetsrommet som ligger i de nye teknologiske løsningene, og hva som er den mest hensiktsmessige rolledelingen mellom dagens og eventuelt de nye transportformene. Dette vil gi en indikasjon på hvilken rolle Ruter skal ha i fremtiden, og hvordan de best kan tilpasse seg den nye virkeligheten.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Teknologien er i rask utvikling og det kommer stadig nye løsninger. Det er derfor stor usikkerhet knyttet til å predikere framtidsscenarioer, både med tanke på hva teknologien vil være og når den kan tas i bruk. Det eneste sikre er at dagens transportsystem slik vi kjenner det i dag vil endre seg, og det kan utfordrer vår tradisjonelle måte å planlegge for fremtiden. For at Ruter skal være best mulig forberedt på disse endringene, er det derfor viktig å undersøke hvordan den nye teknologien kan påvirke transportsystemet, og da spesielt hvordan trafikantene vil påvirkes. Ruter har derfor ønsket bistand til å kartlegge hvilken betydning de nye teknologiske trendene vil kunne få for utvikling av et helhetlig mobilitetstilbud i hovedstadsregionen. Dette vil være viktige innspill til videreutviklingen av Ruters strategisk plan M2016 som tegner bildet av hvordan mobilitetstilbudet skal utvikles i årene fremover. Oppdraget er utlyst i to faser:

- Fase 1: innledende studier med kartlegging av mobilitetstrender, utvikling av alternative scenarier og vurdering av konsekvenser
- Fase 2 (opsjon): Dypere modellstudier av muligheter og konsekvenser

Denne rapporten er en oppsummering av fase 1, litteraturgjennomgangen og utviklingen av scenarier samt en beskrivelse av hva som er viktig å se på videre i neste fase (fase 2) når foreslåtte scenarier skal analyseres og modelleres.

1.2 Beskrivelse av arbeidet

Fokuset for arbeidet har vært å belyse konkurranse og samarbeidsflatene mot de nye transportformene da dette er sentralt for Ruter i forholde til deres strategiarbeid og hvordan de bør tilpasse seg fremover. Vi har kartlagt utviklingstrekk og teknologiske trender innen transport for å kunne si noe om hva det vil bety for mobiliteten i Oslo og Akershus. På bakgrunn av et kartleggingsstudie er det utarbeidet 4 scenarier for å kunne undersøke effekten av delingstrender og autonome teknologien på trafikantopplevelsen nærmere. Hovedproblemstillingene har vært hvordan de nye teknologiske trendene vil påvirke kollektivtransportens markedsgrunnlag i Osloregionen, hvordan nye autonome transportløsninger og deleordninger vil påvirke konkurranseflatene mot kollektivtransporten, og i hvilken grad det kan utvikle nye samarbeidsformer mellom ulike transportløsningene.

Rapporten er bygget opp slik:

- **Kapittel 2: Potensialet for nye teknologiske løsninger**
Dette kapitlet gir en kort oppsummering av litteraturkartleggingen ved å belyse viktige hovedpunkter og trekker frem videre analysebehov med tanke på å kunne si noe om hva ny teknologi kan bety for mobiliteten i Osloområdet.
- **Kapittel 3: Scenarier for teknologisk utvikling**
Dette kapitlet beskrives de ulike scenarioene. Det omfatter den faglige begrunnelsen for hvorfor de valgte scenarioene er viktig å undersøke nærmere, hvordan scenarioene bør bygges opp, og hvilke faktorer som kan belyse problemstillingene som ble tydeliggjort i litteraturkartleggingen.
- **Kapittel 4: Metodisk tilnærming for analyser av scenarier**
Dette kapitlet beskriver analyseverktøyet – en scenariomodell - som kan benyttes for å analysere de helt nye transportmidlene som introduseres i scenarioene. De strategiske analyser av scenarioene kan si noe om i hvilken grad teknologiske løsninger vil gi et bedre tilbud til trafikantene og effektivisere tilbudet som helhet. Det kan også skissere mulighetsrommet som ligger i de nye løsningene.

Vedleggene til rapporten inneholder en fylligere gjengivelse av litteraturkartleggingen. Litteraturkartleggingen inneholder de casene vi, i dialog med oppdragsgiver, fant mest relevante. I tillegg har vi sett på øvrig relevant litteratur. Emnene som omfattes av litteraturkartleggingen er:

- **Vedlegg 1: Integreerte mobilitetsløsninger**
Kombinert og integrert mobilitet - mobilitet som tjeneste samt institusjonelle forutsetninger og utfordringer.
- **Vedlegg 2: Autonome kjøretøy**
Kort omtale av den autonome kjøretøyteknologien. Fokuset ligger likevel på mulige konsekvenser av selvkjørende kjøretøy (fordeler/ulempes for transportsystemet), muligheter og barrierer for implementering samt samspill mellom ordinær og autonom transport. I tillegg er det forsøkt kartlagt hvilke tilbudsfaktorer et slikt nytt tilbud vil kunne bestå av.
- **Vedlegg 3: Shared mobility**
Omtaler individuelle vs. kollektive løsninger, og da særlig barrierer og utfordringer dette vil møte. Det er sett på flere modellkjøringer og øvrig litteratur for å kartlegge hvilke mulige tilbudsfaktorer et slikt tilbud vil bestå av.

2 Potensialet for nye teknologiske løsninger?

Begrepet «smart mobilitet» handler om å transportere mennesker og gods på nye, innovative måter ved hjelp av nye teknologiske løsninger. De nye teknologiske trendene innen transportsektoren er løsninger som integrert mobilitet, selvkjørende kjøretøy og delt mobilitet. Hvilket tilbud teknologien må kunne tilby for at det skal være tilfredsstillende og gi gevinster for trafikanten, må stå sentralt i utviklingen. Det at noe er teknisk mulig å få til, gjør det ikke nødvendigvis til en god idé. Ny teknologi er verdiløs om den ikke gir deg noen fordeler. De nye teknologiske trender kan endre både rammebetingelsene og mulighetene for å utvikle et godt transporttilbud for folk i Osloområdet. Dette kan innebære en både en trussel (ved at nye transportløsninger utkonkurrerer dagens kollektivtilbud) og en mulighet (kollektive tilbudet kan utvides gjennom en bedre rolledeling mellom transportmidlene) for Ruter. Dette kapitlet diskuterer derfor hvilke implikasjoner de nye teknologiske trendene kan ha for Oslos kollektivsystem, og hvilke problemstillinger man står ovenfor på bakgrunn av litteraturkartleggingen. Kapitlet drøfter også hvordan man kan undersøke disse problemstillingene gjennom en scenarioutvikling. Scenariene er grundigere presentert i neste kapittel, mens selve analysene hører til neste fase av prosjektet.

2.1 Potensialet for integrerte mobilitetsløsninger

Integrert mobilitet handler om å integrere ulike transportløsninger til en enhetlig, digital løsning. Dette er spesielt godt hjelpemiddel på reiser man ikke gjør så ofte / har gjort før, og kan dermed bidra til å gjøre kollektivtransport enklere å bruke for de som ikke reiser så ofte? Det kan også gi en enklere og mer helhetlig løsning for hverdagsreiser med kombinerte transportmidler.

Hvilke reisemidler som er mest aktuelle å inkludere i en slik integrert løsning vil i begrenset grad avdekkes ved å benytte dagens reisevaneundersøkelser. RVU baserer seg på dagens reisemønstre for én gitt dag og denne dagens reisemuligheter, og gir ikke det fulle bildet. Det gir heller ikke svar på om slike integrerte mobilitetsløsninger kan åpne for nye reiser som i dag ikke blir foretatt. For å synliggjøre flere reisevariasjoner og behov hos trafikantene bør en derfor gjøre en markedsundersøkelse for å finne ut hvilke aktører de reisende hadde satt mest pris på å få inn i en slik løsning. Spørsmålene i en slik undersøkelse vil i stor grad handle om dagens bruk av ulike mobilitetsløsninger, og hva slags informasjon og tjenester de føler at de mangler. Dette kan brukes til å prioritere hvilke transporttjenester som skal legges inn i en integrert løsning for Oslo og Akershus ettersom mengden transporttjenester den omfatter, vil være en avveining mellom trafikantenes behov, applikasjonens brukervennlighet og kompleksitet.

2.2 Potensialet i et selvkjørende kollektivsystem i Oslo

Autonome eller selvkjørende kjøretøy er kjøretøy som er i stand til å sanse omgivelsene og navigere uten menneskelig innsats. Teknologien som muliggjør slike kjøretøy finnes, men det er stor uenighet rundt hvor fort slike systemer vil være tilgjengelig i full skala. Det er også stor uenighet rundt effektene ved slike kjøretøy da hvert fordelaktig aspekt og kontres med et motargument, og hva slags system som vil utnytte de på best mulig måte. Noen mener selvkjørende kjøretøy gir bedre trafiksikkerhet og trafikkavvikling, reduserer behovet for parkeringsareal, er mer miljøvennlige, og gir økt brukervennlighet. Andre påpeker det motsatte, at man får redusert trafiksikkerhet, dårligere trafikkavvikling og at innvirkningen på arealbehovet ikke er så stor. Videre påpekes det manglende lovverket, at det ikke nødvendigvis gir økt brukervennlighet da mange er avhengig av hjelp fra den faktiske sjåføren, og at økt brukervennlighet gir økt etterspørsel. Løsningene er heller ikke i bruk i stor skala foreløpig. For å undersøke hvordan den selvkjørende teknologien vil påvirke trafikkbildet, bør det derfor gjøres modelleringer spesifikt for Osloområdet. Disse modelleringene bør fokusere på:

- *Holdninger til den selvkjørende teknologien*
Tidligere undersøkelser viser store variasjoner fra land til land i hvilken grad de stoler på den nye teknologien, og skepsisen er spesielt stor i Europa. Det er derfor viktig å kartlegge hva hvert enkelt markedet syns om denne type løsninger for å kunne si noe om i hvilken grad de vil bli brukt. Utstrakt bruk og høy samfunnsøkonomisk nytte er en forutsetning for å rettferdiggjøre de store investeringskostnadene de selvkjørende løsningen innebærer. Kunnskap om trafikantenes preferanser er også en forutsetning for at Ruter skal kunne videreutvikle ett tilbud som er tilpasset trafikantene.
- *Kartlegging av verdsetting av tid*
Det hevdes at verdsetting av reisetid kan reduseres ettersom folk kan benytte ombordtiden til noe annet enn å styre bilen. Det blir derfor viktig å gjøre verdsettingsstudier med tanke på modelleringer for Oslo for å undersøke hvordan trafikantene vil verdsette de ulike egenskapene ved de nye transportformene.

Kollektivtransporten og privatbilen i dag har ulike egenskaper som de reisende verdsetter. I modelleringer av selvkjørende kjøretøy må disse egenskapene modelleres så riktig som mulig for å kunne se på hvilke løsninger som har konkurransefortrinn. Det fordrer inndata som er tilstrekkelig realistiske, og samtidig egnet for scenarioanalyser. En tidsverdsettingsundersøkelse kan gi mer realistiske forutsetninger med tanke på de reisendes preferanser. Er folk for eksempel villig til å dele et selvkjørende kjøretøy, hva betyr størrelsen på kjøretøyet for trykksfølelsen og gir et selvkjørende kjøretøy den samme graden av frihet?

- *Konkurranseskraft mot ordinær kollektivtransport og andre transportmidler*
De nye teknologiske kollektivløsningene vil ikke nødvendigvis ha de samme egenskapene som dagens kollektivtransport. Det er derfor relevant å undersøke på hvilke type reiser og strekninger de eventuelt vil være bedre enn både dagens kollektivtransport og andre

transportmidler som for eksempel bil. Det å bruke konkurranseflatene mellom de ulike transportmidlene som analytisk verktøy, er en god metode for å belyse hvordan nye teknologiske løsninger kan utfylle og eventuelt erstatte en del av de eksisterende kollektive transportløsningene. Viktige problemstillinger knyttet til de ulike kollektive løsningene, skisseres i den påfølgende teksten.

Automatisert kollektivtransport

Tidligere studier fremhever behovet for ytterligere forskning på hvordan de selvkjørende kjøretøyene kan påvirke transportmønstre og arealbruk, og hvordan man best kan endre transportsystemet ved å maksimere fordelene og samtidig minimere eventuelle negative konsekvenser ved overgangen til en stor autonom bilflåte (og eventuelt kommersialisering av personlige selvkjørende kjøretøy).

Hvilke deler av kollektivtransporten som eventuelt blir selvkjørende vil påvirke trafikantene på ulike måter. I utviklingen av scenarier er det tatt utgangspunkt i effekter for trafikantene, både i form av endringer i tilbudet og potensialet ved reduserte kostnader. Selvkjørende kollektivtransport eliminerer sjåførkostnadene og kan gjennom dette gi trafikantene et billigere tilbud. I dag står sjåførkostnadene for rundt halvparten av driftsbudsjettet. Det er få ulykker relatert til dagens kollektivtransport, gevinsten av forbedret trafiksikkerhet er derfor usikker.

Selvkjørende stamlinje

Det er færrest utfordringer knyttet til å gjøre T-bane og BRT-løsningene selvkjørende ettersom de løsningene har sin egen infrastruktur.

- ***Selvkjørende t-bane gir bedre frekvens***

En selvkjørende T-bane innebærer en forbedring for trafikantene gjennom økt frekvens. Det vil for eksempel gjøre at det går en t-bane igjennom fellestunnelen i Oslo hvert 1,4. minutt mot dagens 2,1. minutt (basert på enkel kalkulering og andre selvkjørende metroløsninger). Det er forholdsvis enkelt å helautomatisere t-banen ettersom den går i egen trasé og teknologien allerede finnes. Det er allerede gjort i mange byer med stor suksess, for eksempel i Paris, og det uten store trafikkavbrudd under bygging. Helautomatisering vil gi en betydelig forbedring for de reisende i form av økt frekvens, redusert ombordtid (grunnet økt hastighet) og muligens redusert forsinkelse (pga. systemets økte robusthet). Spørsmålet blir om et selvkjørende t-banetilbud i Oslo vil gi så store forbedringer for trafikanten sammenlignet med det ordinære at det vil forsvare investeringen?

- ***Selvkjørende BRT-løsningen trolig av mindre betydning***

Det å gjøre BRT-løsningen selvkjørende, vil i mindre grad påvirke tilbudet til trafikanten dersom man ser bort ifra eventuelle sjåførkostnadsbesparelser og mulige trafiksikkerhetsforbedringer. Det er dessuten mer usikkert når en selvkjørende BRT-løsning med tilstrekkelig gode egenskaper vil være tilgjengelig. Per i dag er det ingen BRT-løsninger i Oslo, men det planlegges en ny bussveg langs E18 Vestkorridoren. Dersom

den (eller en av Oslos øvrige stamlinjer) skal gjøres selvkjørende, er det viktig å kartlegge hvilke egenskaper løsningen må ha (for eksempel med tanke på hastighet) for å være attraktiv for trafikantene i Oslo. Det er også viktig å undersøke hvor mye bedre enn det ordinære kollektivtilbudet de selvkjørende løsningene må være for å forsvare investeringen i et samfunnsøkonomisk perspektiv.

Selvkjørende matebuss

Selvkjørende matebussen kan bidra til å løse trafikantens «first and last mile» og lage et enda mer finmasket nettverk, og på den måten være med å styrke kollektivet. I dag er gjennomsnittshastighet (rundt 10 km/t) en utfordring for å kunne gi et godt tilbud. Det er derfor mer hensiktsmessig å se på hva slags egenskaper denne type transport *må* ha i ulike områder for at det skal forbedre dagens tilbud («performance-driven fleet sizing»). Hvilken reisetid (hastighet) og frekvens må de ha for å være et godt alternativ til bilen? Det innebærer en kartlegging av eksisterende tilbud for å finne ut hva som kan forbedres ved dagens system. Det kan undersøkes ved hjelp av modellering eller ved å se på et enkelt OD-par for å studere hvordan det påvirkes av ulike transportmidler slik Owczarzak og Żak (2015) gjør.

Kollektivtransporten har todelt rolle ved at den har både skal gi mobilitet for alle (sosial funksjon) og skape funksjonsdyktige og tilgjengelige byområder (gjennom massetransport). Ruter har i stor grad lyktes med å skape et godt kollektivsystem for massene (stamlinjenettet). De største utfordringer er i mer perifere områder med lavt trafikkgrunnlag der det ut ifra et lønnsomhetskrav er vanskelig å få til et godt tilbud. Her vil selvkjørende, individuelt tilpassede løsninger kunne gi et langt bedre tilbud til trafikantene. Det er derfor viktig å belyse hvilke egenskaper de selvkjørende mate-tilbudet må ha for at det skal gi en forbedring sammenlignet med det ordinære kollektivtilbudet, om tilbringertilbudet betjenes best av matebusser eller mindre enheter (selvkjørende biler).

2.3 Potensialet for deleordninger i Oslo

Delt mobilitet omhandler delt bruk av ulike kjøretøy som sykkel, bil og lignede gjennom trafikantens midlertidig tilgang til transportmiddelet ved behov. Litteraturkartleggingen viser store variasjoner i deleordningene som fins, både med tanke på hvor de ulike deleordningene har potensiale (geografisk plassering), type transportmiddel som deles (og i hvilken grad de er selvkjørende og ikke), og hvordan de deles (eierform/ forretningsmodell). Hvilket potensiale som ligger i delebilordningene vil dessuten i stor grad avhenge av hvilke reguleringer som legges på biltrafikken.

Markedsundersøkelse av holdningene til delt mobilitet

I Oslo reiser mange kollektivt, men dagens transportsystem er likevel i stor grad individbasert dvs. reiser med egen bil/sykkel som man eier alene. Selv om stadig flere tar i bruk deleløsninger, er den største implementeringsbarrieren nettopp overgangen fra individuell bruk til delt mobilitet. Delt mobilitet innebærer dermed en stor omveltning ved at man går over til å reise og eie sammen, og tidligere studier viser at ulike grupper har ulik modenhet og interesse for dette. Kartleggingen av bruken av mobilitetstjenester i USA er derfor ikke direkte

overførbar grunnet store forskjeller mellom byene, både med tanke på trafikkgrunnlag, reisemønstre og hvordan kollektivtilbudet er utviklet. En bør derfor undersøke trafikantene i Osloområdets interesse for slike løsninger. Det kan man til dels få ved å sammenstille data fra aktuelle aktører som Nabobil, Oslo bysykkel etc., men den beste oversikten vil man få ved å gjennomføre en markedsundersøkelse. Det kan si noe om potensialet som ligger i denne type løsninger for Oslo og Akershus.

Grad av deling

Eiendomsformen/forretningsmodellen på de selvkjørende bilene vil avgjøre i hvilken grad de inngår som en del av det kollektive transportsystemet for Osloinnbyggerne, og således om det vil være til fordel eller utfordring for kollektivtransporten. En kan for eksempel se for seg at dersom de er:

- **Privateide selvkjørende privatbiler** kan det gjøre at vegnettet opereres oppimot kapasitetsgrensen dersom alle benytter kjøretøyet sitt til endepunktet, som igjen kan gi redusert framkommelighet for kollektivtransporten. Samtidig kan en også se for seg at en privat eierform kan endre hele konseptet for innfartsparkering og «Kiss & Ride» ved at den selvkjørende bilen kan kjøre hjem igjen eventuelt parkerer i P-hus et stykke fra stasjonen, noe som igjen kan påvirke knutepunktutformingen.
- **Delte selvkjørende biler** kan det være et supplement til kollektivtransporten (delebilordning), som gjøre det enklere å betjene større deler av den ytre Osloregionen med et effektivt kollektivtilbud.

Det er gjort en rekke modelleringer på hvordan transportsystemet vil fungere dersom man erstatter privat biltransport med delte bestillingsløsninger¹. Etersom ingen by baserer seg på fullstendig delte transportløsninger i dag, er man avhengig av modelleringer for å se hvordan det vil påvirke trafikkavviklingen og byen for øvrig. Det er da viktig å se nærmere på hvilke type reiser og strekninger det vil ha størst potensial (og hvilke transportformer de ev. vil erstatte), og hvilke trafikantgrupper som i første omgang ønske å benytte seg av et slik tilbud, og hvilke krav de i så fall har til tilbudet. Det er også viktig å se på massetransport opp mot mindre delte løsninger i ulike type geografiske områder (tett/spredt). Se ellers forrige kapittel om kartlegging av verdsetting av tid da det vil være viktige inputdata også her.

Effekten av ulike reguleringer

Litteraturkartleggingen viser at det ligger et stort potensiale i slike delebilordninger, men at det i stor grad avhenger av hvilke reguleringer som legges på biltrafikken. Dersom dette skal implementeres for hele Osloområdet, er man dermed avhengig av at myndighetene har en sentral organiserings- og planleggingsrolle, og tør ta i bruk tydelige politiske virkemidler. For Oslo, hvor det planlegges bilfritt bysentrum og hvor både bomkostnader og parkeringsrestriksjoner forventes å øke, vil det være av interesse å gjøre en «tilpasset» Lisboa-

¹ Bestillingstransport er transport som bestilles ved behov, og som muliggjør fleksible reisetidspunkt og reiseruter fra dynamiske pick-up-steder.

undersøkelse med ulike grader av (realistiske) restriktive tiltak. Sentrale spørsmål vil da være:

- *Hvilken rolle bør myndighetene ta i forhold til reguleringer av delebilordningene, for at det skal gi best mulig trafikkavvikling i sentrale deler av byområdene?*
- *Hvilke restriktive tiltak er mest hensiktsmessige i kombinasjon med disse deleordningene, og i hvilken grad vil potensialet for disse deleordningene avhenge av restriktive tiltakene på bil?*

2.4 Videre analyse

De nye teknologiske løsningene vil påvirke det fremtidige trafikkarbeidet. Gjennomgang av litteratur og erfaringer viser at mulig motstridende effekter gir usikkerhet rundt de totale virkningene. Effektene vil avhenge av hvor hen og hvordan de ulike innovasjonene implementeres. Sentrale spørsmål er dermed hvordan de nye teknologiske løsningene kan:

- Gjøre det enklere for folk å reise
- Gjøre transporttilbudet mer effektivt
- Gi lavere kostnader eller bedre utnyttelse av areal og vognpark

For å undersøke hvordan trendene vil påvirke transportsystemet som helhet, vil det gjøres en scenarioanalyse basert på 4 scenarier. Scenarioene skisseres nærmere i neste kapittel. Viktige fokusområder vil være:

- ***Kollektivtransportens rolle i fremtiden***
Kundene blir stadig mer kvalitetsbevisste og stiller høye krav til tjenestene. De teknologiske trendene kan gjøre kollektivtransporten mer lik bilen ved at den får økt fleksibilitet, effektivitet og komfort. Dette kan komme i tillegg til - eller istedenfor - kollektivtransport som massetransport. I byen vil det fortsatt være behov for å flytte mange mennesker på samme tid, og et sentralt spørsmål blir hvordan nye løsningene og teknologi vil påvirke kapasiteten i vegnett og i kollektivtransporten. Selvkjørende løsninger kan være med på å løse velferdsfunksjonen til kollektivtransporten, det å gi et tilbud til alle uavhengig av hvor perifert man bor. Rolledelingen mellom transportformene, både i massetransporten, som tilbringerløsning og i mindre tettbygde områder er dermed sentrale spørsmål. I tillegg vil det være viktig å se i hvilken grad det «det nye kollektivsystemet» er bedre enn de er i dag, både for å ha reisende som vil benytte det og for å kunne rettferdiggjøre investeringene. Gjennom scenarioanalysene vil vi se hvordan ulike egenskaper ved de ulike fremtidige transportformene påvirkes og hvordan dette påvirker de reisende, og sammenligne konkurranseflatene for de ulike transportmidlene.
- ***Kartlegge fremtidige reisendes preferanser***
Hva slags tilbud som best betjene transportbehovet i Oslo og Akershus må være retningsgivende for hvilke teknologiske løsninger man eventuelt velger. En må derfor definere hva slags kollektivtilbud Oslo og Akershus skal ha, og deretter velge de

teknologiske løsningene som gir et slikt tilbud. Dette bør ta utgangspunkt i de reisenes ønsker og preferanser. Hvordan trafikantene verdsetter mulige egenskaper ved ulike elementer i et nytt kollektivsystem (for eksempel ventetid, kø, reisetid, opplevd trygghet kan endres) bør kartlegges gjennom en markedsundersøkelse. Dette underbygges av TØIs analyse av de teknologiske trendene. Rapporten fremhever behovet for å analysere hvordan de nye transportløsningene påvirker trafikantenes tidsverdier og hvordan transportkostnadene påvirkes, for bedre å kunne predikere fremtidig etterspørsel og reisemiddelfordeling med de nye transportformene (Østli, Ørving and Aarhaug, 2017). Østli, Ørving, og Aarhaug (2017) ser dette som et viktig ledd i å videreutvikle transportmodellene for å bedre ta hensyn til hvordan de nye transportløsningene påvirker trafikantenes adferd. Det kan også være med på å tydeliggjøre de ulike transportmidlenes funksjon i transportsystemet, og hvilken eierform det er hensiktsmessig at de har.

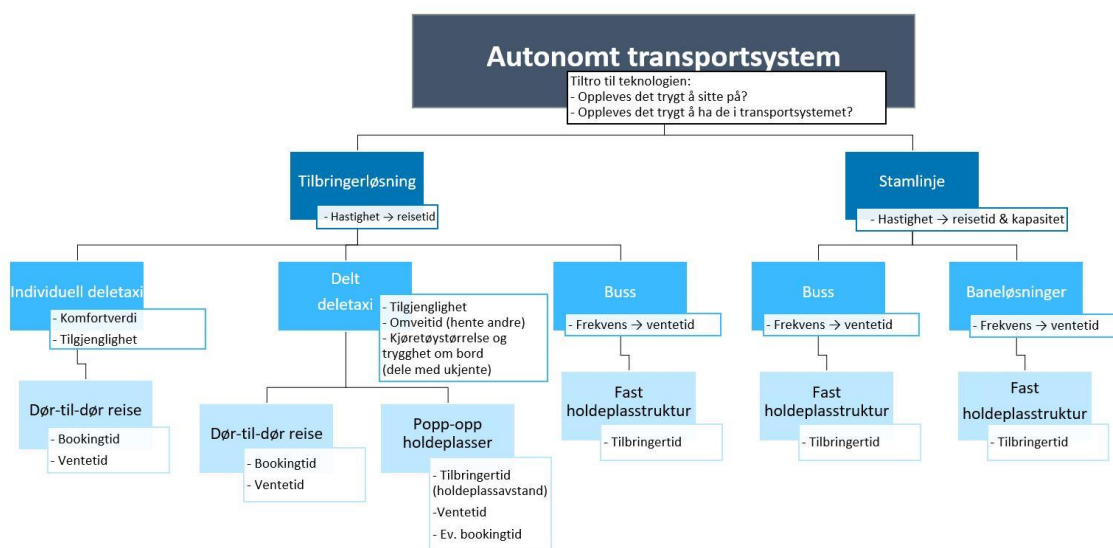
3 Scenarier for ny teknologisk utvikling

3.1 A: Det autonome kollektivtransportsystemet

Teknologien som muliggjør selvkjørende biler finnes, men det er stor uenighet rundt hvor fort slike systemer vil være tilgjengelig i full skala. Det er også stor uenighet rundt effektene ved slike kjøretøy, og hva slags system som vil utnytte de på best mulig måte. Hvilken effekten den autonome kjøretøyteknologien og delingstrenden eventuelt vil ha på transportsystemet, vil derfor undersøkes gjennom analyser av fire framtidsscenarioer. Dette delkapittelet skisserer hvilket transporttilbud som inngår, og hvilke egenskaper vi ønsker å belyse i de ulike scenarioene.

Bakgrunn

Det fremheves gjerne at selvkjørende kjøretøy kan fjerne sjåførkostnadene som i dag står for omtrent halvparten av driftsbudsjettet. Samtidig vil en bussjåfør kunne gi assistanse til de reisende utover det å sørge for at de kommer trygt frem til reisemålet som å hjelpe folk inn/ut av kjøretøy, gi informasjon og virke som en trygghetsfaktor når man reiser med folk man ikke kjenner (Litman 2017). Litteraturkartleggingen viser nettopp det at selvkjørende kjøretøy innebærer både fordeler og ulemper, gjerne som motgående effekter, slik at det er vanskelig å forutse om disse vil utligne hverandre eller ev. hvilken vei vektskåla vil tippe (stor usikkerhet knyttet til den totale faktiske effekten). På den ene siden hevdes det at et autonomt transportsystem kan gi bedre trafiksikkerhet, bedre trafikkavviklingen, redusere arealbehovet, gi et mer miljøvennlig flåte, gjøre transportsystemet mer brukervennlig, og redusere bilhold (Burghout, Rigole, og Andreasson 2015; European Commission 2016; Fagnant og Kockelman 2015; Rindedal og Stavseth 2017; WSP og Farrells 2016; Henderson og Spencer 2016; Owczarzak og Žak 2015; Sivak og Schoettle 2015). Andre hevder derimot at det tvert om kan reduserer trafiksikkerheten, gi redusert trafikkfremkommelighet (mer kø), være arealkrevende, og at de ikke nødvendigvis er så miljøvennlig da de kan øke transporttetterørselen og antall reisekm (Litman 2017; Sivak og Schoettle 2015; Owczarzak og Žak 2015; Henderson og Spencer 2016; Vejdirektoratet 2017). Effekten vil også avhenge av både hvor og hvordan de ulike innovasjonene implementeres, for eksempel hvilken eiendomsform som velges (privateid eller delte kjøretøy). Det er derfor viktig å undersøke hvordan et autonomt transportsystem vil påvirke trafikkavviklingen, arealbehovet (parkeringsareal), miljøvennlighet, brukervennlighet og bilhold spesifikt for Oslo. Modelleringene baserer seg på tilbudsfaktorene som vi har funnet i litteraturkartleggingen. Disse er vist på Figur 3.1. De reisendes tidsverdsetting av de ulike faktorene hentes fra den omtalte markedsundersøkelsen.



Figur 3.1: Oversikt over kartleggingsbehovet for de ulike løsningene

Scenariobeskrivelse

For å undersøke hvilket potensial som ligger i det autonome kollektivtransportsystemet dvs. hvordan det konkurrerer mot det tradisjonelle kollektivtilbudet og annen trafikk, og hvilke etterspørsel det vil ha, vil vi modellere to hovedscenarier. Det første scenarioet undersøker hvilken autonom løsning som gir det beste tilbringertilbudet. Dette tilbringertilbudet inngår deretter som tilbringerløsning i det andre scenarioet kalt «det helautomatiserte kollektivsystemet». I motsetning til for eksempel Lisboa-undersøkelsen som legger inn for eksempel ventetid, bookingtid osv. som gitte verdier, undersøker vi ulike varianter for å undersøke hvordan tilbudet oppleves for de reisende (de reisendes krav til tilbudet). Det er for å gi modelleringen økt realisme. En ventetid på 10-15 minutter vil kanskje være supert om man skal fra Lommedalen til Oslo S, men antageligvis mindre attraktivt hvis reisen går fra Bislett. Andre viktige egenskaper som vil varieres er tilbudets gjennomsnittlig reisehastighet (reisetid).

Scenario 1: Det autonome tilbringersystemet

Kollektivtransporten har todelt rolle ved at den har både skal gi mobilitet for alle (sosial funksjon) og skape funksjonsdyktige og tilgjengelige byområder (gjennom massetransport). Ruter har i stor grad lyktes med å skape et godt kollektivsystem for massene (stamlinjenettet), selv om dette vil oppleve økt pågang i årene som kommer. Størst utfordringer møter de likevel i mer perifere områder med lavt trafikkgrunnlag der det ut ifra et lønnsomhetskrav er vanskelig å få til et godt tilbud. Her kan selvkjørende tilbringerløsninger som er tilpassede individet være med på å gi et bedre tilbud til trafikantene. Man kan si at de individuelt tilpassede tilbringerløsningen kan minne litt om taxibaner², og at de i større grad etteraper bilens egenskaper enn den ordinære kollektivtransporten.

² Taxibane omtales også som «Personal Rapid Transit» (PRT) eller sportaxi, og er et transportsystem for personer og lettgods basert på små automatiserte vogner. De går på en egen bane, gjerne hevet over bakken, og stasjonene ligger alltid på sidespor slik at vognene kun stopper ved reisens start- og slutt punkt.

For å undersøke hvilke egenskaper det selvkjørende tilbringersystemet må ha for å gi en forbedring sammenlignet med det ordinære kollektivtilbudet, og hvilken autonom løsning som gir det beste tilbringertilbudet, utformes det tre ulike tilbringertilbud (delscenarioer) som enten består av:

1. Autonome busser

Transportbehovet betjenes av autonome busser som følger samme rute og rutestruktur (stopper ved de samme holdeplassene) som de bussene de erstatter.

2. Autonom deletaxi som deles med andre

Transportbehovet betjenes av selvkjørende biler som deles av flere. Det betyr at på vei til reisemålet kan kjøretøyet stoppet å ta med personer man ikke kjenner. Den reisende plukkes opp «utenfor døra» der reisen starter, og transporteres til nærmeste stamlinje.

3. Autonom deletaxi som benyttes individuelt

Transportbehovet betjenes av selvkjørende biler som betjener ett transportbehov av gangen. Det betyr at ingen av de reisende trenger å dele kjøretøy med ukjente. Den reisende plukkes opp «utenfor døra» der reisen starter, og transporteres til nærmeste stamlinje.

Det gjør at man kan sammenligne de ulike tilbringertilbudene med hverandre. For å utelukkende sammenligne effekten av ulike autonome tilbringerløsninger, er ikke stamlinjenettet autonomt. Det ordinære stamlinjenettet er her definert som trikk, t-bane og jernbane, i tillegg til et utvalg av de største busslinjene i Oslo og Akershus.

Scenario 2: Det helautonome kollektivtransportsystemet

For å undersøke hvilket potensial som ligger i det autonome kollektivtransportsystemet dvs. hvordan det konkurrerer mot det tradisjonelle kollektivtilbudet og annen trafikk, hvor godt tilbudet må være for å ta markedsandeler fra bilen og hvordan trafikantene vil tilpasse seg det nye systemet, utformes det et scenario kalt «*det helautonome kollektivsystemet*». I dette scenarioet er både t-banen og de største stamlinjene i Oslo autonom. I tillegg inngår den selvkjørende tilbringerløsningen som kom best ut i forrige modellsteg (det beste av scenario 1.1-1.3), og det vil utgjøre det øvrige kollektivtilbudet.

Interessante faktorer

Interessante faktorer å se på med tanke på det autonome kollektivsystemet, er for eksempel tilgjengelighet, tidsbruk og reisekomfort for trafikantene. Ved hjelp av STRATMOD kan man også si noe om etterspørselseffektene, i hvilken grad løsningen effektiviserer linjenettet, hvor stor kjøretøyparken må være for å kunne tilby god tilbringertransport og hvordan de ulike tilbringerløsningene vil påvirke vegkapasiteten. Herunder faller også i hvilken grad det nye tilbudet vil bidra til økt frekvens og redusert ombordtid grunnet teknologiens innvirkning på trafikkavviklingen. Det kan også brukes til å si noe om i hvilken grad de nye løsningene vil bidra til å nå nullvekstmålet. I tillegg kan man si noe om de ulike løsningenes rolledeling og

konkurransesflater mot den ordinære kollektivtransporten og mot bil. Konkurransesflatene kan også benyttes til å si noe om hva slags type løsning ulike områder i Oslo er best tjent med.

3.2 B: Delt autonom mobilitet

Bakgrunn

Selv om mange i Oslo utelukkende reiser kollektivt, er dagens transportsystem i stor grad individbasert ved at man helst reiser med egen bil/sykkel som man eier alene. Denne trenden med individuelle løsninger har vært gjeldende siden 1960-tallet, og deleløsninger må derfor sies å være en av de nye trendene innen transport. Det kan være en rekke grunner til at trafikantene foretrekker enten individuell løsning eller delte løsninger. Det kan være forbundet med status, de trenger ulik grad av assistanse av en faktisk sjåfør eller de har ulike mengde bagasje med seg (for eksempel kan individuelle løsninger være mest hensiktsmessig hvis man må ha mulighet til å transportere tunge ting som for eksempel verktøy) (Litman, 2017). Delt mobilitet innebærer dermed en stor omveltning ved at man går over til å reise og eie sammen, og folks holdninger til delt mobilitet generelt bør derfor undersøkes i en markedsundersøkelse for å si noe om potensialet som ligger i denne type løsninger for Oslo. Det kan man til dels få ved å sammenstille data fra aktuelle aktører som Nabobil, Oslo bysykkel etc., men den beste oversikten vil man få ved å gjennomføre en tilsvarende markedsundersøkelse som den i USA.

Det hevdes at en delt vognpark kan redusere bileierskap med 43 %, og øke antall kjøretøy-km per kjøretøy med 75 %. Samtidig sier OECD (2016) at en delt vognpark vil redusere antall kjøretøy-km og CO₂-utslipp totalt sett. Flere modelleringer viser at en delt autonom vognpark vil gi en drastisk reduksjon i bilflåtens størrelse (og dermed redusere køen i vegnettet) og parkeringsarealbehovet (Spieser *et al.*, 2014; Burghout, Rigole and Andreasson, 2015; OECD, 2016). Studiene viser også store variasjoner i hvilke deleordninger som fins, både med tanke på type transportmiddel som deles (og i hvilken grad de er selvkjørende og ikke), hvordan de deles (eierform), og hvor de ulike deleordningene har potensiale (geografisk plassering). Kartleggingen av bruken av mobilitetstjenester i USA er likevel ikke direkte overførbar grunnet store forskjeller mellom Oslo og de amerikanske byene, både med tanke på trafikkgrunnlag, reisemønstre og hvordan kollektivtilbudet er utviklet. Dette illustrerer at det er vanskelig å forutse effektene ved autonom delt mobilitet, og at det derfor må modelleres opp spesifikt for Oslo.

Casene har vist at det ligger et stort potensiale i delebilordninger i byområder med store reisevolum og befolkning/arbeidstetthet, men at det i stor grad avhenger av hvilke reguleringer som legges på biltrafikken. Litteraturen indikerer i så måte at noen form for regulering er nødvendig for at deling skal skje i stor grad. Dersom deleløsninger skal implementeres for hele Oslo, er man dermed avhengig av at myndighetene har en sentral organiserings- og planleggingsrolle, og tør ta i bruk tydelige politiske virkemidler. Det kan også føre til mer markedsstyrte incentiver.

Scenariobeskrivelse

Hvilken eiendomsform/forretningsmodell som velges for de selvkjørende kjøretøyene, vil i stor grad påvirke konkurranseforholdet til de øvrige transportmidlene dvs. i hvilken grad de vil være fordel eller utfordring for kollektivtransporten. Dersom de selvkjørende bilene utformes som et supplement til kollektivtransporten (delebilordning), kan det gjøre det enklere å betjene større deler av den ytre Osloregionen med et effektivt kollektivtilbud. En privat eierform kan derimot gjøre at vegnettet opereres oppimot kapasitetsgrensen dersom alle benytter kjøretøyet sitt til endepunktet, som igjen kan gi redusert framkommelighet for kollektivtransporten. For å undersøke i hvilken grad delingsøkonomien innenfor transportsektoren vil være en konkurrent eller supplement til dagens kollektivtilbud, og hvor stor «delingstoleranse» folk har, vil det modelleres scenarier som ser på ulike form for deling. Selv om det ligger i begrepet at kollektivtransporten er kollektiv, og at det nesten må forutsettes at de autonome kjøretøyene må ha en form for deling dersom de skal inngå som en del av kollektivtransportsystemet i Oslo, vil det modelleres opp en «motpol» til dette for å illustrere effektene av ulike delingsformer fullt ut. I scenariet 3, kalt «autonom privatbil», er den autonome bilen derfor enkeltmenneskets eiendom. Scenario 4 baserer seg derimot på at flere deler samme bil fremfor å eie én hver (transportsystemet får delingsøkonomien i full skala). Scenarioet baserer seg på at det ordinære kollektivsystemet og gang/sykkel beholdes som i dag, slik at de autonome kjøretøyene betjener den øvrige transportetterspørselen. Flere tidligere modelleringer viser at antall kjøretøy reduseres ved delt mobilitet, men det ligger implisitt inne når modellforutsetningen er å erstatte alle dagens biler med delte kjøretøy³. Det er derfor viktig at forutsetningene som velges for tilbudet ikke dikterer resultatene, spesielt når effektene av delt mobilitet utelukkende baserer seg på modelleringer, og at de er realistiske. Vi vil derfor se på trafikantenes vurderinger av en bildelingsordning opp mot andre transportformer. Det betyr at vi ikke vil legge inn forutsetninger om at en viss andel skal velge delebil-løsninger, men heller vil beregne hvor stor andel som anser dette som det beste alternativet. På samme måte vil analysene se på ulike gjennomsnittshastigheter for tilbudet (reisetid).

Scenario 3: Autonom privatbil (eies av enkeltmennesket)

Scenarioet baserer seg på at den selvkjørende teknologien benyttes «i hver enkelt sin selveidebil» fremfor «noe man deler». Det innebærer at akkurat som man i dag eier en tradisjonell bil, eier man et autonomt kjøretøy og denne benyttes individuelt (ikke delte kjøretøy).

Scenario 4: Delt mobilitet

For å undersøke i hvilken grad de reisende er villig til å dele kjøretøy med ukjente eller om de ønsker kjøretøyet for seg selv hele veien, består scenario 4 av to delscenarier. Forskjellen er at i «autonom delebil som benyttes individuelt» betjenes én transportetterspørsel av gangen,

³ I hvilken grad slike modellforutsetninger er reelle, kan diskuteres. Selv om man ønsker å innføre et bilfritt sentrum, er det for eksempel vanskelig per dags dato å se for seg realisme i at *ingen* eier bil.

mens i «autonom delebil som deles med andre» kan flere transportetterspørslers betjenes samtidig.

a. Autonom delebil som benyttes individuelt

Scenarioet baserer seg på at den selvkjørende teknologien benyttes i kjøretøy som deles, men brukes av én person av gangen. Det innebærer at taxitjenesten betjener én transportetterspørsel av gangen slik at ingen trenger å dele kjøretøy med folk man ikke kjenner.

b. Autonom delebil som deles med andre

Scenarioet baserer seg på at den selvkjørende teknologien benyttes i kjøretøy som man deler samtidig. Det innebærer at taxitjenesten betjener flere transportetterspørslers av gangen slik at man deler kjøretøy med folk man ikke kjenner. Personene man deler med, skal til/fra omtrent samme sted.

Interessante faktorer

Interessante faktorer å se på med tanke på delt mobilitet, er for eksempel tilgjengelighet, tidsbruk og reisekomfort for trafikantene, i tillegg rolledeling, etterspørselseffekter og de ulike løsningenes konkurranseflater mot kollektivtransporten. Analysen vil også kunne si noe om hvor mange kjøretøy som må til for å dekke transportetterspørselen, og hvordan det vil påvirke vegkapasiteten. Herunder faller også i hvilken grad det nye tilbudet vil bidra til redusert ombordtid grunnet teknologiens innvirkning på trafikkavviklingen. Det kan også brukes til å si noe om i hvilken grad de nye løsningene vil bidra til å nå nullvekstmålet.

4 Scenarioanalyser og metodisk tilnærming

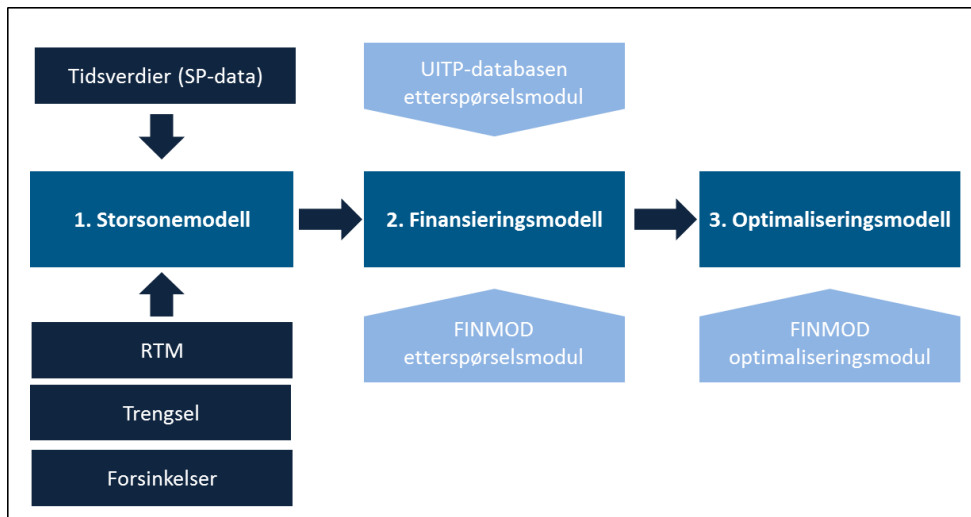
Vår metodiske tilnærming vil være å analysere hvordan trafikantene vurderer det nye transporttilbudet opp mot dagens tradisjonelle kollektivtransport, og hvordan det vil påvirke etterspørselen og markedspotensialet for disse løsningene. I den grad det nye tilbudet kan gi et bedre tilbud til trafikantene for noen typer transportbehov, kan dette bety at Ruter må reorganisere sitt tilbud. Samtidig kan et nytt tilbud være bedre for den enkelte, men dårligere for samfunnet som helet, for eksempel hvis det fører til økte køer og kapasitetsproblemer på vegene. Dette vil avhenge av:

2. Hvordan tilbudet endres for trafikantene
3. Hvordan trafikantene verdsetter disse endringene
4. I hvilken grad endringene vil påvirke reisemiddelvalget
5. Hvilke ringvirkninger det medfører for øvrige trafikanter dersom trafikken øker/reduseres

Målsettingen er ikke nødvendigvis å beholde den tradisjonelle kollektivtransporten, men å gjennomføre analyser som kan si noe om hva som vil være den beste rolledelingen og prioritering av satsningsområdene framover. Denne tilnærmingen skiller seg fra de analysene som hittil er gjort for nye teknologiske trender, hvor det ofte forutsettes at hele eller deler av det eksisterende transporttilbudet erstattes med autonome biler eller delebilordninger.

4.1 Analyseverktøyet STRATMOD

For å belyse effekten av ulike nye transportløsninger (med visse tilpasninger når det gjelder delebilordninger), er STRATMOD et godt verktøy. STRATMOD er et strategisk analyseverktøy som består av en storsonemodell (UA-modellen) og en kostnadsmodell som beregner konsekvenser på offentlig økonomi og samfunnsøkonomi, herunder tilskudd til kollektivtransporten (Norheim *et al.*, 2017). Det er en tilleggsmodul til RTM som gjør det mulig å analysere helt nye typer kollektivtilbud og egenskaper ved tilbudet, bare en kjenner trafikantenes verdsetting av disse egenskapene. En må dermed kartlegge tilbudsfaktorene de nye kollektivtilbudet består av for å kunne undersøke trafikantenes verdsetting av de, for (tidsverdsetningsundersøkelse).



Figur 4.1 Illustrasjon av de ulike delmodellene i STRATMOD-modellen

Det er flere grunner til at STRATMOD er et godt verktøy for å beregne etterspørselseffekter av helt nye teknologiske løsninger:

- 1. Mulig å undersøke helt nye transporttilbud som kan påvirke trafikantenes verdsetting av tid og egenskaper ved tilbudet.**

Autonome biler vil for eksempel kunne bety at «bilistene» går over fra å være sjåfør til passasjer, og dermed kan utnytte reisetiden til andre gjøremål. Det vil påvirke verdsetting av tid og etterspørsel etter bilreiser. På samme måte vil autonome busser og biler som deles påvirke trafikantenes verdsetting av tid, avhengig av bestillingstid, hvor mange de reiser sammen med, hvor mange som plukkes opp underveis osv. Hvis vi kjenner trafikantenes verdsetting av tid for de ulike egenskapene ved dette tilbudet, kan STRATMOD beregne konkurranseflatene mot det øvrige tilbudet og markedspotensialet for ulike nye tilbud, for eksempel hvor mye etterspørselen etter bilturer øker med selvkjørende biler.
- 2. Det er mulig å beregne konsekvensene av etterspørselsendringene på trafikkavviklingen i vegnettet ettersom STRATMOD er koblet opp mot RTM.**

Hvis etterspørselen etter bilturer øker, kan en nettutlegging i RTM beregne hvor mye dette påvirker køene, også når en tar hensyn til at bilene kan kjøre tettere og kapasiteten i vegsystemet dermed øker. Modellen og analysene tar utgangspunkt i hvordan trafikantene påvirkes av et nytt tilbud. I hvilken grad den totale tilgjengeligheten for trafikantene og de samfunnmessige kostnadene ved økt bruk av autonome biler, vil ha betydning for hvordan myndighetene vil regulere et slikt tilbud. For eksempel vil den samfunnmessige effekten av autonome biler avhenge av om etterspørselen øker mer enn kapasiteten på vegene.
- 3. Det å variere egenskapene ved tilbudet og rammebetingelsene for bil- og kollektivtransport kan gjøres fleksibelt og enkelt i modellen.**

Så lenge fremtiden er usikker vil også egenskapene ved de ulike tilbudene være usikre. Denne modellen lar en enkelt variere egenskapene ved tilbudet for å gjøre følsomhetsberegninger av forutsetningene i analysene. Det gjør det også mulig å beregne effekten av pakker av tiltak og rammebetingelser, og man kan dermed belyse kombinasjoner av de skisserte scenariene, avhengig av resultater fra de første analysene som vil vise hva som er mest aktuelt. Analysene av autonome delebiler kan for eksempel vise at de kan dekke noe av dagens kollektivtilbud, og gjøre at Ruter kan konsentrere seg om de markedene der potensialet er størst for å bedre konkurranseflatene mot bil.

4.2 Eksempler på tidligere relevante analyser

Analysen tar utgangspunkt i trafikantenes generaliserte reisekostnader og forventede kvalitet ved de ulike nye tilbudene. Det er en metode som Urbanet Analyse har benyttet i en rekke analyser av både nye og etablerte kollektivløsninger, for eksempel potensialet for høyhastighetstog til Gardermoen⁴, potensialet for høyhastighetstog i Norge og mellom Oslo og København⁵, og potensialet for shuttle buss (deletaxi) til Arlanda⁶. Grunnlaget for etterspørselsberegningene var trafikantenes verdsetting av tid og komfort. I alle de nevnte eksemplene ble det gjennomført strategiske analyser av helt nye kollektivløsninger for å undersøke «*hva er potensialet hvis*» tilbudet er på et bestemt nivå. Eksempler på hva som viste seg å være sentrale faktorer ved de ulike nevnte tilbudene, er vist i Tabell 4.1. Ved å ta utgangspunkt i markedspotensialet til Arlanda Shuttle i ulike deler av Stockholmsregionen og konkurranseflatene mot de forskjellige tilbringerløsningene som finnes i dag, kunne man dermed undersøke hvor lang bestillingstid, antall stopp eller pris som var akseptabel for at dette skulle kunne konkurrere mot de eksisterende tilbudene.

Tabell 4.1: Eksempler på sentrale faktorer ved ulike nye kollektivtilbud

Eksempel	Sentrale tilbudsfaktorer
Gardermoen	<ul style="list-style-type: none"> • Skinnfaktor ved høyhastighetstog • Bedre punktlighet
Høyhastighetstog i Norge	<ul style="list-style-type: none"> • Punktlighet • Frekvens • Hastighet • Tilbringertid
Arlanda Shuttle	<ul style="list-style-type: none"> • Bestillingstid for deletaxien • Antall passasjerer og stopp underveis • Pris
Høyhastighetstog til København	<ul style="list-style-type: none"> • Stasjonens lokasjon i forhold til bykjernen (sentrum/perifert) • Sikkerhetskontroll som på fly eller direkte inngang • Egenskapene ved tilbringertransporten • Avstand mellom stasjonene

⁴ Norheim m fl 1991

⁵ Kjørstad and Norheim, 2009, Kjørstad and Norheim, 2010

⁶ Johansson m.fl. 2016 (konfindesiell)

I prinsippet er det ingen forskjell mellom de nevnte nye kollektivsystemene og de teknologiske løsningene som skal vurderes for Ruter, og de kan derfor vurderes på samme måte. En autonom delebil i Oslo kan analyseres på samme måte som en selvkjørende deletaxi til Arlanda, og en autonom stamlinjenett med buss kan analyseres på samme måte som et høyhastighetstog. Det forutsetter god kjennskap til hvordan trafikantene verdsetter det nye tilbudet, samt lokale analyser som kan avdekke ulike trafikantgruppers preferanser med tanke på pris og standard. Dette bør derfor gjøres en tilbudskartlegging og tidsverdsetningsundersøkelse.

4.3 Tilbudsfaktorer

Kartlegging av tilbudsfaktorer

Dagens kollektivtilbud har klare fortrinn når det gjelder å frakte mange mennesker effektivt i tette byområder. Samtidig er kollektivtrafikantene bundet av et rutetilbud som er mindre fleksibel enn individuell transport.

De nye teknologiske trendene innebærer helt nye transportløsninger som ikke er modellert i Norge før, og hvor mange av løsningene vil være i grenselandet mellom individuell og kollektiv transport. For å kunne gjennomføre modelleringene av scenarioene, er man dermed avhengig av å kartlegge hvilke tilbudsfaktorer de nye løsningene vil bestå av, hvordan Oslos reisende vil verdsette dem og i hvilken grad verdsettingene av dagens tilbud endrer seg (for å se om det vil påvirke konkurranseforholdet mellom transportmidlene). STRATMOD kalibreres opp mot trafikantenes vurderinger av de nye tilbudene/løsningene for å se hvordan dette vil påvirke reisemiddelvalget og hvor folk velger å bosette seg.

Egenskaper ved dagens kollektivtilbud

Tilbudsfaktorer er en metode for å tallfeste hvordan tilbudet oppleves, og gjøres ved å dele reisen i ulike bestanddeler (tilbudsfaktorer). En bussreise kan for eksempel bestå av gangturen hjemmefra til holdeplassen (tilbringertid), tiden man bruker til å vente på bussen (ventetid), ombordstigningstid og den faktiske kjøretiden (ombordtid), avstigningstid og gangtid til bestemmelsesstedet som for eksempel arbeidsplassen (tilbringertid), i tillegg til eventuell tid som brukes på å bytte transportmiddel (byttetid) og forsinkelse.

Egenskaper ved nye teknologiske løsninger

Tilbudsfaktorene som legges til grunn for de nye tilbudene (egenskaper ved tilbudet), er i hovedsak hentet fra litteraturkartleggingen, men det er i tillegg lagt til noen ekstra «myke tilbudsfaktorer⁷» som kan tenkes på ha innvirkning på tilbudet. Tilbudsfaktorene omtales i *Tekstboks 1*.

⁷ Tilbudsfaktorene sorteres tradisjonelt i «harde» og «myke». Harde tilbudsfaktorer kjennetegnes ofte ved at de lett kan kvantifiseres og måles, mens de myke tilbudsfaktorer inneholder de øvrige tilbudsfaktorene (Fearnley *et al.*, 2012).

Tekstboks 1 Beskrivelse av mulige ulike tilbudsfaktorene ved de nye kollektivløsningene

Harde tilbudsfaktorer

Bestillingstid: Bestillingstiden er hvor lenge i forveien man må bestille for å være sikker på å bli hentet når man skal. Er det for eksempel snakk om forhåndsbestilling, eller kan bookingen skje fortløpende, og hvor attraktivt oppleves det ene fremfor det andre?

Ventetid: Ventetiden er den tiden det tar fra den reisende har bestilt kjøretøyet, til de blir hentet.

Dør-til-dør-verdi: Beskriver i hvilken grad det å kunne gjennomføre en dør-til-dør-reise (vente hjemme og slippe finne parkeringsplass) har en verdi som utligner det å måtte gå til dagens holdeplasser (dagens tilbringertid).

Holdeplassavstand: Beskriver avstanden man er villig til å gå til en (midlertidige) popp-opp holdeplass for å få skyss med en deleløsning som er bestilt.

Ombordtid: Tiden om bord en selvkjørende bil er ikke lenger knyttet opp til styring av bilen, og man har dermed frigjort tid til alternativt bruk (det som tidligere har vært kollektivtransportens fortrinn). Tiden om bord kan oppleves slik den gjør i dag, men det kan og så være at den får en verdi i seg selv og dermed kan prises med en faktor «mindre enn 1».

Omveitid: Dersom deleløsningene skal betjene flere transportetterspørslers av gangen, vil det innebære en «omveitid» for de som sitter på. Spørsmålet er hvor lang omveitid de vil akseptere, og hvor stor ulempe de opplever det som.

Tilbudets tilgjengelighet: Tilbudets tilgjengelighet handler om sannsynligheten for at det er et ledig kjøretøy når man skal reise. Desto flere kjøretøy som betjener transportbehovet, desto større sannsynlighet er det for et ledig kjøretøy og desto kortere må man vente på at kjøretøyene skal bli ledige. Samtidig vil flere kjøretøy medføre større driftsutgifter og flere kjøretøy i vegnettet.

Innvirkning på bosetning/arbeidsmarkedet: Det er også viktig å se om man får en slags nettverkseffekt, om andre bosetningsområder eller arbeidslokasjoner vil bli aktuelle dersom man får et selvkjørende kjøretøy, og om denne type kjøretøy gjør at man vil reise annerledes (nye type reiser, annen reisevei, flere/færre reiser etc.)?

Myke tilbudsfaktorer

Sjåførservice: Ivaretar det at en bussjåfør kan gi assistanse til de reisende utover det å sørge for at de kommer trygt frem til reisemålet, for eksempel å hjelpe folk inn/ut av kjøretøy, gi informasjon og virke som en trygghetsfaktor når man reiser med folk man ikke kjenner. Denne tilbudsfaktoren vil mangle hos de nye løsningene, og det er derfor viktig å kvantifisere den.

Opplevd trygghet og tiltro til teknologien: Litteraturkartleggingen viser at det først og fremst er viktig å kartlegge i hvilken grad de reisende har tiltro til teknologien og opplever det autonome transportsystemet som trygt. Herunder faller både det å sitte på, og det å ha det i transportsystemet og ferdes side om side med det i Oslo by. Opplevs det for eksempel så trygt at man ville latt barnet sitt sitte på med det alene til skole, trening etc.?

Opplevd trygghet om bord: For enkelte, og kanskje spesielt til enkelte tider på døgnet, kan det oppleves utrygt å være alene med en ukjent i et lite kjøretøy. Denne tilbudsfaktoren ivaretar derfor den opplevde tryggheten om bord ved å se på hvor mange personer som bør dele et kjøretøy for at det skal oppleves som trygt (og hvilken kjøretøystørrelse det må være for at det skal oppleves som behagelig).

Reisekomfort / trengsel: Hvilken verdi har det å ha deletaxien for seg selv på hele reisen («alenetid-komfortverdi») fremfor å dele den med mange andre som kanskje bråker, bruker lang tid på å komme seg ut/inn av kjøretøy og har med seg mange ting? Og hvilken kjøretøystørrelse vil i så fall være den ideelle av komfortensyn?

Bagasje faktor: Individuelle løsninger som bilen oppleves ofte som det mest hensiktsmessige når man skal reise med mye bagasje, for eksempel hvis man skal flytte eller transportere tunge ting som for eksempel verktøy. I hvilken grad kan de delte løsningene løse dette transportbehovet?

Reiselengde

Reiselengde sier noe om hvor langt det er mellom stedet man reiser fra og til bestemmelsesstedet, og kan måles i både reisetid (minutter) og avstand (km). Flere studier har funnet at reisetiden verdsettes høyere på lengre reiser enn på korte reiser. Dette har sannsynligvis sammenheng med at reisetiden ombord utgjør en større del av den totale reisen på lengre strekninger, slik at det blir viktigere for trafikantene å redusere selve tiden om bord på transportmidlet (Ruud, 2011). På samme måte vektlegges ventetid høyest på korte reiser ettersom ventetiden utgjøre en stor del av den totale reisetiden (Norheim and Ruud, 2007).

- **Reisehensikt**
Reisehensikten sier noe om årsaken til reisen, og den nasjonale reisevaneundersøkelsen (RVU) 2013/2014 opererer med reisehensiktene arbeidsreiser, skolereiser, tjenestereiser, handels- og servicereiser, omsorgs- og følgereiser, besøksreiser og øvrige fritidsreiser. Arbeidsreiser med sitteplass er for eksempel verdsatt til 98 kroner per time, mens en tjenestereise er verdsatt til 125 kroner per time (2016-kroner) (Ruud, 2011). Man har dermed større betalingsvillighet når man er på tjenestereise.
- **Geografisk plassering**
Geografisk plassering sier noe om hvor i landet reisen gjøres, og det viser seg at ulike byområdene verdsetter de ulike tilbudsfaktorene forskjellig. Tabell 4.2 viser derfor både de Nasjonale tidsverdsettingene og verdiene for Oslo/Akershus i 2016-kroner.

Tabell 4.2 Nasjonale tidsverdier og tidsverdier for Oslo/Akershus for private kollektivreiser i 2016-kroner (Halse, Flügel and Killi, 2010; Ellis and Øvrum, 2014)

Tilbudsfaktor	Nasjonale tidsverdier		SP Oslo/Akershus	
	Vekt	Tidskostnad	Vekt	Tidskostnad
Ombordtid med sitteplass	-	53 kr/time	-	80 kr/time
Tilbringertid	1,0	53 kr/time	1,1	89 kr/time
Byttekostnad	-	2-3 minutter	-	16 kr/reise
Ventetid (0-5 minutter)	2,3	122 kr/time	1,5	128 kr/time
Effektiv forsinkelse	2,75	162 kr/time	5,8	470 kr/time

4.4 Markedsundersøkelse

I 2017 er Norge det mest digitaliserte landet i verden (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2017), og med en økende teknologiforståelse og kompetanse i befolkningen gjør det at de nye teknologiske løsningene har fått stor aktualitet her. Samtidig setter folk stadig større krav til tjenestene de mottar (ønsker for eksempel riktig informasjon til riktig tid), og sosiale medier har skapt kort veg mellom forbruker og bedrifter. Denne makten har folk brukt til å endre bedrifters adferd og bestemme over egen hverdag. Det er ingen grunn til at dette ikke vil ha betydning for det offentlige transporttilbudet, og myndighetene og kollektivselskapenes rolle kan dermed være i endring. Det offentlige kollektivtilbudet er sentralt for byenes økonomi og

utvikling (UITP, 2017b), og det er derfor viktig å styrke kollektivselskapenes rolle for eksempel gjennom tilbudsutvikling (UITP, 2017b). Samtidig er det mange usikkerheter knyttet til det nye tilbudet fordi det fremdeles er nytt og ikke utprøvd. For å tette disse kunnskapshullene er det nødvendig å gjennomføre detaljerte markedsundersøkelser som ikke bare ser på de nye tilbudene, men også vurderer de opp mot andre forhold som påvirker reisemiddelvalg og bosetting. Det bør derfor gjøres en todelt markedsundersøkelse bestående av:

I. Verdssettingsundersøkelsen

Verdssettingsundersøkelsen vil kartlegge hvordan de reisende opplever de ulike egenskapene ved en autonom reise (tidsverdsettinger), og hvilke preferanser de har med tanke på nye løsninger og bosetting (Osloborgerens verdsetting av ulike kvaliteter ved boligområdet for å kunne si noe om i hvilken grad det nye transportsystemet vil påvirke hvordan vi bosetter oss i fremtiden (arealbruk)). Tidsverdsettingene vil brukes til å si noe om konkurranseflatene og rolledelingen mellom transportformene.

II. Mobilitetsundersøkelsen

Mobilitetsundersøkelsen vil kartlegge markedspotensialet til de nye løsningene, hva slags innholdet de reisende ønsker seg inn i en integrert mobilitetsløsning (dvs. hvem Ruter bør samarbeide med), og hvilke holdninger Oslos befolkning har til delt mobilitet. Undersøkelsen kan således si noe om hvordan nye teknologiske løsninger kan generere nye transportbehov og allianser for Ruter. Bakgrunnen for kartleggingen omtales nærmere i teksten under.

Verdssettingsundersøkelse

Hensikten med verdssettingsundersøkelsen er å kartlegge hvordan de reisende opplever de ulike egenskaper ved en autonom reise og beregning av trafikantenes totale reiseoppofrelse (generaliserte reisekostnader) ved ulike transporttilbud. I transportanalyser er verdssettingsundersøkelsene og de generaliserte reisekostnadene basisen for de fleste etterspørselsanalysene, i tillegg til at det gir grunnlag for å beregne konkurranseflater mellom ulike transportmidler.

Det gjennomføres med jevne mellomrom tidsverdiundersøkelser både på lokalt og nasjonalt nivå, men det er få undersøkelser av helt nye teknologiske løsninger eller transportløsninger. Det er derfor behov for en ny undersøkelse i Osloområdet som kan gi svar på hvordan trafikantene vektlegger:

- Tidsbruk i en autonom bil kontra det å være sjåfør?
- Egenskaper ved en deletaxiordning, når det gjelder hentetid, ekstra stopp underveis og totalt antall passasjerer?
- Egenskapene ved å ha en sjåfør tilgjengelig sammenliknet med en helt autonom taxiløsning?
- Egenskapene ved delebilordninger til privat bruk, når det gjelder bruksområde, bestillingstid og pris?

Urbanet Analyse har analysert en deletaxiordning for tilbringer til Arlanda som har mye til felles med de egenskapene som skal belyses her, bortsett fra at det er en sjåfør i hver taxi. Der ble det gjennomført en Stated Preference undersøkelse hvor respondentene kunne velge mellom ulike nye og eksisterende tilbud til Arlanda flyplass (figur 4.2). I dette tilfellet var det Arlanda Express som var alternativet til deletaxi, og egenskapene som ble belyst var pris, ekstra stopp, reisetid og tilbringertid (Arlanda Express). Dette ga grunnlag for å beregne konkurranseflatene mellom disse transportmidlene, avhengig av egenskapene ved deletaxien, og for andre transportmidler til Arlanda.

Välj mellan Shuttle och Arlanda Express, val 1 av 6:
 Vilket av de två alternativen skulle du välja?
 Välj genom att klicka på en av "knapparna" här under.

Shuttle	Arlanda Express
Restid ombord: 36 min	Tid att ta sig till stationen: 17 min
Antal extra stopp: 0	Antal minuter mellan avgångar: 20 min
Biljettpris: 274 kr	Restid ombord: 20 min
	Biljettpris: 206 kr
Skulle välja <input type="radio"/>	Skulle välja <input type="radio"/>

<< Nästa

Figur 4.2 Eksempel på valgsekvens fra Arlanda-analysen

I utgangspunktet er det egenskapene ved deletaxi, selvkjørende busser og biler samt elsykkel som vil være sentralt å få evaluert i disse undersøkelsene. Selv om ikke elsykkel vil være med i scenariene er dette et sentralt transportmiddel som allerede er introdusert og som må tas med i strategiene og analysene for Ruter.

Det er en glidende overgang mellom tradisjonelle bestillingsruter og matetransport med buss, til deletaxi og over til individuell transport med delebil eller egen bil. Det er derfor mulig å belyse disse spørsmålene med tilnærmet samme design og metode. Det vil derfor holde med en verdsetningsundersøkelse, med flere valgsekvenser, for å beregne tidsverdier og preferanser for nye teknologiske løsninger. I tabell 4.3 vises de viktigste egenskapene som kan være med i en slik undersøkelse.

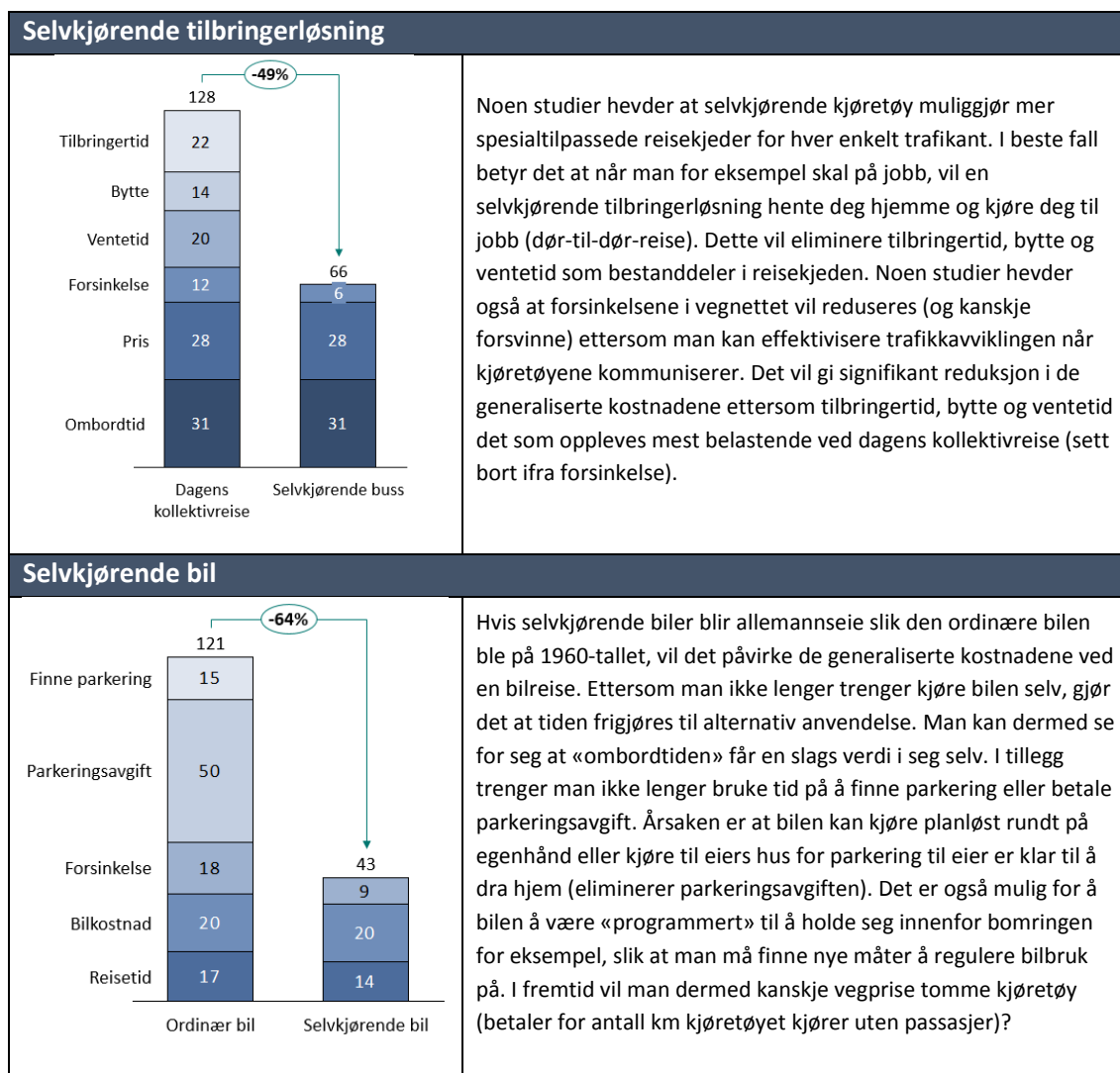
Tabell 4.3 Eksempler på tilbudsfaktorer for en autonom deletaxi som deles med andre fra dør-til-dør

Tilbudsfaktorer	
Harde tilbudsfaktorer	<ul style="list-style-type: none"> • Bestillingstid • Ventetid • Dør-til-dør-verdi • Ombordtid • Omveitid • Tilbudets tilgjengelighet
Myke tilbudsfaktorer (kvalitetsfaktorer)	<ul style="list-style-type: none"> • Sjåførservice • Reisekomfort/trengsel • Opplevd trygghet om bord (deler med folk man ikke kjenner) • Opplevd trygghet og tiltro til teknologien: <ul style="list-style-type: none"> - Føles trygt å sitte på - Føles trygt å ferdes side om side med de nye løsningene i Oslo

Beregning av konkurranseflater mot nye teknologiske løsninger

For å illustrere hvordan dette kan benyttes til å si noe om konkurranseforholdet mellom transportformene, er det lagd et tenkt enkelt regneeksempel på GK-stabler som ser på ulike kombinasjoner av selvkjørende kjøretøy. *Tekstboks 2* omtaler to ulike selvkjørende løsningers innvirkning på de generaliserte kostnadene sammenlignet med dagens løsninger, mens *Tekstboks 3* viser hvordan konkurranseforholdet mellom bilen og kollektivtransporten påvirkes når de skisserte løsningene inngår i tre tenkte transportsystemer. Denne metoden gjør dermed at man kan si noe om hvilke typer reiser og strekninger de nye løsningene vil utkonkurrere dagens bilreiser og kollektivtransport, og hvilken løsning som egner seg best å utvikle i kombinasjon med dagens kollektivtilbud.

Tekstboks 2 Illustrasjon av to ulike selvkjørende løsningers innvirkning på de generaliserte kostnadene⁸



⁸ Det må sees som en regneøvelse da tidsverdsettingene er basert på anslag og det ikke nødvendigvis gjengir samtlige tilbudsfaktorer for de nye løsningene.

Tekstboks 3 Hvordan konkurranseforholdet mellom bil og kollektivtransport påvirkes i ulike autonome transportsystemer

Dagens transportsystem	Selvkjørende kollektivtransport	Selvkjørende transportsystem												
<i>I dagens transportsystem er bussen hakket dårligere enn bilen, men den er likevel konkurransedyktig fordi man i stor grad utligner forskjellene mellom transportformene ved hjelp av økonomiske virkemidler som f.eks. parkeringsavgift.</i>	<i>I et framtidsscenario med selvkjørende busser, vil det være det klart foretrukne transportmiddelet (nesten dobbelt så bra som bilen).</i>	<i>I et framtidsscenario med selvkjørende kjøretøy, ville den selvkjørende bilen vært dobbelt så god som bussen som dermed mister sin konkurransekraft. Dette kan ev. reguleres gjennom f.eks. en vegprising av tomme kjøretøy.</i>												
<table border="1"> <tr> <td>Ordinær kollektivreise</td> <td>128</td> </tr> <tr> <td>Ordinær bilreise</td> <td>121</td> </tr> </table>	Ordinær kollektivreise	128	Ordinær bilreise	121	<table border="1"> <tr> <td>Selvkjørende buss</td> <td>66</td> </tr> <tr> <td>Ordinær bil</td> <td>120</td> </tr> </table>	Selvkjørende buss	66	Ordinær bil	120	<table border="1"> <tr> <td>Selvkjørende buss</td> <td>66</td> </tr> <tr> <td>Selvkjørende bil</td> <td>43</td> </tr> </table>	Selvkjørende buss	66	Selvkjørende bil	43
Ordinær kollektivreise	128													
Ordinær bilreise	121													
Selvkjørende buss	66													
Ordinær bil	120													
Selvkjørende buss	66													
Selvkjørende bil	43													

Det skisserte regneeksempel baserer seg på anslåtte tidsverdier for å det nye tilbudet, men for at analysene skal være relevante må disse være presise. For å undersøke hvordan Oslos reisende verdsetter tilbudsfaktorene både ved det nye og eksisterende transportløsninger, må det gjennomføres en verdsettingsundersøkelse. Det er fordi det er flere ting som påvirker de reisendes personlige preferanser for ulike transportmidler, for eksempel reiselengde, reisehensikt, inntekt osv:

Mobilitetsundersøkelse

Hvilket markedspotensial har de nye teknologiske transporttrendene?

Litteraturkartleggingen viser at det er store forskjeller i holdningene til den selvkjørende teknologien til folk fra ulike land, for eksempel med tanke på hvor trygt det oppleves å sitte på og i hvilken grad de ønsker ta den i bruk (Howard, 2013; Schoettle and Sivak, 2014; Sivak and Schoettle, 2015). Det illustrerer viktigheten av å gjennomførte undersøkelser som ivaretar trafikantperspektivet. (Østli, Ørving and Aarhaug, 2017) sin undersøkelse var godt over halvparten uenig i at «Norge bør være et foregangsland for å tillate selvkjørende biler på vegene» (42 prosent var helt uenig og 25 % delvis uenig). De reisende er dermed ikke er

entydig positive til den nye teknologien. For å unngå å gjøre store investeringer i løsningen ingen vil bruke, bør en undersøke hvilket markedspotensial de ulike løsningene har.

Hva skal inngå i en integrert mobilitetsløsning?

I dag utgjør byttekostnader en vesentlig ulempe for trafikantene, og sømløse reiser fremheves som en viktig kvalitetsfaktor for bedre kollektivtransport. Integrerte mobilitetsløsninger kan være med på å gjøre reisene i Oslo enda mer sømløse, men spørsmålet er hvilke transporttjenester det er mest hensiktsmessig å inkludere. Akkurat som tilbudsfaktorene vil dette antageligvis avhenge av reiselengde, reisehensikt og geografisk plassering. Til syvende og sist kan det likevel bli en avveining mellom trafikantenes behov og hvor omfattende applikasjonen kan være uten å miste sin brukervennlighet.

En kan si at trafikantens behov (hvilke transportmidler de vanligvis bytter mellom) kan leses ut av dagens reisevaneundersøkelser (RVU), men det vil ikke gi det fulle bildet. RVU baserer seg på dagens reisemønstre for én gitt dag og denne dagens reise muligheter. Det vil dermed ikke synliggjøre om integrerte mobilitetsløsninger kan åpne for nye reiser som ikke kan gjennomføres i dag. For å synliggjøre flere reisevariasjoner (f.eks. variasjoner i reisemønstre fra dag til dag) og kartlegge hvilke transportmidler som oppleves relevante for de reisende (hvilke transportmidler som er mest sentrale i kombinasjon med dagens kollektivtransport), bør en derfor gjøre en mobilitetsundersøkelse.

Spørsmålene i en slik undersøkelse vil i stor grad ta utgangspunkt i dagens bruk av ulike mobilitetsløsninger (f.eks. hvilke transportmidler bytter du som oftest mellom?), men også hva slags informasjon de føler at de mangler (f.eks. hvilke transportformer hadde du benyttet mer om de var bedre integrert?), og hvilke aktører de reisende hadde satt mest pris på å få inn i en slik løsning (f.eks. hvilke transportformer de i fremtiden skulle ønske seg bedre integrering mellom?). Det vil kunne gi en pekepinn på hvilke samarbeidspartnere Ruter bør ha i utarbeidelsen av en slik applikasjon.

Hvilke holdninger har Oslos befolkning til delt mobilitet?

Selv om mange i Oslo utelukkende reiser kollektivt, er dagens transportsystem i stor grad individbasert ved at man helst reiser med egen bil/sykkel som man eier alene. Denne trenden med individuelle løsninger har vært gjeldende siden 1960-tallet, og deleløsninger må derfor sies å være en av de nye trendene innen transport. Det kan være en rekke grunner til at trafikantene foretrekker enten individuell løsning eller delte løsninger. Det kan være forbundet med status, de trenger ulik grad av assistanse av en faktisk sjåfør eller de har ulike mengde bagasje med seg (for eksempel kan individuelle løsninger være mest hensiktsmessig hvis man må ha mulighet til å transportere tunge ting som for eksempel verktøy) (Litman, 2017). Delt mobilitet innebærer dermed en stor omveltning ved at man går over til å reise og eie sammen, og folks holdninger til delt mobilitet generelt bør derfor undersøkes i en markedsundersøkelse for å si noe om potensialet som ligger i denne type løsninger for Oslo. Det kan man til dels få ved å sammenstille data fra aktuelle aktører som Nabobil, Oslo bysykkel etc., men den beste oversikten vil man få ved å gjennomføre en mobilitetsundersøkelse.

Mobilitetsundersøkelsen kan være noe ala den som ble gjennomført i USA. Aktuelle spørsmål vil være hvilke deleløsninger de benytter seg av i dag, hvor ofte de benytter seg av slike løsninger og til hvilken type reise (hvordan delt mobilitet benyttes), og om de ikke benytter seg av det, hvorfor ikke. Undersøkelsen bør også undersøke hvilken rolle trafikantene ser for seg at delebilene har. Anser de det for eksempel som en reel erstatning av privatbilen ved at den utfyller kollektivtransporten, eller som et tillegg, og hvilke myndighetsstyrte reguleringer mener de reisende vil øke interesse for delebilordninger?

Referanser

Accentor (2016) 'Accentur: Dialogkonferanse om fremtidens mobilitetsmarked. Hvordan oppnå økt mobilitetssamarbeid i Oslo & Akershus?', 31 March. Available at: https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2016-03-31-mobilitetssamarbeid/accentur_ruter-dialogkonferanse_31032016.pptx?id=5138 (Accessed: 1 June 2017).

Alonso-Mora, J. *et al.* (2017) 'On-demand high-capacity ride-sharing via dynamic trip-vehicle assignment', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(3), pp. 462–467. doi: 10.1073/pnas.1611675114.

Asplan Viak (2010) *Mulighetsstudie – Superbuss Trondheim*. Saksnummer 2009/164325. Oslo: Statens vegvesen, p. 88. Available at: https://www.vegvesen.no/_attachment/172532/binary/319722 (Accessed: 20 October 2016).

Bergen kommune (2015) *Grønn strategi: Klima- og energihandlingsplan for Bergen 2015*. Bergen: Bergen kommune. Available at: https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00249/Gr_nn_strategi__Kli_249381a.pdf (Accessed: 5 August 2017).

Brownell, C. and Kornhauser, A. (2014) 'A Driverless Alternative: Fleet Size and Cost Requirements for a Statewide Autonomous Taxi Network in New Jersey', *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2416, pp. 73–81. doi: 10.3141/2416-09.

Burghout, W., Rigole, P. J. and Andreasson, I. (2015) 'Impacts of shared autonomous taxis in a metropolitan area', in *Proceedings of the 94th annual meeting of the Transportation Research Board, Washington DC, 2015*. Available at: <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:912176> (Accessed: 13 July 2017).

DriveNow (2016) 'DriveNow Company Profile', 31 March. Available at: <https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2016-03-31-mobilitetssamarbeid/bmw-drive-now-kobenhavn.pptx?id=5135> (Accessed: 1 June 2017).

Easymile (2017) 'Shared Driverless Transportation. Reclaiming cities for the people.' Ruter Supplier Conference, Oslo, 17 January. Available at: https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2017-01-12-autonomous-transport/easymile_oslo_ruter_light.pptx?id=11194 (Accessed: 1 June 2017).

Ellis, I. O. and Øvrum, A. (2014) *Klimaeffektiv kollektivsatsing. Trafikantenes verdsetting av tid i fem byområder*. UA-rapport 46/2014. Oslo: Urbanet Analyse, p. 56. Available at: http://1f4d6970592b53df998f-b41c63890e2fed1e20530ac7ebc616a1.r17.cf3.rackcdn.com/Filer-Dokumenter/UARapport_46_2014_Tidsverdsettinger_klimaeffektiv-kollektivsatsing.pdf (Accessed: 31 August 2017).

European Commission (2016) *A European strategy on Cooperative Intelligent Transport Systems, a milestone towards cooperative, connected and automated mobility*. Brussel: European Commission. Available at: https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/com20160766_en.pdf (Accessed: 19 June 2017).

Fagnant, D. J. and Kockelman, K. (2015) 'Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, pp. 167–181. doi: 10.1016/j.tra.2015.04.003.

Fearnley, N. et al. (2012) *Tilbuds- og etterspørselssammenhenger i jernbanesektoren*. 1244/2012. Oslo: Transportøkonomisk institutt (TØI), p. 63.

Frøyland, P., Ristesund, Ø. and Simonsen, S. (2014) *Superbuskonsept og midtstilt kollektivfelt*. Statens vegvesens rapporter 312. Oslo: Statens vegvesen Vegdirektoratet, p. 29. Available at: https://www.vegvesen.no/_attachment/1433163/binary/1120651?fast_title=Superbuskonsept+og+midtstilt+kollektivfelt.pdf (Accessed: 16 August 2017).

Frøyland, P., Simonsen, S. and Ristesund, Ø. (2016) *Plassering og utforming av kollektivfelt. Løsning for å fremme miljøvennlig transport*. Statens vegvesens rapporter 519. Oslo: Statens vegvesen Vegdirektoratet, p. 36. Available at: https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/Publikasjoner/Statens+vegvesens+rapporter/_attachment/1304679?_ts=15409acdf88&download=true&fast_title=Plassering+og+utforming+av+kollektivfelt%3A+BRT%3A+L%C3%B8sning+for+%C3%A5+fremme+milj%C3%B8vennlig+transport.

Go Mobile AS (no date) 'Go Mobile AS'. Available at: <https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2016-03-31-mobilitetysamarbeid/go-mobile-as.pdf?id=5144> (Accessed: 1 June 2017).

Goodall, W. et al. (2017) *The rise of mobility as service. Reshaping how urbanities get around*. Deloitte Review Issue 20. Deloitte Review. Available at: https://dupress.deloitte.com/content/dam/dup-us-en/articles/3502_Mobility-as-a-service/DR20_The%20rise%20of%20mobility_reprint.pdf (Accessed: 8 June 2017).

Halse, A. H., Flügel, S. and Killi, M. (2010) *Den norske verdsetningsstudien. Korte og lange reiser (tilleggsstudie) - Verdsetting av tid, pålitelighet og komfort*. TØI-rapport 1053H/2010. Transportøkonomisk institutt (TØI), p. 46. Available at: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=16086> (Accessed: 31 August 2017).

Han, W. et al. (2017) 'Architecture of iBus: A Self-Driving Bus for Public Roads', in. doi: 10.4271/2017-01-0067.

Hawkins, A. (2017) *Uber is expanding its self-driving car research beyond the US - The Verge*. Available at: <https://www.theverge.com/2017/5/8/15578606/uber-ai-labs-self-driving-car-research-toronto> (Accessed: 19 June 2017).

Henderson, J. and Spencer, J. (2016) 'Autonomous Vehicles and Commercial Real Estate', *Cornell Real Estate Review*, 14(1), p. 14.

Hesjevoll, I. S. and Fyhri, A. (2017) *Trafikksikkerhetstilstanden 2016: Befolkningens kunnskaper, atferd og holdninger*. TØI-rapport 1573/2017. Oslo: Transportøkonomisk institutt (TØI), p. 47. Available at: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=45449> (Accessed: 30 August 2017).

Hovland, T. (2017) 'Kan fremtidens kollektivtransport bli mer individuell?', in. *Tekna: Kursdager i Samferdsel 2017*, Sintef og ITS Norway.

Howard, D. (2013) 'Public Perceptions of Self-driving Cars: The Case of Berkeley, California.', in. *93rd Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Department of City and Regional Planning, University of California, Berkeley, p. 21. Available at: <https://www.ocf.berkeley.edu/~djhoward/reports/Report%20-%20Public%20Perceptions%20of%20Self%20Driving%20Cars.pdf> (Accessed: 14 July 2017).

Jernbaneverket (2012) *Slik fungerer jernbanen. En presentasjon av trafikksystemets infrastruktur*. Oslo: Jernbaneverket. Available at: http://www.jernbaneverket.no/contentassets/55a947e1337748beaee3839e8f34f806/slikfungererjernbanen_2012_web_oppsl.pdf (Accessed: 18 October 2016).

Jonasen, K., Bratseth, E. A. and Torp, M. (2016) 'avis-bildeling.pptx', 31 March. Available at: <https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2016-03-31-mobilitetstysamarbeid/avis-bildeling.pptx?id=5139> (Accessed: 1 June 2017).

Johansson, M et al (2016). *Potensialet for shuttle-bus til Arlanda*. Konfidensiell.

Karlsson, M. (2016) *Omvärldsanalys 1. Integrerade Mobilitetstjänster*. Omvärldsanalys 1:2016. K2, Nationellt kunskapscentrum för kollektivtrafik. Available at: http://www.k2centrum.se/sites/default/files/fields/field_bifogad_fil/strategiskt_case_integrerade_mobilitetstjanster_pm.pdf (Accessed: 7 June 2017).

Kjørstad, K. N. et al. (2014) *Nullvekstmålet. Hvordan kan den forventede transportveksten fordeles mellom kollektivtransport, sykkel og gange*. UA-rapport 50/2014. Oslo: Urbanet Analyse, p. 50. Available at: http://1f4d6970592b53df998f-b41c63890e2fed1e20530ac7ebc616a1.r17.cf3.rackcdn.com/Filer-Dokumenter/UARapport_50_2014_Nullvekstm%C3%A5let-og-fordeling-av-transportvekst_endelig.pdf (Accessed: 25 October 2016).

Kjørstad, K. N. and Norheim, B. (2009) *Marked for høyhastighetstog i Norge. Analyse av flypassasjerenes preferanser*. 12/2009. Oslo: Urbanet Analyse, p. 46.

Kjørstad, K. N. and Norheim, B. (2010) *Markedspotensialet for høyhastighetstog Oslo-København*. 29/2010. Oslo: Urbanet Analyse, p. 30.

Liikenne- ja viestintäministeriö (2017) *Digibarometri 2017*. Helsinki: Taloustieto Oy, p. 66. Available at: <https://www.etla.fi/wp-content/uploads/Digibarometri-2017.pdf> (Accessed: 31 August 2017).

Litman, T. (2017) *Autonomous vehicle implementation predictions. Implications for Transport Planning*. 28. Victoria Transport Policy Institute, Canada. Available at: <http://www.vtpi.org/avip.pdf> (Accessed: 14 July 2017).

Lund, E., Kerttu, J. and Koglin, T. (2017) *Drivers and Barriers for Integrated Mobility Services. A review of research*. K2 WORKING PAPERS 2017:3. Lund: K2, Nationellt kunskapscentrum för kollektivtrafik. Available at: http://www.k2centrum.se/sites/default/files/drivers_and_barriers_for_integrated_mobility_services_k2_working_paper_2017_3.pdf (Accessed: 7 June 2017).

Metroselskabet (no date a) *Facts om metroen, Copenhagen Metro*. Available at: <http://www.m.dk/om+metroen/facts+om+metroen> (Accessed: 16 May 2017).

Metroselskabet (no date b) *Metro expansion, Copenhagen Metro*. Available at: <http://intl.m.dk/about+the+metro/metro+expansion> (Accessed: 30 August 2017).

Metroselskabet (no date c) *Metroen i tal, Copenhagen Metro*. Available at: <http://www.m.dk/om+metroen/facts+om+metroen/statistik> (Accessed: 30 August 2017).

Millward, D. (2017) 'How Ford will create a new generation of driverless cars', *The Telegraph*, 27 February. Available at: <http://www.telegraph.co.uk/business/2017/02/27/ford-seeks-pioneer-new-generation-driverless-cars/> (Accessed: 19 June 2017).

- Mitchell, R. (2017) 'Next step toward driverless cars: Tesla updates Autopilot', *Los Angeles Times*, 30 March. Available at: <http://www.latimes.com/business/autos/la-fi-hy-tesla-updates-autopilot-20170330-story.html> (Accessed: 19 June 2017).
- Moen, T. (2017) 'Framtidens transportløsning – selvkjørende biler: hvor langt har vi kommet og hva gjenstår?', in: *Tekna: Kursdager i Samferdsel 2017*, SINTEF.
- Murphy, S. F. and C. et al. (2016) *Shared Mobility and the Transformation of Public Transit*. Washington, D.C.: Transportation Research Board. doi: 10.17226/23578.
- Norconsult (2009) *Fornebubanen. Sluttrapport trasé- og konsekvensutredning*. Ruterrapport 2009:17. Oslo: Ruter AS, p. 96. Available at: https://ruter.no/globalassets/dokumenter/ruterrapporter/2009/17-2009_fornebu_sluttrapport_des2009.pdf (Accessed: 21 October 2016).
- Norheim, B. et al. (2017) *Kollektivtransport. Utfordringer, muligheter og løsninger for byområder*. 2nd edn. Oslo: Statens vegvesen Vegdirektoratet. Available at: <http://1f4d6970592b53df998f-b41c63890e2fed1e20530ac7ebc616a1.r17.cf3.rackcdn.com/Filer-Dokumenter/Kollektivtransport-til-web-23-05-17.pdf> (Accessed: 16 August 2017).
- Norheim, B. and Ruud, A. (2007) *Kollektivtransport. Utfordringer, muligheter og løsninger for byområder*. 1st edn. Oslo: Statens vegvesen Vegdirektoratet. Available at: https://www.vegvesen.no/_attachment/58564/binary/2159 (Accessed: 16 August 2017).
- Norheim, B and Kolbenstvedt, M (1991). *Etterspørsel etter kollektivtransport til Gardermoen - Vurdering av flypassasjerenes preferanser*. TØI rapport 971/1991.
- OECD (2016) *Shared Mobility. Innovation for Liveable Cities*. International Transport Forum and Corporate Partnership Board, p. 54. Available at: <http://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-mobility-liveable-cities.pdf> (Accessed: 14 February 2017).
- Østli, V., Ørving, T. and Aarhaug, J. (2017) *Betydningen av ny teknologi for oppfyllelse av nullvekstmålet. Et litteraturstudie*. TØI-rapport 1577/2017. Oslo: Transportøkonomisk institutt (TØI), p. 69. Available at: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=45597> (Accessed: 30 August 2017).
- Owczarzak, Ł. and Żak, J. (2015) 'Design of passenger public transportation solutions based on autonomous vehicles and their multiple criteria comparison with traditional forms of passenger transportation.', *Transport Research Procedia*, (10/2015), pp. 472–482.
- RATP (2017) *Metro and RER: increasing passenger capacity and safety.*, *Régie autonome des transports parisiens*. Available at: <https://www.ratp.fr/en/groupe-ratp/metrotrains/metro-and-rer-increasing-passenger-capacity-and-safety> (Accessed: 7 November 2017).
- Rindedal, E. and Stavseth, A. B. (2017) 'Norwegian regulation on testing of self-driving vehicles on roads The judicial work that paves the way for testing of self-driving vehicles on roads', 1 December. Available at: <https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2017-01-12-autonomous-transport/self-driving-vehicles---ruter.pptx?id=11197> (Accessed: 1 June 2017).
- Rudmark, D. and Holmberg, P.-E. (2017) *Omvärldsanalys 2. Integrerade Mobilitetstjänster. Plattformer, roller och industriarkitekturer – en svensk utblick*. Omvärldsanalys. Lund: K2, Nationellt kunskapscentrum för kollektivtrafik. Available at: http://www.k2centrum.se/sites/default/files/fields/field_bifogad_fil/integrerade_mobilitetstjanster_o_mvarldsanalys_2.pdf (Accessed: 7 June 2017).
- Ruter AS (2011) *K2012. Ruters strategiske kollektivtrafikkplan. 2012-2060*. 2011:10, versjon 2.0. Oslo: Ruter AS, p. 122.

Ruud, A. (2011) *Tidsverdistudien i Oslo og Akershus 2010: Anbefalte tidsverdier for kollektivtransport dordelt på reiseformål*. UA-notat 40/2011. Oslo: Urbanet Analyse, p. 30. Available at: http://1f4d6970592b53df998f-b41c63890e2fed1e20530ac7ebc616a1.r17.cf3.rackcdn.com/Filer-Dokumenter/UAnotat_40_2011_SP-Oslo-fordelt-etter-reiseform%C3%A5I_JBV.pdf (Accessed: 31 August 2017).

Samferdselsdepartementet (2017) *Høring av forslag til lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy på veg*. Oslo: Samferdseldepartementet. Available at: <https://www.regjeringen.no/contentassets/bf935d9072f94c87b3db23f212c4b7ee/hnotat121216.pdf> (Accessed: 19 June 2017).

Sato, Y. (2013) *Cisco Customer Experience Research: The Automotive Industry. Global Data., Indonesia no Kogyoka (Industrialisation in Indonesia), Tokyo, Institute of Developing Economies*. Available at: http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/ccer_report_manufacturing.pdf (Accessed: 14 February 2017).

Schaller, B. (2017) *Unsustainable? The Growth of App - Based Ride Services and Traffic, Travel and the Future of New York City*. New York: Schaller consulting.

Schoettle, B. and Sivak, M. (2014) *A survey of public opinion about autonomous and self-driving vehicles in the U.S., the U.K. and Australia*. UMTRI-2014-30. Ann Arbor, Michigan, USA: University of Michigan Transportation Research Institute (UMTRI), p. 35. Available at: <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/109433> (Accessed: 14 February 2017).

Singer, E. (2016) *How the city bus will become autonomous. Mercedes-Benz., Daimler*. Available at: <https://www.daimler.com/innovation/autonomous-driving/future-bus.html> (Accessed: 7 December 2017).

Sivak, M. and Schoettle, B. (2015) *Influence of Current Nondrivers on the Amount of Travel and Trip Patterns with Self-Driving Vehicles*. Sustainable Worldwide Transportation Program (www.umich.edu/~umtriswt), University of Michigan. Available at: <http://www.umich.edu/~umtriswt/PDF/UMTRI-2015-39.pdf> (Accessed: 6 June 2017).

Smart Innovation Norway (2017a) *Smart City*. Available at: <http://www.ncesmart.com/smart-byer-og-samfunn/om-smart-city-konseptet/> (Accessed: 15 February 2017).

Smart Innovation Norway (2017b) *Smart mobilitet, Smart Innovation Norway*. Available at: <http://www.ncesmart.com/fjAdH> (Accessed: 15 February 2017).

Smile einfach mobile (no date) *Smile - simply mobile: The future of mobility*. Available at: http://smile-einfachmobil.at/index_en.html (Accessed: 30 August 2017).

Smolnicki, P. M. and Sołtys, J. (2016) 'Driverless Mobility: The Impact on Metropolitan Spatial Structures', *Procedia Engineering*, 161, pp. 2184–2190. doi: 10.1016/j.proeng.2016.08.813.

Sochor, J., Strömberg, H. and Karlsson, I. C. M. (2015) 'Implementing Mobility as a Service: Challenges in Integrating User, Commercial, and Societal Perspectives', *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2536, pp. 1–9. doi: 10.3141/2536-01.

Solli, H., Resell, M. B. and Haugsbø, M. S. (2015) *Sammenhengen mellom strategiske mål og organisering av kollektivtrafikken*. 68/2015. Available at: <http://urbanet.no/publikasjoner/sammenhengen-mellom-strategiske-mal-og-organisering-av-kollektivtrafikken> (Accessed: 3 August 2016).

- Sorgenfrei, P. (2017) 'Autonomous Mobility A/S', 1 December. Available at: <https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2017-01-12-autonomous-transport/autonomous-mobility---presentation-oslo-from-autonomous-mobility---ruter.pdf?id=11191> (Accessed: 1 June 2017).
- Spieser, K. *et al.* (2014) 'Toward a Systematic Approach to the Design and Evaluation of Automated Mobility-on-Demand Systems: A Case Study in Singapore', in Meyer, G. and Beiekr, S. (eds) *Road Vehicle Automation. Lecture Notes in Mobility*. London: Springer. Available at: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-05990-7_20.
- Stocker, A. and Shaheen, S. (2016) 'Shared Automated Vehicles: Review of Business Models'. Available at: <http://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-automated-vehicles-business-models-review.pdf> (Accessed: 12 July 2017).
- Summers, H. (2017) *Uber suspends fleet of self-driving cars following Arizona crash | Technology | The Guardian, The Guardian*. Available at: <https://www.theguardian.com/technology/2017/mar/26/uber-suspends-self-driving-cars-arizona-crash-volvo-suv> (Accessed: 19 June 2017).
- Sundberg, P. (no date) 'Samres. Et selskap innenfor den tilrettelagte trafikken.' Available at: <https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2016-03-31-mobilitetysamarbeid/samres-norge-presentasjon-versjon-2.pptx?id=5147> (Accessed: 1 June 2017).
- UITP (2017a) 'Autonomous vehicles: A potential game changer for urban mobility.', *Policy Brief of UITP*, January, p. 8.
- UITP (2017b) *Public Transport Trends*. Belgia: UITP Advancing Public Transport.
- Venter, I. (2016) *Daimler runs first self-driving BRT bus in Amsterdam.*, *Engineering News*. Available at: <http://www.engineeringnews.co.za/article/daimler-runs-first-self-driving-brt-bus-in-amsterdam-2016-07-18> (Accessed: 7 December 2017).
- Vivento (2015) *Kartlegging og vurdering av stordata i offentlig sektor*. Rapport til Kommunal- og moderniseringsdepartementet. Available at: https://www.regjeringen.no/contentassets/7a30f56668634d8c96ad660f92ffd508/bruk_av_stordata_i_offentlig_sektor.pdf (Accessed: 7 June 2017).
- Volvo (2017) *DRØMMESPINNERE*. Available at: <http://www.volvocars.com/no/own/inspiration/stories-and-inspiration/dreamweavers> (Accessed: 19 June 2017).
- Vuk, G. (2005) 'Transport impacts of the Copenhagen Metro', *Journal of Transport Geography*, 13(3), pp. 223–233. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2004.10.005.
- Wilke (2017) *Danskernes forventninger til selvkjørende biler*. Vejdirektoratet, p. 63. Available at: http://www.vejdirektoratet.dk/DA/viden_og_data/temaer/Selvkoerendebiler/Documents/Rapport_070_217_short.pdf (Accessed: 31 August 2017).
- WSP and Farrells (2016) *Making better places. Autonomous vehicles and future opportunities*. WSP. Parsos Bricknerhoff. Farrells.



Vedlegg: Litteraturkartlegging

Vedleggene gir en oversikt over utviklingstrekk og teknologiske trender innen transport som kan ha betydning for kollektivsystemet. Sentrale spørsmål er dermed hvordan de nye teknologiske løsningene kan:

1. Gjøre det enklere for folk å reise
2. Gjøre transporttilbudet mer effektivt
3. Gi lavere kostnader eller bedre utnyttelse av areal og vognpark
4. Få til en bedre integrering av de ulike transportformer på en reise

Faglig grunnlag for litteraturgjennomgangen

Smart Mobilitet

Smart mobilitet er en sentral transporttrend, og handler om å transportere mennesker og gods fra et sted til et annet på nye, innovative og bærekraftige måter ved bruk av delingsløsninger, autonome kjøretøy, IKT og sanntidsdata. Gjennom dette formes nye tjenester og smarte multimodale transportsystemer. Smart mobilitet fremheves også som et viktig bidrag for å gjennomføre «det grønne skiftet» som stiller krav om utslippsreduksjon og en større andel kollektiv- og sykkeltransport (Smart Innovation Norway, 2017b).

Tekstboks V.1: Smarte byer (Smart Innovation Norway, 2017a)

Begrepet Smart City⁹ (Smarte Byer) kan defineres ulikt, men er i hovedtrekk en bærekraftig visjon for byutvikling for å forbedre livskvaliteten til innbyggerne ved å bruke informatikk og teknologi for å effektivisere tjenestene og møte innbyggernes behov. Smarte Byer innebærer satsing på flere områder som for eksempel smart mobilitet.

Stordata og kunstig intelligens

Kunnskap om folks reiser er essensielt for å utvikle transporttilbud. Datateknologien åpner opp nye muligheter til hvordan dette gjøres. Stordata og kunstig intelligens er viktige verktøy for å kunne utvikle mobilitetsløsninger. EU peker i sin strategi for Cooperative Intelligent Transport Systems, C-ITS, på at koblinger mellom kjøretøy eksisterer på mange områder, og at de i fremtiden vil kunne interagere med hverandre og med veginfrastrukturen. Automatisering er en del av en utvikling med informasjonssamarbeid og koblinger mellom kjøretøy (European Commission, 2016).

⁹ <http://www.ncsmart.com/smarte-byer-og-samfunn/om-smart-city-konseptet/>

Tekstboks V.2: Faktaboks om stordata

Kommunal- og moderniseringsdepartementet fikk i 2015 utarbeidet en rapport om bruk av stordata i offentlige virksomheter i Norge.

Stordata er analyse av massive samlinger av data («volume»), med stor variasjon i datakilder og formater («variety»), hvor datasettet oppdateres med høy frekvens («velocity») og hvor grunnlagsdataenes opprinnelse og kvalitet er avklart («veracity») og hvor analysen av datasamlingene gir økt verdi i forhold til datakildene («value»).

Vivento peker på at stordata representerer et paradigmeskifte i analysemuligheter og muligheter til å utnytte data. Datasettene får verdi når man kan behandle og gjøre beregninger. I denne sammenhengen snakkes det ofte om maskinlæring eller kunstig intelligens. Lærende systemer dreier seg i hovedsak til at datamaskiner er programmert til å gjenkjenne mønstre og predikere utfall. Trafikkdata er som en del av denne trenden mer og mer i bruk. Statens vegvesen har en egen handlingsplan for dette. Sanntidsinformasjon brukes både som veginformasjon og i kollektivtrafikken (Vivento, 2015).

Oppbygning av kartleggingen

I kartleggingen av transportløsninger og teknologiske trender vil vi se nærmere på følgende bestanddeler ved smart mobilitet:

- Vedlegg 1 Integreerte mobilitetsløsninger
- Vedlegg 2 Autonome kjøretøy
- Vedlegg 3 Shared mobility

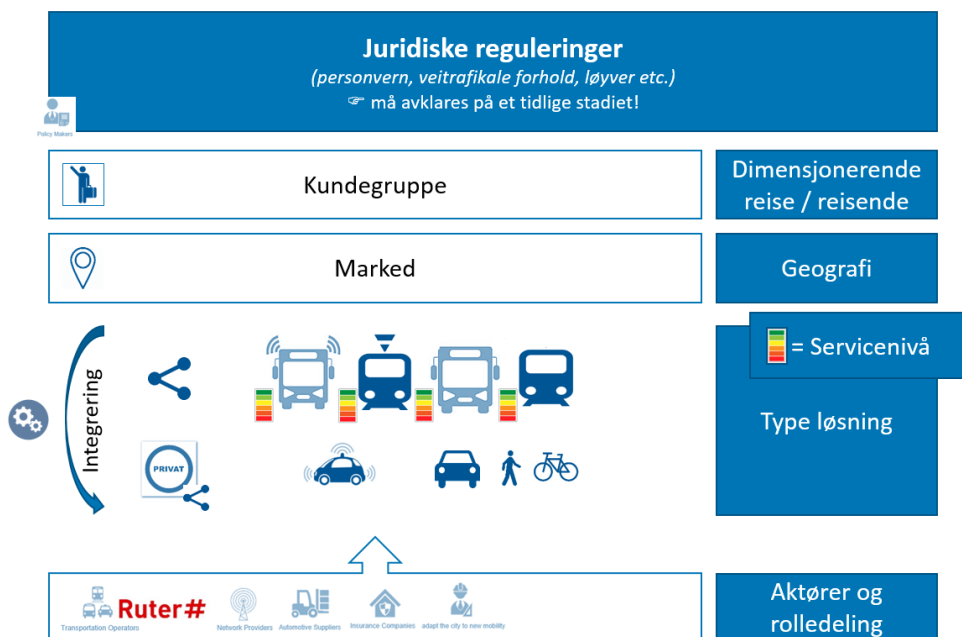
Vedleggene gir først en generell redegjørelse for konseptet, gjerne med eksempler, før det går mer i dybden på enkelte case.

Caseutvelgelse

Ved valg av eksempler og case har vært lagt vekt på å kunne si noe om muligheter og hindringer løsningen innebærer, konsekvenser løsningen har for trafikantene og forutsetninger som må være på plass for at løsningen skal fungere (for eksempel reguleringer).

Caseoppsummeringene ønsker i tillegg å si noe om kontekst og rammebetingelser det er i byene som prøver ut nye løsninger. Det er lagt vekt på å vurdere relevans for Oslo og Akershus. Det forutsettes at de nye løsningene er miljøvennlige, og at den nye miljøvennlige teknologien fungerer¹⁰. I scenarioutformingen forutsettes det at det juridiske, «faller på plass» slik at man kan fokusere på kundegrupper/marked og transportløsningene, det er likevel pekt på enkelte sentrale problemstillinger her i vedlegget (som vist i figur V.0.1).

¹⁰ Ny drivstoffteknologi har ikke har vært vektlagt i vårt tilbud, da det vil være mer et kostnadsspørsmål (miljø/samfunnskostnader), mer enn hva trafikantene møter. Det spiller ikke nødvendigvis noen rolle for trafikanten om man sitter ombord på en elbuss fremfor en ordinær buss (forskjellen kommer i redusert støy, bedre luftkvalitet, personlige miljøpreferanser etc. ikke «type sete ombord»).



Figur V.0.1: Illustrasjon av fokusområdet til Urbanet Analyse



Vedlegg 1: Integreerte mobilitetsløsninger

Kombinert mobilitet (combined mobility) eller integrert mobilitet handler om samvirke mellom kollektivtrafikk og andre transportmiddel. Her gis det en redegjørelse for kombinert/integrert mobilitet og Mobility as a Service (MaaS), hvem som vil benytte slike tjenester (trafikanten), og noen eksempler på slike løsninger. Det vil også gis en kort skildring av hva integrert mobilitet vil bety på ulike institusjonelle nivåer.

V.1.1 Kombinert og integrert mobilitet – mobilitet som tjeneste

Begrepet kombinert mobilitet kobles til de tjenester som brukes til å koble kollektivtrafikk med annen transport – altså til digitale løsninger og plattformer (Karlsson, 2016). Kombinert mobilitet kan være alt fra en multimodal reiseplanlegger til en abonnementsordning som gir full tilgang til full integrert mobilitet. I en integrert mobilitetsløsning forutsetter vi at løsningen inneholder både elektronisk billettering og informasjon – og eventuelt /helst en pakke med integrerte tjenester.

Mobility as a Service (MaaS) er en mobilløsning som integrerer alle transportalternativer fra ulike leverandører i én tjeneste. Uavhengig av om man skal reise med kollektivtransport, taxi, leie bil eller låne sykkel, kan alt planlegges og betales i en og samme løsning. Innovasjonen ligger i å kombinere disse elementene organisatorisk og som et samlet tjenestetilbud til kundene (Karlsson, 2016, p. 13).

Den første MaaS-løsningen, Whim, ble lansert i Helsinki-regionen i 2016, flere områder vil følge etter i 2017¹¹. I tillegg til ulike forsøk og ordninger rundt om i verden, er det et eget foretak som jobber med denne tjenesten under navnet «Mobility as a Service MaaS». Begrepet mobility as a Service forstås dermed også som konseptet i seg selv. I Mobility as a Service er *tjenesten eller løsningen*, ikke selve transporten og transporttypen, som er kjernen i begrepet (Karlsson, 2016). MaaS omfatter likevel både de som tilbyr de fysiske tjenestene og de som tilbyr det kunden får på telefonen (Rudmark and Holmberg, 2017).

MaaS is a carefree, environmentally sound alternative to owning a car. It works out the best option for every journey – whether that's a taxi, public transport, a car service or a bike share. From office commutes to weekend getaways, it manages daily travel in the smartest way possible.

Kilde: maas.global/maas-as-a-concept

I denne gjennomgangen bruker vi begrepet **integrert mobilitet**. Uavhengig av tilbyder, vil integrasjon, mulitmodalitet, informasjon og betaling over samme grensesnitt stå som sentrale

¹¹ Informasjonen er hentet fra MaaS Globals nettside: <http://maas.global/maas-as-a-concept/> (15.02.17).

stikkord for integrerte mobilitetsløsninger. Av teknisk infrastruktur krever integrert mobilitet (Goodall *et al.*, 2017; Lund, Kerttu and Koglin, 2017):

- Smarttelefoner
- 3G/4G/5G nett
- Høy connectivitet
- Sikker, dynamisk og oppdatert informasjon om reisemuligheter
- Integrerte betalingssystemer

Integrert mobilitet er en forutsetning for **en sømløs reise**. Dette handler om at trafikantene skal ha alt tilgjengelig i en app/en løsning. Egenskaper ved en slik løsning er vist i *Tabell V.1.1*. Digitaliseringen fordrer at kundene er villig til å gi fra seg informasjon for å gjøre tjenesten enklere eller rimeligere.

Tabell V.1.1 Egenskaper ved en slik løsning (Accentor, 2016)

For trafikanten:	For kollektivselskapet:
<ul style="list-style-type: none"> • Enklere betaling • Mer tilrettelagt betaling • En app for hele reisen • Betaling i flere kanaler • Sømløs overgang mellom ulike transportmidler • Sømløs reiseplanlegger på tvers av transportalternativer • Reiseinfo i sanntid og enkelt tilgjengelig 	<ul style="list-style-type: none"> • Målrettede lojalitetsprogrammer for å ta nye markedsandeler • Kunders preferanser og reisevaner ivaretas • Enklere og mer fleksibel prising

Hvem er trafikantene?

Trafikantene som ønsker å bruke en slik løsning er Laurell 2017, gjengitt fra (Lund, Kerttu and Koglin, 2017):

- Alltid på nett, gjerne gjennom smarttelefonen
- Er vant til å finne informasjon og kjøpe tjenester gjennom smarttelefonen
- Er vant til å ha et bredt tilbud tilgjengelig og kan velge å betale «as you go» eller gjennom abonnement etter preferanse
- Ønsker enkle og tilpassende løsninger
- Er del av sosiale nettverk og blir gjennom dette påvirket av hva andre gjør, føler og tror.

Dette kan ekskludere enkelte grupper, kanskje spesielt eldre.

Hinkeldein et al 2015, gjengitt fra (Lund, Kerttu and Koglin, 2017), har delt folk i tre type mobilitetstypologier:

- Tradisjonelle bilelskere
- **Fleksible bilelskere**
- Urbant orienterte offentlig transportelskere
- Tradisjonelle sykkelskere
- **Økologisk sykkel og kollektivelskende.**
- **Innovative teknologielskende med varierende transportvalg**

Av disse er det de fleksible bilelskende, de økologisk orienterte sykkel og kollektivelskende og de innovative teknologielskende som i første rekke kan tenke seg å bruke integrerte transportløsninger. Dette samsvarer med funn fra UbiGo forsøket i Gøteborg (Holmberg et al 2016, gjengitt fra (Lund, Kerttu and Koglin, 2017)), der det er fleksible reisende som vanligvis bruker offentlig transport i kombinasjon med andre transportmetoder som er de som i størst grad ser integrert mobilitet som et alternativ til å eie bil. UbiGo-forsøket viste også at motivasjonene for å delta i forsøket var nysgjerrighet, men for å fortsette er fleksibilitet og beilelighet sentrale faktorer. Det samme var økonomi (Sochor et al 2014 gjengitt fra (Lund, Kerttu and Koglin, 2017)).

V.1.2 Utvalgte case og andre eksempler

Tabell V.1.2 oppsummerer en del ulike løsninger, hvorav noen blir nærmere omtalt i påfølgende tekst.

Tabell V.1.2: Eksempler på ulike løsninger og mulige aktører i Norge

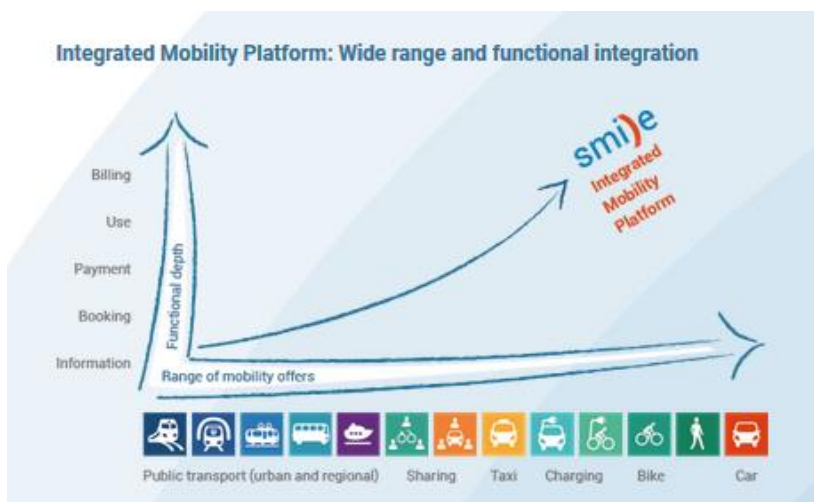
Navn	Hvem	Hvor	Status	Multimodal info	Betaling og billetter	Transportformer
Whim app	Maas Global	Helsinki	I drift	Ja	Ja	Taxi, leiebiler, offentlig transport
UbiGo/Go:smart	UbiGo Innovations og Erickson	Gøteborg Sverige	Forsøk, jobber mot drift. Lansering i Stockholm i 2017?	-	Ja	Offentlig transport, bildeling, leiebil, taxi og sykkel
Moovel	Daimler	Tyskland	I drift.	Ja	Ja	car2go, mytaxi and Deutsche Bahn
Qixxit	Deutsche Bahn	Tyskland	I drift.	Ja	Ja	Kollektiv, bildeling, samkjøring, bysykkel osv
SMILE	Mange partnere	Wien	Forsøk	Ja	Ja	Sykel, bil, kollektivtrafikk, tax, parkering.
Bridj	Bridj Inc.	Boston Kansas City	Drift, nedlagt		Ja	Bestillingsbuss. Konkurransen til offentlig transport.

Fremtidige aktører i Norge?						
Navn	Hvem	Hvor	Status	Multimodal informasjon	Betaling og billetter	Transportformer
Miwai	Go Mobile AS*	Norge	Drift	Nei	Ja	Bare taxi, snart med deletaxi
Flexx	Go Mobile AS*	Norge	Drift	Nei	Nei	Bestillertransport Forhåndsbestilling

Kilder: (Karlsson, 2016; Goodall et al., 2017; Go Mobile AS, no date) og nettsidene til en del av selskapene. *Go Mobile har som ambisjon å lage mobile og fleksible løsninger for Norge

SMILE-prosjektet, Wien

SMILE prosjektet var i utgangspunktet et forskningsprosjekt. Det har utviklet en prototype på en standardisert plattform for alle transporttyper. Det var en åpen plattform som integrerer tilbud fra ulike mobilitetstilbydere (Smile einfach mobile, no date).



Figur V.1.1: Smiles illustrasjon av en integrert mobilitets plattform (Smile einfach mobile, no date)

Svært mange aktører var involvert i prosjektet, både offentlig og private. Forskningsprosjektet var initiert av Wiener Stadtwerke og finansiert av Østerikets (føderale myndigheter) Climate and Energy som en del av tredje utlysning av "Austrian Electric Mobility Flagship Projects".

- **Offentlig transport:** Wiener Linien (Wiens tilyder av offentlig transport) og Österreichische Bundesbahnen ÖBB
- **Skip** (TwinCity Liner Wien – Bratislava)
- **(e-) Bike-Sharing:** Citybike Wien, nextbike, Grazbike
- **(e-) Car-Sharing:** Car2go, Flinkser, EMIL, emorail, e-carage
- **Parkeringshus og ladestasjoner:** Wipar, Wien Energie Tanke, Energie Steiermark, Parkgaragen Elbl
- **Routingpartner:** Verkehrsankunft Österreich, AIT, toursprung

Appen som brukerne opplevde ga ulike reisemuligheter fra A til B, og kunne sorteres på transporttype, tidsbruk, pris og CO₂. SMILE vurderte ulike betalingsløsninger, (periodekort, rabatter, medlemskap osv, egent kjøretøy kan legges til). Med «book now» ble hele reisen bestilt og kjøpt. For taxibetalinger får brukeren et push varsel på slutten av turen, og det kan aksepteres og betales ved å trykke på varselet.

Over 1000 personer testet:

- 48% of the respondents stated to use public transportation more often,
- 21% reduced the use of their private cars. Smile also pushed intermodality.
- 26% combined car and public transportation more often and
- 26% combined bike and public transportation more often.

UbiGo (bruker erfaringer fra Gøteborgforsøket)

195 deltakere testet i 6 måneder UbiGo mobilitetstjeneste for hverdagsreiser. Hovederfaringer er samlet i artikkelen «Implementing Mobility as a Service. Challenges in Integrating, User, Commercial and Societal Perspectives» (Sochor, Strömberg and Karlsson, 2015). Deltakelse i forsøket innebar tilgang til en rekke transporttjenester gjennom smartelefonen, en app. Kundene, som her var husholdninger, betalte et månedlig gebyr på minst 1200 SEK, tilgodehavende kunne bli overført til neste måned eller beløpet kunne fylles på dersom nødvendig. De 195 deltakerne utgjorde til sammen 83 kunder (husholdninger) og besto av 173 voksne og 22 barn (under 18).

Før forsøket startet ble reisevanene undersøkt:

- De som deltok i forsøket brukte mindre bil enn en gjennomsnittlig innbygger i Gøteborg og lignet mer på innbyggerne sentralt i Gøteborg. De reiste mer med offentlig transport og gikk mindre.
- 88 prosent hadde førerkort. 36 prosent av husholdningene hadde en bil og 10 prosent hadde flere, 54 prosent eide ikke bil. 69 prosent var IKKE medlem av en bildelingsordning og 81 prosent var IKKE medlem av en sykkeldelingsordning. 81 prosent eide egen sykkel og 88 prosent hadde kort til offentlig transport.

Mye fungerte bra i forsøket - og mye av det som ikke fungerte kan tilskrives at det var et pilotprosjekt og den konkrete måten forsøket var utformet på.

Dette fungerte bra:

- Deltakerne oppga at de hadde flere transportalternativer (5,44 av 7), det ble enklere å betale og enklere å vite hva en hadde brukt på transport (5,74 av 7)
- Deltakerne oppga at de brukte bildeling og billeie mer enn tidligere (5,21 og 4.16 av 7) og at de brukte bilen mindre enn tidligere (2.92 av 7).
- Enkelte solgte bilen før forsøket eller brukte forsøket til å teste om de trengte bil i hverdagen.
- Folk planla reisene sine i større grad i forkant, og oppga at de var fornøyd med det. 34,4 prosent oppga at det var en endring, bare 3 prosent var misfornøyd med denne endringen. Reisepanleggingen ble mer effektiv (4.79 av 7).

Dette fungerte ikke så bra:

Mismatch i endrede reisevaner:

- Folk brukte bil mindre enn planlagt – 30 prosent mindre enn det de hadde betalt for – dette ga en mismatch i tilbud og etterspørsel. Dette er bra for mange mål, men negativt i et selskapsperspektiv for de som tilbyr denne tjenesten.

Modellen fungerte ikke så godt med et offentlig transporttilbud eller i konkurranse mellom ulike aktører:

- Fordi offentlig transport er subsidiert så fungerte dette ikke så godt inn i UbiGo systemet fordi UbiGo ikke kunne ta profitt på toppen av det det kostet ellers (da ville folk kjøpt tjenesten direkte).
- De som tilbyr tjenestene som inngår får kunder – men mister merkevareprofil.
- UbiGo vil ha nærmest eksklusiv tilgang til kundene som abonnerer. Kundene ønsker også å kunne velge mellom konkurrerende tilbud – men kan i praksis bare velge mellom de som deltar i UbiGo.

Den valgte businessmodellen fungerte ikke så bra:

- Månedlig betaling ga UbiGo mulighet til å forhandle priser med tilbydere og garantere et tilbud, men dette ble en for lite fleksibel modell.
- Enkelte vil ha behov for og råd til et tilbud som er mindre enn minimumsnivået som var satt.
- En lyktes ikke alltid å tilby beste pris.

Behov for supporttjenester:

- UbiGo skulle løse alle henvendelser. Dette ble en større jobb enn forutsatt. Det fungerte godt for kundene, men ikke så godt for prosjektdeltakerne.

V.1.3 Institusjonelle forutsetninger og utfordringer

Med en bred forståelse av institusjoner der disse er rutiner, vaner og normer, men også formelle institusjoner som regler og lovverk, kan vi sortere hva integrert mobilitet betyr på tre ulike nivåer som vist på Figur V.1.2. De ulike nivåene er knyttet sammen med hovedproblemstillinger som er eksemplifisert i sirklene til høyre.



Figur V.1.2: Ulike nivåer

Politisk nasjonalt nivå (makro)

Inspirert av blant annet forskning ved K2 har vi sortert aktuelle faktorer på overordnet nivå (Makro) (Karlsson, 2016; Lund, Kerttu and Koglin, 2017). På statlig nivå ligger ansvaret for å utforme regelverk som ivaretar blant annet personvern hensyn. Eventuelle nødvendige avklaringer av hvilken rolle kollektivtransporten kan ta og ikke ta – hva er det offentliges ansvar og hvilke begrensninger ligger i det offentliges rolle er aktuelle problemstillinger. Innenfor dette kommer blant annet grenseflater mot konkurransepolitikk. Staten tilrettelegger videre i dag indirekte og direkte for kollektivtrafikk gjennom blant annet ulike tilskuddsordninger, ordninger som påvirkes av integrert mobilitet.

Foretak / lokal forvaltning (meso)

På mesonivå er det de praktiske løsningene og utfordringene utspiller seg. Skal kollektivselskapene være helhetlige tilbydere av mobilitet? Hvordan påvirker dette fysisk infrastruktur og datainfrastruktur (inkludert betaling og informasjonsløsninger)? Private aktører som bil-delingsaktører/bil industrien og tilbydere av app-løsninger kan både forstås som samarbeidspartnere og konkurrenter i rollen om å være ledende i utvikling og tilrettelegging.

Personnivå (mikro)

På individnivå «lover» integrert mobilitet nye løsninger, sømløse reiser og individuell tilpasning. Samtidig har de reisende i dag ulike reisebehov. De har kunnskap og vaner som er knyttet til dagens løsninger – og de kan ha skepsis og forventninger til andre løsninger enn de de er vant til. Vaner er vanskelig å bryte, men samtidig er dagens brukere vant til å hente informasjon og blir påvirket av omverdenen via en rekke ulike delingsinformasjonstjenester.

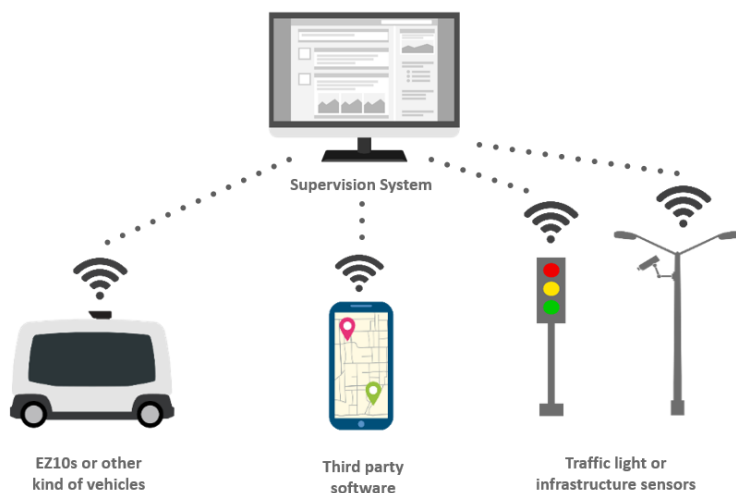
I denne sammenhenger vektlegger vi hva integrert mobilitet betyr for individet, for trafikantene, for brukerne eller for kundene. Kort sagt - hva det betyr for de reisende i hverdagen.

Vedlegg 2: Autonome kjøretøy

Autonome eller selvkjørende kjøretøy (på engelsk omtalt som *autonomous, self-driving, driverless, or robotic*) er kjøretøy som er i stand til å registrere omgivelsene og navigere uten menneskelig innsats. Dette vedlegget redegjør for mulige fordeler og ulemper ved selvkjørende kjøretøy basert på tidligere studier. Dette har blitt brukt for å se på muligheter og barrierer ved implementering, og ulike rammebetingelser for de ulike løsningene. Vurderingene omfatter i liten grad teknologien som benyttes, og i hvilken grad den fungerer eller ikke. I stedet er det vektlagt hvilket tilbud løsningene må tilby for å være aktuelle for reisende i Osloområdet.

V.2.1 Autonome kjøretøy

Selvkjørende kjøretøyene navigerer ved at en datamaskin sørger for kommunikasjon med både kjøretøyet, infrastrukturen og tredjepart (passasjerene). Figur V.2.1 gir en skjematisk oversikt over hvordan én slik autonom transportløsning fungerer (eksempelet er EZ10).



Figur V.2.1: En autonom transportløsning basert på EZ10 førerløs løsning (Easymile, 2017)

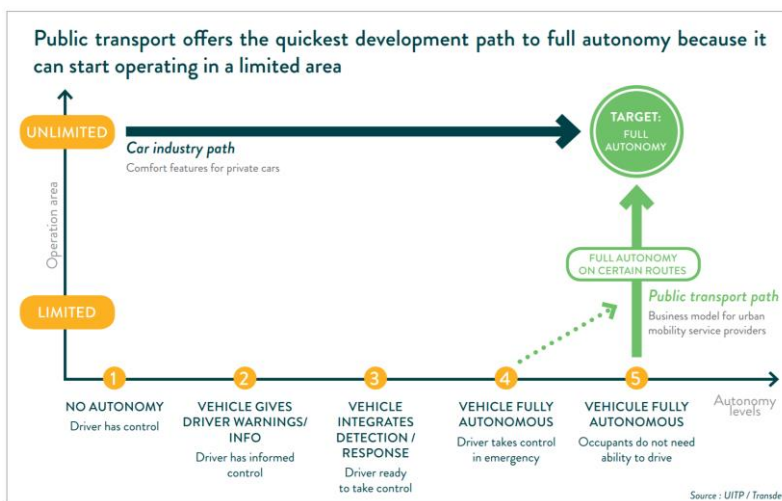
Selvkjørende kjøretøy har vært en futuristisk drøm siden 1930-tallet. I de senere år er det gjort en rekke studier på selvkjørende kjøretøy. Grovt sett kan vi si at disse enten omtaler teknologien, krav til infrastrukturen og regulatoriske forhold (planleggingen) og/eller hvordan den vil mottas av markedet (holdninger og menneskelige faktorer).

Autonomnivåene

Det er klassifisert flere nivåer på veien til fullstendig autonome kjøretøy, og UITP (2017) med flere har utviklet omtrent de samme automasjonsnivåene som er som følger:

- **Nivå 1: Ingen automasjon**
Føreren har all kontroll.
- **Nivå 2: Førerassistanse**
Kjøretøyet gir sjåføren advarsler/info. Sjåføren har informert kontroll bremsing (for eksempel adaptiv cruise control).
- **Nivå 3: Delvis automatisering**
Kjøretøyintegriert gjenkjenne/respns. Sjåføren er klar til å overta kontrollen dersom systemet ikke kan utføre oppgavene.
- **Nivå 4: Full automasjon**
Kjøretøyet har all kontroll, men sjåføren er klar til å ta over ved en nødsituasjon
- **Nivå 5: Full automasjon**
Systemet tar seg av alle oppgaver, overvåker omgivelsene, og fungerer i alle situasjoner. Passasjerene trenger ikke å besitte kjørekunnskaper da kjøretøyet kan gjøre alle oppgaver en menneskelig fører normalt vil gjøre, og kan derfor i praksis designes uten ratt og pedaler.

Vegen til et slikt fullautomatisert samfunn er skissert på figuren under. Det illustrerer også at en blant annet må finne ut hvilken funksjon helautomatiserte kjøretøy skal ha og hvem som skal eie dem dersom de skal inngå som en del av transportsystemet.



Figur V.2.2. Vegen gjennom ulike automatiseringsnivåer for bilen og kollektivtrafikken (UITP, 2017a)

Forskningsprosjekt i Norge

Forskningsprosjektet SAREPTA finansieres av Norges Forskningsråds program Transport 2025, og ledes av SINTEF med NTNU som partner. Hovedfokuset ligger på veg- og sjøtransport. Visjonen til prosjektet er å bidra til et grønt, smart, trygt og sikkert automatisert transportsystem ved å bygge et vitenskapelig grunnlag som gjør at offentlige debatter og politiske beslutninger innenfor automatiserte transportsystemer baseres på vitenskap i stedet for anekdotiske bevis. Prosjektet varer fra 2017-2020 (Moen, 2017).

Det har dessuten blitt gjort en del kunnskapskartlegginger med litt ulike vinklinger rundt de nye transportløsningene. Det inngår for eksempel en kartlegging som felles utredning for byutredningene. En TØI-rapport signert (Østli, Ørving and Aarhaug, 2017) «*Betydningen av ny teknologi for oppfyllelse av nullvekstmålet. En litteraturstudie*» ble publisert i juni 2017. Rapporten ser på hvordan teknologisk utvikling vil påvirke nullvekstmålet for norske byområder frem mot 2030, med spesielt fokus på delingsmobilitet, autonome kjøretøy og «Mobility as a Service» (tre transportinnovasjoner drevet av teknologisk utvikling). Disse har blitt evaluert med hensyn til trafikkarbeid, investerings- og driftskostnader, arealutvikling, politikkkutforming, samt tidsaspekt for gjennomføring av tiltak i transportsektoren.

Denne litteraturstudien indikerte at delingsmobilitet, autonome kjøretøy og MaaS vil påvirke det fremtidige trafikkarbeidet, men de ulike rapportene gir motstridende effekter slik at totaleffekten er usikker. Studien peker på at det er behov for å videreutvikle transportmodellene for bedre å ta hensyn til hvordan de nye transportløsningene påvirker trafikantenes adferd. Østli, Ørving and Aarhaug 2017 understreker at det er behov for å analysere hvordan de nye transportløsningene påvirker trafikantenes tidsverdier og hvordan transportkostnadene påvirkes, for bedre å kunne predikere fremtidig etterspørsel og reisemiddelfordeling med de nye transportformene.

Tidsperspektiv

Spådommene om når de selvkjørende kjøretøyene blir tilgjengelige, varierer. UITP (2017) sier tidlig på 2020-tallet, mens (Litman, 2017) hevder at bare utvalgte kundegrupper vil oppleve nytten av denne type kjøretøy i 2020-2030-årene. De fleste virkningene, herunder redusert trafikk (kø) og parkeringsbehov (og dermed redusert behov for veg- og parkeringsareal), uavhengig transport for lav-inntektspersoner (og dermed redusert subsidieringsbehov for transport), forbedret sikkerhet, energisparing og utslippsreduksjon, vil ikke inntre før autonome kjøretøy blitt mer vanlig og rimelig, trolig i 2040-2060-årene. Noen av effektene vil også kunne kreve forbud mot menneskekjorte kjøretøy på enkelte strekninger, noe som antageligvis vil ta lengre tid (Litman, 2017).

McKinsey and Company så i 2016 for seg at implementering av selvkjørende kjøretøy startet i 2015, etterfulgt av en gradvis utvikling frem mot full drift i 2050. Autoliv AB skisserer at «mind off (level 4)» allerede oppnås rundt 2020 (Moen, 2017). ITS Norway mener full automatisering på motorveiene er oppnådd rundt 2025 og i byene nærmere 2030 (Hovland, 2017).

Henderson and Spencer 2016 anslår at de første selvkjørendebilene kommer på slutten av dette tiåret og at tilpasninger og integrasjon blir i perioden 2025 til 2030. WSP and Farrells, 2016 anslår at fem år vil teknologien være vanligere og bedre forstått - om mellom 15 til 25 år vil førerløse og autonome biler være et tilbud til alle. Henderson and Spencer, 2016 anslår:

- I løpet av 2020-2030 mellom 2 til 5 prosent av bilsalget
- Mellom 2030-2040 mellom 20 til 40 prosent av bilsalget
- Mellom 2040-2050 mellom 40 til 60 prosent av bilsalget

V2.2 Mulige konsekvenser av selvkjørende kjøretøy

En rekke studier peker på fordelene og ulempene ved selvkjørende kjøretøy. Effektene er gjerne motstridende, noe som bidrar til usikkerhet rundt totaleffekten og de totale virkningene på trafikkarbeidet. Effekten er i stor grad avhengig av hvordan de ulike innovasjonene implementeres. De fleste studiene etterspør derfor mer forskning på området, da det stadig er mye som er uavklart.

Mulige fordeler

UITP, 2017a hevder i «*Policy brief. Autonomous vehicles: A potential game changer for urban mobility*» at selvkjørende kjøretøy kan føre til sunnere, mer konkurransedyktige og grønnere byer. En rekke studier peker på fordelene ved autonome kjøretøy som for eksempel:

- **Bedre trafiksikkerhet**

Flere kilder peker på at selvkjørende kjøretøy vil medføre færre ulykker, og dermed innebærer bedre trafiksikkerhet og store kostnadsbesparelser (og forsikringsbesparelser) ettersom menneskelig svikt er hovedårsaken til ulykker (Burghout, Rigole and Andreasson, 2015; Fagnant and Kockelman, 2015; European Commission, 2016; WSP and Farrells, 2016; Rindedal and Stavseth, 2017). WSP and Farrells, 2016 hevder at selvkjørende kjøretøy også kan medføre og bedre kjørekomfort (færre bråbremsinger), og gjøre det tryggere å drive med vegarbeid. I tillegg mener de at det vil gjøre det tryggere å gå/sykle, og dermed øke attraktiviteten til disse transportformene.

- **Bedre trafikkavvikling**

Selvkjørende kjøretøy kan redusere køene gjennom bedre kapasitetsutnyttelse av vegnettet (spesielt dersom de benyttes av samkjørende passasjerer) og gi bedre kjørekomfort (European Commission 2017, Fagnant og Kockelman 2015). Henderson and Spencer, 2016 hevder også at selvkjørende kjøretøy vil bruke vegene mer effektivt enn konvensjonelle biler. Ulike studier anslår mellom to til fire ganger mer effektivt bruk av arealet. WSP and Farrells, 2016 mener at det kan redusere behovet for å investere i motorveg. I tillegg kan kjøretiden på motorveg blir mer pålitelig på grunn av sanntidssystemer, og kjøretøyene kan selv rapportere tilbake til vegeier om feil og mangler ved infrastrukturen.

- **Redusert behov for parkeringsareal**

Selvkjørende kjøretøy kan redusere nødvendige parkeringsareal, noe som er spesielt viktig i områder med arealknapphet (som bysentrum). Henderson and Spencer, 2016 mener det vil gi en maksimal reduksjon på 42 prosent. Hvis redusert parkeringsarealbehov frigjør areal i boligområder, mener de at autonome biler også vil ha betydning for utforming av bolig og kontorbygninger/områder¹². WSP and Farrells, 2016 hevder at reduserte parkeringsbehov (spesielt i sentrum) vil frigjøre mellom 15 og 20 prosent mer areal for utvikling. Delte løsninger vil frigjøre ytterligere areal.

¹² (Henderson and Spencer, 2016) oppsummerer også konsekvenser for industri og logistikk, men det er mindre relevant i denne sammenheng og derfor ikke referert her.

- **Miljøvennlige**

Selvkjørende kjøretøy kan være mer miljøvennlige (forutsatt at kjøretøyene er hel-elektriske) på grunn av drivstoffbesparelser og utslippsreduksjon (klimagasser) (Fagnant og Kockelman 2015).

- **Økt brukervennlighet**

Selvkjørende kjøretøy vil eliminere eventuelle barrierer for de eldre og/eller bevegelses-hemmede passasjerene (Fagnant and Kockelman, 2015; Owczarzak and Żak, 2015; Sivak and Schoettle, 2015). Det vil gjøre transportsystemet mer brukervennlige for en større andel av befolkningen.

- **Bilhold**

Det blir enklere å dele fordi bilene kan være egne taxier. Bileierskapet er anslått til å reduseres fra 2.1 til 1.2 (tall fra USA) kjøretøy per husholdning. MIT SENSEable City Lab anslår at dersom alle biler er selvkjørende, vil omlag 80 prosent færre biler være nødvendig for å frakte folk dit de vil, når de vil. Tidligere bilselskaper kan derfor bli transporttilbydere. Både GM og Volkswagen indikerer at de vil bevege seg fra en «eiermodell» til en «mobility-on-demand modell» (Henderson and Spencer, 2016).

Fagnant and Kockelman, 2015 baserer seg på andres forskning når de kalkulerer at drivstoffeffektivisering sammen med trafiksikkerhetsfordeler (reduksjon i antall ulykker¹³), mindre kø (reduisert reisetid) og et redusert behov for parkeringsplasser (spesielt på steder som i dag har høye parkeringskostnader), vil gi besparelser på rundt \$2000 per år per selvkjørende kjøretøy.

Mulige ulemper

Andre mener at den potensielle nytten overdrives, for eksempel (Litman, 2017) som mener det også vil medføre motgående effekter.

- **Trafiksikkerhet**

Folk tar større risiko dersom de har tryggere kjøretøy (Litman, 2017). Sivak and Schoettle, 2015 sier i tillegg at autonome kjøretøy ikke nødvendigvis er tryggere enn en gjennomsnittlig sjåfør, og at man heller vil få en økning i antall ulykker ved blandet trafikk (konvensjonelle og selvkjørende biler). Fagnant and Kockelman, 2015 mener at mange situasjoner vil være

ADDN ZOTERO_ITEM CSL_CITATION {"citationID":"Iflya6BX","properties":{"formattedCitation":"(Fagnant and Kockelman, 2014)","plainCitation":"(Fagnant and Kockelman, 2014)","citationItems":[{"id":604,"uris":["http://zotero.org/groups/1408533/items/TF6RRM4Q"],"uri":["http://zotero.org/groups/1408533/items/TF6RRM4Q"],"itemData":{"id":604,"type":"article-journal","title":"The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios","container-title":"Transportation Research Part C: Emerging Technologies","page":"1-13","volume":"40","source":"CrossRef","DOI":"10.1016/j.trc.2013.12.001","ISSN":"0968090X","language":"en","author":{"family":"Fagnant","given":"Daniel J."},"family":"Kockelman","given":"Kara M."},"issued":{"date-parts":["2014",3]}}]},"schema":"https://github.com/citation-style-language/schema/raw/master/csl-citation.json"} (Fagnant and Kockelman, 2014)¹³ Ulykkeskostnadene baserer seg på at 40 % av ulykkene skyldes en kombinasjon av alkohol/rus, distraksjon eller at føreren sovner bak rattet. Selvkjørende kjøretøy fjerner denne typen ulykker. Samtidig ser man at 90 % av ulykkene i hovedsak skyldes førerfeil som for eksempel for høy hastighet, aggressiv kjøring etc. Tas dette også med (dersom omfattende ulykkeskostnader) kan man få en besparelse på totalt \$4000 per kjøretøy per år.

forholdvis enkle for de selvkjørende kjøretøyene å håndtere, men at det vil være utfordrende å designe et system som er trafiksikkert i enhver situasjon. (Owczarzak and Žak, 2015) peker også på at det vil være høy risiko for svikt i systemet.

- **Trafikkavvikling**

De optimale akselerasjon/bremse-innstillingene de selvkjørende kjøretøyene har, vil ikke nødvendigvis oppleves så komfortabelt for de som sitter på slik at de vil endre innstillingene og dermed redusere kapasitetseffektiviteten (Litman, 2017). Owczarzak and Žak, 2015 hevder dessuten at det kan gi større kødannelse grunnet mindre vegareal. Henderson and Spencer, 2016 mener det vil bli økt trengsel spesielt på mindre veger fordi bilene vil lete etter det mest effektive rutevalget. Fagnant and Kockelman, 2015 peker også på at virkningen og interaksjonen med andre komponenter i transportsystemet, samt implementeringsdetaljer, fortsatt er usikre.

- **Arealbehov**

Selvkjørende taxier trenger steder å returnere til dersom de er uten oppdrag (Litman, 2017).

- **Økte brukervennlighet gir økt etterspørsel**

Etterspørselen vil øke dersom folk som i dag ikke kan benytte bil på egenhånd (som unge, eldre, funksjonshemmede), vil kunne kjøre (Sivak and Schoettle, 2015). Sivak and Schoettle, 2015 antar i sin studie at de fleste kjøretøy fortsatt vil være private (altså ikke sett på effekt av deling/samkjøring), og at de som ikke kjører vil få samme vaner som de som kjører i dag når de fokuserer på unge voksne (18-39 år). Tilgjengelighet til selvkjørende kjøretøy vil da øke etterspørselen med opptil 11 prosent.

Litman, 2017 hevder også at de selvkjørende kjøretøyene vil gi enkeltpersoner økt antall reisekm. Dette finner man igjen i en undersøkelse utført av det danske Vejdirektoratet som undersøkte 3000 personers forventninger til transportvaner i en verden med selvkjørende biler. Her mente en fjerdedel av de spurte at de kommer til å kjøre mer dersom bilene blir helt selvkjørende (Wilke, 2017). Litman, 2017 påpeker i tillegg at en faktisk sjåfør ofte er til hjelp for passasjerene utover det å sørge for at de kommer trygt frem til reisemålet. De kan for eksempel være behjelpelige med å bære bagasje, gi informasjon til turister og hjelpe folk inn og ut av kjøretøyet, spesielt de med bevegelseshemninger. Det å ikke ha en sjåfør tilgjengelig vil således kunne redusere servicen. Det at flere kjøretøy er i bruk av mange mennesker vil også kreve regelmessig rengjøring. Dersom det ikke gjøres, vil det forverre trafikantens opplevelse av tilbudet.

I tillegg fremheves gjerne ulemper som:

- **Høye investeringskostnader**

Selvkjørende kjøretøy vil ha høye investeringskostnader (selv om enkelte deler vil bli billigere ved masseproduksjon). De store investeringskostnadene gjelder både kjøretøyene i seg selv og rekonstruksjon av infrastrukturen (Owczarzak and Žak, 2015).

- **Manglende lovverk og ulike etiske problemstillinger**

Manglende lovverk som regulerer bruk av kjøretøy uten sjåfør fremheves som en av ulempene ved selvkjørende kjøretøy. Årsaken er at dersom det skjer en ulykke i Norge i dag, er det føreren av kjøretøyet som er ansvarlig. Skyldspørsmålet vurderes med utgangspunkt i

hendelsesforløpet og grad av aktsomhet. Det kritiske spørsmålet ved selvkjørende kjøretøy blir dermed: «Hvem har ansvaret dersom ulykken er ute?». I tillegg får man den etiske problemstillingen: «Hva skal den selvkjørende bilen gjøre dersom noen må dø?», og blir det vanskeligere for de etterlatte å gå videre når ulykken «aldri skulle skjedd» fremfor at man er «på feil sted til feil tid» (uflaks)?

Øvrige effekter

- Størst effekt på områder med lav tetthet, mindre effekt på områder med høy tetthet*
 En studie utført av Universitet i Michigan i Chicago hevdet at automatiske biler kunne øke pendlingen til regionale togstopp (Henderson and Spencer, 2016). Effekten var størst i områder med lav inntekt og lav tetthet, og gikk på bekostning av kjøring, gange og sykling. Særlig i områder med lav tetthet sank kjøringen. Henderson and Spencer, 2016 hevder derfor at selvkjørende biler vil ha størst konsekvenser for transportsystemet i områder med lav tetthet og i drabantbyer. I tettere områder vil selvkjørende biler ha mindre betydning fordi tilgangen til offentlig transport er god, og det vil være små endringer i bruk av transportform selv om de vil kunne ta en del av taximarkedet (Henderson and Spencer, 2016).
- Effekt på arealbruk*
 Smolnicki and Sottys, 2016 ser på ulike scenarier for å si noe om de selvkjørende kjøretøyenes betydning for byarealet. Hovedlinja i argumentasjonen er at man får hva en tilrettelegger for. En kan for eksempel tilrettelegge for rask transport eller for et fotgjengervennlig og prioritert system med lav fart i by. Det fotgjengertilpassede systemet gir lengre reisetider og tettere byer, noe som er avgjørende for konsekvensene av teknologien. Større minibusser kan i større grad fungere komplementært til et kollektivsystem, mens massetransport med selvkjørende biler vil gi lengre transportavstander og krav om høyere fart.
- Effekt for kjøretøy-km og verdsetting av tid*
 Henderson and Spencer, 2016 hevder at folk vil reise mer, spesielt på steder der man er avhengig av bil, men er likevel usikkert på om kjøretøyene vil øke totalt utkjørte kilometer. Fagnant and Kockelman, 2015 prøver å stipulere to scenarioytterpunkter for kjøretøy-kilometer¹⁴-vekst basert på dens gjennomslagskraft i massemarkedet. Dersom de selvkjørende bilene får en gjennomslagskraft på 90 %, vil man få en minimumsvekst i kjøretøykilometer for hvert selvkjørende kjøretøy på 10% (Fagnant and Kockelman, 2015). En modellering av San Francisco Bay Area en økning i kjøretøykilometer på 4-8 % for hele regionen på grunn av endret reisemiddel og reisemål (Henderson and Spencer, 2016).

Dersom de selvkjørende bilene får en gjennomslagskraft på 10 %, vil man få en minimumsvekst i kjøretøykilometer for hvert selvkjørende kjøretøy på 20% (Fagnant and Kockelman, 2015). Byområdets elastisitet (den langsiktige - seks år eller mer) av kjøretøykilometer (etterspørsel etter reiser på veg) i forhold til antall km motorvei i området, varierer fra rundt 0,47-1,0 (i gjennomsnitt 0,74). Ettersom ikke alle veiene har kø-problematikk, kan man benytte en elastisitet på 0,37 for hele systemet. Fagnant and Kockelman, 2015 drar også frem publikasjoner som har vist en endring i folks verdsetting av reisetid, at den kan reduseres ettersom folk kan benytte ombordtiden til noe annet enn å styre bilen.

¹⁴ De bruker begrepet «VMT» står for «Vehicle Miles Traveled (VMT)», altså antall kjøretøykilometer for hvert selvkjørende kjøretøy.

Tekstboks V.3 Øvrige innspill til mulige effekter

WSP and Farrells, 2016 hevder at teknologien vil ligge i bilene slik at man ikke trenger spesifikk veginfrastruktur. Behovet for kapasitetssterke løsninger vil bestå, og være spesielt viktige i rush og mellom byområder. De mener selvkjørende kjøretøy vil fungere som tilbringertransport, og være spesielt viktig på landsbygda der det kan gi et kollektivtilbud der det i dag ikke finnes i dag. Det kan gjøre det lettere å erstatte bil nummer to utenfor tette byområder. Et selvkjørende kjøretøy kan for eksempel kjøre folk hjemmefra til togstasjonen, men for at det skal være konkurransedyktig må dette være billigere enn å bruke det selvkjørende kjøretøyet hele veien. Deleløsninger kan gi økt etterspørsel ved at folk får tilgang til et billigere transporttilbud enn det å eie egen bil.

V.2.3 Muligheter og barrierer for implementering

Fagnant and Kockelman, 2015 peker på kjøretøyskostnadene, sertifiseringen av kjøretøyene¹⁵, sikkerhet, personvern¹⁶, rettsikkerhet, ansvar og oppfatning (av omgivelsene) som barrierer for implementering i USA. Det som gjør det spesielt vanskelig å implementere og få gjennomslag på massemarkedet, er investeringskostnadene, som de hevder vil være tilnærmet uoverkommelige.

Investeringskostnadenes betydning vil variere med hvem som skal ta denne kostnaden (det private/offentlige). Et alternativ er at den enkelte går fra å betale for å eie kjøretøyet til å betale for bruk av kjøretøyet. Videre vil disse barrierene opptre på ulike institusjonelle nivåer, både på samfunnsnivå og hos den enkelte. Samtidig kan barrierene være overlappende med mulighetene selvkjørende kjøretøy gir.

Nasjonalt nivå

Prinsippet bak selvkjørende biler er at de ikke har sjåfør. Gjeldende krav om ansvarlig fører i kjøretøyet er dermed det største hinderet for utprøving og innføring av selvkjørende kjøretøy (Samferdselsdepartementet, 2017). På makronivå (nasjonalt nivå) er derfor regulering en viktig mulig barriere.

Både nasjonalt og internasjonalt jobbes det med regulering og strategi, samt sertifiseringen av kjøretøyene. I desember 2016 sendte Regjeringen forslag til ny lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy på vei til høring¹⁷, for å kunne fremme et lovforslag for Stortinget våren 2017. Høringen hadde frist 1. mars 2017. Formålet er å legge til rette for utprøving av selvkjørende kjøretøy på vei, innenfor rammer som særlig ivaretar trafikksikkerhets- og personvern hensyn. De som ønsker å prøve ut selvkjørende kjøretøy, skal søke om dette, og det

¹⁵ En av utfordringene i USA er at lisensiering og teststandarder utvikles for hver enkel stat fremfor nasjonalt, noe som kan medføre uoverensstemmelser på tvers av statene. Amerikanske myndigheter bør derfor lage et nasjonalt regelverk for selvkjørende kjøretøy med standarder for ansvars, sikkerhet og personvern.

¹⁶ Fagnant og Kockelman (2015) peker på viktigheten av en ny personvernstandard for USA slik at manglende privatliv ikke blir normen for personlige bilreiser.

¹⁷ <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/horing---forslag-til-ny-lov-om-utproving-av-selvkjorende-kjoretoy-pa-veg/id2523663/>

kan stilles nærmere vilkår i tillatelsen. Utprøvingen skal skje gradvis, særlig ut fra teknologiens modenhet, og med formål å avdekke hvilke effekter selvkjørende kjøretøy kan ha, særlig for trafiksikkerhet, effektivitet i trafikkavviklingen, mobilitet og miljø. I forslaget er det lagt opp til at en konkret person må stå som ansvarlig for utprøvingen. Forslaget bygger på Amsterdamerklæringen (Moen, 2017).

Amsterdamerklæringen

Norge har sluttet seg til Amsterdamerklæringen "*Declaration of Amsterdam: Cooperation in the field of connected and automated driving*" fra april 2016. Felles agenda:

- a) Samordnede internasjonale, europeiske og nasjonale regler
- b) Eierskap til samt bruk og deling av data
- c) Personvern og datasikkerhet
- d) Kjøretøy-til-kjøretøy (V2V) og kjøretøy-til-infrastruktur (V2I) kommunikasjon
- e) Systemsikkerhet
- f) Bevisstgjøring og aksept
- g) Felles definisjoner av "connected and automated driving"
- h) Internasjonalt samarbeid

Figur V.2.3: Amsterdamerklæringen (Moen, 2017)

California Department of Motor Vehicles (DMV) vedtok i september 2012 utvikling av et regelverk for testing og drift av operative autonome kjøretøy på offentlig veg (Bernard C. Soriano et.al). Det er første gang slike forskrifter har blitt utviklet før de føderale reguleringsene. For å få innsikt i den nye teknologien, innkalte DMV til møte med myndigheter, akademia og interessenter fra næringslivet, i tillegg til bilprodusentene. På bakgrunn av dette har de tatt sikte på å utvikle to separate regulatoriske tiltak som skal revideres i takt med teknologiutviklingen. Den første omfatter test-fasen som produsenten står for og den andre testing i «et ikke-testende miljø». Problemstillingene de så nærmere på i disse møtene, kan være interessante i et videre studie (Meyer og Beiker 2014).

Lokalt og foretaksnivå

Ruter kan bli en aktuell aktør på mesonivå. Mulig barrierer og muligheter vil da blant annet være Ruters posisjonering i forhold til andre aktører, og hvilken rolle Ruter og Ruters eiere ønsker å ta. Dette kan belyses med Sorgenfrei, 2017 fra Autonomus Mobility AS sitt innlegg under Ruters leverandørkonferanse.

Sorgenfrei, 2017 mener det er viktig at Ruter viser at de ønsker å forplikte seg til selvkjøringsteknologi. Det kan de gjøre ved å definere utnyttelsespotensialet denne selvkjørende teknologien har for Ruter i et veikart. Og mener videre at det er viktig at Ruter husker at det er en læringsprosess for både produsenter, operatører og lovgivere, og at partnerskap og forretningsmodeller må gjenspeile den iboende fleksibiliteten denne prosessen vil kreve.

Bergen kommune, 2015 er blant aktørene på dette nivået som har en holdning og strategi knyttet til spørsmålet. De har utarbeidet en klima- og energihandlingsplan («Grønn strategi») med et eget avsnitt om autonome kjøretøy. Planen hevder at klimagevinsten ved selvkjørende kjøretøy er tvilsom dersom det bare ansees som «*et spennende tillegg til dagens privateide biler*» (Bergen kommune, 2015). Hvis en derimot klarer å styre utviklingen mot en delt flåte av autonome kjøretøy som leverer transport på forespørsel, kan gevinstene for byene være enorme. Bakgrunnen for den uttalelsen er to uavhengige studier med henholdsvis Lisboa og Stockholm som case, som viser at en slik løsning kan løse dagens transportbehov med rundt 10 % av dagens vegkapasitet og parkeringsareal. Det forutsetter et godt samspill med et kapasitetssterkt kollektivsystem, og fordeler som for eksempel:

- Verdifulle by-arealer frigjøres til andre formål (økonomisk gevinst)
- Kjøretøy som basere seg på nullutslippsteknologi (eventuell lading eller bytte av batterier kan foregå helautomatisk etter behov)
- Reduserer antall trafikkulykker
- På denne måten kan en nærme seg en visjon om null klimagassutslipp fra transportsektoren, samtidig som antall trafikkulykker kan gå mot null.

Bergen kommune anser det som viktig å ta med slike scenarier i all langsiktig planlegging av areal- og transportbehov for fremtiden (Bergen kommune, 2015).

Individuelt nivå

På individuelt nivå kan personvern og rettsikkerhet/ansvar være en utfordring, i tillegg til trafikantenes holdning til selvkjørende biler.

Trafikantens holdninger til selvkjørende biler internasjonalt

Til tross for at selvkjørende kjøretøy tilbyr løsninger på en rekke mobilitetsutfordringer, er mange motvillige til å ta teknologien i bruk fordi de er ukomfortable med sikkerheten, ansvarsfordelingen og kontrollen. Offentlige holdninger til selvstyrte biler blir dermed stadig viktigere ettersom det former teknologietterspørselen, politikken som styrer den og fremtidige infrastrukturinvesteringer (Howard, 2013).

Howard, 2013 sin undersøkelse så på holdningene til sannsynlige «adopters» (n = 107). Det de likte best ved selvkjørende kjøretøy var de potensielle sikkerhetsfordelene, bekvemmeligheten ved å slippe å finne parkering, det å kunne multitask underveis. Andre var mest opptatt av ansvarsfordelingen, kostnadene ved teknologien og det å miste kontrollen over kjøretøyet. Menn var mer opptatt av ansvarsfordelingen og mindre opptatt av kontrollen enn det kvinner var. Enkeltpersoner med høyere inntekt var mest opptatt av ansvar, mens de med lavere inntekt synes å være mer opptatt av sikkerhet og kontroll. Syklister og de som til vanlig kjørte bil alene, var mest opptatt av det å gi fra seg kontrollen. Alle gruppene var opptatt av kostnadene.

En undersøkelse av holdninger gjennomført av Cisco Customer Experience Research i 2013 blant omtrent 1500 respondenter i 10 land, viste at 57 prosent av forbrukere hadde tillitt til førerløse biler. Snudd på hodet betyr det at nesten halvparten ikke hadde tillitt til denne type

teknologi. Det er en større villighet til å reise med førerløse biler i fremvoksende markeder som Brasil, India og Kina (95-75 prosent), mens de europeiske landene Frankrike, England og Tyskland ligger i andre enden av skalaen (45-31 prosent). Respondentene fra samtlige land sier de er mindre villig til å la barna kjøre førerløse biler enn at de selv gjør det (Sato, 2013).

Schoettle and Sivak, 2014 gjorde en undersøkelse for å se på folks holdninger til selvkjørende biler i USA, Storbritannia og Australia ved å intervjuer 1533 personer over 18 år. Flertallet av respondentene hadde hørt om autonome eller selvkjørende biler tidligere, og de hadde i utgangspunktet positive holdninger og høye forventninger til fordelene ved teknologien. Samtidig uttrykte de en høy grad av bekymring for det å sitte på med selvkjørende kjøretøy med tanke på sikkerheten knyttet til selve bilkjøringen, og for at de selvkjørende kjøretøy ville være «dårligere sjåførere» enn faktiske, menneskelige sjåførere. Denne bekymringen var høyere hos kvinner enn hos menn, som også uttrykte en lavere forventning til teknologien sammenlignet med menn. Det var også stor grad av bekymring for kjøretøy som ikke hadde styremuligheter. De selvkjørende kjøretøyenes bevegelser når det ikke er mennesker ombord, og selvkjørende nyttekjøretøy, busser og drosjer. De vil gjerne ha teknologien i eget kjøretøy når den blir tilgjengelig, men er ikke villig til å betale ekstra for den.

For å sammenligne disse resultatene med funn fra andre land, ble det gjort en tilsvarende undersøkelse i Kina (n = 610), India (n = 527) og Japan (n = 585). Hovedfunnene som Sivak and Schoettle, 2015 peker på var at de fleste hadde hørt om selvkjørende kjøretøy tidligere, de hadde en positiv innstilling og høye forventninger til teknologien (unntatt Japan som stilte seg mer nøytral). Det var likevel et høyt bekymringsnivå for å kjøre autonome kjøretøy, sikkerheten til utstyret og systemfeil, og det at autonome kjøretøy ikke kjører så bra som menneskelige sjåførere. Det ble også uttrykt et høyt bekymringsnivå for kjøretøy uten kontrollør, og for tomme selvkjørende kjøretøy som beveger seg rundt og selvkjørende kommersielle kjøretøy som busser og taxier. De fleste ville ha den selvkjørende teknologien i egen bil, men de var ikke villig til å betale ekstra for det. Sammenligner man svarene fra respondentene i de ulike landene, ser man at de i Kina og India er de som er mest positive til teknologien i utgangspunktet, er mest interessert i å ha slik teknologi i egen bil og er også villig til å betale mest for den. Japanerne er derimot mer nøytrale til teknologien og er også de som er villig til å betale minst for den (Sivak and Schoettle, 2015). Variasjonene fra land til land viser viktighetene av å gjennomføre egne holdningsundersøkelser for å kartlegge befolkningens preferanser til den nye teknologien.

Trafikantens holdninger til selvkjørende biler i Norge

I TØI-rapporten «*Trafikksikkerhetstilstanden 2016. Befolkningens kunnskaper, adferd og holdninger*» ble 2331 respondenter blant annet bedt om å ta stilling til påstanden «Norge bør være et foregangsland for å tillate selvkjørende biler på vegene». 12 og 21 prosent av respondentene er henholdsvis helt og delvis enige i denne påstanden, 25 prosent er delvis

uenige mens nesten halvparten (42 prosent) er helt uenige¹⁸. Eldre personer var noe mer skeptiske enn yngre, og kvinner noe mer skeptisk enn menn (Hesjevoll and Fyhri, 2017).

V.2.4 Selvkjørende biler

En rekke private selskaper tester og utvikler selvkjørende kjøretøy, noe Tabell V.2.1 gir noen eksempler på (men ingen totaloversikt). Tabellen viser ser at mens noen tester foregår i bygater med fører som kan gripe inn, er andre mer helautomatiserte og krever mer/ser mer på tilstøtende infrastruktur. 11 selskaper har også levert rapporter til State of California om sine erfaringer (BMW, Bosch – LLC, GM Cruise, Delphi Automotive Systems – LLC, Ford, Google Auto - LLC/Waymo, Honda, Nissan North America – Inc, Mercedes-Benz Research & Development North America – Inc, Tesla Motors – Inc og Volkswagen Group of America - Inc).

¹⁸ For å få en idé om hva denne skepsisen bunner i, kan man se hva som er en gjenganger i kommentarfeltet på norske nettsider som omtaler selvkjørende biler. Her finner man først og fremst skepsis til hvordan autonome kjøretøy vil fungere i Norge med et værhardt klima (stiller større krav til vintervedlikehold) og utfordrende vegkurvatur sammenlignet med andre land. Mange stiller seg også skeptisk til datastyring («det perfekte datasystemet» finnes ikke) og de etiske/juridiske utfordringene selvkjørende biler medfører. En stor gruppe fremhever dessuten retten til å kjøre egen bil, både som en del av enkeltindividets frihet og av ren kjøreglede.

Tabell V.2.1: Noen eksempler på test og utvikling av selvkjørende kjøretøy

Bil	Infrastrukturkrav/ bilteknologi	Type trafikk	Tidshorisont
<i>Tesla</i> (Mitchell, 2017)	Fremgår ikke. Bilene er utstyrt med en rekke sensorer.	Motorvei. Autopilot fra 88 til 128 km/t (55 til 80 mhp). Krever at fører er oppmerksom. Bilen vil kjøre, kjøre forbi og svinge når nødvendig. Bilene er utstyrt med det som skal til for fullautomatisert kjøring, men softwaren på utvikles. Har vært en dødsulykke ved forbikjøring.	Lower demonstrasjon av kyst til kyst selvkjøring i år.
<i>Ford</i> (Millward, 2017)	Har nylig investert 1 milliard dollar i et firma for kunstig intelligens.	Vil produsere biler uten ratt, gass og brems	På vegen i 2021? Ser for seg deleløsninger, du betaler for tiden du bruker ikke for å eie bil
<i>General Motors</i> (Millward, 2017)	Har testet 40 Chevrolet Volt	Testet i San Francisco, Detroit og Scottsdale, Arizona (med fører klar til å overta)	
<i>Volvo</i> (Volvo, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> Semi-autonomkjøring er lansert. Bilen bistår sjåføren med å holde seg i kjørebanelen (akselerere, bremse, styre opptil 130 km/t), S90, V90 og XC90) Autonom kjøring, sjåføren har ikke ansvar, her er det ikke lovverk i dag bortsett fra testing i visse land. 	<ul style="list-style-type: none"> City Safety er standard på alle modeller og registrerer andre biler, syklist, fotgjenger og – i visse tilfeller – store dyr i vegbanen foran. Systemet varsler sjåføren om farer og bremses om nødvendig ned for å unngå en kollisjon eller redusere skadene ved et sammenstøt. Tester 100 selvkjørende kjøretøy i Gøteborg i 2017 	<ul style="list-style-type: none"> Finnes semi-autonomt Autonome systemer kan bli lansert gradvis, større hastighetsområde, flere scenarier og forhold, bruksområder og markeder)
<i>Autobahn A9 med bla Audi A7</i>	<ul style="list-style-type: none"> Testes ut nye materialer bruk i rekkverk og markører slik at de reflekterer radarbølger bedre enn i dag. I tillegg til sensorer og kamera på bilene Bilene snakker sammen gjennom mobilbasert nettverk. 	<ul style="list-style-type: none"> Tester selvkjørende kjøretøy på autobahn A9 mellom Nürnberg og München (flere bilprodusenter er med) 	Pågående
<i>Uber</i> (Hawkins, 2017; Summers, 2017)		<ul style="list-style-type: none"> Har testet selvkjørende kjøretøy i flere steder (Arizona, California, Pittsburg, Toronto) 	<ul style="list-style-type: none"> Lagt på is etter kollisjon (per mars 2017), men startet i Toronto etter det
<i>Google</i>	Waymo	Sjåføren må gripe inn lite i kjøring, men mer i bygater: 112 av 124 førerinngrep skjedde i bygater. Har kjørt 320.000 mil med sine autonome biler	Pågående.

V.2.5 Autonom kollektivtransport

I Norge skal det offentlige sørge for god tilgjengelighet til ulike samfunnstilbud for flest mulig som et velferdsgode¹⁹) og gi et effektivt og konkurransedyktig alternativ til bilen (massetransport). Hvilken transportløsning som fyller disse oppgavene, vil først og fremst avhenge av hvilket tilbud som betjener transportbehovet i et område best.

Her ser vi på hvordan kollektivtransporten påvirkes dersom den blir selvkjørende. Vi tar for oss stamlinjer og matebusser ettersom de ulike kollektivløsningene representerer ulike tilbud og tilbudsinnhold. Bestillingstransport er nærmere beskrevet i vedlegg 3 under overskriften «Bestillingstransport».

Autonome stamlinjer

Stamlinjene går der hvor trafikken er størst, og utgjør gjerne hovedlinjene i kollektivsystemet. Et velfungerende stamlinjenett betjenes derfor av høyfrekvente og kapasitetstunge kollektive transportmidler, og har gjerne god avstand mellom holdeplassene og prioritet overfor øvrig trafikk (for eksempel med egne felt og signalprioritering i kryss). Stamlinjene betjenes derfor gjerne av T-bane eller større busser som for eksempel BRT-løsninger.

BRT- og bussløsninger

Bus Rapid Transit» (BRT²⁰) betegner generelt et høykvalitets busstilbud som har et tydelig design, god fremkommelighet og høy kapasitet, er kostnadseffektivt og tilgjengelig. Konseptet går ut på «å kjøre buss, tenke bane». For å sikre at bussene får samme raske, pålitelige og punktlige reisetid som bane, etableres gjerne et kollektivnettverk der bussen kjører i separate felt (Asplan Viak, 2010; Frøyland, Ristesund and Simonsen, 2014; Frøyland, Simonsen and Ristesund, 2016). I den påfølgende teksten beskrives en BRT-løsning i Nederland, og deretter en selvkjørende bussløsning fra Kina.

BRT-løsning i Amsterdam, Nederland (Schiphol Airport-Haarlem)²¹

I juli 2016 annonserte den tyske motor- og bilprodusenten Daimler at deres Mercedes-Benz Future Bus med «Citypilot²²» hadde kjørt autonomt i eget bussfelt omgitt av faktisk trafikk for første gang (Venter, 2016). Ruta den kjørte var Europas lengste BRT-trasé (ca. 20 km) mellom Amsterdams flyplass Schiphol og byen Haarlem. Bussen overholdt alle røde lys, og sørget selv for stopp ved holdeplass (inkludert åpning/lukking av dørene). Den er programmert til «komfortabel nedbremsing», men har en maksimal retardasjon på 2 meter/sekunder². Utenfor tettbebygde strøk akselererte bussen til den forhåndsprogrammerte topphastigheten på 70 km/t. Daimler bemerker at BRT-systemene er perfekte for autonom kjøring ettersom de består

¹⁹ Sørge for nødvendig mobilitet til folk som ikke har tilgang til bil, det gjelder alt fra eldre til skoleungdom (Solli, Resell and Haugsbø, 2015).

²⁰ Det omtales gjerne som «Bus Rapid Transit» (BRT) i USA, Kina og India, mens man i Australia gjerne snakker om «Transit Way» («T-way») og i Europa «busways».

²¹ NB! Informasjonen er hentet fra nyhetsartikler og produsentens egne nettsider da det ikke var mulig å oppdrive forskningsartikler.

²² «Highway Pilot», som muliggjør autonom langdistansekjøring for lastebiler, ble prøvd for første gang i 2014. Citypilot er en videreutvikling av denne spesielt tilpasset storbyer.

av separate baner, faste rutetabeller og identiske prosedyrer ved alle bussholdeplasser (Singer, 2016; Venter, 2016).

Mercedes-Benz Futur-bussen (med lavt gulv) er omtrent 12 meter lang, og er inndelt i tre områder:

- Serviceområde foran
- Ekspressområde: Den midtre delen av bussen tilbyr ståplass for korte reiser.
- Salongområde: I enden av bussen er det et salongområde som tilbyr høyere komfort for de med lengre ombordtid.

Det tekniske utstyret består av en lang- og kortdistanse radar²³, et betydelig antall kameraer og et satellittstyrt GPS-navigasjonssystem. Utstyret sørger for å gi bussen et presist bilde av omgivelsene, og nøyaktig posisjonering av bussen. Kamerasystemet gjenkjenner for eksempel trafikklysene slik at bussen kjører/stopper til rett tid, i tillegg til at den mottar informasjon om trafikklysstatus gjennom sin kommunikasjon via Wi-Fi med ruteinfrastrukturen. Det gjør at bussen kan dra nytte av en grønn bølge av trafikklys. Sansingen av omgivelsene gjør at bussen venter på klar bane dersom fotgjengerne ikke har rukket å krysse veien før det blir grønt for bussen igjen (Singer, 2016; Venter, 2016).

Tabell V.2.2 gir en skjematisk oversikt over BRT-løsningen i Amsterdam, samt en annen løsning som under planlegging i Tokyo.

Tabell V.2.2: Eksempler på BRT- og buss-løsninger

Sted:	Driftsperiode:	Hvem:	Kjøretøy:
Amsterdam, Nederland	2016-	Daimler Buses (regner med å investere E200-millioner i teknologien «CityPilot») i 2016	Selvkjørende buss (Mercedes-Benz Future Bus) kjørte den lengste BRT-linjen i Europa (20 km) fra Amsterdam Schiphol Airport – Haarlem med makshastighet på 70 km/t (utenfor tettbebygde strøk)
Tokyo, Japan	2019-	Vedtatt av myndigheten i Tokyo, men skal driftes av et nytt privateid selskap	I overkant av 4,4 km mellom Tokyo sentrum til havneområdet (Minato Wards Shinbashi - Toyosu i Koto Ward). BRT-systemet med 20 kjøretøy skal stå ferdig til OL i Tokya i 2020

Selvkjørende Yutong iBus i Henan provinsen, Kina

Han *et al.*, 2017 presenterer i artikkelen «*Architecture of iBus: A Self-Driving Bus for Public Roads*» dataarkitekturen²⁴ som benyttes i den selvkjørende iBus. Der pekes det på tre potensielle risikoer ved selvkjørende kjøretøy:

- I. Noen selvkjørende kjøretøy er for avhengig av én eller en bestemt type sensor
- II. Det er ikke så mange standby-løsninger for kontrolløren
- III. Selvkjørende kjøretøy opererer i enten selvkjørende- eller manuell kjøremodus

²³ Langdistanseradaren kan sanse omgivelsene opptil 200 meter fra bussen, mens et av kameraene kan se opptil 60 meter foran bussen.

²⁴ Dataarkitektur betegner hvordan forskjellige deler av en datamaskin er bygd opp og satt sammen, med tanke på funksjon, ytelse og kostnad. Software arkitekturen i iBus består av fire hoveddeler: Oppfatningsmodulen (forutsetter bussens tilstand og gjenkjenner trafikkmiljøet dynamisk), bevegelsesplanmodulen, kontrollmodulen og støtte-modulen.

Artikkelen hevder iBus har løst dette ved at den kan operere i «dual-control mode», dvs. at en menneskelig sjåfør og en datamaskin kan styre bussen samtidig. Denne modusen består av tre deler:

- **Oppfatning**

Kjøretøyet forutser hvor det er og registrerer sine omgivelser (trafikkmiljøet) dynamisk ved hjelp av ulike typer sensorer. Sensorene deles i 5 kategorier basert på sin funksjon (oppfattelse av kjøretøyets tilstand, gjenkjenne hindringer, trafikkinformasjon, global og lokal lokalisering). Av sikkerhetsmessige årsaker skal iBus ha minst to typer sensorer for hver funksjon. Trafikkinformasjonen (omliggende infrastruktur) leses for eksempel av ved hjelp av kamera og «vehicle-to-infrastructure-teknologi» (V21).

- **Erkjennelse**

Algoritmene kjøres på to industridatamaskiner av sikkerhetsmessige årsaker. «Human-machine-interface» (HMI) muliggjør to kontrollører (dual-control-mode), altså at både et menneske og en datamaskin kan styre kjøretøyet, og bestemmer destinasjon og hastighet. Den kjøres fra den elektroniske kontroll-enheten (ECU) og reguleres etter inspirasjon fra Isaac Asimovs «Robotikkens 3 lover». Dual-control gjør også at iBus vil prøve å forstå og følge intensjonen bak menneskets kjøremønster ((Han *et al.*, 2017).

- **Handling**

Han *et al.*, 2017 beskriver hvordan dual-control slås av og på.

Tabell V.2.3: Oversikt over spesifikasjonene til iBus

Aktør/tilbyder	Drivstoff	Tekniske spesifikasjoner	Forutsetninger i infrastrukturen
Yutong Bus (største bussprodusenten i Kina)	Hybrid	Kjøretøystørrelse: 10,5x2,55x3,2 m Retardasjon: 0,5-8 m/s ² Hastighet: 0-80 km/t Gjennomsnittshastighet i faktisk trafikk (test på Zhengkai Road, omtalt under): 29 km/t (iBus brukte 67 minutter på 32,7 km)	«Vehicle-to-infrastructure-device» (V21) ²⁵

Han *et al.*, 2017 beskriver også programvarearkitektorens oppbygning. Dens fire hovedmoduler er oppfatning, bevegelsesplanlegging, kontroll og brukerstøtte.

29. oktober 2015 ble iBus testet i faktisk trafikk på Zhengkai Road, veien mellom Zhengzhou og Kaifeng i Kina. Det er en reisestrekning på 32,7 km som går i blandet trafikk (motorkjøretøy, ikke-motoriserte kjøretøy og gående) med 28 kryss, 26 trafikklys og 2 busstopp. Bussen brukte 1 time og 7 minutter på strekningen (med en makshastighet på 68 km/t), og gjorde to forbikjøringer på veien. Dette tilsvarer omtrent som å kjøre Oslo-Drammen med en gjennomsnittshastighet i underkant av 30 km/t.

²⁵ Trafikklyset kobles til en radiosender med kort rekkevidde som leser trafikklyset (ID, status, og tid som gjenstår for gjeldende trafikklys-status) og sender det til en mottaker på iBus som kan motta og dekode det.

T-bane

T-banen kjører på adskilt infrastruktur, den kan holde høyere hastighet og dermed ha kortere reisetid enn andre kollektive driftsmidler. Det gir den et fortrinn på lengre reiseavstander (Norconsult, 2009). I Vest-Europa opplever man en økende vilje til å investere i skinnegående kollektivtransport (t-bane, trikk og tog) i takt med det økende passasjervolumet.

Tabell V.2.4 gir en oversikt over noen av egenskapene ved København Metro og Metrolinje 1 i Paris. I den påfølgende teksten gjøres det ytterligere rede for metrolinjene i København viss frekvens deretter benyttes i et regneeksempel for Oslos t-banesystem for å se på effekten av en selvkjørende t-bane.

Tabell V.2.4: Eksempler på automatiserte metrolinjer

Metro	Copenhagen Metro	Paris Metro
Lokasjon	København, Danmark	Paris, Frankrike
Aktør/tilbyder	Metroselskabet ²⁶	Régie autonome des transports parisiens (RATP)
Åpningsår	2012	1998 (Linje 14) 2012 (Linje 1)
Mulig frekvens	85 sekunder	85 sekunder
Driftsfrekvens i rush	2. minutt	85. sekund

Paris Metro

Metrosystemet i Frankrikes hovedstad Paris består av 16 både hel- og halvautomatiserte linjer, og driftes av RATP²⁷. T-banen er designet for å betjene transportbehovet lokalt i sentrum og til nære forsteder. Stasjonene ligger dermed mindre enn 500 meter fra hverandre, noe som gjør at t-banen gjerne har en hastighet på rundt 20 km/t (unntaket er Linje 14 der stasjonene er lokalisert lenger fra hverandre og togene går raskere).

I 1998 åpnet Paris Metro Linje 14 som verdens første helautomatiserte t-bane. Linja er 9,2 km lang, betjener 9 stasjoner og går mellom Saint Lazare og Olympiades. I morgenrushet kjøres det tog med bare 85 sekunders mellomrom. Det planlegges å utvide linjen mot Paris' forsteder i nord og mot Orly-flyplassen i sør, noe som vil gjøre den tre ganger så lang som i dag (RATP, 2017).

Suksessen til linje 14 gjorde at man startet helautomatiseringen av Paris Metro Linje 1²⁸ som sto ferdig i 2012. Automatiseringen ble gjennomført uten store trafikkavbrudd. Linja er 16,5 km lang, betjener 25 stasjoner og går mellom stasjonene La Défense - Grande Arche og Château de Vincennes (RATP, 2017).

²⁶ Et partnerskap mellom København kommune (50 %), den danske regjeringen (41,7%) og Frederiksberg (8,3%). Metro Service A/S står for drift og vedlikehold.

²⁷ RATP er en forkortelse for «Régie autonome des transports parisiens», det franske kollektivtransportsselskapet som har ansvar for drift av offentlig transport i og rundt Paris, både t-bane, forstadsbaner, buss og trikk.

²⁸ Linje 1 var den første metrolinjen i Paris da den åpnet i 1900.

København Metro

Metroen i København går i et eget nettverk, er helautomatisert²⁹, og driftes fra en datamaskin i Ørestad. Daglig reiser rundt 180 000 reisende med t-banen som har en gjennomsnittshastighet på 40 km/t gjennom byen (topphastighet på 80 km/t). På sine dedikerte linjer opererer M1 og M2 med en frekvens på 4 minutter, noe som gir 2 minutters frekvens på fellesdelen av linja. Driftssystemet tillater en minimumsfrekvens på 85 sekunder mellom togene, og hadde i 2016 en driftsstabilitet på 99,2 prosent (Metroselskabet, no date a, no date c).

Linjene betjenes av 34 tog hvorav hvert tog består av tre vogner (med fri tilgang igjennom til alle). Metrotoget er 39 meter langt, og 2,65 meter bredt. Hvert tog har 6 vide dører (med sikker dørautomatisering), og plass til 300 personer (96 sitteplasser og 204 ståplasser). Vognene har et innvendig design som skal gjøre det enkelt å rengjøre og å kunne benytte med barnevogn/rullestol/syssel («flex zone»). Det er montert kameraer i alle vognene slik at kontrollpersonalet kan se utvalgte områder av toget av sikkerhetshensyn. Hver vogn har dessuten to elektroniske skilt med informasjon om tid, neste stasjon, buss- og togforbindelser og andre relevante meldinger. Det er også vanlige skilt med rutekart og overføringsindikasjoner (Metroselskabet, no date a, no date c).



Figur V.2.4: Oversiktsbilde over København Metro med dagens og planlagte linjer (Metroselskabet, no date a)

²⁹ Mer info om metroens styresystem finnes her:

<http://www.m.dk/#!/om+metroen/facts+om+metroen/metroens+styresystem>

Tekstboks V.4: Byggingen av og fremtidige planer for København Metro

(Vuk, 2005) forklarer i artikkelen «*Transport Impacts of the Copenhagen Metro*» at hensikten med den nye t-banen i København i Danmark blant annet var å øke markedsandelen for kollektivtransport. Byggingen av metrolinjen i København ble startet i 1994, og første fase ble åpnet i oktober 2002. Da var metronettverket på totalt 11 km og besto av de to metrolinjene:

- M1: Nørreport (Sjælland) – Ørestad/Vestmager
- M2: Nørreport (Sjælland) – Lergravsparken

I oktober året etter (2003) åpnet andre fase som innebar en forlengelse av begge linjene ut til Vanløse for å linke Frederiksberg til bykjernen. Det ga metrosystemet en total lengde på 16 km der 8 av de 17 stasjonene var underjordiske. I 2007 ble M2 utvidet fra Lergravsparken og til Københavns Lufthavn (Kastrup) i fase 3 (Vuk, 2005). Dagens metrosystem er dermed 22 km lang (hvorav halvparten ligger under bakken), består av 9 underjordiske stasjoner og 13 stasjoner over bakken (totalt 22 stasjoner). I juli 2019 vil den helt nye sirkellinjen, Cityringen, åpne under sentrum av København, Vesterbro og Frederiksberg. Den vil gå som en 15,5 km lang underjordisk t-banelinje med 17 undergrunnsstasjoner. Deretter vil man starte arbeidet med å utvide linjen med to stasjoner i Nordhavn slik at de kan være i drift fra begynnelsen av 2020. I 2023 planlegges så Sydhavnforlengelsen å være ferdig (fem ekstra tunnelbanestasjoner) (Metroselskabet, no date b).

Potensialet for helautomatisert baneløsning i Oslo

I dag er kapasiteten til t-banen begrenset av Oslotunnelen. Det foreligger konkrete planer for Oslo-navet med ny t-banetunnel og jernbanetunnel under Oslo. Ny metrotunnel fra Majorstuen til Bryn knyttet sammen med dagens tunnel på Stortinget, vil gjøre det mulig med fem-minutters trafikk på grenbanene med mest trafikkgrunnlag. Med to sentrumstunneler vil det også bli færre forsinkelser. Tunnelene skal stå ferdig rundt 2030. Allerede i dag er det økt trengsel i rushtiden. En løsning på dette kan være å automatisere banestrekningen, noe Paris fikk til uten store trafikkavbrudd.

Hvor mange tog som kan kjøre på en strekning, avhenger av antall spor og type signalanlegg. Signalanleggets hensikt er å trygge togfremføringen, få togene punktlig og raskest mulig frem, og sørge for maksimal kapasitetsutnyttelse (Jernbaneverket, 2012). Metrosystemet i Oslo baserer seg på signalteknologi fra 1966 med faste blokkstrekninger, noe som innebærer at det i dag bare kan befinne seg ett tog på sporstrekningen mellom stasjonene av gangen. Det påvirker spesielt den praktiske kapasiteten³⁰ gjennom fellestunnelen³¹ mellom Tøyen og Majorstuen som i dag er bestemmende for antallet tog på metronettet i Oslo, og dermed for kapasitet, frekvens og utviklingen av tilbudet i forstedene. Et helautomatisert signalanlegg lar togene kjøre trygt med kortere intervaller seg imellom, noe som øker kapasiteten til systemet

³⁰ Den praktiske kapasiteten kan økes noe, men det vil gå utover punktligheten som systemet allerede sliter med. Det antas at hvert 6-vognstog har en praktisk kjøretøyskapasitet på 600 personer (Ruter AS, 2011; Jernbaneverket, 2012).

³¹ Fellestunnelen er den 4,8 km lange delen av nettverket som trafikkeres av alle T-banelinjene fra Majorstuen stasjon i vest til Helsfyr stasjon i øst.

og gir bedre frekvens til de reisende. Under vises noen regneeksempler på hvordan metronettet i Oslo kan påvirkes ved automatisering:

- **Dagens system**

I 2016 har systemet en praktisk kapasitet på 28 tog per time (Ruter 2011b). På fellesstrekningen passerer det dermed et tog hver 2,1. minutt. Det gir systemet en personkapasitet på 16 800 personer per time.

- **Med ny sentrumstunnel**

Et nytt signalsystem med delvis automatisering vil gjøre det mulig å kjøre 32 tog i timen med dagens punktlighet³² (Ruter AS, 2011). Det vil da passere et tog hvert 1,9. minutt, og gi systemet en personkapasitet på 19 200 personer per time.

- **Helautomatisering**

Ser man for seg et helautomatisert system der man kan operere med samme minimumsfrekvens mellom togene som København og Paris Metro (85 sekunder), vil man kunne kjøre 42 tog/time. Det passerer da et tog hvert 1,4. minutt, og systemet vil ha en personkapasitet på omtrent 25 400 personer per time.

Det vil være en betydelig forbedring for de reisende, selv om det ikke fjerner behovet for en ny tunnel som også gir systemet større robusthet. Forbedringen vil først og fremst være knyttet til økt frekvens, redusert ombordtid (grunnet økt hastighet) og muligens redusert forsinkelse (pga. systemets økte robusthet). Det sentrale spørsmålet er likevel hvor store de faktiske forbedringene vil være for trafikantene, og om en slik oppgradering gir samfunnsøkonomisk nytte slik at man kan forsvare en så stor investering?

³² Alternativt kan man øke punktligheten til ønsket nivå med dagens togtetthet.

Autonome matebusser

Tabell V.2.5 viser eksempler på steder som har testet ut drift av autonome busser, og hvem som har stått for disse forsøkene. I Tabell V.2.6 oppsummeres oversendt dokumentasjon fra Ruter med tanke på hva slags forsøksordning de ulike aktørene/tilbyderne har, og hva det innebærer med tanke på informasjon til trafikantene, tekniske spesifikasjoner og forutsetninger/krav til den fysiske infrastrukturen.

Tabell V.2.5 Test av autonome matebusser

Sted:	Drifts periode:	Hvem:	Kjøretøy:
Lyon, Frankrike	2016 –	Designet av Navya, driftes av Keolis	I sentrum kjører to elektriske minibusser (4 meter lange) med plass til 15 personer den 10 minutter lang ruta med 5 stopp og en gjennomsnittshastighet på 10 km/t. Bussene klarer ikke manøvrere rundt annen trafikk, og går derfor nær en trikkelinje der annen trafikk ikke er tillatt. Inkludert alt utstyr (laser, kameraer og elektriske systemer) koster kjøretøyene over 1,8 millioner kroner per stykk.
Sion i Valais, Sveits	2016-	Postauto	Shuttlebuss («SmartShuttle») med plass til 11 personer som går i gamlebyen og overvåkes på lik linje som flytrafikken fra et kontrollsenters, og har en makshastighet på 20 km/t. Bussen går i blandet trafikk og kan kjøre rundkjøringer.
Perth, Australia	2016-	I hovedsak RAC og Government of Western Australia	Elektrisk shuttlebuss (Intellibus) med plass til 15 personer som går en 25 minutters rute, og har en gjennomsnittshastighet på 40 km/t (makshastighet er 70 km/t)
Helsinki, Finland	2017 -	Metropolia University of Applied Sciences	Elektrisk minibus (Easy Mile EZ-10) med plass til 12 personer, og har en gjennomsnittshastighet på 10 km/t (makshastighet er 40 km/t). Den går på offentlig vei i Helsinkis nordlige distrikt (Hernesaari) i en måned som et testprosjekt, ettersom Finland er et av få land i verden som ikke har et regelverk som sier at det må sitte en sjåfør bak rattet.
Paris, Frankrike	2017 -	Régie autonome des transports parisiens (RATP)	Den første selvkjørende bussen for offentligheten åpnet i januar 2017, en elektrisk, selvkjørende shuttlebuss (EZ10) som går den 130 meter lange strekningen over Sein (mellom to hovedstasjoner) med plass til opptil 10 personer og en makshastighet på 15 km/t.
Washtington D.C., USA	2016 -	Local Motors	Olli er en elektrisk, selvkjørende shuttle som kan frakte opptil 12 mennesker, og som er tiltenkt campus-områder og flyplass-shuttle. Den ble testet på offentlig veg i juli 2016. Det som skiller den fra de øvrige er at den kan kommunisere vokalt med de reisende for å diskutere rutevalg og eget design ³³ .

³³ Teknologien som muliggjør at kjøretøyene kan snakke, leveres av et sveitsisk selskap og vil antageligvis snart være tilstede i alle kjøretøy.

Tabell V.2.6 Andre løsninger (oppsummering av litteratur mottatt fra Ruter)

Aktør/tilbyder	Drivstoff	Forsøksordning	Informasjon til trafikanter	Tekniske spesifikasjoner	Forutsetninger/krav til den fysiske infrastrukturen
Acando	Elektrisk	10 demonstratorprosjekter i Kongsberg, Gjøvik, Fornebu, Stavanger, Trondheim, Ringerike, Bergen og Oslo/Bærum. For flere av prosjektene planlegges igangsetting av operative pilotruter i 2017.			
Nobina		Enkel, sømløs, miljøvennlig og «shared» dør-til-dør transport som testes full-scale-test-bed i Kista (Stockholm). Systemet kan være klar for drift på 3 måneder-3 år, avhengig av investeringer, reguleringer, kompleksiteten til området, type rute, antall/type kjøretøy og ønsket servicenivå	Har etablert et nytt selskap, Nobina Technology, som for eksempel vil bruke teknologi til å tilby «plug- and play-tjenester», kundesegmentordienterte tjenester- og apper, infotainment tjenester, utvikle nye tjenester tilknyttet delt mobilitet	Hevder shared taxis, shared busser og et kapasitetssterkt kollektivtilbud kan betjene transportbehovet med 3 % av kjøretøyparken, reduserer nødvendig parkeringsareal med 80 %, og reduserer CO2-utslippet med 34 %.	Hevder det viktigste er et samarbeid mellom Nobina, Ruter, Ericsson og Easy Mile. I tillegg må det være mulig fjernkontrollere bussene, bade miljøet og datateknologien må være trygg, validering av billett, trenger en digital vert (“Watson” / “Siri”), utveksling av data mellom tilbyderne (fleksible ruter)
Easy Mile	Elektrisk	32 kjøretøy, 80 000 km, 46 demoer og 80 000 passasjerer - 4 kjøretøy i USA + 20 planlagte demonstrasjoner - 5 kjøretøy i Singapore - 1 kjøretøy i Dubai with RTA og Omnix international - 1 kjøretøy i Australia, Darwin Marina - 5 kjøretøy i Norden (2 i Sverige med Nobina & Ericsson, 1 i Norge, 2 i Helsinki med Metropolia og Nokia)	Bestiller tur fra smarttelefonen via en app som sier du blir hentet innen 3 minutter (utenom rush kan man bestille «premium service» dvs. at man ikke trenger dele kjøretøy).	12 personer, adgangsrampe, ulike lokasjonsteknologier, krever ingen infrastruktur, oppdager hindringer, 3 drift moduser (metro, buss eller on-demand modus), kan operere en fixed rutetabell eller on-demand (taxi), fungerer i samspill med andre transportformer	

<p>Keolis/Navya</p>		<p>Opererer 30 autonome kjøretøy på verdensbasis, for eksempel i Doha (Qatar), Lyon(France), Sion (Switzerland), Perth (Australia), og på private grunn i Michigan (US), Renault (France), Civaux (France), Christchurch NZ, Nanyang University (Singapore)</p> <p>Systemet er allerede i drift på verdensbasis, så når det kommer til Oslo/Akershus avhenger av Ruter</p>	<p>Velutviklede systemer for å finne og utvikle reisemønstre (Neolis). Leverer reiseappen Res i Stockholm (600 000 brukere)</p>		<p>De viktigste elementene som må på plass er: sikkerhet, bevist teknisk ytelse, integrert brukergrensesnitt (bestilling on-demand), informasjon om systemet til andre trafikanter (biler, syklende, gående).</p> <p>Ruter bør også lage strategier og realistiske planer, og fortsette dialogen med leverandørene</p>
----------------------------	--	--	---	--	--

V.2.6 Samspeilet mellom ordinær og autonom transport

Case: Tradisjonell kollektivtransport vs. selvkjørende løsninger

Metode

I «*Design of passenger public transportation solutions based on autonomous vehicles and their multiple criteria comparison with tradition forms of passenger transportation*» sammenligner Owczarzak and Žak, 2015 tradisjonelle former for kollektivtransport med nye selvkjørende løsninger ved hjelp av MCDM/A³⁴ på ett enkelt OD-par³⁵. Det ble gjort ved å utforme 8 ulike transport varianter i et mellomstort storbyområde³⁶ med omtrent 1 million innbyggere (Poznan city) for én gitt reise fra A til B. De ulike transportløsningene ble designet heuristisk (ved hjelp av et Excel-ark og forfatterens bakgrunnskunnskap), og offentlige tilgjengelige data ble benyttet (reisetid, nettverkskarakteristikker, rutetabell info, punktlighet, utnyttelseskostnader etc.). Dette ble så brukt for å anslå reisekostnader, utnyttelsesgrad av kjøretøyet og reisetid. Transportløsningene ble så sammenlignet med tanke på reisetid, reisekostnader, reisekomfort, punktlighet, tilgjengelighet, pålitelighet, miljøvennlighet og sikkerhet (både situasjonsbestemt trygghet og trafikksikkerhet). To viktige elementer i preferansmodellen er disse kriterienes viktighet (vektning), og hvor følsomt det er hvis beslutningstaker velger å gjøre endringer som påvirker verdiene.

Resultat

Resultatet viser at den beste løsningen får man ved bruk av selvkjørende kjøretøy (V6) eller ved en kombinasjon av buss og selvkjørende kjøretøy (V8). Den rene selvkjørende løsningen (V6) scorer bedre enn kombi-løsningen (V8) på samtlige kriterier, men har vesentlig dyrere reisekostnader (C2). Det skal sies at den tradisjonelle kollektivtransportløsningen som en kombinasjon av buss og trikk (V2) kommer inn som tredje-beste løsning, og det er også den billigste løsningen (Owczarzak and Žak, 2015).

³⁴ MCDM/A (Multiple Criteria Decision Making/Aiding) er et fagområde som har utviklet matematiske prosedyrer og avanserte databaserte metoder for å hjelpe beslutningstakere i beslutningsprosessen når det er flere kriterier å ta hensyn til. En av disse er som Electre III/IV-metoden som (Owczarzak and Žak, 2015) benytter.

³⁵ "OD" referer til "origin-destination".

³⁶ Analyseområdet omfatter omtrent 30 km², noe som utgjør omtrent 10 % av kommuneområdet. Punkt A ligger i et boligområde, mens punkt B ligger i bysentrumets nabolag (ved siden av det historiske bysentret). I rett linje ligger punktene 4,5 km unna hverandre. Det ble antatt at den reisende vil velge den mest attraktive transportløsningen med tanke på hans subjektive preferanser. Reisekostnadene for selvkjørende kjøretøy baserer seg på driftskostnadene til et elektrisk kjøretøy med plass for to personer, avskrevet over en syvårsperiode og en antatt lønnsomhet på 20 %.

Variant	Transportsystem	C1 Reiselengde	C2 Reisekostnad	C3 Reisekomfort C8 Sikkerhet	C4 Punktlighet timeliness	C5 Tilgjengelighet Availability	C6 Pålitelighet Reliability
V1	Kollektivtransport: Bare trikk (linje 4) Ingen bytter (direktelinje)	32 min Tot: 7,5 km	3,44 ZL /reise	Medium (få ledige sitteplasser pga. trengsel, i tillegg gamle vogner som bla. mangler aircondition)	Bedre enn buss		Bedre enn buss
V2	Kollektivtransport: Kombinasjon av: - Buss (rute 74) - Trikk (linje 4) med ukoordinerte ruter slik at det blir lang byttetid	24 minutter (3,8 km) (1,0 km) Tot: 4,8 km (korteste reisetrekningen)	3,04 ZL/reise (billigste!)	Lav (ukordinerte ruter gir lang byttetid, stor trengsel ombord på bussen i rush, spesielt ombord på bussen)	Lav (bussen er ofte forsinket)		Lav (bussen blir ofte kansellert)
V3	Kollektivtransport: Kombinasjon av: - Buss (rute 69) - Trikk (linje 16)	24 minutter (1,6 km) (4,9 km) Tot: 6,5 km ³⁷	3,20 ZL/reise	Lav (stor trengsel ombord på bussen)	Er så ofte forsinket at reisetiden øker		
V4	Egen privatbil	28 minutter (inkl. tiden det tar å finne parkeringsplass) Tot: 5,3 km	Høy ³⁸	Høy (privatliv, ingen trengsel, aircondition, komfortabel sitteplass)	Høy	Høy tilgjengelighet hele døgnet	Høy

³⁷ Lengste ruta pga. loop-rute for trikken.

³⁸ Kostnadene ved denne reisen er anslått på bakgrunn av gjennomsnittlig drivstofforbruk for et medium-stort kjøretøy med bensinmotor, gjennomsnittlig enhetspris for drivstoff og vedlikeholdskostnader for bilen.

Variant	Transportsystem	C1 Reiselengde	C2 Reisekostnad	C3 Reisekomfort C8 Sikkerhet	C4 Punktlighet timeliness	C5 Tilgjengelighet Availability	C6 Pålitelighet Reliability
V5	Taxi-tjeneste	18 minutter (5,3 km)	17 ZL/reise (veldig høy!)	Høy komfort (lignende privatbil), selv om denne reduserer noe pga. redusert sikkerhet (grunnet gamle kjøretøy og trøtte taxisjåfører pga. lange arbeidsdager)			
V6	Elektrisk selvkjørende bil (miljøvennlige)	Kort reisetid (slipper bruke tid på bytte og det å finne parkeringsplass) Tot: 5,3 km	7,42 ZL/reise ³⁹	Høy (privatliv, ingen trengsel, aircondition, komfortabel sitteplass, og bedre kjørekomfort fordi det kjøres av en datamaskin)	Høy	Høy tilgjengelighet hele døgnet	Høy
V7	Kombinasjon av: - Selvkjørende bil - Trikk (linje 7)	22 minutter (4,6 km) (1,3 km) Tot: 5,9 km	7,04 ZL/reise		Høy	Høy tilgjengelighet	Høy
V8	Kombinasjon av: - Selvkjørende bil - Buss (rute 74)	21 minutter (3,8 km) (1,5 km) Tot: 5,3 km	4,76 ZL/reise	Bedre komfort (ingen trengsel ombord på AV og mer privatliv)	Forbedret	Bedre tilgjengelighet	Forbedret

³⁹ Kostnaden per kjøretøykilometer for selvkjørende kjøretøy er satt til 1,4 ZL.

Vedlegg 3 Shared Mobility

Dette vedlegget gjør rede for delte mobilitetsløsninger som samkjøring, delebilordninger og bestillingstransport, og ser på ulike forretningsmodeller for delt mobilitet. Deretter oppsummeres de valgte caseløsningene (modellering av selvkjørende deleløsning i Lisboa, Sverige og Singapore) med tanke på metode og resultat.

V.3.1 Delt mobilitet

Delt mobilitet er delt bruk av ulike kjøretøy som sykkel, bil etc. gjennom trafikantens midlertidig tilgang til transportmiddelet. Transportmiddelet kan benyttes hver sin gang slik for eksempel Bysykel-ordningen fungerer, eller man kan benytte samme kjøretøyet samtidig gjennom for eksempel samkjøring/kameratkjøring.

Det hevdes at delt vognpark kan redusere bileierskap med 43 prosent, og øke antall kjøretøy-km per kjøretøy med 75 %, men det er vanskelig å forutse slike effekter. Det er mange grunner til at trafikantene foretrekker individuell privatbil fremfor kollektiv transport. For eksempel status, de transporterer gjerne verktøy eller andre tunge ting med privatbilen sin, de kjører mye årlig eller fordi de trenger assistanse av en faktisk sjåfør (Litman, 2017).

Samkjøring

Samkjøring/kameratkjøring (det at flere benytter samme kjøretøy) er teoretisk sett en måte å nyttiggjøre seg av tomme seter ombord for å redusere drivstofforbruket, kø og transportkostnader (Burghout, Rigole and Andreasson, 2015). I dag kan man for eksempel finne personer å samkjøre med gjennom appen HentMEG som er et resultat av prosjektet «Spontan samkjøring» som startet våren 2007 i regi av Statens vegvesen.

Dersom samkjøringen gjøres i autonome kjøretøy, kan vi få en autonom taxiflåte. aTaxi eller «Shared Autonomous Vehicles» (SAV) kan sees som en krysning mellom dagens bildelingsprogrammer, taxi og kollektivtransport (Burghout, Rigole and Andreasson, 2015). Burghout, Rigole and Andreasson, 2015 mener at en slik autonom taxiflåte vil være byggesteinene i fremtidens bærekraftige transportsystem i kombinasjon med et effektivt kollektivtransportsystem og økt sykling og gange.

Delebilordninger

En bildelingsbil/delebil er én bil i en større bilflåte som man får tilgang til via medlemskap-/bestilling, noe som gjør at man ikke trenger eie egen bil. Et slikt bilkollektiv kan være kommersielt (som Hertz Bilpool) eller non-profit-tilbud (som Bilkollektivet). I de nevnte eksemplene har hele flåten én eier, men det er også mulig at det er flere eiere. Et eksempel på

dette er for eksempel Nabobil som samler alle privatpersonene i et område som ønsker å leie ut bilen sin når de ikke bruker den selv.

Bestillingstransport

«On-demand transit» (bestillingstransport) er transport du bestiller (via en app) ved behov. Dette er en brukerorientert transportform der små eller mellomstore kjøretøy henter/bringer folk mellom pick-up og drop-off steder (dvs. fleksibel tildeling av passasjerene til et kjøretøy, avhengig av tilgjengelighet og geografisk plassering i transportsystemet). Det karakteristiske ved rutene er at de er fleksible og planlegges «ad hoc». Løsningen kan være et kjøretøy du benytter alene (som for eksempel Uber) eller deler med andre slik for eksempel offentlig bestillingstransport⁴⁰ er. Noen eksempler på offentlige bestillingsløsninger er vist i Tabell V.3.1.

Tabell V.3.1: Eksempler på bestillingstransport

Sted:	Driftsperiode:	Operatør:	Kjøretøy:
Helsinki, Finland	2011-2016	Helsinki ⁴¹ Regional Transport Authority	Kutsuplus («call plus») var en type «on-demand-transit» som matchet passasjerer som skulle i omtrentlig samme retning med en minibuss-sjåfør (ala UberPool). For å optimalisere bruken av kjøretøyene, kreves det mange reisende og kjøretøy (over 100 kjøretøy gir en bedre effektivisering av løsningen). Da man ikke fikk det til det, ble tilbudet lagt ned grunnet lave trafikantall og høye kostnader for det offentlige.
Washington DC, USA	2015-2016		«Split» var et shared-ride tilbud i Washington DC som bygde videre på Kutsuplus fra Finland. Man booket reisen sin via en app, ble plukket opp i nærheten av en sjåfør (sammen med eventuelle andre som skulle samme retning) og kjørt dit man skulle. Prisen på tilbudet var \$2 (grunnpakke) + \$1 per mile.

V.3.2 Ulike forretningsmodeller

I diskusjonsartikkelen «*Shared Automated Vehicles: Review of Business Models*» for International Transport Forum, gir Stocker and Shaheen, 2016 en oversikt over ulike forretningsmodeller for delte selvkjørende mobilitetsløsninger. Artikkelen sier at transportmidlene enten kan eies av en bedrift, privatpersoner eller at det er et hybrideierskap der både bedriften og individet eier kjøretøyet, med tilhørende ulike driftsmodeller som vist i V.3.2. Tabell V.3.3 viser hvilken eierskapsmodell som er aktuell for kjøretøy av ulik størrelse.

⁴⁰ Det kan også omtales som «offentlig transport på forespørsel» (PTOD) eller «fleksibel kollektivtransport» viss navn er knyttet til driftsprinsippet ved PTOD (Owczarzak og Żak 2015).

⁴¹ Helsinki har en 10-årsplan for å gjøre bileierskap unødvendig, gjennom punkt-til-punkt "mobility on demand" systemer der bla. Kutsuplus var et ledd på veien.

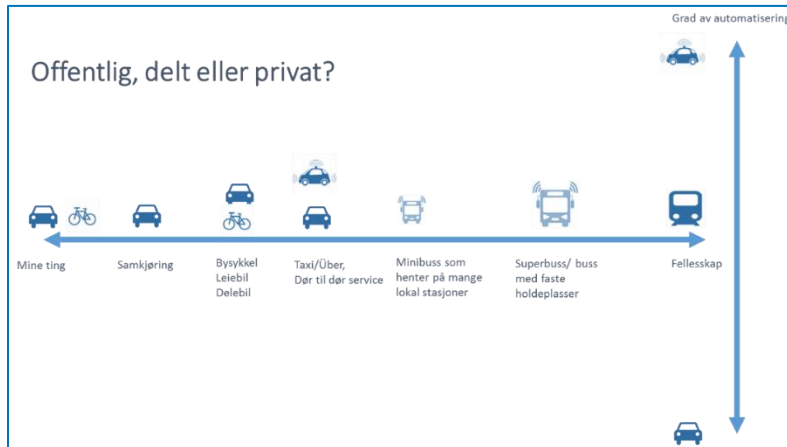
Tabell V.3.2 Potensielle forretningsmodeller for delte selvkjørende mobilitetsløsninger (Stocker og Shaheen 2016)

Eierskapsmodell for kjøretøyet	Bedrift (B2C)	Individ (P2P)	Hybrid bedrift/individ (Hybrid B2C/P2P)
Driftsmodell	(a) Samme bedrift eier og drifter enhetene (b) En bedrifter eier og en annen drifter enhetene	(a) En tredjepart drifter enhetene (b) Desentralisert «peer-to-peer» drift av enhetene	(a) Driftes av bedriften som eier (noen) av enhetene (b) En tredjepart drifter enhetene

Tabell V.3.3: Eierskapsmodeller for delte selvkjørende mobilitetsløsninger med ulik kapasitet og tjenestemodell (Stocker og Shaheen 2016)

Kjøretøytype (kapasitet)	Eierskapsmodell for kjøretøyet	Samkjøringsmulighet	Tidsmessige egenskaper ved tjenesten	Arealmessige egenskaper ved tjenesten
Store kjøretøy (20+ personer)	-B2C modell -Hybrid B2C/P2P modell	Ja	Fast rutetabell med potensialet for noe on-demand fleksibilitet	Fast rute med potensialet for noe on-demand fleksibilitet
Middels store kjøretøy (7-20 personer)	-B2C modell -Hybrid B2C/P2P modell	Ja	Variere mellom fast rutetabell til mer fleksible rutetabeller avhengig av hvem som tilbyr tjenesten	Fast rute med noe mer on-demand fleksibilitet enn store kjøretøy
Små kjøretøy (3-7 personer)	-B2C modell -P2P modell -Hybrid B2C/P2P modell	Ja, avhengig av tjenesten	Variere fra on-demand tjenester til mer løse rutetabeller	Kan variere mellom punkt-til-punkt tjeneste til en mer fleksibel en som kan avvike fra ruta
Mikro-kjøretøy (1-2 personer)	-B2C modell -P2P modell -Hybrid B2C/P2P modell	I enkelte tilfeller	Mest sannsynlig på «on-demand»	Antageligvis punkt-til-punkt tjeneste med få eller ingen avvik fra ruta

De ulike måtene kjøretøyet kan deles på (eierskapsforholdet) er illustrert i Figur V.3.1 sammen med grad av automatisering som gjerne er et tilgrensende spørsmål (omtales i Vedlegg 2 Autonome kjøretøy). En bil kan for eksempel deles gjennom bilkollektiv, personlig kjøretøydeling (som at borettslaget eier en bil man kan låne) eller tjenester som Nabobil. Det gir økt bruk av hvert kjøretøy da de fleste privateide biler i dag bare er i bruk 10 % av tiden (Spieser *et al.*, 2014).



Figur V.3.1: Ulike former for eierskap og grad av automatisering (kan være noe flytende overganger)

Fremveksten av sterke administrasjonsselskaper på bakgrunn av behovet om en tilbudseffektivisering og at offentlig transport spiller en viktig økonomisk rolle i og rundt byene (UITP, 2017b).

V.3.3 Barrierer og utfordringer

OECD, 2016 påpeker at delt mobilitet kan være vanskelig å implementere, og at det kritiske og utfordrende nettopp er overgangen fra individuell bruk til delt mobilitet. De skisseres derfor en overgangsmulighet der bilen bare kan benyttes utvalgte dager (slik at de opplever bilbruk i byen som upraktisk). OECD, 2016 peker videre på at introduksjonen av delt mobilitet fordrer en vel-informert og modig politikk for å guide endringsprosessen, både med tanke på konseptet i seg selv, men også ved omregulering av tidligere parkeringsområder. Videre sier den at «fordelene ved delt mobilitet avhenger av å skape det riktige markedsforhold og driftsrammer», og at «myndighetene må ha et reflektert forhold til sin rolle», for eksempel som tilsynsmyndighet, for å hindre at forbrukeren utnyttes av markedet og sikre et effektivt resultat. Rapporten går likevel ikke noe særlig mer i dybden på hva dette innebærer. Øvrige punkter som fremlegges som «policy insight» er vist i TekstboksV.5.

TekstboksV.5: Punktene som fremheves som «policy insight» (OECD, 2016)

- Fordelene ved delt mobilitet avhenger av å skape det riktige markedsforhold og driftsrammer
- Delt mobilitet har signifikante miljøfordeler, selv med dagens motorteknologi
- Delt mobilitet vil endre kollektivtransporten radikalt, og de fleste busslinjer vil forsvinne
Myndighetene må være forberedt på at eksisterende operatører kan forsøke å blokkere utviklingen, og at de selvkjørende kjøretøyene kan påvirke behovet for arbeidskraft.
- Delt mobilitet vil endre forretningsmodellen til bilindustrien
Spørsmålet blir hvordan det at man trenger færre og oftere nye kjøretøy, vil påvirke produksjonen⁴², blant annet ved at kjøretøyene trenger mer robust interiør. Nye service-baserte modeller vil oppstå, men hvem som vil administrere og hvordan man vil tjene penger på det, er et åpent spørsmål. Myndighetens rolle, både på regulerings- og skattesiden, vil være viktig i utviklingsrettledningen og for å overkomme eventuelle hindringer.
- Kollektivtransport myndigheter må guide utviklingen av delt mobilitet og forutse dets innflytelse

⁴² UA-refleksjon: For ikke å snakke om hvordan dette produksjonsbildet vil påvirke produksjonsutslippene (livssyklus-perspektiv).

V.3.4 Utvalgte eksempler

Tabell V.3.4 gir noen eksempler på delebilordninger. Den er ikke en fullstendig oversikt, men må forstås som noen eksempler som gir en oversikt over status per i dag.

Tabell V.3.4: Eksempler på delebilordninger (DriveNow, 2016; Jonassen, Bratseth and Torp, 2016; Sundberg, no date)

	Selskap	Tids- periode	Kjøretøy- teknologi	Integrasjon med kollektiv	Informasjon til trafikanter
København (DriveNow, 2016)	DriveNow		El, 400 BMW i3 – 83 km ² 640 ladepunkter	Ja	Informasjon. Bilens integreerte navigasjon inkluderer live trafikk informasjon og foreslår alternative ruter via integreerte kollektivtransport informasjon (reiseplanen)
Virksomhet i 172 land. 170 utleie- stasjoner i Norge. 7500 biler. Zipcar. Eks. London 1700 biler på 1500 plasseringer, mobil- bestilling (Jonassen, Bratseth and Torp, 2016)	Merker: Avis, Budget, Zipcar og mindre nisjemerker. Zipcar er «on demand mobility» merket		Ulikt	Nei, ikke som fremgår. Avis ser for seg felles bestillings- løsning som Ruterapp og som alternativ i utkanten av byområdet og på trafikksvake strekninger	Kan være
Norge	Nabobil		Ulike privateide biler	Nei	Nei
Norge/ Sverige/ Finland	Samres AB		Kollektivløsninger for tilrettelagt transport	Ja, men ikke som mobil- løsning for alle	Nei,

Privat bestillingstransport (erfaringer fra New York)

I artikkelen «UNSUSTAINABLE? The Growth of App - Based Ride Services and Traffic, Travel and the Future of New York City» setter Schaller, 2017 spørsmålsteget ved den private delte mobilitetens bærekraft. Schaller er opptatt av målsetningene for mobilitet, sikkerhet og miljømessig bærekraft, og operer med begrepet Transport Network Companies (TNCs) om tilbyderne av slike tjenester. Dette er blant annet Uber og Lyft. Bakgrunnen for rapporten er:

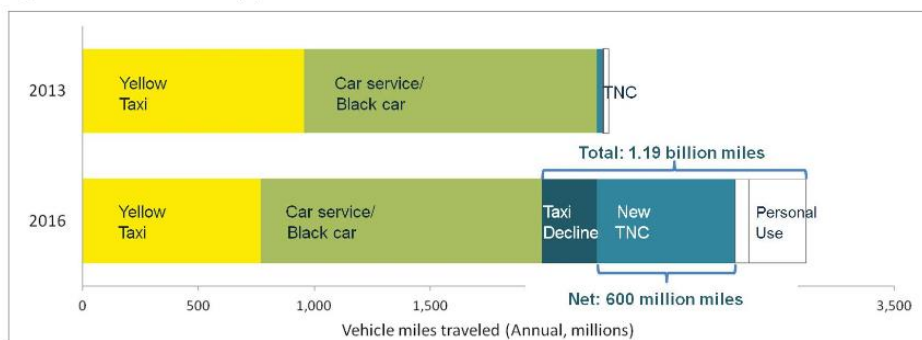
- Kundene sier at TNCs sparer tid, reduserer stress og tilbyr rimelige priser. De bruker TNC når de har det travelt, det er vanskelig å få drosje, offentlig transport ikke var tilgjengelig, det er vanskelig å parkere eller etter å ha drukket.
- 38 prosent av de som har smarttelefon har brukt TNCs minst en gang, halvparten av disse minst en gang i måneden.

- Kundene er fornøyde. 78 prosent av Uber-brukerne er enten fornøyd eller ekstremt fornøyd, og bare 3 prosent misfornøyd.
- New Yorks myndigheter har delt mobilitet som strategi for å redusere klimagassutslippene
- Det er økt bekymring for at disse tilbudene fører til økt trengsel på vegene – og i 2016 var det foreslått (aldri gjennomført) ett moratorium på TNS for at myndighetene skulle få sett nærmere på denne problemstillingen.

Det er sett på datasett i New York som inkluderer flåtestørrelse, reisevolum og distanse (hentet fra bilene selv) og inkluderer taxi, TNC og andre utleie kjøretøy. Dette er sett i sammenheng med antall reiser, passasjerer og reiselengde i offentlig transport. Det er også sett på sykkel og andre personreiser. Resultater:

- TNCs har doblet seg årlig de tre siste årene og nærmer seg nivået til de gule taxiene (133 millioner passasjerer i 2016)
- Sett i sammenheng med nedgang i andre transporttjenester, som gule taxier og leiebiler er dette markedet økt med 52 millioner passasjerer siden 2013
- TNC økte kjøringen i byen med 600 millioner miles fra 2013 til 2016 (økning i TNC og nedgang for taxier, private biler osv). TNC kjørte 34 000 miles per kjøretøy.
- Antall kilometer øker når TNC tilbyr delte løsninger, i strid med forventningene til mange. Erfaringene med delte løsninger er blandete og mange opplever dette som «et styr» både for passasjerer og fører.

Figure 4. Annual vehicle mileage, 2013 and 2016



Source: TLC odometer and trip files.

- Reisene foregår mest i sentrum, kjerneområdet i Manhattan, som for gule taxier. Samtidig er det mange reiser også utenfor.
- Delte taxi /TNC reiser har økt mest utenfor Manhattan etter 2013.
- Delte taxi/TNC reiser har akselerert i Manhattan i 2016.
- Økningen i reiser har vært størst når det har vært mangel på gule taxier (ved vaktskiftet om morgenen/ettermiddagen)
- TNC har økt tilgjengeligheten til tilbud i perifere (!) deler av Manhattan
- TNC reisene er lengre enn reisene i gule taxier.

Konsekvenser for offentlig transport og miljømål:

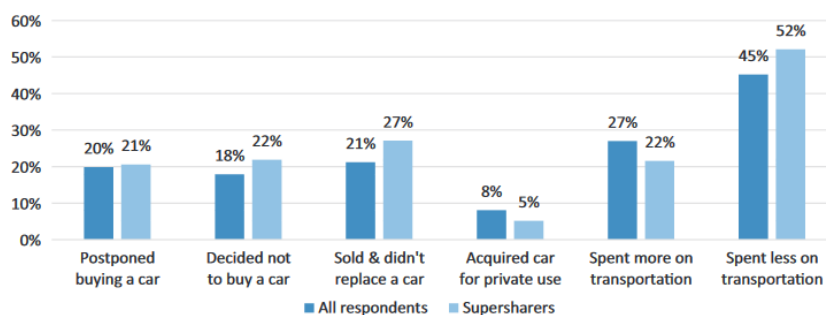
- Ved å se på endringer i reiser etter transportform ser vi at mens t-banen økte helt frem til 2015 mistet banen reiser i 2016. Bussen mistet reiser fra 2013 til 2014, og hvert år etter dette.

- Sykkel økte hvert år i hele perioden. Ride Service økte fra etter 2013, og økningen ble større år for år.
- Denne utviklingen innebærer at NY har gått fra at veksten i reiser tas med offentlig transport til at veksten tas på TNCs (og sykkel + litt ferge)
- Dette gir økt trengsel og lengre reisetid, spesielt i sentrale områder
- Når det gjelder miljømålene finner rapporten at TNC reiselengden øker – men uten en tilsvarende stor reduksjon i privat kjøring. Dermed nås ikke miljømålene.

Undersøkelse blant 4500 av mobilitetstjenester i USA

Undersøkelse i USA til 4500 brukere av mobilitetstjenester (inkludert offentlig transport) i sju amerikanske byer⁴³ (Murphy *et al.*, 2016):

- Økt bruk av delte transporttjenester er assosiert med større sannsynlighet for å reise med offentlig transport, å eie færre biler og bruke mindre penger på transport. Merk at undersøkelsen ikke er representativ
- Selv om studien tyder på at deling gir mindre bilbruk er det også elementer i studien som tyder på konkurranse mellom andre delingstjenester og kollektivtransport
- 10 prosent av de som svarte kunne klassifiseres som superdelere, disse brukte minst tre ulike delte mobilitetstjenester, kollektivtransport, bildeling, bysykkel (sykkeldeling)
- Superdelerne brukte buss og tog litt mindre enn de andre respondentene, for 57 prosent av superdelerne var det dette delte transportmidlet de brukte oftest – mot 65 prosent blant alle
- Det var spesielt bysykkel superdelerne brukte mer enn andre, 22 prosent av superdelerne brukte dette mest og 12 prosent av alle respondentene
- For rekreative reiser rapporterer superdelerne mer bruk av alle reisemåter, inkludert kjøring, enn de andre.
- Alle respondentene oppgir at de har endre livsstil etter at de begynte å bruke delte reisemåter. Superdelerne oppgir i litt større grad at de kjører mindre til jobb (37 prosent) enn andre (35 prosent). 66 prosent av superdelerne oppgir at de er blitt mer fysisk aktive og 54 prosent av de andre
- 21 prosent av superdelerne oppgir at de har utsatt å skaffe seg bil. 22 prosent oppgir at de hadde besluttet å ikke kjøpe bil og 27 prosent oppgir at de har solgt bilen uten å erstatte den med noe annet.



Source: Cross-tabulated responses to survey questions 11 and 9 (see Appendix C).

Figure 7. Household and financial changes since starting to use shared modes—supersharers versus all respondents.

⁴³ Undersøkelsen sendt på e-post til kunder, brukere osv. folk som hadde lagt igjen e-postadressen sin

- Undersøkelsen viser at samkjøring eller «ridesourcing» (et begrep som brukes for å få frem at fører og passasjer ikke nødvendigvis deler destinasjon) er mest brukt i sosiale sammenhenger og når det er alkohol inne i bildet. Få brukte dette til pendling. Ride-sourcing har dermed likhetstrekk med taxi, og i Australia har retten bestemt at det er det det er⁴⁴.
- Av de som brukte delte transportmåter hadde bysykkel en rolle som var mer lik kollektivtransporten. Halvparten av de som brukte bysykkel ville brukt kollektivtransport hvis bysykkelen ikke var tilgjengelig. 39 prosent sa de ville gå eller brukt egen sykkel
- Av de som brukte bildeling eller samkjøring (ridesourcing) var disse mer bilorientert.

Andre studier som har sett på effekten ved delte, selvkjørende kjøretøy

Tabell V.3.5 gir en oversikt over enkelte beregninger der det er sett på effekt av deling. Beregningene er begrenset med hensyn til hva det er sett på (se kolonnen om konsept).

Tabell V.3.5: En oversikt over noen modelleringer som har sett på effekten av deling

Sted	Konsept	Forutsetninger	Gevinster
Manhattan, New York (Alonso-Mora et al., 2017)	Dagens taxiturer erstattes av en løsning med delte taxiturer. I dag har området 13 000 taxier	Det er sett på effekter av ulik størrelse på kjøretøy (1,2,4 og 10 passasjerer), ulik maksimal ventetid (120, 300, 420 s) og forsinkelsestider (både ventetid og forsinkelse som en del av reisen) og ulik flåtestørrelse 1000, 2000, 3000 kjøretøy)	<ul style="list-style-type: none"> • 1000 kjøretøy med plass til 10 kan gi tilbud til 80 prosent av bestillingene med en maks ventetid på 420 sekunder. • Med en maks ventetid på 420 sekunder og 3000 kjøretøy med kapasitet på 2, 4 og 10 kan 94, 98 og 99 prosent av etterspørselen bli dekt. • 3000 kjøretøy med plass til 2 og 4 kan dekke 94 og 98 prosent av etterspørselen med ventetider på 3.2 og 2.7 min og forsinkelse på 1.5 og 2.3 minutter. • Samlet lengde kjøretøyene kjører blir også redusert.
New Jersey (Brownell and Kornhauser, 2014)	New Jersey State, sett på autonome biler med bildeling i to ulike modeller. En med faste stasjoner (PRT) og en der kjøretøyet plukker opp og setter av folk innen gitte soner (SPT) – som erstatning for personlig eide biler	<ul style="list-style-type: none"> • Antall personreiser 32 770 528 • I 2011 var det registret 7 609 467 kjøretøy i New Jersey 	<ul style="list-style-type: none"> • Maksimal gang- eller ventetid 5 min. Gir 1.269 personer for pr. kjøretøy for PRT og 2.160 for SPT, dette skyldes at SPT kan dekke større område. Totalt antall turer blir mellom 15,1 (SPT) og 25,8 (PRT) millioner. • For kjøretøy med maks 6 passasjerer blir antall turer 16,3 (SPT) og 21,2 (PRT). Gjennomsnittsdistanse per tur blir 21,12 miles for SPT og 16.29 for PRT – mens samlet kjørt distanse blir 344 815 000 miles for SPT og 425 263 000 miles for PRT • Også sett på at hvert kjøretøy trenger en times pause mellom turene, resultatene fra dette ikke tatt med

⁴⁴ <https://www.ato.gov.au/Business/GST/In-detail/Managing-GST-in-your-business/General-guides/Providing-taxi-travel-services-through-ride-sourcing-and-your-tax-obligations/>

V.3.5 Utvalgte case: Selvkjørende bestillingstransport

Det er sett på tre ulike modelleringer av delt mobilitet dvs. at delte selvkjørende kjøretøy betjener transportbehovet i byen fremfor privatbilen. Eksempelet fra Lisboa og Sverige forutsetter at flere mennesker samkjører på veg til bestemmelsesstedet, mens i eksempelet fra Singapore betjenes bare et transportbehov av gangen. Transportetterspørselen i Sverige er hentet fra den regionale transportmodellen, mens etterspørselen i Lisboa og Singapore-eksempelet baserer seg på reisevaneundersøkelser.

Tabell V.3.6: Oppsummering av de selvkjørende bestillingstransportløsningene

Eksempler	Dagens løsning	Selvkjørende løsning		
		Lisboa	Stockholm	Singapore
Transportmidler	Jernbane og T-bane driftes etter gjeldende mønster.	Samkjøring i delte kjøretøy (shared taxi eller taxi-buss). Tog og T-bane driftes etter gjeldende mønster. Gange på korte reiser.	Samkjøring i delte kjøretøy ⁴⁵ (aTaxi) (så bare på interne private bilreiser så de kollektivreisende og gående/syklende gjør fortsatt det)	Delte kjøretøy (kjøretøyet betjener bare én etterspørsel av gangen, og baserer seg på etterspørselen etter taxireiser)
Tilbringetid	Avhenger av avstand til holdeplass <i>Snittavstand i Oslo: 11,6 minutter</i>	Dør-til-dør (noen pop-up holdeplasser)	Dør-til-dør	Dør-til-dør
Byttetid	Avhenger av rutestrukturen <i>Snittbyttetiden i Oslo: 5,8 minutter</i>			
Ventetid (rush)	Avhenger av frekvens <i>Snittfrekvens i Oslo: 6,8 minutt</i>	Avhenger av antall kjøretøy i drift	3-15 minutter (start tidspunkt-vindu for reisen på 10 minutter)	10-15 minutter (maks ventetid i rush = 35 min (i snitt ledig 60 % av tilfellene i rush (92 % i snitt))
Forsinkelse	Avhenger av oppholdstid ved holdeplass og øvrig trafikk <i>Snittforsinkelse i Oslo: 2-3 minutter</i>	5-10 minutter inkl. «detour-time»: 7-15 minutter		
Ombordtid⁴⁶	Avhenger av hastighet og reiselengde <i>Snittombordtid med sitteplass: 20,2 minutter</i> <i>Snitt hastighet i Oslo og Akershus for buss: 27-28 km/t</i>	Hastigheten antas å variere med tidspunkt og antall kjøretøy på veggen.	Maks 30 % økt reisetid (13 % i gjennomsnitt)	Hastigheten antas å være periodisk tidsvarierende ⁴⁷ .
Trafikkmengde (vognpark)	Transportbehovet i Oslo betjenes av X biler, X busser, X t-baner og X trikker, i tillegg til gåing og sykling.	3 % av dagens bilflåte 5 % av dagens parkeringsareal	5 % av dagens bilflåte og parkeringsplasser.	Rundt 30 % av dagens bilflåte

⁴⁵ For å redusere dagens bilflåte, må de reisende akseptere å dele kjøretøy, økt ombordtid og at reisen kan starte ± 10 minutter i forhold til når de hadde tenkt.

⁴⁶ Pilotprosjektene som er gjennomført med ulike selvkjørende kjøretøy viser stor spredning i hastighet. Makshastighet sies å være 15-70 km/t, mens gjennomsnittshastigheten derimot ligger på 10-40 km/t.

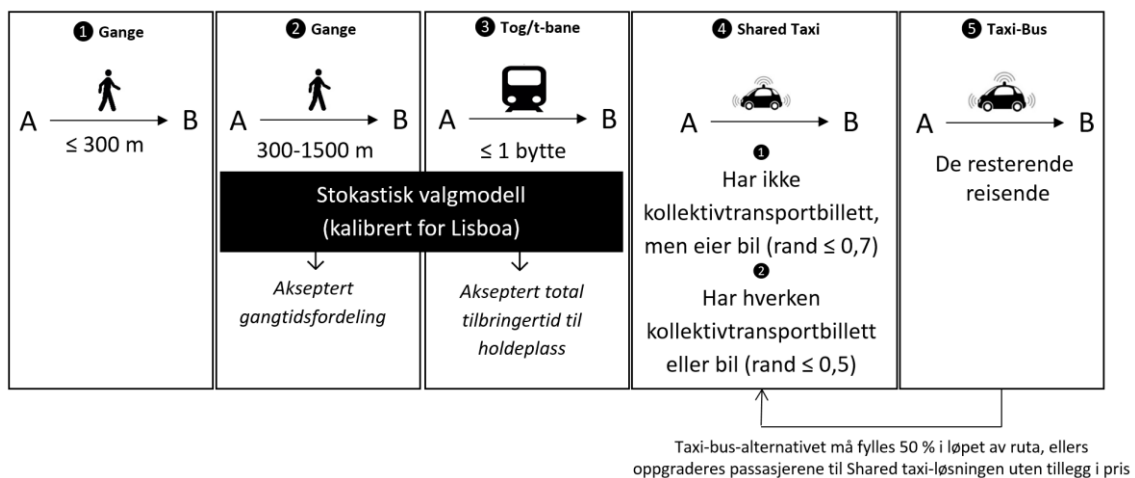
⁴⁷ Gjennomsnittshastigheten til kjøretøyene baserer seg på hastigheten okkuperte taxier har i dagens trafikkbilde.. Studiet sier derfor at det må undersøkes nærmere om reisetiden og køene i vegnettet faktisk vil reduseres.

Lisboa, Portugal

OECD, 2016 undersøker i rapporten «*Shared Mobility. Innovation for Liveable Cities*»⁴⁸ hvordan selvkjørende delt mobilitet kan påvirke bytrafikken. Det gjøres ved å modellere selvkjørende kjøretøy som tilbyr bytte-frie reiser i en middels stor europeisk by ved å benytte faktiske reisekjeder og nettverksdata for Lisboa i Portugal.

Analysemetode

Analysen baserer seg på en statisk representasjon av det faktisk vegnettet (delt inn i 200 x 200 m homogent nettverk) for Lisboa som har et bysentrum på 96 km², der kapasiteten («per-link occupancy») varierer med tid på døgnet (og dermed også farten). I tillegg benyttes en mobilitetsundersøkelse som ble gjort for «Lisbon Metropolitan Area» (LMA) i 2010, og de nesten 1 139 000 daglige reisene kan dermed fordeles på tidspunkt for reisen (avgang- og ankomsttid) og område (per kvartal). Mobilitetsundersøkelsens gir også info om reisehensikt (brukt for å kalkulere parkeringskostnadene), og den reisendes alder, kjønn, inntekt og om personen har overgangsbillett, førerkort, bil, motorsykel eller tilgang til parkeringsplass hjemme/på jobb. Jernbane og T-bane driftes etter gjeldende mønster, mens alle busser og biler erstattes med delte taxier eller taxi-busser⁴⁹. Bakgrunnen for utformingen var å lage et tilbud som var fleksibelt, komfortabelt og tilgjengelig slik at det ble lettere å overføre dagens bilførere til kollektive transportmidler. De reisende fordeles på transportmidlene i den rekkefølgen som vises på figur V.3.2.



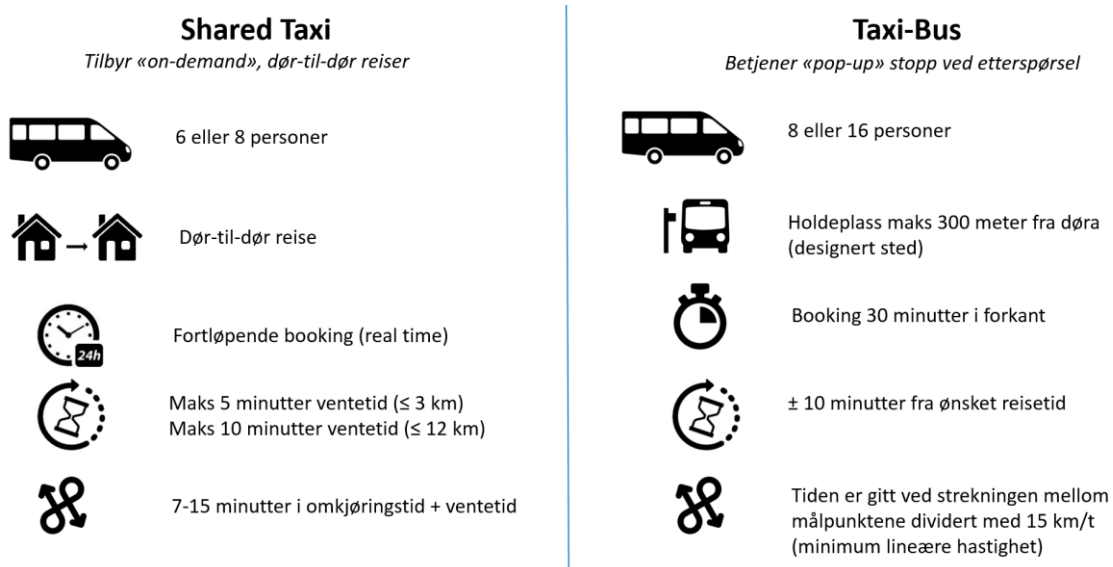
Figur V.3.2: Modellens regler for tildeling av reisemiddel

⁴⁸ Denne rapporten bygger videre på «Urban Mobility System Upgrade: How shared Self-driving cars could change city traffic» (OECD, 2015).

⁴⁹ For alle kombinasjoner av reisekjeder for de ulike transportmidlene, defineres tilbringertid, ventetid, reisetid, kostnader og eventuelt antall bytter.

Forutsetninger

- Kjøretøy som ikke er i bruk (parkering)**
 Dersom den delte taxi-løsningene ikke er i bruk, kjører den korteste rute (med tanke på reisetid) til én av 60 parkeringsstasjonene som er spredt utover Lisboa. Taxi-bussene venter ved én av de 320 potensielle holdeplassene i byen (lokalisert slik at minimumsavstanden mellom stoppene er 300 meter).
- 2 taxi-løsninger, gange/sykkel, t-bane og tog er tilgjengelige transportmidler**
 Analysen modellerer en virkelighet der all motorisert transport (bil, motorsykkel, taxi og buss) er erstattet med to nye delte, selvkjørende tilbud eller gange, t-bane eller tog. Egenskapene til de nye transportmidlene er vist på Figur V.3.3, og viser at fordelingen gjøres etter tids-minimeringsprinsippet både for den gitte reisende og de som allerede befinner seg om bord på den delte taxi-løsningen.



Figur V.3.3: Egenskaper ved det nye transporttilbudet i Lisboa

Resultat

Resultatet fra modelleringen viser en reduksjon i antall kjøretøy, kjøretøy-km, CO₂-utslipp og parkeringsarealbehov, noe som omtales nærmere under. I tillegg peker OECD, 2016 på økt tilgjengelighet og sosial inkludering (en tilnærmet eliminering av ulikheter på tvers av byen med tanke på tilgjengelighet til jobb, skole og helsetjenester). Videre sier de at tradisjonelle bussruter gir mening der de kan tilby en tjeneste med høy kapasitet og frekvens.

- Reisemiddelfordelingen**
 Reisemiddelfordelingen modelleringen benytter gjør at de som tidligere brukte private transportløsninger (bil, motorsykkel eller taxi) i hovedsak bytter til delte taxi- eller bussløsninger, mens de som går eller benytter t-banen fortsetter med det. Unntaket er der gangavstanden blir for stor eller det er dårlig metrotilgang. De som tidligere

kombinerte jernbane og buss bytter gjerne til delte taxi-løsninger, enten på grunn av dårlig jernbanetilknytning eller lang overgangstid mellom tog og t-bane. Dette kan sees som et resultat av forutsetningene, og ikke modelleringen i seg selv. OECD, 2016 viser også til at nesten alle reiser kan gjøres direkte (ingen bytter) i sin beskrivelse av resultatet, men det er også en av forutsetningene som er lagt inn i modellen.

- **Reduserer antall kjøretøy**

Simuleringen viser en betydelig reduksjon i både kø og utslipp (trenger 3 prosent av dagens kjøretøypark), noe som må sees som en naturlig konsekvens av å fjerne all privat motorisert transport. Det er dermed grunn til å tro at man også ville fått en reduksjon dersom man delte eksisterende vognpark. Verdiskapningen ligger dermed ikke nødvendigvis i det selvkjørende, men i dele-kulturen. Den kapasitetseffektive bruken gjør at prisen på reisen blir 50 % eller mindre av dagens nivå, selv uten subsidier.

- **Reduserer antall kjøretøy-km og CO₂-utslipp**

Antall vogn-km reduseres med 37 % i rushperioden. Ellers vil hvert kjøretøy kjøre 10 ganger flere kilometer enn det de gjør i dag, noe som gjør at vil de få kortere livssyklus. Det gjør at man får en raskere utskiftning av kjøretøyene, og raskere kan ta i bruk ny, renere teknologi, noe som bidrar til en reduksjon av CO₂. Samtidig må det påpekes at miljøregnestykket må ta hensyn til at det må produseres flere kjøretøy med de utslippene det medfører. Forøvrig viste modelleringen at trafikkutslippene ble redusert med 1/3 (OECD, 2016).

- **Redusert behov for parkeringsareal**

Modelleringen viser at det nye transporttilbudet krever 95 % mindre areal til offentlig parkering. Dette arealet kan nå benyttes til noe som gir gode byrom (øke byens «livability»), for eksempel gjennom bredere fortau, bedre sykkelveger eller grøntarealer (parker). Modelleringen oppgir at noe areal vil benyttes til oppstillingsplasser/parkeringsareal for ubrukte kjøretøy, men det kommer ikke frem hvor stort areal som faktisk kreves for dette.

Stockholm

Burghout, Rigole and Andreasson, 2015 undersøker i artikkelen «*Shared Mobility solution in Stockholm*» de potensielle fordelene ved en delt autonom taxiflåte («aTaxis»), altså at innbyggerne samkjører til jobb i aTaxis fremfor å kjøre privatbil.

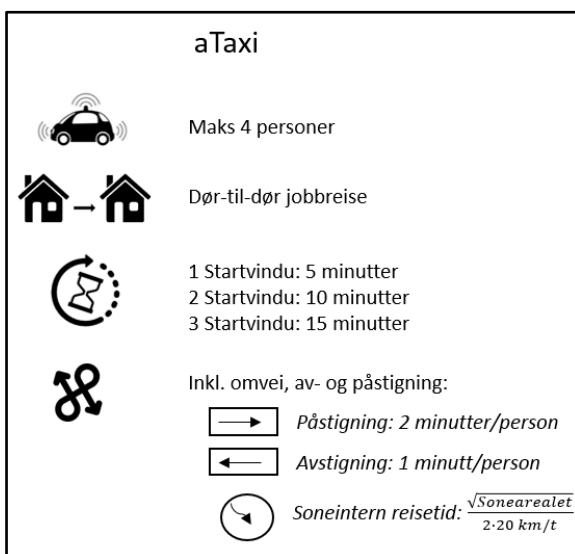
Analysemetode

Simuleringen er gjort for Stockholm basert på et detaljert nettverk bestående av 421 etterspørselssoner og 11 000 linker over et 40 km x 40 km området. Det ble antatt at linkene hadde en hastighet på 75 % av fri flyt-hastighet ved turfordeling. Transportetterspørselen ble hentet fra REGENT (regionale etterspørselsmodellen) som inneholder de daglige kjøretøysbaserte arbeidsreisene (både til og fra arbeid). Det utgjør nesten 500 000 reiser fordelt på ca. 133 000 OD-par, men analysen så kun på interne turer i Stockholm slik at nesten 49 % av den totale trafikken ble utlatt. Denne etterspørselen ble så omgjort til en dynamisk etterspørsel av private kjøretøy i byen tilpasset en Gaussisk distribusjon basert på det observerte morgen- og ettermiddagsrushet i bomringen.

Problemstillingen belyses gjennom utformingen av 6 scenarioer (3 er gjengitt her) som ser på variasjoner i starttidspunkt for reisen (akseptert ventetid) og akseptert prosentvis økning i reisetid. Det ble veid opp imot passasjerenes reisetid, flåtestørrelse (antall kjøretøy) og kjøretøy-km.

Forutsetninger

For at man skal få de miljømessige fordelene og redusere det totale antallet kjøretøy-km, forutsetter en autonom taxiflåte at brukerne aksepterer samkjøring/bildeling (ride-sharing). Hvilket kjøretøy som skal betjene hvilke passasjerer, er beskrevet i Tekstboks V.6. Det forutsettes også maksimum 30 % økning i reisetid (13 % økning i gjennomsnitt) og at starttidspunktet kan variere med 10 minutter («reisevindu»). De tomme kjøretøy gis dessuten spesifikke instruksjoner. Øvrige forutsetninger er skissert i figur V.3.4.



Figur V.3.4: Transporttilbudet i Stockholm-caset

*Tekstboks V.6: Dial-A-Ride Problem (DARP)***Optimaliseringsproblem:**

Hvilket kjøretøy skal betjene hvem, og hvilken rute skal hvert kjøretøy velge når det foreligger begrensninger på tidsbruk (tidsvindu), graden av omvei, antall stopp man kan gjøre og kapasitet?

I virkeligheten må dette løses basert på sanntidsetterspørsmål. I simuleringene forutsetter man derimot at alle reiser er forhåndsbestilt, og at man dermed har fullstendig oversikt over byens transportbehov. Antall mulige samkjøringskombinasjoner øker raskt med antall turer. En gitt reise fra A til B i et kjøretøy med 4 seter kan potensielt ha 3 samkjørende passasjerer, og det gjør at antall mulige kombinasjoner (dersom antall potensielle kandidater er N) blir:

$$4 \left(\frac{N!}{(N-3)!} \right)^2$$

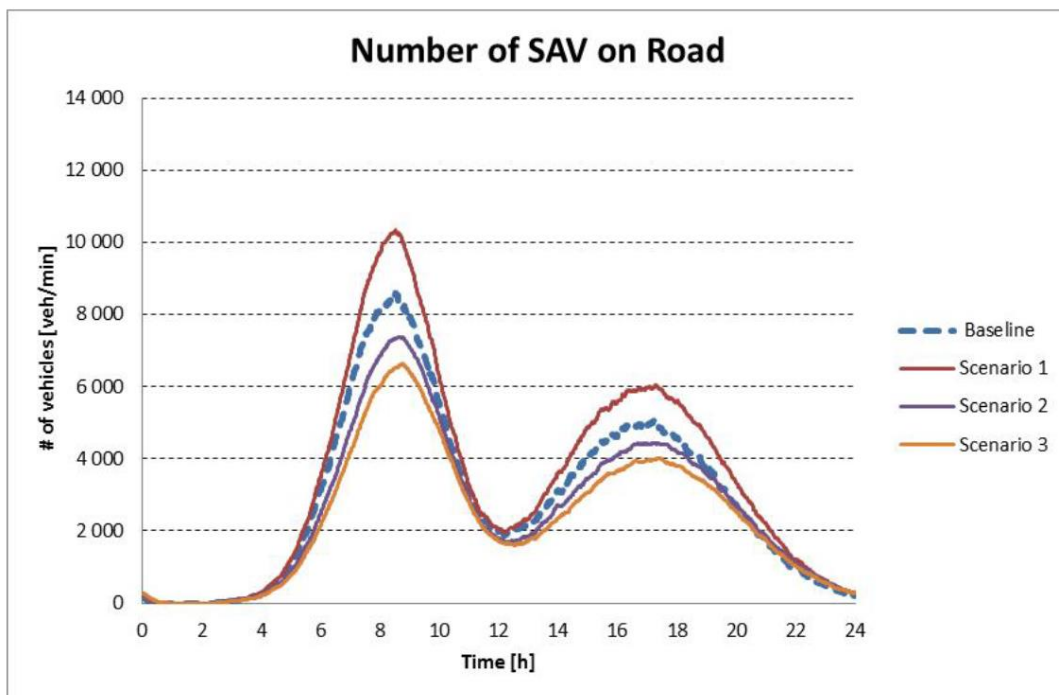
For å redusere antall mulige kombinasjoner, ble følgende sekvensiell rekkefølge benyttet (forutsatt at co-passasjerer oppfyller krav til start- og reisetid):

- 1) Den samkjørende medpassasjerer har samme start- og målpunkt
- 2) Den samkjørende medpassasjerer har samme startpunkt, men ulikt målpunkt
- 3) Den samkjørende medpassasjerer har ulikt startpunkt, men samme målpunkt

Dersom flere medpassasjerer innenfor hvert sekvens er mulig, velges den medpassasjerer som ønsker det mest nærliggende starttidspunktet. Dersom flere kombinasjoner av medpassasjerer er mulig, velges den medpassasjerer som gir kortest kjøretid. Passasjerene skal forlate kjøretøyet i målpunktområdet i samme rekkefølge som de gikk på.

Resultat

Resultatet av analysen viser at en autonom taxiflåte kan gi on-demand- dør-til-dør transport med høyt servicenivå ved å bare benytte 5 % av dagens private bilflåte og parkeringsplasser. Hvordan størrelsesbehovet på flåten varierer over døgnet for de ulike scenarioene, er vist i Figur V.3.5.



Figur V.3.5: Vognparkstørrelse over døgnet for de ulike scenarioene (Burghout, Rigole and Andreasson, 2015)

Tabell V.3.7: Oversikt over resultatet fra de ulike scenarioene

Forutsetninger	Baseline	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Akseptabel økning i reisetid	-	0 %	30 %	50 %
«Startvindu» for reisen	-	0 minutter	10 minutter	15 minutter
Resultat	Baseline	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Bruk av «startvinduet»	-	0 %	60 %	56 %
Antall kjøretøy	135 934 privatbiler	8 %	5 %	5 %
Totalt antall vogn-km	2 6060 000 km ⁵⁰	124 %	89 %	76 %
Tid på vegen:	66 000 timer (total reisetid)	120 %	93%	85%
Reisetid	0,5 time/person (snitt)	0 %	60 %	56 %
	0,5 time/privatbil (snitt)			
Total parkeringstid	3 196 000 timer ⁵¹	6 %	4 %	3 %

⁵⁰ Gjennomsnittlig reiseavstand: 10 km/tur.

⁵¹ Gjennomsnittlig parkeringstid er på 23,5 timer/privatbil.

Singapore

Burghout, Rigole and Andreasson, 2015 hevder at Spieser *et al.*, 2014 gir analytiske retningslinjer for designet av aTaxi mobilitet system uten ride-sharing i artikkelen «*Toward a Systematic Approach to the Design and Evaluation of Automated Mobility-on-Demand Systems: A Case Study in Singapore*». Boken er sammenstilt på bakgrunn av artikler som ble skrevet til Transport Research Board (TRB) sin Workshop om “Road Vehicle Automation” i 2013. Boken består av flere deler hvorav del 1 («Public Sector Activities») omtaler blant annet de føderale myndighetenes rolle i arbeidet. Det handler i hovedsak om å lage et helhetlig, oppkoblet transportsystem som kommuniserer og gir sømløse reiser. For å sikre en standardisering av dette, samt forberede dagens infrastruktur, ønsker Federal Highway Administration (FHWA) å utvikle guider til statene, samt forske på hvordan den nye teknologien virker. Del 2 («Industrial Research and innovation») omhandler hvor langt man har kommet i ulike land som USA og Tyskland/Europa, samt at Bosch redegjør for deres planer for selvkjørende kjøretøy. Del 3 («Societal and Environmental Impacts») ser på de etiske sidene ved autonome kjøretøy, samt energibruk, mens del 4 («Technical Progress») skisserer casestudiet fra Singapore, samt gjør en evaluering av teknologien, blant annet skisseres fordeler og ulemper ved fullautomatisert mobilitet.

Analysemetode

Spieser *et al.*, 2014 undersøker derfor hvor mange kjøretøy som må til for å betjene den faktiske transportetterspørselen i Singapore dersom transporttilbudet betjenes av en Automated Mobility-on-Demand (AMoD) tjeneste. Analysen baserer seg på en reisevaneundersøkelse⁵² som Landtransportmyndighetene utførte i 2008, data⁵³ fra taxiselskapet i Singapore, og en grafisk representasjon av Singapores vegnett (for å definere mest effektive rute fra et punkt til et annet). Modelleringen vet det totale transportbehovet til befolkningen, mens man i et reelt tilfelle ville fått vite transportbehovet forløpende (etter tiden t_i).

Forutsetninger

- Hvert kjøretøy kan bare betjene én etterspørsel av gangen (ingen samkjøring).
- Gjennomsnittshastigheten til kjøretøyet er periodisk tidsvarierende
- Usikkerhetene i reiseetterspørselen gjør at den modelleres som en Poissonprosess der de individuelle reisedataene er statistisk uavhengige av hverandre og betinget distribuert avhengig av når på døgnet reisen skjer.

Resultat

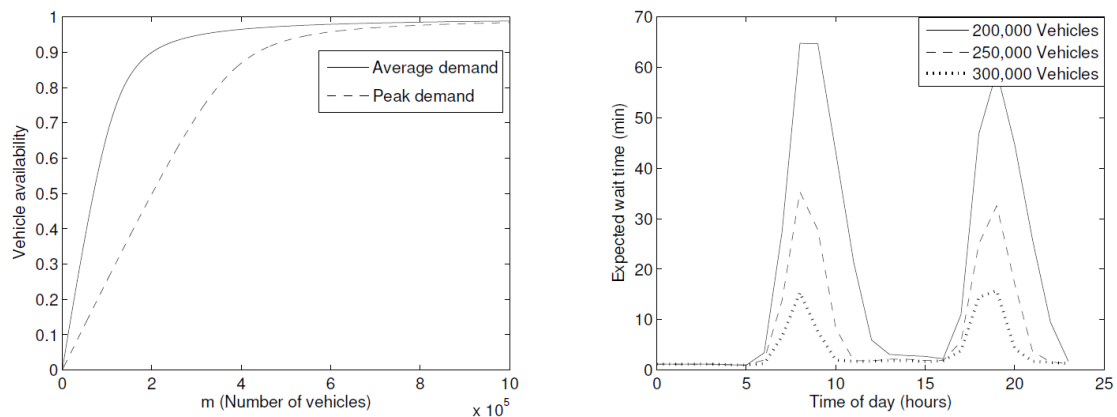
Spieser *et al.*, 2014 kalkulerer først at man trenger minst 92 693 automatiserte kjøretøy til å betjene transportetterspørselen i byen («minimum fleet sizing»). Dette anses som et minimumskrav da det medfører uakseptabelt høye ventetider for trafikantene. Man trenger flere kjøretøy dersom man tar hensyn til brukeropplevelsen av tilbudet («performance-driven fleet sizing»). For å oppnå en gitt kvalitet på tilbudet økes antall ledige kjøretøy

⁵² Undersøkelsen er kalt «The Household Interview Travel Survey» (forkortet HITS), og intervjuet 10 840 av Singapores 1 144 400 husholdninger.

⁵³ Dataen består av all bevegelse og aktivitet (som GPS-koordinater, hastighet og passasjerstatus) som 60 % av taxiene i Singapore sto for en gitt uke i 2012.

(tilgjengeligheten⁵⁴) og ventetiden for passasjerene reduseres. Resultatet oppsummeres i Figur V.3.6, og viser at:

- 200 000 kjøretøy gir 50 % kjøretøytilgjengelighet i rush (90 % tilgjengelighet ellers) og en maksimum ventetid på 65 minutter (ellers er det ca. 3 minutter mellom booking og pick-up)
- 250 000 kjøretøy gir i overkant av 60 % kjøretøytilgjengelighet i rush (ca. 92 % tilgjengelighet ellers) og en maksimum ventetid på 35 minutter (ellers er det ca. 3 minutter mellom booking og pick-up)
- 300 000 kjøretøy gir 72 % kjøretøytilgjengelighet i rush (95 % tilgjengelighet ellers) og en maksimum ventetid på 15 minutter (ellers er det ca. 3 minutter mellom booking og pick-up)



Figur V.3.6: Kurven til venstre viser størrelsen på vognparken opp imot kjøretøytilgjengeligheten for gjennomsnittsetterspørselen (kl. 14-15) og for rushtidsetterspørselen (kl. 7-8) forutsatt 100 regioner⁵⁵. Kurven til høyre viser gjennomsnittlig ventetid over døgnet for et system med ulik vognparkstørrelse (Spieser et al., 2014).

I 2011 var 779 890 passasjerkjøretøy i drift i Singapore. En kjøretøypark på 200 000, 250 000 og 300 000 kjøretøy utgjør dermed henholdsvis 26, 32, og 38 % av Singapores 2011-kjøretøypark⁵⁶. En delte mobilitetsløsninger kan dermed betjene Singapores transportbehov med 1/3 av dagens kjøretøypark (Spieser et al., 2014).

⁵⁴ Ved de fleste bildelingsordninger i dag må man leie og returnere bilen på samme sted, men det har oppstått envegs-bidelingsordninger som har anerkjent at det ikke nødvendigvis tilsvarer alles behov. Dette asymmetriske reiseforholdet kan fort generere et overskudd av kjøretøy ved en gitt stasjon, mens det er mangel på kjøretøy ved andre stasjoner. Tilgjengeligheten til kjøretøy vil derfor i stor grad påvirkes av hvor god fordelingen av kjøretøy er mellom stasjonene (Spieser m.fl. 2014).

⁵⁵ Vegnettet ble delt inn i 100 regioner, noe som gir en gjennomsnittlig reisetid fra booking til pick-up på 2,3 minutter.

⁵⁶ I dag øker privatbileierandelen og trafikkøene i Singapore, til tross for at byen har et sofistikert og velutviklet kollektivtransportsystem.

Referanser til vedleggene

Accentor (2016) 'Accentur: Dialogkonferanse om fremtidens mobilitetsmarked. Hvordan oppnå økt mobilitetssamarbeid i Oslo & Akershus?', 31 March. Available at: https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2016-03-31-mobilitetetyssamarbeid/accentur_ruter-dialogkonferanse_31032016.pptx?id=5138 (Accessed: 1 June 2017).

Alonso-Mora, J. *et al.* (2017) 'On-demand high-capacity ride-sharing via dynamic trip-vehicle assignment', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(3), pp. 462–467. doi: 10.1073/pnas.1611675114.

Asplan Viak (2010) *Mulighetsstudie – Superbuss Trondheim*. Saksnummer 2009/164325. Oslo: Statens vegvesen, p. 88. Available at: https://www.vegvesen.no/_attachment/172532/binary/319722 (Accessed: 20 October 2016).

Bernard C. Soriano, Stephanie L. Dougherty, Brian G. Soublet and Kristin J. Triepk.: *Autonomous Vehicles: A Perspective from the California Department of Motor Vehicles*.

Bergen kommune (2015) *Grønn strategi: Klima- og energihandlingsplan for Bergen 2015*. Bergen: Bergen kommune. Available at: https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00249/Gr_nn_strategi__Kli_249381a.pdf (Accessed: 5 August 2017).

Brownell, C. and Kornhauser, A. (2014) 'A Driverless Alternative: Fleet Size and Cost Requirements for a Statewide Autonomous Taxi Network in New Jersey', *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2416, pp. 73–81. doi: 10.3141/2416-09.

Burghout, W., Rigole, P. J. and Andreasson, I. (2015) 'Impacts of shared autonomous taxis in a metropolitan area', in *Proceedings of the 94th annual meeting of the Transportation Research Board, Washington DC, 2015*. Available at: <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:912176> (Accessed: 13 July 2017).

DriveNow (2016) 'DriveNow Company Profile', 31 March. Available at: <https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2016-03-31-mobilitetetyssamarbeid/bmw-drive-now-kobenhavn.pptx?id=5135> (Accessed: 1 June 2017).

Easymile (2017) 'Shared Driverless Transportation. Reclaiming cities for the people.' Ruter Supplier Conference, Oslo, 17 January. Available at: https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2017-01-12-autonomous-transport/easymile_oslo_ruter_light.pptx?id=11194 (Accessed: 1 June 2017).

Ellis, I. O. and Øvrum, A. (2014) *Klimaeffektiv kollektivsatsing. Trafikantenes verdsetting av tid i fem byområder*. UA-rapport 46/2014. Oslo: Urbanet Analyse, p. 56. Available at: http://1f4d6970592b53df998f-b41c63890e2fed1e20530ac7ebc616a1.r17.cf3.rackcdn.com/Filer-Dokumenter/URapport_46_2014_Tidsverdsettinger_klimaeffektiv-kollektivsatsing.pdf (Accessed: 31 August 2017).

European Commission (2016) *A European strategy on Cooperative Intelligent Transport Systems, a milestone towards cooperative, connected and automated mobility*. Brussel: European Commission.

Available at: https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/com20160766_en.pdf (Accessed: 19 June 2017).

Fagnant, D. J. and Kockelman, K. (2015) 'Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, pp. 167–181. doi: 10.1016/j.tra.2015.04.003.

Fearnley, N. et al. (2012) *Tilbuds- og etterspørselssammenhenger i jernbanesektoren*. 1244/2012. Oslo: Transportøkonomisk institutt (TØI), p. 63.

Frøyland, P., Ristesund, Ø. and Simonsen, S. (2014) *Superbuskonsept og midtstilt kollektivfelt*. Statens vegvesens rapporter 312. Oslo: Statens vegvesen Vegdirektoratet, p. 29. Available at: https://www.vegvesen.no/_attachment/1433163/binary/1120651?fast_title=Superbuskonsept+og+midtstilt+kollektivfelt.pdf (Accessed: 16 August 2017).

Frøyland, P., Simonsen, S. and Ristesund, Ø. (2016) *Plassering og utforming av kollektivfelt. Løsning for å fremme miljøvennlig transport*. Statens vegvesens rapporter 519. Oslo: Statens vegvesen Vegdirektoratet, p. 36. Available at: https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/Publikasjoner/Statens+vegvesens+rapporter/_attachment/1304679?_ts=15409acdf88&download=true&fast_title=Plassering+og+utforming+av+kollektivfelt%3A+BRT%3A+L%C3%B8sning+for+%C3%A5+fremme+milj%C3%B8vennlig+transport.

Go Mobile AS (no date) 'Go Mobile AS'. Available at: <https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2016-03-31-mobilitetysamarbeid/go-mobile-as.pdf?id=5144> (Accessed: 1 June 2017).

Goodall, W. et al. (2017) *The rise of mobility as service. Reshaping how urbanities get around*. Deloitte Review Issue 20. Deloitte Review. Available at: https://dupress.deloitte.com/content/dam/dup-us-en/articles/3502_Mobility-as-a-service/DR20_The%20rise%20of%20mobility_reprint.pdf (Accessed: 8 June 2017).

Halse, A. H., Flügel, S. and Killi, M. (2010) *Den norske verdsettingsstudien. Korte og lange reiser (tilleggsstudie) - Verdsetting av tid, pålitelighet og komfort*. TØI-rapport 1053H/2010. Transportøkonomisk institutt (TØI), p. 46. Available at: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=16086> (Accessed: 31 August 2017).

Han, W. et al. (2017) 'Architecture of iBus: A Self-Driving Bus for Public Roads', in. doi: 10.4271/2017-01-0067.

Hawkins, A. (2017) *Uber is expanding its self-driving car research beyond the US - The Verge*. Available at: <https://www.theverge.com/2017/5/8/15578606/uber-ai-labs-self-driving-car-research-toronto> (Accessed: 19 June 2017).

Henderson, J. and Spencer, J. (2016) 'Autonomous Vehicles and Commercial Real Estate', *Cornell Real Estate Review*, 14(1), p. 14.

Hesjevoll, I. S. and Fyhri, A. (2017) *Trafikksikkerhetstilstanden 2016: Befolkningens kunnskaper, atferd og holdninger*. TØI-rapport 1573/2017. Oslo: Transportøkonomisk institutt (TØI), p. 47. Available at: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=45449> (Accessed: 30 August 2017).

Hovland, T. (2017) 'Kan fremtidens kollektivtransport bli mer individuell?', in. *Tekna: Kursdager i Samferdsel 2017*, Sintef og ITS Norway.

Howard, D. (2013) 'Public Perceptions of Self-driving Cars: The Case of Berkeley, California.', in. *93rd Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Department of City and Regional Planning,

- University of California, Berkeley, p. 21. Available at:
<https://www.ocf.berkeley.edu/~djhoward/reports/Report%20-%20Public%20Perceptions%20of%20Self%20Driving%20Cars.pdf> (Accessed: 14 July 2017).
- Jernbaneverket (2012) *Slik fungerer jernbanen. En presentasjon av trafikksystemets infrastruktur*. Oslo: Jernbaneverket. Available at:
http://www.jernbaneverket.no/contentassets/55a947e1337748beaee3839e8f34f806/slikfungererjernbanen_2012_web_oppsl.pdf (Accessed: 18 October 2016).
- Jonasen, K., Bratseth, E. A. and Torp, M. (2016) 'avis-bildeling.pptx', 31 March. Available at:
<https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2016-03-31-mobilitetyssamarbeid/avis-bildeling.pptx?id=5139> (Accessed: 1 June 2017).
- Karlsson, M. (2016) *Omvärldsanalys 1. Integrerade Mobilitetstjänster*. Omvärldsanalys 1:2016. K2, Nationellt kunskapscentrum för kollektivtrafik. Available at:
http://www.k2centrum.se/sites/default/files/fields/field_bifogad_fil/strategiskt_case_integrerade_mobilitetstjanster_pm.pdf (Accessed: 7 June 2017).
- Kjørstad, K. N. et al. (2014) *Nullvekstmålet. Hvordan kan den forventede transportveksten fordeles mellom kollektivtransport, sykkel og gange*. UA-rapport 50/2014. Oslo: Urbanet Analyse, p. 50. Available at: http://1f4d6970592b53df998f-b41c63890e2fed1e20530ac7ebc616a1.r17.cf3.rackcdn.com/Filer-Dokumenter/UARapport_50_2014_Nullvekstm%C3%A5let-og-fordeling-av-transportvekst_endelig.pdf (Accessed: 25 October 2016).
- Kjørstad, K. N. and Norheim, B. (2009) *Marked for høyhastighetstog i Norge. Analyse av flypassasjerenes preferanser*. 12/2009. Oslo: Urbanet Analyse, p. 46.
- Kjørstad, K. N. and Norheim, B. (2010) *Markedspotensialet for høyhastighetstog Oslo-København*. 29/2010. Oslo: Urbanet Analyse, p. 30.
- Liikenne- ja viestintäministeriö (2017) *Digibarometri 2017*. Helsinki: Taloustieto Oy, p. 66. Available at: <https://www.etla.fi/wp-content/uploads/Digibarometri-2017.pdf> (Accessed: 31 August 2017).
- Litman, T. (2017) *Autonomous vehicle implementation predictions. Implications for Transport Planning*. 28. Victoria Transport Policy Institute, Canada. Available at: <http://www.vtpi.org/avip.pdf> (Accessed: 14 July 2017).
- Lund, E., Kerttu, J. and Koglin, T. (2017) *Drivers and Barriers for Integrated Mobility Services. A review of research*. K2 WORKING PAPERS 2017:3. Lund: K2, Nationellt kunskapscentrum för kollektivtrafik. Available at:
http://www.k2centrum.se/sites/default/files/drivers_and_barriers_for_integrated_mobility_services_k2_working_paper_2017_3.pdf (Accessed: 7 June 2017).
- Metroselskabet (no date a) *Facts om metroen, Copenhagen Metro*. Available at:
<http://www.m.dk/om+metroen/facts+om+metroen> (Accessed: 16 May 2017).
- Metroselskabet (no date b) *Metro expansion, Copenhagen Metro*. Available at:
<http://intl.m.dk/about+the+metro/metro+expansion> (Accessed: 30 August 2017).
- Meyer, Gereon, og Sven Beiker, red. 2014. *Road Vehicle Automation. Lecture Notes in Mobility*. London: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-05990-7.
- Metroselskabet (no date c) *Metroen i tal, Copenhagen Metro*. Available at:
<http://www.m.dk/om+metroen/facts+om+metroen/statistik> (Accessed: 30 August 2017).

- Millward, D. (2017) 'How Ford will create a new generation of driverless cars', *The Telegraph*, 27 February. Available at: <http://www.telegraph.co.uk/business/2017/02/27/ford-seeks-pioneer-new-generation-driverless-cars/> (Accessed: 19 June 2017).
- Mitchell, R. (2017) 'Next step toward driverless cars: Tesla updates Autopilot', *Los Angeles Times*, 30 March. Available at: <http://www.latimes.com/business/autos/la-fi-hy-tesla-updates-autopilot-20170330-story.html> (Accessed: 19 June 2017).
- Moen, T. (2017) 'Framtidens transportløsning – selvkjørende biler: hvor langt har vi kommet og hva gjenstår?', in: *Tekna: Kursdager i Samferdsel 2017*, SINTEF.
- Murphy, S. F. and C. et al. (2016) *Shared Mobility and the Transformation of Public Transit*. Washington, D.C.: Transportation Research Board. doi: 10.17226/23578.
- Norconsult (2009) *Forneububanen. Sluttrapport trasé- og konsekvensutredning*. Ruterrapport 2009:17. Oslo: Ruter AS, p. 96. Available at: https://ruter.no/globalassets/dokumenter/ruterrapporter/2009/17-2009_fornebu_sluttrapport_des2009.pdf (Accessed: 21 October 2016).
- Norheim, B. et al. (2017) *Kollektivtransport. Utfordringer, muligheter og løsninger for byområder*. 2nd edn. Oslo: Statens vegvesen Vegdirektoratet. Available at: <http://1f4d6970592b53df998f-b41c63890e2fed1e20530ac7ebc616a1.r17.cf3.rackcdn.com/Filer-Dokumenter/Kollektivtransport-til-web-23-05-17.pdf> (Accessed: 16 August 2017).
- Norheim, B. and Ruud, A. (2007) *Kollektivtransport. Utfordringer, muligheter og løsninger for byområder*. 1st edn. Oslo: Statens vegvesen Vegdirektoratet. Available at: https://www.vegvesen.no/_attachment/58564/binary/2159 (Accessed: 16 August 2017).
- OECD (2016) *Shared Mobility. Innovation for Liveable Cities*. International Transport Forum and Corporate Partnership Board, p. 54. Available at: <http://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-mobility-liveable-cities.pdf> (Accessed: 14 February 2017).
- Østli, V., Ørving, T. and Aarhaug, J. (2017) *Betydningen av ny teknologi for oppfyllelse av nullvekstmålet. Et litteraturstudie*. TØI-rapport 1577/2017. Oslo: Transportøkonomisk institutt (TØI), p. 69. Available at: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=45597> (Accessed: 30 August 2017).
- Owczarzak, Ł. and Żak, J. (2015) 'Design of passenger public transportation solutions based on autonomous vehicles and their multiple criteria comparison with traditional forms of passenger transportation.', *Transport Research Procedia*, (10/2015), pp. 472–482.
- RATP (2017) *Metro and RER: increasing passenger capacity and safety.*, Régie autonome des transports parisiens. Available at: <https://www.ratp.fr/en/groupe-ratp/metrotrains/metro-and-rer-increasing-passenger-capacity-and-safety> (Accessed: 7 November 2017).
- Rindedal, E. and Stavseth, A. B. (2017) 'Norwegian regulation on testing of self-driving vehicles on roads The judicial work that paves the way for testing of self-driving vehicles on roads', 1 December. Available at: <https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2017-01-12-autonomous-transport/self-driving-vehicles---ruter.pptx?id=11197> (Accessed: 1 June 2017).
- Rudmark, D. and Holmberg, P.-E. (2017) *Omvärldsanalys 2. Integrerade Mobilitetstjänster. Plattformer, roller och industriarkitekturer – en svensk utblick*. Omvärldsanalys. Lund: K2, Nationellt kunskapscentrum för kollektivtrafik. Available at: http://www.k2centrum.se/sites/default/files/fields/field_bifogad_fil/integrerade_mobilitetstjanster_o_mvarldsanalys_2.pdf (Accessed: 7 June 2017).

Ruter AS (2011) *K2012. Ruters strategiske kollektivtrafikkplan. 2012-2060*. 2011:10, versjon 2.0. Oslo: Ruter AS, p. 122.

Ruud, A. (2011) *Tidsverdistudien i Oslo og Akershus 2010: Anbefalte tidsverdier for kollektivtransport dordelt på reiseformål*. UA-notat 40/2011. Oslo: Urbanet Analyse, p. 30. Available at: http://1f4d6970592b53df998f-b41c63890e2fed1e20530ac7ebc616a1.r17.cf3.rackcdn.com/Filer-Dokumenter/UAnotat_40_2011_SP-Oslo-fordelt-etter-reiseform%C3%A5I_JBV.pdf (Accessed: 31 August 2017).

Samferdselsdepartementet (2017) *Høring av forslag til lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy på veg*. Oslo: Samferdselsdepartementet. Available at: <https://www.regjeringen.no/contentassets/bf935d9072f94c87b3db23f212c4b7ee/hnotat121216.pdf> (Accessed: 19 June 2017).

Sato, Y. (2013) *Cisco Customer Experience Research: The Automotive Industry. Global Data., Indonesia no Kogyoka (Industrialisation in Indonesia), Tokyo, Institute of Developing Economies*. Available at: http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/ccer_report_manufacturing.pdf (Accessed: 14 February 2017).

Schaller, B. (2017) *Unsustainable? The Growth of App - Based Ride Services and Traffic, Travel and the Future of New York City*. New York: Schaller consulting.

Schoettle, B. and Sivak, M. (2014) *A survey of public opinion about autonomous and self-driving vehicles in the U.S., the U.K. and Australia*. UMTRI-2014-30. Ann Arbor, Michigan, USA: University of Michigan Transportation Research Institute (UMTRI), p. 35. Available at: <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/109433> (Accessed: 14 February 2017).

Singer, E. (2016) *How the city bus will become autonomous*. Mercedes-Benz., Daimler. Available at: <https://www.daimler.com/innovation/autonomous-driving/future-bus.html> (Accessed: 7 December 2017).

Sivak, M. and Schoettle, B. (2015) *Influence of Current Nondrivers on the Amount of Travel and Trip Patterns with Self-Driving Vehicles*. Sustainable Worldwide Transportation Program (www.umich.edu/~umtristwt), University of Michigan. Available at: <http://www.umich.edu/~umtristwt/PDF/UMTRI-2015-39.pdf> (Accessed: 6 June 2017).

Smart Innovation Norway (2017a) *Smart City*. Available at: <http://www.ncesmart.com/smart-byer-og-samfunn/om-smart-city-konseptet/> (Accessed: 15 February 2017).

Smart Innovation Norway (2017b) *Smart mobilitet, Smart Innovation Norway*. Available at: <http://www.ncesmart.com/fjAdH> (Accessed: 15 February 2017).

Smile einfach mobile (no date) *Smile - simply mobile: The future of mobility*. Available at: http://smile-einfachmobil.at/index_en.html (Accessed: 30 August 2017).

Smolnicki, P. M. and Sołtys, J. (2016) 'Driverless Mobility: The Impact on Metropolitan Spatial Structures', *Procedia Engineering*, 161, pp. 2184–2190. doi: 10.1016/j.proeng.2016.08.813.

Sochor, J., Strömberg, H. and Karlsson, I. C. M. (2015) 'Implementing Mobility as a Service: Challenges in Integrating User, Commercial, and Societal Perspectives', *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2536, pp. 1–9. doi: 10.3141/2536-01.

Solli, H., Resell, M. B. and Haugsbø, M. S. (2015) *Sammenhengen mellom strategiske mål og organisering av kollektivtrafikken*. 68/2015. Available at: <http://urbanet.no/publikasjoner/sammenhengen-mellom-strategiske-mal-og-organisering-av-kollektivtrafikken> (Accessed: 3 August 2016).

- Sorgenfrei, P. (2017) 'Autonomous Mobility A/S', 1 December. Available at: <https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2017-01-12-autonomous-transport/autonomous-mobility---presentation-oslo-from-autonomous-mobility---ruter.pdf?id=11191> (Accessed: 1 June 2017).
- Spieser, K. *et al.* (2014) 'Toward a Systematic Approach to the Design and Evaluation of Automated Mobility-on-Demand Systems: A Case Study in Singapore', in Meyer, G. and Beiekr, S. (eds) *Road Vehicle Automation. Lecture Notes in Mobility*. London: Springer. Available at: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-05990-7_20.
- Stocker, A. and Shaheen, S. (2016) 'Shared Automated Vehicles: Review of Business Models'. Available at: <http://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-automated-vehicles-business-models-review.pdf> (Accessed: 12 July 2017).
- Summers, H. (2017) *Uber suspends fleet of self-driving cars following Arizona crash | Technology | The Guardian, The Guardian*. Available at: <https://www.theguardian.com/technology/2017/mar/26/uber-suspends-self-driving-cars-arizona-crash-volvo-suv> (Accessed: 19 June 2017).
- Sundberg, P. (no date) 'Samres. Et selskap innenfor den tilrettelagte trafikken.' Available at: <https://ruter.no/globalassets/kollektivanbud/moter/2016-03-31-mobilitetysamarbeid/samres-norge-presentasjon-versjon-2.pptx?id=5147> (Accessed: 1 June 2017).
- UITP (2017a) 'Autonomous vehicles: A potential game changer for urban mobility.', *Policy Brief of UITP*, January, p. 8.
- UITP (2017b) *Public Transport Trends*. Belgia: UITP Advancing Public Transport.
- Venter, I. (2016) *Daimler runs first self-driving BRT bus in Amsterdam.*, *Engineering News*. Available at: <http://www.engineeringnews.co.za/article/daimler-runs-first-self-driving-brt-bus-in-amsterdam-2016-07-18> (Accessed: 7 December 2017).
- Vivento (2015) *Kartlegging og vurdering av stordata i offentlig sektor*. Rapport til Kommunal- og moderniseringsdepartementet. Available at: https://www.regjeringen.no/contentassets/7a30f56668634d8c96ad660f92ffd508/bruk_av_stordata_i_offentlig_sektor.pdf (Accessed: 7 June 2017).
- Volvo (2017) *DRØMMESPINNERE*. Available at: <http://www.volvocars.com/no/own/inspiration/stories-and-inspiration/dreamweavers> (Accessed: 19 June 2017).
- Vuk, G. (2005) 'Transport impacts of the Copenhagen Metro', *Journal of Transport Geography*, 13(3), pp. 223–233. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2004.10.005.
- Wilke (2017) *Danskernes forventninger til selvkjørende biler*. Vejdirektoratet, p. 63. Available at: http://www.vejdirektoratet.dk/DA/viden_og_data/temaer/Selvkoerendebiler/Documents/Rapport_070217_short.pdf (Accessed: 31 August 2017).
- WSP and Farrells (2016) *Making better places. Autonomous vehicles and future opportunities*. WSP. Parsos Bricknerhoff. Farrells.

Urbanet Analyse
EIET AV ASPLAN VIAK

Urbanet Analyse AS
Postboks 337 Sentrum
0101 Oslo

Tlf: [+47] 96 200 700
urbanet@urbanet.no

