



Økt automasjon på T-banen:
Hvordan påvirker det togfører som sikkerhetsbarriere?

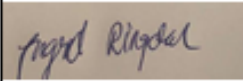
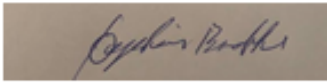
Øystein Brokke & Ingrid Ringdal
Master i samfunnsikkerhet
Universitet i Stavanger
Våren 2018



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Master i Samfunnssikkerhet	Vårsemesteret, 2018 Åpen
Forfatter: Øystein Brokke & Ingrid Ringdal	 (signatur forfatter) 
Fagansvarlig: Ole Andreas Hegland Engen Veileder(e): Ole Andreas Hegland Engen	
Tittel på masteroppgaven: Økt automasjon på T-banen: Hvordan påvirker det togfører som sikkerhetsbarriere? Engelsk tittel: Increased automation on the metro: How does it affect the driver as a safety barrier?	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Samfunnssikkerhet, T-bane, CBTC, Automasjon, Barriere,	Sidetall: <u>63</u> + vedlegg/annet: 80 Stavanger, 15.05.2018..... dato/år

Sammendrag

Sporveien T-banen skal erstatte dagens sikrings- og signalanlegg med et nytt system basert på digital kommunikasjon. Systemet skal også tilrettelegge for økt automasjon i togkjøringen. Forskning fra luftfarten viser at økt automasjon kan representere en sikkerhetsutfordring ved at systemet påvirker arbeidsforholdene, og undergraver operatørens evne til å utføre sine arbeidsoppgaver. Selv om togførere ikke skal manuelt kjøre tog i det nye systemet, er det de som har det operative ansvaret for sikkerheten. Potensielle negative effekter som følge av automasjon kan derfor være med på å redusere tryggheten til de mange reisende på T-banen.

Oppgaven er en kvalitativ studie av denne utfordringen, og undersøker hvordan økt automasjon på T-banen kan hemme togførers evne til å fungere som sikkerhetsbarriere i togkjøringen. For å belyse problemstillingen kombineres sikkerhetsfaglig teori med forskning på automasjonseffekter.

Undersøkelsen viser at av de egenskapene togfører bruker for å ivareta sikkerheten, så er det de manuelle ferdighetene som er mest utsatt for økt automasjon. Årsaken ser ut til å være at det nye systemet reduserer muligheten til å praktisere manuell kjøringen. Over tid kan det medføre at de manuelle ferdighetene tapes, og evnen til å håndtere krevende kjøreforhold reduseres. Effekten ser ut til å bli forsterket ved at dagens opplæring har liten grad av oppfølging når det kommer til manuelle ferdigheter. Mer generelt viser undersøkelsen at økt automasjon påvirker muligheten til å drive proaktiv styring av togfører som sikkerhetsbarriere. Mindre involvering i togkjøringen undergraver bruken av avviksdata for å måle tilstanden til togfører som sikkerhetsbarriere. Samlet sett kan økt automasjon hemme togførers evne til å fungere som sikkerhetsbarriere ved å redusere de manuelle ferdighetene, og øke usikkerheten knyttet til barrierens tilstand.

Forord

Denne oppgaven er avslutningen på våre to år ved masterstudiet i samfunnssikkerhet. Markeringen av en slik dag preges først og fremst av glede. Vi er ferdig med en omfattende undersøkelse som har krevd flere timer enn vi kan telle. Endt studie er også farvel til prosjektoppgaver, eksamener og lange dager (og netter) på biblioteket. Dog, er det også en vemodig markering. Vi går på dette studiet fordi det foreligger et engasjement for temaet samfunnssikkerhet, og det da er det bedre enn her. Studiet har vært en arena for gode diskusjoner, spennende forelesninger og artige stunder. Vi er i hvert fall begge enige om en ting, og det er at vi ikke ville vært foruten

Vi vil takke Sporveien T-banen for den muligheten til å samarbeide om denne oppgaven. Dere har vist stort engasjement, og gitt stor støtte. For det er vi takknemlige. Spesielt vil vi trekke frem Terje Sandhelle som tok oss med inn i T-banen, og Henning Klausen som gjorde det hele mulig med sitt engasjement og interesse for masteroppgaven.

Vi vil takke Ole Andreas Engen for å ha vært en fantastisk veileder disse 6 månedene, og bidratt til at vi kom oss igjennom en svært krevende oppgave.

Stavanger, Juni 2018

Øystein Brokke & Ingrid Ringdal

Innhold

1. INNLEDNING.....	1
1.1 Problemstilling og forskningsspørsmål.....	2
1.2 Avgrensning.....	2
1.3 Tidligere forskning.....	3
1.4 Struktur	5
2. KONTEKST	6
2.1 T-banen og Fixed Block Signaling	6
2.2 CBTC og moving-block.....	7
3. TEORI.....	9
3.1 Valg av teori.....	9
3.2 Teknologi	9
3.2.1 Automatiserte systemer.....	10
3.2.2 Automatic Train Control.....	10
3.2.3 Grade of Automation	11
3.2.4 Automatisering i T-banen	13
3.3 Organisasjon	13
3.3.1 Organisatoriske ulykker	13
3.3.2 Forsvar i dybden	14
3.3.3 Styring av mennesker i organisasjonen.....	16
3.4 Menneske i teknologiske systemer	17
3.4.1 Det menneskelige bidraget til sikkerhet.....	17
3.4.2 Automasjonens effekt på mennesker	18
3.5 Oppsummering teoretiske rammeverk	21
4. METODE.....	23
4.1 Forskningsdesign og -strategi	23
4.2 Metodisk tilnærming.....	24
4.3 Datainnsamling	25
4.3.1 Forberedelsene til datainnsamlingen.....	26
4.3.2 Gjennomførelsen av intervjuene	27
4.3.3 Utvalg og presentasjon av studiens informanter	28

4.3.4	Bearbeidelse av intervjudata	30
4.4	Evaluering av forskningsmetode.....	31
5.	EMPIRI.....	34
DEL I:	Styring i T-banen	35
5.1	Metoder for informasjonsinnhenting	35
5.5.1	Rapportering fra togførere	35
5.5.2	Trafikkleder.....	37
5.5.3	Sikkerhetssamtalen.....	37
5.5.4	Oppsummering metoder for informasjonsinnhenting	38
5.6	Personellutvikling og opplæring	38
5.6.1	Opplæring	39
5.6.2	Ivaretagelse og utvikling av kompetanse	40
5.6.3	Oppsummering personellutvikling og opplæring.....	41
5.7	Oppsummering del 1.....	41
DEL 2:	Togfører som sikkerhetsbarriere	42
5.1	Arbeidsoppgavene til togførerne.....	42
5.2	Konteksten for arbeidsutførelsen	43
5.3	Utførelse av sikkerhetsrelaterte arbeidsoppgaver	45
5.3.1	Påkjørsler	45
5.3.2	Slip and Slide	50
5.4	Danske Togførere.....	53
5.5	Oppsummering del II	53
6.	DISKUSJON.....	54
6.1	Hvordan påvirker økt automasjon T-banens mulighet til å anvende togfører som sikkerhetsbarriere?	54
6.1.1	Delkonklusjon	56
6.2	Hvordan påvirker økt automasjon togførers arbeidsutførelse?	56
6.2.1	Fører økt automasjon til tap av årvåkenhet	57
6.2.2	Fører økt automasjon til tap av kjøreteknisk kompetanse?	59
6.2.3	Delkonklusjon	60
7.	KONKLUSJON	61
7.1	Behov for videre forskning	62
8.	LITTERATUR.....	64

1. INNLEDNING

En generell samfunnsutvikling internasjonal og nasjonalt er at fly, skip, tog, biler og lastebiler, i større grad utvikles mot en høyere automasjonsgrad (Siegel, Kletzel, Schmahl & Tipping, 2016). I 2013 besluttet også Sporveien T-banen å bevege seg i denne retningen. En utredning ble gjennomført for å finne det beste alternativet for å erstatte dagens signal- og sikringsanlegg (Sporveien, 2015). Prosessen utledet til en beslutning om å kjøpe inn et system basert på Communication Based Train Control [CBTC] med semi-automatisert togkjøring.

Automasjon implementeres ofte med en forventning om økt effektivitet, sikkerhet og fleksibilitet (Parasuraman & Manzey, 2010). Derimot har automasjon et “Janusansikt”. Det har vist seg at selv om automasjon medfører positive effekter, kan gevinstene forfalle dersom det nye systemet ikke tar høyde for den menneskelige faktoren (Parasuraman & Manzey, 2010; Bainbridge, 1983). Innen luftfart har det lenge vært en pågående diskusjon vedrørende samspillet mellom piloter og automatiserte systemer. De Boer og Dekker (2017) peker på at innføringen av komplekse automatiserte systemer i cockpit har utledet til manglende koordinasjon mellom pilot og system, og har resultert i farlige situasjoner og ulykker.

Sporveien T-banen beskrives som ryggraden til kollektivtrafikken i Oslo (Sporveien, n. da). En modernisering av T-banen, gjennom å skifte signalanlegget, vil sørge for at kapasiteten til T-banen samsvarer med den økende befolkningsveksten i byen. Når Sporveien innfører CBTC, og med det øker automasjonen, vil det være avgjørende å sørge for at økt automasjon ikke går på bekostning av sikkerhet. I motsetning til andre transportmidler som for eksempel fly- og skipsfart, befinner T-banen seg i et urbant og befolket miljø. Dette innebærer at det til enhver tid befinner seg mennesker tett opp mot T-banetogene og det er ikke uten risiko. Togene veier opp mot 134 tonn og kan bevege seg med en maksimal hastighet på 80 km/t (Oslo Vognselskap, n. d). Med andre ord vil konsekvensene av en påkjørsel være svært alvorlige. En sentral aktør for å opprettholde sikkerhetsnivået i T-banen er togføreren. Føreren har i dag ansvaret for å kjøre forsvarlig og følge med på forhold i og ved sporet. Med utgangspunkt i trendene fra luftfarten kan det tyde på at økt automasjon medfører utfordringer for operatørene i et system. Dette er viktige hensyn å ta stilling til når automasjonsgraden på T-banen øker.

1.1 Problemstilling og forskningsspørsmål

Med utgangspunkt i begrunnelsene fra avsnittene over har vi utformet følgende problemstilling:

“Hvordan kan økt automasjon på T-banen hemme togførers evne til å fungere som sikkerhetsbarriere i togkjøringen?”

Problemstillingen synliggjør at togfører er en barriere som bidrar til sikkerhet i dagens togkjøring. Innen sikkerhetsteori er det videre anerkjent at sikkerhet er et resultat av samspillet mellom menneske, teknologi og organisasjon [MTO] (Rollenhagen, 1997). Samspillet oppstår fordi delsystemene er sammenkoblet og påvirker hverandre. Dette betyr at ulykker ikke isolert sett kan forklares gjennom menneskelige feilhandlinger, tekniske mangler eller sviktende prosedyrer alene. I lys av MTO-perspektivet må menneskelige, organisatoriske og teknologiske forhold undersøkes for å forstå hvordan togførere kan svikte som barriere. Problemstillingen har videre blitt konkretisert i formuleringen av følgende forskningsspørsmål:

- I. Hvordan påvirker økt automasjon togførers arbeidsutførelse?
- II. Hvordan påvirker økt automasjon T-banens mulighet til å anvende togfører som barriere?

Det første forskningsspørsmålet retter fokus på individet, og undersøker hvordan økt automasjon kan endre premissene for arbeidsutførelsen til togførere. Dette vil være med på å etablere en forståelse av hvilke endringer Sporveien T-bane kan forvente når CBTC implementeres. Det andre forskningsspørsmålet omhandler organisasjonen og undersøker hvordan økt automasjon kan endre forutsetningene for å bruke togførere som sikkerhetsbarrierer. Den teknologiske delen av MTO-perspektivet er representert med CBTC, i tillegg til de automatiserte kontrollsystemene som inngår i togkjøringen. Samlet vil forskningsspørsmålene gi svar på problemstillingen.

1.2 Avgrensning

Overgangen til CBTC vil medføre endringer for flere deler av Sporveien som konsern. Studien er avgrenset til å gjelde Sporveien T-banen, siden det er datterselskapet som drifter T-banen og har

ansvaret for togførere. Per dags dato er organisasjonen inne i en prosjektfase, og det vil være mange år før CBTC-systemet er klart til bruk. Før systemet implementeres for fullt vil det være en langvarig migrasjonsfase hvor det gamle systemet blir gradvis skiftet ut med det nye. Migrasjonsfasen kan by på usikkerheter i form av midlertidige løsninger og tekniske problemer. Vi har derfor avgrenset undersøkelsen til å kun gjelde når anlegget er i fullt drift.

Problemstillingen og omfanget av oppgaven begrenses til arbeidsoppgavene togfører har i å forebygge uønskede hendelser under togkjøringen. Studien inkluderer derfor ikke togførers arbeidsoppgaver relatert til evakuering og håndtering av beredskapssituasjoner, som er konsekvensreducerende tiltak. Arbeidsoppgavene togførere har forbundet med teknisk vedlikehold, kundeservice eller logistikk blir ikke inkludert i undersøkelsen, gitt at studien fokuserer på arbeidsoppgaver direkte relatert til sikkerheten i togkjøringen. Togkjøring blir videre definert som prosessen med å føre T-banetog på linjenettet fra stasjon til stasjon. Barriere er et begrep som benyttes for å beskrive hvordan organisasjonen bruker virkemidler for å forhindre tap som følge av uønskede hendelser.

Vi har i denne sammenheng gjennomført en kvalitativ casestudie, som tar utgangspunkt i T-banen i Oslo. Studien har til hensikt å belyse fenomenet automasjon i T-banen og tilhørende effekter på organisasjon og individ. Datagrunnlaget er basert på primærdata i form av kvalitative intervjuer gjennomført med sentrale aktører fra flere ledd i organisasjonen.

1.3 Tidligere forskning

Automasjon er ikke nytt fenomen og litteratursøket vårt resulterte i flere studier om effektene av økt automasjon på menneske. Felles for artiklene er at de er del av forskningsområdet Human Factors. Publikasjonene presenteres fortløpende i teksten.

Forskning på luftfartsindustrien har påvist hvordan komplekse autonome systemer har overtatt flere av pilotenes oppgaver i cockpit. Piloters rolle har beveget seg fra å manøvrere flyvningen til å overvåke automatiserte systemer som kontrollerer flymaskinen (Rankin, Woltjer & Field, 2016). Dette er en trend som har kommet flere forskere til syne, og det er gjort flerfoldige

undersøkelser på samspillet mellom menneske og maskin i cockpit (Parasuraman, Molloy & Singh, 1993; Dekker & Hollnagel, 2004; Parasuraman & Wickens, 2008; Rankin et al., 2016; De Boer & Dekker, 2017). Flere av artiklene viser til konkrete situasjoner hvor pilotene ikke har vært i stand til å oppfatte viktige signaler om at noe er galt og/eller at automasjonen svikter. Innenfor denne konteksten er det pilotenes ansvar å ta over for sviktende automasjon. Når svikt ikke oppdages, medfører svikten at systemet brytes ned fordi pilotene har forsømt sin rolle i menneske-maskin samspillet. Denne utfordringen kan sees i lys av Bainbridge (1983), som viser beskriver automasjonens dilemma. På den ene siden innebærer automasjon at operatører avløses fra enkelte arbeidsoppgaver i et forsøk på å eliminere trusler, redusere arbeidsmengde og forbedre kapasitet og ytelse. På den andre siden, og det er dette som blir omtalt som automasjonens ironi, introduserer den moderne teknologien uforutsette effekter på driften (Bainbridge, 1983).

Spring, McInthos, Caponecchia og Baysari (2012) har forsket på automasjon i jernbanen. Spring et al. (2012) testet hvilken effekt ulike automasjonsgrader hadde på årvåkenheten til togførere. Årvåken ble definert som evnen til å oppdage (1) sikkerhetshetskritiske hendelser med lav sannsynlighet og (2) regulære hendelser som skilting og signallys. Det ble gjennomført et eksperiment med 40 studenter fordelt over fire grupper. Hver student fikk i oppgave å trykke på nødbremsen når de så et sviktende signallys. Hver gruppe kjørte en togsimulator med ulik grad av automasjon, henholdsvis: null automasjon, lav automasjon, middels automasjon, og høy automasjon. Null automasjon representerte manuell kjøring og høy automasjon representerte helautomatiserte tog-operasjoner, hvor studenten fulgte simulatorkjøringen i reprise. Årvåkenheten til studentene ble målt basert på antall skinnemeter toget befant seg fra det sviktende signallyset etter at studenten trykket på nødstoppen. Et høyere antall meter indikerte bedre årvåkenhet. Undersøkelsen konkluderte med at det var en signifikant forskjell mellom null og høy grad av automasjon. Spring et al. (2012) diskuterte at årsaken kunne være mangel på stimuli av studentene under kjøringen. En alternativ forklaring var at gruppen med høy grad av automasjon ikke hadde tilgang på et teknisk system som varslet føreren om å være årvåken.

Innføringen i tidligere forskning kan være med på å aktualisere studiens relevans. Vi har sett at forskningen på automasjonseffekter har et nærmest utelukkende fokus på piloter fra luftfarten.

Litteratursøket resulterte i få studier med togførere som gjenstand for forskning. Det nærmeste funnet var simulatorforsøkene til Spring et al. (2012), som hadde utgangspunkt i økt automasjon av tradisjonell jernbanevirksomhet.

1.4 Struktur

Kapittel 1, *innledning*, gir en presentasjon av tema, problemstilling og forskningsspørsmål. Det foreligger i tillegg en avgrensning av studien og en gjennomgang av tidligere forskning.

Kapittel 2, *kontekst*, gir innblikk i konteksten oppgaven befinner seg i. Dette innebærer en redegjørelse av dagens signalsystem og CBTC systemet. Kapitlet har til hensikt å gi leseren innsikt i hva endringen av signalsystem innebærer på et tidlig tidspunkt.

Kapittel 3, *teori*, introduserer oppgavens teoretiske grunnlag. Kapitlet skiller mellom teorier som angår menneske, teknologi og organisasjon, som samlet utgjør det teoretiske rammeverket for å drøfte problemstillingen.

Kapittel 4, *metode*, tar for seg fremgangsmåten for datainnsamlingen. I denne sammenheng presenteres utvalg av informanter og deres relevans for studien. Til slutt gjøres det en vurdering av forskningsmetoden knyttet til validitet og reliabilitet.

Kapittel 5, *empiri*, presenterer resultatene fra datainnsamlingen, og utgjør det empiriske grunnlaget for diskusjonen. Kapitlet er strukturert med hensyn til forskningsspørsmålene.

Kapittel 6, *diskusjon*, kobler teori og empiri sammen i en avsluttende diskusjon. Diskusjonen er også strukturert etter forskningsspørsmålene, som danner basis for å svare på problemstillingen.

Kapittel 7, *konklusjon*, presenterer hovedfunnene fra studiens analyse. Kapitlet avsluttets med behov for og forslag til videre forskning.

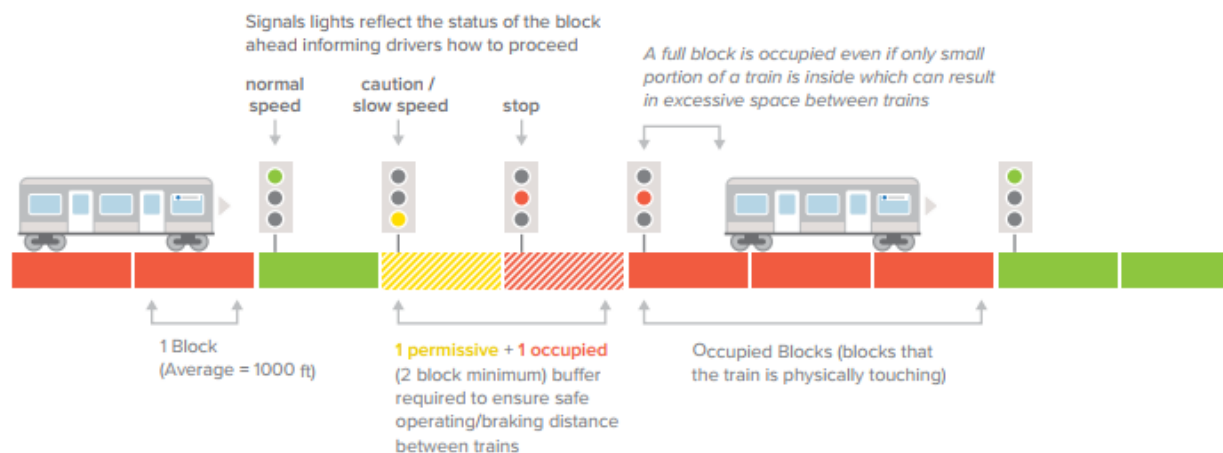
2. KONTEKST

Formålet med kapittelet er å gi en grunnleggende forståelse av studiens kontekst. For å skape forståelse rundt endringsprosessen som vil finne sted på T-banen gis det en kort redegjørelse for det nåværende signalsystemet. Videre forekommer det en innføring i signalsystemet CBTC, som T-banen skal implementere på sikt.

2.1 T-banen og Fixed Block Signaling

T-banen slik vi kjenner den i dag har sin opprinnelse fra 1960-årene, har over 100 stasjoner, og disponerer 115 MX3000-tog (Sporveien, n. db) Dagens signalsystem blir beskrevet av Qvale (2015) som et lappeteppe bestående av forskjellige system satt sammen over lengre tid.

Prinsippet for systemet er “Fixed Block Train Control”, som innebærer at T-banenettet deles inn i flere blokker (Johansen, 2013). Blokkene er strekninger med togskiner som har trafikklys i hver ende, og mellom hvert trafikklys går det en svak elektrisk spenning langs skinnene. Når et tog kjører inn i en blokk kortsluttes det elektriske signalet, og trafikklysene indikerer at blokken er okkupert. Dette signaliserer for de andre togene at de ikke kan kjøre inn på den spesifikke blokken før lyset indikerer at det er ledig. Dette omtales som “Fixed-Block Signaling” [FBS] og en illustrasjon er gitt i figuren nedenfor.



Figur 1 Diagram av et konvensjonelt “Fixed-Block Signaling” (RPA, 2014: 14)

Figur 1 demonstrerer noen grunnleggende prinsipper ved FBS. De grønne blokkene er “grønt lys” og signaliserer at det er klart signal for å kjøre. Røde blokker representerer opptatte celler og er området toget kjører i, hvor ingen andre tog har tillatelse til å ferdes i. Som vist i figuren vil en blokk markeres som opptatt når en liten del av toget befinner seg innenfor. Dette er for å sikre sikkerhetsmargin mellom togene. Det er i tillegg lagt inn en buffer som skal sørge for at det er tilstrekkelig avstand mellom togene på strekningen, noe som representeres i de gule feltene (RPA, 2014). Det er verdt å nevne at CBTC ikke innebærer automatisering i seg selv, men det er en teknologi som gjør det mulig. Hva automatiseringen innebærer vil bli presentert i 3.2.

T-banen i Oslo har spilt en stor rolle som massetransport siden introduksjonen i 1966, og har over 315 000 daglig reisende passasjerer per 2015 (Qvale, 2015); Men som det heter i samme artikkel “For nåtidens reisende i en voksende by holder det imidlertid ikke mål”. Dagens signalsystem har ikke rom for å øke antall tog på linjene, noe som ikke er i korrelasjon med økende vekst i Oslo og krav om effektivitet:

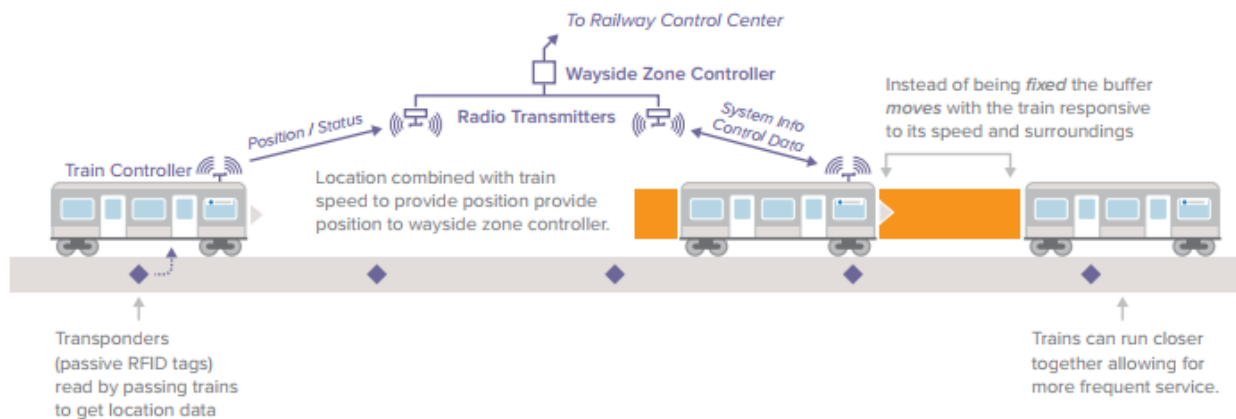
I dag er altså ståa at man ikke får satt inn flere tog på linjene. Førerne må stoppe når de får rødt lys, som betyr at de må ha stor avstand mellom hverandre for å ha lang nok bremselengde. Med andre ord er det ikke plass til flere (Qvale, 2015).

Sporveien (2015) gjør selv rede for at “det eksisterende signal- og sikringsanlegget er i ferd med å nå slutten av sin levetid”, og synliggjør et ytterligere behov for å øke kapasiteten på T-banen. En annen medvirkende faktor for endring er at FBS-systemet ikke gir presise data om (1) posisjonen til togene, og (2) hastigheten til togene (RPA, 2014). Oppsummert ble det besluttet at Sporveien skulle implementere et nytt signalsystem som skal erstatte dagens anlegg. Dette systemet er “Communication Based Train Control” [CBTC].

2.2 CBTC og moving-block

CBTC er basert på digital kommunikasjon, og innebærer at elementer som før var observerbare - eksempelvis trafikklys - blir flyttet inn i det digitale rommet. Det er ikke lenger rødt, gult og grønt lys som avgjør om toget kan kjøre, men linjer med datakode (Sporveien, 2016). I CBTC er FBS erstattet med at toget selv blir en bevegelig blokk. Den bevegelige blokken blir muliggjort

som følge av at elementene i systemet kommuniserer kontinuerlig med hverandre. *Figur 2* illustrerer dette forholdet nedenfor.



Figur 2: Communication Based Train Control med mobile blokker (RPA, 2014: 20).

En forenkling av figur 2 innebærer at informasjon deles mellom tog, sensorer i skinnegangen, dataservert og hovedsentral gjennom Wi-Fi. En datamaskin plassert ombord i toget mottar data om hastighet og plassering gjennom å “lese av” sensorer innebygd i skinnegangen. Toget vil deretter kommunisere denne informasjonen videre til dataservert. Dataserverne får tilsendt data fra alle tog som kjører i et definert område, og viderefremidler en oversikt tilbake. Basert på disse opplysningene kan datamaskinene ombord i togene kalkulere hvordan det kan kjøre videre uten å utgjøre en trussel for toget foran. Det overordnede systemet i en helhet overvåkes og styres fra driftsoperatører i en hovedsentral (RPA, 2014).

3. TEORI

I teorikapittelet forekommer det en presentasjon av det teoretiske rammeverket for oppgaven. I denne sammenheng gjøres det rede for begreper og teori som kan være med på å belyse problemstillingen.

3.1 Valg av teori

Utgangspunktet for studien er å kartlegge hvordan økt automasjon kan endre premissene for at togfører skal fungerer som en sikkerhetsbarriere mot farer, og dermed bidra til svikt.

Problemstillingen innebærer en undersøkelse som analyserer T-banen som et system på to nivåer, henholdsvis et individ- og et organisasjonsnivå. For å koble disse sammen brukes teori om organiserte ulykker av James Reason (1997). Dette vil være grunnlaget for å forstå hvordan en endring som CBTC kan medføre at togfører svikter i sine oppgaver. Dekker (2006) med sin teori om “new view” blir benyttet for å etablere hvordan mennesker fungerer i et system, og hva som skal til for at bidraget til sikkerhet reduseres. Videre presenteres teori om hvordan automasjon kan påvirke mennesker og deres funksjon i systemet. Før vi går nærmere inn på organisasjon og individ gjennomgås hva automasjon er, hvordan automasjon inngår i konteksten T-bane og avslutningsvis hva det innebærer at automasjonen øker. Samlet utgjør det teoretiske rammeverket utgangspunkt for å drøfte problemstillingen gjennom å ta i bruk et systemperspektiv - MTO.

3.2 Teknologi

I delkapitlet introdusere de teknologiske systemene i undersøkelsen. Vi har begrenset gjennomgangen til konteksten undersøkelsen befinner seg i - altså T-bane. Først gjøres det rede for begrepet “automasjon”. Deretter presenteres hvilke automatiserte systemer som inngår togtkjøringen, og hva det innebærer at T-banen øker automasjon.

3.2.1 Automatiserte systemer

Frem til nå har begrepet automasjon blitt brukt som en abstrakt referanse til trender innenfor teknologisk utvikling. For å gjøre problemstillingen forskbar er det derimot nødvendig å konkretisere konseptet automasjon. I moderne tid brukes automasjon for å betegne visse typer teknologiske systemer. Et automatisert system er i denne sammenheng et system styrt av maskiner som i prinsippet ikke krever menneskelig interaksjon for å fungere (Tzafestas, 2010; U.S Congress, 1976). Derimot kan systemet designes med varierende grad av menneskelig involvering. Dette tilsier at begrepet automasjon representerer et kontinuum som gjør det mulig å betegne et system som mer eller mindre automatiserte, eller det som kalles semi-automatisert (U.S Congress, 1976). Implementeringen av CBTC i T-banen representerer således at oppgaver tillagt togfører skal overføres til maskiner. For å forstå hva denne overgangen faktisk innebærer så vil det i neste delkapittel gås nærmere inn på hvilke systemer som allerede er en del av togframføringen.

3.2.2 Automatic Train Control





I den moderne jernbanevirksomheten utgjør automatiserte systemer en stor del av den daglige togframføringen (UITP, 2016). Togkontroll handler om å regulere togets bevegelser for å sikre en trygg og effektiv framføring. Dette utføres i en kombinasjon av teknologiske og menneskelige virkemidler lokalisert i toget, langs skinnene, på stasjonene og kontrollsentraler. Automatic Train Control [ATC] er en samlebetegnelse på de integrerte tekniske systemene som utgjør den totale automatiserte styringen av toget. Begrepet omfatter flere subsystemer som til sammen er med på å sikre en trygg togframføring (Critical Software, 2014). Subsystemene består av Automatic Train Supervision [ATS], Automatic Train Protection [ATP] og Automatic Train Operation [ATO]. Det vil forekomme en fortløpende presentasjon av disse i videre avsnitt.

ATS betegnes som den delen av kontrollsystemet som overvåker bevegelsen til individuelle tog i relasjon til ruteplan og rutetabell. Dette gir oversikt over disposisjonen til togene og trafikkflyten i systemet som helhet (U.S Congress, 1976). Critical Software (2014) beskriver *ATS* som et ikke-kritisk system, som kontrollerer at toget er i rute og bidrar med passasjer informasjon. *ATP* er delsystemet som skal kontrollerer at toget ikke kolliderer eller sporer av, og regnes i den

sammenheng som en sikkerhetskritisk del av kontrollsystemet. I hovedsak bruker ATP-systemet data om togets hastighet, gradienter og andre forhold for å generere “movement authority” [MA]. MA er i prinsippet en tillatelse for toget til å kjøre en definert strekning på bakgrunn av prediksjoner om hvor fort toget kan kjøre og fortsatte stoppe innen gitte sikkerhetsmarginer (Critical Software, 2014). ATO er den delen av systemet som overtar funksjoner som har tradisjonelt vært tilknyttet togfører. Dette omfatter at systemet kan i varierende grad få toget i bevegelse, regulere hastigheten og stoppe toget på plattform (Yin, Tang, Yang, Xun, Huang & Gao, 2017).

3.2.3 Grade of Automation

Per juni 2016 er det registrert metrovirksomhet i 157 byer rundt om i verden, og nærmere en fjerdedel av disse har minst en operativ full automatisert toglinje (UITP, 2016). “Metroen”, “T-banen”, “Subwayen” eller “U-bahnen”, avhengig av hvor i verden man befinner seg, varierer i stor grad når det gjelder design, operasjon og automasjonsgrad. Avansert teknologi åpner opp for at togframføring kan utføres uten betjening ombord i toget, som er tilfellet på blant annet metroen i Dubai (Powell, Fraszczyk, Cheong & Yeung, 2016). Det kan med andre ord være stor variasjon når det kommer til hvor inngripende teknologien skal være i selve togframføringen, og automatiseringen behøver nødvendigvis ikke å være så omfattende som overnevnte eksempel. UITP (2012) beskriver metroautomasjon som prosessen der ansvaret for operativ håndtering av togene overføres fra fører til kontrollsystemene innebygd i toget. Betegnelsen “Grade of Automation” [GoA] brukes for å definere ulike nivåer av automasjon. GoA blir kategorisert avhengig av hvilke deler av togframføringen som håndteres av systemet, og hvilke funksjoner som tillegges togføreren (UITP, 2012). En oversikt er gitt i *figur 3*.

Grad av automasjon	Type togoperasjon	Får toget i bevegelse	Stopping av toget	Lukking av dører	Operasjon i tilfelle av avbrudd
GoA 1 	ATP med fører	Togfører	Togfører	Togfører	Togfører
GoA 2 	ATP og ATO med fører	Automatisk	Automatisk	Togfører	Togfører
GoA 3 	Førerløs	Automatisk	Automatisk	Togvert	Togvert
GoA 4 	UTO	Automatisk	Automatisk	Automatisk	Automatisk

Figur 3: Grade of Automation (fri gjengivelse av UITP, 2016: 6)

Figur 3 illustrerer automasjonsnivåene GoA 1 til 4. GoA 0 tilsier at alle togets funksjoner utføres primært av en fører, og utelates derfor av tabellen. Dette begrunnes med at det representerer en tradisjonell tilnærming som ikke lenger er praksis for moderne metrosystemer (Powell et al., 2016). GoA 1 vil si at togføreren kjører T-banen manuelt med assistanse fra passive sikkerhetssystemer, som for eksempel ATP. Togføreren vil da kontinuerlig overvåke skinnegang, fart og signaler fra signalsystem for å aktivt tilpasse hastigheten etter forholdene. Når CBTC implementeres vil T-banen kategoriseres som GoA 2. Overgangen fra GoA 1 til 2 vil innebære at togføreren ikke lenger skal ha kontroll over pådrag og nedbremsing av toget. Det forutsettes fremdeles at det er en togfører tilstede i førerrommet for å gripe inn når det oppstår avvik som krever manuell kjøring. Konfigurasjonen medfører også at systemet tar over hele jobben med å sikre at toget kjører i hensiktsmessig hastighet ved bruk av ATP og ATO.

På den andre siden referer GoA 3 og 4 til et system hvor toget kjører av seg selv uten involvering av togfører. Ikonet for GoA 3 i figuren symboliserer at operatøren ikke lenger sitter i førerretet, og har gått over til en rolle som togvert heller enn en sjåfør. GoA 4 har betegnelsen UTO, som er forkortelse for “Unattended Train Operation”. I denne sammenheng kjører toget helt av seg selv uten et operativt mannskap ombord i toget (UITP, 2012).

Formålet med figur 3 er å gi en grafisk fremstilling av hvilke automasjonsgrader man forventer å finne i automatiserte t-banesystemer. Det er viktig å bemerke seg at dette ikke er utelukkende isolerte kategorier, da det kan være glidende overganger. Dette er tilfelle i T-banen i dag som er i

sin nåværende konfigurasjon kategorisert under GoA 1, men har attributter som tyder på at systemet kan betegnes som GoA 1,5. Det er innebygd en ATP-funksjon som sørger for at toget ikke kan overstige tillatt hastighet. [1] I praksis innebærer dette at togfører ikke behøver å justere kjørespaken for å holde seg innenfor rammene satt av ATP.

3.2.4 Automatisering i T-banen

Automasjon er ikke et nytt fenomen i T-banen. Allerede er flere av funksjonene i systemet håndtert av automatiserte kontrollsystemer, og den menneskelige interaksjonen i togframføringen er begrenset. Togførerens oppgaver består av å åpne og lukke dører, kontrollerer pådrag og nedbremsingen innenfor ATP hastighet, stoppe på stasjoner og håndtere avvikssituasjoner. Dette tilsier at T-banen er semi-automatisert, og inntrykket er at ATP bærer store deler av arbeidsoppgavene som omhandler sikkerhet relatert til kollisjon og avsporing. Økt automasjon betyr i denne sammenheng at flere funksjoner i systemet blir overført til systemet, og togfører vil involveres mindre i togkjøringen. Mer konkret vil overgangen til GoA 2 innebære at ATO-systemet overtar pådrag, nedbremsing, og stopping på stasjoner (UITP, 2016; UITP, 2012) GoA 2 vil også medføre at togfører ikke lenger må følge med på trafikksignaler. I korte trekk tilsier det at førerne får færre arbeidsoppgaver i hverdagen.

3.3 Organisasjon

Delkapitlet presenterer teori om hvordan ulykker oppstår i teknologiske organisasjoner. Undersøkelsen bygger på primært på teori om organisatoriske ulykker slik den er fremstilt av Reason (1997).

3.3.1 Organisatoriske ulykker

I boken “Managing the risks of organizational accidents” redegjør Reason (1997) for hvordan teknologiske organisasjoner kan styre risikoen assosiert med produksjonen av varer og tjenester. I sin forklaring etablerer Reason (1997) en forståelse av hvordan teknologiske organisasjoner alltid vil bevege seg i en dynamisk veksling mellom produksjon og sikkerhet. I den sammenheng argumenterer Reason (1997) for at sikkerhetsmessige fordeler ofte blir “byttet” mot potensiale

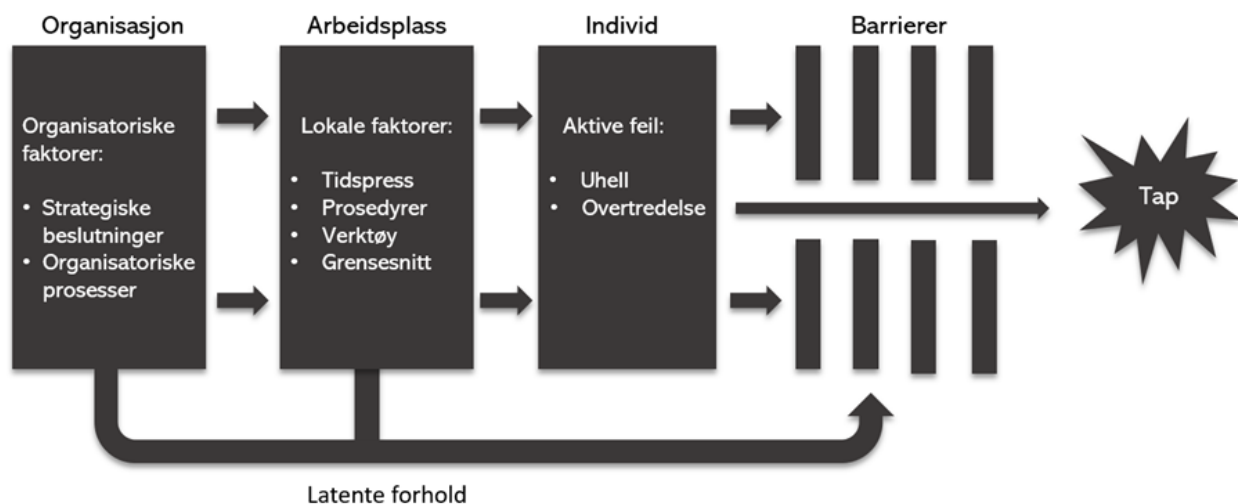
for økt produksjon. Innføring av moving-block signaling er et eksempel på en slik byttehandel hvor mer presis oversikt over togene blir brukt for å kjøre togene tettere. Det tekniske systemet vil ikke nødvendigvis være utrygt av den grunn, men det kan medføre at andre aspekter ved organisasjonen ikke lenger er tilpasset den nye hverdagen. Dette kan eksempelvis være at oppbygd erfaring hos mekanikerene ikke er overførbart til vedlikehold av det nye systemet. Sikkerhet er i essensen å kontrollere hvordan slike endringer forplanter seg videre i organisasjonen ved å være bevisst på den sikkerhetsmessige betydningen (Reason, 1997). Det vil videre være en gjennomgang av sentrale begreper for å forklare nærmere hvordan perspektivet om organisatoriske ulykker brukes i undersøkelsen.

3.3.2 Forsvar i dybden

Tidligere ble det gjennomgått hvordan T-baner styres av signalsystem og integrerte automatiserte kontrollsystemer. På ulik måte bidrar disse virkemidlene til at T-banen kan kjøres trygt ved å redusere risikoen for kollisjoner. I lys av perspektivet om organisatoriske ulykker er dette bruk av barrierer for å forhindre at farekilder kan utvikle seg til tap for organisasjonen (Reason, 1997). Barrierer har ulike funksjoner, og varierer fra tekniske varslingsystemer til operasjonelle prosedyrer. Disse er strukturert i en overlappende struktur som gjør at en farekilde må trenge seg gjennom flere redundante barrierer for å utvikle seg til tap. Dette omtaler Reason (1997) som *defence in depth*, og det er gjennom «forsvar i dybden» at tekniske moderne virksomheter sjeldent opplever tap som følge av enkeltfeil. I mengden av barrierer betegnes operatør-rollen som "... one of the system's most important line of defence" siden de ofte er siste skanse i møte med en trussel (Reason, 1997).

En ulykke er i denne sammenheng en konsekvens av lokale omstendigheter kombinert med svakheter i systemets barrierer. Svakheter kan utvikles på to måter: aktive feil og latente betingelser. Aktive feil er menneskelige handlinger som direkte medfører potensiale for tap. Dette kan medføre at en barriere ikke fungerer som tiltenkt, eller at operatøren selv svikter som barriere. Disse handlingene begås i den skarpe enden av operatører med intensjon om å best mulig utføre sitt arbeid. De fleste slike feilhandlinger vil derimot bli stoppet av systemets resterende barrierer (Reason, 1997).

Latente betingelser er underliggende organisatoriske svakheter som kan påvirke sikkerheten. Der aktive feil begås av operatørene, genereres latente betingelser som følge av beslutninger i ledelsen. Disse vil forplante seg videre i organisasjonen, og kan eksempelvis medføre upassende verktøy for jobben, mangelfull opplæring eller dårlige maskin-menneske grensesnitt. Det første aspektet ved latente betingelser er dermed at de utgjør de systemiske årsakene til feilhandlinger som begås av individer. Det andre aspektet er at de kan i seg selv erodere vekk barrierer. En framstilling av hvordan ulykker utvikler seg er gjort nedenfor.



Figur 4: Faser i utviklingen av organisatoriske ulykker (fri gjengivelse av Reason, 1997: 17).

Figuren viser hvordan undersøkelsen kan gå frem for å vurdere om økt automasjon kan medføre svikt. De teknologiske endringene i T-banen er et resultat av strategiske beslutninger om behov for kapasitetsøkning. Ifølge figuren kan dette medføre svikt ved at beslutningen forplanter seg videre i organisasjonen som latente forhold. Føringen for undersøkelsen er dermed å vurdere hvordan økt automasjon kan medføre endringer som generer «hull» i togfører-barrieren. For det første innebærer det å kartlegge hvordan beslutningen kan endre de lokale faktorene på en slik måte at det kan medføre svikt. Dette innebærer en vurdering av hvordan færre arbeidsoppgaver og mindre involvering kan medføre endringer som påvirker togførernes ytelse. For det andre er det nødvendig å vurdere hvordan beslutningen kan medføre latente betingelser som indirekte bidrar til at togfører svikter. Dette kan eksempelvis være mangelfull oppfølging eller dårlig sikkerhetskultur.

3.3.3 Styring av mennesker i organisasjonen

Reason (1997) argumenterer for at en viktig del av et systems sikkerhet er styring av operatørens prestasjoner gjennom administrative kontrollmekanismer. I hovedsak innebærer dette at organisasjonen danner en kontrollsløyfe for å forsikre seg om at operatører presterer i henhold til satte mål. Disse baseres på to styringsprinsipper: ekstern- og internkontroll. Den eksterne kontrollen innebærer at operatørene tillegges prosedyrer for hvordan de skal utføre arbeidsoppgavene deres. På den andre siden handler den interne kontrollen om at operatørene selv styrer hva som er hensiktsmessige handlingsalternativ basert på trening og erfaring. I den sammenheng viser Reason (1997) til at den administrative kontrollen beveger seg på en akse fra strengt standardisert til mer skjønnsbasert styring. Hvilken tilnærming det administrative kontrollsystemet baserer seg på avgjør hvordan organisasjonen styrer operatørens atferd i systemet.

Et system basert på ekstern kontroll vil måle prosedyrebrudd, og komme med tiltak i form av nye eller tilpassede prosedyrer. Siden kontrollsystemet kun endres som følge av et utfall, eksempelvis at det skjer en skade som følge av prosedyrebrudd, så er dette kontroll basert på utfallsmåling. Systemer orientert mot intern kontroll måler kontinuerlig operatørens ytelse, og sammenligner mot organisasjonens målsettinger. Dette er kjent som prosessmåling. I motsetning til ekstern kontroll bruker denne tilnærmingen mer trening for å kompensere for manglende ytelse. Reason (1997) argumenterer for at det i teknologiske systemer er behov for en blanding av prosess- og utfallsmåling. Årsaken er at et forsvar i dybden gjør negative utfall sjeldne, og det er behov for å måle avvik og nesten-ulykker for å få innsikt i latente betingelser. Organisasjoner må kunne lære av negative utfall samtidig som de har regelmessig kontroll av selve prosessen. Dette gir muligheten for både reaktive og proaktive tiltak i sikkerhetsarbeidet (Reason, 1997). Indirekte tilsier dette at det også er behov for en blanding av trening og endring av prosedyrer for å styre operatørens handlinger.

For å etablere hvordan T-banen styrer togførere som barriere kan teori om administrative kontrollmekanismer brukes. Dette gjøres gjennom å kartlegge kontrollsystemet som er i organisasjonen. For det første må det kartlegges hvordan T-banen innhenter informasjon om den sikkerhetsmessige ytelsen til togførere. For det andre må det redegjøres for hvordan T-banens

sørger for at togførere har riktig trening og kjennskap til prosedyren. Dette vil indikere hvordan Sporveien forsikrer seg at togførere kan fungere som tiltenkt barriere. Hvis økt automasjon endrer forutsetningene for en, eller begge delene, av T-banens styringssystem kan det innebære et potensial for latente betingelser som kan medføre en svekkelse av togfører som barriere.

3.4 Menneske i teknologiske systemer

I dette delkapitlet presenteres teori om hvordan økt automasjon kan påvirke menneskelige operatører. Først presenteres Dekker (2006) med perspektivet om “new view” for å redegjøre for hvordan mennesker bidrar til sikkerhet i systemet. Hensikten er å belyse hvordan økt automasjon skal kunne medføre aktive feil gjennom endring i de lokale faktorene. Videre presenteres teori om hvordan automasjon har påvirket operatører i andre systemer. Dette for å redegjøre for om effekten kan påvirke arbeidsoppgavene til en togfører.

3.4.1 *Det menneskelige bidraget til sikkerhet*

Dekker (2006) redegjør for det systemiske perspektiv i boken “The field guide to understanding Human Error”. Perspektiver fremstilles av Dekker (2006) som en motsetning til det han omtaler som det menneskelige feilhandlingsperspektivet. Feilhandlingsperspektivet anser operatører som en upålitelig komponent i et trygt system. Sikkerhet handler derfor om å begrense handlingsrom for å styre menneskelige operatører slik at de utfører den jobben de skal (Reason, 1997; Dekker, 2006). “The new view” er å anse virksomheter som iboende utrygge systemer som eksisterer for å produsere tjenester. Ulykker er i den sammenheng en naturlig konsekvens av det gjeldende systemets aktivitet.

Kritikken mot feilhandlingsperspektivet er at de kausale koblingene mellom menneskelig handling og svikt er for enkle (Dekker, 2006). Siden ingen operatører møter på jobb for å gjøre feil, så er det en feilslutning å forklare ulykker som en konsekvens av feilhandling. Operatører forsøker å utføre sine arbeidsoppgaver innenfor de rammene som er satt av systemet, og det innebærer ofte håndtering av målkonflikt, usikkerhet og tvetydighet. Forutsetningene for operatørers suksess, eller svikt, tilføres av de systemiske egenskapene. Sikkerhet må derfor skapes av operatørene gjennom praksis tilpasset den operasjonelle virkeligheten (Dekker, 2006:

65). I dette så inngår det at operatører "... invest in their tasks by inserting buffers, routines, heuristics, double-checks, memory aids." (Dekker, 2006: 65) En stor del av det å forstå hvorfor mennesker svikter er å forstå (1) konteksten menneskene arbeider i, (2) hvilke oppgaver de utfører og (3) hvilke verktøy de benytter (Dekker, 2006).

Ved å tillegge undersøkelsen et systemisk perspektiv kan undersøkelsen gjøre rede for om økt automasjon vil påvirke den operasjonelle virkeligheten i den grad at forutsetningene for nåværende praksis ikke lenger er til stede. Dette gjør også undersøkelsen sensitiv overfor det faktum at togfører allerede forholder seg til en hverdag preget av automatiserte kontrollsystemer. I overført betydning krever dette en forståelse av konteksten togførere jobber i, og hvordan togfører ivaretar sine sikkerhetsrelaterte arbeidsoppgaver. Dette vil kunne gi innsikt i den praksisen togførere har etablert for å forsikre at de kan gjøre T-banen trygg – altså fungere som tiltenkt barriere. Deretter må denne praksisens vurderes opp imot potensielle endringer som følge av implementeringen. Først når dette foreligger kan det gjøres en vurdering av om økt automasjon påvirker de lokale faktorene, og undergraver togfører som barriere.

3.4.2 Automasjonens effekt på mennesker

I delen av kapitlet går det gjennom konsepter om hvordan automasjon kan påvirke mennesker, og hva som er forutsetningene for at de skal være gjeldende. Av ressursmessige hensyn har vi avgrenset til de mest fremtredende konseptene, samt de som fremstår som mest aktuelle i overgangen GoA 2.

Tap av årvåkenhet som konsekvens

Fremskritt innen automasjon har medført at flere operatører går fra å ha en kontrollfunksjon til en overvåkningsfunksjon. Som konsekvens har *vigilance*, oversatt til "årvåkenhet", blitt en mer sentral egenskap hos systemoperatører enn tidligere (Warm, Parasuraman & Matthews, 2008: 434). Årvåkenhet referer til et individs evne til å opprettholde oppmerksomhet over en lengre tidsperiode, slik at han er i stand til å skille mellom viktige og uviktige signaler. Fokuset på årvåkenhet kan spores tilbake til at manglende årvåkenhet hos operatører i semi-automatiserte systemer har vært årsaksforklaringen for flere ulykker (Molloy & Parasuraman i Warm et al, 2008: 434).

En forklaring på denne utfordringer har vært at operatører i semi-automatiserte systemer ofte arbeider med monotone og repeterende oppgave. Mangel på stimuli har vært forklaringen på at operatørene opplever *vigilance decrement*, heretter omtalt som “tap av årvåkenhet” (Warm et al, 2008). Dette paradigmet har videre blitt definert innen årvåkenhetsforskningen som motivasjonsteorien. Teorien har i nyere tid blitt møtt med sterk kritikk og er i ifølge Stearman & Durso (2016) nærmest erstattet med ressursteorien.

Ressursteorien skiller seg fra motivasjonsteorien ved å karakterisere årvåkenhet som en mentalt belastende oppgave. I dette perspektivet har operatører en gitt mengde mentale ressurser tilgjengelig som kan disponeres til oppgaver som involverer årvåkenhet. Utfordringen med automasjon har vært at flere operatører får et overvåkningsansvar, som igjen er svært mentalt belastende. Det er dermed ikke manglende stimuli som medfører tap av årvåkenhet, men manglende kapasitet til å prosessere informasjon (Warm et al, 2008). Den mentale kostnaden forbundet med årvåkenhet er derimot ikke statisk. Den mentale belastningen årvåkenhet medfører differensieres ut ifra ulike kjennetegn ved arbeidsoppgavene. Warm et al., (2008) peker på at det mest betydningsfulle kjennetegnet er hvorvidt oppgaven krever suksessiv eller simultan årvåkenhet.

Årvåkenhet innebærer å fange opp spesifikke signaler fra omgivelsene. Suksessive oppgaver innebærer at operatøren må sammenligne signalene han observerer ut fra en standard som han har tilgjengelig i arbeidsminne. Simultane oppgaver innebærer at differansen mellom kritiske og ikke-kritiske signaler er tilgjengelig i det som observeres. I denne sammenheng er det ikke behov for at operatøren bruker arbeidsminne som referanseramme. Dette gjør at simultane oppgaver er mindre mentalt krevende enn suksessive (Parasuraman, 1979 i Warm et al., 2008). Videre trekkes det frem fire ytterligere faktorer som påvirker kostnaden av å være årvåken. For det første vil økende antall inntrykk kreve mer av operatørens oppmerksomhet når de skal identifisere og bearbeide hvilke signaler som er kritiske. Videre vil årvåkenheten koste mer ressurser dersom signalene oppfattes som irregulære og uforutsigbare. Dette forsterkes dersom det er usikkerhet knyttet til hvor signalet kan oppstå - med andre ord gjelder dette situasjoner hvor det vanskelig ha en forventning til hvor og når signalet inntreffer. Til slutt trekker

Parasuraman (1979, gjengitt i Warm et al., 2008) frem at multitasking kan være med på å øke kostnaden ved å være årvåken.

Utfordringen med årvåkenhet relatert til automasjon i ressursteorien er at automasjonsoppgaver medfører liten grad av “task engagement” (Warm et al., 2008). Det vises til at operatører som utfører årvåkenhetsoppgaver ofte uttaler at oppgavene generer stress, opplevd trøtthet, lavere oppmerksomhet og kjedsomhet. Årsaken til dette ifølge Warm et al. (2008) at årvåkenhetsoppgaver medføre lite entusiasme og interesse. “Task engagement” kobles opp mot at operatører får redusert mental kapasitet til å være årvåken.

En forutsetning gjort i oppgaven er at togfører representerer en barriere i framføringen av T-banen. Ressursteori og task engagement gir grunnlag for å diskutere om innføringen av GoA 2 vil medføre endringer som påvirker togførers forutsetninger til å være årvåken.

Tap av ferdigheter som konsekvens

I luftfartsindustrien har det vært en bekymring for at økt automasjon kan medføre tap av flyverkompetanse (Ebbatson, Harris, Huddleston & Sears, 2010; Casner, Geven, Recker & Schooler, 2014; Haslbeck & Hoermann, 2016). Moderne kommersiell luftfart i dag er i stor grad preget av automasjon, og pilotens rolle har beveget seg vekk fra manuell flyvning til overvåking av automatiserte systemer (Ebbatson et al., 2010). Wood (2004) antyder at piloter som opererer flymaskiner med høy grad av automasjon vil kunne oppleve at deres manuelle ferdigheter går i oppløsning. En mulig årsak ifølge Wood (2004), er at automasjonen i cockpit reduserer pilotenes mulighet til å praktisere manuell flyving i de daglige operasjonene (Wood, 2004; Haslbeck & Hoermann, 2016).

En studie av Haslbeck & Hoermann (2016) diskuterer innflytelsen trening har på piloters finmotoriske flyveferdigheter. Bakgrunnen for studien er en debatt om at langdistanse flymannskap får mindre manuell flyvertrening enn piloter som primært flyr kortere ruter. Pilotene har færre flyvninger per måned, i tillegg til at det er en intensiv bruk av automatikk i operasjonene. Et av funnene til Haslbeck & Hoermann (2016) var at pilotenes evne til å manøvrere flyet manuelt ble erodert på grunn av manglende mulighet til å praktisere

ferdighetene. Resultatene fra studien pekte på at hyppigheten av manuell flyvning spilte en betydelig større rolle på pilotenes finmotoriske evner, enn hvor lenge siden pilotene gikk ut fra flyverskolen og erfaringen de har bygd seg opp siden. Det kan poengteres at en lignende studie gjennomført av Ebbatson et al. (2010) konkluderte med at fersk manuell flyerfaring økte pilotenes evne til å håndtere en krevende manøver uten hjelp fra flyets automatiserte systemer. Haslbeck & Hoermann (2016) foreslår at de finmotoriske evnene vedlikeholdes gjennom økt trening av manuelle evner.

Mangelfulle muligheter til å praktisere manuell flyvning ser dermed ut til å resultere i en viss erosjon av manuell kompetanse. Hvor operasjonelt utslagsgivende denne erosjonen er tyder derimot på å være noe mer usikkert. Casner et al (2014) argumenterer for at selv om det er vist en sammenheng mellom reduserte manuelle ferdigheter og manglende praktisering, utgjør pilotenes feil ingen særlig operasjonell betydning. Forutsetningen for dette er ifølge Casner et al. (2014: 1514-1515) at piloter i utgangspunktet har høy grad av mestring innen de manuelle ferdighetene før de begynner i kommersiell drift.

Forskningen på automasjonens innvirkning på manuelle ferdigheter i luftfarten viser at automasjon kan medføre tap av manuelle ferdigheter dersom mulighetene til å praktisere blir færre. Den operasjonelle betydningen er derimot mer tvetydig, forutsatt at de manuelle ferdighetene er godt innøvd i utgangspunktet. I T-banen vil overgangen til GoA 2 medføre at den manuelle kjøringen blir overført til ATO, og togfører vil få reduserte muligheter til å utføre manuell kjøring. Utgangspunktet for Sporveien i dag er derimot ikke komplett manuell kjøring, men preget av en viss fartsregulering innen rammevilkårene gitt av ATP. For at tap av manuelle ferdigheter skal påvirke sikkerheten må det derfor redegjøres for om endringen påvirker dagens praksis.

3.5 Oppsummering teoretiske rammeverk

Det teoretiske rammeverk tar utgangspunkt i automasjon som en prosess der oppgaver overføres fra individ til system. I overgangen til CBTC og GoA2 betyr dette at togfører får færre arbeidsoppgaver og blir mindre involvert i togkjøringen. Teorien om organisatoriske ulykker

benyttes for å forstå hvordan endring av teknologi kan påvirke organisasjonens forsvar i dybden. Deretter gjøres det rede for effekten av økt automasjon i form av redusert årvåkenhet og tap av manuelle ferdigheter. Hvor utslagsgivende effekten blir vil være avhengig av togførernes nåværende praksis og hvilken operasjonell virkelighet praksisen er tilpasset. Litteraturen har vist hvordan endringer kan medføre latente betingelser som forplanter seg videre i organisasjonen, og resulterer i svekkede barrierer. I et organisasjonsperspektiv er det derfor nødvendig å styre menneskelige operatører slik at de yter sin funksjon som tiltenkt.

4. METODE

Kapittelet har til hensikt å beskrive fremgangsmåten for datainnsamlingen, og begrunne valgene som har blitt tatt underveis. Dette innebærer en gjennomgang av forskningsdesign og -strategi, og en begrunnelse for studiens metodiske tilnærming. Videre presenteres gjennomføringen av datainnsamlingen. Til slutt foreligger det en avsluttende diskusjon om styrker og svakheter ved studien med utgangspunkt i validitet og reliabilitet.

4.1 Forskningsdesign og -strategi

Studien har til hensikt å svare på følgende problemstilling: “*Hvordan kan økt automasjon på T-banen hemme togførers evne til å fungere som sikkerhetsbarriere?*”. Den formulerte problemstillingen synliggjør studiens empiriske kilde, Sporveien implisitt i “T-banen”, og mer spesifikt togførerne deres. For å undersøke problemstillingen innebærer det at vi tilegner oss kunnskap om sikkerhetsorganisasjonen, og i tillegg til hva det vil si at en togfører er en sikkerhetsbarriere. Det kreves også at vi har en innsikt i hva automasjonsøkningen innebærer. Dette blir mer eksplisitt konkretisert i forskningsspørsmålene:

- I. Hvordan kan økt automasjon påvirke togførers arbeidsforhold?
- II. Hvordan påvirker økt automasjon Sporveiens mulighet til å anvende togfører som Sikkerhetsbarriere?

Ifølge Blaikie (2010) utgjør forskningsspørsmålene den viktigste delen av forskningsdesignet, fordi spørsmålene legger rammene for *hva* som skal samles inn av data og *hvordan* det utføres. I den forstand er det forskningsspørsmålene som avgjør forskningsstrategien. Denne studien har lagt til grunn både en *abduktiv* og en *retroduktiv* forskningsstrategi. Abduksjon handler om å forstå sosiale prosesser gjennom beskrivelser og forklaringer fra sosiale aktører (Blaikie, 2010). Dette innebærer å få tilgang på den tause kunnskapen. At kunnskapen er taus, eller implisitt, innebærer at den er vanskelig å sette ord på (Lai, 2013). Derfor vil en viktig del av abduktiv forskning være å gjøre taus kunnskap eksplisitt. Blaikie (2010) peker på at kunnskapen anskaffes primært gjennom samtale med aktørene. Det betyr at hvis vi ønsker å sette ord på togførers evne til å utgjøre en sikkerhetsbarriere må vi prate med dem. Det er kun togførerne selv som kan settes

ord på praksisen deres.

Retroduktiv forskningsstrategi tar utgangspunkt i en observert regularitet, hvor målet er å finne forklaring på hvorfor regulariteten oppstår. Mening dannes gjennom å identifisere forhold som er ansvarlige for å produsere regulariteten og synliggjøre konteksten aktiviteten inngår i (Blaikie, 2010). Litteratursøket vårt resulterte i et stort antall forskningsartikler om dokumenterte automasjonseffekter i luftfartsindustrien. Tidligere forskning har vist en observert regelmessighet hvor piloter får redusert tillit, årvåkenhet eller ferdigheter som følge av økt automasjon i cockpit. Forskingen vår undersøker om utfordringene kan være de samme i T-banen og hvorfor. Vi har gjennomført en systematisk analyse av togførere og hvilke organisatoriske forhold de jobber under. Det andre forskningsspørsmålet legger opp til en retroduktiv forskningsstrategi fordi at det krever at vi kartlegger konteksten togførere arbeider i, hvilket betyr at vi trengte data fra andre kilder enn kun togfører. For å oppnå kunnskap om konteksten har vi intervjuet flere andre roller i organisasjonen som har en viss relasjon til togførere.

Ofte er det ikke åpenbart hvilke forhold som produserer regulariteten, og heller ikke hvordan eller hvorfor regulariteten forekommer. Derfor krever en retroduktiv tilnærming at vi undersøker konsekvensene av disse (Blaikie, 2010): Er det for eksempel visse trekk ved organisasjonen som gjør at togfører kan fungere som en sikkerhetsbarriere i dag? Hva er det som fremmer årvåkenhet hos togførere? Eller motsatt. Dersom forskningen klarer å påvise konsekvenser, vil vi etter en retroduktiv tilnærming kunne se om automasjonseffektene har potensial til å oppstå. Formålet med studien vår er ikke å komme frem til en absolutt sannhet eller predikere fremtiden. Det handler i stor grad om å beskrive, forklare og drøfte et fenomen og dens potensial til å manifestere seg i T-banen.

4.2 Metodisk tilnærming

For å svare på undersøkelsens problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål var det nødvendig å få tak i detaljerte beskrivelser av T-banen som organisasjon og togførere som individ. Det ble derfor benyttet en kvalitativ tilnærming. Gitt at vi har fordypet oss i et spesifikt

sosialt fenomen, om hvordan ny teknologi kan påvirke individ og organisasjon, kan studien videre omtales som en casestudie av T-banen.

For å samle inn datamaterialet valgte vi å gjennomføre kvalitative intervjuer. På grunn av vår teoretiske tilnærming hadde vi tidlig et inntrykk om at togførers evne til å fungere som en barriere kunne være knyttet til hans kognitive ferdigheter, så vel som kjøretekniske. Dette er taus kunnskap som ikke nødvendigvis er nedfelt i skrevne dokumenter. Intervju er en metode som kan fange opp slike aspekter. Det var derfor viktig for oss å komme i dialog med togførere for å få tilgang til deres refleksjoner om hvordan de identifiserer farer – altså deres bevissthet på sikkerhet. Med intervju som metode har vi fått anledning til å stille spørsmål som fanger opp ellers implisitte aspekter ved togførers arbeidsutførelse.

Et annet argument for å benytte seg av kvalitative intervjuer er at studien vår undersøker en potensiell tilstand. Det er flere år til CBTC er implementert i Oslo T-banen, og hvorvidt økt automasjon har en faktisk effekt på togfører og organisasjonen er ikke avgjort ennå – fordi det er snakk om fremtiden. Dette medførte at det var i utgangspunktet begrenset mengder tilgjengelig data på det aktuelle tidspunktet for undersøkelsen. Til slutt hadde vi et behov for å forstå hvordan organisasjonen tenker og tilrettelegger for sikkerhet. Gjennom å ta i bruk intervju, fremfor kvantitative spørreundersøkelser, sikret vi oss mer utfyllende data ved at metoden åpnet rom for refleksjoner og subjektiv meningsutveksling. Dette gjorde at vi ble kjent med organisasjonen og deres praksis på en annen måte enn hvis vi var begrenset til tall og måling.

Oppsummert taler argumentene for å et kvalitativ casestudie for å svare på problemstillingen. For å tilfredsstille dybdekravet som casestudier av natur forutsetter, har datainnsamlingen vår basert seg på primærdata samlet inn gjennom kvalitative intervjuer.

4.3 Datainnsamling

Den initierende kontakten med Sporveien ble etablert allerede i oktober 2017. Kort tid etter vi bestemte oss for å samarbeide om hovedoppgaven sendte vi en skriftlig forespørsel til en av kontaktpunktene våre i organisasjonen. Over et telefonmøte i desember fikk vi bekreftelse på at

vi kunne skrive oppgaven for dem. Utvelgelsen av informanter startet i forbindelse med et initierende møte på Sporveiens lokaler på Tøyen i begynnelsen av februar 2018. Vi hadde på forhånd gjort en vurdering om hvilke roller vi ønsket å komme i kontakt med og hvilken informasjon aktørene kunne bidra med i studien. På møtet fikk vi ytterligere forslag om aktuelle informanter som videre modererte utvelgelsen vår. Utvelgelsen kan derfor ansees som en snøballmetode (Thagaard, 2013).

4.3.1 Forberedelsene til datainnsamlingen

For å forberede oss til intervjuene skisserte vi et informasjonsskriv og en standard intervjuguide. Informasjonsskrivet ble distribuert til informantene i forkant av intervjuene og inneholdt praktiske opplysninger om studien og utførelsen av intervjuene, samt en forespørsel om å bruke båndopptaker (Vedlegg 1). Det var viktig for oss at informantene ble gjengitt så nøyaktig som mulig i deres beretninger, hvor lydopptak ble et grep for å sikre troverdigheten og påliteligheten i studien. Hensikten med skrevet var sørge for at informantene hadde tilgang på nødvendig informasjon om deres deltakelse og for å avklare formalitetene i forkant av intervjuene. I tillegg ønsket vi at informantene var godt informert på forhånd om studiens frivillighet og deres rettigheter til å avbryte deltakelsen ved behov. Thagaard (2013) omtaler dette som informert samtykke.

Vi skisserte en standard intervjuguide, som ble videre tilpasset etter informantens rolle og posisjon i organisasjonen. Studiens empiriske fokus er togførere og forholdene rundt dem i Sporveien, og derfor ble intervjuguiden strukturert etter temaer nært anliggende problemstillingen og forskningsspørsmålene. Spørsmål om togførers arbeidsutførelse og – oppgaver var gjennomgående temaer i flere av intervjuene, men ble spesifisert i henhold til respondentenes posisjon og arbeidsområde. For eksempel var fokuset i intervjuet med lederen for kompetansesenteret knyttet til utdanningen til togførere og hvordan togførere læres opp til å håndtere avvikssituasjoner, mens i intervjuet med sikkerhetsstaben var vi mer interessert i å kartlegge hvilken funksjon førerne utgjør i det risikoreduserende arbeidet. På lik linje var vi på jakt etter informasjon om hvordan førere selv mener de påvirker sikkerheten og hvilke egenskaper som fremmer sikkerheten i T-banen, og dette ble naturlige spørsmål i samtale med førerne.

Det ble i tillegg gjort en forhåndsvurdering av den praktiske gjennomføringen av intervjuene. Vurderingen var knyttet til rollefordelingen i intervjuene, hvor vi besluttet at vi skulle bytte på hvem som stilte spørsmål i hvert enkelt intervju. Mer spesifikt gikk tilnærmingen ut på at en av oss inntok den aktive rollen som ordstyrer i intervjuet, mens den andre hadde en mer lyttende rolle og noterte underveis. Hensikten med strategien var at informanten fikk en person å forholde seg til under intervjuet, uten å føle seg overstyrt av to intervjuere. Samtidig kunne den passive parten fange opp elementer som ordstyrer ikke fikk med seg og komme med innspill

4.3.2 Gjennomførelsen av intervjuene

Datainnsamlingen bestod av to intervjurunder. Hovedvekten av datainnsamlingen fant sted over en to dagers periode i midten av mars 2018. I den forbindelse gjennomførte vi seks individuelle intervjuer og et gruppeintervju. For oss var det viktig at intervjuene ble organisert over en relativt kort tidsperiode med hensyn til avstanden mellom Oslo og Stavanger. Vi var samtidig opptatt av at intervjuene skulle være ansikt til ansikt-intervjuer, og ikke tatt over telefon så lenge det lot seg gjøres. Det ble derfor lagt opp til et intensivt opplegg i Oslo, hvor vi hadde tre intervjuer i løpet av den første dagen og resten dagen etterpå. Alle intervjuene ble utført på møterom i Sporveiens lokaler og hadde en gjennomsnittlig varighet fra 30 minutter til en time.

Intervjuene startet med en kort presentasjon av oss selv og studien. I noen av intervjuene hadde ikke informanten lest informasjonsskrivet på forhånd, og vi gikk derfor fortløpende gjennom de viktigste opplysningene muntlig med vedkommende. Samtlige informanter ga samtykke til bruk av båndopptaker, som bidro til at vi fikk en god flyt i samtalene. Vi la opp intervjuene til å være semistrukturerte, som innebar at intervjuguidens funksjon var å veilede oss gjennom samtalen. Semistrukturen åpnet opp for at vi fikk tilgang på refleksjoner som vi ikke hadde høyde for på forhånd ved utarbeidelsen av intervjuguiden. Tilnærmingen sørget også for at vi fikk en friere dialog med mulighet til å stille oppfølgings spørsmål der vi følte at det var nødvendig.

Den første intervjurunden synliggjorde et behov for ytterligere intervjuer. For det første kom det frem at trafikkleder spilte en viktig rolle i samspeillet med togførere. Vi tok kontakt med kontaktpersonen vår i organisasjonen, som henviste oss til riktige instanser. Intervjuet med

trafikklederen ble gjennomført i mai. For det andre så vi et behov for å få tilgang på data knyttet til andre T-baner som hadde CBTC. Det ble derfor etablert kontakt med S-Tog i Danmark, gjennom forbindelsene til CBTC-prosjektet i Sporveien. Det ble videre sendt en forespørsel i slutten av mars 2018, som resulterte i to intervjuer til i mai.

Den andre intervjurunden foregikk også over en to dagers periode. Informantene fikk også i denne sammenheng tilsendt informasjonsskrivet på mail. Ettersom vi hadde besluttet på forhånd å gjennomføre intervjuene med informantene fra S-Tog på engelsk, foretok vi en justering av informasjonsskrivet og tilbød dem en norsk og engelsk versjon (Vedlegg 2). Intervjuene ble gjort over telefon med hensyn til gjenstående tid før innlevering av oppgaven. Hensikten med intervjuene var å få bekreftelse og supplere den første intervjurunden fra mars. Dette innebar at intervjuguidene ble tilpasset av allerede innskrevet empiri, slik at vi fikk presise svar på akkurat det vil lurte på. Formatet fra intervjuet skilte seg ut fra ansikt til ansikt intervjuene, men var en nødvendig metode for å få innsikt i trafikkleders rolle og hvordan implementeringen av CBTC hadde opptrådt i Danmark.

4.3.3 Utvalg og presentasjon av studiens informanter

Problemstilling og forskningsspørsmål legger rammebetingelsene for hvem som skal intervjues (Blaikie, 2010). Innenfor kvalitativ forskning handler det ikke nødvendigvis om å sammenligne enheter, som er vanlig i kvantitative studier, men om å få innsikt i meninger og forklaringer fra enkeltpersoner som er relevante for problemstillingen (Ryen, 2002). Ofte innebærer dette at kvalitative undersøkelser tar utgangspunkt i mindre utvalg enn kvantitative. Miles og Huberman (1984) diskuterer fallgruven ved for små utvalg og anbefaler et variert utvalg med informanter. I den forbindelse anbefaler forfatterne: “go to the meatiest, most study-relevant sources” (Miles & Huberman, 1984: 42). Dette har vi måtte ta høyde for når vi har kartlagt Sporveien som system. I den forbindelse har vi totalt intervjuet 11 aktører, som kan på hver sin måte belyse ulike sider ved problemstillingen. Med hensyn til anonymisering blir ingen av disse nevnt ved navn og blir omtalt basert på stillingstittel. *Tabell 1* viser en oversikt over alle informantene:

Informant	Beskrivelse
Togfører A	4 års arbeidserfaring som togfører i Sporveien T-banen. Ansvar for togframføring.
Togfører B	10 års arbeidserfaring som togfører i Sporveien T-banen. Ansvar for togframføring.
Togfører C	7 års arbeidserfaring som togfører i Sporveien T-banen. Ansvar for togframføring.
Sikkerhetsrådgiver	Ansatt som sikkerhetsrådgiver i Sporveien T-banens sikkerhetsstab siden 2009.
Sikkerhetssjef	Ansatt som sikkerhetssjef i Sporveien T-banen siden oktober 2017.
Analysesjef	Ansatt som analyse- og strategisjef. Har jobbet i T-banen i 15 år.
Opplæringssjef	Leder for Sporveiens kompetansesenter, har jobbet for Sporveien i 14 år i ulike roller.
Delprosjektleder	Ansatt i Sporveien i 13 år som togfører, trafikkleder og nå delprosjektleder i CBTC-prosjektet.
Operativ leder	Trafikkleder med operativt ansvar. Har jobbet 18 år i T-banen, med 15 år på driftsentralen.
Seksjonsleder	Ansatt i S-Tog i 9 år. Var togfører inntil tre år siden og er nå seksjonsleder for togførere.
Dansk Togfører	Ansatt som togfører i S-Tog i 9,5 år. Har erfaring med kjøring i CBTC.

Tabell 1: Informantoversikt med tittel, rolle og arbeidserfaring gitt i år.

Først og fremst plasserer problemstillingen togførere i fokus. Togførerperspektivet er et viktig bidrag for å forstå hvordan togførere fungerer som en sikkerhetsbarriere. Vi gjennomførte intervju med tre togførere fra Sporveien med arbeidserfaring som varierte fra fire til ti år. Den andre siden av problemstillingen forutsetter data som beskriver forholdene rundt togførere. I den forbindelse baserte utvalget seg på informantenes stilling og ansvarsområde i organisasjonen.

For å få innsikt i selve sikkerhetsstyringen til Sporveien intervjuet vi *Sikkerhetssjef* og *Sikkerhetsrådgiver* fra sikkerhetsstaben. Foruten faglig støtte i prosjekter og organisasjonen generelt, arbeider sikkerhetsstaben med oppfølging av T-banedriften for å sikre at den går trygt til enhver tid. *Analysesjef* arbeider med den daglige forståelsen av kapasiteten til T-banen, hvilket innebærer blant annet antall tog Sporveien er i stand til å kjøre på linjene, hva som er best kjøretider eller å finne nye kombinasjoner for å forbedre kapasiteten og kvaliteten til T-banen. Forståelsen informanten har om T-banen kan være med på å gi oss innblikk i det større bilde med hensyn til togførere. *Opplæringssjef* er leder for kompetansesenteret i Sporveien, og det er her opplæringen til togførere faller inn under. Data fra opplæringssjefen vil være med på å kartlegge den formelle opplæringen til togførere og synliggjøre mekanismer organisasjonen har i dag for å ivareta togførere sin kompetanse etter utdanningen.

Delprosjektleder er tilknyttet CBTC-prosjektet under stillingstittelen “delprosjektleder for operasjonell drift”. Han har vært ansatt i Sporveien i 13 år. Åtte av årene arbeidet han som trafikkleder og før det var han ansatt som togfører. Informanten har bred erfaring fra ulike deler av organisasjonen, og det er denne erfaringen som gjør at han kan uttale seg om forhold som berører både togførere og trafikklidere. Den siste informanten fra Sporveien er *Operativ leder*, som representerer trafikkleddelsen i studien. Trafikkleddelsen sitter på driftssentralen og har i oppgave å overvåke trafikken og sørge for at sikkerheten blir ivaretatt på T-banen. Informanten er trafikkleder i utgangspunktet, men har et operativt ansvar. Dataene gitt i denne sammenheng kan være med på å beskrive kommunikasjonen mellom togførere og trafikkleddelsen relatert til hendelser i driften. I tillegg kan perspektivet vise hvordan trafikkleder kan fange opp sikkerhetsmessige trender og kompetansebehov hos togførerne.

Informantene som har blitt presentert frem til nå har direkte relasjon til Sporveien. For å kunne si noe hvordan CBTC fungerer i praksis oppsøkte vi S-Tog i København, tilsvarende T-banen i Oslo. Intervjuene med *Dansk togfører* og *Seksjonsleder* hadde til hensikt å belyse deres erfaring med CBTC og hvordan de opplever automasjonsøkningen. *Seksjonsleder* var togfører inntil tre år siden og er i dag seksjonsleder for togførere. Han har et personalansvar for førerne og ansvar for punktlighet. *Dansk togfører* har jobbet i S-Tog i ni år og har erfaring med kjøring både i CBTC og den eldre konfigurasjonen.

4.3.4 Bearbeidelse av intervjudata

Etterfulgt av datainnsamlingen kom arbeidet med å behandle datamaterialet vårt og gjøre det håndterbare for videre analyse. Siden vi brukte båndopptaker som hjelpemiddel i intervjuene, var det første steget transkribere lyd til tekst. Vi brukte programvaren «Nvivo 11» for dette formålet. Overføringen resulterte i store dokumenter som måtte bearbeides ytterligere for å trekke ut essensen fra de kvalitative dataene. Datareduksjonen var en omfattende prosess og bestod av å plassere dataen i kategorier. Kategoriseringen innebærer en forenkling av dataene som dem mer håndterbare for tolkning (Blaikie, 2010). Dataene fra den første intervjurunden ble delt inn følgende 13 kategorier: arbeidsoppgaver; arbeidshverdag; avvikshåndtering; avviksrapportering; fareidentifikasjon; kontekst; kompetansetap; opplæring og utvikling; Oslo T-bane; samspill;

sikkerhetsstyring; uønsket hendelse; årsak til avvik og oppfølging. Gjennom bruk av kategoriene fikk vi sortert den store mengden med data etter tema. Dette samlet informantenes utsagn slik at vi kunne lettere kunne se sammenhenger i konteksten. Data fra den siste intervjurunden ble ikke kategorisert på samme måte fordi det var et mindre datagrunnlag. Etter dataene var ferdig transkribert brukte vi kunnskapen som vi tilegnet oss i tidligere intervju for å finne nye sammenhenger eller bekreftelse.

4.4 Evaluering av forskningsmetode

Vi bruker validitet for å undersøke om studien vår måler det vi ønsket å måle. Validitet forstås i denne sammenheng som studiens gyldighet (Jacobsen, 2015; Ringdal). Metodelitteraturen skiller mellom ekstern og intern validitet. Diskusjonen vår avgrenses til intern validitet, ettersom ekstern validitet handler om studiens egnethet til å generalisere resultatene. Hensikten med studien har vært å belyse et fenomen. T-banen er et større system med omtrent 400 togførere, og hele konsernet Sporveien har 3600 ansatte (Sporveien, n. dc; Valmot, 2016). Med hensyn til tid og egen kapasitet har vi trukket et mindre utvalg fra T-banen bestående av tre togførere, en trafikkleder og fem mer strategiske roller.

Utvalget har blitt valgt ut med et bestemt formål: å gi kunnskap om T-banen og forholdene rundt togfører. Ved å gå for kunnskapsrike og relevante kilder, som kan på hver sin måte belyse ulike sider av organisasjonen, har utvalget vårt en relevans for studien: men det tilfredsstillende likevel ikke overførbarheten. Det styrker derimot studiens interne validitet, som er en diskusjon om gyldigheten til datakildene våre. Et spesifikt grep vi gjorde for å sikre den interne validiteten var at vi utførte et ekstra intervju i Sporveien med trafikkleder. Etterhvert som vi tilegnet oss mer kunnskap gjennom bearbeidingen av intervjudata, forstod vi også mer av konteksten togførere jobber i. Det vi mistenkte allerede under intervjuene ble tydeligere for oss: vi manglet trafikklederperspektivet. Ved å sikre at vi hadde fått tak i de riktige kildene styrket vi studiens interne validitet (Jacobsen, 2015). Vi forsøkte det samme ved å inkludere informanter fra S-Tog i Danmark, men vi innså at vi ikke hadde datagrunnlag for å trekke valide konklusjoner basert på dataen vi fikk tilgang på. Det var likevel en lærerik opplevelse å få hvordan CBTC fungerte i praksis, men store deler ble ekskludert fra studien på grunn av manglende datagrunnlag.

I tillegg til vurderinger knyttet til valg av kilder, må vi også ta høyde for om kildene gir riktig informasjon om fenomenet. Dette kan gjøres basert på en vurdering av kunnskap og nærhet til fenomenet (Jacobsen, 2015). Den nærmeste kilden vi har er togførerne, og det er de som kan gi oss førstehåndsinformasjon av hva det vil innebære å være en togfører. Vi har også overlapp mellom rollene ved at en av informantene våre har tidligere vært både togfører og trafikkleder. Informantene som ikke er direkte knyttet til drift har likevel en tilknytning og ekspertise om feltet sitt. Eksempel på dette er at når vi ønsket å vite mer om togførerne sin opplæring, intervjuet vi opplæringssjefen og spurte togførerne selv. Dette samme gjaldt sikkerhetssjef, analysesjef og trafikkleder. Vi har med andre ord styrket den interne validiteten i studien gjennom å forklare et fenomen gjennom flere uavhengige kilder.

Om funnene våre og konklusjonene vi har trukket faktisk er valide kan sikres gjennom en vurdering av validiteten. Dette kan skje gjennom en vurdering fra oss selv eller fra informantene våre (Ringdal, 2013). I informasjonsskrivet forpliktet vi oss til at dersom direkte eller indirekte uttalelser fra en informant skulle gjengis knyttet til stillingstittel, ville en oversikt bli sendt til den aktuelle informanten for moderering. Dette var et grep for å sikre at gjengivelsene våre fra intervjuene var i samsvar med informantens reelle intensjon med utsagnet. Etter dataen var behandlet fra rådata og blitt del av den empiriske analysen sendte vi en oversikt til informantene dette gjaldt. Slik fikk informantene mulighet til å korrigere oss i situasjoner hvor vi hadde tolket intervjudata feil og bidra med utdypende beskrivelser. Jacobsen (2015: 233) sier at poenget med validering fra respondentene “er å undersøke i hvilken grad respondentene kjenner seg igjen i de resultatene vi presenterer “.

Studies reliabilitet avslutter denne vurderingen og handler om hvordan undersøkelsen kan ha påvirket resultatene våre (Ringdal, 2013). I tillegg til å være en av våre informanter, fungerte også sikkerhetssjefen som vår kontaktperson. Mens vi utlyste hvilke roller vi ønsket å prate med, var det han som fant de konkrete personene vi intervjuet. Spesielt når det gjaldt togførerne kan det diskuteres om hvorvidt resultatene hadde vært de samme om vi hadde pratet med noen andre togførere. Samtidig var vi i en situasjon hvor vi som utenforstående gikk inn i en organisasjon og trengte et kontaktpunkt for navigasjon.

CBTC er et system som vil ha konsekvenser for togførernes hverdag. Det kan derfor være en utfordring ved at de kan være motivert til å gi svar som fremmer deres egne interesser. På den andre siden intervjuet vi en av delprosjektlederene i CBTC-prosjektet som kan ha ønske om å presentere de positive sidene. Inntrykket er derimot at dette ikke var tilfellet. Grunnen er for det første at CBTC-prosjektet ikke skal implementeres før om flere år. Det kan også tenkes at informantene er klar over at vår innflytelse på et så omfattende prosjekt vil kunne være liten. Avslutningsvis var det klart at undersøkelsen har til hensikt å belyse et tema som berører sikkerhet, og i Sporveien var inntrykket at samtlige informanter var opptatt av at T-banen skal være trygg.

5. EMPIRI

Formålet med studien er å undersøke hvordan økt automasjon endrer forutsetningene for togfører som sikkerhetsbarriere i T-banen. Hensikten med empirikapittelet er å presentere resultatene fra datainnsamlingen. Dette vil utgjøre grunnlaget for analysen. Empirien er strukturert etter to nivå, henholdsvis et individ- og et organisasjonsnivå.

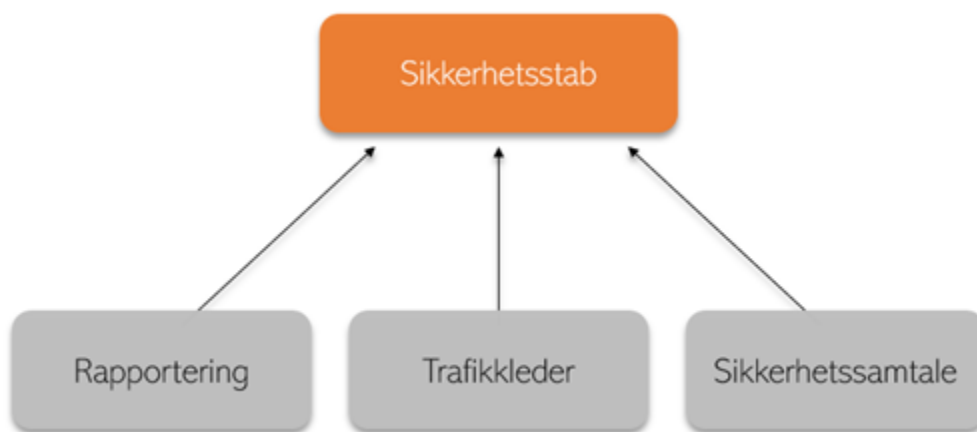
Del 1 er en gjennomgang av hvordan T-banen styrer togførerne. Mer spesifikt presenteres empiri om hvordan T-banen innhenter informasjon om togførernes sikkerhetsmessige prestasjon. Videre gjennomgås empiri som belyser hvordan T-banen sørger for at togførere kan fungere som barriere gjennom opplæring og utvikling. Dette vil samlet kunne gi en forståelse av hvordan T-banen som organisasjonen utvikler og ivaretar togførere som en barriere i togkjøringen.

I *del 2* presenteres empiri om hvordan togførerne i T-banen ivaretar sikkerheten i togkjøringen. Dette innebærer en gjennomgang av hvilke arbeidsoppgaver togførere har og hvordan de utfører arbeidet. I tillegg blir det gjort rede for konteksten togfører operer i. Hensikten er å finne ut hva som er togførernes praksis og hvilken operasjonell virkelighet den er tilpasset. Avslutningsvis vil resultatene fra intervjuene med de danske togførerne presenteres. Hensikten med disse er å belyse eventuelle forskjeller for en togfører i en hverdag med GoA2.

DEL I: Styring i T-banen

5.1 Metoder for informasjonsinnhenting

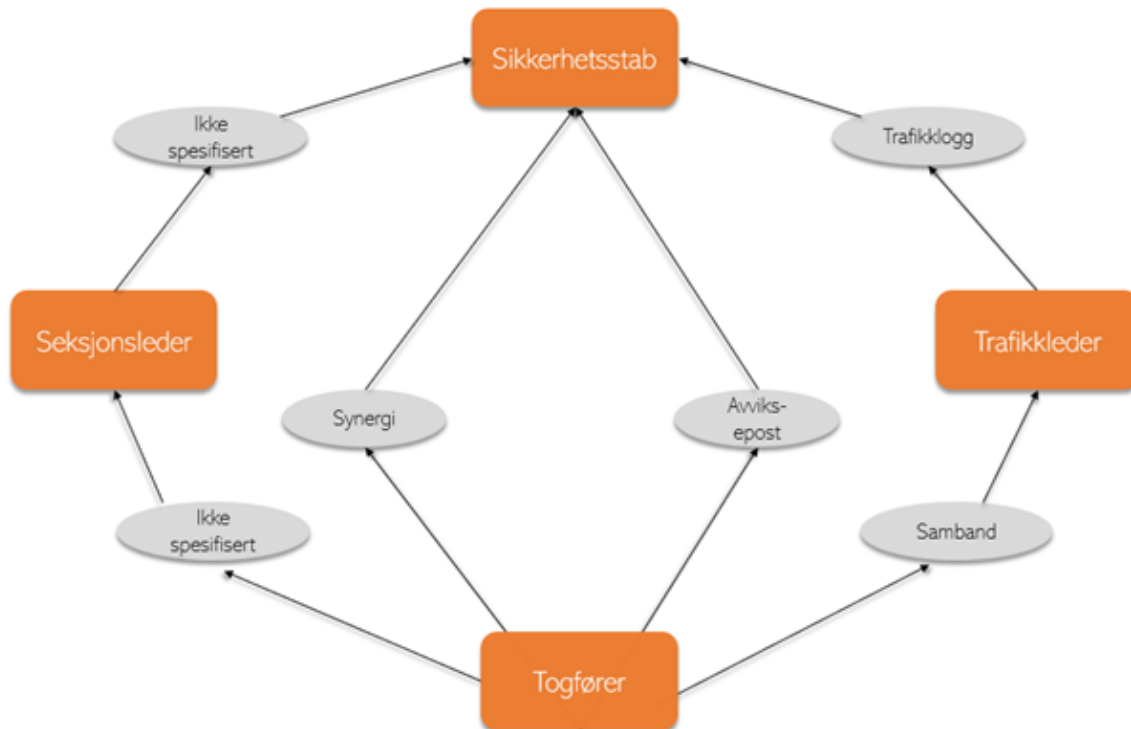
Delkapittelet tar for seg hvordan T-banen innhenter informasjon som kan gi innsikt i utførelsen av togførers ytelse relatert til sikkerhet. I T-banen er det sikkerhetsstaben som har ansvaret for sikkerhetsstyring, og i det er de som fanger opp sikkerhetstrender. Vi har kartlagt hvordan sikkerhetsstaben innhenter informasjon om avvik og hendelser fra driftsorganisasjonen. *Figur 5* gir oversikt over informasjonsflyten. I den sammenheng vil det presenteres empiri relatert til hver av disse elementene.



Figur 5: Metoder for innhenting av informasjon til sikkerhetsstab

5.5.1 Rapportering fra togførere

Det første elementet i informasjonsinnhenting er rapportering fra togførere. Togførere har flere formelle kanaler i T-banen for å kommunisere avvik og hendelser. *Figur 6* er en forenklet fremstilling av tilgjengelige rapporteringskanaler i organisasjonen, og baserer seg på opplysninger fra datainnsamlingen. Figuren inkluderer ulike aktørgrupper i T-banen med utgangspunkt i togførere og avslutter med sikkerhetsstab.



Figur 6: Forenklet modell av rapporteringskanalene i T-banen

Midten av modellen viser kanalene for direkte rapportering fra togførere til sikkerhetsstab. Disse er henholdsvis avviks-epost og Synergi. Avviks-epost er ifølge *sikkerhetsrådgiver* en kanal hvor “alle kan sende inn det de har lyst til å sende inn”. Den eneste begrensningen er sikkerhetsstabens kapasitet til å behandle e-postene. Synergi er et digitalt verktøy for rapportering og håndtering av avvik. Systemet brukes for gi sikkerhetsstaben oversikt over utvikling på visse målepunkt, og kan synliggjør behovet for tiltak.. Forskjellen mellom avviks-epost og Synergi ser ut til å ligge i at avviks-epost gir mulighet for mer detaljerte beskrivelser av det rapporterte forholdet. Dette er basert på at *Togfører A* sier:

Men sånne kritiske ting som mennesker i sporet og nesten påkjørsler skal det skrives rapport på. Hvis ikke kan man bli tatt inn på samtale: “hvorfor har du ikke skrevet det, har du glemte det? Kan du gjøre det nå?” ... For det blir notert ned i en trafikkloggen som vi har. Og de ser det at det ikke er skrevet noen avviksmail som beskriver hva som har skjedd, og hva som er førers erfaring. I slike tilfeller ber de vedkommende å skrive en mail.

Venstre siden av modellen viser rapportering via Seksjonsleder. Seksjonsleder er direkte underlagt administrerende direktør, og er togførerens nærmeste sjef. Rapportering via denne kanalen blir av *Delprosjektleder* beskrevet som «Å prate med sjefen sin rett og slett, å melde en bekymring direkte». Da vil seksjonsleder kunne ta med relevante beskjeder videre til sikkerhetsstaben. *Togfører C* gjør rede for at man ikke typisk rapporterer driftsmessige avvik til seksjonsleder, men heller mer kollegiale forhold som eksempelvis mobbing eller trakassering.

Den høyre siden av modellen viser at en av rapporteringskanalene er via trafikkleder. Driftsforhold som kan ha betydning for trafiksikkerheten skal umiddelbart varsles til trafikkleder. *Operativ leder* viser til at meldingene skal være korte og presise for å sørge for at viktig informasjon ikke går tapt. Intervjuene fra togførere gir inntrykket av at denne kanalen i hovedsak brukes for daglige driftsmessige forhold. Fra trafikkleder vil avvik og hendelser loggføres i trafikkjournalen. Denne gjennomgås ukentlig av sikkerhetsstaben.

5.5.2 Trafikkleder

I tillegg til å være en kapasitet i driften har trafikkledere et ansvar for å oppdage mangler og behov hos togførerne. *Operativ leder* sier følgende:

Vi merker i gitte situasjoner at grunnen til at det ikke fungerte, eller at togføreren bruke for lang tid på dette her, er at vedkommende har for dårlig kompetanse på en ting. Så da er det vår jobb å sørge for at den informasjonen kommer til hans leder. Og da skriver vi rapport.

Operativ leder sier at rapporten er hans egen oppfatning av situasjonen, og det er ikke nødvendigvis fasit. Det blir derfor opp til lederen å beslutte om det er nødvendig å ta en samtale med togfører for å etablere hva behovet er.

5.5.3 Sikkerhetssamtalen

En annen kilde til informasjon er sikkerhetssamtalen. Sikkerhetssamtalen er beskrevet av *Sikkerhetssjef* som et verktøy for å nærmere undersøke sikkerhetskritiske hendelser. Dette for å finne årsak og komme med tiltak. Det gjøres rede for av *Opplæringsjef* at samtalen iverksettes

hvis togførers handlinger medfører brudd på sikkerhetsbestemmelsene. Hun gjør følgende utsagn angående hensikten:

Det kan være at vi avdekker mangel på forståelse, altså at det er noe han ikke har fått med seg fra 10 ukers aspirantkurset, han har glemt ting – for det kan jo skje mennesker, eller uvaner man har lagt seg til og ikke er klar over selv. Så det kan være at vi avdekker en del sånne ting som da krever at vi setter i gang noe aktivitet knyttet til opplæring.

En sikkerhetssamtale iverksettes ved at trafikkleder beslutter å ta en togfører ut av tjeneste.

Deretter vil han bli intervjuet av en instruktør i den hensikt å identifisere hva som var årsaken til bruddet. Instruktøren skriver en rapport som blir kvalitetsvurdert av sikkerhetsjefen, før det eventuelt blir besluttet om det er behov for tiltak. Togførerne beskriver at sikkerhetssamtale ofte er en konsekvens av å kjøre på rødt lys. *Togfører B* sier at det er ulik alvorlighetsgrad på rødlyskjøring, men du skal uansett igjennom sikkerhetssamtalen for å bli klarert. To av informantene gjør beskrivelser som indikerer at det er gjennom denne samtalen at det er mulig å avdekke mer diskre årsaker, som eksempelvis manglende oppmerksomhet.

5.5.4 Oppsummering metoder for informasjonsinnhenting

I delkapitlet er det gjennomgått hvordan sikkerhetsstaben innhenter informasjon om sikkerhetstilstanden på T-banen. For det første kan togførerne benytte flere kanaler for å rapportere avvik og hendelser. Videre er trafikkledere en ressurs som kan oppdage sikkerhetsmessige utviklingstrekk, og melde ifra til togførerens seksjonsleder, som igjen kan bringe det til sikkerhetsstaben. Avslutningsvis er sikkerhetssamtalen et element som kan fange opp mer nyansert informasjon om hvorfor det har oppstått et sikkerhetsbrudd, men den krever at en svikt har skjedd.

5.6 Personellutvikling og opplæring

Delkapitlet presenterer empiri om hvordan T-banen utvikler, og ivaretar togførernes evne til å kjøre tog.

5.6.1 Opplæring

Opplæringen for å bli togfører består av et ti ukers aspirantkurs. Kursstrukturen har både en teoretisk og praktisk tilnærming bestående av undervisning, kjøring, samt muntlig og skriftlig eksamener. Aspirantkurset blir beskrevet av *Opplæringsssjef* som praksisrettet, og aspirantene er tidlig ute i feltet. De første tre ukene av kurset består av teorigjennomgang med fire dager teori og en dag med praksis. Dette innebærer at allerede på den femte dagen i uke 1 av kurset blir aspirantene satt i førersetet for å kjøre sammen med en jobbinstruktør på toglinjen. Etter hvert som aspirantene kommer lenger ut i kurset blir andelen kjøring større.

Siste uke før eksamen avholdes “erfaringsdager”. Formålet med opplegget er å fange opp eventuelle opplæringsbehov hos aspirantene, og sikre at alle har vært gjennom alle delene av undervisningen slik at det ikke oppstår hull i kompetansen. Dette innebærer at dersom det er områder aspirantene ikke har kommet seg igjennom på de ni foregående ukene, blir det kjørt en ekstra runde på det. Eksempler på aktiviteter som kan finne sted på erfaringsdagene er inn- og utkjøringer på Ryen eller befarings på Stortinget stasjon, for å vise aspirantene hvordan en typisk hverdag der kan være. En av togførerne forteller at tidspunktet for opplæring kan ha betydning for hvorvidt aspiranten får oppleve å kjøre på glatt skinnegang før de har blitt togførere:

La oss si at opplæringen er fra og med april til midten av juni/juli så får du ikke noe opplæring på glatt skinnegang på høsten. Det må du lære deg selv, alene. Så det spørs når på året du får opplæring.

Det kommer frem at simulator brukes i opplæringen som en metode for å øve på avvik som ikke kan gjenskapes på linjen. *Opplæringsssjef* forteller at «det er sjeldent at vi har mulighet til å lage situasjoner ute på linja. Men vi vet jo at de oppstår». I simulatoren trenes det på alt fra stopping ved stoppmerker til generell håndtering av toget ved større driftsavvik.

Det kommer frem at det er tilrettelagt for at togførerne kan selv melde inn behov for opplæring til kompetansesenteret. To av togførerne nevner at dersom en togfører er usikker på noe ved kjøringen så kan vedkommende få med seg en instruktør under kjøringen. På den andre siden er inntrykket at denne muligheten blir lite brukt. Flere viser til at det ofte er uformelle kanaler som benyttes dersom førerne har noen oppklarende spørsmål knyttet mot jobbutførelse.

5.6.2 Ivaretagelse og utvikling av kompetanse

Hvert andre år organiseres det et repetisjonskurs. Kurset har til hensikt å ivareta kunnskap om beredskap, sikkerhet og driftsreglementet til T-banen. I denne sammenheng er drifts- og sikkerhetsbestemmelsene et regelverk som alle i T-banen må følge. Det innebærer at alle togførere må gjennom prøver annethvert år. *Operativ leder* sier at på denne måten har alle den samme sikkerhetskulturen. Han forteller at alle skal være kjent med sikkerhetsprinsippene i T-banen før man beveger seg ut på nettet. I tillegg organiserer kompetansesenteret “åpne simulator dager”. Simulator dagene skjer i samråd med en instruktør med utvalgte temaer og scenarioer. Det er et frivillig opplegg som er åpent for alle som har lyst til å komme innom, men det er så ikke mange som benytter seg av tilbudet ifølge *Opplærings sjef*.

Utover simulator dager er det tilrettelagt for at togførerne kan selv melde inn behov for opplæring til kompetansesenteret. To av togførerne nevner at dersom en togfører er usikker på noe så kan vedkommende få med seg en instruktør under kjøringen. På den andre siden er inntrykket at denne muligheten blir lite brukt. Flere viser til at det ofte er uformelle kanaler som benyttes dersom førerne har noen oppklarende spørsmål knyttet mot jobbutførelse.

En uformell arena for erfaringsdeling er “møteplassen”. Møteplassen er kantina til Sporveien på Tøyen, hvor togførerne tilbringer pausene sine. Her sitter også førere med “møtetjenester”, som oppholder seg på møteplassen i påvente av at det skal være behov for dem på linjen. Møteplassen blir beskrevet som en arena for lavterskel “kollegaskrav”. På møteplassen snakker togførerne om hendelser, spør hverandre om råd eller oppklaring relatert til sikkerhets- og driftsspørsmål. En togfører forteller at dersom noen er usikker på noe kan han rådføre seg med andre førere. Han sier at det er utbredt, og at det er en viss ærlighet mellom togførere ved å kunne spørre: «Hvorfor er det sånn? Hvordan gjør vi det? – for mange har forskjellig erfaring. En som har jobbet her i 30 år kan lure på ting og spørre en som har jobbet i 2 år, som plutselig vet svaret». *Opplærings sjef* er positiv til uformelle arenaer fordi “De prater hendelser “har du hørt om det som skjedde i går”. Det kan være en liten eller stor hendelse. Folk deler villig med sin erfaring, kunnskap, tanker og ideer”.

5.5.3 Oppsummering personellutvikling og opplæring

T-banen utdanner togførere gjennom en teori- og praksis orientert utdanningsløp, men hovedvekten av utdanning ser ut til å være rettet mot praktisk kjøring. I opplæringen brukes simulator som et virkemiddel for å trene på avvikshåndtering. Etter endt utdanning ivaretas kompetansen ved et rutinemessig kurs hvert 2.år. Annen oppfølging er basert på frivillig basis gjennom åpne simulator dager eller kjøring med instruktør. Derimot benyttes disse i liten grad. Det fremkommer også at togførere ivaretar og utvikler egen kunnskap i den uformelle arenaen møteplassen.

5.7 Oppsummering del 1

Funnene viser at sikkerhetsstaben får informasjon togførernes sikkerhetsmessige prestasjon ved bruk av flere kanaler: Toførernes rapportering, trafikkleder og sikkerhetsamtale. Informasjonen gir grunnlag for å identifisere behovet for tiltak. T-banen sørger for at togførere kan fungere som barriere ved å gi en grunnleggende opplæring innen praktiske- og teoretiske kunnskaper. Oppfølgingen skjer gjennom kurs hvert 2.år, frivillig deltagelse eller identifiserte behov gjennom informasjonsinnhenting.

DEL 2: Togførere som sikkerhetsbarriere

5.1 Arbeidsoppgavene til togførerne

I intervjuene vi gjennomførte i T-banen kom det frem at togførers arbeidsoppgaver har to dimensjoner. For det første er togførers funksjon å kjøre. *Togfører C* sier at: “Arbeidsdagen består jo da bare av å kjøre, starte og stoppe på hver eneste stasjon og komme til endestasjonen, snu, kjøre tilbake, og gjøre akkurat det samme”. Kjøringen innebærer arbeidsoppgaver som å åpne og lukke dører, samt håndtering av pådrag og nedbremsing. For det andre utgjør togføreren en kontrollfunksjon. *Sikkerhetssjef* sier at samtidig som togførerne skal gjøre sine faste arbeidsoppgaver skal de være årvåkne og klare til å reagere på farlige forhold. Dette tilsier at siden det er togførerne som styrer togets funksjoner, så er det også de som skal sørge for at det utføres på en forsvarlig måte. Kontrollfunksjon kan i denne sammenheng ses på som togførernes sikkerhetsrelaterte arbeidsoppgave, og det innebærer at togfører skal observere forholdene i, og ved, sporet for å forsikre en trygg togkjøring.

Sikkerhetsrådgiver forteller at en spesifikk sikkerhetsrelatert oppgave togførerne utfører er avgangsprosedyren. Prosedyren innebærer at fører kontrollerer siden av toget for å avklare om det er trygt å forlate plattformen. Kontrollen omfatter å sjekke at ingen sitter fast mellom dørene eller har falt mellom tog og plattform. Også *Delprosjektleder* sier at togførernes oppgave er å stoppe for uforutsette hindringer og ta avgang når det er trygt. En av togførerne sier at han ikke anser selve kjøringen av toget som den viktigste oppgaven; den største delen av jobben er det å være en sikkerhetsbarriere.

Beskrivelsene av togførernes arbeidsoppgaver tyder på at deres fremste oppgave er å forsikre togkjøringen utføres på en forsvarlig måte. Togførerne er i den sammenheng en barriere mot uforutsette hendelser ved at de kan oppdage og reagere på farlige situasjoner under togkjøringen.

5.2 Konteksten for arbeidsutførelsen

I intervjuene med togførerne ble de spurt om å beskrive en typisk arbeidshverdag. En typisk arbeidshverdag, sier *Togfører B*, er å ta over toget, motta eventuell informasjon hvis det er noe han bør vite, sette seg ned, kjøre toget frem og tilbake mellom to endeholdeplasser. Da kjører han via en “hel haug” med stasjoner hvor han stopper, åpner og lukker dører. Når han har nådd endeholdeplassen så bytter han ende og gjør det samme andre veien. Han avslutter med å beskrive hvordan han opplever dette: “det er ganske sånn monotont frem og tilbake”.

Togfører C beskriver jobben som veldig ensformig, fordi han gjør det samme om og om igjen. I tillegg siden han sitter alene i førerrommet, så sier han at det kan være litt ensomt. Tross dette synes han at han har en bra jobb. *Togfører A* forteller at det meste “går på skinner”, men viser til at det er en monoton arbeidshverdag. Han sier at jobben krever 100 prosent fokus på skinnene hele tiden, og det i seg selv kan være ganske slitsomt. Han beskriver videre at det kan et stressmoment å forholde seg til mange mennesker, særlig når enkelte ikke klarer å oppføre seg på og utenfor stasjonen. I tillegg forteller han at det kan være utfordrende å kjøre på dager med glatt skinnegang og signalproblemer.

Med henvisning til monotoni, forteller en av togførerne at han synes at det er nesten kan være litt morsomt å ha avvik i deres tilfelle: “Det er ikke morsomt for dere og andre, men så er det litt morsomt for oss når det skjer ting”. At det skjer litt spenning på t-banen kommer også frem i intervjuet med *Delprosjektleder*, som deler denne refleksjonen med oss:

Jeg hørte en av de tillitsvalgte si at det de beste dagene på T-banen er når det skjer, når det går ganske snett men man klarer å håndtere det. Det er den ideelle dagen for en togfører.

Utfordringer, men ikke uoverkommelige utfordringer. Og det har han vel rett i, den mannen, jeg er helt enig i det.

Han utdyper at det er kult at det skjer en del, så lenge det ikke blir uoverkommelig eller oppleves som uendelig; hvis man har det samme problemet på femte timen, da blir man lei og da kjeder man seg. Han sier videre at det er nok mange togfører som synes at en gjennomsnittlig søndag kan være litt kjedelig å kjøre på fordi det skjer så lite, men han synes at kjedsomhet kan man godt ha i et førerrom av og til – for det betyr at T-banen virker.

En annen side ved togførers arbeidshverdag er en potensiell målkonflikt mellom punktlighet og sikkerhet. Dette kommer mer spesifikt frem i intervjuene med analysesjefen og informantene fra sikkerhetsstaben. *Sikkerhetsrådgiver* forteller at T-banen er et system som jakter på sekunder, og i denne sammenheng sier *Sikkerhetssjef* at han ikke vil at togførere skal “kutte hjørner” for å kjøre toget i rute. *Analysesjef* sier at jakten på sekunder gjør at togførere kan ha en stressende hverdag. Han referer til en episode for å illustrere målkonflikten. Etter å ha observert noe betenkelig ved siden av toget, gikk togfører for å kontrollere at ingen hadde falt mellom toget og sporet. I gitt tilfelle viste det seg å kun være en mor og et barn som tok farvel i døråpningen. *Analysesjef* sier at denne gangen kunne togføreren bare lukket dørene og kjørt videre, men en annen gang kunne det ha vært noen som hadde falt mellom tog og plattform. Det var ikke lett for togføreren å se hvilke av delene det var, så da gikk han heller en gang for mye enn en gang for lite. I lys av systemkapasitet kan denne føreren bli oppfattet som lite punktlig.

I den daglige togkjøringen er det togfører som har ansvaret for selve fremføringen, men det er trafikkleder som styrer den helhetlige driften. Trafikkledere er lokalisert i driftssentralen, og jobber i sammensatte team. Deres ansvar er å overvåke trafikken og ivareta sikkerheten på T-banen. En del av denne oppgaven er å kommunisere med togførere over radiosamband for å innhente eller kommunisere informasjon. Inntrykket fra intervjuet med *operativ leder* og togførerne er at det er et samspill mellom disse rollene i forebygging og håndtering av hendelser på T-banen. Dette består først og fremst av gjensidig deling av informasjon som kan være relevant for å oppdage farekilder, men det innebærer også at trafikkleder styrer håndteringen av uønskede hendelser. *Operativ leder* uttaler i den sammenheng at det er de som gjør operative analyser for å produsere handlingsalternativ, og kan i den sammenheng gi togførere ordre om å bryte sikkerhetsbestemmelsene om det er nødvendig for håndteringen av hendelsen.

Beskrivelsene som er gjengitt i dette delkapittelet tyder på togfører utfører sine arbeidsoppgaver i en kontekst preget av monotoni og ensformighet. I denne sammenheng kan avvik fremstå som et spenningsmoment som bryter opp ensformigheten, så lenge føreren ikke opplever avviket som uoverkommelig eller langtekkelig. Konteksten kan også bære preg av målkonflikt mellom

sikkerhet og punktlighet. Avslutningsvis fremstår det som at trafikklede er et sentralt element i den daglige kjøringen.

5.3 Utførelse av sikkerhetsrelaterte arbeidsoppgaver

Togførers sikkerhetsrelaterte arbeidsoppgaver er å oppdage og reagere på uforutsette hendelser. Det er et mangfold av uønskede hendelser som kan oppstå på T-banen i Oslo, og vi har derfor valgt å avgrense til påkjørsel og glatte skinner. Disse har vært fremtredende i samtlige intervjuer. Det vil gjøres en gjennomgang av hvorfor hendelsen oppstår, hvordan togførere oppdager tilløp til hendelsen [fareidentifikasjon] og hvordan de reagerer [avvikshåndtering].

5.3.1 Påkjørsler

Påkjørsel blir trukket frem som en av de mer alvorlige hendelsene som kan inntreffe i driften av T-banen. Dette er hendelser som omfatter at mennesker kommer i kontakt med bevegende T-banetog som følge av at de befinner seg i sporet, eller tett opp mot toget når det ankommer eller forlater plattformen. I den sammenheng kan det påpekes at informantene fra sikkerhetsstaben og analysesjef gjør rede for at T-banen differensierer mellom to typer påkjørsler. Forskjellen omhandler i hovedsak om hendelsen inntreffer mellom to stasjoner eller på en T-banestasjon. Stasjonsulykker innebærer også situasjoner hvor personer kommer i klem mellom tog og plattform. *Analysesjef* uttaler følgende om de ulike typene påkjørsler:

Det er ikke mye vi har av påkjørsler mellom stasjoner. Det har vært noen, men det er ikke det som dominerer. Så har vi mer utfordring med det som skjer på stasjoner i forbindelse med det at det går folk på kanten av en plattform hvor det kjøres tog

Analysesjef er videre klar på at av de tilfellene de har av påkjørsler mellom stasjoner, så er det selvmord som dominerer. En av informantene fra sikkerhetsstaben peker også på at T-banen har en selvmordsproblematikk, men går ikke nærmere inn på dette utover at det er en risiko som togførerne lever med. En annen kilde til påkjørsler mellom stasjoner er derimot mennesker som går over planoverganger til tross for at bommen er nede.



Bilde 1: Planovergang (“Planovergang av Rolf Øhman” [Bilde], 2015).

Bilde 1 viser en planovergang ved Steinerud stasjon, hvor en eldre kvinne forsøkte å krysse sporet når bommene var nede. Hun mistet livet som følge av å bli truffet av T-banetoget (Eriksen, 2015).

Hvordan mennesker velger å forholde seg til risikoen T-banen representerer er også en utfordring forbundet med påkjørsler ved plattform. Informantene redegjør for at påkjørsler ved plattform er mer fremtredende, og at årsakene er noe mer nyanserte. En historie fortalt av *Togfører C* kan være med på å belyse noen av disse nyansene:

Nå på vinteren har jeg faktisk tatt meg i å være litt bekymret for at folk sklir ut i sporet fordi at det har vært glatte plattformer og mangelfull strøing. Så det er litt sånn at: Du har lukka dørene og alt er klart, du tar pådrag, også skjer det bare plutselig at en skoleunge eller skoleungdom skal vinke til kameraten sin som sitter igjen på toget. Og så løper han langs togsiden mens han vinker, og det har jeg ikke tenkt på så mye før, men akkurat i vinter satt jeg med litt klump i magen og bare “åh fuck fuck”. Fordi det skal så lite før det går galt.

Historien gir et inntrykk av at reisende kan ha ulik oppfatning av hvilken risiko T-banen representerer, og følgende hva som er hensiktsmessig atferd på plattform. Dette inntrykket forsterkes når informantene gjør beskrivelser av skoleungdom som leker på plattform, reisende som holder døren åpen for venner slik at de skal rekke toget og tilstedeværelsen av

berusede personer. *Togfører C* gjør rede for at noe så enkelt som en flaske i sporet kan utspille seg til en farlig situasjon. Problemet, sier han, er at når folk kaster flasker nede i sporet så kan det senere komme andre som har lyst på nettopp den flasken og hopper ned i sporet for å plukke den opp.

En av togførerne gjør skildringer som tyder på at kjøring ved plattform er en kritiske fase fordi det er mange usikkerheter. Han peker eksempelvis på at dette kan være store folkemasser kombinert med små plattformer og dårlig vær. Således vil en annen bidragsyter til farlige situasjoner ved plattform omhandler det faktum at T-bane skal frakte mennesker i de områdene folk bor, arbeider og lever. Kombinert med at Oslo T-bane ifølge *delprosjektleder* er unik med sine mange stasjoner over bakken, vil disse faktorene medføre at det er en iboende risiko for påkjørsler i T-banekonseptet. Dette innebærer at det på tross av sikkerhetstiltak og hensiktsmessig atferd vil kunne skje at mennesker på plattform kommer i kontakt med bevegende tog.

Oppsummert så kan det vises til at påkjørsler er et resultat av den urbane konteksten T-banen befinner seg. Dette innebærer at reisende og 3.personer vil befinne seg tett opp mot T-banetogene både ved planovergang og plattform. Sekundært så omhandler det at mennesker ikke alltid har en atferd som står i tråd med den risikoen som et T-banetog representerer. Dette tilsier at påkjørsel er en risiko som togførere må forholde seg til i den daglige togkjøringen.

Fareidentifikasjon Påkjørsler

Ut ifra Togførernes beskrivelser så er det flere elementer som inngår i arbeidet med å oppdage potensialet for en påkjørsel. Først og fremst er inntrykket at togførerne bruker sine kunnskaper om linjen for å utarbeide en intuitiv risikoanalyse. *Togførere 3* gjør flere beskrivelser av hvordan han baserer sin kjøring ut ifra kunnskap om utfordringer forbundet med visse stasjoner. Et eksempel er at han beskriver hvordan manglende kameradekkingen på Brynseng medførte at han alltid passet litt ekstra på. Et annet eksempel er at han senker farten ved Midstuen om vinteren fordi han vet at det er mye folk med akebrett som skal gå på der. *Togfører A* sier at han følger litt ekstra med på noen strekninger, og spesielt der han vet at det er planoverganger hvor folk kan løpe over når toget kommer.

Et annet aspekt er at togførere oppdager potensialet for påkjørsel gjennom direkte observasjon av situasjoner. *Togfører B* sier:

... Også er det individuelle ting, altså hvor folk står på innsiden av sikkerhetssonen (Gul opptrukket linje i nærheten av plattformkanten) så er det noen av oss som senker farten veldig på det, når vi ser det. Da er det ikke en bestemt stasjon, det er mer en situasjon.

Særlig påpeker *Togfører B* at folk som hopper foran toget oppdages gjennom det visuelle, og da av fører i det toget som møter vedkommende. I spørsmål om hva det er togførere gjør for å forebygge ulykker mer generelt, så svarer *Togfører C* “det er det at vi sitter å kikker, at vi alltid ser. Og varsler hverandre og trafikkleder ved avvik”. Denne beskrivelsen kan være med på å bekrefte at en del av det å oppdage forhold som kan medføre en påkjørsels knyttes til det visuelle - altså det å se. Avslutningsvis fremstår kommunikasjon som en del av togførernes arbeidsutførelse relatert til å oppdage potensialet for en påkjørsel. *Togfører C* uttrykker det på følgende måte:

Samtidig så fungerer vi som et lag da, for det er ikke bestandig at jeg ser plattformen foran meg i god tid. Men ofte er det at hvis det skjer noe på min plattform så vil møtende tog observere det, og si ifra på radioen at nå må tog 202 ta det pent inn på Ekraveien fordi det er noen som balanserer på kanten. Da vil jeg slakke ned, og ta meg varsomt inn på plattformen.

I forbindelse med dette redegjør *Togfører C* for at all kommunikasjon i T-banetoget foregår med trafikkleder, men at det åpne sambandet gjør det mulig for han å høre advarselen til den andre togføreren i det de melder det inn. Med det så vet *Togfører C* at siden han er neste tog inn på Ekebergveien så bremses han bare automatisk. Han bemerker at trafikkleder ville uansett ha kalt han opp for å gi beskjeden videre, men at siden sambandet er åpent så har han allerede hørt den. *Togfører B* gir uttrykk for at han også opplever radiokommunikasjonen mellom togfører og trafikkleder som et hjelpemiddel:

Hvis vi er de første som oppdager det så er det jo visuelt, men ellers er det toget før, og da er det på radioen. Primært er det at du ser hvis du er først på det, også får du i tillegg som hjelpemiddel at du får beskjed, og det er ganske vanlig sånn fredag og lørdag kveld at trafikklederen sier at “tog 207 ta det med ro inn på Grønland for der er det observert fulle folk”. Da er hjelpemidlet at du får det på radioen, og derfor senker farten

Både *Togfører A og 3* gir inntrykk av at radioen brukes ofte for å melde fra om observasjoner til trafikkleder og de andre togførerne. Ifølge delprosjektleders refleksjoner kan denne typen kommunikasjon ha vært noe som har utviklet seg i takt med teknologien. Han bemerker at man som trafikkleder har opplevd en økning av radioanrop hvor togfører melder i fra om observasjoner - for eksempel om at den samme mannen har stått på plattformen i tre timer. *Operativ leder* beskriver denne typen meldinger som “daglig kost”, og anslår at de får inn slike meldinger en til ti ganger om dagen.

Avvikshåndtering Påkjørsler

I forbindelse med påkjørsler så vil avvikshåndtering omhandle hva togfører gjør i det han oppdager at det er en forhøyet sannsynlighet for påkjørsel. Dette vil også inkludere de tilfellene der en hendelse allerede utspiller seg, for eksempel at noen hopper foran toget. Vi vil derimot ikke inkludere hva som skjer etter at en påkjørsel har forekommet.

Analysesjef sier hva togfører skal gjøre dersom han oppdager at det er en umiddelbar sannsynlighet for at noen blir påkjørt: “Dersom han ser det, så skal han stoppe”. Han presiserer videre at i de fleste tilfeller så vil togføreren klare å stoppe i tide. Ved tilfeller der togførerne opplever at det er fare for påkjørsel, så beskrives det av alle intervjuede førere at de vil senke farten. Et annet aspekt er at alle togførerne er klare på at faremomenter og nestenulykker skal meldes inn til trafikkleder. *Delprosjektleder* skildrer hvordan synet av et arbeidslag langs sporet gjør noe med varsomheten; det gjør at du raskt tenker igjennom farten på toget, du holder bremsen, kanskje har du hånda på slagknappen (nødstop) og du forbereder deg på at noe kan skje. Gjennomgående virker det som at den fysiske reaksjonen forbundet med påkjørsel er svært begrenset.

Oppsummering påkjørsler

Påkjørsel er en risiko som enhver togfører i T-banen må forholde seg til i den daglige driften, For å utføre sin oppgave med å oppdage potensialet for en påkjørsel bruker de intuitive risikoanalyser basert på kunnskap, visuelle observasjoner og kommunikasjon med trafikkleder

og andre togførere. Selve reaksjon på at det er tilløp til en påkjørsel består av å sakke ned farten eller stoppe.

5.3.2 Slip and Slide

Jernbane består i hovedsak av tog med stålhjul som beveger seg på stålskiner. Dette gjør at tog har et relativt lavt energibehov for å oppnå fremdrift, siden den lave friksjonen medfører liten rullemotstand. Konseptet jernbane baserer seg på at infrastrukturen er glatt, men visse forhold kan ytterligere redusere friksjonen. Det kan eksempelvis være fuktighet, nedbør eller forurensning fra løv. Særlig er dette gjeldende for T-banen i Oslo siden store deler av infrastrukturen befinner seg over bakken, og deler av linjenettet har store høydeforskjeller.

Analysesjef beskriver hvordan dette utgjør en utfordring for T-banen:

Da kan det betyr både at du spinner - slip - eller - slide - at du sklir. Det er klart at desto brattere det er desto verre det er, og vi er helt på grensen til at friksjonen kan komme så langt ned at du får ikke bremskraft i det hele tatt.

Slip and slide betyr at toget sklir, og dette i seg selv er ikke en alvorlig konsekvens, men det kan gjøre det svært vanskelig å stoppe for uforutsett hindringer. *Togfører A* sier at glatte skinner kan medføre en situasjon hvor du som togfører ikke kan bremse for noen som krysser en planovergang. I kontrast kan glatte skinner forårsake mindre alvorlige hendelser, som for eksempel at toget bommer på stasjonen.

Fareidentifikasjon Slip and Slide

Et moment i arbeidet med å oppdage potensialet for slip and slide er å observere været.

Analysesjef sier at togførerne vet at regn eller løvfall betyr at det kommer til å bli glatt.

Beskrivelse fra *Togfører A* er med på å underbygge denne påstanden. Eksempelvis sier han:

Det er når det er løvfall, det regner, det er underkjølt regn, når det nærmer seg september, oktober - de månedene der. Det kan også være midt på sommeren, når det plutselig begynner å regne, da sklir du godt!

Togfører A utdyper videre at du ikke engang trenger å kjøre for å vite at det er glatt, du kan bare se på været og følge med på temperaturen. Den mer umiddelbare fareidentifikasjon, like før toget

sklir, virker å være mer avhengig av togførers kjøreferdigheter. Inntrykket er at togførerne kjenne det på selve kjøringen at det er glatt. Dette inkluderer beskrivelser som "... hvis det er glatt så gir du den gassen du gir, og da forventer du at sånn føles i det i kroppen ... men så hører du et lite avvik, og da vet at det er noe som ikke stemmer", og "... i det du oppdager det så merker du at hele toget sklir, at du ikke har feste".

Foruten egne observasjoner og opplevelser kan potensialet for slip and slide identifiseres gjennom radiokommunikasjon. To av togførerne gjør rede for at de opplever radiosambandet som et hjelpemiddel for å oppdage at det er glatte skinner. En av togførerne sier at dersom han opplever glatte skinner, og det ikke er rapportert tidligere, melder han ifra til trafikkleder på radio slik at det neste toget kan ta det litt roligere.

Avvikshåndtering Slip and Slide

Fra informantene kommer det en anerkjennelse om at slip and slide er en del av det å kjøre tog på T-banens infrastruktur. Selve håndteringen av slip and slide dreier seg først og fremst om å forebygge at toget sklir. *Togfører C* beskriver hvordan han kjører når han vet at det er glatt:

Du gir det pådraget du gir, og da forventer du at "sånn føles det i kroppen, og sånn høres det ut på motorene", men så hører du et lite avvik, og da vet du at det er noe her som ikke stemmer. Da kan du for eksempel bare gi litt mindre pådrag, for du vet at nå har du fått hjulspinn, og da slakker du bare ned. En annen ting er at hvis du gir brems, og du ikke vet at det er glatt, også finner du ut at det er glatt, da får du ikke gjort så mye.

Beskrivelsen fra togfører gir inntrykk av at slip and slide kan forebygges ved at føreren justerer pådrag når de merker at det er glatt. Beskrivelsen tyder også på at togførere har begrenset handlingsrom når toget først har begynt å skli. Likevel har vi sett antydninger på det motsatte i intervju med to av førerne. *Togfører C* sier at første gang du opplever at det er glatt så blir du overrasket, og du opplever å miste kontrollen over toget. Han sier videre at med erfaring så opplever han å ikke miste like mye kontrollen som han kunne ha gjort. Dette kan indikere at det er en visse ferdighet involvert i å håndtere et skliende tog. Denne indikasjon blir forsterket når informanten med lengst erfaring inne togkjøring sier at han opplever å håndtere et skliende tog bedre enn dagens automatikk:

Toget har en anti-skli funksjon, og jeg føler at den ikke er like bra som når jeg håndterer det. For den går blant annet ikke på 0, den bare ABS bremses og noen ganger -igjen med referanse til bil - det er noen ganger bedre å trykke inn clutchen, og slippe ut bremsen.

En annen handling for å togførere kan gjøre for å redusere risikoen i møte med glatte skinner er å stoppe togframføringen frem til tiltak er iverksatt. *Analysesjef* sier at:

Hvis du mener at det er uforsvarlig å kjøre, så må du stoppe. Så har vi mulighet til å spyle, eller strø sand, eller sånne tiltak, og så kommer man i gang igjen. Som regel er det sånn at alle er enig om at det var glatt. Hvis det er en som mener at det er glatt, og alle de andre ikke mener det, så må en eller annen instruktør bli med den og finne ut hva er dette her. Hvis det er glatt så må vi enten kjøre sakte, eller om nødvendig stanse trafikken til vi har klart å preparere skinnegangen så den ikke er så glatt.

En beskrivelse fra *Togfører C* gir uttrykk for at togførere som velger å stoppe der andre har kjørt kan bli møtt med kollegiale reaksjoner. Samtidig viser han til en episode hvor det var nødvendig å stanse togframføringen på linje 1:

Da var det et verneombud som sa ganske enkelt på radioen at “nå har jeg sklidd så mye, uansett hva jeg gjør så sklir jeg”. Og sa: “stopp, nå kjører vi ikke noe mer her før det blir strødd eller brøytet eller gjort noen tiltak”. Det skapte jo reaksjoner til trafikkleder, fordi at fuck plutselig har vi hele linje 1 som vi ikke får kjørt på, eller innstilte avganger, men der var kollegaene bare helt med og støttet verneombudet, det var riktig avgjørelse. Så det er begge deler.

Oppsummering Slip and Slide

Slip and slide fremstår som en naturlig konsekvens av det å kjøre T-bane i Oslo. Inntrykket er at togførere besitter kunnskap om forhold som tilsier at skinnene er glatte, og kan på den måten oppdage potensiale for slip and slide. Radiosambandet er også et hjelpemiddel i denne sammenhengen. Håndtering av slip and slide skjer først og fremst ved varsom kjøring, men det er også indikasjoner på at noen togførere bruker sin kjøretekniske kompetanse for å oppnå større kontroll enn andre. Et siste aspekt ved håndteringen av slip and slide er det faktum at togfører har mulighet til å stoppe togframføringen. Dette innebærer at togfører foretar en vurdering om hvorvidt det er forsvarlig å kjøre toget videre.

5.4 Danske Togførere

Intervjuene med togfører og seksjonsleder i Danmark klarte ikke å belyse noen betydelige forskjeller i opplevelsen av å kjøre tog med CBTC system. Det var derimot noen antydninger som kan være av interesse å trekke frem. For det først reflektert den danske togføreren over sin evne til å oppdage trusler under automatisert kjøringen. Svaret ble at han opplevde det i stor grad som det samme, men det var kanskje litt mer tid til å følge med på forholdene rundt når du ikke måtte følge med på signaler og hastighet. For det andre kom det frem at slip and slide er en problemstilling de også jobber med i Danmark, men at S-tog verken har den samme høydeforskjellen eller utfordringen forbundet med planoverganger. Dette underbygger inntrykket om at slip and slide problematikken i Oslo representerer en litt unik risiko. Avslutningsvis kan det nevnes at selve arbeidsoppgavene i GoA 2 var som forestilt ved at togfører kun skal lukke dører på plattform, og reagere ved farlige hendelser.

5.5 Oppsummering del II

Våre funn viser at togførerne i Sporveien er en sikkerhetsbarriere som skal reagere og håndtere dersom noe går galt under togkjøringen. Togførere er en barriere som det forventes at skal håndtere usikkerhet, og hendelser i togkjøringen der andre barrierer har sviktet. Funnene fra gjennomgangen av påkjørsel viser at togførere har en praksis som innebærer bruk av intuitiv risikoanalyse, observasjon og kommunikasjon for å innhente informasjon for å kunne reagere på farekilder. For å oppdage potensialet for slip and slide er praksisen først og fremst av å observere været, og deretter kommunikasjon. Håndteringen består i hovedsak av å kjøre varsomt dersom en vet det er glatt, men inntrykket er også at noen togførere bruker sine kjøreferdigheter for å redusere hvor mye toget sklir. En sentral del i praksisen relatert til både påkjørsel og slip and slide er samspillet med trafikkleder. Konteksten togførere jobber i kan videre beskrives som monotont og ensformig. Det er repeterende arbeidsoppgaver, og lite utfordring i den daglige kjøringen. Arbeidsoppgavene relatert til sikkerhet må også balanseres ovenfor punktlighet, og kan være en kilde til opplevd målkonflikt.

6. DISKUSJON

I diskusjonskapittelet vil funnene fra empirien bli drøftet opp mot studiens teoretiske rammeverk. Formålet med kapittelet er å undersøke om innføringen av GoA2 kan hemme togførers evne til å fungere som sikkerhetsbarriere i togkjøringen. For å svare på problemstillingen er kapittelet strukturert over to deler. Den første delen omhandler hvordan økt automasjon kan påvirke T-banens mulighet til å anvende togførere som barriere. Den andre delen av diskusjonen tar for seg hvordan økt automasjon påvirker togførernes arbeidsutførelse. Funnene fra hvert delkapittel oppsummeres under delkonklusjonene.

6.1 Hvordan påvirker økt automasjon T-banens mulighet til å anvende togførere som sikkerhetsbarriere?

Funnene fra empirikapittelet viser at opplæringen danner grunnlaget for at togførere skal fungere som en sikkerhetsbarriere. Sporveien operer med en praksisnær tilnærming hvor aspirantene er tidlig ute i feltet med operative tog. Samtidig viser det seg at enkelte ferdigheter, som for eksempel evnen til å håndtere slip and slide, tilegnes i større grad ute på linjen etter utdannelsen. Konfigurasjonen GoA2 undergraver muligheten for å opparbeide kompetanse og erfaring på denne måten. Wood (2004) argumenterer for at manuelle ferdigheter forverres når de ikke tas i bruk, og dette innebærer at selv erfarne operatører blir uerfarne over tid. Opplæringen i T-banen baserer seg på et ti ukers aspirantkurs. Kunnskap repeteres hvert andre år gjennom et obligatorisk kurs, og det er tilrettelagt for frivillige tiltak som åpne simulator dager. Inntrykket er likevel at kompetanse og ferdigheter er noe bygges opp ute på linjen - og det er dette som utvikler erfarne togførere. Overgangen til GoA2 endrer denne forutsetningen. Dette argumenterer for at dagens ivaretagelse av togførere som sikkerhetsbarriere ikke er tilpasset en hverdag uten kjøring.

Informasjon knyttet til sikkerhet på T-banen blir i dag innhentet gjennom rapportering fra togførere, trafikkledere og sikkerhetssamtalen. Informasjonen brukes av sikkerhetsstaben for å identifisere behov og iverksette tiltak. I tråd Reason (1997) oppfattes T-banens administrative kontrollsystemer som en kombinasjon av utfalls- og prosessmålinger. Kombinasjonen åpner opp for proaktiv og reaktiv håndtering av latente forhold som kan påvirke togkjøringen i dagens system. I dag avdekker Synergi trender i sikkerheten ved å måle antall kjøring på rødt lys eller

andre registreringer. GoA2 innebærer at det automatiske systemet i toget bremses ned ved ankomst på stasjon og åpner dørene. I tillegg medfører CBTC at de synlige signalene ved sporene forsvinner. Dette kan utfordre T-banens bruk av prosessmålinger. Tatt i betraktning at GoA2 eliminerer rødljyskjøring, reduseres en del av informasjonsgrunnet for å identifisere trender hos togførere. I utgangspunktet er det positivt at det begås færre feil, men utfordring er ifølge Reason (1997) at det gir mindre innsikt i systemets sikkerhet. En reduksjon av innsikten i systemets sikkerhet øker potensialet for at latente forhold påvirker togførere - uten at organisasjonen fanger opp utviklingen. De latente betingelsene kan videre føre til at togfører svikter som barriere.

I GoA2 er togførers kontroll i togkjøringen å lukke dørene og håndtere avvikssituasjoner; hvilket innebærer at også potensialet for feilhandling er begrenset til disse arbeidsoppgavene. En avvikssituasjon kan for eksempel handle om å stoppe toget når en person befinner seg i sporet, og implisitt vil en feilhandling i denne situasjonen medføre en ulykke. Således vil prosessmåling i GoA2 bli tilnærmet det samme som dagens utfallsmåling, og muligheten til å iverksette proaktive tiltak.

Sikkerhetssamtale er en mekanisme som brukes i situasjoner hvor et avvik eller en ulykke har forekommet, og kan dermed betegnes som utfallsmåling. Fra empirien viser flere togførere til at rødljyskjøringen er en hendelse de assosierer med sikkerhetssamtale. I GoA2 er potensialet for rødljyskjøring borte. Igjen er det viktig å presisere at færre rødljyskjøring er en positiv effekt av CBTC, siden det er en alvorlig hendelse. I tillegg kan det også være andre og mindre alvorlige brudd som kan føre til en sikkerhetssamtale. Inntrykket fra empirien er at sikkerhetssamtalen gir potensialet for å avdekke mer subtile årsaker til at togførere svikter, som eksempelvis manglende oppmerksomhet. Dette vil redusere muligheten til å innføre reaktive tiltak.

Oppsummert reduserer økt automasjon T-banens evne til å fange opp lokale forhold som kan påvirke togførere. Utfallsmåling vil kun være gjeldende i situasjonene hvor togfører er involvert, og utfallet medfører en utrygg situasjon. I en teknologisk organisasjon som T-banen kan dette opptre svært sjeldent, og når det først skjer så kan dette være tilfellet som bryter gjennom barrierene. I tråd med Reason (1997) benytter T-banen prosessmåling for å få innsikt i den

kontinuerlige utviklingen. I kontrast til Reason (1997) sine anbefalinger ser det ut til at prosessmåling ikke vil bidra med nødvendig informasjon. I hovedsak fordi togførere ikke lenger inngår i prosessen med å kjøre toget. For det første kan dette medvirke til at endringer i lokale forhold som følge av økt automasjon ikke oppdages. For det andre vil det i et langsiktig perspektiv antagelig være andre endringer på T-banen. Hvordan disse videre vil påvirke togførere kan være vanskelig å oppdage. Økt automasjon ser ut til å øke usikkerheten angående tilstanden til togførere som barriere, og muligheten for T-banen til å benytte togførere som barriere vil dermed være redusert.

6.1.1 Delkonklusjon

I dagens fremstår det som at opplæring forutsetter at togførere blir dyktigere etterhvert som de opparbeider seg erfaring. Overgangen til GoA2 kan medføre reduserte muligheter for togførere til å bruke sine ferdigheter, og mangel på oppfølging kan over tid medføre erosjon av ferdighetene til selv en erfaren togfører. For det andre vil GoA 2 eliminere muligheten til å måle ytelsen til togførere i den daglige driften. Konsekvensen er at det blir vanskelig å oppdage negative utviklinger. Samlet sett ser vi at økt automasjonen reduserer muligheten til å bruke togførere som sikkerhetsbarriere på samme måte som i dag..

6.2 Hvordan påvirker økt automasjon togførers arbeidsutførelse?

Arbeidsoppgavene til togførerne viser at de er en barriere som skal forebygge uønskede hendelser ved oppdage og reagere på farlige situasjoner. For å etablere hvordan togførere ivaretar ansvaret undersøkte vi fareidentifisering og håndtering av påkjørsler og slip and slide hendelser. Funnene fra empirien viste at togførere har utviklet en praksis bestående av intuitive risikoanalyser, observasjon, kommunikasjon og manuelle ferdigheter. Vår forståelse er at disse elementene samlet utgjør grunnlaget for at togførere skal fungere som en sikkerhetsbarriere i Sporveien.

6.2.1 Fører økt automasjon til tap av årvåkenhet

Årvåkenhet er en egenskap direkte relatert til togførers praksis, og endringer som medfører økt tap av årvåkenhet vil derfor kunne ha konsekvenser for togfører som barriere. Økt automasjon er assosiert med at operatører går fra en aktiv kontrollør til en passiv systemovervåker (Warm et al., 2008). Ressursteorien beskriver årvåkenhet som en mentalt belastende arbeidsoppgave, og systemovervåkning vil være svært krevende for systemoperatørene. Når det gjelder overgangen til GoA2 vil ikke togfører gå fra å være en kontrollør til å bli en systemovervåker. Oppgavene relatert til overvåkning vil i hovedsak være de samme - å observere forhold i og ved sporet. Forskjellen vil være en reduksjon av togførers arbeidsoppgaver knyttet til å observere trafikksignaler. I den forstand tilsier ressursteorien at innføringen av GoA 2 vil medføre tilgang på større mengder mentale ressurser som kan brukes til andre årvåkenhetsoppgaver. Dette synet blir derimot utfordret av konseptet om “task engagement”.

Task engagement innebærer at oppgaver som engasjerer mennesker vil medføre større tilgang på mentale ressurser i utførelsen av en handling (Warm et al., 2008). I T-banen blir det derfor et spørsmål om eliminering av togførers involvering i den daglige kjøring vil medføre økt opplevd monotoni og lavere engasjement. Ved å koble sammen konseptene om tilgjengelige ressurser og utfordringene med task engagement, sitter vi igjen med følgende spørsmål: vil overføringen av arbeidsoppgaver medføre at togfører får redusert tilgang på mentale ressurser, og vil dette kunne balanseres ut av reduserte årvåkenhetsoppgaver? Nyansesforskjellen kan være utfordrende å undersøke, ettersom konseptene er basert på eksperimentelle undersøkelser som er krevende å måle empirisk i en operativ kontekst. En tilnærming for å undersøke ovennevnte spørsmål er å kartlegge dagens situasjon i lys av Dekker (2006). En gjennomgang kan være med på å etablere en forståelse av hvorvidt togførere har en praksis som allerede er preget av ressursfordeling og mangelfullt engasjement.

Med utgangspunkt i Warm et al. (2008) kan årvåkenhetsoppgavene til togførerne i T-banen skisseres som krevende. Oppgavene bærer preg av å være suksessive, da togførere sammenligner signalene de observerer ut i fra en opparbeidet standard, som de har tilgjengelig i arbeidsminnet. Det er flere karakteristikk som kan være med på å underbygge argumentet. Togførerne referer ofte til at faremomentene de observerer nettopp er faremomenter fordi deres erfaring tilsier at

noe er i ferd med å skje. Dette kommer frem i refleksjoner vedrørende flasker som kastes på skinnene eller fulle mennesker på plattformen en lørdagskveld. Mens hvem som helst hadde sett en flaske på sporet, ser *Togfører C* dette som er noe som kan utvikle seg til en farlig situasjon; fordi han vet at det er mennesker på plattform som samler flasker og kan finne på å hoppe ned i sporet for å plukke opp flasken.

De uønskede hendelsene som er undersøkt i studien viser at togfører forholder seg til en viss romslig og tidsmessig usikkerhet. Dette er assosiert med at T-banen har mange stasjoner og planoverganger hvor det er potensiale for påkjørsler. Den tidsmessige usikkerheten kan spores til det faktum at det er vanskelig å forutsi øyeblikket påkjørsler inntreffer. Usikkerheten blir forsterket ved at det er tilfeller hvor mennesker velger å hoppe foran toget. I tråd med Warm et al (2008) er dette faktorer som påvirker kostnaden av årvåkenhet, noe som tilsier at togførere allerede opererer med svært mentalt krevende årvåkenhetsoppgaver. Dette kommer i tillegg frem fra en av togførerne som sier at jobben han utfører krever 100 prosent fokus på skinnene hele tiden, og at det kan i seg selv være slitsomt. Videre foreligger det flere beskrivelser om at togframføringen i dagens konfigurasjon er svært monoton. I følge Warm et al (2008) er opplevd monotoni et uttrykk for at oppgavene som utføres er lite engasjerende. Samlet sett gir det dårlig forutsetninger for togførere skal være årvåken i dagens system.

Inntrykket er imidlertid at togførere utøver et direkte bidrag til sikkerheten i form av årvåkenhet. Som uttrykt av togførerne selv så er det de som oppdager farekildene. Trafikkleder poengterer at togførere kommuniserer mistanke om påløp til farlige situasjoner, og *Analysesjef* trekker frem at ved de aller fleste tilfeller klarer førerne å stoppe toget i tide i situasjoner der mennesker beveger seg ut i sporet. Dette er med på å danne inntrykket av at togførerne i T-banen innehar en praksis som gjør at de kan oppdage farer, til tross for utfordringene som foreligger.

Det første som kjennetegner togførers praksis er at togførerne ser ut til å oppdage farer gjennom en form for risikobasert tenkning. Med risikobasert tenkning menes det at togførerne har kunnskap om når og hvor det er økt risiko for at en hendelse inntreffer. Argumentet baserer seg på gjennomgående beskrivelser fra togførere hvor det gjøres rede for at han "vet" når det er økt fare - eksempelvis mennesker med akebrett ved Midtstuen. Dette kan være en indikator på at

togførere fordeler mentale ressurser på et vis som gjør at de følger ekstra godt med når dem vet at det er økt potensiale for farlige situasjoner. Det virker i tillegg som at den “intuitive risikoanalysen” oppdateres gjennom uformelle kanaler som møteplassen, der togførerne diskuterer hendelser og situasjoner de har opplevd.

Et annet kjennetegn ved togførers praksis er at togførere arbeider i et nettverk. De kommuniserer med trafikkleder, og med hverandre, om forhold de mener er viktig for å bevare sikkerheten. Kommunikasjon kan i denne sammenheng være et virkemiddel som gir muligheten til å gjensidig redusere romslig og tidsmessig usikkerhet. I lys av “new view” teorien kan dette tyde på å være en praksis tilpasset en mentalt krevende og lite engasjerende hverdag. Praksisen baserer seg på at togførere har muligheten til å tilegne seg kunnskap om T-banen gjennom både egne og andres erfaringer. I tillegg kreves det at det er etablert et samband som tilrettelegger for kommunikasjon.

Overgangen til CBTC og implementeringen av GoA 2 vil redusere togførers involvering i togkjøringen, men det fremstår ikke som at dette i noen betydelig grad vil endre den operative virkeligheten togførerne arbeider i. Dette kan være fordi togførernes praksis allerede er tilpasset en hverdag preget med lav task engagement. Dette er med på å understøtte at GoA 2 ikke vil medføre økt tap av årvåkenhet, og vil dermed ikke påvirke togfører som sikkerhetsbarriere.

6.2.2 Fører økt automasjon til tap av kjøreteknisk kompetanse?

Forskning fra luftfartsindustrien viser at økt automasjon har hatt en innvirkning på pilotenes finmotoriske flyveferdigheter (Wood, 2004; Ebbatson et al., 2010; Casner et al., 2014; Haslbeck & Hoermann, 2016). Fellesnevneren for disse studiene er at piloters kjøretekniske kompetanse blir redusert som følge av manglende mulighet til å praktisere ferdighetene deres. Overgangen til GoA2 vil innebære at togførerne ikke lenger kjører toget på daglig basis, hvilket tilsier at de ikke får praktisert kjøreferdighetene deres i like stor grad som de gjør i dag. I hovedsak er det ikke kjøreteknisk krevende å kjøre dagens T-bane. ATP-systemet sørger for at toget ikke overgår maksimal hastighet, og det er ikke nødvendigvis behov for å justere kjørejoysticken i den daglige kjøringen. Unntaket er når togfører skal operer toget under forhold som reduserer friksjon. Det gis beskrivelser som indikerer at dagens praksis for noen togførere er å redusere skliingen ved

hjelp av finmotoriske ferdigheter. Siden flere av aspirantene har opplæring på sommeren og ikke får oppleve glatte skinner på linja under opplæringen, er dette en praksis som bygges opp ved å erfare slip and slide hendelser. Manglende mestring under opplæring kan være en faktor som bidrar til at ferdighetene som kreves av togfører eroderes (Casner et al, 2014).

Overgangen til CBTC er et bytte av signalsystem. T-banen vil fremdeles operere under samme de premissene og den samme infrastruktur, med skinner over og under bakken. Dette innebærer at utfordringer som slip and slide vil fortsatt være tilstede under en ny konfigurasjon, ettersom at skinnene fremdeles er utsatt for klimaet T-banen opererer i. Spørsmålet er hvordan GoA 2 legger opp til håndteringen av glatte skinner. Dersom det forventes at togfører skal ta over ved spesielle tilfeller av glatte skinner, vil ferdighetene til å håndtere dette være redusert. Hvis togfører fortsatt er den som primært kjører ved glatte skinner, altså at dette ikke inngår i ATO, og dermed får praktisere, så vil ferdighetene kunne vedlikeholdes. Dette tilsier at GoA 2 kan påvirke togførernes praksis ved å redusere togførernes kjøretekniske ferdigheter, og dermed føre til at togførere får økt frekvens av aktive feil forbundet med hendelser som krever manuell kjøring.

6.2.3 Delkonklusjon

Diskusjon av forskningsspørsmål 1 viser at overgangen til GoA 2 i Sporveien vil medføre at togfører får færre arbeidsoppgaver og mindre involvering i togkjøringen. I lys av konseptene årvåkenhetstap, task engagement og tap av manuelle ferdigheter har vi diskutert hvordan denne overgangen kan påvirke togfører som sikkerhetsbarriere. Togførere er en barriere som skal håndtere uforutsette hendelser ved å oppdage og reagere på farlige situasjoner. En gjennomgang av togførers praksis viser at økt automasjon vil kunne redusere de manuelle ferdighetene på grunn av manglende mulighet til å praktisere. Det vil kunne påvirke togførers evne til å være en barriere ved slip and slide hendelser. Konseptene årvåkenhetstap og task engagement er det mer tvil om vil ha en effekt. Det kan redusere togføreres tilgjengelige mentale ressurser, men det kan også redusere den mentale belastningen. At task engagement ikke forandrer den operasjonelle virkeligheten togførere jobber i kan igjen styrke påstanden om at GoA 2 ikke vil redusere togførernes evne til å være årvåken.

7. KONKLUSJON

Studiens formål har vært å undersøke problemstillingen “Hvordan kan økt automasjon i T-banen medføre svikt i togfører som en sikkerhetsbarriere i togkjøringen”. Vi har tatt utgangspunkt i Reason (1997) sin teori om organisatoriske ulykker for å analysere om en teknologisk endring vil påvirke organisasjon og menneske. Det har blitt gjennomført en kvalitativ studie av T-banen på individ- og organisasjonsnivå. Dette kapittelet presenterer funnene fra diskusjonen av hvert forskningsspørsmål, som resulterer i en avsluttende konklusjon som svarer på problemstillingen.

Hvordan påvirker økt automasjon T-banens mulighet til å anvende togfører som barriere?

Funnene fra empirien viser at togførere læres opp til å håndtere en hverdag på sporet gjennom opplæringen. Opplæringen gir togfører kjennskap til sikkerhetsbestemmelser og driftsreglementet, samt grunnleggende kjøretekniske ferdigheter. Under drift er det flere etablerte mekanismer som måler tilstanden på togfører som barriere. Analysen viser at GoA2 vil påvirke flere aspekter ved styringen av togfører som barriere. Opplæringen forutsetter at togførere utvikler sine kjøretekniske ferdigheter ute på linjen. Spesielt gjelder dette ferdigheter for å håndtere avvik som slip and slide. GoA2 vil redusere muligheten til å oppnå nødvendige kjøretekniske ferdigheter som gjør at togførere kan mestre krevende kjøreforhold. I et langtidsperspektiv kan GoA2 medføre at selv erfarne togførere oppleve en redusert evne til å kjøre under krevende forhold.

Analysen viser også at kontrollmekanismene i Sporveien får en redusert evne til å oppdage latente betingelser som påvirker togførernes arbeidsforhold. Årsaken er at togfører er mindre involvert i prosessen med å kjøre tog. Mangler hos togfører vil derfor ikke være målbare før de gjør en aktiv handling. I GoA2 innebærer dette å gripe inn ved en avvikssituasjoner. Dette reduserer effekten av prosessmålinger, og igjen muligheten til å forebygge ulykker proaktivt. Samlet viser funnene at økt automasjon kan utlede i en negativ utvikling for styringen av togførere som barriere, og i den forstand medføre en redusert mulighet til å benytte togfører som sikkerhetsbarriere

Hvordan påvirker økt automasjon togførers arbeidsutførelse?

Overgangen til GoA2 vil medføre at togførere har færre arbeidsoppgaver og er mindre involvert i den daglige kjøringen av T-banen. Ved å identifisere togførers praksis kan det argumenteres for at økt automasjon vil redusere manuelle ferdigheter når muligheten til å praktisere ferdighetene forsvinner sammen med flere av arbeidsoppgavene. Dette kan igjen påvirke togførers evne til å håndtere slip and slide hendelser. Funnene viser at økt automasjon kan redusere togførers mentale ressurser, og dermed medføre tap av årvåkenhet. Dilemmaet er at GoA2 også kan resultere i økt årvåkenhet hos togførere da det ikke lenger er trafikksignaler å følge med på. Påstanden om at økt automasjon ikke reduserer togførers evne til å være årvåken styrkes av at task engagement ikke ser ut til å endre den operasjonelle virkeligheten for togførere. Funnene fra analysen viser at effekten av økt automasjon på togførers arbeidsutførelse er at togførere mister manuelle ferdigheter, og dermed får redusert evne til å håndtere krevende kjøreforhold.

Hvordan kan økt automasjon på T-banen hemme togførers evne til å fungere som sikkerhetsbarriere i togkjøringen?

Undersøkelsen viser at økt automasjon utfordrer T-banens tilnærming til sikkerhet. I dag er det en forutsetning at togførere blir bedre til å kjøre tog ved å faktisk kjøre tog. I en fremtid med økt automasjon er ikke det nødvendigvis tilfellet. Konsekvensen ser ut til å være at togførernes evne til å håndtere krevende kjøreforhold blir redusert. Et annet aspekt er at økt automasjon endrer utgangspunktet T-banen har for å oppdage slike utviklinger. Det kan argumenteres for at organisasjon får et mindre grunnlag til å proaktivt forebygge lokale faktorer som hemmer togførere i deres arbeidsutførelse.

7.1 Behov for videre forskning

Undersøkelsen anvender sikkerhetsteori og konsepter fra Human Factors for å belyse hvordan økt automasjon kan hemme operatører som barriere. Tidligere forskning på automasjonseffekter baserer seg primært på eksempler fra luftfartsindustrien. Fremover vil stadig flere sektorer bli

preget av økt automasjon, og det er synliggjort et behov for forskning innen andre kontekster enn luftfart. Videre antyder undersøkelsen at togførere brukere flere strategier enn ren observasjon i prosessen med å oppdage trusler. I litteratursøket på årvåkenhet dominerte forskningsartikler med fokus på eksperimentell måling av årvåkenhetstap. Det var, i våre søk, ingen forskningsartikler som rettet seg mot hvilke strategier operatører bruker for å holde seg årvåkne i krevende arbeidsforhold. Forskning på slike strategier kan gi alternativer for forbedring i tilfeller der det har vist seg vanskelig å praktisk redusere den mentale belastningen av årvåkenhet. Eksempelvis i kontekster som T-bane eller veigående transport.

Avslutningsvis indikerer undersøkelsens konklusjoner at økt automatisering utfordrer proaktiv identifikasjon av latente betingelser som kan svekke operatører i sitt arbeid. Antydningen er at dette skjer fordi operatørene kun er involvert når det skjer et avvik, og ikke i den daglige prosessen. Av den grunn kan det være fruktbart med forskning på alternativer. Innen sikkerhetsteori argumenterer konseptet “Safety 2” (Hollnagel, 2014) for at måling av positive utfall kan erstatte måling av avvik, ulykker og nesten-ulykker. Av den er av interesse å undersøke om konseptet fra Safety 2 tilbyr reelle muligheter for proaktivt sikkerhetsarbeid i organisasjoner hvor arbeidsoppgavene til operatørene blir redusert.

8. LITTERATUR

- Bainbridge, L. (1983). Ironies of automation. *Automatica*, (6), 775-779
- Blaikie, N. (2010). *Designing Social Research* (2. utg.). Cambridge: Polity Press
- Critical Software. (2014). *Automatic Train Control: An overview of available systems*. Hentet fra <https://www.railway-technology.com/downloads/whitepapers/testing/automatic-train-control/>
- Casner, S. M., Geven, R. W., Recker, M. P., Schooler, J. W. (2014). The Retention of Manual Flying Skills in the Automated Cockpit. *Human Factors*, 56(8), 1506-1516. doi: 10.1177/0018720814535628
- De Boer, R., Dekker, S. (2017). Models of Automation Surprise: results of a Field Survey in Aviation. *Safety*, 20(3), 1-11. doi: 10.3390
- Dekker, S., Hollnagel, E. (2004). Human factors and folk models. *Cogn Tech Work*, (6), 79-86. doi: 10.1007/s10111-003-0136-9
- Dekker, S. (2006) *The Field Guide to Understanding Human Error*. Burlington: Ashgate
- Ebbatson, M., Harris, D., Huddleston, J., Sears, R. (2010). The relationship between manual handling performance and recent flying experience in air transport pilots. *Ergonomics* 53(2), 268-277. doi: 10.1080/00140130903342349
- Eriksen, F. E. (2015) Sporveien vurderer nye sikkerhetstiltak etter dødsulykke på planovergang på T-banen. *Aftenposten*. Hentet fra: <https://www.aftenposten.no/osloby/i/4JLq/Sporveien-vurderer-nye-sikkerhetstiltak-etter-dodsulykke-pa-planovergang-pa-T-banen>
- Haslbeck, A., Hoermann, H. J. (2016). Flying the Needles: Flight Deck Automation Erodes Fine-Motor Flying Skills Among Airline Pilots. *Human Factors*, 58(4), 533-545. doi: 10.1177/0018720816640394
- Hollnagel, E. (2014). *Safety-I and Safety-II*. Boca Raton: CRC Press
- Jacobsen, D. I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Cappelen Damm
- Johansen, P. J. (2013). *RFI: Fremtidig signalsystem for T-banen i Oslo*. Hentet fra https://www.sporveien.com/inter/nyheter/nyhet?p_document_id=2370137
- Lai, L. (2013). *Strategisk kompetanseledelse* (3.utg.). Bergen: Fagbokforlaget

- Miles, M. B., Huberman, A. M. (1984). *Qualitative data analysis: a sourcebook of new methods*. Beverly Hills, California: SAGE publications
- Oslo Vognselskap. (n. d.) *MX3000, T-bane*. Hentet fra <http://vognselskapet.no/v%C3%A5rt-materiell/mx3000-t-bane>
- Powell, J. P., Fraszczyk, A., Cheong, C. N., Yeung, H. K. (2016). *Potential Benefits and Obstacles of Implementing Driverless Train Operation on the Tyne and Wear Metro: A Simulation Exercise*. (Urban Rail Transit 2016/2(3-4)). Hentet fra <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs40864-016-0046-9.pdf>
- Parasuraman, R., Manzey, D. H. (2010) Complacency and Bias in Human use of Automation: An Attentional Integration. *Human Factors*, 52 (3), 381-410. doi: 10.1177/0018720810376055
- Parasuraman, R., Molloy, R., Singh, I. L (1993) Performance Consequences of Automation-Induced “complacency”. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(1), 1-23.
- Parasuraman, R., Wickens, C. D (2008). Humans: Still Vital After All These Years of Automation. *Human Factors*, 50(3), 511-520. doi: 10.1518/001872008X312198
- Planovergang av Rolf Øhman [Bilde]. (2015) Hentet fra <https://www.aftenposten.no/osloby/i/4JLq/Sporveien-vurderer-nye-sikkerhetstiltak-etter-dodsulykke-pa-planovergang-pa-T-banen>
- Rollenhagen, C. (1997). *Sambanden människa, teknik och organisation - en introduksjon*. Lund: Studentlitteratur.
- Rankin, A., Woltjer, R., Field, J. (2016). Sensemaking following surprise in the cockpit - a reframing problem. *Cogn Tech Work*, 18, 623-642. doi: 10.1007/s10111-016-0390-2
- RPA. (2014). *Moving Forward: Accelerating the Transition to Communications-Based Train Control for New York City's Subways*. Hentet fra <http://library.rpa.org/pdf/RPA-Moving-Forward.pdf>
- Reason, J. (1997) *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Burlington: Ashgate
- Ringdal, K. (2013). *Enhet og Mangfold: Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode*. Bergen: Fagbokforlaget
- Ryen, A. (2002). *Det Kvalitative Intervjuet: Fra vitenskapsteori til feltarbeid*. Bergen: Fagbokforlaget
- Spring, P., McIntosh, A., Caponecchia, C., Baysari, M. (2012). Level of Automation: Effects on

- Train Driver Vigilance. *International Journal Of Psychology*, 43(3-4), 119-127
- Siegel, M., Kletzel, J., Schmahl, A., Tipping, A. (2016). *Transportation invests for a new future: Automation is rapidly accelerating and disrupting the industry*. Hentet fra <https://www.strategyand.pwc.com/reports/transportation-invests-future>
- Sporveien. (2015). *Informasjon om prosessen for anskaffelse og implementering av et nytt CBTC signal- og sikringsanlegg for T-banen i Oslo*. Hentet fra <https://www.sporveien.com/Content/2538120/Information>
- Sporveien. (2016). *Sporveien årsrapport 2016*. Hentet fra https://www.sporveien.com/Content/2963036/cache=20172404171416/Sporveien_aarsrapport_2016_web.pdf
- Sporveien. (n. da). *Om Sporveien T-banen*. Hentet fra https://www.sporveien.com/inter/omtbanen?p_document_id=2416976
- Sporveien (n. db). *Fører for trikk og T-bane*. Hentet fra https://www.sporveien.com/inter/samfunnsansvar/artikkel?p_document_id=2483586
- Sporveien. (n. dc). *Møt våre ansatte*. Hentet fra https://www.sporveien.com/inter/karriere/menneskersporveien?p_document_id=2483324
- Stearman, E.J., Durso, F. T. (2016). Vigilance in a Dynamic Environment. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 22(1), 107-123. doi: 1076-898X/16/\$12.00
- Thagaard, T. (2013). *Systematikk og innlevelse: en innføring i kvalitativ metode* (4.utg). Bergen: Fagbokforlaget
- Tzafestas, S. G. (2010). *Human and Nature Minding Automation: An Overview of Concepts, Methods, Tools and Applications*. New York: Springer.
- United States Congress Office of Technology Assessment. (1976). *Automatic Train Control in Rail Rapid Transit*. (NTIS order #PB-254738). Hentet fra <https://www.princeton.edu/~ota/disk3/1976/7614/7614.PDF>
- UITP. (2012). *Press kit: Metro automation facts, figures and trends*. Hentet fra www.uitp.org/sites/default/files/Metro%20automation%20-%20facts%20and%20figures.pdf
- UITP. (2016). *Statistics brief: World Report on Metro Automation - July 2016*. Hentet fra www.uitp.org/sites/default/files/cck-focus-papers-files/UITP_Statistic%20Brief_World%20Metro%20Automation%202016_Final02.pdf

- Yin, J., Tang, T., Yang, L., Xun, J., Huang, Y., Gao, Z. (2017). *Research and development of automatic train operation for railway transportation systems: A survey*. (Transportation Research Part C 85/2017). Hentet fra <https://reader.elsevier.com/reader/sd/A3BF5862A17469ABF5F6B27C83635B373AC11533E755EA691805A181D7A59ABD88E53A442CD47B405199678D2C2687F0>
- Qvale, P. (2015, 29. September). Nå blir det slutt på røde og grønne lys. *Teknisk ukeblad*. Hentet fra <https://www.tu.no/artikler/na-bli-det-slutt-pa-rode-og-gronne-lys/275708>
- Valmot, O. R., (2016, 14. November). I Oslo jobber det 400 vognførere på T-banen. De får snart en annen arbeidshverdag. *Teknisk ukeblad*. Hentet fra: <https://www.tu.no/artikler/i-oslo-jobber-det-400-vognforere-pa-t-banen-de-far-snart-en-annen-arbeidshverdag/364044>
- Wood, S. (2004). *Flight Crew Reliance on Automation*. (CAA Paper 2004/10). Hentet fra https://publicapps.caa.co.uk/docs/33/2004_10.PDF
- Warm, J. S., Parasuraman, R., Matthews, G. (2008). Vigilance Requires Hard Mental Work and Is Stressful. *Human Factors*, 50(3), 433-442. doi: 10.1518/001872008X312152

Vedlegg 1

Informasjonsskriv om din deltakelse i forskningsprosjekt fra UiS

Vi heter Ingrid Ringdal og Øystein Brokke, og er begge mastergradsstudenter fra studiet Samfunnssikkerhet ved Universitet i Stavanger. Vi skriver en masteroppgave om Sporveien, og vi ønsker i denne forbindelse å gjennomføre et intervju med deg. Oppgaven skal ferdigstilles og leveres innen 15. Juni 2018. Masteroppgaven er veiledet av Professor Ole Andreas Hegland Engen.

Oppgavens formål er å undersøke om implementeringen av CBTC kan ha en innvirkning på togførerens sikkerhetsfunksjon. Vår ambisjon er at oppgavens konklusjoner kan bidra til læring om hvordan Sporveien kan imøtekomme disse utfordringene.

Praktisk informasjon om datainnsamlingen

Under intervjuene ønsker vi å benytte oss av båndopptaker. Dette er for å sikre at opplysningene som blir gitt under intervjuet kan gjengis så nøyaktig og riktig som mulig. Du som informant har rett til å takke nei til dette, og da vil informasjon som fremkommer av intervjuet bli notert skriftlig underveis.

Informasjonen som blir innsamlet i denne sammenheng skal kun benyttes til masteroppgaven. Dataene vil bli gjengitt uten navngivelse, men det er ønskelig å knytte direkte og indirekte uttalelser opp mot stillingstitler der det er nødvendig. En oversikt over uttalelser som benyttes i masteroppgaven vil bli sendt til den aktuelle informanten for moderering. Dette er for å sikre at gjengivelsen er i samsvar med informantens reelle intensjon.

Dataene, i form av lydopptak, transkripsjoner og notater, vil bli lagret frem til 15.juni, og deretter destruert. Iløpet av denne perioden vil det kun være oss- Ingrid og Øystein -som har tilgang til rådataene fra intervjuene. Tilgang til skriftlig data fra eget intervju gis ved forespørsel.

Deltakelse i forskningsprosjektet er frivillig, og i etterkant av intervjuene har du som informant rett til å trekke deg frem til oppgaven leveres. Dette innebærer at all data som er registrert fra deg vil bli slettet. Det er ikke behov for å avgi noen grunn til at du velger å trekke deg fra forskningen.

Kontaktinformasjon

Har du noen spørsmål eller noe å tilføye etter avsluttet intervju kan du ta kontakt med oss:

Ingrid Ringdal

ingrid.ringdal@live.no

40329738

Øystein Brokke

oystein.brokke@gmail.com

40489798

Spørsmål til veileder kan sendes til:

Ole Andreas Hegland Engen

ole.a.engen@uis.no

51831858

Vedlegg 2

Information sheet regarding your participation in a research project

Our names are Ingrid Ringdal and Øystein Brøkke and we are both postgraduate students in the master in Societal Safety program at the University of Stavanger. This is our last semester and we are therefore writing our master thesis. We are writing our thesis in cooperation with Sporveien, and it is in this regard that we would like to interview you. The thesis is due the 15th of June 2018 and is mentored by Professor Ole Andreas Hegland Engen.

The master thesis is a study of the safety function of train drivers in Sporveien, and how increased automation (GoA 2) can potentially affect this.

Practical information about the interview

Under the interview we would like to use a tape recorder. This is to make sure that the information given under the interview can be referred to as accurate as possible. You have the right to say no to this, and in that case we will take notes under the interview instead.

The information you give in the interview will only be available for us - Ingrid and Øystein - and its only use will be in the development of this master thesis. The data collected will be depersonalized, but we may refer indirect and direct quotations to titles of occupation. E.g Train driver, safety manager. Every direct or indirect quotation used in the master thesis will be sent to the respective participant for moderation. This is to make sure that your quotations are true to its original intent.

The collected data will be stored up until the 15th of June and then deleted. However, participation in this study is voluntarily and you have the right to unfounded withdraw your consent up until the deadline. If so, all data associated with you will be deleted.

Contact Information

Please feel free to contact us if you have any further questions.

Ingrid Ringdal

ingrid.ringdal@live.no

+47 40329738

Øystein Brokke

oystein.brokke@gmail.com

+47 40489798

For any questions to our mentor:

Ole Andreas Hegland Engen

ole.a.engen@uis.no

+47 51831858