



Interaksjoner mellom bilister og selvkjørende busser. En systemteoretisk analyse av trafikksikkerhet.

Tone Njølstad Slotsvik

Juni 2019

Master i samfunnssikkerhet


Universitetet i Stavanger



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/ spesialisering: Master i samfunnssikkerhet	Vårsemesteret, 2019 Åpen
Forfatter: Tone Njølstad Slotsvik	 (signatur forfatter)
Fagansvarlig: Kenneth Pettersen Gould Veileder(e): Kenneth Pettersen Gould	
Tittel på masteroppgaven: Interaksjoner mellom bilister og selvkjørende busser. En systemteoretisk analyse av trafikksikkerhet. Engelsk tittel: Interactions between cardrivers and self-driving buses. A system theoretic analysis of road safety.	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Selvkjørende kjøretøy Autonomi Trafikksikkerhet Interaksjoner STAMP Migrasjonsmodellen	Sidetall: 69 +vedlegg/annet: 24 Stavanger, 14. juni 2019 dato/år

Sammendrag

Det er usikkert hvorvidt selvkjørende kjøretøy vil erstatte ordinære kjøretøy i fremtiden, men det er bred enighet om at interaksjoner mellom selvkjørende kjøretøy og vanlige trafikanter kan få konsekvenser for trafikksikkerheten. Imidlertid er det få forskningsstudier som belyser dette. Forskningen på selvkjørende kjøretøy har hovedsakelig vært teknologifokusert, og bare et fåtall av de gjennomførte studiene er empirisk forskning på menneskelige faktorer.

Denne oppgaven bruker testingen av en selvkjørende buss på Forus ved Stavanger i perioden fra juni til desember 2018 («Foruspiloten») som casestudie for å undersøke interaksjoner mellom den selvkjørende bussen og ordinære bilister. I studien anvendes Nancy Levesons systemteoretiske modell STAMP, og problemstillingen tar opp om begrensninger/tiltak som ble iverksatt i forbindelse med Foruspiloten har hatt betydning for bilistenes kjøreatferd. Dette belyses blant annet gjennom en spørreundersøkelse som ble besvart av 180 respondenter med arbeidsplass langs traseen, i tillegg til intervjuer med tre operatører, analyser fra videoopptak og skriftlige kilder.

Foruspiloten var et nøye monitorert testprosjekt der det ble innført en lang rekke begrensninger. I STAMP blir begrensninger sett på som kontrollmekanismer, men for veitransportsystemet som her undersøkes brukes et skille mellom kontroll-, regelstyrings- og påvirkningsmekanismer. Blant begrensningene som blir undersøkt er endring av fartsgrensen i traseen, etablering av forkjøringsvei for traseen, etablering av fartshumper og skilting av testområdet samt begrensning av den selvkjørende bussens makshastighet. Det var særlig to typer kjøreatferd som potensielt var trafikkfarlig: forbikjøringer forbi den selvkjørende bussen og brudd på vikeplikten. Denne atferden blir diskutert som former for systemtilpasninger.

Siden STAMP i liten grad har blitt anvendt på veitransportsystemer tidligere diskuteres det hva som oppnås ved å gjøre dette og hvilke faktorer som overses. I tillegg blir Jens Rasmussens migrasjonsmodell trukket inn for å supplere STAMP og for å vise hvordan bilistenes tilpasningsstrategier kan modelleres.

Forord

Takk til Kenneth Pettersen Gould for motiverende veiledningssamtaler og gode råd. Jeg er glad for at du satte bremsene på de gangene jeg gjorde ting for komplisert, og andre ganger oppfordret meg til å et steg videre. Takk også til alle dere i SEROS-gangen som velvillig har latt dere lure når vi studenter har sagt: «Kan jeg spørre deg om noe? Det tar bare et øyeblikk!»

Det har vært spennende å følge det første testprosjektet i Norge der en selvkjørende buss har kjørt i trafikken. Takk til Linn Terese Lohne Marken i Forus PRT for organisering av intervjuer og nyttige opplysninger om prosjektet. Takk til Grethe Skundberg i Kolumbus for god informasjon, og ikke minst for entusiasmen du har møtt meg med og samtalene vi har hatt underveis.

Jeg har hatt stort utbytte av å være med i forskningsprosjektet «Autobus – self-driving buses in Norway» mens jeg har skrevet masteroppgaven. Takk til Torkel Bjørnskau, Aslak Fyhri, Ole Jørgen Johansson, Marjan Hagenzieker og Vibeke Milch ved Transportøkonomisk institutt for all hjelp og nyttig samarbeid. En takk også til andre deltakere i Autobus-prosjektet som jeg har hatt gleden av å bli kjent med og lære av.

Takk til Gunnar Thesen for hjelp med kvantitative analyser.

Takk til Trond for rommet du har gitt meg til å studere videre. Og takk til Ingvill, Jonatan og Maia for at dere hver dag har lukket døren til dette rommet.

Innhold

Sammendrag.....	ii
Forord	iii
1.0 Innledning.....	1
1.1 Hva er selvkjørende kjøretøy?	1
1.1.1 Hvordan påvirker selvkjørende kjøretøy trafikksikkerheten?	1
1.2 Problemstilling	3
1.3 Valg av metode	5
1.4 Masteroppgavens struktur.....	5
2.0 Bakgrunn.....	6
2.1 Testing av selvkjørende kjøretøy	6
2.1.1 Testing av selvkjørende kjøretøy i Norge.....	6
2.2 Foruspiloten	7
2.2.1 Beskrivelse av traseen	7
2.2 Beskrivelse av den selvkjørende bussen	9
2.3 Selvkjørende kjøretøy som forskningsfelt.....	10
3.0 Teoretisk tilnærming	13
3.1 Hvorfor systemteori?.....	13
3.2 Veitransportsystemet som komplekst sosioteknisk system	14
3.3 Levesons STAMP-modell.....	15
3.3.1 Sentrale kjennetegn ved STAMP	15
3.3.2 Begrensningenes betydning for menneskelig atferd	18
3.4 Veitransportsystemet sett med STAMP-briller.....	20
3.5 STAMP anvendt på Foruspilotens veitransportsystem	21
4.0 Metode	25
4.1 Hvorfor skrive masteroppgave om selvkjørende busser?	25
4.2 Plassering av studien	26
4.2.1 Foruspiloten som casestudie	26
4.3 Datainnsamling	28
4.3.1 Observasjon og innledende intervjuer.....	28

4.3.2	Utforming og utsending av spørreundersøkelsen.....	29
4.3.3	Informasjon hentet fra dokumenter	31
4.3.4	Bruk av videoopptak	32
4.4	Vurdering av validitet, reliabilitet og forskningsetiske hensyn for intervjuene.....	32
4.5	Vurdering av validitet, reliabilitet og forskningsetiske hensyn for spørreundersøkelsen	33
4.5.1	Utvalgets representativitet	33
4.5.2	Spørsmålene som måleinstrumenter	34
4.5.4	Spørreundersøkelsens konklusjonsvaliditet og interne validitet	35
4.5.5	Spørreundersøkelsens eksterne validitet	36
4.5.6	Forskningsetiske hensyn ved spørreundersøkelsen	36
4.6	Analysen av datamaterialet.....	36
5.0	Resultater	38
5.1	Hva kjennetegner veitransportsystemet som den selvkjørende bussen inngikk i?.....	38
5.2	Hvilke begrensninger ble innført?.....	40
5.2.1	Kjente respondentene til den selvkjørende bussen?	42
5.2.2	Kjente respondentene til begrensningene som ble innført?	43
5.3	Hva kjennetegnet bilistenes kjøreatferd?	44
5.3.1	Forbikjøringer	45
5.3.2	Manglende overholdelse av vikeplikt	47
5.4	Hvilken betydning har begrensninger for bilisters kjøreatferd?	48
5.4.1	Testområdeskiltenes betydning for forbikjøringer.....	48
6.0	Diskusjon.....	50
6.1	Sikkerhetsbegrensningenes betydning for bilisters kjøreatferd.....	50
6.1.1	Bussens makshastighet: Kontrollmekanisme med utilsiktet effekt.....	52
6.1.2	Vikepliktregulering: Regelstyringsmekanisme uten full effekt.....	53
6.1.3	«Vis hensyn»: Påvirkningsmekanisme med betydning?	54
6.1.4	Endrede begrensninger, endret kjøreatferd?	55
6.1.5	Begrensningene sett under ett.....	57
6.2	En vurdering av STAMP med Foruspiloten som case	59
6.2.1	Hvor egnet er STAMP til å undersøke veitransportsystemer?.....	59

6.2.2 Migrasjonsmodellen som supplement til STAMP	61
6.2.3 Vurdering av min egen anvendelse av STAMP	64
6.3 Anbefalinger med utgangspunkt i studien.....	65
7.0 Konklusjon.....	68
Referanser	70
Vedlegg 1: STAMPs kontrollstruktur anvendt på et veitransportsystem	73
Vedlegg 2: Spørsmål stilt i spørreundersøkelsen.....	75
Vedlegg 3: Output fra SPSS.....	80

Figurer og tabeller

Figur 2.1 Traseen til den selvkjørende bussen.

Figur 2.2 Eksempel på skilting av testområdet.

Figur 2.3 Den selvkjørende bussen på startstedet for traseen.

Figur 3.1 Modell for sosioteknisk kontroll.

Figur 3.2 Rasmussens migrasjonsmodell.

Figur 3.3 STAMP-modellen tilpasset Foruspilotens veitransportsystem.

Figur 4.1 Tematisk plassering av masteroppgaven innen forskning på selvkjørende kjøretøy.

Figur 5.1 Respondentenes kjennskap til den selvkjørende bussen.

Figur 5.2 Hyppighet for interaksjoner med den selvkjørende bussen.

Figur 5.3 Prosentandel forbikjøringer på ulike steder i busstraseen.

Figur 5.4 Overholdelse av vikeplikt.

Figur 6.1 Eksempler på feedback og endrede begrensninger.

Figur 6.2 Migrasjonsmodellen tilpasset veitransportsystemet.

Figur 6.3 Forskyvninger av grenser i veitransportsystemet som følger av Foruspiloten.

Tabell 4.1 Oversikt over typen spørsmål som ble stilt i spørreundersøkelsen.

Tabell 5.1 Oversikt over sentrale aktører og kontekstuelle faktorer i veitransportsystemet.

Tabell 5.2 Oversikt over begrensninger i veitransportsystemet.

Tabell 5.3 Forbikjøringer på ulike steder i busstraseen.

Tabell 5.4 Sammenheng mellom forbikjøring og skilting av testområde.

Tabell 6.1. Kategorisering av begrensninger.

1.0 Innledning

Vi befinner oss i det som kan være starten på en transportrevolusjon på veiene. Ett mulig framtidsscenario er at privatbiler og tradisjonell kollektivtransport erstattes av transportløsninger som er elektriske, delte og selvkjørende (Sperling, 2018). Veien fram til en mulig transportrevolusjon er samtidig lang og uoversiktlig. Elektriske biler kommer i full fart, men om de i framtiden også vil være delte (fremfor i privat eie) og selvkjørende knytter det seg større usikkerhet til. Men det er bred enighet om at selv om selvkjørende kjøretøy introduseres i trafikken vil de i lang tid fremover dele veibanen med tradisjonelle kjøretøy (Parkin et al., 2016, s. 5). Dermed er det relevant å spørre om hvilke konsekvenser dette får for trafikksikkerheten.

1.1 Hva er selvkjørende kjøretøy?

Selvkjørende eller autonome kjøretøy kan defineres som kjøretøy som «er utrustet med et teknisk system som automatisk fører kjøretøyet og som har kontroll over kjøringen.» (*Lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy*, 2017). Denne definisjonen omfatter både kjøretøy der sjåføren kan overlate kjøringen til det tekniske systemet og kjøretøy som er lagd for å kjøre helt uten fører. En mye brukt klassifisering av autonomi er Society of Automotive Engineers (SAE) sin inndeling i seks nivåer (SAE International, 2018). På nivå 0 er det ingen grad av automasjon, og kjøringen gjøres i sin helhet av føreren. På nivå 5 er det full automasjon i alle typer miljøer. I Norge er det foreløpig selvkjørende busser som testes ut i trafikken. Disse befinner seg på nivå 4 i SAEs inndeling, noe som innebærer at de er i stand til å gjennomføre hele kjøreoppgaven (driving task), men ikke i alle typer miljøer (*Autobus. Self-driving buses in Norway*, 2017).

1.1.1 Hvordan påvirker selvkjørende kjøretøy trafikksikkerheten?

Hvis selvkjørende kjøretøy skal introduseres i trafikken er spørsmålet om sikkerhet uunngåelig. På den ene siden peker flere studier på at 75 til 90 prosent av alle bilulykker involverer førerfeil, og at selvkjørende kjøretøy dermed kan redusere antallet ulykker på veiene (Acheampong et al., 2018, s. 7). Men på den andre siden er trafikkavvikling allerede et komplekst fenomen, og introduksjonen av selvkjørende kjøretøy kan bidra til å øke denne kompleksiteten. Dessuten blir menneskets evne til å lese situasjoner og tilpasse seg dem trukket frem som sentrale faktorer for å unngå ulykker: «Selv om menneskelig feil er grunnen til flertallet av ulykkene, gjør gode beslutninger at mange andre ulykker ikke finner sted.» (Cohen et al., 2017, s. 27; min oversettelse.) Og det finnes flere studier som spår at antallet

ulykker vil øke, både på grunn av kjøretøyene i seg selv og interaksjonene med trafikanter (Acheampong et al., 2018, s. 7; Kalra & Paddock, 2016, s. 1). Listen over risikomomenter inkluderer uforutsette feil ved kjøretøyene og deres manglende evne til å takle alle trafikksituasjoner, samt økt risikotaking og uforutsigbar atferd blant trafikantene. Enkelt sagt – men med kompliserte følger – er usikkerheten rundt hva slags risiko de selvkjørende kjøretøyene utgjør stor.

Det at vi ikke vet hvordan selvkjørende kjøretøy fungerer i alle situasjoner – og ikke minst det at vi ikke kan forutse interaksjonene mellom dem og trafikantene – er et sterkt argument for at introduksjonen av selvkjørende kjøretøy bør skje med museskritt heller enn elefantskritt. De museskrittene som skal tas bør dessuten generere læring, og da ikke bare blant aktørene som er direkte involvert. Det trengs øyne som kan følge utviklingen utenfra.

Og disse øynene finnes. Forskning på selvkjørende kjøretøy skjer på tvers av mange fagdisipliner. Men som jeg kommer tilbake til, har fokuset til nå vært på teknologien og ikke på de menneskelige faktorene. Og siden testingen av selvkjørende kjøretøy er av nyere dato, har forskningen på interaksjonen mellom mennesker og kjøretøyene i liten grad vært empirisk basert. Her åpner det seg en interessant mulighet til å bidra: Det første testprosjektet i Norge der en selvkjørende buss ble testet i trafikken fant sted på Forus ved Stavanger fra juni til desember 2018. Bussen, som kunne frakte opp til seks passasjerer og hadde en tillatt makshastighet på 12 km/t, kjørte langs en trasé på 1,2 kilometer. I løpet av perioden den kjørte i trafikken var den ikke involvert i ulykker, men det oppsto flere trafikkfarlige situasjoner når ordinære bilister skulle forholde seg til den. Dette testprosjektet, kalt «Foruspiloten», vil her bli brukt som casestudie for å undersøke noen trafiksikkerhetsaspekter ved introduksjonen av selvkjørende busser i trafikken.

Men hvilke briller skal en ta på seg for kunne se nærmere på en slik case? To observasjoner var med på å forme valget av teoretisk innfallsvinkel. For det første at en del av *utfordringen* finnes i interaksjonene mellom de selvkjørende kjøretøyene og vanlige trafikanter, og at disse interaksjonene ikke kan forstås uavhengig av konteksten de inngår i. For det andre at en del av *løsningen* kan ligge i hvordan introduksjonen av selvkjørende kjøretøy reguleres fra myndighetsnivå. Blant annet på bakgrunn av dette har jeg valgt å bruke et systemteoretisk perspektiv, noe jeg kommer grundig tilbake til i kapittel 3. Her skal jeg nøye meg med en kort introduksjon: Jeg vil se på hvordan den selvkjørende bussen inngår i et avgrenset veitransportsystem, og undersøke hvordan begrensninger lagt i øvre nivåer i dette systemet

får betydning for bilisters kjøreatferd i situasjoner der de må forholde seg til en selvkjørende buss.

1.2 Problemstilling

Det er få empiriske studier som har undersøkt hvordan interaksjonen mellom selvkjørende kjøretøy og ordinære bilister kan få konsekvenser for trafikksikkerheten. Ved å bruke Foruspiloten som case er det mulig å se nærmere på hva som kan være problematisk med slike interaksjoner. Her vil disse interaksjonene belyses ved hjelp av et systemteoretisk perspektiv. I den videre oppgaven skal følgende problemstilling undersøkes:

Hvilken betydning har sikkerhetsbegrensninger for bilisters kjøreatferd ved interaksjoner med en selvkjørende buss i et konkret veitransportsystem?

Problemstillingen krever noen begrepsavklaringer og en inndeling i forskningsspørsmål. Det konkrete «veitransportsystemet» som skal undersøkes har en naturlig geografisk, horisontal avgrensning, ved at det omfatter traseen der den selvkjørende bussen i Foruspiloten ble testet. Også traseens omgivelser (for eksempel bygninger og vegetasjon) og de trafikantgruppene som bruker den inngår i denne horisontale avgrensingen. Vertikalt avgrenses systemet til å omfatte aktører som har hatt direkte betydning for hvordan Foruspiloten ble gjennomført, som for eksempel Vegdirektoratet og kommunene som traseen ligger i. Veitransportsystemet som er relevant for Foruspiloten kan samtidig ses på som et delsystem som inngår i det generelle norske veitransportsystemet. Men det er viktig å presisere at det er selve delsystemet som er fokuset her, og betydningen av at det også inngår i et større veitransportsystem vil ikke bli tema.

Å kartlegge veitransportsystemet ved hjelp av et systemteoretisk begrepsapparat er et viktig første steg for å kunne svare på problemstillingen. Det første forskningsspørsmålet som stilles er derfor:

1. Hva kjennetegner veitransportsystemet som den selvkjørende bussen i Foruspiloten inngikk i?

Et naturlig neste steg er å se på hvilke sikkerhetsbegrensninger som ble innført for Foruspiloten. Begrepet «sikkerhetsbegrensninger» er hentet fra den systemteoretiske modellen jeg skal bruke, og viser til hvordan sikkerhet oppnås gjennom å legge

begrensninger på atferd som kan føre til ulykker. Dette kommer jeg nærmere inn på i teorikapitlet. For den språklige forenklingens skyld bruker jeg begrepet «begrensninger» heller enn «sikkerhetsbegrensninger» i teksten. Jeg vil i undersøkelsen av disse begrensningenes betydning gå detaljert til verks ved å se på hvordan noen helt konkrete krav som ble stilt til Foruspiloten (for eksempel makshastighet for bussen) og begrensninger som ble lagt på øvrige trafikanters atferd (for eksempel innføring av forkjørsrett for de veistrekningene som inngikk i traseen) har påvirket bilisters kjøreatferd. Det andre forskningsspørsmålet som stilles er da:

2. Hvilke sikkerhetsbegrensninger ble innført i forbindelse med testingen av den selvkjørende bussen?

I problemstillingen er jeg ute etter å forstå bilisters kjøreatferd ved interaksjoner med den selvkjørende bussen. Avgrensningen til bilister skyldes både at bil er det mest brukte transportmiddelet i området (*Foruspiloten*, 2018) og at bilister er underrepresentert i forskningen på selvkjørende busser. «Interaksjoner» er de situasjonene der bilister må forholde seg til den selvkjørende bussen i trafikken, for eksempel ved at de møter den i et kryss eller kjører bak den. Situasjoner der de kun observerer den vil da ikke være interaksjoner; det avgjørende er om situasjonen kan påvirke deres kjøreatferd. Med «kjøreatferd» mener jeg da hvordan bilistene kjører i trafikken. I denne sammenhengen er det den potensielt trafikkfarlige atferden som er interessant. Følger de trafikkreguleringene som gjelder innenfor det gitte veitransportsystemet? Og kjører de annerledes i situasjoner der de møter den selvkjørende bussen enn de gjør i andre situasjoner? For å kunne beskrive bilistenes kjøreatferd stiller jeg forskningsspørsmålet:

3. Hva kjennetegner bilistenes kjøreatferd ved interaksjoner med den selvkjørende bussen?

Når disse forskningsspørsmålene er besvart gjenstår det å gi en helhetlig vurdering av hvilken betydning sikkerhetsbegrensninger har hatt for bilistenes kjøreatferd. Med begrepet «betydning» søker jeg en diskusjon som med utgangspunkt i det teoretiske rammeverket undersøker hvordan og i hvor stor grad begrensningene har innvirket på kjøreatferden. Men begrepet inviterer også til en diskusjon rundt begrensningenes betydning sett opp mot andre faktorer som ikke fanges godt opp i den systemteoretiske modellen som brukes her.

1.3 Valg av metode

I oppgaven vil jeg gjennomføre en casestudie med Foruspiloten som case. Siden jeg velger casestudie som metode er det naturlig å bruke et bredt kildegrunnlag. For å beskrive veitransportsystemet bruker jeg hovedsakelig dokumenter og egne observasjoner, men tar også i bruk andre kilder der det er nødvendig. Når det gjelder interaksjonene mellom den selvkjørende bussen og bilister gjennomførte jeg først tre eksplorative intervjuer med operatører på bussen. Deretter gjennomførte jeg en spørreundersøkelse blant personer som har sitt arbeidssted langs busstraseen. I tillegg har jeg brukt resultater fra videoopptak som jeg har fått tilgang til.

1.4 Masteroppgavens struktur

Jeg vil i kapittel 2 presentere den nødvendige bakgrunnsinformasjonen for oppgaven. Først kommer en beskrivelse av testing på selvkjørende busser og en presentasjon av Foruspiloten som case, før jeg går videre til å gjøre rede for forskning på selvkjørende busser. I kapittel 3 presenteres det teoretiske perspektivet. Videre vil jeg i kapittel 4 beskrive fremgangsmåten jeg har brukt i datainnsamlingen, og påpeke hvilke utfordringer jeg har stått overfor ved anvendelsen av dette materialet. I kapittel 5 presenterer jeg funnene som er relevante for å svare på problemstillingen jeg har reist. Disse vil så i kapittel 6 bli drøftet i lys av det teoretiske perspektivet, før jeg i kapittel 7 trekker en mer helhetlig konklusjon.

En liten kommentar om den språklige oppbyggingen er også på sin plass. I *Vegvisar for bachelor- og masteroppgåva* (Universitetet i Stavanger, 2009) er det presisert at en normalt ikke bruker jeg-form i masteroppgaver. Dette er en anbefaling jeg nok har fulgt i mindre grad enn det som er vanlig. Begrunnelsen for dette er tredelt. For det første øker en aktiv setningskonstruksjon lesbarheten (*Søk&skriv*, 2018). For det andre kan det å skjule subjektet oppfattes som et forsøk på å gjøre påstander mer objektive enn det de faktisk er (ibid). Da virker det riktiger å signalisere gjennom språket at det som blir sett faktisk ses *av noen*. For det tredje mener jeg at en masteroppgave gjenspeiler en læringsprosess og dermed innbyr til refleksjon. Etter min mening fanges dette bedre opp gjennom en bevisst og balansert bruk av «jeg» enn dersom den som reflekterer skal skjule sin egen stemme.

2.0 Bakgrunn

At selvkjørende kjøretøy opererer i trafikken er et relativt nytt fenomen – og i norsk sammenheng *veldig* nytt. I dette kapitlet gis først en oversikt over testingen av selvkjørende kjøretøy på verdensbasis og i Norge. Deretter presenteres Foruspiloten som case. Til slutt beskrives forskning som er relevant innenfor rammene av denne oppgaven.

2.1 Testing av selvkjørende kjøretøy

Utviklingen av selvkjørende kjøretøy har skjedd raskt de siste årene, men fundamentet ble lagt for flere årtier siden. I perioden fra 1980 til 2003 var det hovedsakelig forskningsmiljøer som var drivkreftene for å utvikle selvkjørende kjøretøy (Anderson et al., 2014, s. 56). Dette endret seg i perioden fra 2003 til 2007, da U.S. Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) gjennomførte tre billøp for selvkjørende biler, noe som genererte forbedringer av teknologien, større allmenn interesse for autonomi og prosjekter der også kommersielle aktører var involvert (ibid). Etter 2007 har en rekke testprosjekter funnet sted, både av selvkjørende biler og busser. Testing av selvkjørende kjøretøy på offentlige veier er imidlertid av nyere dato. Som den første staten i USA, tillot California selvkjørende kjøretøy på offentlige veier i 2014 (Peng, 2018).

De siste fem årene har testingen av selvkjørende kjøretøy akselerert. Ifølge en oversikt fra Bloomberg Philanthropies (2019) var det i 2017 gjennomført eller planlagt testing av selvkjørende kjøretøy i 36 byer på verdensbasis, mens det ble forberedt piloter i ytterligere 18 byer. I februar 2019 hadde Bloomberg Philanthropies registrert testing av selvkjørende kjøretøy i 123 byer. Men disse testprosjektene har noen viktige begrensninger: Kjøringen skjer med få unntak på steder som er isolert fra ordinær trafikk, som teknologiparker og universitetscampuser (Bloomberg Philanthropies, 2019).

2.1.1 Testing av selvkjørende kjøretøy i Norge

1. januar 2018 trådte *Lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy* i kraft. Formålet med loven er «å legge til rette for utprøving av selvkjørende kjøretøy innenfor rammer som særlig ivaretar trafikksikkerhets- og personvern hensyn.» (*Lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy*, 2017). Ved utprøvingen gjelder også vegtrafikkloven, yrkestransportloven og personopplysningsloven med forskrifter, men med noen unntak hjemlet i *Lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy*. Loven ble fremmet av Samferdselsdepartementet, som også har fastsatt *Forskrift om utprøving av selvkjørende kjøretøy*. Forskriften stiller blant annet krav til

gjennomføring av risikoanalyse, opplæring av operatører (som kan befinne seg om bord eller utenfor kjøretøyet), og egnetheten til vegstrekningen som skal brukes til utprøving (*Forskrift om utprøving av selvkjørende kjøretøy*, 2017).

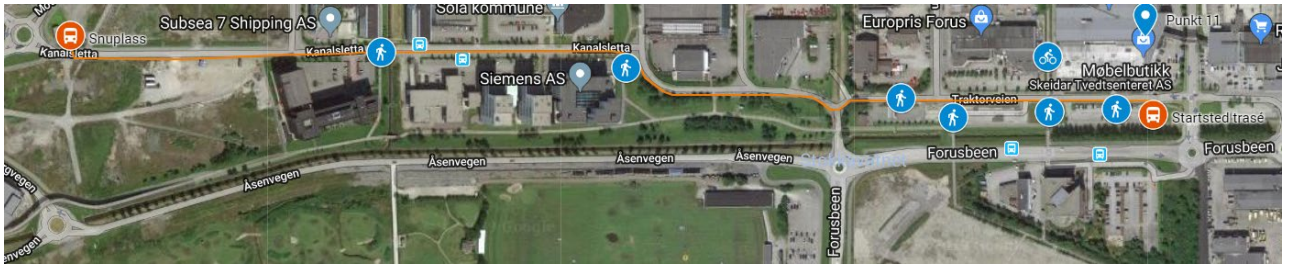
I Norge er det foreløpig selvkjørende busser som har blitt testet. Foruspiloten var det første testprosjektet som ble startet, men i 2018 ble det også gjennomført testprosjekter på Fornebu og i Kongsberg.

2.2 Foruspiloten

Foruspiloten ble organisert som et offentlig-privat samarbeid mellom mobilitetsleverandøren Kolumbus (prosjekteier), transportselskapet Forus PRT (ansvarlig for utprøving og drift) og Forus Næringspark (tilrettelegger) (*Foruspiloten*, 2018, s. 4 og 8). Opprinnelig var prosjektet delt i tre faser: kjøring på lukket bane med operatør, kjøring på offentlig vei med operatør og kjøring på offentlig vei uten operatør. Den siste fasen ble ikke gjennomført på grunn av manglende lovverk (*Foruspiloten*, 2018, s. 8). I prosjektets fase to kjørte den selvkjørende bussen langs en trasé på 1,2 kilometer på Forus, og passasjerer hadde anledning til å kjøre gratis med bussen fra stoppesteder langs traseen. Bussen kjørte med passasjerer fra juni til desember 2018, med avganger mellom kl 9 og kl 15 på hverdager. Det er testprosjektets andre fase som er utgangspunktet for masteroppgaven min.

2.2.1 Beskrivelse av traseen

Busstraseen ligger på Forus, som er et næringsområde mellom Stavanger, Sandnes og Sola. Den starter på en parkeringsplass ved Traktorveien og går til en snuplass ved enden av Kanalsletta (se figur 2.1), og krysser da grensen mellom Stavanger kommune og Sola kommune. Som figur 2.1 viser, er det noen fotgjengeroverganger i traseen, og en av disse finnes der en sykkelvei krysser traseen. Det er flere veikryss i traseen, og i forbindelse med Foruspiloten ble det her innført forkjøringsrett for kjøretøy som følger traseen. Svingen i Røynebergsletta (veistrekningen mellom Kanalsletta og Traktorveien) er uoversiktlig, men ellers har man god oversikt. Det er relativt lite vegetasjon i umiddelbar nærhet. Startstedet ligger overfor kjøpesenteret Tvedtsenteret, og det er i tillegg andre butikklokaler langs den første halvdel av traseen. Langs den andre halvdel ligger det flere større kontorbygninger. Det er flere parkeringsplasser og ubebygde områder langs traseen, så den fremstår som relativt åpen. Det er ingen boliger, barnehager eller skoler i umiddelbar nærhet.



Figur 2.1. Traseen til den selvkjørende bussen i Foruspiloten. Basert på kart fra GoogleMaps.

Det er relativt lite biltrafikk i traseen utenom rushtiden, selv om det i deler av perioden ble observert en del trafikk på enkelte tidspunkt (*Foruspiloten*, 2018). Det er rimelig å tro at det er noe gjennomkjøring, men traseen avlastes for gjennomgangstrafikk av hovedveien som går parallelt med den. Det kjører ordinære rutegående busser i traseen, og det er etablert fire busstopp.

Traseen er skiltet med forkjørsskilt, og ellers vanlige veiskilt som er relevante (fotgjengeroverganger, osv). I forbindelse med Foruspiloten ble det stilt krav om skilting av traseen med skilt som viser at man er på vei inn i eller befinner seg i et område med en selvkjørende buss. Et slikt skilt vises i figur 2.2.



Figur 2.2 Eksempel på skilting av testområdet.

2.2 Beskrivelse av den selvkjørende bussen

Den selvkjørende bussen (fra nå av kalt «bussen») som ble benyttet var en «EZ10» fra den franske leverandøren EasyMile. Denne bussmodellen ble lansert i 2015. Bussen vises i figur 2.3.



Figur 2.3 Den selvkjørende bussen på startstedet for traseen.

Bussen er på nivå 4 på SAEs autonomi-klassifiseringskala (*Foruspiloten*, 2018, s. 9). Den er elektrisk, og ble i testperioden ladet om natten. For å navigere og respondere på endringer i omgivelsene bruker bussen en kombinasjon av GPS, åtte separate LIDAR-sensorer (optisk fjernmåling), kameraer, og odometer (distansemåler) (*Foruspiloten*, 2018, s. 9). Bussen kan kjøre med en makshastighet på 25 km/t, men som jeg kommer tilbake til var hastigheten langt lavere da bussen ble testet i trafikken.

Bussen har en kapasitet på tolv passasjerer, med sitteplass til seks. I Vegdirektoratets godkjenning av prosjektets fase to ble det stilt som vilkår at den maks skulle frakte seks passasjerer, og at ingen skulle stå (*Foruspiloten*, 2018, s. 27). I denne fasen kjørte den i 600 timer og fraktet 500 passasjerer (*Foruspiloten*, 2018, s. 35 og 38).

Det var alltid en operatør om bord i bussen, og operatørens rolle var sentral på flere områder. For det første ble bussen styrt manuelt av operatøren ved utkjøring fra parkeringsplassen (*Foruspiloten*, 2018, s. 31). I tillegg overvåket operatøren kjøringen, og overtok kontrollen dersom det virket nødvendig av hensyn til passasjerer eller trafikanter. Operatøren loggførte kjøring og beskrivelse av hendelser for all kjøring, og rapporterte feil videre til driftsansvarlig (*Foruspiloten*, 2018, s. 12). I tillegg til de konkrete oppgavene som

operatørene har utført, har de vært viktige i forhold til informasjonsformidling til passasjerene (*Foruspiloten*, 2018, s. 37). I *Foruspiloten* gis det en god oppsummering av dette: «En operatør er en ressurs i bussen som gir en trygghetsfaktor, en som kan informere om teknologien, opptreden i bussen og kjøremønster.» (*Foruspiloten*, 2018, s. 45). Dette kan nok oppfattes som et paradoks, siden hensikten med slike busser er at de skal kjøre selv. Sitatet gir i alle fall en tydelig påminnelse om at selvkjørende busser befinner seg i en testfase.

Dagskiftene som operatør ble fordelt mellom fem personer som fikk opplæring og godkjenning av personell fra EasyMile. Bussen hadde ikke faste avgangstider, men kjørte kontinuerlig langs traseen med unntak av de tidspunktene operatøren hadde pauser, når det oppsto tekniske problemer eller når bussen hadde opphold av andre grunner. Det lengste rapporterte oppholdet i testingen var i forbindelse med en mekanisk feil som måtte utbedres av produsenten (*Foruspiloten*, 2018, s. 43).

2.3 Selvkjørende kjøretøy som forskningsfelt

Forskning på selvkjørende kjøretøy utenfor testarenaer er naturlig nok av nyere dato. Ifølge en oversiktsstudie fra UCL Transport Institute har hovedvekten av forskningen vært på teknologi, også i den forstand at den har vært preget av en form for «teknologisk determinisme»: De selvkjørende kjøretøyene kommer, og alle samfunnsmessige og atferdsmessige utfordringer vil tas stilling til hvis det blir behov for det (Cohen et al., 2017, s. 4). Kanskje har dette sammenheng med hva som har blitt studert og hvilke spørsmål som dermed har blitt reist? For innenfor trafikksikkerhetsrelatert forskning har det vært en overvekt av studier som fokuserer på teknologirelaterte spørsmål, mens sosiale og atferdsmessige aspekter har fått mye mindre oppmerksomhet (Cohen et al., 2017, s. 4). Cohen et al. (2017) går langt i å problematisere dette, ved å hevde at nesten alle nyttige spørsmål om selvkjørende kjøretøy har en sosial eller atferdsmessig komponent (Cohen et al., 2017, s. 4).

Når det gjelder interaksjoner mellom selvkjørende busser og ordinære trafikanter kan mye av forskningen som *har* blitt gjennomført karakteriseres som «konseptuell» og «spekulativ» heller enn empirisk (Cohen et al., 2017, s. 5). En oversiktsstudie som har hatt som mål å inkludere alle empiriske studier av interaksjoner mellom myke trafikanter (fotgjengere og/eller syklister) og selvkjørende kjøretøy frem til 1. desember 2016 viser til bare fem studier basert på faktiske interaksjoner (Vissers et al., 2016, s. 29).

Selv om oversiktsstudiene jeg fant viste at det var gjennomført få empiriske forskningsprosjekter, ville jeg undersøke om det fantes nyere studier som ikke var faget opp i oversiktene. Jeg gjennomførte derfor et systematisk (men noe begrenset) søk selv. For å finne publiserte forskningsresultater om interaksjonen mellom selvkjørende kjøretøy og bilister har jeg søkt i databasene Scopus og ScienceDirect, som begge er tverrfaglige. I begge tilfeller brukte jeg ulike søkeord for selvkjørende kjøretøy («autonomous» OR «self-driving» OR «driverless») AND «vehicles», og jeg la til søkeordet «safety» avgrense søkene. Søkene genererte svært mange treff. På Scopus la jeg inn en avgrensning til fagfeltene «social sciences», «decision sciences» og «psychology» og fikk da 526 treff. Jeg så gjennom overskriftene til artiklene, og åpnet de som virket aktuelle. På ScienceDirect er det ikke mulig å avgrense etter fagfelt, så der avgrenset jeg tidsskriftene til *Transportation Research* og *Accident Analysis & Prevention* og fikk da 721 treff som ble gjennomgått på samme måte som treffene fra Scopus. Ingen av treffene i de to søkemotorene gjaldt studier av reelle interaksjoner mellom selvkjørende kjøretøy og vanlige bilister.

Selv om søkene med fordel kunne vært mer omfattende hvis tidshensynet ikke hadde vært der (for eksempel ved at jeg ikke snevret inn fagområdene), gir dette en sterk indikasjon på at det til nå har vært lite forskning på interaksjoner mellom trafikanter og selvkjørende kjøretøy, og tilsynelatende ingen forskning på interaksjoner mellom bilister og selvkjørende busser. Samtidig er det grunn til å tro at dette vil endre seg de kommende årene, basert på den sterke økningen i testprosjekter som involverer selvkjørende kjøretøy.

Det er selvfølgelig mulig å bygge på det grunnlaget som har blitt generert gjennom såkalte «konseptuelle» eller «spekulative» studier. Her kan både generelle observasjoner som er gjort og forskningsspørsmål som er reist bidra til å klargjøre hva en kan og bør se etter. For eksempel nevner Cohen et al. (2016) at spørsmålene som må besvares om trafiksikkerhet rundt selvkjørende kjøretøy i stor grad henger sammen med konteksten, forstått som autonomi-nivået, typen kjøretøy som benyttes, det fysiske miljø de opererer i, interaksjonen med brukere og trafikanter og konteksten rundt reguleringene (Cohen et al., 2017, s. 27). Vissers et al. (2016) stiller lignende spørsmål, og nevner en rekke faktorer som kan tenkes å påvirke forventninger og atferd: typen kjøretøy, det spesifikke kjøretøyets atferd, trafikksituasjonen, og personlige karakteristikker som alder, kjønn, erfaring, motivasjon og om trafikantene stoler på autonomi. (Vissers et al., 2016, s. 36)

Det er også mulig å bruke mer generell trafikkforskning som sammenligningsgrunnlag. Trafikkforskning er imidlertid et bredt felt, og det er ikke innenfor rammene av denne oppgaven å gi en helhetlig oversikt over dette feltet. Det som presenteres her er snarere noen «smakebiter» om bakgrunnsfaktorer som er relevante for å diskutere funnene fra Foruspiloten. For eksempel viser en rekke studier at sammenhengen mellom trafikantens alder og om de er involvert i trafikkulykker med personskade kan beskrives som en u-kurve: Risikoen er høyest for de yngste og de eldste trafikantene (Elvik & Vaa, 2004, s. 58). Og det er flere studier som viser at flere kvinner enn menn er involvert i trafikkulykker med personskade (Elvik & Vaa, 2004, s. 59). Når det gjelder såkalte «langvarige psykologiske egenskaper» er det funnet en positiv sammenheng mellom ulykker og lav selvtillit, aggressivitet, fatalisme og egosentrisme (Bjørnskau, 1994, s. 44).

De tidligere studiene er med på å danne et bakteppe for denne oppgaven. Samtidig var det vanskelig å ta utgangspunkt i disse studiene for å finne en relevant teoretisk innfallsvinkel. I stedet ble det nødvendig å løfte blikket opp fra det særegne ved forskning på selvkjørende kjøretøy og heller se etter overføringsmuligheter fra helt andre områder. Det teoretiske perspektivet jeg valgte – etter en god del sondering – presenteres i neste kapittel.

3.0 Teoretisk tilnærming

Når jeg i denne oppgaven undersøker interaksjoner mellom bilister og en selvkjørende buss ser jeg fenomenet gjennom systemteoretiske briller. Jeg skal i dette kapitlet først begrunne hvorfor et veitransportsystem kan ses på som et komplekst system, og også som et sosioteknisk system (del 3.1). Neste steg (del 3.2) er å beskrive Nancy Levesons systemteoretiske modell, og hvordan andre har anvendt denne modellen innen veitransport – med noen viktige tilpasninger. Dette danner grunnlag for en forklaring av hvordan modellen vil bli anvendt her (del 3.3).

3.1 Hvorfor systemteori?

Systemteori kan forstås som en vitenskapelig undersøkelse av helhet, der man ser på de ulike delene og forholdet mellom dem (von Bertalanffy (1968), sitert i Hughes et al. (2015, s. 251)). Systemteori oppsto på 1930- og 40-tallet som et svar på de begrensningene som lå i analyser av enkeltkomponenter i komplekse systemer (Checkland, 1999). Den systemteoretiske tankegangen bygger på to begrepspar. Det første er hierarki og emergens (Checkland, 1999, s. 81). Systemet kan forstås som hierarkiske nivåer, der hvert nivå er mer komplekst enn det som følger under. I tillegg har systemet som helhet «emergente» egenskaper som ikke kan tilskrives de enkelte komponentene, men som derimot er et resultat av *sammensetningen* av dem. Det andre begrepsparet er «kommunikasjon og kontroll», der kontroll forstås som de begrensningene som kan påføres aktiviteten i ett nivå av overstående nivåer (Checkland, 1999, s. 87). En slik kontroll forutsetter kommunikasjon, også i form av «feedback» fra et lavere nivå til et høyere.

Det er flere grunner til at et systemteoretisk perspektiv virker relevant for å analysere effekten av at en selvkjørende buss introduseres i trafikken. Den første er den underliggende tankegangen om at helheten er mer enn summen av delene. Trafikksikkerhet handler ikke bare om de enkelte kjøretøyene, sjåførene og øvrige trafikantene, men om *interaksjonen* mellom dem. Selv når hver enhet utfører handlinger som er trygge i seg selv, kan de samlet sett gjøre at farlige situasjoner oppstår. Den andre grunnen er at det å forstå enkeltkomponentenes (i dette tilfellet bilisters) atferd krever kjennskap til det *spesifikke* systemet de er en del av: «All menneskelig atferd blir påvirket av konteksten den skjer i.» (Leveson, 2004, s. 240; min oversettelse). Overført til denne oppgaven betyr dette at en god systembeskrivelse gir et viktig grunnlag for å tolke resultatene jeg kommer fram til, i tillegg til at den gir et utgangspunkt for å vurdere den mulige overføringsverdien til lignende systemer. Den tredje grunnen er at veitransportsystemet har mange av kjennetegnene til et komplekst

sosioteknisk system, og at det derfor kan være verdifullt å ta i bruk modeller som er utviklet for andre sosiotekniske systemer.

3.2 Veitransportsystemet som komplekst sosioteknisk system

En mye brukt definisjon av «system» er at det er «en gruppe interagerende enheter eller elementer i en integrert helhet som skal utføre en funksjon» (Skyttner, 2006, s. 58; min oversettelse). Et veitransportsystem kan utfra denne definisjonen forstås nettopp som et system, der trafikanter, kjøretøy og veikomponenter er enhetene som interagerer for å produsere transport. (Larsson et al., 2010, s. 1171). Veitransportsystemet har videre egenskaper som gjør at det kan kalles *komplekst*. Komplekse systemer kjennetegnes ifølge Skyttner (2006, s. 106) blant annet av at:

- de består av mange elementer med mange (tilfeldige) interaksjoner mellom seg
- de utvikler seg over tid
- de er åpne systemer og kan utsettes for atferdsmessig påvirkning
- de består av subsystemer med egne mål

Samlet sett gjør dette at komplekse systemer «ofte oppfører seg på en uventet måte, der sammenhengen mellom årsak og virkning er vanskelig å forstå.» (Skyttner, 2006, s. 7; min oversettelse). Nettopp dette er beskrivelser som passer godt for et veitransportsystem (Larsson et al., 2010, s. 1171).

En litt annen måte å beskrive komplekse systemer på finnes hos Cilliers (1998).

Kjennetegnene ved slike systemer er ifølge Cilliers (1998, s. 3-4) blant annet at:

- de er åpne for påvirkning fra miljøet de er en del av
- de ulike komponentene har ikke oversikt over systemet som helhet
- det er systemet, ikke de ulike komponentene, som er komplekst. Kompleksiteten oppstår gjennom interaksjonen mellom komponentene.
- interaksjonene er ikke-lineære. Forholdet mellom input og output er asymmetrisk: En liten hendelse kan få store konsekvenser.

Dette er passende beskrivelser for et veitransportsystem (Salmon, et al., 2012, s. 1832). Med på lasset følger en viktig implikasjon: Trafikksikkerhet oppnås ikke gjennom reduksjonistiske fremgangsmåter alene, men gjennom å anvende en systembasert tankegang (Salmon et al., 2012, s. 1837; Larsson et al., 2010, s. 1173).

Veitransportsystemet er dessuten et eksempel på et sosiotechnisk system. Et sosiotechnisk system kan defineres som et system med både tekniske og sosiale elementer (Salmon et al., 2012, s. 1832). Veitransportsystemet er ut fra en slik forståelse sosiotechnisk av natur (ibid.).

Det finnes flere modeller knyttet til sikkerhetsstyring som kan kalles sosiotechniske. I denne oppgaven brukes én av disse som utgangspunkt: Nancy Levesons STAMP-modell. Samtidig bygger Levesons arbeid på modeller og teorier fra Jens Rasmussen (Leveson, 2017, s. 581), og hans beskrivelser kan bidra til å belyse forhold som ikke kommer godt frem i STAMP. Hans modeller og beskrivelser vil derfor bli bruk som supplement der dette er relevant.

3.3 Levesons STAMP-modell

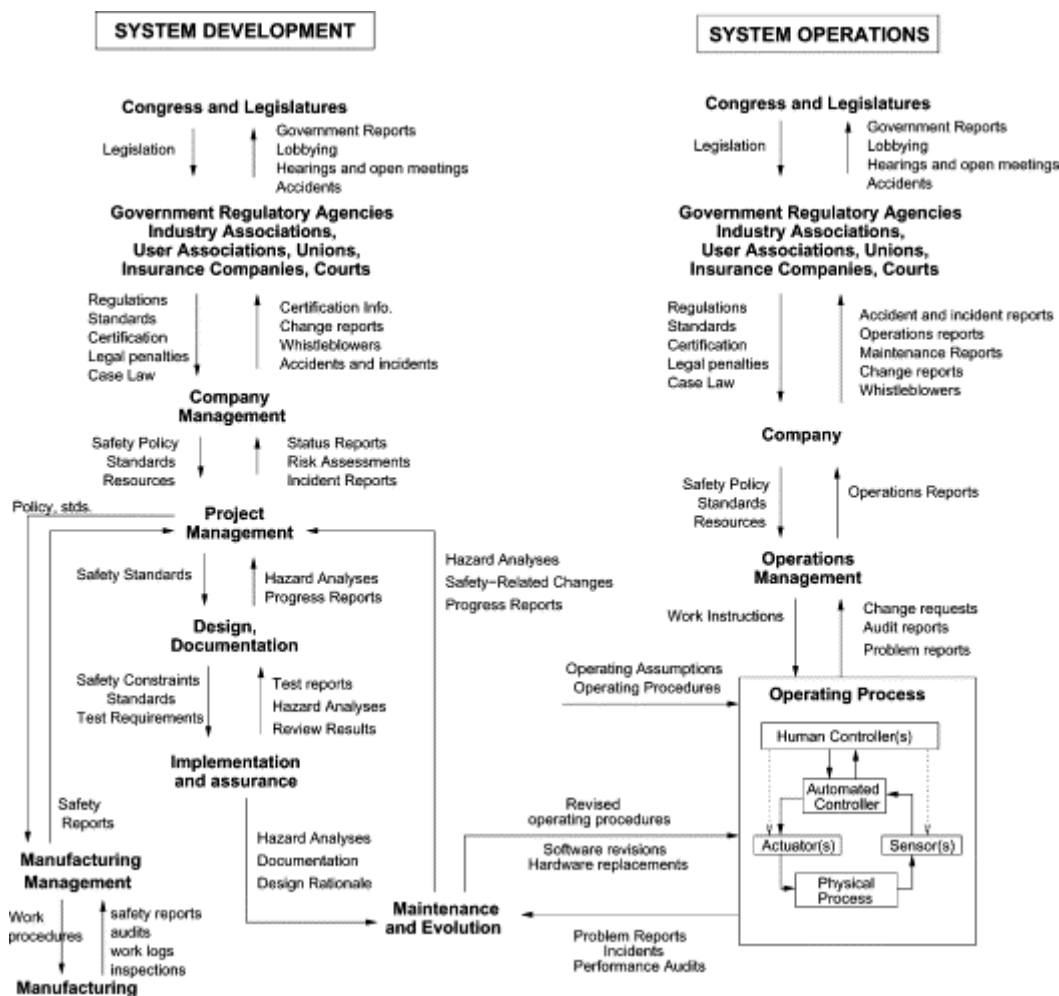
Leveson (2004) hevder at klassiske ulykkesmodeller ikke er egnet til å analysere ulykker som oppstår i moderne systemer. Slike modeller retter fokuset mot komponentfeil i stedet for dysfunksjonelle interaksjoner mellom systemkomponentene (Leveson, 2004, s. 244). Det kan ifølge Leveson ha fungert tidligere, men vil ikke gjøre oss i stand til å forklare ulykkene som oppstår nå. Moderne systemer er ifølge henne preget av økende grad av tette koblinger og kompleksitet, der både redundans og forholdet mellom mennesker og automasjon bidrar til å øke kompleksiteten (Leveson, 2004, s. 238-239). Videre hevder hun at ny teknologi utvikles så raskt – og at presset på å introdusere den i markedet er så høyt – at den ikke kan testes og forstås fullt ut før den tas i bruk. En lignende betraktning finnes hos Rasmussen (1997), som mente at i et dynamisk samfunn skjer den teknologiske utviklingen så raskt at styring av denne – og særlig lovgivningen – blir hengende etter (Rasmussen, 1997, s. 186). Dette er betraktninger som er relevante for introduksjonen av selvkjørende busser. Men akkurat hvor treffende de er tas opp i diskusjonskapitlet.

3.3.1 Sentrale kjennetegn ved STAMP

Når Leveson tar til orde for en systemteoretisk tilnærming til ulykker er det fordi hun mener at systemet som helhet og forholdet mellom de ulike komponentene må forstås (Leveson, 2004, s. 249). En slik tankegang finner en også hos andre, blant annet i Rasmussens sosiotechniske modell (Rasmussen, 1997). Denne modellen viser hvordan nivået der arbeidsoperasjoner utføres – og ulykker kan oppstå – påvirkes av beslutninger som blir tatt på organisasjonsnivå og nivåene over, helt opp til et nasjonalt nivå. Levesons modell, kalt STAMP (Systems-Theoretic Accident Model and Processes), bygger blant annet på ideer fra

Rasmussens sosiotekniske modell, og er en videreutvikling av denne (Leveson, 2004, s. 249).

Levesons modell for sosioteknisk kontroll er presentert i figur 3.1. Modellen vil i den videre oppgaven omtales som «STAMP-modellen». Som figuren viser er dette en modell der kontroll utøves gjennom begrensninger lagt fra ett nivå på det neste (pilene som peker nedover i diagrammet). Feedback blir gitt oppover i systemet (pilene som peker oppover i diagrammet). I denne modellen presenteres utviklingen av systemet («System development») og bruken av det («System operations») hver for seg. Det er samtidig en overlapping mellom utvikling og bruk: Tilbakemeldinger (feedback) fra «brukere» av systemet danner grunnlag for videre utvikling av det.



Figur 3.1 Modell for sosioteknisk kontroll. Hentet fra Leveson (2004, s. 257).

Den grunnleggende antakelsen i STAMP er at ulykker oppstår fordi forstyrrelser utenfra, komponentfeil eller dysfunksjonelle interaksjoner mellom systemkomponenter ikke blir kontrollert eller begrenset i stor nok grad (Leveson, 2004, s. 250). STAMP bygger på tre konsepter (Leveson, 2011, s. 89):

1) Nøkkelkonseptet i STAMP er ikke *hendelser*, men *begrensninger* (Leveson, 2004, s. 251). Årsaken til ulykker er mangelen på begrensninger. Muligheten til å skape sikkerhet i et komplekst system ligger dermed i de begrensningene som legges på atferd (både mekanisk og menneskelig), ikke bare når systemet dannes, men også når det endres. Sikkerhet blir dermed sett på som et «kontrollproblem» (Leveson, 2011, s. 67). Betydningen av slike begrensninger er sentralt for hvordan STAMP anvendes i denne oppgaven.

2) Et annet grunnleggende kjennetegn ved STAMP er bruk av prosessmodeller (Leveson, 2011, s. 89). Leveson beskriver en typisk kontrollsløyfe som en kontrollert prosess som involverer feedback og korresponderende handling mellom en «human controller» og en «automated controller». Prosessmodeller kunne vært anvendt for å undersøke kjøreplassen i et veitranportsystem, men det ligger utenfor rammene av denne oppgaven.

3) Det siste konseptet er den hierarkiske inndelingen av kontrollnivåer som kjennetegner systemteoretiske modeller (Leveson, 2004, s. 256). Leveson vektlegger behovet for effektive kommunikasjonskanaler mellom nivåene, og presiserer samtidig at det kan oppstå betydelige tidsforsinkelser fra feedback blir gitt til nye begrensninger blir implementert (Leveson, 2004, s. 257 og 259).

En sentral forskjell mellom Rasmussens og Levesons modeller er at der Rasmussen vektlegger operasjonene i systemet er Leveson opptatt av at sikkerhet også må *designes inn* i systemet – og at det kan la seg gjøre dersom man ser systemet under ett (Leveson, 2017, s. 69 og 581). For allerede eksisterende systemer mener hun at dette kan gjøres ved å analysere systemet med tanke på risiko før systemet så blir redesignet eller «reengineered» (Leveson, 2011, s. 177). Riktignok tar hun forbehold om at det noen ganger må gjøres avveininger mellom ulike hensyn – inkludert mellom ulike sikkerhetshensyn (Leveson, 2011, s. 205). Å løse slike konflikter er ifølge Leveson sentralt for «safety engineering» (Leveson, 2011 s. 12). Videre hevder hun at det er mulig å forutse og håndtere systemers migrasjon mot høyere risiko (Leveson, 2011, s. 52). Samtidig gjør hun oppmerksom på faren ved å tro at sikkerhet er oppnådd én gang for alle, og påpeker ironien i at ulykkesreduksjon faktisk kan øke risikoen for nye ulykker: «Etter en periode uten tap synker den opplevde risikoen

forbundet med en aktivitet, selv om den faktiske risikoen ikke har endret seg i det hele tatt.» (Leveson, 2011, s. 419; min oversettelse).

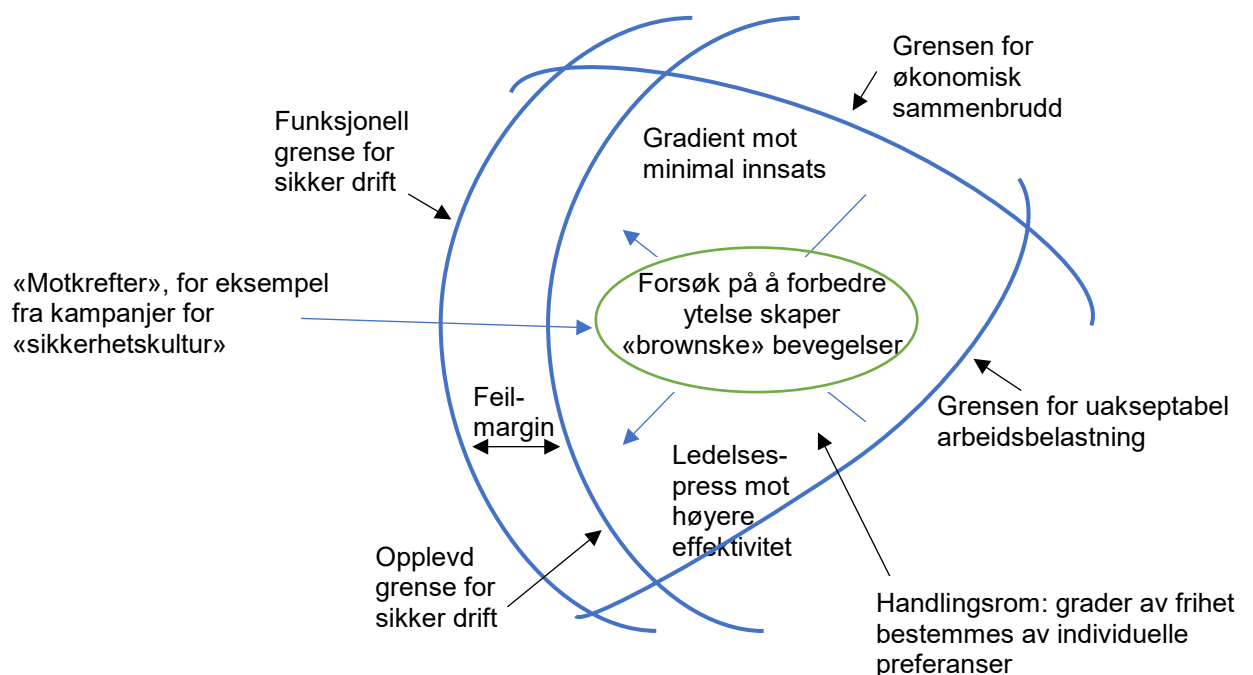
3.3.2 Begrensningenes betydning for menneskelig atferd

Et sentralt poeng hos Leveson er at man i systemer som omfatter mennesker må ta høyde for tilpasninger (Leveson, 2011, s. 51). Hun har ingen detaljert redegjørelse for sitt syn på hvordan menneskelig atferd i et system kan forstås, men gir likevel noen viktige pekepinner på hva som må tas med i betraktning når atferden skal forklares. For det første må atferd forstås som en kontinuerlig prosess der de enkelte beslutningene som tas er vanskelige å identifisere (Leveson, 2011, s. 45). For det andre mener hun at beslutningstaking ikke kan ses isolert fra «den sosiale konteksten, verdisystemet den finner sted i og den dynamiske arbeidsprosessen den skal kontrollere» (Leveson, 2011, s. 46; min oversettelse). Sist men ikke minst kan atferden kontrolleres gjennom de begrensningene som legges på den. Her er det sentralt at STAMP modellerer sosiotekniske systemer. Dermed er det ikke bare direkte intervensjoner, men også retningslinjer, prosedyrer, felles verdier og andre sider ved organisasjonskulturer som skal kontrollere menneskelig atferd (Salmon, Read & Stevens, 2016, s. 141).

Siden Levesons redegjørelse av menneskelig atferd ikke er så omfattende, og hennes syn i stor grad samsvarer med Rasmussens, vil jeg supplere med Rasmussens beskrivelser av hvordan atferd i et system endres over tid. Rasmussen hevder at man i dynamiske sosiotekniske systemer må ta med i betraktningen at folk tilpasser seg endringer – og at disse tilpasningene ikke kan forutses når man analyserer de ulike delene i systemet hver for seg (Rasmussen 1997 s. 184). Og tilpasning er ikke en *tilfeldig* prosess; det er en optimaliseringsprosess som er avhengig av individuelle tilpasningsstrategier (Rasmussen, 1997, s. 189). Dette er en tråd som plukkes opp av Leveson, som mener at tilpasning spiller en sentral rolle når ulykker skal forstås og forhindres. (Leveson, 2011, s. 81).

Rasmussen har i *migrasjonsmodellen* modellert hvordan det finnes et individuelt handlingsrom for tilpasning innenfor rammer som er gitt av administrative, funksjonelle og sikkerhetsrelaterte begrensninger (Rasmussen, 1997, s. 189). Som migrasjonsmodellen illustrerer (se figur 3.2), vil det i organisasjoner finnes et press i retning av høyere effektivitet (vekk fra grensen for økonomisk sammenbrudd) samtidig som individer vil søke å unngå uakseptabel arbeidsbelastning. Over tid kan det da skje en systematisk migrasjon mot grensen for sikker drift, med ulykker som en mulig konsekvens hvis denne grensen krysses.

For å unngå at grensen overskrides, er løsningen ifølge Rasmussen blant annet å gjøre den tydelig og kjent, og å gi de involverte mulighet til å utvikle håndteringsevner ved grensen (Rasmussen, 1997, s. 192). Som vist i figuren kan organisasjonene gjennom ulike tiltak forskyve den opplevde grensen for sikker drift og dermed gi rom for feil som ikke får sikkerhetsmessige konsekvenser («feilmarginen» i diagrammet). Rasmussen går ikke nærmere inn på hva som påvirker de individuelle tilpasningene innenfor det gitte handlingsrommet, men påpeker at et rammeverk for å identifisere målsettingene, verdistrukturene og de subjektive preferansene som styrer den enkeltes atferd ville vært verdifullt (Rasmussen, 1997, s. 191).



Figur 3.2. Rasmussens migrasjonsmodell (Rasmussen, 1997, s. 190). Oversettelser er hentet fra Engen et al. (2016, s. 148).

Selv om Leveson tar i bruk Rasmussens forklaringer og begrepsapparat nevner hun ikke migrasjonsmodellen eksplisitt, og hun er ikke tydelig på den direkte sammenhengen mellom STAMP og innsikt fra migrasjonsmodellen. Hennes forslag til hvordan menneskelig atferd skal kontrolleres er nært forbundet med å forholde seg til grensen for sikker drift:

“Instead of trying to control human behavior by fighting deviations from specified procedures, focus should be on controlling behaviour by identifying the boundaries of safe performance (the behavioral safety constraints), by making the boundaries explicit and known, by giving opportunities to develop coping skills at the boundaries,

by designing systems to support safe optimization and adaptation of performance in response to contextual influences and pressures [...]” (Leveson, 2011, s. 46; min understreking.)

I følge Leveson fører optimalisering av og til med seg at man kan krysse grensen for sikker drift, med mindre det legges begrensninger som fører til sikker atferd (Leveson, 2011, s. 52). Slik jeg forstår Leveson er én av forbindelsene mellom migrasjonsmodellen og STAMP at grensen for opplevd sikker drift kan defineres ved hjelp av de begrensningene som legges inn i systemet. I figur 3.2 vil dette kunne vises ved at begrensningene bidrar til å forskyve den opplevde grensen for sikker drift, slik at feilmarginen øker.

3.4 Veitransportsystemet sett med STAMP-briller

Kan en systemteoretisk tankegang generelt og STAMP spesielt brukes for å undersøke veitransportsystemer? For systemteori som felt svarer flere «ja absolutt, men til nå har det knapt nok blitt gjort» (Larsson et al., 2010, s. 1173) (Hughes et al., 2015, s. 252) (Salmon & Lenné, 2015, s. 244). Men som Salmon og Lenné (2015, s. 243) påpeker er dette i ferd med å endre seg, og mange pågående forskningsprosjekter innen veitransport tar ifølge dem i bruk systemteoretiske modeller og metoder. Imidlertid har jeg ikke funnet eksempler – verken hos dem eller i annen forskningslitteratur – på at et systemteoretisk perspektiv blir anvendt i forskning på selvkjørende kjøretøy. Én naturlig grunn til dette kan være at selvkjørende kjøretøy i trafikken er så nytt.

Hva så med STAMP? Leveson bruker ikke selv veitransport som et eksempel på anvendelse av STAMP. Og i 2012 hevdet Salmon, McClure & Stanton (2012, s. 1836) at det til da ikke var publisert eksempler på anvendelse av STAMP innen veitransport. De påpeker at en mulig grunn til dette er transportsystemets kompleksitet og innsatsen som kreves for å beskrive det (Salmon et al., 2012, s. 1837). Men fire år senere publiserte Salmon med andre medforfattere selv en studie der STAMP er anvendt for å analysere kontrollstrukturen i veitransportsystemet i Queensland, Australia (Salmon et al., 2016). Dette er den eneste publiserte anvendelsen av STAMP innen veitransport jeg har funnet, og den fungerer som et nyttig grunnlag for min egen bruk av modellen.

Salmon et al. (2016) sin modell er tatt med i vedlegg 1. Modellen består av fem nivåer. På det øverste nivået befinner parlamentet og departementer seg. På det neste nivået kommer

blant annet offentlig etater. Nivå 3 består av enheter som leverer eller styrer operasjonelle tjenester (som kjøreopplæring, tilbydere av kollektivløsninger og bilselgere), mens den lokale styringen og overvåkingen (for eksempel trafikk kontrollører, politi) er på nivå 4. På nivå 5 befinner kjøretøyene seg i miljøet de inngår i. Her inkluderes fysiske og naturlige omgivelser og trafikantgrupper som interagerer med kjøretøyene.

Salmon et al. (2016) sin anvendelse av STAMP på veitransportsystemet har vært avgjørende for min egen beslutning om å bruke STAMP, både fordi de viser *at* det kan gjøres og fordi de gir et eksempel på *hvordan* det kan gjøres. I tillegg gir deres studie noen verdifulle betraktninger om utfordringer med å bruke STAMP på veitransportsystemer. For det første hevder de at mange av «kontrollmekanismene» egentlig er mindre formelle «påvirkningsmekanismer» (Salmon et al., 2016, s. 150). For det andre mener de at STAMP ikke fanger opp hva som i videre forstand er samfunnsmessige påvirkninger på trafikantene. For det tredje påpeker de at STAMP fokuserer på feedback og kontroll *mellom* nivåene, men ikke på interaksjonene som foregår innad på de ulike nivåene. Dette er betraktninger jeg vil komme tilbake til i diskusjonskapitlet.

3.5 STAMP anvendt på Foruspilotens veitransportsystem

STAMP ble utviklet som en analysemetodikk for ulykker, men kontrollstrukturene som beskrives gjennom STAMP kan også brukes til risikoanalyser og for å analysere hvordan systemet oppfører seg over tid (Salmon et al., 2016, s. 141). Det er den siste anvendelsen som er mitt utgangspunkt. Selv om Leveson ikke selv har brukt STAMP på veitransportsystemer er det en generisk modell som kan tilpasses ulike systemer og tilnærminger.

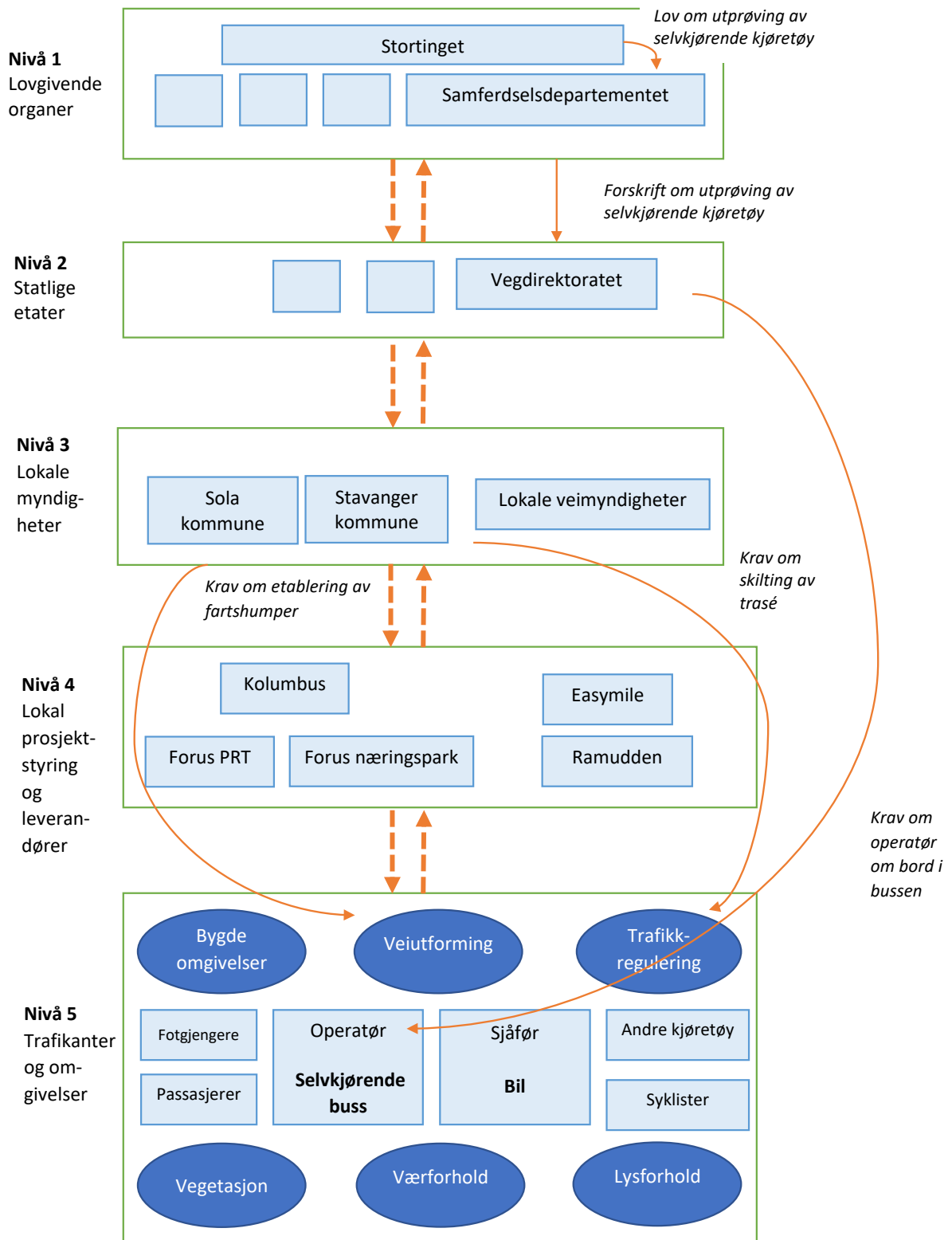
Men hvorfor bruke STAMP i stedet for Rasmussens sosiotekniske modell? Modellene har klare likhetstrekk, og som nevnt bygger STAMP på Rasmussens modell. Men der Rasmussen (1997) vektlegger operasjonene som utføres i systemet er Leveson opptatt av hvordan sikkerhet må *designes inn* i systemet (Leveson, 2017, s. 586). For allerede eksisterende systemer mener hun at dette kan gjøres ved å analysere systemet med tanke på risiko før systemet så blir redesignet eller gjenskapt («reengineered») (Leveson, 2011, s. 176). Dette er en tankegang som er relevant for å forstå de endringene som ble gjort for traseen til den selvkjørende bussen på Forus. I tillegg er Levesons nøkkelbegrep, «begrensninger», nyttig for å forstå endringene og effekten av dem.

Min tilpasning av STAMP-modellen, som vises i figur 3.3, tar utgangspunkt i modellen som er utviklet for veitransportsystemet av Salmon et al. (2016). Målet for systemet som helhet vil være effektiv transport uten at det oppstår ulykker eller andre negative hendelser. Selv om Levesons originale modell skiller mellom design og drift, har jeg valgt å forenkle modellen ved å fremstille dem samlet. Slik jeg ser det er det likevel mulig å fremstille visuelt hvordan ulike begrensninger er designet inn i systemet.

Som figur 3.3 viser har jeg valgt å begrense modellen til i hovedsak å gjelde de institusjonene som er direkte involvert i Foruspiloten. De tomme boksene i figuren illustrerer da at også andre aktører vil spille en rolle i det generelle veitransportsystemet, men at de er utelatt fra denne modellen for forenklingens skyld. På nivå 1 befinner de lovgivende organer seg. Stortinget hører hjemme i denne kategorien, og Samferdselsdepartementet er plassert her siden de har utarbeidet *Forskrift om utprøving av selvkjørende kjøretøy*. Neste nivå er kalt «Statlige etater». Vegdirektoratet er plassert her, og har sin rolle definert i forskriften. På nivå 3 befinner lokale myndigheter seg, det vil si Sola kommune og Sandnes kommune samt det som i *Foruspiloten* omtales som «lokale vegmyndigheter». Nivå 4 omfatter både de tre samarbeidspartnerne som hadde ansvaret for den lokale prosjektstyringen (det er for enkelthets skyld ikke differensiert mellom disse) og leverandører.

På det nederste nivået er den selvkjørende bussen, biler (representert ved ett eksempel) samt andre trafikanter og omgivelsene. Omgivelsene er det som litt forenklet kan kalles naturlige omgivelser (vegetasjon, værforhold og lysforhold) og menneskeskapte omgivelser (bygninger, veiutforming og trafikkreguleringer). Fremstillingen av nivå 5 bygger på Salmon et al. (2016), som vises som en egen figur i vedlegg 1.

I figuren vises ikke alle relevante begrensninger. De begrensningene som ikke vises direkte i modellen er representert med stiplede piler som peker nedover fra ett nivå til et annet. Noen eksempler på relevante begrensninger er vist som piler med en forklarende tekst til. Eksempler på feedbackmekanismer er ikke vist her, men vil bli tatt med i en egen modell i diskusjonskapitlet. Feedback er derfor illustrert med de stiplede pilene som peker oppover i figuren.



Figur 3.3. STAMP-modellen tilpasset til Foruspilotens veitransportsystem.

For å forklare hvilken effekt begrensninger kan ha på kjøreatferd vil jeg i tillegg til STAMP trekke inn migrasjonsmodellen der dette blir relevant. Etter min mening kan modellen gi en god beskrivelse av kjøreatferd: Det er en optimaliseringsprosess i form av at den enkelte bilisten ønsker å komme effektivt fram, og der hen har et handlingsrom som gjør ulike strategier for å balansere effektivitet og sikkerhet mulig. Modellen er utviklet med tanke på sikker drift i høyriskosystemer (Engen et al., 2016, s. 148). Når den presenteres i kapittel 6 vil jeg derfor gjøre rede for hvordan den kan «oversettes» for å beskrive bilisters handlingsrom i et veitransportsystem.

Men for å forstå interaksjoner i veitransportsystemet trengs et empirisk grunnlag. Det neste steget er derfor å beskrive hvordan jeg har gått frem for å skaffe dette grunnlaget.

4.0 Metode

For å beskrive fremgangsmåten jeg har brukt skal jeg først zoome ut for å se på hvordan min egen bakgrunn og interesse har formet valgene jeg har tatt (del 4.1). Jeg skal videre beskrive hvor masteroppgaven plasserer seg i forskningslandskapet rundt selvkjørende kjøretøy, og hva som karakteriseres den (del 4.2). Etter dette zoomer jeg inn på detaljene, og beskriver de ulike stegene som ble tatt i datainnsamlingen (del 4.3). Denne datainnsamlingen omfatter innledende intervjuer, gjennomføring av en spørreundersøkelse samt bruk av skriftlige dokumenter og videopptak. I de to siste delene av kapitlet går jeg videre til en vurdering av validiteten og relabiliteten av studien, sammen med en vurdering av forskningsetiske hensyn. Vurderingen av intervjuene (del 4.4) vil da være relativt kortfattet, mens vurderingen av spørreundersøkelsen (del 4.5) går mer i dybden. Til slutt (del 4.6) ser jeg på hvordan datamaterialet kan analyseres for å svare på problemstillingen.

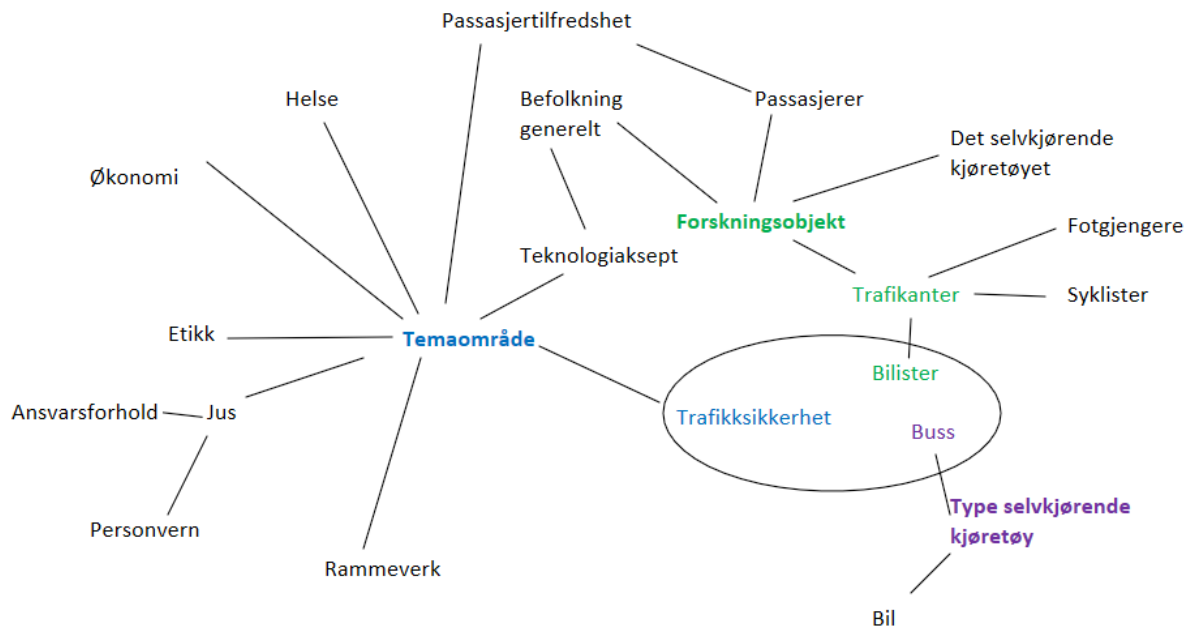
4.1 Hvorfor skrive masteroppgave om selvkjørende busser?

At jeg valgte å skrive masteroppgave om selvkjørende busser var langt fra opplagt. Jeg er fra før utdannet historiker, og har faglig sett vært mer opptatt av å skue bakover i tid enn fremover. Men tidlig i studiet i samfunnsikkerhet ble jeg nysgjerrig på hvordan innføringen av ny teknologi – som gjerne er introdusert med sikkerhet som et sentralt argument – kan gi uforutsette konsekvenser for nettopp sikkerheten. Fordi jeg også er veldig interessert i byplanlegging, og ikke minst transportplanlegging, tok jeg i andre semester av studiet faget «Bærekraftige byregioner» sammen med masterstudenter i byplanlegging. Så da at det ble kjent at en selvkjørende buss skulle testes i trafikken nettopp i nærheten av Stavanger fikk jeg en gylden anledning til å kombinere to interessefelt. Anledningen ble ikke mindre gylden av at jeg tok kontakt med Transportøkonomisk institutt for å høre om jeg kunne skrive masteroppgaven i tilknytning til et av deres forskningsprosjekter – og fikk bli del av prosjektet «Autobus» om selvkjørende busser i Norge.

Bakgrunnen min har nok vært med på å gjøre meg oppmerksom på hvor viktig konteksten er når man studerer et fenomen, selv om den historiefaglige konteksten gjerne vil være enda videre enn den jeg beskriver her. Dette har påvirket både datainnsamlingen og valg av teori. For datainnsamlingens del har dette ført til et ønske om å gå bredt til verks, og ikke la teorier og forventninger diktere hva jeg skulle se etter. For teorivalget ble det avgjørende at STAMP-modellen (og ikke minst Salmon et al.s (2016) tilpassede STAMP-modell for veitransportsystemer) virker å ta høyde for kontekstuelle faktorer.

4.2 Plassering av studien

Som beskrevet i kapittel 2 finnes det få publiserte studier om interaksjoner mellom selvkjørende kjøretøy og ordinære trafikanter. Selv om sammenligningsgrunnlag er et savn, er det også spennende begi seg ut i ukjent terreng: Når jeg ikke har funnet empiriske studier som tar for seg interaksjoner mellom bilister og selvkjørende busser er det desto mer givende å gi et bidrag til å belyse dette temaet. I figur 4.1 vises en veldig forenklet framstilling av «forskningslandskapet» rundt de selvkjørende kjøretøyene – og hvordan masteroppgaven plasserer seg i dette landskapet. Det er i tillegg relevant at jeg er ute etter å se på de konkrete erfaringene bilister har hatt med en selvkjørende buss, og at det dermed er en deskriptiv studie.



Figur 4.1. Tematisk plassering av masteroppgaven innenfor forskning på selvkjørende kjøretøy.

4.2.1 Foruspiloten som casestudie

Studien jeg har gjennomført har flere kjennetegn som gjør at den kan karakteriseres som en casestudie. Casestudietilnærmingen forutsetter for det første en detaljert undersøkelse av et avgrenset fenomen for å utvikle eller teste forklaringsmåter, og for det andre en vurdering av

generaliserbarheten (George & Bennett, 2005, s. 5). Ifølge (Yin, 2012) kan casestudie defineres slik:

«An empirical inquiry about a contemporary phenomenon (e.g. a “case”), set within its real-world context – especially when the boundaries between phenomenon and context are not clearly evident.» (Yin, 2012, s. 4).

En slik undersøkelse drar gjerne nytte av ulike typer datainnsamling (Yin, 2012, s. 10). Det er flere grunner til at denne oppgaven kan karakteriseres som en casestudie ut fra disse kriteriene. Foruspiloten har i seg selv noen naturlige rammer i form av involverte aktører, tidshorisont og geografisk utstrekning, og utgjør slik sett en «case». Dessuten bruker jeg en kombinasjon av ulike typer data, der både kvalitativ og kvantitativ data inngår, for å få detaljert kunnskap om fenomenet og konteksten.

I følge Flyvbjerg (2004) er casestudier en misforstått metodologi som tradisjonelt har blitt sett på som ikke-generaliserbar og mindre verdifull enn generell, teoretisk kunnskap. Selv går han langt i å hevde det motsatte:

«Social science has not succeeded in producing general, context-independent theory and has thus in the final instance nothing else to offer than concrete, context-dependent knowledge.» (Flyvbjerg, 2004, s. 422)

Denne kontekstavhengige kunnskapen kan likevel ha stor læringsverdi. Flyvbjerg (2004, s. 422) gjør Hans Eysencks ord til sine når han hevder at «noen ganger må vi ganske enkelt ha øynene åpne og se nøye på de enkelte casene – ikke i håp om å bevise noe, men i håp om å lære noe» (Flyvbjerg, 2004, s. 422; min oversettelse). Og en viktig side ved overføringsverdien ligger nettopp i denne læringen, noe jeg kommer tilbake til når jeg skal beskrive implikasjoner av denne studien i del 6.3. En slik læring kan relateres til det Yin (2012, s. 18) kaller en analytisk generaliserbarhet, der overføringsverdien av en studie er avhengig av hvorvidt en ved hjelp av det teoretiske rammeverket klarer å etablere en logikk som er overførbar også til andre situasjoner.

Det at STAMP brukes som rammeverk er med på å forme hvordan casestudien gjennomføres. På den ene siden legger STAMP sterke føringer for hva som undersøkes, og

dermed også hva som *ikke* undersøkes. Modellen preger begrepsapparatet jeg bruker, og gjør at jeg fokuserer på noen aspekter fremfor andre. Det kan – som jeg kommer tilbake til i diskusjonskapitlet – være flere faktorer som ikke fanges opp i STAMP. Men på den andre siden kan en systematisk presentasjon av konteksten gjennom STAMP gi mulighet for direkte sammenligninger mellom ulike caser. For eksempel vil de øverste myndighetsnivåene for to norske caser om selvkjørende busser bestå av de samme aktørene, mens de nedre nivåene vil være forskjellige.

4.3 Datainnsamling

Det at den selvkjørende bussen på Forus kun skulle kjøre ut november 2018 ga meg en utfordring i forhold til datainnsamlingen: Den måtte i stor grad skje høsten 2018, før jeg hadde rukket å sette meg inn i teoretiske perspektiver som kunne være relevante. Slik sett var det omstendighetene som tvang frem en induktiv tilnærming til det jeg ville undersøke; jeg lot «den empiriske verden avgjøre hvilke spørsmål som er verdt å søke et svar på» (Kvale & Brinkmann, 2018, s. 224). Men en slik tilnærming sammenfalt også med den åpenheten jeg mente at et så nytt felt som selvkjørende kjøretøy *burde* møtes med. Kartet skulle tilpasses terrenget, og ikke motsatt. At kartet likevel fikk stor innvirkning på hvor jeg gikk i dette terrenget kommer jeg tilbake til i diskusjonskapitlet.

4.3.1 Observasjon og innledende intervjuer

Tidlig på høsten 2018 tok jeg kontakt med daglig leder i Forus PRT og avtalte at jeg kunne bli med som passasjer på den selvkjørende bussen en dag hun skulle ha operatøransvaret. Jeg fikk da anledning til å observere bussen i trafikken og diskutere testprosjektet med henne. Dette la grunnlaget for den videre datainnsamlingen.

I oktober-november 2018 intervjuet jeg tre av operatørene på den selvkjørende bussen. Intervjuene ble gjennomført mens bussen kjørte, og med utgangspunkt i en semistrukturert intervjuguide som var godkjent av daglig leder i Forus PRT. Lydopptakene ble tatt opp på mobiltelefon. Siden operatørene hadde flere måneders erfaring med å teste bussen i trafikken var deres erfaringer og observasjoner nyttige for å få et inntrykk av hvilke utfordringer som fantes i forhold til interaksjoner mellom bussen og ordinære trafikanter. Underveis fikk jeg også gjort egne observasjoner og kunne diskutere disse med operatørene. Gjennom intervjuene ble det tydelig at interaksjoner med bilister var langt hyppigere enn med syklister og fotgjengere, og at det særlig var to potensielt trafikkarfarlige situasjoner som kunne

oppstå: Først og fremst at bilister foretok forbikjøringer forbi den selvkjørende bussen, men også at bilistene ikke overholdt vikeplikten i veikryss.

I tillegg gjennomførte jeg i oktober en spørreundersøkelse på vegne av Autobus-prosjektet jeg var en del av. Vi var to intervjuere som i løpet av to dager intervjuet 75 personer i området rundt traseen om deres syn på den selvkjørende bussen, ved hjelp av et spørreskjema på nettbrett. Noen av inntrykkene våre var at det var relativt vanskelig å rekruttere deltakere, at de fleste vi snakket med brukte bil for å komme seg til Forus – og at mange av de vi snakket med ikke hadde kjennskap til den selvkjørende bussen utover omtale i media. Det at jeg gjennomførte denne spørreundersøkelsen ga verdifulle erfaringer i forhold til spørreskjemametodikk: Jeg fikk testet rekrutteringsmetode og lengden på spørreundersøkelsen, og fikk et innblikk i hvilke spørsmål deltakerne syntes det var vanskelig å svare på.

4.3.2 Utforming og utsending av spørreundersøkelsen

Etter de innledende intervjuene med operatørene ville jeg finne ut mer om bilistenes atferd og om hva de mente om den selvkjørende bussen. Siden jeg var nysgjerrig på hvor utbredt ulike holdninger var, var det bedre å ta i bruk en spørreundersøkelse som kunne sendes ut til mange enn å gjennomføre dybdeintervjuer med et mindre antall personer. Erfaringene med Autobus-undersøkelse gjorde at jeg ville finne en effektiv rekrutteringsmetode med mulighet for å nå personer som hadde direkte kjennskap til den selvkjørende bussen. Jeg baserte meg derfor på å rekruttere respondenter blant personer som hadde sin arbeidsplass langs Kanalsletta og Røynebergsetta (se figur 2.1).

Problemstillingen jeg først formulerte handlet nettopp om sammenhengen mellom holdninger og atferd. Men siden det til nå har vært lite forskning på dette området ville jeg dekke et bredt spekter av faktorer i undersøkelsen, inkludert faktorer som var på siden av den opprinnelige problemstillingen. Samtidig måtte dette veies opp mot at spørreundersøkelsen ikke måtte bli for lang. En oversikt over spørsmålskategoriene vises i tabell 4.1 på neste side. For en fullstendig oversikt over spørsmålene, se vedlegg 2.

Spørsmål	Tema
1-2	Bruk av bil til jobb og på jobb
3-4	Kjennskap til den selvkjørende bussen
5-10	Egen kjøreatferd i møte med den selvkjørende bussen
11	Observasjon av trafikkfarlige situasjoner
12-16	Holdninger til den selvkjørende bussen
17-19	Kjennskap til tiltak gjort ved testing av bussen
20-21	Bakgrunnsvariabler
22-23	Egen bruk av og interesse for ny teknologi

Tabell 4.1. Oversikt over typen spørsmål som ble stilt i spørreundersøkelsen

For å lage spørreundersøkelsen trengte jeg en basisoppskrift jeg kunne starte med – og fant den i *Spørreskjemametodikk etter kokebokmetoden* (Haraldsen, 1999). Blant annet valgte jeg å følge rådene om å plassere «kjedelige» bakgrunnsspørsmål til slutt og om skape ryddighet ved å ha spørsmålsgrupper som var atskilt med overgangstekster. For å skape balanse var noen av spørsmålene og påstandene positivt ladet («Alt i alt er jeg positiv til at den selvkjørende bussen testes på Forus.»), mens andre var negativt ladet («Jeg mener at den selvkjørende bussen kjører så sakte at den ikke burde kjøre i trafikken.»). Av samme grunn var svarskalaene jeg brukte 5-punktsskalaer der midtpunktet var nøytralt.

Haraldsen (1999, s. 133-134) påpeker nødvendigheten av å bruke et lettfattelig språk, der en unngår å bruke akademiske begreper direkte og ligger så nær en muntlig form som mulig. Dette har jeg forsøkt å følge så langt som mulig, blant annet ved å konkretisere og beskrive situasjoner som ellers kunne fått mange ulike tolkninger. For eksempel har jeg til spørsmålet «Hvor ofte har du møtt den selvkjørende bussen i trafikken?» tatt med denne veiledningen: «Ta kun med ganger der du har måttet forholde deg til den, for eksempel når du har hatt vikeplikt for den eller har kjørt bak den.»

Utformingen av spørreundersøkelse ble diskutert med forskere i Autobus-projektet, og ble testet på to utenforstående personer for å sjekke at spørsmålene var forståelige. Jeg gjennomførte så en liten pilotundersøkelse i to mindre bedrifter som ligger ved busstraseen (10 skjemaer delt ut, 5 svar). I pilotundersøkelsen ble respondentene bedt om å angi eventuelle spørsmål de ikke forsto og hvor lang tid de hadde brukt, i tillegg til at de kunne skrive inn generelle kommentarer. Jeg gjorde noen mindre justeringer i etterkant av pilotundersøkelsen, men større endringer virket ikke nødvendig.

Spørreundersøkelsen ble sendt ut i begynnelsen av desember 2018 i to varianter: elektronisk og på papir. Den elektroniske versjonen fikk jeg hjelp til å legge inn i surveyløsningen TØI bruker. Jeg ringte kontaktpersoner i de ulike bedriftene for å avklare om de kunne videresende en epost med informasjon om og link til spørreundersøkelsen, og sendte den så ut til de bedriftene som var positive. Siden den ene bedriften bruker engelsk som arbeidsspråk lagde jeg også en engelsk versjon av undersøkelsen. I noen av bedriftene virket det mer hensiktsmessig å dele ut en papirversjon av spørreundersøkelsen i resepsjonen. Jeg hentet ferdig utfylte skjemaer en uke etter at de ble levert ut, og registrerte svarene manuelt i SPSS.

For å øke svarprosenten bidro Autobus-projektet med et gavekort på 5000 kroner på XXL. De som ønsket å delta i trekningen av gavekortet måtte oppgi navn og epostadresse. Anonymiteten ble sikret ved at respondentene til den elektroniske varianten gikk ut av selve spørreskjemaet og videre til et nytt skjema, mens respondentene til papirvarianten la det utfylte spørreskjemaet og arket med navn/epostadresse i separate konvolutter. Vinneren av gavekortet ble trukket etter at spørreundersøkelsen ble avsluttet.

4.3.3 Informasjon hentet fra dokumenter

For å innhente informasjon om systemet som den selvkjørende bussen inngikk i har jeg tatt i bruk *Lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy* og den tilhørende forskriften. Jeg har også fått tilgang til rapporten som ble skrevet i etterkant av testprosjektet, *Foruspiloten. Testing av autonomt kjøretøy*. Dokumentene er brukt for å få konkrete opplysninger om systemet. Jeg går derfor ikke inn på fremgangsmåter for dokumentanalyse her.

4.3.4 Bruk av videoopptak

I forbindelse med Autobus-prosjektet ble det i overgangen oktober-november satt opp tre kameraer langs busstraseen. Dette videomaterialet ble gjennomgått av forskere i Autobus-prosjektet. Blant annet ble da interaksjonene mellom den selvkjørende bussen og ordinære trafikanter registrert og systematisert i et skjema. Jeg har fått muligheten til å bruke data fra dette skjemaet i min analyse.

4.4 Vurdering av validitet, reliabilitet og forskningsetiske hensyn for intervjuene

Siden intervjuene jeg har gjennomført først og fremst dannet bakgrunnen for den videre datainnsamlingen vil jeg ikke gå detaljert inn på validiteten og reliabiliteten for disse. Grunnen til dette er at de fleste opplysningene som kom frem i intervjuene kan kontrolleres ved hjelp av andre kilder. En slik kontroll fungerer som en validering av de funnene jeg har gjort (Kvale & Brinkmann, 2018, s. 279). Samtidig vil jeg ved ett avgjørende tilfelle lene meg på observasjonene fra operatørene, fordi det ikke finnes videoopptak som kan brukes. Dette gjelder operatørenes beskrivelser av brudd på vikeplikten, der jeg tillegger disse observasjonene større vekt enn svarene fra respondentene i spørreundersøkelsen. Dette gjør jeg fordi det er samsvar mellom de tre operatørenes oppfatninger og fordi de også registrerte slike brudd underveis i testprosjektet (*Foruspiloten*, 2018, s. 38). Jeg mener derfor at deres utsagn skal tillegges større vekt enn selvrapporteringen til respondentene. Som jeg kommer inn på gjør mangelen på ytterligere validering likevel at jeg bruker disse funnene med forsiktighet: De peker på en mulig sammenheng, men denne må utforskes videre.

Reliabilitet er knyttet til forskningsresultatenes konsistens og troverdighet, og henger sammen med hvorvidt resultatet man har kommet frem til kan reproduseres av andre (Kvale & Brinkmann, 2018, s. 276). Det at jeg tok utgangspunkt i en intervjuguide bidro til å gjøre funnene reproduserbare og til å sikre at alle informantene fikk de samme spørsmålene. I intervjuguiden stilte jeg åpne spørsmål som ikke skulle lede informantene i en bestemt retning, men ved gjennomgangen av opptakene oppdaget jeg at oppfølgingsspørsmålene speilet den retningen informanten hadde gått i, og andre noen av spørsmålene i intervjuguiden ble lite belyst. I og med at dette var innledende intervjuer som ble supplert med datainnsamling ved hjelp av andre metoder, var dette likevel ikke et stort problem.

De forskningsetiske spørsmålene bør være en del av hele forskningsprosessen, og ikke bare den direkte intervjusituasjonen (Kvale & Brinkmann, 2018, s. 95). Siden jeg ville ta opp

intervjuene på mobiltelefon og dermed oppbevarte dem elektronisk, ble intervjuene meldt til personvernombudet for forskning ved Norsk senter for forskningsdata (NSD). Operatørene fikk et informasjonsskriv før intervjuene som ivaretok kravet til informert samtykke.

Intervjuene ble avtalt via daglig leder i Forus PRT, og det er mulig at operatørene oppfattet at det ble forventet at de skulle stille. Men samtidig opplevde jeg at de var svært positive til å dele sine erfaringer. Dessuten er det sentralt at spørsmålene var knyttet til deres rolle som operatører og ikke til dem som privatpersoner. Lyddopptakene vil bli slettet i tråd med tilrådingen fra NSD.

4.5 Vurdering av validitet, reliabilitet og forskningsetiske hensyn for spørreundersøkelsen

Ved vurderingen av spørreundersøkelsen baserte jeg meg først på Skog (2004), som skiller mellom intern validitet, konklusjonsvaliditet, begrepsvaliditet, og ekstern validitet (Skog, 2004, s. 88-89). Imidlertid så jeg etter hvert at spørreundersøkelsens egenart og hvordan jeg har brukt den for å svare på problemstillingen gjorde at jeg må ta utgangspunkt i hva som er de større utfordringene med validiteten og reliabiliteten i akkurat denne studien. Jeg vil først gå gjennom utfordringer knyttet til utvalgets representativitet og muligheten til å generalisere fra mitt utvalg. Deretter vil jeg se på hvordan respondentene kan ha hatt utfordringer med å svare på spørsmålene, både på grunn av spørsmålsformulering og målefeil knyttet særlig til selvrappotering.

4.5.1 Utvalgets representativitet

Hvordan utvalget trekkes kan ha betydning for en kvantitativ undersøkelses resultater, og dermed for gyldigheten. Som Skog (2004, s. 100) påpeker, er den enkleste måten å sikre seg representativitet på at en bruker en form for sannsynlighetsutvelging. Samtidig mener jeg at det må foretas en avveining mellom det ideelle og det praktisk gjennomførbare. Selv om bruk av en form for sannsynlighetsutvelging kunne sikret utvalgets representativitet, ville det i praksis ikke være mulig å finne en måte å trekke et representativt utvalg på – først og fremst fordi det å stoppe tilfeldige bilister neppe ville vært egnet som rekrutteringsmetode.

Til sammen 180 respondenter svarte på spørreundersøkelsen. 140 av disse svarte på den elektroniske versjonen, mens 40 svarte på papirutgaven. Det er flere faktorer som tyder på at utvalget ikke er representativ for bilister som har møtt den selvkjørende bussen i trafikken. I spørreundersøkelsen svarte 53 prosent at de brukte bil til arbeidsstedet daglig (se vedlegg 3), mens andelen for Forus sett under ett er 80 prosent. (*Foruspiloten*, 2018, s. 4) I tillegg

fanger ikke spørreundersøkelsen opp yrkessjåførere. Dermed er en vesentlig gruppe bilister (i tillegg til sjåførere på busser og større kjøretøy) ikke blant respondentene. Utvalget er heller ikke representativt for befolkningen generelt. Menn er overrepresentert i utvalget (60,6 prosent). Aldersgruppene fordelt (17 personer i 20-årene, 57 i 30-årene, 44 i 40-årene, 48 i 50-årene og 14 i 60-årene) tyder på at de yngste og eldste bilistene er underrepresentert i utvalget. Samtidig vil jeg fremheve at utvalget ikke er systematisk skjevt i den forstand at jeg har valgt ut bestemte arbeidssteder å henvende meg til. For å tydeliggjøre den manglende representativiteten kommer jeg til å referere til de som svarte på spørreundersøkelsen som «respondenter», snarere enn «sjåførere» eller «bilister».

En annen utfordring med utvalget kan være frafallet. Skog (2004, s. 100) problematiserer at spørreundersøkelser kan ha en svarprosent på 60-70 prosent. Men realiteten ved spørreundersøkelser som gjennomføres i dag er at svarprosenten er vesentlig lavere (Hellevik, 2015, s. 211). Dette gjelder også spørreundersøkelsen jeg har gjennomført. Det er anslagsvis 3500 arbeidsplasser ved traseen (*Foruspiloten*, 2018), og jeg vil anslå at spørreskjemaet er sendt ut til 1500-2000 personer. Den relativt lave svarprosenten (cirka 5 prosent av alle som har arbeidsplass ved traseen) skyldes delvis at noen av bedriftenes kontaktpersoner ikke ville videresende spørreundersøkelsen, men antakelig også at mange ikke vil prioritere spørreundersøkelser i en travel arbeidshverdag. Men en lav svarprosent trenger ikke være et problem i seg selv, så lenge utvalget er trukket tilfeldig fra den befolkningen det skal representere, og frafallet ikke er systematisk skjevt (Hellevik, 2015, s. 227). Mangelen på tilfeldig trekking har jeg allerede problematisert. Frafallet kan tenkes å være skjevt blant annet fordi noen motiveres sterkere av gavekortet enn andre, men det er vanskelig å se hvordan dette kan skape en skjevhet i en bestemt retning. Da er det mer nærliggende å tro at personer med sterke meninger om den selvkjørende bussen har vært mer motivert til å delta enn andre.

4.5.2 Spørsmålene som måleinstrumenter

Reliabilitet i spørreundersøkelser dreier seg om å «vurdere spørsmålenes kvaliteter som måleinstrumenter» (Haraldssen, 1999, s. 319). Språklig sett handler det om hvor vellykket formidlingen av meningsinnholdet i spørsmålene er, og er altså et spørsmål om kommunikasjon mellom den som stiller spørsmålet og dem som svarer (Haraldssen, 1999, s. 321). Som jeg beskrev i del 4.3.2 har jeg lagt vekt på å operasjonalisere begreper, og jeg gjennomførte en (veldig begrenset) pilotundersøkelse for å sjekke om spørsmålene var forståelige. Jeg har også brukt hjelpetekst der jeg har ment at det var nødvendig. Likevel vil

det være mulig at respondentene har en annen forståelse av spørsmålene enn det jeg har forutsett, kanskje særlig når det gjelder spørsmål om interaksjoner med bussen.

Spørsmålenes reliabilitet får også konsekvenser for kriterievaliditeten. Kriterievaliditet (som er en form for begrepsvaliditet) er knyttet til systematiske og usystematiske målefeil (Skog, 2004, s. 90). De systematiske feilene kan skyldes at respondenten misforstår spørsmålet, husker feil eller (bevisst eller ubevisst) gir en feilaktig vurdering av egen atferd. Ifølge Wåhlberg (2009, s. 19) er det essensielt at vi husker feil og at persepsjonen vår tilpasses informasjon vi har fått i etterkant. Han mener at det dermed er god grunn til å stille spørsmålsteget ved validiteten i trafikkforskning som er basert på selvrapporing. Siden selvrapporing er problematisk, har jeg valgt å ta i bruk andre kilder for å kvantifisere atferden. Som nevnt i del 4.4 velger jeg dessuten å vekte operatørens beskrivelser tyngre enn respondentenes selvrapporing der disse kommer i konflikt med hverandre. Samtidig må påstanden om vår manglende evne til å vurdere egen atferd nyanseres: Vi husker gjerne *typebeskrivelser*, det vil si aktiviteter som gjentar seg i noenlunde faste mønstre (Haraldsen, 1999, s. 169). Det er altså grunn til å tro at respondentene svarer riktig på spørsmålene om bruk av bil til jobb og i jobbsammenheng.

4.5.4 Spørreundersøkelsens konklusjonsvaliditet og interne validitet

«Konklusjonsvaliditet» viser til om den sammenhengen man observerer mellom ulike variabler er reell eller om den skyldes tilfeldigheter (Skog, 2004, s. 101-102). Opprinnelig skulle jeg se på sammenhengen mellom bilisters holdninger og atferd, og da ville en slik vurdering vært sentral. Men på bakgrunn av det teoretiske rammeverket og problemstillingen jeg har reist ble det mindre relevant å se på sammenhengen mellom variablene. Der dette har blitt gjort, har jeg brukt statistisk signifikanstesting for å undersøke om den eventuelle sammenhengen kan være et resultat av tilfeldigheter.

«Intern validitet» har sammenheng med den kausale fortolkningen av data (Skog, 2004, s. 107). En vurdering av den interne validiteten har vist seg å være mindre relevant for min analyse fordi jeg ser på korrelasjonen mellom noen variabler uten å hevde at det finnes en kausal sammenheng mellom dem.

4.5.5 Spørreundersøkelsens eksterne validitet

Med «ekstern validitet» menes hvorvidt resultatene er generaliserbare (Skog, 2004, s. 113). Jeg har vært inne på utfordringen med representativitet, som er en sentral grunn til at det ikke er mulig å argumentere for en statistisk generalisering av funnene. I tillegg til dette mener jeg at konteksten også er relevant, noe jeg vil vise eksempler på i diskusjonskapitlet. Overføringsverdien til andre kontekster ligger derfor først og fremst i den analytiske overføringsverdien casestudien har som helhet.

4.5.6 Forskningsetiske hensyn ved spørreundersøkelsen

Siden spørreundersøkelsen ble sendt ut elektronisk ble den meldt til NSD. Både personer som svarte på den elektroniske varianten og de som svarte på papirutgaven av spørreundersøkelsen fikk informasjon i henhold til retningslinjene. Som nevnt unngikk jeg koblinger mellom navn/ epostadresser og svar i forbindelse med trekningen av gavekortet. Spørreundersøkelsen inneholdt ingen sensitive personopplysninger.

4.6 Analysen av datamaterialet

Analysen av det innsamlete datamaterialet viste seg å bli en mer innviklet prosess enn jeg hadde forutsett. Hovedutfordringen var at jeg satt med et kvantitativt materiale som skulle utgjøre den empiriske kjernen i oppgaven, og jeg prøvde meg derfor på mange ulike kvantitative analyser. Men koblingen mellom analysene og problemstillingen ble ofte svak, i tillegg til at de signifikante sammenhengene jeg faktisk fant uansett måtte forklares med et mer kvalitativt resonnement som i tillegg passet innenfor det teoretiske rammeverket. Etter hvert innså jeg at de kvantitative analysene ikke bidro til å svare på problemstillingen, og måtte gå vekk fra disse og store deler av det kvantitative materialet.

Brikkene falt på plass da jeg innså at casestudiemetoden ikke bare handler om datainnsamling men også om analysen, og at det etter hvert var denne typen analyse jeg hadde brukt for å beskrive de fenomenene jeg ønsket å finne ut av. Analysen av casestudier bygger på metodetriangulering, der de ulike kildene brukes for å undersøke den indre konsistensen til funnene (Yin, 2012, s. 13). Ideelt sett skal da tre kilder eller flere bygge opp under de samme tolkningene, men dette vil ikke alltid være mulig (Yin, 2012, s. 13). I analysen har jeg derfor vært tydelig på de gangene datamaterialet peker i ulike retninger, og på hvordan jeg vurderer de ulike kildenes validitet opp mot hverandre.

Selv om jeg ved hjelp av det empiriske materialet har forsøkt å bygge opp et resonnement rundt de sammenhengene jeg undersøker, ser jeg at analysen også har noen svakheter. Dette gjelder for eksempel de få kvantitative analysene jeg har beholdt, både når det gjelder hvorvidt variablene måler det jeg ønsker å måle og hvorvidt en mulig sammenheng kan skyldes faktorer som ikke er fanget opp. Men det grunnleggende problemet ligger nok et annet sted: Et mangelfullt datagrunnlag gjør analysene vanskelig, uavhengig av hvilken analysemetode som brukes.

Samtidig kan det mangelfulle datagrunnlaget forklares – og forhåpentligvis også forsvares. Et bredere grunnlag hadde vært ønskelig, men fordi Foruspiloten ble avsluttet i 2018 var det ikke mulig å innhente mer informasjon gjennom en ny spørreundersøkelse, siden det ville vært problematisk at respondentene skulle huske tilbake til situasjoner som var flere måneder gamle. Dessuten gjør metodetrianguleringen at det på flere områder er mulig å bygge opp under resonnementet. Svakheterne jeg har påpekt gjelder derfor ikke oppgaven som helhet.

5.0 Resultater

Presentasjonen av resultatene vil i stor grad følge oppsettet til de tre forskningsspørsmålene jeg har reist: Hva kjennetegner veitransportsystemet som den selvkjørende bussen i Foruspiloten inngikk i? Hvilke sikkerhetsbegrensninger ble innført i forbindelse med testingen av den selvkjørende bussen? Hva kjennetegner bilistenes kjøreatferd ved interaksjoner med den selvkjørende bussen? I del 5.1 systematiserer jeg beskrivelsen av det konkrete veitransportsystemet som Foruspiloten inngikk i ved hjelp av oppsettet fra STAMP-modellen (se figur 3.3). I del 5.2 beskriver jeg de sikkerhetsbegrensningene som kom i forbindelse med Foruspiloten, og ser også på om respondentene i spørreundersøkelsene kjente til begrensningene og til den selvkjørende bussen. Videre belyser jeg i del 5.3 hva som har vært mest framtrødende ved bilisters kjøreatferd med hensyn til trafiksikkerhet. I del 5.4 bruker jeg materialet fra spørreundersøkelsen til å analysere noen mulige sammenhenger mellom begrensninger og atferd.

5.1 Hva kjennetegner veitransportsystemet som den selvkjørende bussen inngikk i?

I kapittel 2 ga jeg en innledende beskrivelse av Foruspiloten og av forhold som har hatt betydning for testingen av den selvkjørende bussen på Forus. Selve veitransportsystemet, slik det kan modelleres ved hjelp av STAMP, har jeg presentert i figur 3.3. Opplysningene som presenteres her er derfor først og fremst en systematisering av informasjonen jeg allerede har presentert, for å gi en oversikt over de ulike nivåene i STAMP-modellen.

Informasjonen om veitransportsystemet er presentert i tabell 5.1. Utvelgelsen av aktører (på nivå 2 til 4) bygger på opplysninger fra *Foruspiloten*. I tillegg er Stortinget og Samferdselsdepartementet tatt med på nivå 1 på grunn av begrensningene de legger på veitransportsystemet gjennom *Lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy* (Stortinget) og *Forskrift om utprøving av selvkjørende kjøretøy* (Samferdselsdepartementet). Selve nivåplasseringen vil bli diskutert i neste kapittel. Med «kontekstuelle faktorer» menes her de naturlige og menneskeskapte omgivelsene samt trafikantene som sammen med den selvkjørende bussen er plassert på nivå 5.

Nivå	Nivåbeskrivelse	Aktører og kontekstuelle faktorer	
Nivå 1	Lovgivende organer	Stortinget Samferdselsdepartementet	
Nivå 2	Statlige etater	Vegdirektoratet	
Nivå 3	Lokale myndigheter	- Sola kommune og Stavanger kommune (tilrettelegging av kommunal veg og behandling av forslag til skiltplan) - Statens vegvesen lokalt (godkjenning av kjøretøy og registrering)	
Nivå 4	Lokal prosjektstyring og leverandører	- Kolumbus AS (prosjekteier), Forus PRT AS, Forus Næringspark - EasyMile (bussprodusent) - Ramudden (underleverandør)	
Nivå 5	Naturlige omgivelser	Vegetasjon	Lite vegetasjon nær veien.
		Værforhold	Noen dager med mye regn og vind, særlig i september. Store regndråper, vann i veibanen og hagl førte til nødstopp. Mye vind ga utslag på navigasjonssystemet og førte til redusert hastighet og ujevn kjøring. På dager med ekstremvarsel vurderte operatørene fortløpende om det var forsvarlig å kjøre (<i>Foruspiloten</i> , 2018).
		Lysforhold	Dagslys. Testingen foregikk fra kl 9 og kl 15.
	Menneskeskapte omgivelser	Veiutforming	Deler av traseen er oversiktlig og med lite kryssende trafikk. Manglende sikt i sving. Se kap. 2 for utfyllende beskrivelser.
		Trafikkregulering	Regulering av vikeplikt ved hjelp av vikepliktskilt. Fotgjengeroverganger. Innført redusert fartsgrense på 30 km/t i testperioden, men denne ble senere opphevet.
		Bygninger	Kontorbygg og andre næringsbygg. Kjøpesenter ved startpunkt for traseen. Ingen boliger, skoler eller barnehager langs traseen. Flere parkeringsplasser og ubebygde områder.
	Trafikanter	Passasjerer	Bussen hadde tillatelse til å ha seks passasjerer.
		Andre kjøretøy	- Rutegående busser, noe tungtransport. - Perioder med til dels mye biltrafikk på enkelte tidspunkt (<i>Foruspiloten</i> , 2018). Jevnt over lite trafikk.
		Syklister	Kryssende sykkelvei. Relativt få interaksjoner.
		Fotgjengere	Kryssende fotgjengerfelt. Relativt få interaksjoner.

Tabell 5.1 Oversikt over sentrale aktører og kontekstuelle faktorer i veitransportsystemet. Tabellen bygger på oppsettet til STAMP, se figur 3.3.

Som tabellen viser har jeg valgt å dele inn nivå 5 i tre kategorier: bygde omgivelser, menneskelige omgivelser og trafikanter. Beskrivelsene av hver faktor er kortfattet og viser kun det som er mest relevant for interaksjonene mellom bilister og den selvkjørende bussen.

5.2 Hvilke begrensninger ble innført?

I forkant av at den selvkjørende bussen skulle testes i trafikken ble det gjort en rekke tiltak som enten kontrollerte bussens kjøring eller hadde til hensikt å endre bilisters kjøreatferd. Disse omtaler jeg, i tråd med begrepsbruken i STAMP, som begrensninger. Jeg vil her gi en beskrivelse av hver av disse før jeg presenterer en oversikt over dem i tabell 5.2.

Begrensningene er hentet fra *Foruspiloten (2018)*. De mest relevante å ta med her er:

- Krav om operatør om bord i bussen. Jeg har beskrevet operatørens rolle som en del av veitransportsystemet, men det at det var en operatør om bord i bussen kan også ses på som en sikkerhetsbegrensning. Loven om utprøving av selvkjørende kjøretøy åpner for at selvkjørende kjøretøy på nivå 5 for autonomi kan kjøre uten ansvarlig person om bord. Bussen som ble testet er klassifisert på nivå 4, og i tillatelsen fra Vegdirektoratet var det en forutsetning av det var operatør om bord. Dette tiltaket er beskrevet som en «særlig viktig begrensning» i prosjektrapporten.
- Makshastighet for bussen. Bussen skulle ikke kjøre raskere enn 12 km/t. Basert på erfaringer de første to månedene ble det søkt om å øke farten til 20 km/t på langstrekket i Kanalsletta, men siden det ikke var mulig å montere setebelter i bussen godkjente Vegdirektoratet kun en økning til 15 km/t. Dette tiltaket er beskrevet som en «særlig viktig begrensning» i prosjektrapporten.
- Stoppsoner for bussen. Bussen stopper dersom det kommer objekter innenfor en bestemt radius. Det fremgår ikke av kildematerialet hva denne radiusen er.
- Innføring av forkjøringsvei for busstraseen. Innføring av forkjøringsvei for busstraseen i uklart Y-kryss med vikepliktproblematikk. Gjort på bakgrunn av risikoanalysen.
- Endring av fartsgrense. Det er opprinnelig 50-sone i området der traseen går. Det ble innført 30-sone i forkant av testingen. Fartsgrensen ble justert opp igjen i oktober.
- Etablering av fartshumper. Traseen ble utstyrt med fartshumper etter krav fra lokale myndigheter. Disse ble fjernet fordi de var en ulempe for ordinær rutegående busser som hadde overlappende trasé med den selvkjørende bussens trasé.
- Skilting av traseen. Traseen ble skiltet med 90 skilt fordelt på 72 stolper, men ble etter innkjøringsperioden redusert til 69 skilt. Skiltene opplyste blant annet om man befant seg i et område hvor en selvkjørende buss ble testet.

- Nedjustering av fart inn mot fotgjengerfelt. Hensikten er var å unngå nødstopper i fotgjengerfeltet siden dette kunne virke skremmende på fotgjengere.
- Flere mindre justeringer. Blant annet finjustering av bussens plassering i veibanen og finjustering av sensorer.
- «Vis hensyn. Unngå forbikjøringer». Oppfordring om å unngå forbikjøringer ble satt på bussens bakrute i løpet av testperioden.

De ulike begrensningene er oppsummert i tabell 5.2. Det fremgår av tabellen om begrensningene er ment å ha effekt på den selvkjørende bussen eller andre kjøretøy, samt om det har skjedd endringer i løpet av testperioden.

Begrensning	Hvem sin atferd begrenses	Eventuelle endringer
Påbudt med operatør i bussen	Den selvkjørende bussen	-
Makshastighet for bussen 12 km/t	Den selvkjørende bussen	Endret til 15 km/t
Programmering av buss – hvor nært den kan komme andre objekter før den stopper	Den selvkjørende bussen	Justeringer gjort i løpet av testperioden
Etablering av forkjøringsvei for traseen	Andre kjøretøy som kommer fra kryssende veier	-
Skilting av testområdet	Andre kjøretøy	Reduksjon i antall skilt
Endring av fartsgrense	Andre kjøretøy	Endret tilbake til opprinnelig fartsgrense i løpet av testperioden
Etablering av fartshumper	Andre kjøretøy	Fjernet i løpet av testperioden
«Unngå forbikjøringer» på bussens bakrute	Andre kjøretøy	Satt på i løpet av testperioden
Nedjustering av fart før fotgjengerfelt	Den selvkjørende bussen	Justeringer gjort i løpet av testperioden
Mindre justeringer av bussens plassering og sensorenes sensitivitet	Den selvkjørende bussen	Justeringer gjort i løpet av testperioden

Tabell 5.2. Oversikt over begrensninger i veitranportsystemet. Tabellen viser de mest relevante begrensningene som ble innført i veitranportsystemet i forbindelse med Foruspiloten.

Som tabellen viser, ble det gjort en rekke endringer i løpet av prosjektet. Dette vil jeg komme tilbake til i del 6.1.4 ved å vise endringene som resultater av feedback som ble gitt underveis.

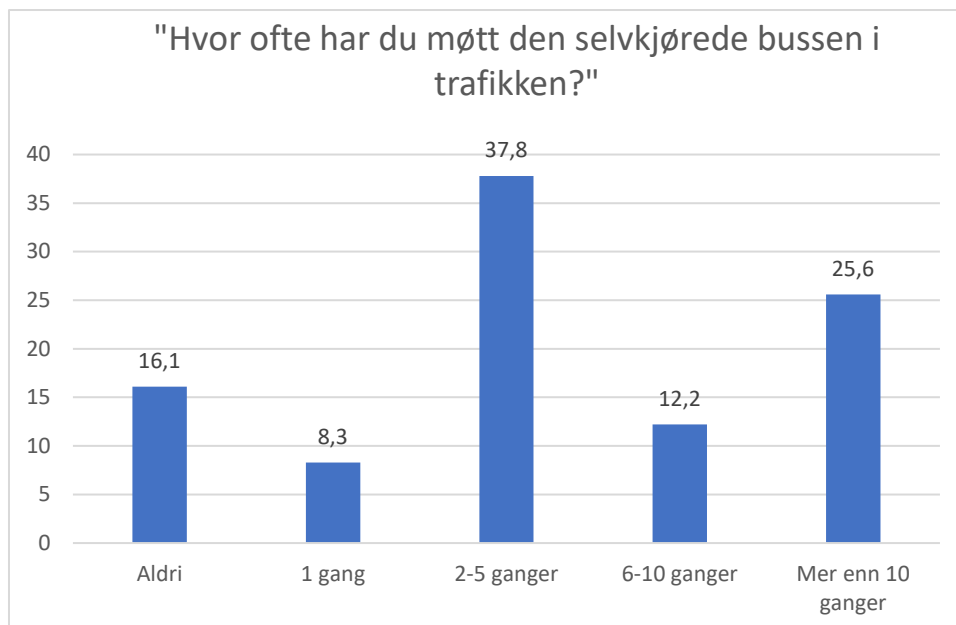
5.2.1 Kjente respondentene til den selvkjørende bussen?

I spørreundersøkelsen var jeg interessert i å finne ut om respondentene kjente til den selvkjørende bussen, og i så fall på hvilken måte. Disse svarene inkluderes her (se figur 5.1). Som figuren viser oppga 111 respondenter (62 prosent) at de hadde møtt bussen i trafikken, mens bare 14 prosent har vært passasjerer.



Figur 5.1 Respondentenes kjennskap til den selvkjørende bussen (n=180). Respondentene kunne krysse av for flere svaralternativer.

I spørreundersøkelsen var det også et eget spørsmål som fanget opp hvor ofte respondentene hadde møtt på den selvkjørende bussen. Spørsmålet som ble stilt («Hvor ofte har du møtt den selvkjørende bussen i trafikken?») ble konkretisert gjennom hjelpeteksten «Ta kun med ganger der du har måttet forholde deg til den, for eksempel når du har hatt vikeplikt for den eller har kjørt bak den.» Svarfrekvensen (prosentandeler) er vist i figur 5.2.



Figur 5.2. Hyppighet for interaksjoner med den selvkjørende bussen (n=180). Hyppigheten er vist som en prosentfordeling. Møtesituasjoner er konkretisert gjennom hjelpetekst som ganger der respondentene måtte forholde seg til den selvkjørende bussen, for eksempel når de har hatt vikeplikt eller har kjørt bak den.

Et sentralt moment i forhold til respondentenes kjennskap til bussen er om de kjenner til at det var en operatør om bord i bussen til enhver tid. Påstanden «Da jeg svarte på denne spørreundersøkelsen var jeg klar over at det er en operatør på bussen som overtar styringen ved behov.» ble bevisst plassert helt i slutten av spørreskjemaet. Dette var for å unngå at respondenter som ikke kjente til operatørens rolle fra før lot seg påvirke av denne kunnskapen når de svarte på de øvrige spørsmålene. De aller fleste respondentene (137 personer) oppga at kjente til at det var en operatør i bussen, mens et mindretall (43 personer) ikke gjorde det.

5.2.2 Kjente respondentene til begrensningene som ble innført?

Som vist i tabell 5.2 var noen av begrensningene ment å ha innvirkning på bilisters kjøreatferd. Dette gjelder blant annet skiltene som var påkrevd langs traseen samt informasjonen på bussens bakrute. Den første av disse begrensningene tematiserte jeg i spørreundersøkelsen.

Resultatene viser at 87 prosent av respondentene (157 personer) svarte at de hadde lagt merke til skiltene, mens 13 prosent (23 personer) svarte at de ikke hadde det. Dersom man ser på personer som bruker bil til jobb ofte eller av og til (fra daglig til en gang i uken), har 86 prosent lagt merke til skiltene. Dersom man ser på respondenter som oppgir at de har møtt

den selvkjørende bussen i trafikken minst én gang (totalt 151 personer), har 89 prosent lagt merke til skiltene. Dette betyr at en kan legge til grunn at et overveiende flertall av bilistene som har kjørt i testområdet har visst at de befant seg på et sted der en selvkjørende buss ble testet.

Det andre påstanden om begrensinger gjaldt vikeplikt. Påstanden som ble brukt var «Jeg har lagt merke til at veiene der den selvkjørende bussen kjører er forkjøringsveier.» 84 prosent av respondentene (152 personer) svarte at de hadde lagt merke til dette, mens 16 prosent (28 personer) ikke hadde det. I ettertid ser jeg at denne påstanden ikke er egnet til å belyse innføringen av begrensninger i særlig grad. For den enkelte bilisten er det høyst relevant å legge merke til vikepliktskilt i det krysset man befinner seg, men ikke relevant om man kjenner til systemet som helhet. Svarene på denne påstanden vil derfor bli tillagt liten vekt.

5.3 Hva kjennetegnet bilistenes kjøreatferd?

Da jeg gjennomførte intervjuer med tre av operatørene på den selvkjørende bussen kom det frem at det særlig var to typer interaksjoner mellom bussen og bilister de så på som problematiske: manglende overholdelse av vikeplikt i veikryss og forbikjøringer. Det var særlig forbikjøringer som ble fremhevet som potensielt trafikkfarlige. Forbikjøringer var også tema i en artikkel i *Rogalands avis* 17. september 2018, der det ble det hevdet at «Fordi den kjører i bare 12 kilometer i timen er det daglig bilister som tar stygge forbikjøringer.» (Gilje, 2018). Også på sosiale media har kødannelse og risiko ved forbikjøringer blitt tatt opp som en kilde til frustrasjon (*Foruspiloten*, 2018, s. 37). Forbikjøringene var bakgrunnen for at prosjekteierne å øke bussens hastighet (Gilje, 2018).

Det er selvfølgelig sentralt at verken manglende overholdelse av vikeplikt eller forbikjøringer trenger å skape trafikkfarlige situasjoner. Og det er i den sammenhengen viktig understreke at det ikke har oppstått skade på person eller miljø under testingen (*Foruspiloten*, 2018, s. 35). Samtidig er det tydelig at en del av respondentene i spørreundersøkelsen selv mener at forbikjøringene har vært potensielt farlige. Da de ble bedt om å ta stilling til påstanden «Jeg har opplevd at det har oppstått trafikkfarlige situasjoner når bilister har kjørt forbi den selvkjørende bussen.» svarte 42 personer (23 prosent av respondentene) ja. I ettertid ser jeg at et tilsvarende spørsmål burde vært stilt for vikepliktsituasjoner.

5.3.1 Forbikjøringer

I spørreundersøkelsen ble respondentene bedt om å ta stilling til påstanden «Hvis jeg har ligget bak den selvkjørende bussen har jeg valgt å kjøre forbi den de gangene det har vært mulig.» Her oppga 24 respondenter at de alltid gjorde dette, mens 47 svarte at de noen ganger gjorde det. Blant respondentene som tok stilling til påstanden (det vil si at de ikke svarte «Ikke aktuelt»; n=147), utgjorde disse henholdsvis 16 prosent og 32 prosent.

Det er interessant å sammenligne selvrapporing av forbikjøringer med tall fra Foruspilot-rapporten og med videoopptak av traseen. Ifølge *Foruspiloten* ble det foretatt i gjennomsnitt 24 forbikjøringer per dag i september. Etter at fartsgrensen ble økt og fartshumper fjernet ble det foretatt i gjennomsnitt 32 forbikjøringer per dag (*Foruspiloten*, 2018, s. 41).

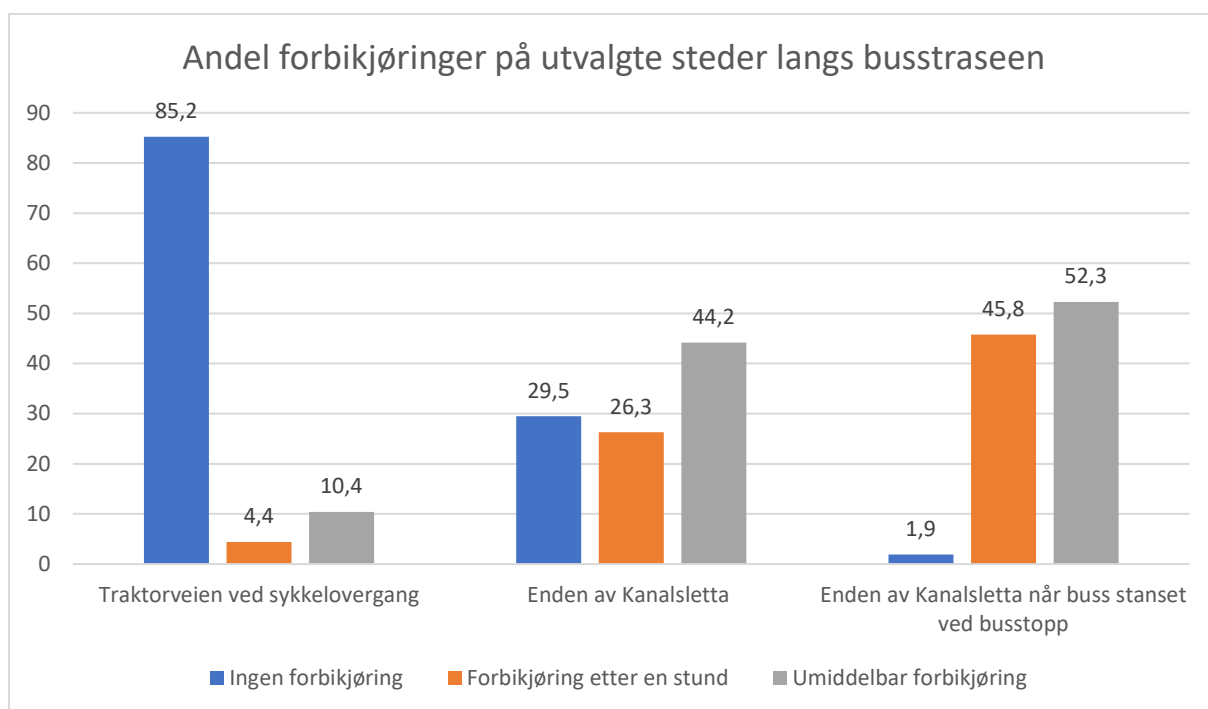
Operatørteamet rapporterte om at yrkessjåfører utførte flertallet av forbikjøringene (*Foruspiloten*, 2018, s. 38). Videoopptakene som ble gjort av TØI i oktober og november 2018 kan utvide bildet ved å si noe om hvor forbikjøringene ble foretatt. Det ene kameraet filmet deler av Traktorveien (området på begge sider av krysset med sykkelveien).

Opptakene ble gjort i perioden 18. oktober til 2. november. Det ble også plassert et kamera i enden av Kanalsletta (på taket til Subsea7), der det ble gjort opptak fra 18. oktober til 15. november. Et tredje kamera filmet krysset mellom Kanalsletta og Røynebergsletta, men dette viste seg å ikke fungere. Jeg har fått tilgang til funnene fra disse opptakene (beskrivelser systematisert i excelark), og har i tabell 5.3 inkludert de situasjonene der biler kjører i samme retning som bussen og enten blir liggende bak bussen eller kjører forbi den.

Prosentfordelingen fra denne tabellen er vist i figur 5.3 for å tydeliggjøre forskjellene mellom de ulike stedene langs traseen.

Bilistens atferd	Traktorveien ved sykkelovergang		Enden av Kanalsletta		Enden av Kanalsletta når buss stanset på busstopp	
	Frekvens	Prosent	Frekvens	Prosent	Frekvens	Prosent
Ingen forbikjøring	156	85,2	28	29,5	4	1,9
Forbikjøring etter en stund	8	4,4	25	26,3	99	45,8
Umiddelbar forbikjøring	19	10,4	42	44,2	113	52,3
Totalt	183	100	95	100	216	100

Tabell 5.3. Forbikjøring på ulike steder langs busstraseen.



Figur 5.3 Prosentandelen av bilister som har kjørt forbi den selvkjørende bussen på utvalgte steder langs busstraseen.

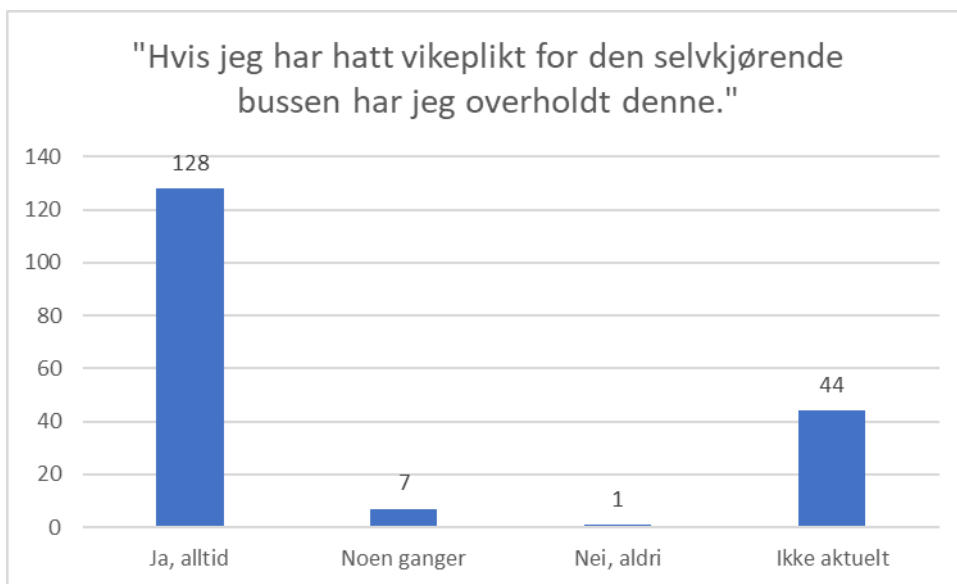
Det figur 5.3 viser veldig tydelig, er at hvorvidt bilistene kjører forbi bussen i stor grad er avhengig av hvor i traseen man befinner seg, og av om bussen er i fart eller ikke. Kanalsletta er en helt rett og oversiktlig vei som riktignok har mange innkjøringer fra parkeringsplasser, men det er ingen fotgjengerfelt i området kameraet dekker. Her har cirka 70 prosent av bilistene valgt å kjøre forbi bussen når den var i fart, og hele 98 prosent har gjort det når den stanset. Den delen av Traktorveien som har blitt filmet, har derimot et fotgjengerfelt som også fungerer som sykkelveiens krysningspunkt med Traktorveien. Her har bare 15 prosent av bilistene kjørt forbi bussen. Dette viser at bilistene i stor grad tilpasset seg til konteksten når de valgte om de skulle kjøre forbi bussen eller ikke.

Det er også mulig å tenke seg at antallet interaksjoner med bussen har hatt betydning for bilistenes atferd, ved at man etter å ha møtt bussen flere ganger blir tryggere på hvilken fart den holder og at den stopper ved behov. Jeg har derfor undersøkt korrelasjonen mellom hvor ofte respondentene har møtt den selvkjørende bussen og om de har kjørt forbi den. For påstanden «Hvis jeg har ligget bak den selvkjørende bussen har jeg valgt å kjøre forbi den de gangene det har vært mulig» er respondenter som svarte «Ikke aktuelt» utelatt, slik at

n=147. I korrelasjonsanalysen fant jeg ingen signifikant sammenheng mellom de to variablene (se vedlegg 3).

5.3.2 Manglende overholdelse av vikeplikt

I spørreundersøkelsen var det svært få som svarte at de hadde brutt vikeplikten. Påstanden «Hvis jeg har hatt vikeplikt for den selvkjørende bussen har jeg overholdt denne.» ga svarfordelingen som er vist i figur 5.4.



Figur 5.4. Overholdelse av vikeplikt. Svarfordeling for påstanden «Hvis jeg har hatt vikeplikt for den selvkjørende bussen har jeg overholdt denne.» (n=180).

Blant respondenter som tok stilling til påstanden (det vil si at de ikke svarte «Ikke aktuelt», n=136), svarte omlag 94 prosent at de alltid overholdt vikeplikten, mens cirka 5 prosent svarte at de gjorde det noen ganger. (Den ene respondenten som har svart at hen aldri har overholdt vikeplikten utgjør under 1 prosent av utvalget.) Sett i forhold til hvor mange som oppga at de alltid eller noen ganger hadde kjørt forbi bussen (henholdsvis 24 og 47 prosent) er antallet selvrapperte brudd på vikeplikten beskjedent. Utfordringen med selvrapporing og representativitet gjør at dette likevel ikke bør tillegges for stor vekt.

Det er vanskeligere å tallfeste brudd på vikeplikten enn forbikjøringer. Den viktigste grunnen til dette er at kameraet som ble montert i det ene veikrysset i traseen viste seg ikke å virke. Brudd på vikeplikten ble heller ikke registrert systematisk av operatørene. De rapporterte

samtidig inn at vikeplikten ble brutt ofte (*Foruspiloten*, 2018, s. 38). I intervjuene jeg gjennomførte beskrev den ene av operatørene møtende bilisters atferd i veikryssene slik:

«Jeg har stilt meg selv spørsmålet mange ganger om de hadde turt å gjøre det de gjør hvis det var et annet kjøretøy som kom. Og da tenker jeg først og fremst på vikeplikt inn i et veikryss hvor de mange ganger spinner av gårde rett foran nesen på oss eller de kjører ut eller svinger inn. Vi henger som apekatter i stroppene her mange ganger.» (Operatør 1.)

En annen operatør beskrev de samme situasjonene på denne måten:

«De bryter nok [vikeplikten] oftere [enn overfor en vanlig buss eller bil]. De ser at dette går treigt, og problemet da er at de også bruker litt lengre tid sånn at de er mye nærmere når de bryter vikeplikten enn de ville vært med en vanlig bil eller buss. De ser at det går treigt og at de da klarer å komme forbi» (Operatør 3.)

Disse beskrivelsene gjenspeiler operatørenes oppfatninger av vikepliktsituasjoner. De er slik sett ikke egnet til å si noe konkret om omfanget av brudd på vikeplikten. De gir derimot en indikasjon på at bilister oppfører seg annerledes overfor den selvkjørende bussen enn overfor andre kjøretøy, og at dette kan ha sammenheng med bussens lave fart og defensive kjøring.

5.4 Hvilken betydning har begrensninger for bilisters kjøreatferd?

I problemstillingen spør jeg om betydningen av begrensninger for bilisters kjøreatferd. Som beskrevet i del 1.2 er denne betydningen først og fremst et diskusjonsspørsmål, og altså noe jeg vender tilbake til i neste kapittel. Men samtidig er det mulig å undersøke noen sammenhenger mellom trafikantenes kjennskap til begrensningene og bilistenes kjøreatferd mer direkte. Jeg vil her undersøke sammenhengen for én av begrensningene, nemlig skiltingen av traseen.

5.4.1 Testområdeskiltenes betydning for forbikjøringer

Ut fra spørreundersøkelsen er det mulig å undersøke sammenhengen mellom forbikjøringer og hvorvidt respondentene har lagt merke til skiltingen av testområdet. Bakgrunnen for å gjøre dette er at skiltene er ment å påvirke kjøreatferden – og det er dermed interessant å se om den faktisk har gjort det. For å se på sammenhengen har jeg valgt å sette de to variablene sammen i en krysstabell som viser den prosentvise fordelingen av

respondentenes svar. Jeg legger til grunn at respondenter som svarte «Ikke aktuelt» ikke har opplevd å kjøre bak den selvkjørende bussen, og har derfor utelatt disse fra analysen.

		«Jeg har lagt merke til skiltene som viser at man kjører inn i testområdet for den selvkjørende bussen.»			
		Ja		Nei	
		Frekvens	Prosent	Frekvens	Prosent
«Hvis jeg har ligget bak den selvkjørende bussen har jeg valgt å kjøre forbi den de gangene det har vært mulig.»	Ja, alltid	20	15,5	4	22,0
	Noen ganger	40	31,0	7	39,0
	Nei, aldri	69	53,5	7	39,0
Total		129	100,0	18	100,0

Tabell 5.4. Krysstabell som viser sammenheng mellom forbikjøring og hvorvidt man har lagt merke til skilting av testområdet. (n=147).

Som krysstabellen viser er selvrapporing om forbikjøring hyppigst blant dem som oppgir at de ikke har lagt merke til skiltene. Denne sammenhengen er imidlertid ikke signifikant (se kji-kvadrattest i vedlegg 3). Spørreundersøkelsen antyder med andre ord at skiltingen av traseen kan ha hatt betydning for respondentenes kjøreatferd. Men det ville vært nødvendig med et større datamateriale og en vurdering av spørsmålenes egnethet til å måle sammenhengen for å bygge videre på et slikt resonnement. Jeg har latt være å gjøre en lignende analyse for sammenhengen mellom skiltingen av testområdet og hyppigheten i brudd på vikeplikten. Grunnen er at svært få respondenter oppgir å ha brutt vikeplikten og at det dermed er vanskelig å finne signifikante sammenhenger.

Hvilken betydning skiltene og andre begrensninger har hatt for bilisters kjøreatferd er dessuten et spørsmål som må drøftes med utgangspunkt i det teoretiske rammeverket. Det vil bli gjort i det kommende kapitlet.

6.0 Diskusjon

Hvordan skal funnene som ble presentert i forrige kapittel forstås i lys av STAMP? Å svare på dette er sentralt for å svare på problemstillingen, og vil bli gjort i del 6.1. Noe av det viktigste vil da være å se på hvordan de ulike begrensningene har hatt ulike funksjoner, og at betydningen av dem derfor vil variere. I del 6.2 belyser jeg problemstillingen fra en helt annen vinkel, gjennom en vurdering av fordeler og ulemper med å anvende STAMP på et veitransportsystem. Her viser jeg hvordan det å trekke inn Rasmussens migrasjonsmodell kan bidra til å belyse faktorer som ikke kommer godt frem i STAMP. Til slutt i denne delen reflekterer jeg rundt hvordan jeg selv har anvendt STAMP. I del 6.3 peker jeg på noen implikasjoner av studien for innføringen av selvkjørende busser i ordinær trafikk. Når jeg i dette kapitlet ikke henviser til funnenes kilder skyldes dette at de allerede er henvist til i forrige kapittel.

6.1 Sikkerhetsbegrensningenes betydning for bilisters kjøreatferd

Problemstillingen som ble reist bygger på begreper hentet fra systemteori generelt og STAMP spesielt. Veitransportsystemet blir betraktet som nettopp et *system*, og en kartlegging av de ulike nivåene og av de begrensningene som er innført har vært viktig for å kunne svare på problemstillingen. Begrensninger, i betydningen kontroll som utøves fra ett nivå på atferd i et underliggende nivå, er et nøkkelkonsept i STAMP. Men som vist i tabell 5.2 er begrensningene i veitransportsystemet jeg har brukt som case svært ulike. Dette gjør at det er nødvendig å undersøke begrensningene nærmere.

STAMP er hovedsakelig utviklet for ingeniører, og selv om Leveson viser til eksempler på anvendelser av STAMP i «sosiale systemer», har hun ikke videreutviklet en inndeling av ulike typer begrensninger på menneskelig atferd. Dette har Salmon et al. (2016) påpekt, og de foreslår at det må differensieres mellom «kontrollmekanismer» og «påvirkningsmekanismer» hvis STAMP skal anvendes på veitransportsystemer. Hvis en skal undersøke de begrensningene som ble innført under Foruspiloten er dette en veldig relevant tankegang, og jeg vil derfor bygge videre på den her.

Salmon et al. (2016) presenterer kontroll- og påvirkningsmekanismer som to atskilte kategorier, men det viste seg å være utfordrende å bruke dem for å dele inn begrensningene som er presentert i tabell 5.2. En videreføring av deres tankegang er derfor å forstå kontroll-

og påvirkningsmekanismer som ytterpunkter på en akse som også kan romme andre kategorier. Anvendt på veitransportsystemet som Foruspiloten inngikk i er det hensiktsmessig å skille mellom tre ulike kategorier: «kontrollmekanismer», «regelstyringsmekanismer» og «påvirkningsmekanismer». «Kontrollmekanismene» er her de absolutte begrensningene som er lagt på bussens kjøring, enten de er mekaniske eller er satt som krav fra myndighetene for at Foruspiloten kunne gjennomføres. «Regelstyringsmekanismene» er trafikkreguleringer, som endringen av fartsgrense og av vikepliktsregler. Disse er i grenseland mellom å være kontroll- og påvirkningsmekanismer, siden de på den ene siden er regler man kan bli sanksjonert for å bryte, men på den andre siden brytes ofte. Den siste typen begrensning er «påvirkningsmekanismer» som er ment å påvirke trafikanter i en bestemt retning. Hvordan denne kategoriseringen er anvendt på begrensningene i Foruspiloten vises i tabell 6.1. Her fremgår det også hvilket nivå begrensningene er innført fra.

Begrensning	Hvem sin atferd begrenses	Kontrollnivå	Type begrensning
Påbudt med operatør i bussen	Den selvkjørende bussen	Nivå 2	Kontrollmekanisme
Makshastighet for bussen 12 km/t	Den selvkjørende bussen	Nivå 2	Kontrollmekanisme
Programmering av buss – hvor nært den kan komme andre objekter før den stopper	Den selvkjørende bussen	Nivå 4	Kontrollmekanisme
Etablering av forkjøringsvei for traseen	Andre kjøretøy fra kryssende veier	Nivå 4	Regelstyringsmekanisme
Skilting av testområdet	Andre kjøretøy	Nivå 3	Påvirkningsmekanisme
Endring av fartsgrense	Andre kjøretøy	Nivå 3	Regelstyringsmekanisme
Etablering av fartshumper	Andre kjøretøy	Nivå 3	Påvirkningsmekanisme
«Unngå forbikjøringer» på bussens bakrute	Andre kjøretøy	Nivå 4	Påvirkningsmekanisme
Nedjustering av fart før fotgjengerfelt	Den selvkjørende bussen	Nivå 4	Kontrollmekanisme
Mindre justeringer av bussens plassering/ sensorer	Den selvkjørende bussen	Nivå 4	Kontrollmekanisme

Tabell 6.1 Kategorisering av begrensninger. Tabellen viser de ulike begrensningene som ble innført i forbindelse med Foruspiloten.

Som tabell 6.1 viser er alle begrensningene som er lagt på den selvkjørende bussen kategorisert som kontrollmekanismer. De fleste av disse er mekaniske: Hvis bussen for eksempel programmeres til å ha en makshastighet på 12 km/t vil den ikke kunne overskride denne. Men også andre begrensninger som er lagt på bussens kjøring og som følger av Vegdirektoratets vilkår kalles her for kontrollmekanismer. Begrunnelsen for dette er at Foruspiloten ikke ville latt seg gjennomføre dersom begrensningene ikke ble innført; man kan altså ikke velge å la være å innføre dem. Dette gjør at også vilkåret om å ha en operatør om bord i bussen kalles en kontrollmekanisme. At dette kan kalles en overforenkling av operatørens rolle vil bli problematisert i del 6.2.3.

Av tabellen fremgår det også at to av begrensningene kan kalles regelstyringsmekanismer. Dette er endringer i trafikkregel som skal regulere bilisters kjøreatferd. De to begrensningene som er plassert i denne kategorien er endringen av fartsgrensen i traseen (fra 50 km/t til 30 km/t) og etableringen av forkjøringsvei for traseen (og dermed innføring av vikeplikt for de som kommer fra kryssende veier). Skiltingen som viste at man befant seg i et testområde samt oppfordringen på bussens bakrute om å unngå forbikjøringer er kategorisert som påvirkningsmekanismer.

Det fremgår av kildematerialet at forbikjøringer og brudd på vikepliktsreglene ble sett på som de mest problematiske sidene ved bilistenes kjøreatferd. Derfor er det nødvendig å drøfte hvordan de ulike sikkerhetsbegrensningene har hatt betydning for denne atferden. Drøftingen inkluderer ikke alle begrensningene, men viser eksempler fra hver av de tre kategoriene.

6.1.1 Bussens makshastighet: Kontrollmekanisme med utilsiktet effekt

Bussens makshastighet ble innført med tanke på sikkerhet for passasjerene og for å unngå at andre trafikanter opplevde det som ubehagelig at den stanset brått. Imidlertid ble det foretatt i gjennomsnitt 24 forbikjøringer per dag i september, og i gjennomsnitt 32 forbikjøringer per dag etter at fartsgrensen ble satt opp til 50 km/t. 23 prosent av respondentene i spørreundersøkelsen hadde opplevd trafikkfarlige situasjoner i forbindelse med slike forbikjøringer. Med andre ord har forbikjøringer vært en utilsiktet og potensielt trafikkfarlig konsekvens av begrensningene som er innført på den selvkjørende bussens kjøring. Slik sett kan en se på forbikjøringene som et eksempel på en interaksjon som

underbygger at veitransportsystemet er komplekst (se del 3.2): Kompleksiteten oppstår gjennom interaksjonen mellom komponentene (Cilliers, 1998, s. 4).

Med utgangspunkt i Levesons teoretiske rammeverk rundt STAMP kan man hevde at Vegdirektoratets krav om en makshastighet for bussen på 12 km/t i for liten grad tok hensyn til *systemtilpasninger*. Leveson hevder som tidligere nevnt at tiltak for å bedre sikkerheten i et system som omfatter mennesker må ta høyde for tilpasninger (Leveson, 2011, s. 51). Leveson bygger blant annet på Rasmussens resonnement om migrasjon mot grensene for sikker drift, der den enkelte søker å optimalisere sin situasjon (se del 3.3). Dette kan overføres til veitransportsystemet som Foruspiloten inngikk i: Den enkelte bilisten har et ønske om å optimalisere egen situasjon, det vil si komme effektivt fram til målet sitt, og kjører derfor forbi bussen hvis hen mener at dette er forsvarlig. Noen ganger vil disse forbikjøringene være i grenseland for sikker atferd.

Det er også vesentlig at bilistenes systemtilpasning ble registrert av operatørene, og at denne feedbacken ble formidlet til prosjekteieren. Prosjekteier søkte så Vegdirektoratet om å få øke farten. Selve feedbackmekanismen vil bli nærmere beskrevet i del 6.1.4. Poenget i denne omgang er hvordan Vegdirektoratet håndterte søknaden: Risikoen for ulykker grunnet forbikjøring ble veid opp mot sikkerheten til busspassasjerene, og siden det manglet setebelter i bussen ble det kun gitt tillatelse til en minimal fartsøkning. Slik sett illustrerer dette hvordan sikkerhetsbegrensninger kommer i konflikt med andre mål for systemet (effektiv transport) og også hvordan ulike sikkerhetskrav (passasjersikkerhet og det å unngå farlige forbikjøring) kommer i konflikt med hverandre. Som nevnt mener Leveson at det å løse slike konflikter sentralt for *safety engineering*. Hvilke implikasjoner dette kan ha for fremtidige testprosjekter med selvkjørende kjøretøy er tema i del 6.3.

6.1.2 Vikeplikregulering: Regelstyringsmekanisme uten full effekt

Når det gjelder vikepliktsituasjoner er kildematerialet sprikende. Ifølge rapporten fra Foruspiloten registrerte operatørene ofte at andre kjøretøy ikke overholdt vikeplikten, men det er ikke utdypet hva «ofte» vil si. I intervjuene hevdet operatørene at disse bruddene skjedde oftere enn i forhold til vanlige busser eller biler, og deres tolkning var at det skyldtes den lave farten og defensive kjøringen til den selvkjørende bussen. I spørreundersøkelsen derimot oppga respondentene at de i liten grad brøt vikeplikten, og at dette skjedde langt sjeldnere enn at de kjørte forbi bussen. Problemet med spørreundersøkelsen er imidlertid at

selvrapportering og utvalgets manglende representativitet svekker validiteten ved funnene. Samlet sett er det dessuten en utfordring at hva som er et brudd på vikeplikten og hva som er utnyttelse av et handlingsrom i noen tilfeller vil være en fortolkningssituasjon. Dessverre finnes det ikke videoopptak som kan gi et mer helhetlig bilde av vikepliktsituasjonene enn kildematerialet som er lagt til grunn her. Dersom dette var tilgjengelig burde en analyse ikke bare se på situasjoner der vanlige kjøretøy har vikeplikt for den selvkjørende bussen, men også sammenlignet med situasjoner der de har vikeplikt for andre ordinære kjøretøy.

Ut fra vurderingen om at rapporteringen fra operatørene bør tillegges større vekt enn selvrapporteringen fra respondentene er det *grunn til å anta* at en del bilister brøt vikeplikten overfor selvkjørende busser, og at dette skjedde oftere enn overfor vanlige kjøretøy. I forhold til problemstillingen betyr dette at den begrensningen som vikepliktreguleringen utgjør bare delvis har fungert etter hensikten. Slik sett bygger dette opp under Salmon et al. (2016) sin påpekning av at begrensninger ikke nødvendigvis fungerer som kontrollmekanismer. Også her er det nyttig å se på bilistenes atferd som en form for systemtilpasning: Enkelte vil tilpasse seg bussens lave fart og defensive kjøring ved å bryte vikeplikten, og dermed kjøre litt mer effektivt enn de ellers ville gjort. Samtidig må det understrekes at kildematerialet ikke er tilstrekkelig til å trekke bastante konklusjoner, og at det vil være nødvendig å gjennomføre observasjoner av vikepliktsituasjoner som involverer selvkjørende kjøretøy i ulike kontekster før en kan si noe mer generelt.

6.1.3 «Vis hensyn»: Påvirkningsmekanisme med betydning?

I forbindelse med Foruspiloten ble det informert om den selvkjørende bussen for å påvirke bilistenes kjøreatferd. For det første ble det satt opp skilt som varslet om at man var på vei inn i eller befant seg i et område der en selvkjørende buss ble testet. Et stort flertall (87 prosent) av respondentene i spørreundersøkelsen hadde lagt merke til disse skiltene. Blant respondenter som hadde lagt merke til skiltene har det vært færre forbikjøringer enn blant respondentene som ikke hadde det, men denne forskjellen er ikke signifikant. For det andre ble det satt opp en oppfordring på bussens bakrute om å unngå forbikjøringer. Ifølge rapporten fra Foruspiloten var det en nedgang i antall forbikjøringer etter at skiltet med «Vis hensyn – unngå forbikjøringer» ble satt opp på bussen, men dette er ikke tallfestet og kan heller ikke valideres ved hjelp av andre kilder.

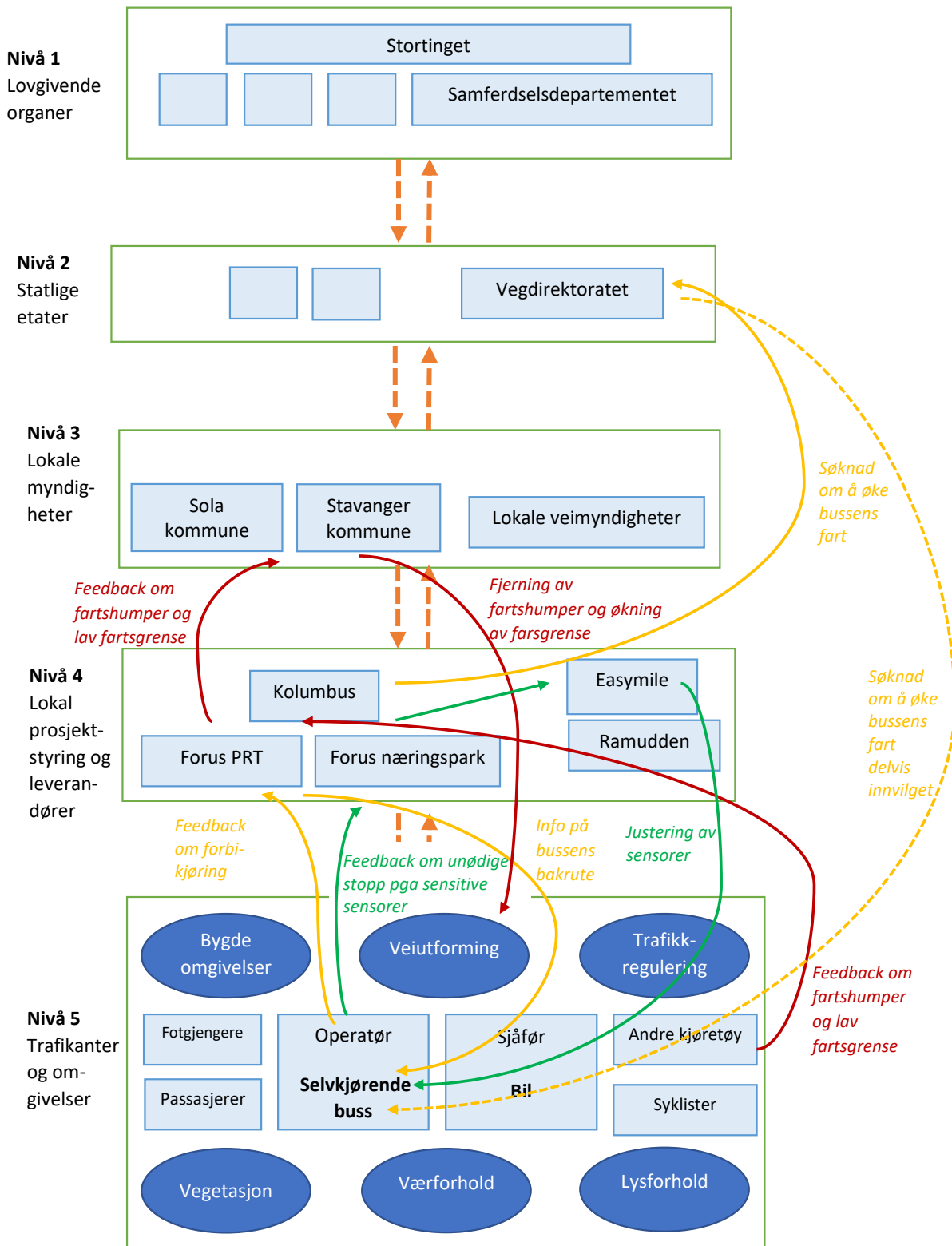
Det er vanskelig å vurdere betydningen av denne informasjonen ut fra det datamaterialet jeg har hatt til rådighet. Fenomenet er dessuten for komplekst til å kunne analyseres som en

kausalt sammenheng mellom informasjon og atferd. Selv om en kan trekke en forsiktig konklusjon om at oppfordringen om å vise hensyn kan ha hatt en effekt, er det ikke til å komme unna at effekten har vært begrenset – problemet med forbikjøringer vedvarter tross alt. Også dette eksempelet illustrerer dermed Salmon et al. (2016) sitt poeng om forskjellen på kontroll- og påvirkningsmekanismer. Menneskelig atferd kan ofte ikke kontrolleres, men kan bli forsøkt påvirket. At forsøket lykkes er imidlertid ikke gitt. Slik sett kan tankegangen om systemtilpasning trekkes inn også her. Men STAMP viser ikke hvordan denne tilpasningen er individuell, og kan dermed ikke belyse at noen bilister tar hensyn til informasjonen mens andre ikke gjør det. Denne mangelen ved STAMP kommer jeg tilbake til i del 6.2.

6.1.4 Endrede begrensninger, endret kjøreatferd?

Når STAMP ble valgt som modell for å analysere Foruspilot-casen var utgangspunktet at jeg ville forstå hvordan forskjellige tiltak gjort på ulike nivåer i systemet la begrensninger på atferd i det nederste nivået. Feedbackmekanismene i Foruspiloten virket ikke relevante for å forstå dette, på tross av at feedbackmekanismer er sentrale i systemteoretiske modeller. Men i løpet av analyseprosessen ble det tydelig at veitransportsystemet som inngikk i Foruspiloten var et nøye monitorert system, og at feedback om blant annet bilistenes kjøreatferd førte til endrede sikkerhetsbegrensninger – noe som videre kunne ha en endret effekt på bilistenes kjøreatferd. Hvordan denne feedbacken har fungert vises med noen eksempler i figur 6.1 på neste side. For å unngå en kaotisk fremstilling er ikke samtlige begrensninger tatt med.

I figuren vises tre eksempler på feedback som ble gitt: at bussjåfører på ordinære rutegående busser opplevde fartshumpene som en ulempe, at den selvkjørende bussen stoppet unødig på grunn av sensitive sensorer og at bilister foretok farlige forbikjøringer. Feedbackloopene er noe forenklet i figuren, for eksempel ved at det ikke skilles mellom Kolumbus (prosjekteier), Forus PRT (driftsansvarlig) og Forus næringspark (tilrettelegger og samarbeidspartner).



Figur 6.1 Eksempler på feedback og endrede begrensinger i veitransporsystemet.

Som figuren viser førte feedback fra nivå 5 til endrede begrensninger i systemet. Når det gjelder fartshumpene (røde piler) var det sjåførere på de ordinære rutegående bussene som rapporterte om at de skapte problemer. Dette ble meldt videre til Sola kommune, og fartshumpene ble etter flere vurderinger fjernet helt (*Foruspiloten*, 2018, s. 41). Problemet med unødige stopp som skyldtes for sensitive sensorer på bussen (grønne piler) ble meldt fra operatørene til driftsansvarlig, som meldte dette videre til leverandøren av den selvkjørende bussen. Sensorene ble så justert. Feedback om farlige forbikjøringer (gule piler) førte til flere endringer: Det ble satt opp en oppfordring på bussens bakrute om å unngå forbikjøringer, og prosjekteier søkte Vegdirektoratet om å øke bussens makshastighet. Den stiplede gule linjen i figuren indikerer at dette var en søknad som bare delvis ble imøtegått.

Som beskrevet i del 3.3.1 understreker Leveson behovet for effektive kommunikasjonskanaler mellom de ulike nivåene i systemet, men hun gjør samtidig oppmerksom på at det ofte oppstår betydelige tidsforsinkelser mellom feedback fra lavere nivåer til implementering av nye begrensninger. Veitransportsystemet som Foruspiloten inngikk i kan derimot sies å være et eksempel på hvordan prosessen fra feedback til implementering kan gå relativt raskt – og antakelig mye raskere enn i et veitransportsystem som ikke er monitorert i samme grad. Dette peker i retning av at også fremtidige testprosjekter bør følges nøye, og at de bør ha en fleksibilitet som gjør det mulig å justere begrensningene.

Dessverre fanger kildematerialet i liten grad opp hvilken konkret betydning *endrede* begrensninger har hatt for bilisters kjøreatferd. Noen eksempler finnes likevel. Fjerningen av fartshumper sammen med endring av fartsgrensen fra 30 km/t til 50 km/t førte til en betydelig økning i antallet forbikjøringer. Operatørene mente at antallet forbikjøringer gikk ned etter at det ble satt opp informasjon på bussens bakrute, men dette er ikke tallfestet. Disse endringene i kjøreatferd er en indikasjon på at fremtidig forskningsprosjekter bør følge testingen av selvkjørende kjøretøy fra før oppstart og frem til avslutningen slik at en kan få en mer presis beskrivelse av sikkerhetsbegrensningenes betydning for kjøreatferd.

6.1.5 Begrensningene sett under ett

Ved hjelp av datamaterialet jeg har hatt til rådighet har jeg sett på hvilken betydning ulike sikkerhetsbegrensninger har hatt for to typer kjøreatferd (forbikjøringer og brudd på vikeplikten). Funnene mine støtter i stor grad opp om Salmon et al.s (2016) poeng om at det

må skilles mellom kontroll- og påvirkningsmekanismer. Disse vil jeg hevde at kan plasseres på en akse. For casen som her er brukt virker et skille mellom kontrollmekanismer som har begrenset den selvkjørende bussen, og henholdsvis regelstyrte begrensninger og påvirkningsmekanismer som er lagt på bilisters kjøreatferd nyttig.

Kontrollmekanismen jeg har undersøkt (makshastighet) har fått en utilsiktet effekt på bilistenes kjøreatferd. Regelstyringsmekanismen jeg har undersøkt, det vil si innføring av forkjøringsvei for traseen, er det på bakgrunn av kildematerialet vanskeligere å vurdere. Som jeg har argumentert for er det basert på operatørens beskrivelser grunn til å tro at enkelte bilister bryter vikeplikten overfor bussen, og at dette skjer hyppigere enn overfor ordinære kjøretøy. Påvirkningsmekanismene jeg har undersøkt kan ha hatt en viss effekt på bilistenes atferd, men ikke nok til at potensielt trafikkfarlige situasjoner har blitt unngått. Dette er dessuten en sammenheng det er vanskelig å vurdere uten å trekke inn andre faktorer.

Fordi begrensningene jeg har undersøkt er så ulike, gir det lite mening å gi en helhetlig vurdering av betydningen de har hatt. Ett fellestrekk er likevel at de ikke har tatt høyde for bilistenes systemtilpasning. Jeg vil hevde at de endringene som ble innført i veitransportsystemet i forbindelse med Foruspiloten kan ses på som en form for «reengineering» av dette systemet (se del 3.3.1). For Foruspiloten kom endringene som en direkte følge av at den selvkjørende bussen skulle testes, men det er likevel snakk om å gjøre endringer i et allerede eksisterende system, for å tilpasse det til en ny situasjon der sikkerhet hadde høy prioritet. Spørsmålet er da om denne «reengineeringen» burde tatt høyde for bilistenes systemtilpasninger i større grad? Det er fristene å svare «ja», og hevde at bussen burde kjørt i en trasé der den atferdsmessig ikke avvek så mye fra andre kjøretøy – for eksempel ved å kjøre i et område med lav fartsgrensen og uten veikryss.

Men bilistenes kjøreatferd var langt fra det eneste hensynet som skulle tas i prosjektet, og å finne den perfekte traseen kan ha vært et uopnåelig mål. Dessuten var noe av hensikten med prosjektet nettopp å *teste* den selvkjørende bussen i ordinær trafikk i en begrenset periode. Likevel mener jeg at innsikten om systemtilpasninger må tas med til kommende testprosjekter, noe jeg vil komme tilbake til i del 6.3. Da er det også relevant at systemtilpasningene virker å være kontekstavhengige, slik jeg har vist at forbikjøringene var. Funnene jeg har gjort er dermed ikke direkte overførbare til andre kontekster, men har en analytisk overføringsverdi.

6.2 En vurdering av STAMP med Foruspiloten som case

På et eller annet tidspunkt i prosessen med å skrive denne masteroppgaven tok prosjektet en skarp u-sving: Fra å være en undersøkelse av Foruspiloten ved hjelp av STAMP ble det til et prosjekt der det også virket sentralt å undersøke STAMP ved hjelp av Foruspiloten. Dette skyldes at STAMP i veldig liten grad har blitt brukt på veitransportsystemer tidligere. En case som Foruspiloten kan derfor brukes til å belyse noen fordeler og ulemper med å bruke STAMP. Dette blir drøftet her ved hjelp av tre knagger: hvorvidt STAMP er egnet som analyseverktøy for veitransportsystemer, hvordan migrasjonsmodellen kan brukes til å utfylle STAMP, og hva som kan være innvendinger mot måten STAMP har blitt brukt på i denne oppgaven.

6.2.1 Hvor egnet er STAMP til å undersøke veitransportsystemer?

En viktig styrke ved STAMP når interaksjoner i trafikken skal undersøkes er den helhetlige systemforståelsen som ligger til grunn. Som nevnt kan trafikksikkerhet ut fra denne tankegangen ikke oppnås gjennom fremgangsmåter alene, men gjennom å se interaksjonene i lys av det systemet de inngår i. Og det er verdifullt å forstå bilisters kjøreatferd som en systemtilpasning; det gir en forståelse av at dersom systemet endres vil bilistene – ut fra egne mål – tilpasse sin kjøreatferd.

Og det er flere mer konkrete aspekter ved STAMP som gjør at modellen kan ha verdi som analyseverktøy for veitransportsystemer. For det første er STAMP egnet til å presentere og synliggjøre sammenhenger mellom ulike hierarkiske nivåer og hvilke begrensninger som legges på atferd i trafikken. Slik Salmon et al. (2016) har anvendt STAMP, vises dette på et overordnet og generelt nivå (se vedlegg 1). Men det kan være vel så interessant å anvende STAMP på konkrete veitransportsystemer – slik jeg har gjort i denne oppgaven – fordi det synliggjør de konkrete begrensningene og hvilket nivå de kommer fra. For det andre synliggjør STAMP feedbackmekanismene i systemet, og legger slik sett et grunnlag for analyser av mekanismer som ikke har fungert. For det tredje kan modellen gi et godt utgangspunkt for sammenligninger mellom ulike caser, siden informasjonen om casene systematiseres.

Samtidig er det en del utfordringer med å bruke STAMP. Salmon et al (2016) konkluderer med at STAMP kan anvendes på veitransportsystemer, men at det i så fall må gjøres flere tilpasninger av modellen. Dette er en konklusjon det er lett å være enig i. For det første retter

STAMP fokuset mot begrensninger på bekostning av andre viktige forklaringsfaktorer. Som nevnt i del 3.3 hevder Salmon et al (2016) at samfunnsmessige faktorer i videre forstand ikke fanges opp i STAMP. Deres egen anvendelse av STAMP på veitransportsystemet i Queensland illustrerer dette godt: Mens svært mange institusjoner er plassert hierarkisk og ses i sammenheng med hverandre, svever «australsk samfunn og kultur» for seg selv i utkanten av figuren (se vedlegg 1). Dermed risikerer man at det som relativt enkelt kan observeres og beskrives får forrang foran det som er vanskelig å sette fingeren på – men som likevel kan være svært relevant for å forklare atferd.

Denne innvendingen kan dessuten utvides fra å gjelde «samfunnsmessige påvirkningsfaktorer» til å omfatte mer konkrete forklaringsfaktorer. Som nevnt i del 2.3 blir bakgrunnsfaktorer (som alder og kjønn), personlige egenskaper, og kontekstuelle faktorer (som typen kjøretøy og det spesifikke kjøretøyets atferd) sett på som relevante innen forskning på ordinære trafikanters interaksjoner med selvkjørende kjøretøy og i trafikkforskning generelt. Dette fanges ikke opp i STAMP.

Den andre innvendingen er mot Levesons påstand om at sikkerhet er et kontrollproblem, og med andre ord kan oppnås gjennom begrensninger som aktører på høyere nivåer i systemet legger på atferd i lavere nivåer. Manglende kontroll blir da forklart med blant annet manglende begrensninger, og at feedbacken har vært ufullstendig eller ikke har blitt behandlet riktig. Men for veitransportsystemet, som er et åpent system der kontrollen skal utøves over menneskelige atferd, er det som problematisert i del 6.1 ikke nødvendigvis mulig å utøve kontroll. Begrensningene er ikke kontrollmekanismer, men påvirkningsmekanismer – eller befinner seg et sted mellom disse to ytterpunktene. Da er ikke sikkerhet «bare» et kontrollproblem, men et spørsmål om å forstå hvilke faktorer som spiller inn på kjøreatferden. Og i forlengelsen av dette blir spørsmålet om disse faktorene lar seg styre.

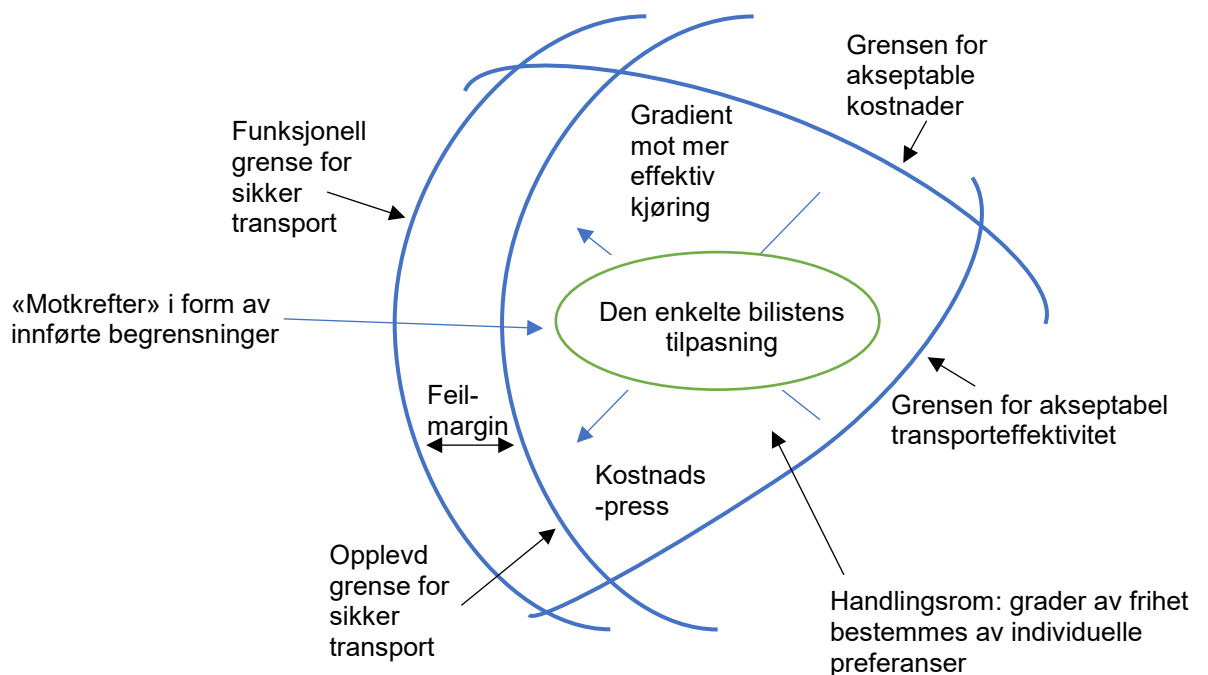
Den tredje innvending mot å anvende STAMP på veitransportsystemer henger dermed sammen med de to første: Er sikkerhet mulig å oppnå? Som jeg beskrev i kapittel 3 virker det som om ett av Levesons grunnpremisser er at de er mulig å «engineer» sikre systemer – selv om hun også er inne på utfordringene med det. Men når sikkerhet ikke kan reduseres til å bare være et kontrollproblem er det også grunn til å spørre seg om den alltid vil være oppnåelig. Dette blir imidlertid en del av en større diskusjon om trafiksikkerhet som faller utenfor rammene til denne oppgaven.

Oppsummert ser jeg at det finnes flere utfordringer med å anvende STAMP på veitransportsystemet. Det ligger en slags ironi i at Levesons systemperspektiv, som skal motvirke et reduksjonistisk syn på ulykker, kan sies å være reduksjonistisk når det gjelder menneskelig atferd: atferden kan forutses og kontrolleres, og ses isolert fra individuelle faktorer. En mulig løsning her blir å trekke inn samfunnsvitenskapelige perspektiver på STAMP i langt større grad. Rasmussen (1997, s. 184-185) beskriver hvordan hans modell av det sosiotekniske systemet er utviklet gjennom bidrag fra en lang rekke fagdisipliner, der de ulike nivåene krever ulike tilnærminger. En lignende videreutvikling av STAMP kan være nyttig hvis modellen skal kunne få større anvendelse som analyseverktøy for veitransportsystemer.

6.2.2 Migrasjonsmodellen som supplement til STAMP

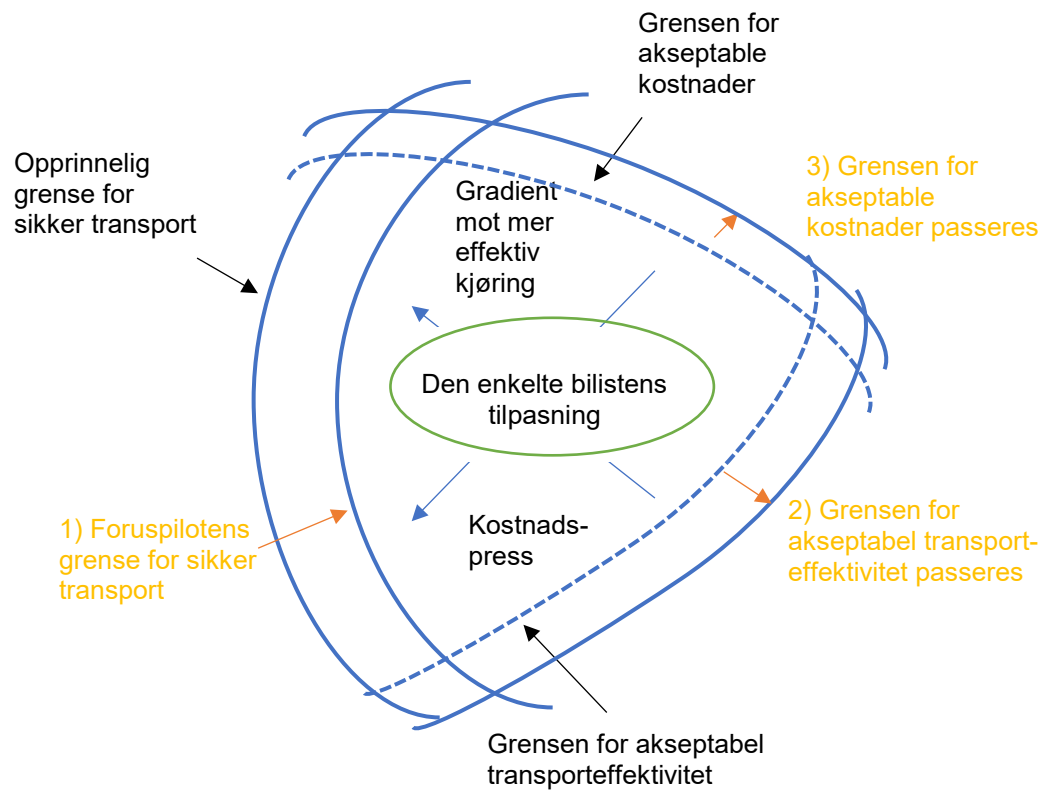
Siden STAMP i liten grad fanger opp *hvordan* atferd styres av begrensninger, er det interessant å trekke inn migrasjonsmodellen som et supplement. Rasmussen viser gjennom migrasjonsmodellen hvordan effektivitetspress fra ledelsen og gradienten mot minimal innsats skaper «brownske» bevegelser som kan nærme seg og passere grensen for sikker drift. Noe av det som gjør migrasjonsmodellen aktuell å anvende på et veitransportsystem er modelleringen av handlingsrommet som individet har når det gjelder tilpasningsstrategier.

For å kunne anvende modellen i et veitransportsystem har jeg «oversatt» den, slik det vises i figur 6.2. Det som av Rasmussen er kalt «grensen for uakseptabel arbeidsbelastning» kalles i figur 6.2 «grensen for akseptabel transporteffektivitet», mens «grensen for økonomisk sammenbrudd» kalles «grensen for akseptable kostnader» i den samme figuren. Det som i den opprinnelige migrasjonsmodellen er et effektivitetspress (knyttet til kostnadseffektivitet) er da i veitransportsystemet et kostnadspress, mens det som er en gradient mot «minimal innsats» blir til bilistens ønske om å komme raskest mulig frem. Som figuren viser vil den enkelte bilisten ha et handlingsrom innenfor de gitte grensene, og innenfor dette handlingsrommet vil de forsøke å optimalisere egen kjøring. Men effektivitets- og kostnadspresset (som setter en grense for mulige trafikksikkerhetstiltak) gjør imidlertid at noen bilister kan krysse grensen for sikker transport, med en trafikkulykke som et mulig resultat.



Figur 6.2. Migrasjonsmodellen tilpasset til et veitransportsystem (basert på Rasmussen, 1997, s. 190).

På bakgrunn av kildematerialet kan en hevde at det ved Foruspiloten skjedde noen forskyvninger av grensene for bilistenes handlingsrom, noe som kan modelleres gjennom migrasjonsmodellen. Dette vises i figur 6.3. For det første var sikker transport et prioritert mål, og gjennom de begrensningene som ble innført ble grensen for opplevd sikker transport forskjøvet mot høyre for å skape en akseptabel feilmargin (punkt 1 i figuren). Men samtidig gjorde reduksjonen av fartsgrensen og ikke minst den selvkjørende bussens lave fart at grensen for akseptabel transporteffektivitet ble passert (punkt 2). I tillegg ble grensen for akseptable kostnader passert (punkt 3), fordi kostnadene ved de ulike begrensningene som ble innført var høye (*Foruspiloten*, 2018, s. 45). Det at effektivitetsgrensen ble passert skapte et press tilbake fra bilister som ønsket en normalisering av transporteffektiviteten. Dette har videre ført til enkeltsituasjoner der bilister var nær grensen for sikker transport (nestenulykker i forbindelse med forbikjøring). Hadde presset vært enda større, for eksempel hvis den selvkjørende bussen hadde kjørt i rushperiodene, er det mulig at grensen hadde blitt passert.



Figur 6.3 Forskyvning av grenser i veitransportsystemet som følger av Foruspiloten.

Fremtiden kan ikke spås, heller ikke med migrasjonsmodellen som spåkule. Men den peker likevel på et scenario det er verdt å være oppmerksom på: Der Foruspiloten nærmest var en «unntakstilstand», fordi både kostnadsgrensen og grensen for akseptabel transporteffektivitet ble passert, kan en normalisering av disse grensene ved fremtidige testprosjekter gjøre at migrasjonen mot grensen for sikker transport øker. Hvis en samtidig legger til grunn Levesons påstand om at omfanget av begrensninger vil synke etter en periode uten ulykker og at feilmarginen for sikker drift blir mindre (se kapittel 3), er en mulig konsekvens at grensen for sikker transport passeres.

Samlet sett virker det som det kan ha mye for seg å tilpasse Rasmussens migrasjonsmodell for å illustrere bilisters handlingsrom, og hvordan det vil være individuelle tilpasningsstrategier innenfor de rammene som blir gitt. Anvendelsen av modellen som er brukt her kan karakteriseres som et tidlig forsøk på dette, og det kan være hensiktsmessig å videreutvikle den «oversettelsen» som jeg har brukt. Hvis modellen skal videreutvikles vil det

ha mye for seg å fortsette langs et spor som Rasmussen selv pekte på. For som beskrevet i del 3.3.2, etterlyste Rasmussen et rammeverk for å identifisere målsettingene, verdistrukturene og de subjektive preferansene som styrer den enkeltes atferd. Dette handler om å forsøke å forstå *hvordan* og *hvorfor* de individuelle tilpasningsstrategiene vil variere, og dermed om å ta inn mange av de bakgrunnsfaktorer som også mangler i STAMP.

6.2.3 Vurdering av min egen anvendelse av STAMP

Som jeg har vært inne på, var jeg i starten av prosessen med denne masteroppgaven opptatt av at kartet skulle tilpasses terrenget. Empirien skulle styre valg av teori, og ikke omvendt. Likevel oppdaget jeg underveis at STAMP fungerte som et kart som til dels ga en kronglete vei gjennom terrenget – og at deler av terrenget ble liggende urørt. Jeg vil derfor trekke inn noen refleksjoner rundt problematiske sider ved hvordan jeg har brukt STAMP som utgangspunkt for analysen, samt løfte blikket fra casen jeg har studert.

Det første poenget gjelder muligheten for å bruke STAMP til å svare på problemstillingen jeg hadde, med det datamaterialet jeg hadde til rådighet. Etter å ha analysert betydningen av de ulike begrensningene ser jeg at den muligheten STAMP gir som analyseverktøy i stor grad avhenger av datamaterialet. Med et godt empirisk grunnlag, slik jeg har hatt for å vurdere sammenhengen mellom noen av begrensningene og forbikjøringer, kan STAMP være et verdifullt verktøy. Men dersom datagrunnlaget er tynt blir også analysen svakere.

Det andre poenget gjelder hvordan jeg anvendt STAMP. I modellen jeg lagde for Foruspiloten var bare enheter og begrensninger som var direkte relevante for innføringen av selvkjørende busser inkludert, mens de som inngikk i et større veitransportsystem ble utelatt. Alle modeller er en forenklet fremstilling av virkeligheten, men kanskje representerer modellen likevel et enda mer forenklet bilde av virkeligheten enn den burde. Ikke minst gjelder dette for nivåinndelingen jeg har brukt. Jeg har basert meg på Salmon et al. (2016) sin inndeling av nivåer, og den gir ikke et korrekt bilde av hvordan politiske og administrative enheter på statlig og kommunalt nivå er plassert i forhold til hverandre hierarkisk sett. Det samme gjelder klassifiseringen av begrensninger, og hvordan for eksempel vilkåret om å ha en operatør om bord i bussen er plassert sammen med mekaniske begrensninger lagt på bussen. Dette kan fremstå som en undervurdering av rollen operatørene har hatt, og dekker også over et opplagt poeng: Uten operatøren om bord ville det oppstått mange situasjoner der bussen ikke var i stand til å gjenoppta kjøring etter en nødstop. Operatøren er slik sett

ikke en begrensning, men en helt nødvendig forutsetning for at kjøring i ordinær trafikk var mulig.

Det tredje poenget gjelder den delen av datamaterialet som ikke ble relevant når STAMP skulle brukes som analyseverktøy. For min del var en krevende del av prosessen å godta at vesentlige og interessante spørsmål i spørreundersøkelsen måtte legges til side fordi de ikke var egnet til å undersøkes ved hjelp av STAMP. I tillegg ble kvantitative analyser av materialet mindre relevante enn jeg hadde sett for meg. Situasjonen kunne vært annerledes hvis jeg hadde valgt STAMP som analyseverktøy forut for utformingen av spørreundersøkelsen, og dermed hadde tilpasset spørsmålene bedre til problemstillingen. Men dette var i praksis ikke mulig. Alternativt måtte jeg funnet helt andre analytiske verktøy – og gått glipp av den innsikten som det å anvende STAMP har gitt.

Kanskje er det også slik at casestudier, med alle sine detaljer og sitt fokus på indre konsistens, fører til en slags nærsynthet i forhold til det man studerer. Det var i hvert fall først da jeg løftet blikket fra detaljene at jeg husket tilbake til tankene jeg gjorde meg da jeg var passasjer på den selvkjørende bussen for første gang: Den kjørte sakte, stoppet ofte, og ble betjent av en hyggelig person – og minnet mest om trikken i Kardemommeby! I etterpåklokskapens lys ser jeg at egne observasjoner i større grad kunne inngått i kildematerialet, nettopp fordi de synliggjør noen av paradoksene som finnes rundt de selvkjørende bussene. Slik sett er det fristende å vende tilbake til Eysencks betraktning om at casestudier først og fremst gir læring: Hvis det er læring for den som undersøker casen som er målet, er det definitivt oppnådd.

6.3 Anbefalinger med utgangspunkt i studien

Hensikten med denne studien har ikke vært å frembringe kontekstuavhengig kunnskap, men snarere å peke på noen funn som kan ha en analytisk overføringsverdi. Jeg har belyst noen av disse, og vil også gå et steg videre ved å komme med noen generelle anbefalinger basert på det jeg har funnet ut. De fleste av disse er anbefalinger til myndigheter og prosjekteiere om aspekter som bør tas hensyn til når det gjelder selvkjørende kjøretøy i trafikken, mens den siste anbefalingen har et bredere omfang.

En generell anbefaling er at man ved innføring av selvkjørende busser i trafikken – enten det er i et testprosjekt eller på ubestemt tid – bør unngå «reengineering» som fører til at ulike

hensyn kommer i konflikt med hverandre i for stor grad. Siden både sikkerhet og effektiv trafikkavvikling vil være overordnede mål i et veitransportsystem, må innføringen av selvkjørende busser skje i tråd med disse målene. For Foruspilotens del kom sikkerhetsbegrensninger lagt på den selvkjørende bussen i konflikt med hensynet til effektiv trafikkavvikling. For fremtidige prosjekter må det velges løsninger som gjør at denne konflikten blir mindre – for eksempel ved at det er mer samsvar mellom bussens fart og fartsgrensen i området. Dette har konsekvenser for trasevalg (en bør velge områder der fartsgrensen i utgangspunktet er lav), men betyr også at bussenes fart må være høyere enn den var i Foruspiloten.

Og der konflikten mellom ulike hensyn ikke kan minskes må konsekvensen være at man lar være å innføre selvkjørende busser inntil videre. Satt på spissen må konflikten mellom ulike sikkerhetshensyn løses på en måte som er vinn eller forsvinn for selvkjørende busser: De må videreutvikles til å være tilpasset systemet de skal være en del av, for eksempel ved at de er i stand til å kjøre like fort som øvrige kjøretøy i traseen de opererer i – uten at det går på bekostning av sikkerhet.

Den andre anbefalingen henger sammen med den første: Introduksjonen av selvkjørende busser i konkrete veitransportsystemer bør føre til få nye begrensninger i systemet. Der begrensninger innføres bør en være bevisst på hva en forsøker å oppnå. Det er for eksempel ikke nødvendigvis hensiktsmessig å sette opp skilt som viser at man befinner seg i et testområde hvis man ikke kan vise til at slike skilt har en effekt på atferd. Dette er også et poeng i forhold til kostnader, siden begrensninger som har liten effekt fører til unødvendig høye kostnader for prosjekteiere.

En tredje anbefaling er å ta høyde for systemtilpasningene som skjer over tid. Jeg har vist til noen slik tilpasninger, men mener det er et sentralt poeng at Foruspiloten foregikk over en relativt kort periode. Som jeg viste ved hjelp av Rasmussens migrasjonsmodell kan Foruspiloten beskrives som en «unntakstilstand» både med hensyn til kostnader og transporteffektivitet. Det gjør det desto mer aktuelt å være bevisst på mulige systemtilpasninger over tid.

En fjerde anbefaling er at introduksjonen av selvkjørende kjøretøy må fortsette å være en utvikling som monitoreres nøye. Jeg viste i figur 6.1 hvordan en ved hjelp av STAMP kan modellerere feedbackloopene for Foruspiloten. Som jeg var inne på i del 3.2 og 3.3 hevder Rasmussen at den teknologiske utviklingen skjer så raskt at lovgivningen blir hengende etter, og Leveson påpeker at teknologi ofte ikke testes fullt ut før den tas i bruk. Jeg mener at testingen av selvkjørende kjøretøy egentlig viser et eksempel på det motsatte: Det har vært umulig å teste kjøretøyene i trafikken før lovverket åpnet for det. Lovverket er dessuten foreløpig restriktivt, og bør fortsette å være det. Ikke desto mindre er det grunn til å være oppmerksom på at lovgivningen over tid kan bli hengende etter, og at det oppstår et press fra ulike aktører i retning av en oppmykning av regelverket. Da er det fare for at Levesons spådom om økt risiko etter en periode uten ulykker kan gjøre seg gjeldende.

Den siste anbefalingen gjelder anvendelsen av STAMP. Jeg har i den foregående gjennomgangen pekt på en del mangler ved STAMP, og har belyst noen muligheter for å supplere og videreutvikle modellen slik at den i større grad kan anvendes som analyseverktøy på veitransportsystemer. Og selv om jeg har vist hvordan det finnes viktige faktorer som ikke fanges opp i STAMP, er modellen interessant fordi den gir en tydelig fremstilling av det som faktisk lar seg styre i veitransportsystemet. STAMP burde derfor være aktuelt som verktøy for dem som vil analysere trafikksikkerhet i lys av veitransportsystemet som helhet.

7.0 Konklusjon

Introduksjonen av selvkjørende kjøretøy i trafikken befinner seg på et tidlig stadium, og foreløpig finnes det få empiriske studier som kan belyse interaksjonene mellom de selvkjørende kjøretøyene og ordinære trafikanter. Hvordan oppfører bilister seg i møtesituasjoner med en selvkjørende buss? Og hvilke konsekvenser kan det få for trafikksikkerheten? Foruspiloten, som var det første testprosjektet med en selvkjørende buss i Norge, har gitt en verdifull anledning til å studere dette feltet.

Det systemteoretiske perspektivet generelt og STAMP spesielt har vært et nyttig rammeverk for å analysere interaksjoner mellom en selvkjørende buss og bilister. I STAMP er analysen av kontrollmekanismer sentral, og «begrensninger» er et nøkkelkonsept for å forstå atferd. Dette har lagt føringer for hva det var aktuelt å undersøke i denne oppgaven. I problemstillingen har jeg derfor spurt om hvilken betydning sikkerhetsbegrensninger har for bilisters kjøreatferd ved interaksjoner med en selvkjørende buss.

Når det gjelder kjøreatferden har jeg funnet at det særlig var bilisters forbikjøringer forbi den selvkjørende bussen som var potensielt trafikkfarlig, og at også brudd på vikeplikten har blitt oppfattet som et problem. Begrensningene som var innført i veitransportsystemet var på sin side mange og ulike, og det har derfor ikke vært hensiktsmessig å vurdere dem under ett. I stedet har jeg bygget videre på andres kategorisering, og har delt begrensningene inn i tre kategorier.

Jeg har funnet at noen av begrensningene som har fungert som kontrollmekanismer på bussen har fått stor betydning for bilisters kjøreatferd. Først og fremst er dette synlig gjennom hvordan bussens lave hastighet har skapt potensielt farlige forbikjøringer, og hvordan antallet forbikjøringer har vært høyest i den perioden der det var størst avvik mellom fartsgrensen og bussens fart. Regelstyrings- og påvirkningsmekanismenes betydning har det vært vanskeligere å vurdere, blant annet på grunn av manglende datagrunnlag og fordi faktorer som ikke er synlige i STAMP spiller inn. En fellesnevner er likevel at de ulike begrensningene har ført til systemtilpasninger hos bilistene. Slike tilpasninger må det tas høyde hvis selvkjørende kjøretøy skal introduseres i trafikken, ikke minst med tanke på at tilpasningene som skjer over tid – med konsekvenser for trafikksikkerheten.

Og ut fra et trafikksikkerhetsperspektiv er det ingen tvil om at interaksjonene mellom selvkjørende kjøretøy og trafikanter bør studeres videre. Det trengs flere casestudier til sammen kan bringe oss nærmere et svar på ulike faktorerers betydning. Dessuten trengs det ulike metodiske tilnærminger, slik at trafikanters faktiske atferd i tillegg til deres holdninger og begrunnelser fanges opp. I forskningen på selvkjørende kjøretøy kan STAMP være ett av flere analyseverktøy, blant annet fordi en får øynene opp for betydningen av det som kan styres, og for hvordan feedback er med på å skape endringer i systemet.

I starten av masteroppgaven hevdet jeg at utviklingen av selvkjørende kjøretøy bør skje med museskritt – og at disse skrittene bør generere læring. Foruspiloten er sånn sett et godt eksempel på et slikt lite skritt, og håpet mitt er at det har generert læring også gjennom den «feedbacken» jeg her har formidlet. Men er testingen av den selvkjørende bussen på Forus et lite steg i den transportrevolusjonen jeg skisserte innledningsvis? Eller kan selvkjørende busser og biler kalles keiserens nye kjøretøy – fordi vi ikke ser deres åpenbare mangler når det gjelder å erstatte den menneskelige sjåføren? Det vet vi ikke svaret på her og nå. Men én ting virker svært sannsynlig: Der selvkjørende kjøretøy introduseres i trafikken, vil utfordringer knyttet til trafikksikkerhet følge med på lasset.

Referanser

- Acheampong, R. A. T., N.; Marten, K.; Beyazit, E.; Cugurullo, F. & Dusparic, I. . (2018). *Literature review on the social challenges of autonomous transport* (COST Action CA16222: "Wider Impacts and Scenario Evaluation of Autonomous and Connected Transport (WISE-ACT)"). Dublin: Trinity College Dubin. Hentet fra https://www.researchgate.net/publication/325644829_Literature_review_on_the_social_challenges_of_autonomous_transport/download
- Anderson, J. M., Kalra, N., Stanley, K. D., Sorensen, P., Samaras, C. & Oluwatola, O. A. (2014). *Autonomous Vehicle Technology. A Guide for Policymakers* RAND Corporation.
- Bloomberg Philanthropies (2019). Is your city getting ready for AVs? Hentet 15.04.2019 fra <https://avsincities.bloomberg.org/global-atlas/>
- Bjørnskau, T. (1994). *Spillteori, trafikk og ulykker : en teori om interaksjon i trafikken*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Checkland, P. (1999). *Systems thinking, systems practice : includes a 30-year retrospective*. Chichester: John Wiley.
- Cilliers, P. (1998). *Complexity and postmodernism : understanding complex systems*. London: Routledge.
- Cohen, T., Jones, P. & Cavoli, C. (2017). *Social and behavioural questions associated with automated vehicles. Scoping study by UCL Transport Institute. Final report*. London: Department for Transport, UCL Transport Institute. Hentet fra https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/585545/social-and-behavioural-questions-associated-with-automated-vehicles-final-report.pdf
- Elvik, R. & Vaa, T. (2004). *The Handbook of road safety measures*. Amsterdam: Elsevier.
- Engen, O. A., Kruke, B. I., Lindøe, P., Olsen, K. H., Olsen, O. E. & Pettersen, K. A. (2016). *Perspektiver på samfunnssikkerhet*. Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Flyvbjerg, B. (2004). Five misunderstandings about case-study research. I C. G. Seale, G.; Jaber, G.; Silverman, D. (red.), *Qualitative Research Practice*. Sage: London and Thousand Oaks.
- Forskrift om utprøving av selvkjørende kjøretøy. (2017). *Forskrift om utprøving av selvkjørende kjøretøy* (FOR-2017-12-19-2240). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-12-19-2240>
- George, A. L. & Bennett, A. (2005). *Case studies and theory development in the social sciences*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Gilje, C. T. (2018, 18.09.2018). *Rogalands avis*. Hentet fra <https://www.dagsavisen.no/rogalandsavis/selvkjorende-buss-provoserer-bilister-1.1204053>
- Haraldsen, G. (1999). *Spørreskjemametodikk etter kokebokmetoden*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Hellevik, O. (2015). Hva betyr respondentbortfallet i intervjuundersøkelser? *Tidsskrift for samfunnsforskning*, (02), 211-229.
- Hughes, B. P., Newstead, S., Anund, A., Shu, C. C. & Falkmer, T. (2015). A review of models relevant to road safety. *Accident Analysis & Prevention*, 74, 250-270. Hentet fra <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.06.003>
- SAE International. (2018). *Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*. SAE International. Hentet fra https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/
- Kalra, N. & Paddock, S. M. (2016). *Driving to Safety. How Many Miles of Driving Would It Take to Demonstrate Autonomous Vehicle Reliability?* RAND Corporation.
- Kvale, S., Brinkmann & S.(2018). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg., 4. oppl.). Oslo: Gyldendal akademisk.

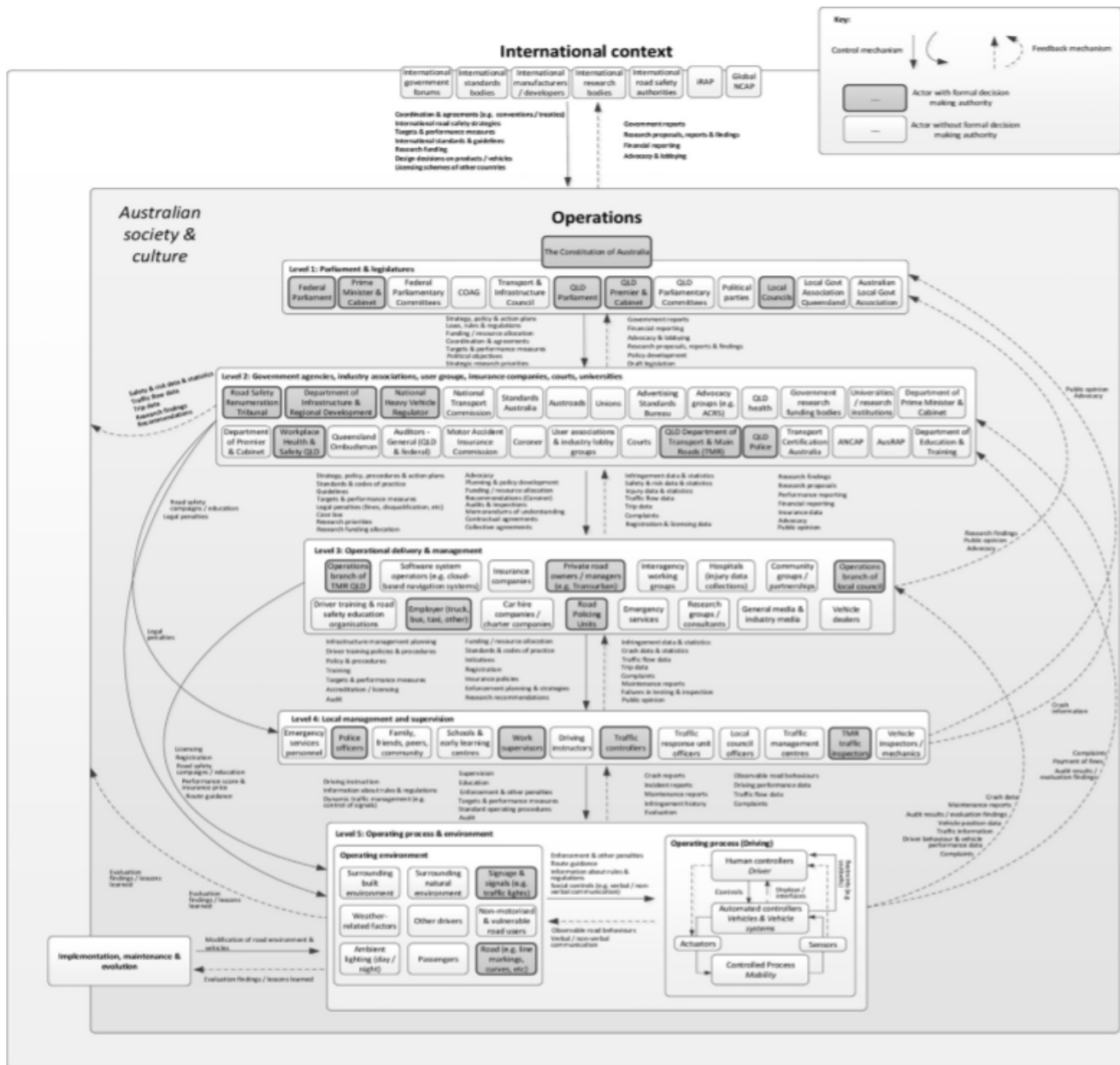
- Larsson, P., Dekker, S. W. A. & Tingvall, C. (2010). The need for a systems theory approach to road safety. *Safety Science*, 48(9), 1167-1174. Hentet fra <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssci.2009.10.006>
- Leveson, N. (2004). A new accident model for engineering safer systems. *Safety Science*, 42(4), 237-270. Hentet fra [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(03\)00047-X](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(03)00047-X)
- Leveson, N. (2011). *Engineering a safer world : systems thinking applied to safety*. Cambridge, Mass: The MIT Press.
- Leveson, N. (2017). Rasmussen's legacy: A paradigm change in engineering for safety. *Applied Ergonomics*, 59(Pt B), 581-591. Hentet fra <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.01.015>
- Lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy. (2017). *Lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy* (LOV-2017-12-15-112). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-12-15-112>
- Parkin, J., Clark, B. Clayton W., Ricci, M. og Parkhurst, G. (2016). *Understanding interactions between autonomous vehicles and other road users: A Literature Review*. University of the West of England, Bristol. Hentet fra <http://eprints.uwe.ac.uk/29153>
- Peng, T. (2018). *Global Survey of Autonomous Vehicle Regulations*. Hentet fra <https://medium.com/syncedreview/global-survey-of-autonomous-vehicle-regulations-6b8608f205f9>
- Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: a modelling problem. *Safety Science*, 27(2), 183-213. Hentet fra [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(97\)00052-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0925-7535(97)00052-0)
- Salmon, P. M. & Lenné, M. G. (2015). Miles away or just around the corner? Systems thinking in road safety research and practice. *Accident Analysis & Prevention*, 74, 243-249. Hentet fra <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.08.001>
- Salmon, P. M., McClure, R. & Stanton, N. A. (2012). Road transport in drift? Applying contemporary systems thinking to road safety. *Safety Science*, 50(9), 1829-1838. Hentet fra <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssci.2012.04.011>
- Salmon, P. M., Read, G. J. M. & Stevens, N. J. (2016). Who is in control of road safety? A STAMP control structure analysis of the road transport system in Queensland, Australia. *Accident Analysis & Prevention*, 96, 140-151. Hentet fra <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.05.025>
- Skog, O.-J. (2004). *Å forklare sosiale fenomener : en regresjonsbasert tilnærming* (2. [rev. og utvidet] utg. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Skyttner, L. (2006). *General Systems Theory : Problems, Perspectives, Practice*. Singapore, SINGAPORE: World Scientific Publishing Co Pte Ltd.
- Sperling, D. (2018). *Three Revolutions Steering Automated, Shared, and Electric Vehicles to a Better Future: Steering Automated, Shared, and Electric Vehicles to a Better Future*.
- Universitetet i Stavanger (2009). *Vegvisar for bachelor- og masteroppgåva*. Hentet fra <https://www.uis.no/getfile.php/136677/Intranett%20Studentsider%20og%20ansattside/r/Vegvisar%20for%20bachelor-%20og%20masteroppg%C3%A5va.doc>
- Vissers, L., van der Kint, S., van Schagen, I., Hagenzieker, M. . (2016). *Safe interaction between cyclists, pedestrians and automated vehicles. What do we know and what do we need to know?* The Hague: SWOV Institute for Road Safety Resarch.
- Wåhlberg, A. a. (2009). *Driver behaviour and accident research methodology : unresolved problems*. Farnham: Ashgate.
- Yin, R. K. (2012). *Applications of case study research* (3rd ed. utg.). Los Angeles: SAGE.

Upublisert materiale:

Autobus. Self-driving buses in Norway (2017). Transportøkonomisk institutt. Upublisert prosjektbeskrivelse

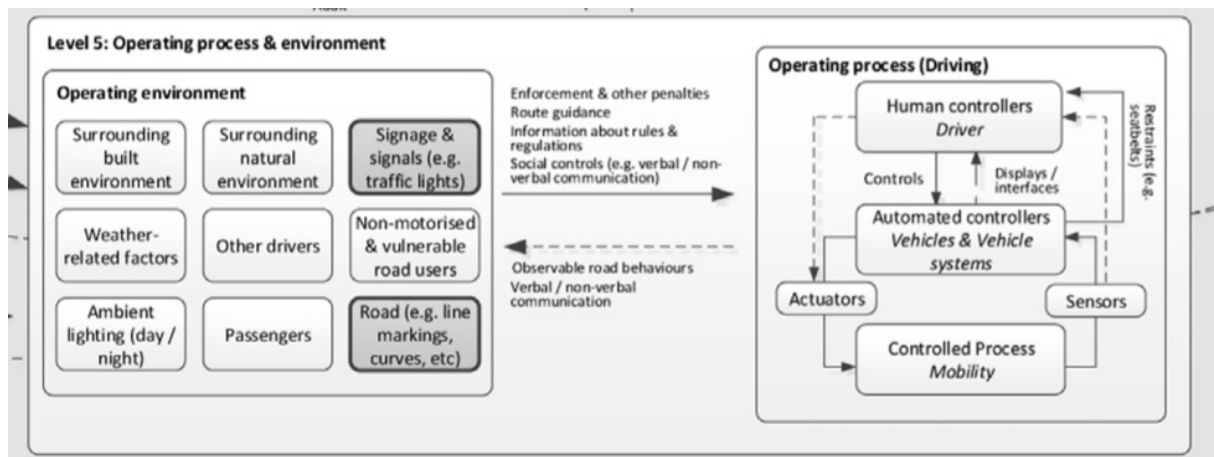
Foruspiloten. Testing av autonomt kjøretøy (2018). Kolumbus, Forus PRT, Forus næringspark. Upublisert rapport.

Vedlegg 1: STAMPs kontrollstruktur anvendt på et veitransportsystem



Vedlegg 1, figur 1. Anvendelse av STAMP på veitransportsystemet i Queensland, Australia. Hentet fra Salmon et al. (2016, s. 143).

Modellen viser hvordan veitransportsystemet er delt inn i 5 nivåer og hvilke aktører som inngår på disse nivåene. Det har dessverre ikke vært mulig å finne et bilde med bedre oppløsning.



Vedlegg 1, figur 2. Nivå 5 i STAMP anvendt på veitransportsystemet i Queensland, Australia. Hentet fra Salmon et al. (2016, s. 143).

Vedlegg 2: Spørsmål stilt i spørreundersøkelsen

Følgende spørsmål ble stilt i spørreundersøkelsen som ble gjort blant personer med arbeidssted ved traseen til den selvkjørende bussen:

1. Hvor ofte kjører du bil til arbeidsstedet ditt?

- Daglig
- 2-4 ganger i uka
- 1 gang i uka
- 1-3 ganger i måneden
- Sjeldnere enn 1 gang i måneden
- Aldri

2. Hvor ofte kjører du bil i løpet av arbeidsdagen?

- Oftere enn 1 gang per dag
- Daglig
- 2-4 ganger i uka
- 1 gang i uka
- 1-3 ganger i måneden
- Sjeldnere enn 1 gang i måneden
- Aldri

3. Kjenner du til den selvkjørende bussen som går fra Tvedtsenteret til enden av Kanalsletta?

Det er mulig å velge flere svaralternativer.

- Nei
- Ja, jeg kjenner den fra omtale i media.
- Ja, jeg har sett den kjøre i trafikken.
- Ja, jeg har møtt den i trafikken (for eksempel i et kryss eller ved forbikjøring).
- Ja, jeg har sittet på med den.
- Ja, jeg kjenner til teknologien som brukes i denne bussen.
- Ja, av andre grunner enn det som er oppgitt i svaralternativene.

4. Hvor ofte har du møtt den selvkjørende bussen i trafikken?

Ta kun med ganger der du har måttet forholde deg til den, for eksempel når du har hatt vikeplikt for den eller har kjørt bak den.

- Aldri
- 1 gang
- 2-5 ganger
- 6-10 ganger
- Mer enn 10 ganger

Spørsmål 5-11 handler om de gangene du har møtt den selvkjørende bussen i trafikken. Hvis du aldri har gjort dette velger du svaralternativet "Ikke aktuelt".

5. Hvis jeg har hatt vikeplikt for den selvkjørende bussen har jeg overholdt denne.

- Ja, alltid.
- Noen ganger.
- Nei, aldri.
- Ikke aktuelt

6. Hvis jeg har ligget bak den selvkjørende bussen har jeg valgt å kjøre forbi den de gangene det har vært mulig.

- Ja, alltid.
- Noen ganger.
- Nei, aldri.
- Ikke aktuelt

7. Den selvkjørende bussen vil alltid stoppe for å unngå kollisjon, så jeg kjører selv om jeg har vikeplikt.

- Helt enig
- Enig
- Verken enig eller uenig
- Uenig
- Helt uenig
- Ikke aktuelt

8. Den selvkjørende bussen kjører så sakte at jeg kjører selv om jeg har vikeplikt.

- Helt enig
- Enig
- Verken enig eller uenig
- Uenig
- Helt uenig
- Ikke aktuelt

9. Jeg har opplevd at den selvkjørende bussen har stanset i trafikken uten at jeg forsto hvorfor den gjorde det.

- Ja
- Nei
- Ikke aktuelt

10. Jeg unngår så langt som mulig å kjøre på veiene der den selvkjørende bussen testes.

- Ja
- Nei
- Ikke aktuelt

11. Jeg har opplevd at det har oppstått trafikkfarlige situasjoner når bilister har kjørt forbi den selvkjørende bussen.

- Ja
- Nei
- Ikke aktuelt

Nå kommer 5 påstander du skal ta stilling til, uavhengig av om du selv har møtt den selvkjørende bussen i trafikken eller ikke.

12. Jeg mener at den selvkjørende bussen kjører så sakte at den ikke burde kjøre i trafikken.

- Helt enig
- Enig
- Verken enig eller uenig
- Uenig
- Helt uenig

13. Jeg mener at den selvkjørende bussen ikke er teknologisk avansert nok til å kjøre i trafikken.

- Helt enig
- Enig
- Verken enig eller uenig
- Uenig
- Helt uenig

14. Jeg er sikker på at den selvkjørende bussen vil stoppe hvis det er nødvendig for å unngå en kollisjon.

- Helt enig
- Enig
- Verken enig eller uenig
- Uenig
- Helt uenig

15. Jeg har blitt mer positiv til den selvkjørende bussen etter å ha fått erfaring med den.

- Helt enig
- Enig
- Verken enig eller uenig
- Uenig
- Helt uenig
- Ikke aktuelt

16. Alt i alt er jeg positiv til at den selvkjørende bussen blir testet på Forus.

- Helt enig
- Enig
- Verken enig eller uenig
- Uenig
- Helt uenig

Spørsmål 17-19 er tre opplysninger om prøveprosjektet med den selvkjørende bussen. Angi det svaralternativet som passer best for deg.

17. Jeg har lagt merke til skiltene som viser at man kjører inn i testområdet for den selvkjørende bussen.

- Ja
- Nei

18. Jeg har lagt merke til at veiene der den selvkjørende bussen kjører er forkjøringsveier.

- Ja
- Nei

19. Da jeg svarte på denne spørreundersøkelsen var jeg klar over at det er en operatør på bussen som overtar styringen ved behov.

- Ja
- Nei

Til slutt kommer noen bakgrunnsspørsmål om deg.

20. Kjønn

- Kvinne
- Mann

21. Aldersgruppe

- 19 år eller yngre
- 20-29
- 30-39
- 40-49
- 50-59
- 60-69
- 70 eller eldre

22. Når det gjelder å ta i bruk ny teknologi er jeg vanligvis

- Blant de siste
- Omtrent som gjennomsnittet
- Blant de første

23. Jeg interesserer meg for bil og teknologiske innovasjoner i bilindustrien.

- Ja, i stor grad
- Ja, i noen grad
- Nei, i liten grad
- Nei, i veldig liten grad

Vedlegg 3: Output fra SPSS

Del A. Svarfrekvens for spørsmål som inngår i kapittel 5.

Tabellen vises i den rekkefølgen som spørsmålene er stilt i spørreundersøkelsen.

Tabell 1: «Hvor ofte kjører du bil til arbeidsstedet ditt?»

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Daglig	96	53,3	53,3	53,3
	2-4 ganger i uka	28	15,6	15,6	68,9
	1 gang i uka	14	7,8	7,8	76,7
	1-3 ganger i måneden	23	12,8	12,8	89,4
	Sjeldnere enn 1 gang i måneden*	3	1,7	1,7	91,1
	Aldri	14	7,8	7,8	98,9
	Aldri*	2	1,1	1,1	100,0
	Total	180	100,0	100,0	

*I det elektroniske spørreskjemaet ble alternativet «Sjeldnere enn 1 gang i måneden» ved en feiltakelse ikke tatt med. Verdiene merket med * er hentet fra papirutgaven av spørreskjemaet.

Tabell 2: «Hvor ofte kjører du bil i løpet av arbeidsdagen?»

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Daglig*	44	24,4	24,4	24,4
	2-4 ganger i uka	20	11,1	11,1	35,6
	1 gang i uka	24	13,3	13,3	48,9
	1-3 ganger i måneden	47	26,1	26,1	75,0
	Sjeldnere enn 1 gang i måneden**	5	2,8	2,8	77,8
	Aldri	38	21,1	21,1	98,9
	Aldri**	2	1,1	1,1	100,0
	Total	180	100,0	100,0	

* I papirversjonen av skjemaet var også svaralternativet «Oftere enn 1 gang per dag» tatt med, men dette er for enkelhets skyld slått sammen med svaralternativet «Daglig» i tabellen.

** I det elektroniske spørreskjemaet ble svaralternativet «Sjeldnere enn 1 gang i måneden» utelatt ved en feiltakelse. I tabellen viser svaralternativet merket med ** til svarene hentet fra papirversjonen av spørreundersøkelsen.

Tabell 3: «Kjenner du til den selvkjørende bussen som går fra Tvedtsenteret til enden av Kanalsletta?»

Svaralternativ	Frekvens
Nei	3
Ja, jeg kjenner den fra omtale i media	42
Ja, jeg har sett den kjøre i trafikken	113
Ja, jeg har møtt den i trafikken (f.eks. i et kryss eller ved forbikjøring)	111
Ja, jeg har sittet på med den	26
Ja, jeg kjenner til teknologien som brukes i denne bussen	23
Ja, av andre grunner	3

Tabell 4: «Hvor ofte har du møtt den selvkjørende bussen i trafikken?»

	Frekvens	Prosent	Valid prosent	Kumulativ prosent
Aldri	29	16,1	16,1	16,1
1 gang	15	8,3	8,3	24,4
2-5 ganger	68	37,8	37,8	62,2
6-10 ganger	22	12,2	12,2	74,4
Mer enn 10 ganger	46	25,6	25,6	100,0
Total	180	100,0	100,0	

Tabell 5: «Hvis jeg har hatt vikeplikt for den selvkjørende bussen har jeg overholdt denne.»

	Frekvens	Prosent	Valid prosent	Kumulativ prosent
Ja, alltid	128	71,1	71,1	71,1
Noen ganger	7	3,9	3,9	75,0
Nei, aldri	1	,6	,6	75,6
Ikke aktuelt	44	24,4	24,4	100,0
Total	180	100,0	100,0	

Tabell 6: «Hvis jeg har ligget bak den selvkjørende bussen har jeg valgt å kjøre forbi den de gangene det har vært mulig.»

	Frekvens	Prosent	Valid prosent	Kumulativ prosent
Ja, alltid	24	13,3	13,3	13,3
Noen ganger	47	26,1	26,1	39,4
Nei, aldri	76	42,2	42,2	81,7
Ikke aktuelt	33	18,3	18,3	100,0
Total	180	100,0	100,0	

Tabell 7: «Jeg har opplevd at det har oppstått trafikkfarlige situasjoner når bilister har kjørt forbi den selvkjørende bussen.»

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ja	42	23,3	23,3	23,3
	Nei	110	61,1	61,1	84,4
	Ikke aktuelt	28	15,6	15,6	100,0
	Total	180	100,0	100,0	

Tabell 8: «Jeg har lagt merke til skiltene som viser at man kjører inn i testområdet for den selvkjørende bussen».

		Frekvens	Prosent	Valid prosent	Kumulativ prosent
Valid	Ja	157	87,2	87,2	87,2
	Nei	23	12,8	12,8	100,0
	Total	180	100,0	100,0	

Tabell 9: «Da jeg svarte på denne spørreundersøkelsen var jeg klar over at det er en operatør på bussen som overtar styringen ved behov.»

		Frekvens	Prosent	Valid prosent	Kumulativ prosent
Valid	Ja	137	76,1	76,1	76,1
	Nei	43	23,9	23,9	100,0
	Total	180	100,0	100,0	

Tabell 10: Kjønn

		Frekvens	Prosent	Valid prosent	Kumulativ prosent
Valid	Mann	109	60,6	60,6	60,6
	Kvinne	71	39,4	39,4	100,0
	Total	180	100,0	100,0	

Tabell 11: Din aldersgruppe

		Frekvens	Prosent	Valid prosent	Kumulativ prosent
Valid	20-29	17	9,4	9,4	9,4
	30-39	57	31,7	31,7	41,1
	40-49	44	24,4	24,4	65,6
	50-59	48	26,7	26,7	92,2
	60-69	14	7,8	7,8	100,0
	Total	180	100,0	100,0	

Del B. Kvantitative analyser

B.1 Korrelasjonsanalyse for påstanden «Hvis jeg har ligget bak den selvkjørende bussen har jeg valgt å kjøre forbi den de gangene det har vært mulig.» og spørsmålet «Hvor ofte har du møtt den selvkjørende bussen i trafikken?» (se del 5.3.2)

Correlations

		Hvis jeg har ligget bak den selvkjørende bussen har jeg valgt å kjøre forbi de gangene det har vært mulig.	Hvor ofte har du møtt den selvkjørende bussen i trafikken?
Hvis jeg har ligget bak den selvkjørende bussen har jeg valgt å kjøre forbi de gangene det har vært mulig.	Pearson Correlation	1	-,055
	Sig. (2-tailed)		,505
	N	147	147
Hvor ofte har du møtt den selvkjørende bussen i trafikken?	Pearson Correlation	-,055	1
	Sig. (2-tailed)	,505	
	N	147	180

B.2 Krysstabell for påstandene «Hvis jeg har ligget bak den selvkjørende bussen har jeg valgt å kjøre forbi den de gangene det har vært mulig.» og «Jeg har lagt merke til skiltene som viser at man kjører inn i testområdet for den selvkjørende bussen.» (se del 5.4.1)

Hvis jeg har ligget bak den selvkjørende bussen har jeg valgt å kjøre forbi de gangene det har vært mulig. * Jeg har lagt merke til skiltene som viser at man kjører inn i testområdet for den selvkjørende bussen. Crosstabulation

Count

		Jeg har lagt merke til skiltene som viser at man kjører inn i testområdet for den selvkjørende bussen.		
		Ja	Nei	Total
Hvis jeg har ligget bak den selvkjørende bussen har jeg valgt å kjøre forbi de gangene det har vært mulig.	1,00	20	4	24
	2,00	40	7	47
	3,00	69	7	76
Total		129	18	147

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,395 ^a	2	,498
Likelihood Ratio	1,392	2	,498
Linear-by-Linear Association	1,284	1	,257
N of Valid Cases	147		

a. 1 cells (16,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,94.