

Masteroppgave

ROBUSTHETSVURDERING AV TOGTRAFIKK
(Analysing Robustness of Railway Traffic)



Våren 2008

Stud. techn. Joachim Söderlund

Forord

Denne rapporten er et resultat av masteroppgaven "Robusthetsvurdering av togtrafikk", gitt ved Institutt for Produksjon og Kvalitetsteknikk (IPK) ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU). Masteroppgaven er gjennomført våren 2008.

Mange personer har bidratt med innspill og hjelp i forbindelse med masteroppgaven, og jeg ønsker derfor å benytte anledningen til å takke disse. Først og fremst vil jeg takke mine veiledere Nils Olsson ved SINTEF Teknologi og Samfunn og Iver Wien ved NSB Drift, for alle innspill og hjelp til oppgaven. En stor takk går også til min veileder og faglærer Tom Fagerhaug ved IPK, som har bidratt med viktige innspill og forslag.

Jeg vil i tillegg rette en stor takk til alle som har latt seg intervju, for stor interesse og for at de stilte sin tid til disposisjon. Takk til Hans Petter Krane, Tom Ingulstad, Helge Jørgenstuen og Hans Haugland, for deres engasjement og bidrag.

Trondheim 9. juni 2008

Joachim Søderlund

Sammendrag

Rapporten omhandler robusthet av togtrafikk, og dermed temaer forbundet med punktlighet og sikkerhet i jernbanen. Punktlighet har blitt vist å være det kunder verdsetter høyest. Dette med bakgrunn i at jernbanen er ansett å være en trygg transportform. Dermed er punktlighet noe det fokuseres på, og arbeides med i NSB.

Et vesentlig skille mellom punktlighets- og sikkerhetssektoren ligger i regimet. I sikkerhetsarbeid stilles det lovfestede krav til å utføre analyser, og det jobbes etter akseptkriterier og prinsipper. Akseptkriteriet i jernbanen krever at alle endringer og tiltak skal redusere risiko forbundet med driften. ALARP-prinsippet dikterer at risiko skal reduseres så langt det er praktisk mulig. I punktlighetsarbeidet står tankegangen om en kontinuerlig forbedring sentralt, og verktøy som årsak-virkningsdiagram og styringsdiagram blir benyttet. I tillegg er prestasjonsmåling viktig i punktlighetsarbeidet.

Jernbanen er et samspill mellom ulike instanser. NSB er avhengig av en god infrastruktur for å kunne overholde ruteplanen. Ansvar for infrastrukturen ligger hos Jernbaneverket, som er avhengig av politiske støtte for å kunne ha ressurser til utbygging og vedlikehold. Disse er igjen avhengig av godkjenning fra Statens Jernbanetilsyn for å kunne drive. Dermed er beslutningstaking i jernbanen et komplekst tema. Beslutninger tas kanskje med bakgrunn i at man ønsker å fylle roller, eller gjøre det som er forventet og passende.

Ved vurderingen av store offentlige prosjekter er nyttekostnadsanalyser de vanligste å benytte i forbindelse med prosjektvalg. Underveis i prosjektet blir erfaringsdata og statistikker fra tilsvarende prosjekter benyttet i den grad de er tilgjengelig. Om det i stor grad blir brukt erfaringsdata og statistikk i en vurdering, kaller man gjerne denne for frekventistvurdering. Videre er bayesisk vurdering i denne sammenheng en kombinasjon av bruk av erfaringsdata og ekspertvurderinger. Her begynner man med et estimat og oppdaterer dette med ny informasjon som foreligger. Denne metoden er aktuell når det gjelder utarbeiding av ruteplaner på nye strekninger.

Bruk av akseptkriterier er i rapporten foreslått for bruk i punktlighetsarbeidet, hvor kravene kan være utformet som en prosent av punktlige tog. Dersom et visst antall tog er punktlige blir tiltaket akseptert. Om ikke andel punktlige tog tilfredsstillt kravene her satt, må tiltaket vurderes på nytt, inntil man finner en akseptabel løsning. Rapporten skisserer et forslag til en problemoversiktsmodell, kalt robusthetshjul. Hjulet gir en oversikt over problemområder som representerer risiko for punktlighetsbrudd. Problemgrupper som for lange stasjonsopphold og optimistisk ruteplan er ansvarlig for størst risiko innenfor NSBs ansvarsområde. Dette blir skissert i robusthetshjulet som foreslår bakenforliggende problemer og vektning av disse. Hensikten med modellen er å kartlegge de underproblemer som representerer størst risiko. Dette gjør det lettere å vurdere hvor ressurser skal benyttes.

Et eksempel fra dagens drift blir i rapporten brukt som case for å illustrere sikkerhets- og punktlighetsmessige aspekter ved et tiltak. Caset tar for seg NSBs avgangsprosedyre Type 72. Med avgangsprosedyre menes det her prosedyrer lokfører og ombordansvarlig gjennomgår ved stopp, på hver enkelt stasjon. Materiell Type 69 og 72 er togmateriell brukt i lokaltrafikk. Prosedyren ble innført i nyere tid, grunnet et behov for risikoreduksjon forbundet med et teknisk problem i lukkemekanismen på materiellet. Prosedyren krever lengre tid enn den tidligere avgangsprosedyren, og ble beholdt selv etter at det tekniske problemet ble løst. Punktlighetsmessige aspekter ble før innføringen vurdert i liten grad, hvor man kun

gjennomførte to testturer for å finne avvik fra rutetabellen. Rapporten har sett nærmere på hvordan avgangsprosedyren påvirker stasjonsopphold og det konkluderes med at togmateriell Type 72 har bedre av- og påstigningsegenskaper enn materiell Type 69. Videre konkluderes det at selv med denne fordelene er oppholdstiden for Type 72 lengre enn for Type 69, grunnet avgangsprosedyre Type 72.

Fra intervjuer med fagfolk innen sikkerhet og punktlighet har det kommet frem at god punktlighet er med på å skape god sikkerhet. Samtidig har sikkerhetsnivået i jernbanen blitt kommentert å være høyt, hvor det har blitt uttrykt at punktlighet ofte går på bekostning av nettopp dette. Det savnes et tettere samarbeid hvor punktligheten blir vurdert i større grad ved innføring av sikkerhetstiltak.

En helhetstankegang som vurderer sikkerhets- og punktlighetsmessige tiltak i pengemessige verdier er foreslått i rapporten. Man sammenligner her verdi av tid med verdi av statistiske menneskeliv. Man kan tenke seg et sikkerhetstiltak som fører til lengre fremføringstid, og dårligere punktlighet dersom ikke ruteplanen endres. Dette tiltaket må gjøre opp for seg i at det bedrer sikkerhetsnivået tilsvarende. Slik kan man si at dersom tiltaket koster 105 mill. kr årlig i tidstap, må dette redde 7 statistiske menneskeliv (15 mill. kr/liv). Så kan det videre diskuteres i hvilken grad firmaets rykte påvirkes av henholdsvis dårlig punktlighet og sikkerhet.

Summary

This report deals with robustness of traintraffic, and thereby issues concerning punctuality and safety in the railway. Punctuality has been proven to be what customers value the most. This given when the railway is seen as a safe way to travel. Punctuality is thereby something that is put focus on, and work into, by NSB.

A substantial distinction between the punctuality- and safety-sector is found in the regimen. In work concerning safety legal demands are put in place regarding analysis, where acceptance criterias and principles is a part of the work strategy. The acceptance criteria within the railway demands that all changes must result in a lower risk level associated with the production. The ALARP-principle dictates that all risks must be reduced to a level that is as low as reasonably practicable. Within work regarding punctuality the mindset of a continuous improvement is central, and tools like cause-effects-diagram and control-chart is used. Performance measurement is also important in work with punctuality.

The railway is a collaboration between different parties. NSB depends on a solid infrastructure to be able to keep timetables. The Norwegian National Rail Administration is responsible for the infrastructure, and themselves dependant on political support to obtain resources for projects and maintenance. These parties are furthermore dependant on approval by The Norwegian Railway Inspectorate to continue production. This makes decision making a complex issue within the railways. Decisions may be made with underlying issues of filling roles and doing what is expected and appropriate.

When considering major governmental projects cost benefit analysis is the commonly used method when choosing among projects. During the project statistics and experience data is used in the degree this is available. When statistics and experience data is used in a major way, this is called the frequentist evaluation. Furthermore, the bayes evaluation is when experience data is combined with the use of expert opinions. The method starts with an estimate and updates this when new information is available. This method is appropriate when it comes to timetable planning of new stretches.

The use of acceptance criterias is in the report suggested implemented in work regarding punctuality, where the demands can be shaped as a punctuality-percentage. If a certain amount of the trains run punctual the change will be accepted. If this is not the case, the change has to be revised until an acceptable solution is present. The report sketches a suggestion to a problem-overview-model, called robustness-wheel. The wheel gives an overview to problem-areas that represent risk for punctuality-breaches. Problem-groups as to long stops on station and optimistic timetable is responsible for the greatest amount of risk within the jurisdiction of NSB. This is sketched in the robustness-wheel which suggests underlying problems and their independent weight-contribution. The purpose of the model is to map the underlying problems that represent the greatest risk. This makes the planning of resource-use more efficient.

An example from the present production is used as a case in the report. This, to illustrate safety- and punctuality-aspects by planned changes. The case deals with NSBs departure procedure Type 72. Departure procedure here means the procedures traindriver and conductor goes through at stop, at every station. Material Type 69 and 72 are trains used in the local

traffic in Norway. The procedure was introduced in newer time, when a risk reduction, related to a technical problem in the trains closing mechanism, was needed. The procedure demands more time than the previous procedure, and was kept even after the technical problem was resolved. Aspects related to punctuality where in a minor way considered before introducing the procedure, where there was conducted two test-trips in search of timetable discrepancies. The report has taken a closer look on how the procedure affects the length of planned stops. Here it is concluded that material Type 72 has better on- and off-properties than Type 69. Furthermore it is concluded the material Type 72 demands longer time at station even though it has better properties regarding this. The reason for this can thereby be found in the departure procedure Type 72.

From interviews with professionals within the safety- and punctuality branch it has been said that good punctuality performance reduces risk in the railway. At the same time the safety-level has been said to be high, where punctuality often suffers caused by this. A tighter cooperation, where punctuality is assessed in a greater manner when applying risk reducing changes, is missed.

A mindset which reflects both safety- and punctuality-aspects of planned changes is in the report suggested. Here value of time is compared to the value of a statistical human life, and this way one would have a joint comparison parameter in monetary value. Think of a safety procedure that leads to longer travel-time, and poorer punctuality if not timetables are changed. Furthermore, this safety procedure is found to cost 105 mill. NOK in yearly timeloss. If we compare this to how many lives that has to be saved to justify this procedure, the number is 7 (15 mill.NOK/stat. life). Furhtermore, it can be discussed in which degree the company's reputation suffers by respectively poor punctuality and safety.

Figurliste

Figur nr, side, navn, (kilde, år:side hos kilde)

Figur 1, s 6: Rapportens oppbygning

Figur 2, s 13: Ulike aktører og instanser i jernbanen (Skagestad, 2004:8)

Figur 3, s 16: Problemløsningssirkel (Cooke og Slack, 1991:5)

Figur 4, s 19: Fire typer vurderinger som brukes som beslutningsgrunnlag (Samset, 2001:56)

Figur 5, s 21: Grafisk illustrasjon av samfunnsøkonomisk overskudd som summen av konsumentoverskudd og produsentoverskudd. Basert på en rekke antakelser og forenklinger. (Grøvdal og Hjelle, 1998:75)

Figur 6, s 23: PUKK forbedringssirkel (Kvaavik, 2005: 32)

Figur 7, s 23: Styringsdiagram (Strekerud, 2007)

Figur 8, s 24 Årsak-virkningsdiagram

Figur 9, s 33 ALARP-prinsippet (Andreassen, 2007:4)

Figur 10, s 34: Risikomatrix med ALARP-område i gult/lyst (2) (Andreassen, 2007:5)

Figur 11, s 35: Akseptkriterium uttrykt ved F-N kurve (Frequency – Number of fatalities) (Aven et. al., 2003:26).

Figur 12, s 39: STEP-diagram for ombordansvarlig (Elgin, 2003:5)

Figur 13, s 40: STEP-diagram for lokfører (Elgin, 2003:6)

Figur 14, s 41: Oppholdstid per stasjon Type 69

Figur 15, s 42: Oppholdstid per stasjon Type 72

Figur 16, s 50: Robusthetshjul for togtrafikk

Figur 17, s 53: Risikomatriksen

Figur 18, s 54: Akseptkriterier for hyppighet og grad av forsinkelse, 4 forskjellige akseptkriterier er skissert.

Tabelliste

Tabell nr, side, navn, (kilde, år)

Tabell 1, s 8: Personer intervjuet 2008

Tabell 2, s 34: Frekvenskategorier til risikomatrise (Andreassen, 2007)

Tabell 3, s 45: Type 69 versus Type 72, avgangstid og reaksjonstid. Bearbeidet fra (Wien, 2008a)

Tabell 4, s 45: Oppholdstid Type 69 og Type 72, totalt og på stasjon, median, max, min og gjennomsnitt. (Wien, 2008a)

Tabell 5, s 55: Benyttede verdier av statistiske menneskeliv i jernbanen (Rose, 1994)

Tabell 6, s 57: Verdier av reisetid og forsinkelser. Vurderingene gjelder verdien per minutt og reisende. Verdiene gjelder pengeverdiene ved det tidspunkt studiene ble utført/publisert og er omregnet til NOK.

Tabell 7, s 57: Gjennomsnittlig betalingsvillighet for et minutt nedkortning av forsinkelse grunnet kundemengde (VTPI, 2007)

Tabell 8, s 58: Gjennomsnittlig betalingsvillighet for mer pålitelig ankomsttid (Small et. al., 1999).

Forord	i
Sammendrag	ii
Summary	iv
Figurliste	vi
Tabelliste	vii
1 Robusthetsvurdering av togtrafikk	3
1.1 Bakgrunn	3
1.2 Oppgavebeskrivelse	3
1.3 Avgrensning og omfang	4
1.4 Mål	4
1.5 Oppgavens oppbygning og innhold	5
1.6 Metode	7
1.6.1 Typer metoder	7
1.6.2 Oppgavens metoder	7
1.7 Definisjoner	9
1.7.1 Kvalitet	9
1.7.2 Robusthet	10
1.7.3 Punktlighet	10
1.7.4 Regularitet	10
1.7.5 Sikkerhet	10
1.7.6 Sårbarhet	10
1.7.7 Risiko	11
1.8 De forskjellige instansene i norsk jernbane	12
1.8.1 Statens jernbanetilsyn	12
1.8.2 Jernbaneverket	12
1.8.3 Driftselskaper (operatører)	12
2 Beslutningsstrategi	14
2.1 Beslutningstaking	14
2.2 Modell for ulike typer vurderinger som beslutningsgrunnlag	16
2.4 Nytte/kostnadsanalyser	19
3 Punktlighets- og kvalitetsstyring	22
3.1 Rammeverk	22
3.2 Sentrale verktøy	23
3.2.1 Styringsdiagram	23
3.2.2 Årsak-virkningsdiagram	24
3.3 Prestasjonsmåling	25
3.3.1 Definisjon av prestasjonsmåling	25
3.3.2 Hvorfor måle prestasjon?	25
3.3.3 Prestasjonsmåling i jernbanen	26
3.4 Diskusjon grupper og oppfølgingsarbeid	27
4 Sikkerhetsstyring	28
4.1 Generelt	28
4.2 Lover og forskrifter i jernbanen	30
4.2.1 Jernbaneloven	30
4.3 ALARP Styringsprinsipp	32
4.4 Akseptkriterier i jernbanen	34
5 Case: Avgangsprosedyre Type 72	36
5.1 Hvorfor "Avgangsprosedyre Type 72" som case?	36
5.2 Bakgrunn for innføring av ny avgangsprosedyre	36
5.3 STEP-analyse for ombordansvarlig og lokfører	37
5.4 Punktlighetsvurdering og oppfølgingsarbeid	40
5.4.1 Vurdering av oppholdstid	40
5.4.2 Oppfølgingsarbeid	42
5.5 Diskusjon og konklusjon	42
5.5.1 Hvorfor ble avgangsprosedyre Type 72 beholdt?	42
5.5.2 Konklusjon av avgangsprosedyre Type 72	43
6 Forslag til tiltak	45
6.1. Robusthetshjul	45
6.1.1 Generelt om modellen	45
6.1.2 Hensikt	46

6.1.3 Beskrivelse av foreslåtte kategorier-----	46
6.1.4 Arbeidsfremgang og diskusjon av problemområder-----	50
6.2 Akseptkriterier i punktlighetsarbeid-----	50
6.2.1 Hvordan fastsette kravnivået?-----	51
6.2.2 Kriterie i: Punktlighetskriterie-----	51
6.2.3 Kriterie ii: Forsinkelse-hyppighetskriterie-----	52
6.3 Helhetstankegang-----	53
6.3.1 Verdi av statistiske liv-----	53
6.3.2 Verdi av tid-----	54
6.3.3 Diskusjon-----	57
7 Resultat fra intervjuer-----	59
7.1 Sikkerhet i jernbanen-----	59
7.1.1 Fokusområder-----	59
7.1.2 Diskusjon rundt risikonivå i jernbanen-----	59
7.2 Punktlighet i jernbanen-----	60
7.2.1 Bruk av erfaringsdata-----	60
7.2.2 Hvordan bedre punktligheten?-----	61
7.3 Diskusjon rundt sikkerhets- og punktlighetsarbeid-----	61
7.3.1 Vurdering av punktlighetsmessige aspekter ved sikkerhetsarbeid?-----	61
7.3.2 Metoder fra sikkerhetsarbeid for punktlighetsarbeid-----	62
8 Konklusjoner-----	63
8.1 Rapportens konklusjoner-----	63
8.2 Feilkilder og begrensninger-----	64
8.3 Måloppnåelse-----	64
8.4 Forslag til videre arbeid-----	65
8.5 Referanser-----	66
Vedlegg-----	i
A: Intervjuguide-----	i
B: Tidsdata for Type 69 og 72-----	iv
C: Tidsdata, avgangsprosedyre Type 72-----	viii
D: Forstudierapport-----	x
E: Fremdriftsrapport-----	xix

1 Robusthetsvurdering av togtrafikk

Rapportens innledningskapittel presenterer en introduksjon til oppgaven med bakgrunn, beskrivelse, mål, samt hvordan rapporten er bygget opp og hvor man finner de forskjellige emnene som er diskutert. Videre gir kapittelet en oversikt over metodebruk og hvilken strategi det er brukt i rapporten. Kapittelet presenterer rammeverk for oppgaven med definisjoner og oversikt over instansene i Norsk jernbane.

1.1 Bakgrunn

Jernbanedrift opererer i et marked med sterk konkurranse fra alternative transportslag. Det er viktig å forske på løsninger og tiltak som kan føre til punktlighetsmessige og sikkerhetsmessige forbedringer. Oppgaven er gjennomført i samarbeid med NSB og forskningsprosjektet PEMRO (Performance Measurement in Railway Operations).

Det ble i januar 2002 undertegnet en langsiktig samarbeidsavtale mellom NSB og Sintef. Sintefs nære forhold til NTNU muliggjør bruk av masterstudenter for prosjekt- og hovedoppgaver. Denne masteroppgaven er et av resultatene av dette samarbeidet.

1.2 Oppgavebeskrivelse

Denne er hentet fra oppgaveteksten:

Innenfor jernbanen er det flere fellestrekk, men også ulikheter, mellom metoder og arbeidsformer innenfor sikkerhets- og kvalitetsvurderinger av driften. Hensikten med oppgaven er å kartlegge likheter og forskjeller mellom vurderinger med utgangspunkt i henholdsvis sikkerhet og punktlighet/robusthet.

Videre er det delt inn i fem deloppgaver:

1. Gjennomføre et litteraturstudium og sammenstille kunnskapsgrunnlag om eksisterende former for vurderinger av forventet fremtidig robusthet av trafikken.
2. Aktuelle analyserformer identifiseres med utgangspunkt i arbeidsmetoder fra metoder og erfaringer fra kvalitetsledelse og usikkerhetsanalyser i ulykkes/HMS-perspektiv. Fokus rettes mot punktlighets- og sikkerhetsvurderinger av generell type, eksempelvis for kommende ruteendringer eller endringer av arbeidsrutiner. Et aktuelt aspekt kan være å se på bruken av akseptkriterier og akseptnivåer for vurdering av om en vurdert endring er akseptabel.
3. Illustrere utførte analyser og analyseformer i henholdsvis sikkerhets- og punktlighets-perspektiv.
4. Vurdere overførbarhet av generelle metoder og erfaringer fra usikkerhetsanalyser i ulykkes/HMS-perspektiv til vurderinger av punktlighet og robusthet av togtrafikk.
5. Foreslå tiltak og innretning på videre arbeid med forberedelser av endringer av togtrafikken. Forslagene kan fremstilles som et konsept for robusthetsanalyse, inkludert arbeidsprosess (trinn, rekkefølge og involverte parter), aktuelle analyser, aktuelle

robusthetskriterier og akseptnivåer.

1.3 Avgrensning og omfang

Masteroppgavens omfang er på 30 studiepoeng og representerer 100 % studiebelastning for sivilingeniørstudiets siste semester ved NTNU. Oversatt til timeantall vil dette tilsvare 48t/uke. Oppgaveteksten ble utlevert 14.01.2008 og tidsfrist for innlevering var satt til 09.06.2008. Det er gitt i oppgaveteksten at det skal utarbeides en forstudierapport samt en fremdriftsrapport, i tillegg til hovedrapporten.

I rapporten er det i samråd med veiledere ikke tatt opp spesifikke risikoanalysemetoder og sett på overførbarhet til punktlighetsarbeid for disse. Dette er utført av forfatter tidligere i studiet og behov for gjentakelse er vurdert som ikke til stede.

1.4 Mål

For å oppnå målrettet arbeid og et godt resultat er det viktig med definerte mål for prosjektet. Forfatter har definert følgende effektmål, resultatmål og delmål:

Effektmål

For interessenter:

- Rette fokus mot økt punktlighet og samtidig ivareta et akseptert sikkerhetsnivå.
- Øke kvaliteten på sine transporttjenester.

For forfatter:

- Økt innsikt og forståelse for punktlighets- og sikkerhetsstyring i jernbaneindustrien.
- Kunnskap om overførbarhet av arbeidsmetoder innenfor forskjellige styringsdisipliner.
- Økt forståelse for prosjektstyring og rapportskriving.

Resultatmål

1. Opparbeide en oversikt over litteratur og informasjon vedrørende punktlighets- og sikkerhetsstyring i jernbanen.
2. Belyse en diskusjon om forholdet mellom sikkerhet og punktlighet.
3. Kartlegge arbeidsmetoder som kan overføres fra sikkerhetsstyring til punktlighetsstyring.
4. Foreslå spesifikke metoder av disse i utarbeidelsen av en robusthetsanalyse.

Delmål

1. Tilegne informasjon ved hjelp av nett- og bibliotekbasert litteratursøk.
2. Utarbeide intervjuguide og gjennomføre en intervjurunde hos NSB, Jernbaneverket og andre aktuelle.
3. Trekke linjer mellom sikkerhet og punktlighet og prosessere materiale fra litteratursøk og intervjuer og samtaler.
4. Presentere materiale fra litteratursøk skriftlig.
5. Foreslå et utkast til en robusthetsanalyse hvor arbeidsmetoder fra sikkerhet skal være representert.
6. Presentere diskusjon og trekke konklusjoner med bakgrunn i alt prosessert materiale.

1.5 Oppgavens oppbygning og innhold

Rapporten er inndelt i to hoveddeler: teori og resultater. En figur av rapportens oppbygning kan finnes i figur 1, under. Rapporten begynner imidlertid med en innledning til oppgaven med problemstilling, bakgrunn, avgrensning og oppbygning. Videre blir det i introduksjonskapittelet skissert metodebruk og hvilken strategi som blir benyttet i utarbeidelsen av rapporten. Til sist blir instansene i jernbanen presentert og begreper brukt i rapporten definert. Under følger en oversikt over hvilke temaer kapitlene tar opp.

Introduksjonskapittel

- **Kapittel 1 – Robusthetsvurdering av togtrafikk**

Kapittel 1 introduserer leseren til rapporten og inneholder delkapitlene: bakgrunn, oppgavebeskrivelse, avgrensning og omfang, mål, oppgavens oppbygning og innhold, metode, definisjoner samt de forskjellige instansene i norsk jernbane.

Hoveddel 1

- **Kapittel 2 – Beslutningsstrategi**
- **Kapittel 3 – Punktlighets- og kvalitetsstyring**
- **Kapittel 4 – Sikkerhetsstyring**

Hoveddel 1 er teorihoveddelen i rapporten. Her blir det tatt opp relevante temaer som er aktuelle videre i rapportens andre hoveddel. Hoveddelen begynner med **kapittel 2** som omhandler beslutningsstrategi. Her blir det tatt opp forskjellige metoder for beslutningstaking før og underveis i et prosjekt. I tillegg blir det diskutert bakenforliggende årsaker for hvordan en beslutning blir tatt. **Kapittel 3** gir en oversikt over punktlighets- og kvalitetsstyring hvor hovedfokus er lagt på metoder brukt i norsk jernbane. Rammeverk, sentrale verktøy, prestasjonsmåling og andre arbeidsmetoder blir presentert. Siste kapittel i den første hoveddelen, **kapittel 4**, gir en introduksjon til sikkerhetsstyring, også her med fokus på relevante metoder fra jernbaneindustrien i Norge. ALARP-prinsippet, og akseptkriterier i jernbanen presenteres. I tillegg inneholder kapittelet et delkapittel om lover og forskrifter i jernbanen, hvor jernbaneloven er oppsummert.

Hoveddel 2

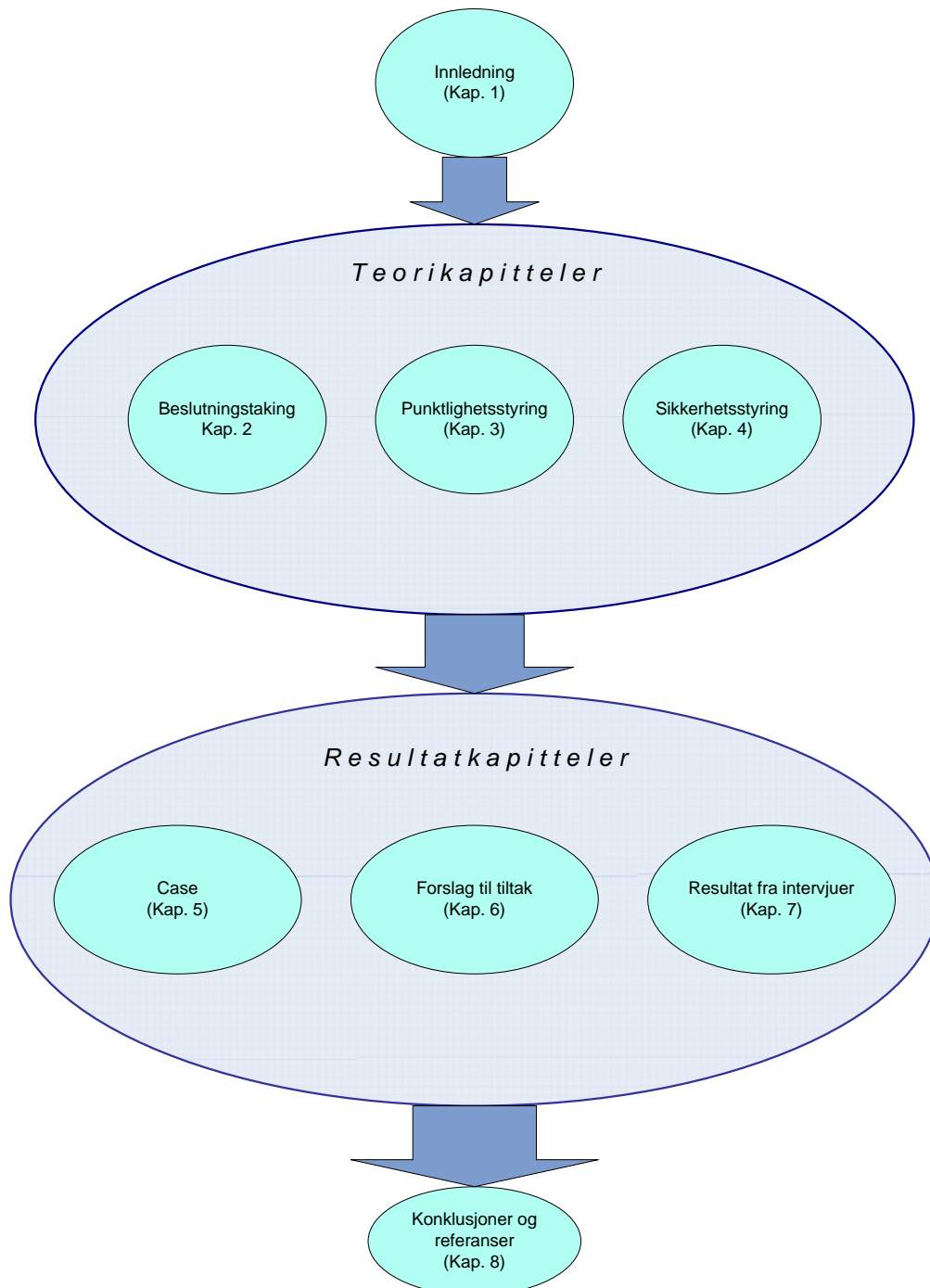
- **Kapittel 5 – Case: Avgangsprosedyre Type 72**
- **Kapittel 6 – Forslag til tiltak**
- **Kapittel 7 – Resultat fra intervjuer**

Hoveddel 2 presenterer resultater i rapporten. Her blir teorikapitler sammen med annen informasjon, som intervjuer og dokumenter, brukt i utarbeidelsen. Hoveddelen begynner med **kapittel 5** som er rapportens case. Caset omhandler NSBs avgangsprosedyre Type 72. Her blir det sett på hvilke vurderinger som ble gjort i forkant av innføring, samt hva bakgrunnen var for at man vurderte å ta i bruk en ny prosedyre. Det trekkes konklusjoner angående hvilken effekt denne prosedyren har på oppholdstiden på stasjon. Caset er et eksempel på NSBs daglige drift og hvordan punktlighet vurderes i sikkerhetsarbeid. **Kapittel 6** skisserer forfatters forslag til tiltak. En modell som gir oversikt over problemområder med videre detaljering er her foreslått. Denne er kalt "robusthetshjul" og skisserer risikonivåer for punktlighetsbrudd i forskjellige kategorier. Videre er det foreslått bruk av akseptkriterier ved innføring av nye tiltak og endringer. 2 forskjellige kriterier er her foreslått. Avslutningsvis diskuteres det verdi av tid og statistiske liv, hvor en helhetstankegang blir foreslått. **Kapittel 7** presenterer hva som har kommet frem fra intervjuer med sikkerhets- og punktlighetspersoner i jernbanen. Intervjuguiden som her ble benyttet er lagt i vedlegg A.

Konklusjonsdel

▪ **Kapittel 8 - Konklusjoner**

Kapittelet presenterer rapportens konklusjoner. Her blir det vurdert om oppgavens mål er nådd i tillegg til at feilkilder og forslag til videre arbeid blir skissert. Kapittelet avslutter med rapportens referanser.



Figur 1: Rapportens oppbygning

1.6 Metode

For å kunne svare på oppgavens problemstillinger er det nødvendig med kunnskap og innsikt. Det må legges opp en strategi for hvordan kunnskapen skal tilegnes for best å kunne besvare de ulike problemstillingene. I denne strategien må det velges hvilke metoder man skal benytte i de ulike delspørsmålene. "Metoder" blir brukt om fremgangsmåter for å hente inn, bygge opp og analysere et datamateriale (Holter og Kalleberg, 1996).

1.6.1 Typer metoder

Det finnes en rekke metoder for å finne informasjon, hvor majoriteten av disse vanligvis blir kategorisert som enten kvalitative eller kvantitative. Holter og Kalleberg (1996) peker imidlertid på at et kvalitativt forskningsopplegg som regel vil ha innslag av kvantitative elementer. På samme måte vil kvantitative analyser også berøre kvalitative forhold. (Holter og Kalleberg, 1996)

Kvalitative metoder

Det sentrale innenfor kvalitative undersøkelser er å skape en dyp forståelse for problemstillingen. Metoden innebærer liten grad av formalisering, er fleksibel og undersøkelsesopplegget kan endres underveis. Typiske kvalitative metoder for datainnsamling er intervju, diskusjon samt narrative undersøkelser. Dette fører til en nærhet til kilden og påvirkning kan dermed skje begge veier. Informasjon og data fra kvalitativ forskning er først og fremst basert på tekst. (Holter og Kalleberg, 1996)

Kvantitative metoder

I Kvalitative undersøkelser har forskeren avstand til materialet, og det forekommer dermed liten eller ingen påvirkning mellom de to. Metoden er formalisert og strukturert hvor forskeren har full kontroll på problemstillingen. Undersøkelsen kan ikke endres på samme måte som i kvalitativ forskning. Informasjon som blir innhentet kan foreligge metriske data. Statistiske målemetoder spiller dermed en sentral rolle. (Bell, 2005)

Sammenligning og kombinasjon av metoder

I følge Holme og Solvang (1996) vil det ikke være slik at en av metodene er overlegen, men at en kombinasjon ofte vil være nødvendig for å utføre en god analyse eller rapport. Dette med bakgrunn i at det ofte finnes flere problemstillinger som krever ulik metodebruk. Holme og Solvang (1996) utdyper dette ved å nevne fire forskjellige måter kvalitativ og kvantitativ metode kan kombineres:

- *Kvalitative undersøkelser som forberedelse til kvantitativ analyse.*
- *Kvalitative undersøkelser som oppfølging av kvantitative undersøkelser.*
- *Parallell utnyttning av kvalitative og kvantitative tilnærminger under både datainnsamling og analyse.*
- *Innsamling av kvalitative data som kvantifiseres under analysen.*

1.6.2 Oppgavens metoder

Det finnes flere ulike fremgangsmåter for å fremskaffe informasjon for en slik rapport. Både litteratur, fagpersoner, møtevirksomhet og diskusjon med medstudenter kan gi betydningsfulle innspill. Alle disse metoder er brukt i arbeidet med rapporten.

Det blir her gitt en utdypende oversikt over hvordan det har blitt arbeidet med metodene:

1. Kildegranskning
2. Intervjuer
3. Deltagelse på møter og konferanser

Kildegranskning

Kildegranskning har bestått i å søke på internett etter rapporter og artikler som kan være aktuelle for rapporten. Vitenskaplige databaser har her blitt benyttet. NTNUs biblioteker er brukt for å finne fagbøker, rapporter, tidligere masteroppgaver og doktoravhandlinger. I tillegg har veiledere, samt ansatte i NSB, vært behjelpelige med aktuell litteratur. Litteraturen har fokusert på sikkerhets- og kvalitetsstyring og lagt vekt på metoder brukt hos NSB og Jernbaneverket. Videre er litteratur som går på beslutningsstrategi tatt med da dette er relevant for problemstillingen.

Intervjuer

Intervjuer kan deles i to kategorier, formelt eller uformelt. Formelle intervjuer kjennetegnes ved å være kvantitative, det vil si standardiserte og lite fleksible. Spørsmålene er laget på forhånd, og intervjueren er ute etter å bekrefte eller avkrefte en hypotese. Uformelle intervjuer kjennetegnes ved å være kvalitative, som vil si at en prøver å fange opp intervjuobjektets spesielle meninger, og en kan komme med oppfølgingsspørsmål for å forstå intervjuobjektet bedre (Holme og Solvang, 1996). Dette kan føre til at intervjuobjektet blir påvirket av intervjuerens meninger. Intervjuer kan foregå på forskjellige måter, for eksempel via telefon, e-post, fax/brev eller ved personlig oppmøte. Ved å benytte telefonintervju, eller møte intervjuobjektet personlig, vil påvirkning mellom intervjuer og objekt være størst, men fordelene er mange. Man har her muligheten for å oppklare uklarheter i svar eller spørsmål med en gang, og det er lettere å forstå hverandre. Dette gjelder i større grad ved personlig oppmøte enn i et telefonintervju. Om intervjuet er via e-post reduseres sannsynligheten for feilsitering betraktelig, men uklarheter i svar eller spørsmål blir ikke oppklart umiddelbart. Intervjuobjekter er kanskje mer tilbakeholdne når svar foregår skriftlig, og det kan dermed være vanskelig å få svar på alt det blir spurt om. Ved personlig oppmøte kan man "varme" opp intervjuobjektet for å få svar på spørsmål disse vanligvis ikke ville gitt i et skriftlig format. Dette er problemstillinger som har vært aktuelle ved utarbeidelse av rapporten og det er dermed søkt å møte personlig så langt det har vært mulig. Dette har ved to tilfeller ikke vært mulig, og det har her blitt vekslet mail inntil begge parter har blitt forstått.

Personer som er intervjuet:

<i>Navn</i>	<i>Stilling</i>
Tom Ingulstad	Sikkerhetsdirektør, NSB
Monika Løland Eknes	Sikkerhetsdirektør, Jernbaneverket
Hans Haugland	Analysesjef, NSB Drift
Cathrine Elgin	Sikkerhetsrådgiver, NSB (i permisjon)
Iver Wien	Rådgiver, NSB Drift
Helge Jørgenstuen	Punktlighetsoppfølger Øst, NSB
Hans Petter Krane	PhD stipendiat, NTNU (tidl. Jernbaneverket)

Tabell 1: Personer intervjuet 2008.

Deltagelse på møter/konferanser

Ved å delta på møter og konferanser får man et innblikk i hvordan virkeligheten i jernbaneverden er. Dette bidrar til at man får en oversikt over arbeidsmetoder samt at man får et større helhetlig bilde av togindustrien i Norge. Det ble deltatt på jernbanekonferansen Jernbaneforum 2008, som ble arrangert den 6. mars 2008. Konferansen inneholdt forskjellige foredrag hvor forskjellige temaer ble tatt opp. Noen foregikk i plenum, mens man etter lunsj kunne velge foredrag ut fra interesser, da flere foregikk samtidig i forskjellige rom. Konferansen inneholdt også en paneldebatt med politikere hvor blant annet budsjett til ny infrastruktur ble tatt opp.

Det ble 24. April 2008 arrangert en "punktlighetsdag" i Drammen. Dagen vektla strekningen Kongsberg-Drammen og søkte å finne løsninger til punktlighetsproblematikk her. Dagen ble innledet med noen korte foredrag, før man satte seg ned i tre forskjellige diskusjonsgrupper. Hver gruppe fikk forskjellige problemområder. Disse områdene var optimistisk ruteplan, stasjonsopphold, infrastrukturfeil og materiellfeil. Forfatter deltok i en av disse gruppene og observerte hvordan det arbeides med å finne underproblemer og løsninger til disse. Det ble her brukt en brainstormingsteknikk, hvor man kom med forskjellige forslag til problemer og så diskuterte disse videre.

1.7 Definisjoner

Viktige begrep brukt i rapporten er her definert. Ulike definisjoner er vurdert og rapportens gjeldende er videre uthevet. Definisjon og diskutering av begrep er viktig for å øke leserens forståelse samt forhindre eventuelle misforståelser. Begrep som risiko og kvalitet krever mer utfyllende diskusjon, da det foreligger flere forskjellige oppfatninger av hva som ligger i ordene.

1.7.1 Kvalitet

Kvalitet er et ord som blir brukt til daglig, uten at man alltid har en klar formening om ordets definisjon. Om et produkt oppfyller våre forventninger sier man gjerne at det har kvalitet. Disse forventningene kan derimot variere fra person til person, og dermed blir kvalitetsvurderingen til en viss grad subjektiv.

Aune (2001) definerer kvalitet innenfor 3 kategorier på følgende måte:

1. *Produkt- og/eller brukerbasert: Kvaliteten beskrives av produktegenskaper (som underforstått tilfredsstillter brukerens behov).*
2. *Produksjonsbasert: Kvalitet vil si fravær av feil – overensstemmelse med gitte spesifikasjoner.*
3. *Følelsesbasert: Kvalitet innebærer noe ettertraktelsesverdig og udefinerbart, som du imidlertid kjenner igjen når du ser det – noe luksuriøst, noe som koster mer". (Aune, 2001)*

Aune (2001) deler her kvalitet inn i 3 forskjellige kategorier. Kategori 1 ser på kvalitet fra brukerens ståsted og forteller at kvalitet er når produktet tilfredsstillter brukernes behov. Kategori 2 ser på kvalitet fra produsentens ståsted, hvor fravær av feil på produktet kjennetegner kvalitet. Den tredje kategorien baserer seg på erfaringer brukeren har, og hvilke oppfatninger han har gjort seg når det gjelder å kjenne igjen noe som har kvalitet.

Rapporten benytter den internasjonale standarden for kvalitetssystem ISO 9000:2000 sin definisjon på kvalitet:

"I hvilken grad en samling av iboende egenskaper oppfyller krav, det vil si behov eller forventning som er angitt, vanligvis underforstått eller obligatorisk".

1.7.2 Robusthet

Engelsk Wikipedia (2007) definerer robusthet som *"the quality of being able to withstand stresses, pressures, or changes in procedure or circumstance"*. Videre blir det sagt at et system kan bli omtalt som robust om det er i stand til å takle variasjoner (herunder også uforutsette) i miljøet det opererer i med minimal skade, endring, eller tap av funksjonalitet (W, 2007).

Rapporten benytter Haimes' (2004) definisjon på robusthet:

"upåvirkeligheten et system og systemets prestasjoner har i forhold til eksterne stressmomenter".

1.7.3 Punktlighet

Punktligheit kan bli sett på som *"muligheten til å oppnå en sikker ankomst til et bestemmelsessted, etter en på forhånd kunngjort tidstabell"* (Veiseth, 2002)

Rudnicki's (1997) definisjon av punktlighet i transportindustrien vil videre gjelde som rapportens definisjon. Denne lyder som følger:

"punktligheit kjennetegnes ved at et forhåndsdefinert kjøretøy ankommer, forlater eller passerer et forhåndsdefinert punkt på en forhåndsdefinert tid"

1.7.4 Regularitet

Flyindustrien definerer regularitet som hvor mange av de på forhånd planlagte flyvningene som faktisk blir gjennomført (SAS, 2008):
$$\text{Regularitet} = \frac{\text{Antall faktiske flyvninger} \times 100\%}{\text{Antall planlagte flyvninger}}$$

Veiseth's (2002) definisjon på regularitet for tog vil bli benyttet i rapporten:

"Regulariteten til en togavgang ved et punkt, på en på forhånd planlagt rute/strekning/linje, brytes dersom toget ikke ankommer, forlater eller passerer dette punktet".

1.7.5 Sikkerhet

Sikkerhet blir definert som *"fravær av uakseptabel risiko"* (EN 50126:1999). Det er dermed nødvendig å definere og forstå risikobegrepet. Se 1.7.7 for definisjon av risiko.

1.7.6 Sårbarhet

Sårbarhet sier noe om hvor avhengig systemet er av enkeltkomponenter eller eksterne leverandører for å opprettholde normal drift (NOU 2006:06). Man kan videre beskrive

sårbarhet ved å se på redundansen i systemet. Et redundant system vil være mindre sårbart enn et avhengig ikke-redundant system.

Innst. S. nr. 9 (2002-2003) fra forsvarskomiteen og Justiskomiteen definerer sårbarhet på følgende måte:

"Sårbarhet betegner en begrenset evne til å tåle påkjenninger eller påvirkninger som kan resultere i betydelige negative avvik fra normal funksjon for det system som den sårbare komponent inngår i. Graden av sårbarhet beskriver hvor lett det er å påføre slik skade."

(Innst. S. nr. 9: 2002- 2003, kap. 5)

1.7.7 Risiko

Risiko blir forbundet med sannsynligheten for at en hendelse med en negativ konsekvens skal inntreffe. Høj og Kröger (2001) foreslår at risiko skal defineres som "*et mål med usikkerhet for alvorlighetsgraden av en fare*" og presenterer videre risiko som en funksjon av frekvens og konsekvens: Risiko = f(F, K). Risiko blir som regel definert som produktet av F og K, eller F og xK, hvor x>1 og konsekvensene dermed høyere vektet. Det foreligger altså ingen fast bestemt sammenheng mellom variablene (Høj og Kröger, 2001).

Risiko = F x K blir vanligvis brukt, mye på grunn av sin enkelhet, ovenfor ansatte som til daglig er ansvarlig for NSBs togfremføring (Johannessen, 2007a). Denne definisjonen er enkel å forstå og kan dermed være med på å motivere ansatte til sikkert arbeid.

Ved å definere risiko som produktet av F og K sier man at en hendelse med svært høy konsekvens og svært liten sannsynlighet/frekvens, er "det samme" som en hendelse med svært liten konsekvens og svært høy sannsynlighet/frekvens. Definisjonen vil generere de samme risikonivåer for hendelsene, noe som kan være uheldig og ifølge Rausand (2004) og Kaplan (1980), ikke medfører riktighet.

Muttram (2002) foreslår en definisjon hvor antall dødsfall eller tilsvarende dødsfall/år er den samlede risiko. For å fange hendelser som inntreffer sjelden, men med høy alvorlighetsgrad er definisjonen basert på gjennomsnittlige verdier med langt tidsperspektiv (Muttram, 2002):

$$\begin{aligned}
 & \text{Frekvens} \\
 & \text{gjennomsnittlig frekvens på hvor ofte en uønsket hendelse} \\
 & \text{inntreffer (antall hendelser/år)} \\
 & \quad X \\
 & \text{Konsekvens} \\
 & \text{gjennomsnittlig konsekvens om den uønskede hendelsen} \\
 & \text{skulle inntreffe (antall dødsfall eller} \\
 & \text{tilsvarende dødsfall/hendelse)} \\
 & \quad = \\
 & \text{Samlet Risiko} \\
 & \text{(antall gjennomsnittlige dødsfall eller} \\
 & \text{tilsvarende dødsfall/år)}
 \end{aligned}$$

Rapporten benytter Britisk Standard (BS) sin definisjon på risiko:

"sannsynligheten for at en uønsket hendelse skal inntreffe og graden av konsekvens for hendelsen" (EN 50126:1999)

1.8 De forskjellige instansene i norsk jernbane

I Norge har vi tre hovedinstanser for jernbanedrift: Statens Jernbanetilsyn (STJ), Jernbaneverket (JBV) samt 9 aktører som driver transporttjenestene. Denne tredelingen sørger for at det er forskjellige instanser som driver tilsyn og utøving av sikkerhet innenfor jernbanen. Jernbaneverket og de forskjellige utøvere er pålagt å følge lover og regler når det gjelder sikkerhet. Figur 2 viser en illustrasjon over påvirkning mellom de tre instansene. STJ er overordnet tilsynsorgan mens Jernbaneverkets handlinger påvirker aktørene, ved utbygging og tildeling av sporkapasitet samt trafikkstyring.

1.8.1 Statens jernbanetilsyn

Statens jernbanetilsyn (STJ) er et forvaltningsorgan som driver kontroll og tilsyn av jernbanevirksomhet i Norge. Jernbaneverket og de ulike aktørene som opererer på banenettet er underlagt STJ, som sørger for at jernbaneloven, med forskrifter og bestemmelser gitt med hjemmel i denne loven, blir fulgt.

Fra Statens jernbanetilsyns instruks, § 2 Formål og avgrensning (2003): *"Innenfor rammebetingelser fastsatt av overordnet myndighet skal Statens jernbanetilsyn arbeide for at jernbanevirksomheten utøves på en sikker og hensiktsmessig måte til det beste for de reisende, banens personale og publikum i alminnelighet. Statens jernbanetilsyn skal føre tilsyn med at utøvere av jernbanevirksomhet oppfyller de vilkår og krav som er satt til virksomheten i henhold til jernbanelovgivningen"* (SJT, 2003)

Jernbaneverket og aktørene er i tillegg pålagt å rapportere ulykker og ulykkesårsaker årlig til STJ. Statens jernbanetilsyn utarbeider og publiserer ulykkesstatistikk og årsrapporter med bakgrunn i materiale fra jernbaneverket og de forskjellige aktørene. I tillegg publiserer STJ tilsynsrapporter, veiledninger og forskriftskommentarer.

1.8.2 Jernbaneverket

Jernbaneverket (JBV) er ansvarlig for at jernbanens infrastruktur driftes og vedlikeholdes på en måte som tilfredsstiller markedets og samfunnets krav.

Jernbaneverkets hovedoppgaver (Jernbaneverket, 2007a):

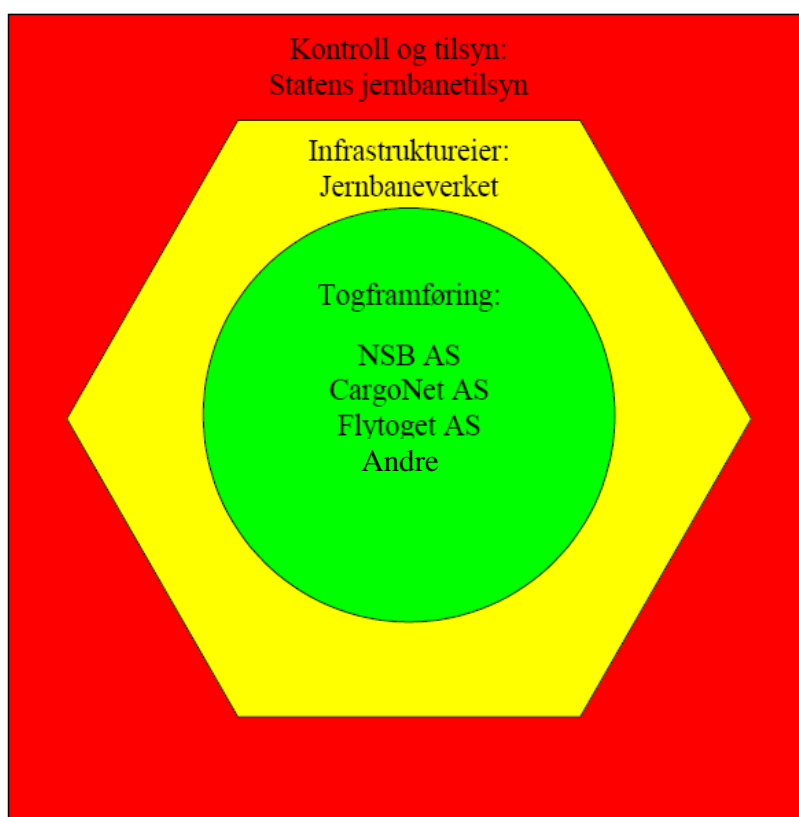
- Drift og vedlikehold av stasjoner, terminaler og banenett
- Ruteplanlegging i form av å tildele ruteleier samt å fordele sporkapasitet mellom de forskjellige aktørene
- Trafikkstyring fra togledersentralene samt togekspeditører på stasjoner
- Planlegge, prosjektere og foreslå gjennomføring av jernbaneprosjekter

I tillegg er jernbaneverket energileverandør til eget jernbanenett samt privatmarkedet.

1.8.3 Driftselskaper (operatører)

Driftselskaper, eller operatører, er selskaper som driver person- eller godstransport på jernbanenettet. Disse har selv ansvar for eget materiell og personell. I dag har vi følgende operatører på jernbanenettet: NSB AS, CargoNet AS, Flytoget AS, Green Cargo AB, Hector Rail AB, Malmtrafikk AS, NSB Anbud AS, Ofotbanen AS og Tågakeriet i Bergslagen AB. I

tillegg har Nya Innlandsgods AB og Veolia Transport Norge AS (tidligere Connex) drevet transport i 2007, henholdsvis frem til 3. august og 3. juli. (SJT, 2007)



Figur 2: Ulike aktører og instanser i jernbanen (Skagestad, 2004:8)

Figur 2 viser at transportselskapene (operatørene) er avhengige av både Jernbaneverket, som eier av infrastrukturen, og Statens jernbanetilsyn som driver kontroll og tilsyn. De ulike operatørene er også avhengig av kommunisere seg imellom, ettersom de benytter den samme infrastrukturen (Skagestad, 2004).

En innledning til oppgaven er i kapittelet gitt med oppgave- og kapittelbeskrivelse, definisjoner, metodebruk samt instanseoversikt. Rapporten vil senere presentere punktlighets- og kvalitetsstyring og sikkerhetsstyring. Beslutningstaking er viktig i prosjekter og man kan si at viktighetsgraden er økende med størrelsen på prosjektet. I jernbaneindustrien er det fleste av en slik størrelsesorden at god beslutningstaking har mye å si for utfallet av et prosjekt. Det neste kapittelet tar for seg dette temaet.

2 Beslutningsstrategi

I jernbaneindustrien er ofte prosjekter av en stor størrelsesorden. Utbygging av infrastruktur og innkjøp av togmateriell er noe som krever store ressurser. Det er dermed viktig å ha en solid og god beslutningstaking, da denne har mye å si på utfallet av prosjektet eller tiltaket. Dette er en av grunnene til at det er valgt å ta med et slikt kapittel i rapporten. Videre er jernbaneindustrien sammensatt av forskjellige instanser og aktører. Ressurser for utbygging av infrastruktur kommer fra staten, noe som gjør at Jernbaneverket må forholde seg til politikere i stor grad. Dette gjør her beslutningstaking mer kompleks, noe som i kapitlet er diskutert gjennom J. G. March sine teorier. Forskjellige typer vurderinger blir skissert fra K. Samset's modell. Dette er metoder brukt i prosjektets gang. Nytte/kostnadsanalyser er en viktig metode for å vurdere om et prosjekt eller en investering i det hele tatt skal gjennomføres. Følgelig er dette presentert til slutt i kapitlet.

I tillegg er beslutningstaking interessant med tanke på sikkerhet og punktlighet. Beslutninger som tas i sikkerhetsarbeid vil alltid gå foran de som fattes i punktlighetsarbeid. Dette er noe det kommes tilbake til i oppgavens case.

2.1 Beslutningstaking

Innenfor jernbaneindustrien er prosjekter ofte store og involverer stor ressursbruk. God beslutningstaking og planleggingsarbeid er dermed desto viktigere for å oppnå ønsket resultat. Jernbaneindustrien i Norge er delvis finansiert av Staten og beslutninger blir dermed mer komplekse enn for en ikke-statlig mindre industri. Det er dermed interessant og relevant å se på diskuterende litteratur rundt beslutningstaking. Eklund et. al. (1997) presenterer beslutningsstrategi enkelt ved at man utfører økonomiske analyser for å finne det alternativet som maksimerer verdien for eiere og gir størst verdiøkning av virksomheten.

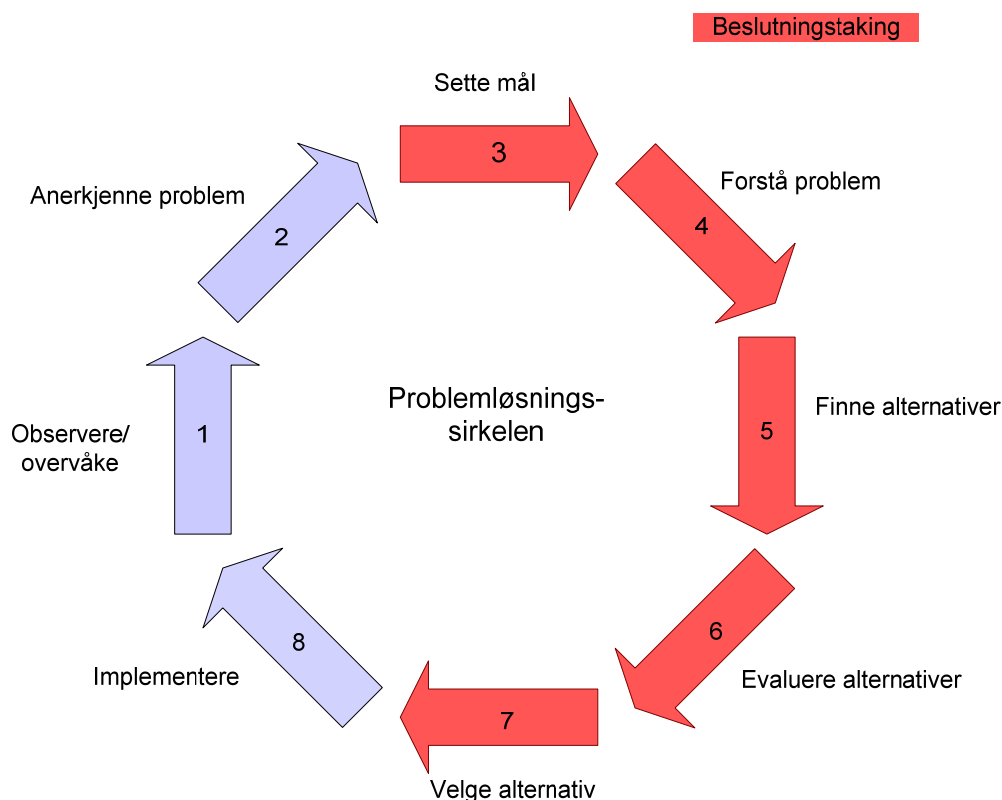
Beslutninger er i hovedsak basert på rasjonelle valg, hvor hovedhensikten er å treffe en god beslutning. Ordet rasjonell har flere betydninger og i følge March (1997 og 1994) betyr ordet omtrent det samme som suksessfull eller intelligent. Rasjonelle beslutningsteorier er basert på fire ting (March, 1997):

- Kunnskap om alternativer. Beslutningstakere har et sett med handlingsalternativer.
- Kunnskap om konsekvenser. Beslutningstakere vet konsekvensene av de forskjellige handlingene, i det minste med en viss sannsynlighet.
- Preferanse rangering. Beslutningstakere har verdier for hvordan konsekvenser av de forskjellige handlingene kan bli sammenlignet med deres subjektive verdi. Hvor gyldige konsekvensene er.
- Beslutningsregel. Beslutningstakere følger regler for å bestemme seg for det riktige alternativet.

March (1997) diskuterer hvordan beslutninger tas og stiller i første omgang spørsmål om beslutninger tas basert på valg eller regler/normer. Med dette menes det om beslutninger tas ved å evaluere forskjellige alternativer og deres forventede utfall, med bakgrunn i tidligere erfaring, eller om man søker mot å ta beslutninger som går på fylling av roller, identiteter og

hva som er passende oppførsel. Videre stilles det spørsmål om beslutninger tas med mål for å oppnå klarhet og forståelse, eller om beslutninger tas for å skape tvetydighet og øke distansen mellom parter. Spørsmål blir stilt om beslutningstaking er en instrumentell eller en tolkbar aktivitet. Med dette mener March (1997) om beslutninger tas på måter slik at de passer inn i problemløsningen eller om disse tas for å øke individuell eller sosial betydning. Til sist diskuterer March (1997) om beslutninger er et resultat av hensikter, identiteter og interesser hos uavhengige parter, eller om det er nødvendig å vektlegge hvordan individuelle parter, organisasjoner og samfunn passer sammen. Den riktige konklusjonen vil være å si at beslutningstaking vil være en kombinasjon av de overnevnte faktorene (March, 1997).

De forskjellige organene i jernbaneindustrien har forskjellige parter å forholde seg til og beslutninger som tas kan være preget av rollefilling som March her nevner. Daglige beslutninger tas ofte ved et øyeblikks vurdering eller umiddelbart etter at et valg åpner seg. I prosjekter er derimot beslutningstaking del av en større problemløsningsprosess hvor Marchs' fire punkter er inkludert. Cooke og Slack (1991) skisserer problemløsningsprosessen bestående av 8 faser, som vist i figur 3. Faser hvor beslutningen tas er fasene: Sette mål, forstå problem, finne alternativer og velge alternativ. Disse er i figuren røde og utdypet under.



Figur 3 Problemløsnings-sirkel (Cooke og Slack, 1991:5)

Sette mål: Det settes i denne fasen mål for hva man ønsker å oppnå med beslutningen og hva man skal jobbe mot. Grenser settes også i denne fasen. Disse må samsvare med organisasjonens overordnede mål.

Forstå problem: I denne viktige fasen søker man mot en god forståelse av problemet. En god

forståelse fører til at man lettere finner de riktige årsakene til et problem. Samtidig er det viktig å forstå problemet for å unngå feildiagnostisering, da riktig løsning til feil problem er like unyttig som feil løsning til riktig problem.

Finne alternativer: I mange tilfeller vil andre alternativene være gitt, mens i andre tilfeller kan flere alternativer til problemet finnes. Denne fasen er begrenset av hvilken beslutning som ble tatt i måletableringsfasen.

Evaluerer alternativer: I denne fasen evaluerer man de forskjellige alternativene hvor man vurderer i hvilken grad de ulike oppfyller de satte mål.

Velge alternativ: Her velger man det alternativet som man anser som det beste og mest tilfredsstillende.

2.2 Modell for ulike typer vurderinger som beslutningsgrunnlag

For å vise ulike metoder som benyttes i beslutningstaking er det her tatt med en modell fra Knut Samset (2001). Modellen, som vist i figur 4, illustrerer fire tilnærminger som grunnlag for beslutningstaking i tidligfasen av et prosjekt. Det kan ofte være vanskelig å fastsette hvilke metoder som brukes, da det ofte arbeides på tvers av disse. Videre er bakgrunn for, og hensikten med, beslutninger avhengig av en rekke faktorer, noe som har blitt diskutert i foregående kapittel. Samset's (2001) modell gir en god oversikt over forskjellige fremgangsmåter benyttet for å fatte gode beslutninger underveis i prosjektet.

Modellen kan sees i figur 4 og inneholder metodene beskrevet under:

Frekventistvurdering

Denne vurderingen innebærer at en har tilstrekkelig statistiske data som kan benyttes i modellen, slik at analysen kan fullføres og gi et resultat. Med tilstrekkelig menes det her at en har et godt nok datagrunnlag for å kunne trekke pålitelige konklusjoner. Faktabaserte vurderinger som denne betraktes som det ideelle alternativet. Samset (2001) skisserer tre måter pålitelige kvantitative data kan benyttes på:

- Beskrive hendelser eller forløp på en presis måte.
- Teste sammenhenger mellom ulike variable
- Etablere et grunnlag for å trekke konklusjoner som kan generaliseres til et større utvalg eller en annen situasjon.

I tidligfasevurderinger av prosjekter forsøker en å beskrive en fremtidig situasjon der utfallet i stor grad vil være påvirket av usikkerhet. Selv om historiske data er fakta og 100 % pålitelige vil det alltid være usikkerhet forbundet med hvordan disse kan brukes til å forutsi hva som skjer i en fremtidig situasjon. Det kan dermed være kostnadseffektivt å benytte mindre avanserte analyser, hvor resultatene i tillegg kan være lettere å forstå (Samset, 2001).

Bayesisk vurdering

En Bayesisk vurdering kan være aktuell om statistiske data ikke foreligger i stor nok grad for å kunne utføre en ren statistisk analyse. Her blir den statistiske informasjonen oppdatert, i dette tilfellet subjektive data, eksempelvis ekspertvurderinger. Bayes teorem benyttes her ved at man har sannsynlighetsestimater som oppdateres etter hvert som ny kunnskap foreligger.

En *a priori* antagelse om sannsynlighet for et gitt utfall må foreligge. Ved hjelp av tilleggsinformasjon utarbeides det et *a posteriori* estimat. Dette nye estimatet kan videre bli brukt som nytt *a priori* estimat for å iterere seg mot et riktigere resultat. Denne prosedyren kan gjentas slik at prosessen blir en kjede. Svakheten kan imidlertid være at opprinnelige feil kan eskalere og en kan miste retningen på estimatene (Samset, 2001).

Subjektivitets vurderinger

Disse vurderingene bygger ikke på kvantitative fakta, men på ekspertvurderinger. Vurderingene er subjektive og gjøres på en systematisk og strukturert måte. Ekspertvurderingene blir utført av ressurspersoner med relevant erfaring. Det er vanlig å dele vurderingene inn i tre faser: forberedelses-, utspørrings- og beregningsfasen.

Forberedelsesfasen: Problemet og eksisterende data analyseres her for å kartlegge hva ekspertvurderingen skal brukes til. Videre blir det valgt beregningsmetode hvor man her bestemmer om estimeringen skal skje individuelt eller i gruppe, samt hvorvidt data skal være kvantitative eller kvalitative. Man bestemmer i denne fasen retningslinjer for hvordan intervjuformatet etableres for å få ut informasjon.

Utspørringsfasen: Her er målet å maksimere innhentingen av objektiv og relevant kunnskap fra eksperter. I denne fasen legges det vekt på å informere ekspertene om problem, hensikt og prosedyre, samt om mulige kilder til systematisk feilvurdering (som kan påvirke resultater). De vanligste av disse er (Samset, 2001:59):

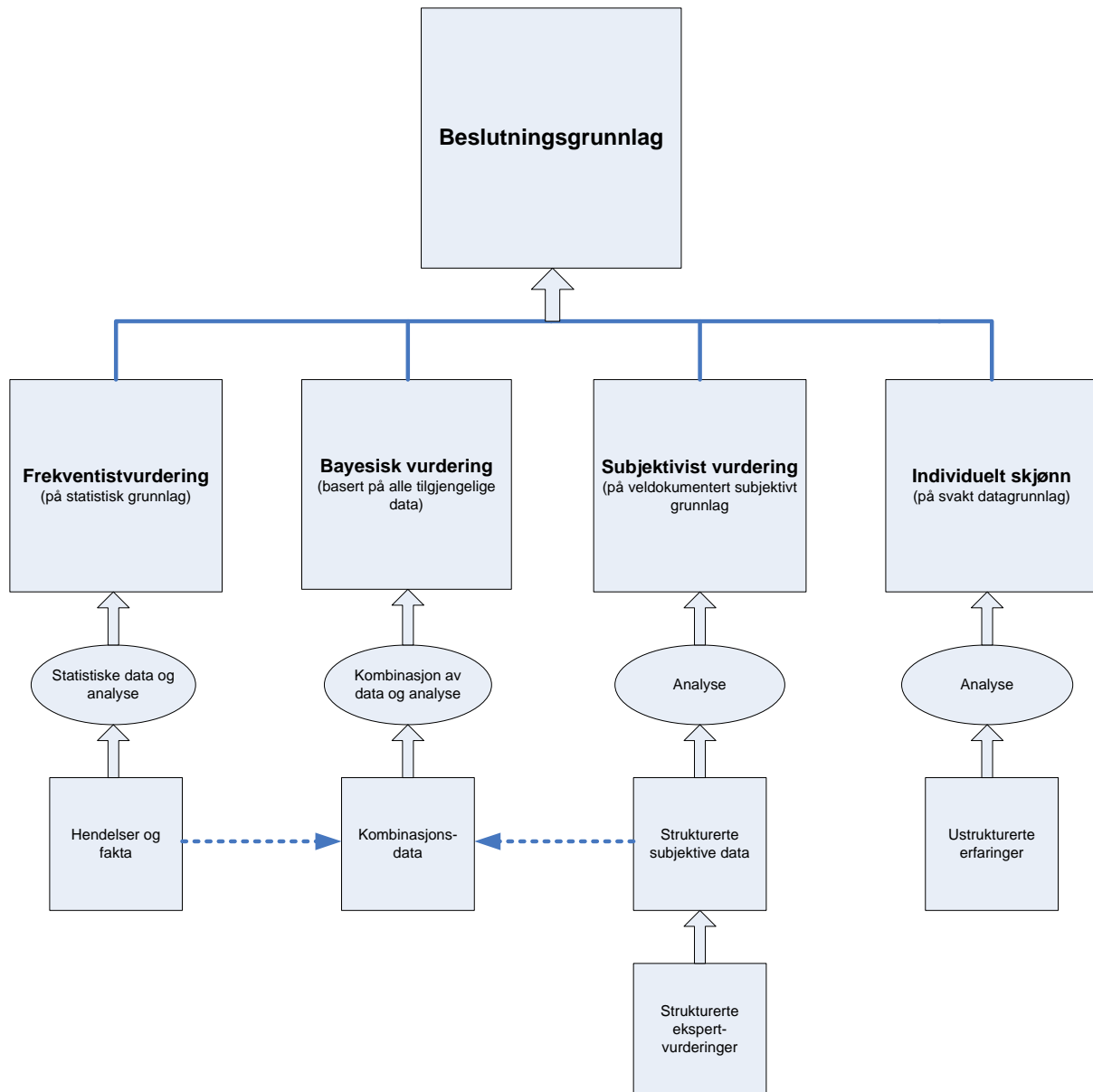
1. *Forankring og justering – som innebærer at forankringen til den første verdien som danner utgangspunkt for vurderingen blir for stor.*
2. *Representativitet – som innebærer at estimatet påvirkes av vår oppfatning av om det som skal vurderes, representerer eller ligner på et annet fenomen med kjent sannsynlighet.*
3. *Kontroll – det vil si at estimatet påvirkes av vårt ønske om å influere situasjonen.*
4. *Overkonfidens – som innebærer at en ofte legger inn et for snevert intervall mellom høyeste og laveste estimat omkring det som er valgt som forventningsverdi.*

Utspørringsfasen gir retningslinjer for hvordan utspørringen skal gjennomføres og hvordan de forskjellige ekspertene skal vektlegges (Samset, 2001).

Beregningsfasen: Eksperters resultater blir her kalibrert og vektet for generering av resultater og estimater, som legges frem for beslutningstaker. Vekting av ekspertene kan foregå for eksempel ved bruk av kontrollspørsmål (Samset, 2001).

Individuelt skjønn

Individuelle skjønn kan benyttes når det ikke foreligger data eller konkrete hendelser som kan benyttes som estimat. Man legger da subjektive vurderinger, innsamlet på ustrukturert og tilfeldig måte, til grunn for beslutningen. Erfaringsdata fra lignende situasjoner kan benyttes, men totalt sett vil beslutningsgrunnlaget her være svakt. Individuelle skjønn kan bli brukt som en første approksimasjon til et problem, for så å analysere dette videre på en systematisk måte. I tillegg kan metoden brukes for å vurdere resultater fra mer sammensatte analyser, hvor dette kan være med på å eliminere urimelige utfall (Samset, 2001).



Figur 4: Fire typer vurderinger som brukes som beslutningsgrunnlag (Samset, 2001:56)

Samset's modell viser hvilke metoder som blir brukt i tidligfasen underveis i prosjektet. For å i det hele tatt beslutte om et prosjekt eller tiltak skal gjennomføres er det vanlig å benytte nytte/kostnadsanalyser. Det gis i det neste delkapittelet en kort introduksjon til disse.

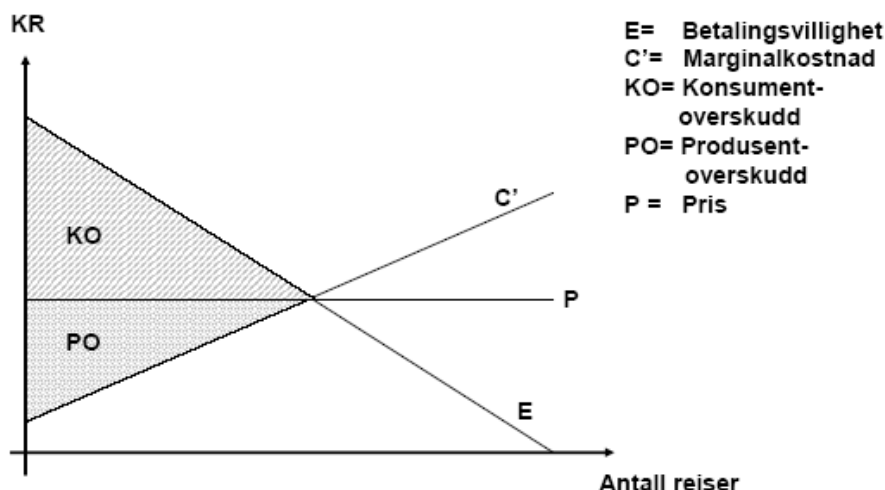
2.4 Nytte/kostnadsanalyser

Nyttekostnadsanalyser den vanligste metoden å benytte i forbindelse med analyser av statlige investeringer (French et. al., 2005). Analysene er et ledd i den helhetlige vurderingen av om en investering skal foretas eller ikke. Nyttekostanalyser er sammen med etiske, fordelingsmessige og politiske hensyn en viktig del av beslutningsgrunnlaget for offentlige tiltak (Olsson, 2005). Med fordelingsmessige hensyn menes det hensyn til virkninger på forskjellige grupper som følge av et tiltak. Mens noen får det bedre må man også ta hensyn og tenke på at effekten kan være negativ hos andre grupper (Jernbaneverket, 2006). Nyttekostnadsanalyser ble først tatt i systematisk bruk i 1930- årene av ingeniører i den amerikanske hær, ved vurdering av vannressurs-prosjekter (Magelssen, 2003)

Nyttekostnadsanalyser har som hovedformål å klarlegge og synliggjøre konsekvenser av alternative tiltak. Konsekvenser omfatter blant annet kostnader som skal belastes offentlige budsjetter, inntektsendringer for næringslivet og private husholdninger, samt virkninger for miljø, helse og sikkerhet (NOU 1997:27).

Også innenfor samferdselssektoren er nyttekostnadsanalyser den mest brukte metoden for beregning av samfunnsøkonomisk lønnsomhet av et tiltak. Analysene er en beregning av nytte og kostnader av tiltak, hvor man sammenligner med situasjonen hvis tiltak ikke gjennomføres. Denne situasjonen blir kalt referansealternativet. Tiltaket vurderes å være samfunnsøkonomisk lønnsomt dersom nytten overstiger kostnadene. Om det eksisterer alternative måter å gjennomføre tiltaket på, bør analyser gjennomføres for hvert av disse (Jernbaneverket, 2006). En samfunnsøkonomisk nyttekostnadsanalyse inkluderer en bedriftsøkonomisk nyttekostnadsvurdering i tillegg til samfunnsøkonomiske konsekvenser av tiltaket. Dermed kan et prosjekt vurderes som samfunnsøkonomisk lønnsomt selv om det foreligger et finansielt underskudd (Olsson, 2005).

Figur 5 viser en illustrasjon av samfunnsøkonomisk overskudd. Dette overskuddet er summen av konsument- og produsentoverskudd. Netto nytte er summen av brukernes maksimale betalingsvillighet, fratrukket det de betaler for tjenesten, og tilsvarer konsumentoverskuddet. Konsumentoverskudd er når enkelte konsumenter er villige til å betale mer enn det de faktisk gjør for en tjeneste. Produsentoverskudd er summen av produsentenes nettoinntekt, altså inntekter minus produksjonskostnader (Olsson, 2005, Grøvdal og Hjelle, 1998). I figur 5 er tjenesten reiser.



Figur 5: Grafisk illustrasjon av samfunnsøkonomisk overskudd som summen av konsumentoverskudd og produsentoverskudd. Basert på en rekke antakelser og forenklinger. (Grøvdal og Hjelle, 1998:75)

Kostnader

Kostnader er definert som forbruk av ressurser målt i penger (W, 2008).

I nytte/kostnadsanalysen må all ressursbruk tilknyttet til prosjektet tas med. For å finne alle kostnader må det analyseres hva de forskjellige ressursene koster. For innsatsfaktorer som arbeidskraft, materialer, elektrisitet må det tallfestes en verdi. I offentlige prosjekter må fellesressurser som vann og friarealer tas med på kostnadssiden. Fellesressursene kan være vanskelig å tallfeste, men er viktig å ha med for å ikke underestimere kostnader i offentlige prosjekter (Olsson, 2005). En skattekostnad må i offentlige prosjekter i tillegg tas med, da beskatning ofte er med på å dekke prosjektet. Skattekostnaden er det innkrevning av skatter koster i form av administrative kostnader samt effektivitetstap. Effektivitetstap er tapet man har i forbindelse med at ressursbruken i samfunnet minker med skatteøkning (Olsson, 2005)

Nytte

Nytte er i analysen positive effekter som kommer ut av prosjektet. Et eksempel på nytte i et jernbaneprosjekt er redusert fremføringstid og bedret punktlighet (Lyons og Urry, 2004, Olsson, 2005a). Når alle positive effekter er kartlagt må disse verdsettes i nyttekostnadsanalysen. Verdsetting av nytten har to trinn (Olsson, 2005):

1. vurdering av betalingsvilligheten for virkningen
2. diskontering av verdiene av virkningene til en nåverdi som kan sammenlignes med kostnadene

Om det finnes et marked for godet prosjektet gir, kan prisen her benyttes som et mål på betalingsvillighet. Dersom det ikke eksisterer et marked, benyttes andre metoder for verdsetting. Disse metodene blir blant annet brukt i verdsetting av tid og statistiske liv, og er skissert i kapittel 6. Diskontering blir brukt for å finne en verdi per dags dato, en nåverdi.

Nåverdimetoden

En metode som er mye brukt i nyttekostnadsanalyser er nåverdimetoden. Nåverdien, eller NV kan skrives som:

$$NV = \sum_{t=0}^n \frac{K_t}{(1+r)^t}$$

,hvor K_t er kontantstrømmen ved tid t , r er diskonteringsrenten og n er tidsperioden som betraktes. K_t er her den pengestrømmen som et prosjekt genererer av inn- og utbetalinger (inntekter og kostnader) over en bestemt tidsperiode. Diskonteringsrenten, r , skal reflektere hva det koster å binde kapital og gi dagens verdi av fremtidige inntekter (Aven et. al., 2003). Ved å benytte nåverdimetoden får man et bedre underlag for å ta beslutninger om fremtiden.

For noen typer tiltak er det store problemer knuttet til verdsetting av nytte, men derimot mulig å verdsette kostnadssiden ved tiltakene.. Man kan i slike situasjoner benytte *kostnadseffektivitetsanalyser* som et alternativ. Gjennom disse analysene beregnes hvilke tiltak som medfører lavest kostnader for å oppnå et gitt mål. Målet er da på forhånd satt, uten at det her eksisterer noen verdsetting.

Kapittelet har presentert forskjellige metoder for beslutningstaking underveis i prosjektet, samt nyttekostnadsanalyse, hvor det vurderes om prosjektet skal gjennomføres eller ikke. Det er blitt diskutert hva som kan ligge bak en beslutning, og det er påpekt at beslutningstaking i norsk jernbane er kompleks. I det neste kapittelet blir det tatt for seg kvalitetsstyring med fokus på hvilke metoder og rammeverk som benyttes i punktlighetsstyringen hos NSB.

3 Punktlighets- og kvalitetsstyring

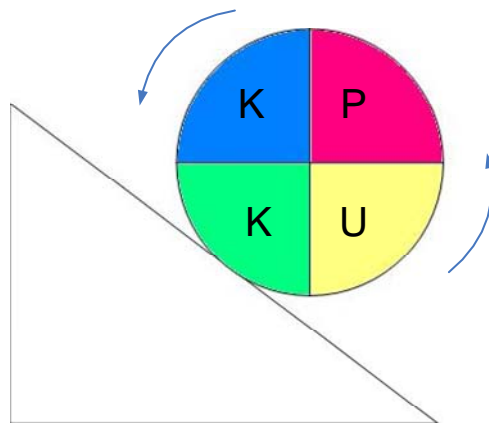
Kapittelet tar for seg kvalitetsstyring med metoder og tankegang hentet fra punktlighetsstyringen hos NSB. Kvaavik's oversettelse av Deming-sirkelen virker her som fundamentet og rammeverket for styring av punktlighet. Videre er prestasjonsmåling og bruk av forskjellige verktøy en essensiell del av punktlighetsarbeidet. Det som er ansett som to av de viktigste verktøyene er her presentert. Til sist er det tatt med hvordan det arbeides med oppfølgingsarbeid og diskusjonsgrupper i jernbanen.

3.1 Rammeverk

PUKK forbedringssirkel er en oversettelse fra Deming-sirkelen med punktene *Plan, Do, Check, Act*, som benyttes i NSBs styringssystem. I Kvaaviks (2005) modell er disse punktene oversatt til Planlegg, Utfør, Kontroller og Korrriger. Sirkelen, som vist i figur 6, illustrerer de fire punktene og en kontinuerlig bevegelse mot bedret kvalitet. Det overordnede målet er en kontinuerlig kvalitetsforbedring ved hjelp av (Kvaavik, 2005)(Wendel, 2002):

- **Planlegg:** det vektlegges å planlegge arbeidet godt og velge riktig metode. Spørsmål som skal stilles er hva som skal oppnås og hvilken metode som skal benyttes.
- **Utfør:** Utføre arbeidet som det står definert i planen.
- **Kontroller:** Prestasjonsmåling. Kontrollere og gjennomgå resultatene og sammenligne disse med hva som er forventet.
- **Korriger:** iverksette tiltak og korrigeringer for å kontinuerlig forbedre seg.

Forbedringssirkelen forteller at kvalitetsarbeidet aldri tar slutt, og at man hele tiden må søke mot bedre løsninger. Den kan sees på som et rammeverk innenfor kvalitetsledelse og kvalitetsstyring hvor sentrale verktøy benyttet er de nevnt under.



Figur 6: PUKK forbedringssirkel (Kvaavik, 2005: 32)

3.2 Sentrale verktøy

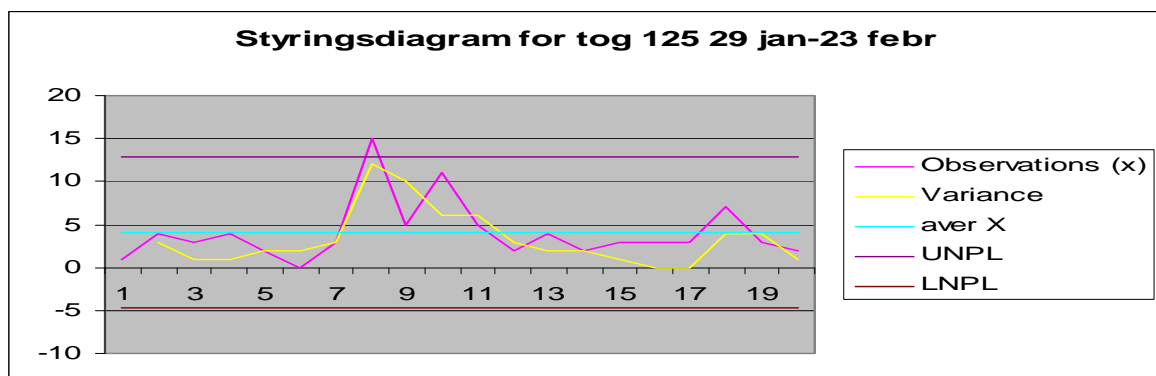
Delkapittelet tar for seg to sentrale verktøy brukt i punktlighetsstyring i jernbanen. Innenfor faget kvalitetsledelse er det vanlig å snakke om verktøyene flytdiagram, linjediagram, histogram, spredningsdiagram, styringsdiagram, paretodiagram og årsak-virkningsdiagram som de 7 viktigste for styring mot kvalitet. Det er her valgt å fokusere på verktøyene styringsdiagram og årsak-virkningsdiagram, da disse er ansett som de viktigste redskapene i jernbanen.

3.2.1 Styringsdiagram

Hensikten med å bruke styringsdiagram er å identifisere målinger som ligger utenfor de normale variasjonene som prosessen har. Et styringsdiagram baserer seg på stikkprøver eller målinger over en gitt tid, og er en metode for å fastsette om en prosess er under statistisk kontroll. Diagrammet er ment å filtrere data som skyldes spesielle hendelser fra "støy". Med støy menes det vanlige årsaker i motsetning til spesielle hendelser som forekommer sporadisk og tilfeldig. Om målinger er normalfordelte vil variasjoner som skyldes støy med 99,73 % sikkerhet ligge innenfor "øvre naturlige prosessgrense" og "nedre naturlige prosessgrense". Målinger som havner utenfor disse grensene har med 99,73 % sannsynlighet sin grunn i spesielle hendelser (Kvaavik, 2005). Et styringsdiagram, som vist i figur 7, inneholder følgende:

- Punkter som representerer måling av kvalitetskaraktistikk tatt som stikkprøver fra prosessen i løpet av en tid (Observations (x)).
- Senterlinje som representerer gjennomsnittet av målingene (aver x).
- Øvre og nedre naturlige prosessgrenser (ØNPG/UNPL, NNPG/LNPL).

Observasjoner som ligger utenfor ØNPG eller NNPG kan man finne årsaken til, ved for eksempel å benytte seg av et årsak-virkningsdiagram.



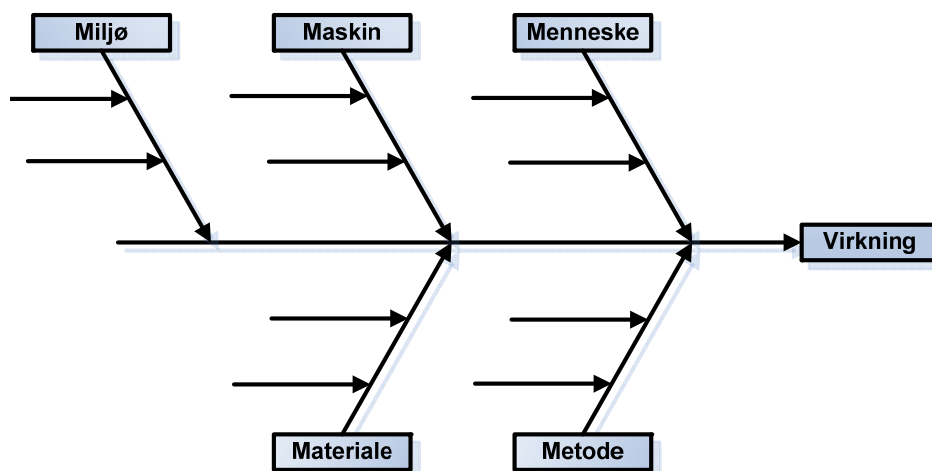
Figur 7: Styringsdiagram (Strekerud, 2007)

3.2.2 Årsak-virkningsdiagram

Årsak-virkningsdiagram har sitt opphav fra den japanske kvalitetsguruen Kauro Ishikawa og blir også kalt Ishikawadiagram, eller fiskebensdiagram fra formen diagrammet har. Hensikten med diagrammet er å identifisere, utdype og grafisk fremstille mulige rot-årsaker til en definert virkning, eller tilstand. Rot-årsakene vil være de årsakene som direkte fører til virkningen. For å komme frem til rot-årsakene må det jobbes på en strukturert måte. Man etablerer et team bestående av folk med forskjellige kompetanse, og begynner med å fastslå og skrive ned problemet (virkningen). Deretter skal det utarbeides en oversikt over mulige årsaksforhold. Dette gjøres ved idemyldring eller brainstorming. En vanlig metode er også å bruke såkalt "negativ brainstorming". Dette er en form for brainstorming som går ut på å kartlegge alt som skal til for å sørge for at problemet oppstår (Oakland, 2003). For hver årsak som blir funnet bør teamet vurdere om denne er direkte eller bakenforliggende og hvilke forhold den virker gjennom. Figur 8 viser et årsak-virkningsdiagram med de generelle hovedkategoriene miljø, maskin, materiale, menneske og metode. Dette vil være hovedårsakene i diagrammet. De tilknyttede pilene viser til bakenforliggende årsaker innenfor kategorien. Diagrammet kan bli illustrert ned til et detaljnivå som viser rot-årsaken av problemet. Alternativt kan man ut fra det første diagrammet lage et nytt, som detaljiserer årsakene innenfor den kritiske grenen, og stryker forhold som sannsynligvis har lite innvirkning. Det vil stort sett være nødvendig å lage flere diagrammer, da metoden er en tilnæringsprosess og basert på brainstorming uten noen form for skepsis i startfasen (Oakland, 2003).

Fordeler med årsak-virkningsdiagram:

- Finner og vurderer alle mulige årsaker til et problem, ikke kun de mest opplagte.
- Identifiserer rot-årsaker av et problem på en strukturert måte.
- Oppfordrer til gruppedeltagelse og benytter seg av kompetanse innenfor forskjellige fagfelt.
- Fokuserer på mulige grunner til problemet uten å blande inn kritikk av forslag og unødvendige diskusjoner.
- Sørger for en layout av problemet som er lett å forstå og forholde seg til.
- Øker kunnskapsnivået hos deltagere angående det aktuelle systemet.
- Identifiserer områder som bør bli studert videre.



Figur 8: Eksempel på årsak-virkningdiagram

3.3 Prestasjonsmåling

Prestasjonsmåling er en viktig del av NSBs punktlighetsstyring og det gis her en introduksjon til fagfeltet. Delkapittelet presenterer definisjoner, hva som bør måles, samt hvorfor det er viktig å måle prestasjoner.

3.3.1 Definisjon av prestasjonsmåling

Neely og Kennerley (2002) definerer prestasjonsmåling på denne måten: *"Performance measurement enables informed decisions to be made and actions to be taken because it quantifies the efficiency and effectiveness of past actions through acquisition, collation, sorting, analysis, interpretation and dissemination of appropriate data"*. Kvantifisere betyr å uttrykke noe som vanligvis ikke uttrykkes numerisk, numerisk (ASME, 2007).

Med "efficiency" menes effektivt med hensyn på tid, penger og innsats. "Effectiveness" er kvaliteten på output, kvaliteten på sluttprodukt (SEI, 2007).

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Ressurser faktisk brukt} \times 100 \%}{\text{Ressurser planlagt brukt}}$$

$$\text{Effectiveness} = \frac{\text{Faktisk output} \times 100 \%}{\text{Forventet output}}$$

Videre lister Neely og Kennerly (2002) opp 3 punkter som utgjør en prestasjonsmåling:

1. Individuelle målinger som kvantifiserer effektiviteten og kvaliteten av handlinger.
2. Et sett med målinger som kombineres for å vurdere prestasjon av en organisasjon som helhet.
3. En støttende infrastruktur som muliggjør innhenting, innføring, sortering, analysering, tolkning og spredning av dataene.

Aune (2001) vektlegger at innsamlede data skal brukes for å bedre prestasjoner og ikke kun passivt registreres. Han definerer prestasjonsmåling: *"Med prestasjonsmåling menes å kontrollere prosesser og utføre måling av prosessenes godhet. Dette omfatter målinger av effektivitet, produktivitet, kvalitet o.a"*

Hronec's (1993) definisjon av prestasjonsmåling blir benyttet i rapporten: *"En kvantifisering av hvor bra aktivitetene i en prosess, eller resultatene av en prosess, overensstemmer med et spesifikt mål"*

3.3.2 Hvorfor måle prestasjon?

'When you can measure what you are speaking about and express it in numbers, you know something about it'. Kelvin

Prestasjonsmåling i bedrifter og organisasjoner kan sammenlignes med prestasjonsmålinger som blir gjort i idrettsverdenen. En sprinter som går igjennom et 3-ukers treningsprogram vil kontinuerlig foreta målinger, gjerne som sekunder over en gitt strekning. Senere kan atleten sammenligne resultater fra starten av treningsprogrammet med dem han oppnådde på slutten. Resultatet av denne sammenligningen forteller da noe om treningsprogrammet, om det hadde noen effekt eller ikke. Det kan siden bli prøvet ut nye treningsmetoder for så å sammenligne resultatene fra disse opp mot det tidligere 3-ukers-programmet. Slik kan man jobbe seg frem

til de mest gunstige treningsmetodene. På samme måte kan man måle bedrifters prestasjoner, for så å videre bruke resultatene på en konstruktiv måte. Man har dermed et verktøy som peker ut svakheter og styrker i et produksjonssystem. Hvis en bedrift ønsker å implementere en ny strategi, kan man teste denne ut over en gitt tid hvor man utfører prestasjonsmålinger, for så å sammenligne disse resultatene med tidligere oppnådde. Da har man altså et referansepunkt i "bedrift med gammel strategi" som man kan sammenligne med "bedrift med ny strategi".

Prestasjonsmåling kan hjelpe bedriften å (Andersen, 1998):

- *Identifisere prosesser eller områder som har behov for forbedring*
- *Få et inntrykk av egen utvikling over tid*
- *Sammenligne eget prestasjonsnivå med andres*
- *Måle om forbedringstiltak man iverksetter virkelig gir resultater*

Oakland (2003) nevner 8 grunner hvorfor prestasjonsmåling er nødvendig, og hvorfor det spiller en nøkkelrolle i kvalitet- og produktivetsforbedring:

- For å sikre at kundens krav har blitt møtt.
- For å kunne sette fornuftige mål og etterkomme disse.
- For å kunne fastsette standarder for sammenligning.
- For å sørge for synlighet i form av en måltavle slik at mennesker kan overvåke sine egne prestasjoner.
- For å synliggjøre kvalitetsproblemer og kunne kartlegge fokusområder.
- For å gi en indikasjon av kostnadene forbundet med dårlig kvalitet.
- For å rettfærdiggjøre ressursbruken.
- For å sørge for tilbakemeldinger som driver forbedringer.

3.3.3 Prestasjonsmåling i jernbanen

Prestasjonsmåling er et viktig verktøy i transportindustrien. Det er nødvendig å få tilbakemeldinger på hvilken effekt forandringer og tiltak har på prestasjoner. Det er flere faktorer som utgjør bedriftens totale produktkvalitet. Det kunden verdsetter høyest er i jernbanen punktlighet. Derfor måles denne og sammenlignes med hvordan det har vært for å kunne se utviklingen og effekten av tiltak.

Andersen og Pettersen (1995) gir følgende beskrivelse på prestasjonsmål i logistikkprosesser:

- *Leveringstid: tiden som forløper fra en ordre blir gitt til ordren er fullført*
- *Leveringsevne: evnen til å levere en bestilling på det tidspunktet kunden ønsker.*
- *Leveringspålitelighet: evnen til å levere en bestilling på det bekreftede tidspunkt.*
- *Leveringskvalitet: den andelen som ikke oppfyller kundens spesifikasjoner.*
- *Leveringsfleksibilitet: evnen til å på kort varsel kunne endre produktspesifikasjoner, volum og leveringstid på vegne av kunden så billig som mulig.*
- *Informasjonsferdighet: evnen til å svare på kundes spørsmål angående status til deres bestillinger.*

Disse prestasjonsmålene fokuserer på kundens krav til bedriften. Målinger av disse elementene vil være ressurskrevende, og en må dermed vurdere nytten av hvert enkelt element og hvilke forbedringer som kan oppnås ved å måle dette. En kan her undersøke hvilke som er viktigst hos kunden og dermed fokusere på disse.

Andre parametere som er viktig å måle i tillegg til punktligheten i transportindustrier er: sikkerhet, forurensing, støy, drivstoff eller strømforbruk og kostnader. Resultatene fra disse målingene blir brukt for å se utvikling og trender, og blir kontinuerlig publisert som statistikk i årsrapporter, månedsrapporter og punktlighetsrapporter. Det blir dermed blant annet gitt tilbakemelding på om tiltak har lyktes eller ikke.

3.4 Diskusjon grupper og oppfølgingsarbeid

Punktligheten til tog blir daglig fulgt opp ved overvåkning og togstyring. Punktlighetsdata blir kontinuerlig registrert i Jernbaneverkets database TIOS (Trafikkinformasjon og oppfølgings-system) og brukt i ukentlige og månedlige rapporter. Slik overvåker man strekninger og vurderer å sette i verk tiltak på problemstrekningene. Punktlighetsoppfølgere følger med på togene i den vanlige driften, og ved endringer blir disse prioritert i punktlighetsoppfølgeres arbeid. Det finnes ingen faste prosedyrer eller tiltak som blir satt i verk ved dårlig punktlighet, men det er vanlig å ha møter og diskusjonsgrupper som fokuserer på punktligheten på en gitt strekning. Diskusjonsgruppene er sammensatt av folk fra forskjellige felt og med spesiell kompetanse innenfor feltet. Gruppeledere er personer med ledelseskompetanse i tillegg til jernbanekompetanse. I jernbanen kan eksempel på gruppedeltakere være: vedlikeholdsplanleggere, personellplanleggere, lokførere, materiellplanleggere, punktlighetsoppfølgere, jernbaneforskere, ruteplanleggere og infrastrukturarbeidere. Dette skal sørge at alle problemområder er representert ved gruppedeltakerne. Det er videre vanlig å vurdere hva som er hensiktsmessig å ta opp i de forskjellige gruppene, hvor hver gruppe får sitt tema å fokusere på. Diskusjonsgruppene kommer frem til tiltak på underproblemene som er diskutert og presenterer disse for de andre gruppene. Tiltak blir videre fulgt opp hos parter som er ansvarlig for dette. Om det for eksempel kommes frem til at vedlikeholdsplanleggingen er dårlig, skal vedlikeholdspersoner ta dette opp i sin avdeling.

Kapittelet har tatt for seg punktlighetsstyring i NSB med de mest brukte verktøy, prestasjonsmåling, arbeidsmetoder og rammeverk for punktlighetstankegangen. Rapporten gir videre en introduksjon til sikkerhetsstyring med prinsipper og metodikk benyttet i jernbanen. Akseptkriterier blir her skissert og det kommes tilbake til hvordan disse kan benyttes i punktlighetsstyring i kapittel 6.

4 Sikkerhetsstyring

Kapittelet presenterer en introduksjon til sikkerhetsstyring med tankegang benyttet i jernbanen. Risikoanalyser er et fundamentalt verktøy i sikkerhetsstyringen. Man skiller her gjerne mellom kvantitative og kvalitative metoder, hvor kvantitative analyser gir ut en tallfestet verdi på risiko, mens kvalitative gir svar i form av tekst eller verdier på en gitt skala. Noen metoder blir kalt semi-kvantitative da resultatet blir presentert som et avrundet tall eller skala tall, for eksempel.1-10. Risikoanalyser blir ikke drøftet her da det ikke ligger i rapportens problemstilling. Arbeider knyttet til dette temaet er (Aven, 2005; Aven et. al. 2003; Aven og Vinnem 2004; samt arbeider av Marwin Rausand)

Det blir først gitt en generell introduksjon til sikkerhetsstyring hvor blant annet internkontroll og kvalitetssikring er definert. Videre blir lovgivning i jernbanen kort tatt opp, før ALARP prinsippet blir diskutert og akseptkriterier introdusert. Det kommer i kapittel 6 tilbake til akseptkriterier og hvordan disse kan benyttes i punktlighetsarbeid.

4.1 Generelt

Med sikkerhetsstyring forstår vi alle systematiske tiltak som iverksettes for å oppnå og opprettholde et sikkerhetsnivå i overensstemmelse med de mål og krav en har satt seg. I dette arbeidet inngår det også å kontinuerlig jobbe med å forbedre sikkerheten. Sikkerhetsstyring er en aktivitet som løper parallelt med øvrige aktiviteter i prosjektet, eller bedriften.

Sikkerhetsstyring kan sammenlignes med andre styringsoppgaver i en bedrift som økonomistyring, lagerstyring og produksjonsstyring. Disse styringsoppgavene har alle samme prinsipper som ligger til grunn (Aven, 2005)(Rausand, 1991):

- Spesifisere overordnede mål og krav.
- Løsningsforslag som antas å kunne tilfredsstille disse må utarbeides.
- Bruke analysemetoder for å slå fast hvordan man faktisk ligger an i forhold til satte mål og krav.
- Basert på analyser må tiltak og løsninger iverksettes.

Arbeidsgangen i sikkerhetsstyring vil være en iterasjonsprosess, hvor man stadig går mer i detalj for å finne frem til den beste løsningen. Man begynner med å definere mål og krav for videre å skissere løsningsforslag. Disse blir analysert og vurdert, for deretter å velge en løsning. Dersom ikke løsningen er akseptabel må man gå tilbake, og skissere et nytt forslag (Aven, 2005).

Det er naturlig å nevne to andre begreper i forbindelse med sikkerhetsstyring: *internkontroll* og *kvalitetssikring*. Internkontroll stiller krav om systematikk i sikkerhetsarbeidet, og har oppstått i forbindelse med myndighetenes overgang fra detaljkontroll gjennom inspeksjoner, til systemtilsyn og sikkerhetsrevisjoner (Aven, 2005). Vanlige definisjoner på internkontroll og kvalitetssikring er:

- "Internkontroll er systematiske tiltak som skal sikre at virksomhetens aktiviteter planlegges, organiseres, utføres og vedlikeholdes i samsvar med krav fastsatt i eller i medhold av helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen." (ROS, 1997)

- *"Kvalitetssikring er alle planlagte og systematiske tiltak som er nødvendig for å gi tillit til at et produkt eller tjeneste tilfredsstiller gitte krav til kvalitet"* (Vere, 1990)

Kvalitetssikring og sikkerhetsstyring kan bli betraktet som to parallelle sideordnede aktiviteter som er bygget opp etter samme prinsipper, men disse kan også slås sammen til et totalt kvalitetssikringssystem (Aven, 2005).

Sikkerhetsstyring foregår i alle fem faser av et prosjekt: planleggingsfasen, byggefasen, oppstartsfasen, driftsfasen og avviklingsfasen. Sikkerhetsstyring i planleggingsfasen vil ha som hovedhensikt å skaffe underlag for de sikkerhetsmessige beslutninger som tas.

Risikoanalyser vil være et viktig verktøy, for å sørge for et solid beslutningsgrunnlag for prosjektet. Det forutsettes da at resultatene fra disse vil være tilgjengelig i god tid før avgjørelser blir gjort. God tidsplanlegging vil dermed være essensielt (Aven, 2005).

Risikoanalyser kan i planleggingsfasen benyttes i to forskjellige sammenhenger (Rausand, 1991):

- *"Som et 'design'-verktøy, dvs. spesifisere krav på grunnlag av en risikoanalyse"*

Det blir her lagt vekt på å fremskaffe resultater i tide. Jo senere man kommer i prosjekteringsfasen, jo dyrere blir det å foreta forandringer i designet. Kostnadseffektiviteten av risikoreduserende tiltak varierer etter hvor langt prosjektet er kommet i planleggingen. Endringer i de tidligste fasene av prosjektet koster lite, samtidig som effekten vil være høy (Rausand, 1991).

- *"Som et 'kontroll'-verktøy, dvs. kontrollere risikonivå mot akseptkriterier"*

Beslutninger og endringer underveis må kontrolleres og analyseres for å slå fast om disse påvirker sikkerhetsnivået og de overordnede mål i prosjektet. (Rausand, 1991)

Aven (2005) gir en oversikt over de viktigste sikkerhetsaktivitetene i planleggingsfasen:

- Klargjøre rammebetingelser.
- Etablere mål og krav.
- Etablere sikkerhetsprogram.
- Planlegge og gjennomføre analyser, identifisere og vurdere risikoreduserende tiltak.
- Utarbeide retningslinjer for hvordan avvik og identifiserte problemer skal følges opp i prosjekteringen.
- Identifisere kritisk utstyr og systemer, kontakte leverandører av kritisk utstyr, konkretisere krav til slikt utstyr, implementere krav i forespørselsdokumenter, gjennomføre forbedringsprogrammer for kritisk utstyr.
- Etablere oversikt over forutsetninger og antagelser.

4.2 Lover og forskrifter i jernbanen

"Med lov og reglement skal sikkerhet skapes" (Johannesen, 2007)

Jernbanen er underlagt lover og forskrifter. Disse er først og fremst til for å skape sikkerhet i jernbanen. I dag har vi 4 lover som retter seg spesifikt inn mot jernbanen hvor den mest kjente er "lov 11. juni 1993 nr 100" om anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m. m. (jernbaneloven). "Lov 3. juni 2005 nr. 34" om varsling, rapportering og undersøkelse av jernbaneulykker og jernbanehendelser m.m., kalt jernbaneundersøkelsesloven, ble i 2005 skilt ut fra jernbaneloven og opprettet som en egen lov. I tillegg har vi lovene: "lov 10. desember 2004 nr. 82" om overenskomst om internasjonal jernbanetraffikk (COTIF-loven) og "lov 10. juni 1977 nr. 73" om jernbaneansvar (jernbaneansvarsloven) (SJT, 2008).

Av forskrifter eksisterer det i dag 8 som er fastsatt av Samferdselsdepartementet og 15 fastsatt av Statens Jernbanetilsyn. I tillegg eksisterer det 3 forskrifter fastsatt utenfor disse organene. Kravforskriften stiller krav når det gjelder sikkerhetsstyring hos jernbanebedrifter. Herunder krav m.h.p. akseptkriterier, risikoanalyser, dokumentasjon m.m. Analyser skal følges opp og oppdateres fortløpende. Forskriften krever klare ansvarsområder, samt kompetanse i alle ledd som kan påvirke sikkerheten. Videre stilles det krav til intern rapportering av ulykker, samt å følge opp dette internt (SJT, 2008).

4.2.1 Jernbaneloven

En oversikt over hva kapitlene i jernbaneloven inneholder blir her gitt. I presentasjonen er hovedlinjer vektlagt. Lovens virkeområde:

"Loven gjelder anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane, forstadsbane og lignende sporbundet transportmiddel. Loven gjelder også faste og løse innretninger som er knyttet til jernbanevirksomheten" (Jernbaneloven § 1)

▪ **Kapittel I. Innledende bestemmelser.**

Kapittelet inneholder bestemmelser om hvem loven gjelder for (lovens virkeområde). Videre blir det sagt at helt eller delvis unntak kan gis fra loven, om hovedformålet ikke er å drive transport hvor aktivitet ikke ansees å utgjøre en vesentlig trafiksikkerhetsrisiko. Kjørevei, trafikkstyring, trafikkvirksomhet og jernbanevirksomhet blir i det første kapittelet definert.

▪ **Kapittel I A. Fører og annet personell ved jernbane mv.**

Det blir her gitt bestemmelser som går på alkohol og andre substanser som kan virke hemmende på en person som fører rullende materiell. En person skal ikke føre eller forsøke å føre rullende materiell i påvirket tilstand, eller ved tretthet, sykdom o. l. Et alkoholkonsentrasjonsnivå på 0,2 promille er her satt som øvre tillatte grense. Bestemmelser om alkoholinntak før og etter tjenesten blir gitt. Politiets rett til å ta alkoholtest av fører er bestemt.

Videre er det bestemt at fører av rullende materiell, eller annet personell som utfører oppgaver knyttet til sikkerhet, må oppfylle de vilkår gitt av tilsynsmyndigheten. Herunder kvalifikasjoner, alder, helse, utdanning, opplæring og trening med mer. Om disse vilkår

ikke er oppfylt, eller personell har ført rullende materiell i påvirket tilstand, kan sertifikater tilbakekalles.

▪ **Kapittel II. Godkjenningsordninger, tillatelser m.v.**

Kapittelet informerer om at kjørevei og materiell skal godkjennes av departementet før dette settet i drift. Planlegging og anlegg av kjørevei skal skje etter plan- og bygningsloven.

Videre står det at tillatelse til å drive kjørevei eller trafikkvirksomhet kreves. Denne skal gis av departementet og kan foreligge med krav som går på: faglige, personlige og økonomiske forutsetninger hos søker, kompetanse hos driftspersonellet, politiattest fra søker og personell som har sikkerhetsansvar, garanti eller forsikring for erstatningsansvar, regnskapskrav og innsyn, sikkerhetsreglement og internkontrollsystemer samt støyskjerming og gjerdehold. Den som drifter kjøreveien er ansvarlig for trafikkstyring.

▪ **Kapittel II A. Konkurransen om avtaler om persontransport med jernbane**

Kapittelet inneholder bestemmelser som går på konkurranse blant operatører som driver persontransport på jernbanenettet. Bestemmelsene skal sørge for konkurranse på like og ikke-diskriminerende vilkår. Her står det blant annet at NSB kan måtte stille materiell, salgs- og distribusjonssystemer og/eller informasjon til disposisjon for annen virksomhet som tildeles persontransport med jernbane. Dette mot et vederlag. Eier av verkstedsinfrastruktur kan på samme måte pålegges å stille dette til disposisjon for annen virksomhet.

▪ **Kapittel III. Allmennhetens plikter m.v.**

Kapittelet tar for seg plikter allmennheten og eiere av private planoverganger har. Eiere av privat grind eller annen lukkeinnretning er ansvarlig for at denne holdes lukket når ikke krysning finner sted. Publikum som oppholder seg på jernbanens område plikter å følge de sikkerhetsanvisninger som gjelder for stedet. Det er forbudt å: stige på og av et tog i bevegelse planoverganger, oppholde seg på jernbanens område som ikke er beregnet for publikum, benytte planovergang når tog kan ventes. Videre er det bestemt at forandringer i miljøet som graving, oppføring av bygninger etc., ikke er tillatt innenfor 30 meter fra sporets senterlinje.

▪ **Kapittel IV. Administrative bestemmelser**

Kapittelet gir bestemmelser om plikter involverte parter har ovenfor tilsynsmyndigheten. Dette går på tilgang til informasjon og anlegg. Tilsynsmyndigheten skal ha full tilgang til dette. Videre kan tilsynsmyndigheten pålegge jernbanebedriften korrigerende tiltak samt påby helt eller delvis stans av driften. Tilsyn føres med at bestemmelser for konkurransevilkår overholdes. Videre er bestemmelser om tvangsmulkt og gebyr fastsatt.

▪ **Kapittel V. Undersøkelse av jernbaneulykker**

Kapittelet er opphevet ved lov 3. juni 2005 nr.34 (jernbaneundersøkelsesloven).

▪ **Kapittel VI. Avsluttende bestemmelser**

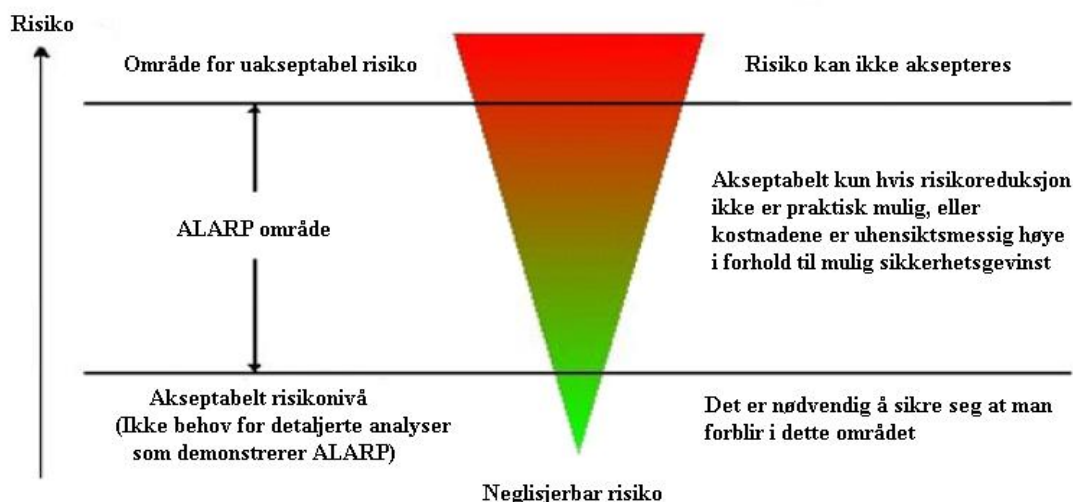
De avsluttende bestemmelsene inkluderer når loven trer i kraft (fra 11. juni 1993) og hvilke lover og bestemmelser som oppheves ved dette tidspunktet. Det bestemmes at straff medføres ved forseelse av bestemmelser eller vilkår som er gitt i, eller med hjemmel i, jernbaneloven.

4.3 ALARP Styringsprinsipp

En utbredt og fundamental måte å håndtere risiko på, er etter ALARP-prinsippet (Melchers, 2000). ALARP er forkortelsen for As Low As Reasonable Practicable, og innebærer at risiko skal redusering så langt det er realistisk praktiserbart. Kontinuerlig forbedring av risikosituasjonen er det viktigste virkemiddelet for metodikken (Andreassen, 2007).

Figur 9 illustrerer prinsippet, hvor vi observerer fire områder for risiko: neglisjerbar, akseptabel, ALARP og uakseptabel. ALARP område blir ofte omtalt som området for tolererbar risiko. Tolererbar risiko har en annen betydning enn akseptabel risiko, og viser til den risiko vi er villig til å godta for å sikre visse goder (Rausand, 2004).

Den øvre toleransegrensen for hvilken risiko som er akseptert er illustrert ved skillet mellom ALARP område, og område for uakseptabel risiko. Om en aktivitet befinner seg over toleransegrense vil dette innebære at denne ikke kan gjennomføres, med mindre risikoreducerende tiltak iverksettes og lykkes. Disse tiltakene må sørge for at aktiviteten blir ansett for å være i ALARP område eller lavere, for å kunne bli utført. ALARP metodikken er basert på kostnad/nytte-analyser. For aktiviteter som ligger i ALARP-området må det forskes, for å finne mulige tiltak for å redusere risikoen. Disse bør så implementeres dersom tiltaket ikke innebærer kostnader som er u hensiktsmessige høye, i forhold til risikoreduksjonen (Aven, 2004). I følge Eknes (2008) ligger jernbanetransport i ALARP-området.



Figur 9: ALARP-prinsippet (Andreassen, 2007:4)

ALARP-metoden blir brukt som et ledd i risikostyringen innenfor "high hazard" industrier (Melchers, 2000). Med "high hazard" industrier menes det industrier som olje/gass, kjernekraft, gruvedrift, luftfart og jernbane, hvor en uønsket hendelse har potensial til å forårsake katastrofe. "Hazard" betyr farekilde og katastrofe defineres av Unger (2007) som mer enn 2 døde og/eller flere alvorlige skader per uønsket hendelse.

For å bedømme hvor man risikomessig befinner seg på figuren, og i hvilket område man er, kan man benytte risikomatrise. Risikomatriseser er et nyttig og mye brukt verktøy for å beskrive risiko (Rausand, 2004). Matrisen kan bli sett på som en xy-graf, hvor de ulike konsekvenskategoriene følger y-aksen og frekvenskategorier følger x-aksen. Matrisen er vist i figur 10, hvor det tatt med 5 kategorier og genererer dermed 25 risikoområder, som videre er delt inn i kategorier fra 1 til 3, som henholdsvis indikerer lavest og høyest risikoområde.

Frekvenskategoriene går fra kategori F1, som indikerer en *svært lite sannsynlig* hendelse, til F5 som indikerer at hendelsen er *svært sannsynlig*. Konsekvenser er rangert fra kategori K1, som indikerer *førstehjelpsskade*, til K5 som er kvantifisert som *1 eller flere drepte*. Kvantifisering av frekvenskategoriene vises i tabell 2. ALARP område er i risikoområde 2, indikert med gul farge. Område 1 (grønn) indikerer at risikoen er akseptabel. Område 3 (rød) indikerer at risikoen er uakseptabel og kompenserende tiltak eller driftstans må iverksettes.

En annen vanlig måte å benytte ALARP på er ved hjelp av et F-N-diagram, som vist i figur 11 (Aven et. al., 2003). Figuren viser hvordan sannsynlighet for hendelse er kvantifisert fra 1 i året ned til 1 hendelse hvert millionte år. Antall drepte per ulykke er i figuren skalert fra 1 til 1000.

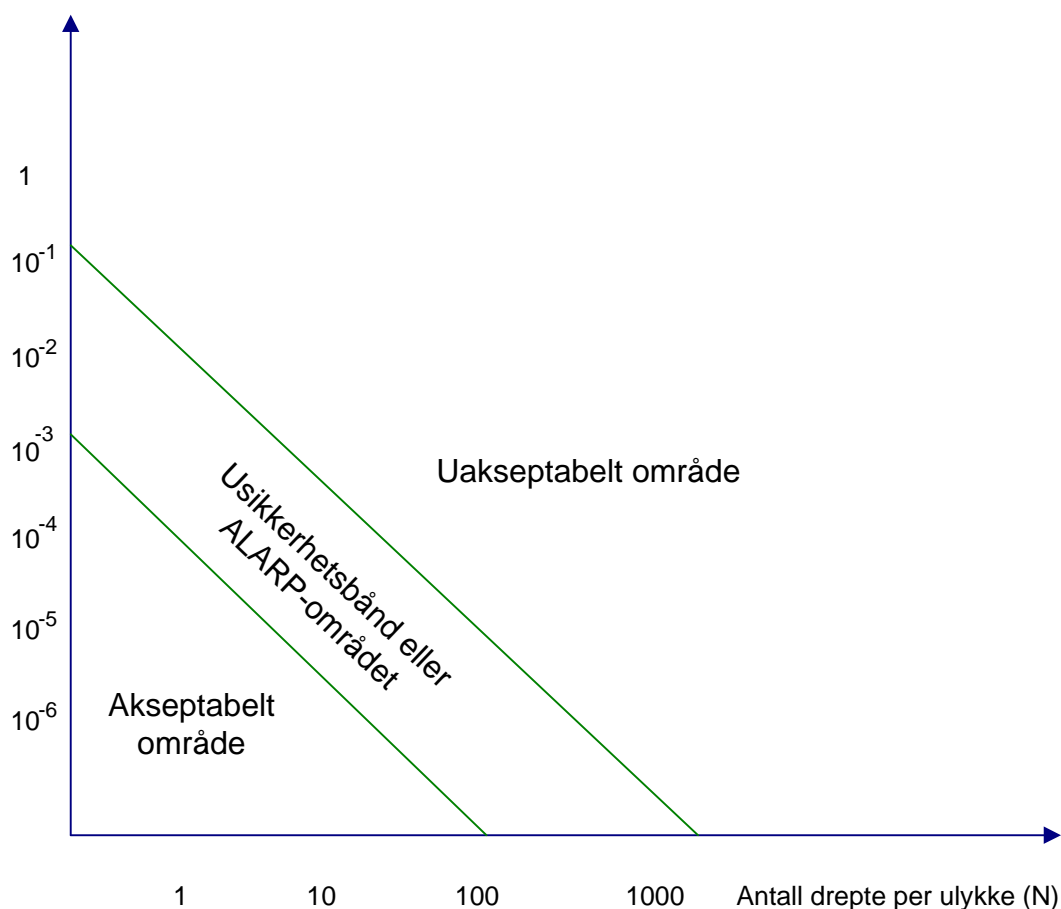
Konsekvens-kategorier:	Frekvenskategorier:				
	F1 (Svært lite sannsynlig)	F2 (Lite sannsynlig)	F3 (Sannsynlig)	F4 (Meget sannsynlig)	F5 (Svært sannsynlig)
K5 (1 eller flere drepte)	2	3	3	3	3
K4 (1 eller flere skadet, mulig varig mén)	2	2	3	3	3
K3 (Alvorlig personskade)	1	2	2	2	3
K2 (Medisinsk behandling)	1	1	1	2	2
K1 (Førstehjelpsskade)	1	1	1	1	2

Figur 10: Risikomatrix med ALARP-område i gult/lyst (2) (Andreassen, 2007:5)

F5	Svært sannsynlig	En hendelse pr mnd eller mer
F4	Meget sannsynlig	En hendelse mellom hvert år og hver måned
F3	Sannsynlig	En hendelse mellom hvert 10 år og hvert år
F2	Lite sannsynlig	En hendelse mellom hvert 100 år og hvert 10 år
F1	Svært lite sannsynlig	Mindre enn en hendelse hvert 100 år

Tabell 2: Frekvenskategorier til risikomatrix (Andreassen, 2007:5)

Ulykkesfrekvens per år (F) med minst N omkomne



Figur 11: Akseptkriterium uttrykt ved F-N kurve (Frequency – Number of fatalities)
(Aven et. al., 2003:26).

4.4 Akseptkriterier i jernbanen

Hensikten med akseptkriteriene er at disse skal angi hvilken risiko som er akseptabel for bedriften. Det er altså et mål, eller en sikkerhetsstandard, som er designet for sammenligning med resultater fra en risikoanalyse. Et eksempel på et risikoakseptkriterie er: den individuelle sannsynligheten for at en person, i en bestemt populasjon, skal omkomme i en ulykke i løpet av et år skal ikke overstige 0,01 %. Akseptkriteriene kan også uttrykkes kvalitativt, avhengig av hvilket behov man har for beslutningsstøtte.

Man forholder seg i jernbanen til akseptkriterier på to nivåer (Unger, 2007):

a) *virksomhetens trafikkikkerhetsmål*

b) *designkriterier og akseptkriterier for å kontrollere eller redusere risiko på system/ funksjonsnivå i materiellets driftsfase*

Akseptkriterier blir utformet med mål om at enkeltfeil ikke skal føre til uønskede hendelser som tap av menneskeliv, eller alvorlig personskade. Kriteriene fungerer som kontrollør av risiko, hvor utilfredsstillende resultat skal føre til kompensierende tiltak som nye konstruksjonsløsninger, operasjonelle - eller vedlikeholdstiltak.(Unger, 2007)

Andreassen (2007) definerer akseptkriterier som "*krav avledet av overordnede trafikksikkerhetsmål som skal legges til grunn for beslutninger om tiltak for å oppnå et akseptabelt trafikksikkerhetsnivå*".

NSBs og Jernbaneverkets akseptkriterier er kvalitative og utformet som prinsipper for å hindre at forandringer som gjøres påvirker sikkerheten i negativ retning:

- *Dagens risikonivå innenfor NSB AS virksomhetsområde skal derfor sees på som akseptabelt og som en minimumsnorm for tillatt risiko, dvs. NSBs akseptkriterium. (Andreassen, 2007)*

Jernbaneverket har følgende overordnede sikkerhetsmål:

- *Det etablerte sikkerhetsnivået for jernbanetransport skal opprettholdes. Alle endringer skal sikre en utvikling i positiv retning. (Jernbaneverket, 2008)*

Akseptkriterier, som et mål på en øvre grense for akseptert risiko, er noe som har vært brukt i oljeindustrien de siste 20 år, og blir sett på som uunnværlig for å kunne utføre en risikoanalyse. (Aven og Vinnem, 2004). Akseptkriterier blir diskutert videre i kapittel 6, hvor det blir vurdert bruk av disse i punktlighetsstyring.

5 Case: Avgangsprosedyre Type 72

Kapittelet er utformet som et casestudie av en spesifikk prosedyre i NSB's togproduksjon. Hensikten med å ha et case i rapporten er at denne bidrar til å gi leseren innsikt, i form av et konkret eksempel fra dagens situasjon.

Med avgangsprosedyre menes det her prosedyrer lokfører og ombordansvarlig gjennomgår ved stopp, på hver enkelt stasjon. Caset ser på avgangsprosedyren til NSB's togsett Type 72. Type 72 blir benyttet i lokaltrafikken i Oslo- og Stavangerområdet. I caset kommer det også inn på Type 69 som operer i lokaltrafikken i Oslo og Bergen. Type 69 er eldre materiell og blir gradvis erstattet av Type 72 (NSB, 2008). Caset er basert på dokumentet "*Risikoanalyse avgangsprosedyre Type 72*" utarbeidet av C. Elgin, samt samtale og intervju med eksperter i NSB, Elgin inkludert.

5.1 Hvorfor "Avgangsprosedyre Type 72" som case?

Bakgrunnen for valg av "Avgangsprosedyre Type 72" som case for masteroppgaven er muligheten for illustrering av sikkerhetsmessige aspekter som direkte influerer med punktlighet i togtransport. En rekke eksperter fra blant annet NSB, JBV og SINTEF har pekt ut "lange stasjonsopphold" som en hovedtrussel for punktligheten (P. dag, 2008a). Med "lange stasjonsopphold" menes det kjente og ukjente årsaker til at togene bruker for lang tid på plattform. Avgangsprosedyrer påvirker togenes oppholdstid på stasjon, samtidig som prosedyrene har noe å si for risikonivået forbundet med av- og påstigning.

Avgangsprosedyrer er noe som er mye diskutert blant fagfolk innenfor sikkerhet og punktlighet i jernbanen. Uenigheter hersker innenfor forskjellige leire og caset skal således være med på å belyse disse.

I tillegg blir det sett på i hvilken grad punktlighet blir vurdert ved arbeid med en slik prosedyre.

5.2 Bakgrunn for innføring av ny avgangsprosedyre

Under utviklingen av togsett Type 72 oppstod det problemer med "klembeskyttelsen". "Klembeskyttelsen" er en anordning som skal hindre at objekter klemmes og holdes fast i togets dører. Ved lukking skal dermed dørene åpne seg igjen om objekter hindrer dørene. På Type 72 fungerte klembeskyttelsen ned til 20 mm. Dersom et objekt med bredde 21mm hindret dørene ville klembeskyttelsen fungere og dørene åpne seg igjen. Derimot om objektet var mindre enn (<)20mm ville ikke klembeskyttelsen tre i kraft, og en "klemkraft" på 280 N ville bli utøvd (Elgin, 2003). Dørene ville indikeres som lukket i lokførers panel om disse var helt igjen eller hadde et objekt på <20mm sittende fast.

I "*Risikoanalyse avgangsprosedyre Type 72*" nevnes det at Type 69 har "*liknende forhold, men klemkraften er i dette tilfellet noe mindre*" (Elgin, 2003:3). Dørkanten på de to togsettene er i tillegg forskjellig utformet (Elgin, 2003).

På bakgrunn av dette utarbeidet man en ny avgangsprosedyre for Type 72, hvor man tidligere hadde benyttet samme prosedyre som på Type 69. Avgangsprosedyren for Type 69 ble beholdt.

5.3 STEP-analyse for ombordansvarlig og lokfører

For å vise hvilke elementer som er del av den nye og gamle avgangsprosedyren er det her tatt med diagrammer som viser, steg for steg, hvilke handlinger lokfører og ombordansvarlig gjør ved stopp på stasjon.

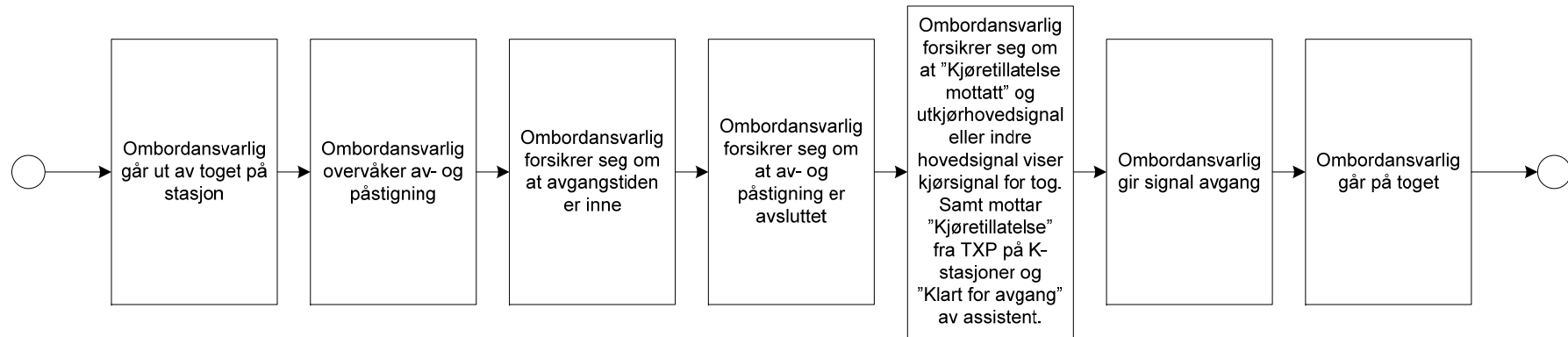
STEP-diagrammene under viser den gamle avgangsprosedyren sammenlignet med den nye. Bokser som er gule inneholder nye eller forandrede elementer. Den gamle prosedyren har 7 elementer for ombordansvarlig og 9 elementer for lokfører. Vi ser av figur 12 og 13 at ombordansvarlig har blitt ilagt 3 nye elementer og at lokfører har ett element endret og ett lagt til.

Nye elementer i avgangsprosedyren for ombordansvarlig er:

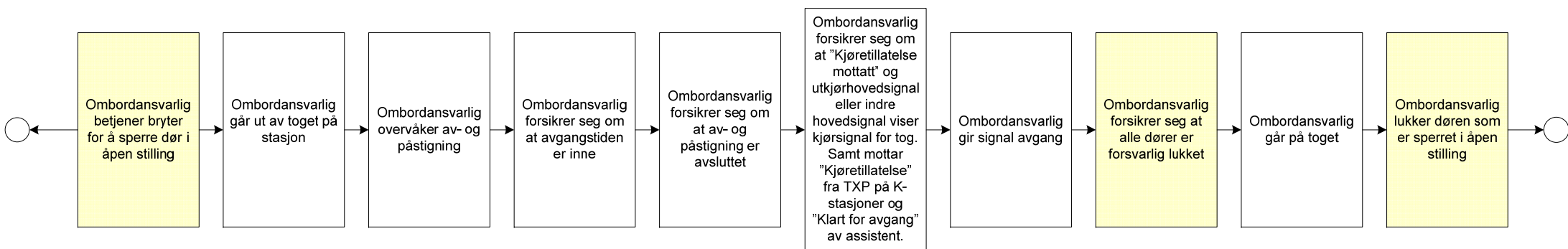
- *"Ombordansvarlig betjener bryter for å sperre dør i åpen stilling"*
- *"Ombordansvarlig forsikrer seg at alle dører er forsvarlig lukket"*
- *"Ombordansvarlig lukker døren som er sperret i åpen stilling"*

Endringen som har funnet sted hos lokfører er når han da ikke har kontroll på alle dører, før ombordansvarlig har lukket døren som er sperret i åpen stilling.

Gammel avgangsprosedyre Type 69 for ombordansvarlig

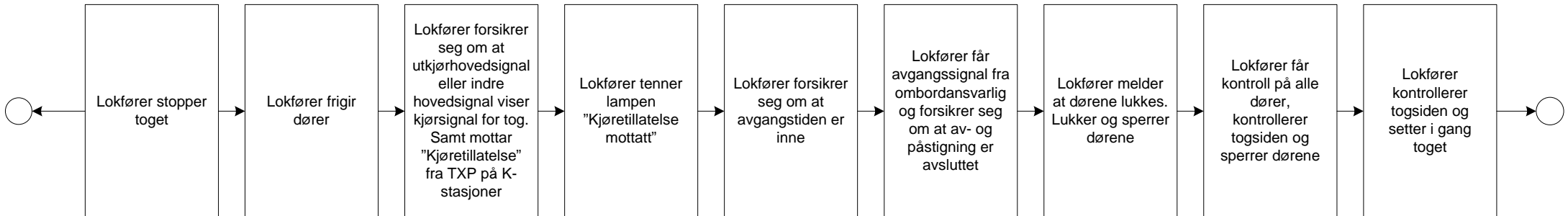


Ny avgangsprosedyre Type 72 for ombordansvarlig

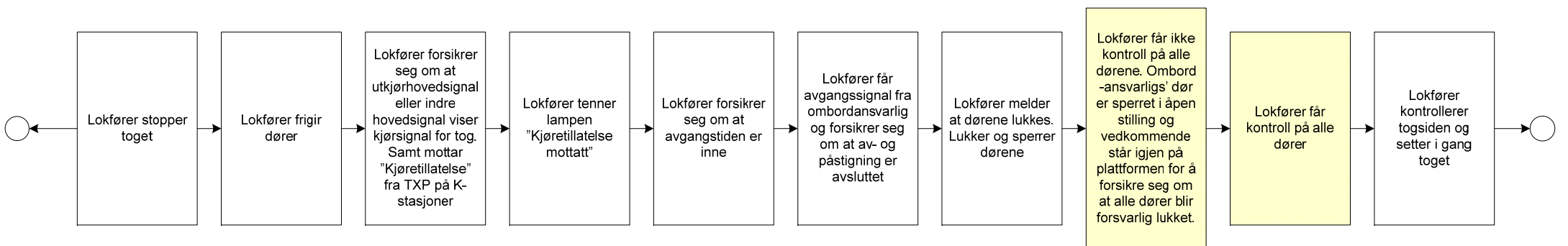


Figur 12: STEP-diagram for ombordansvarlig (Elgin, 2003:5)

Gammel avgangsprosedyre Type 69 for lokfører



Ny avgangsprosedyre Type 72 for lokfører



Figur 13: STEP-diagram for lokfører (Elgin, 2003:6)

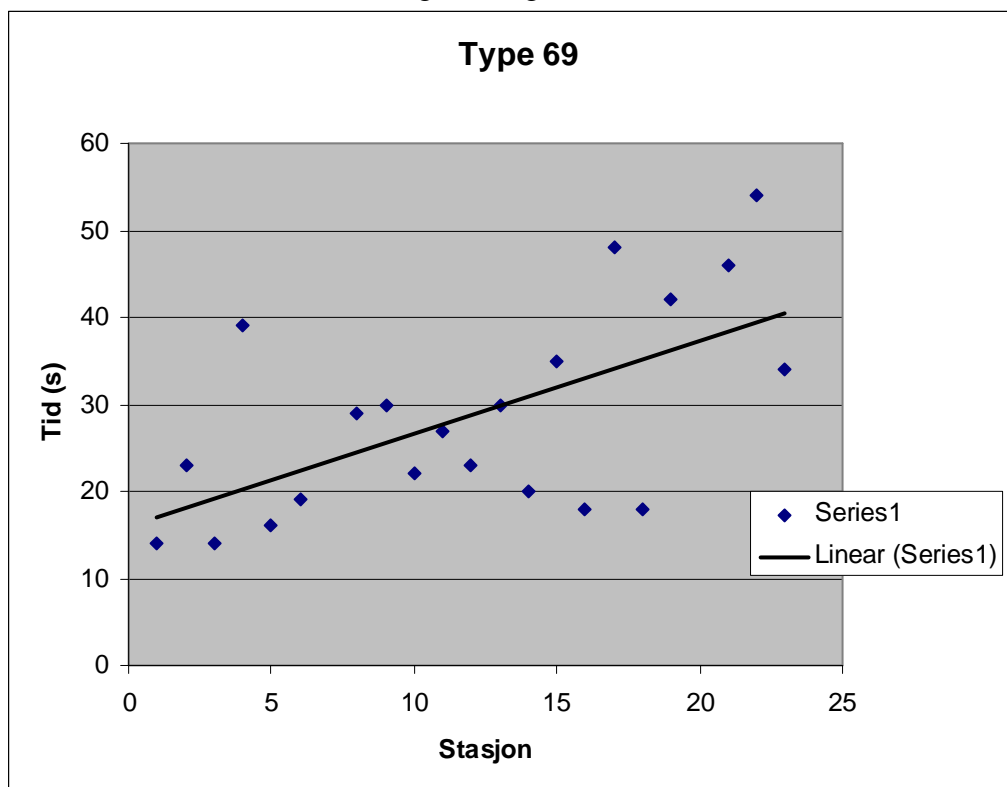
5.4 Punktlighetsvurdering og oppfølgingsarbeid

Punktlighetsaspekter av sikkerhetstiltak er noe som vurderes i forskjellig grad. Sikkerhetsdirektør i NSB T. Ingulstad forteller at man ikke har innført avgangsprosedyren for Type 72 også på Type 69 grunnet fare for lavere punktlighet (Ingulstad, 2008). Siden den nye avgangsprosedyren for Type 72 ble iverksatt har man løst problemet med klembeskyttelsen (Ingulstad, 2008). Denne fungerer nå også under 20mm. Avgangsprosedyren er til tross for dette beholdt. Grunner for dette kommes det tilbake til i caset.

Oppholdstiden togene har på hver stasjon påvirker punktligheten. Man kan tenke seg et tog som bruker 15 sekunder mer (i snitt) på hver stasjon og en strekning med 25 stasjoner. Toget vil da bli 6.25 minutter forsinket ved endestasjonen. Vi skal se på hvordan dette ble vurdert i analysen av den nye avgangsprosedyren.

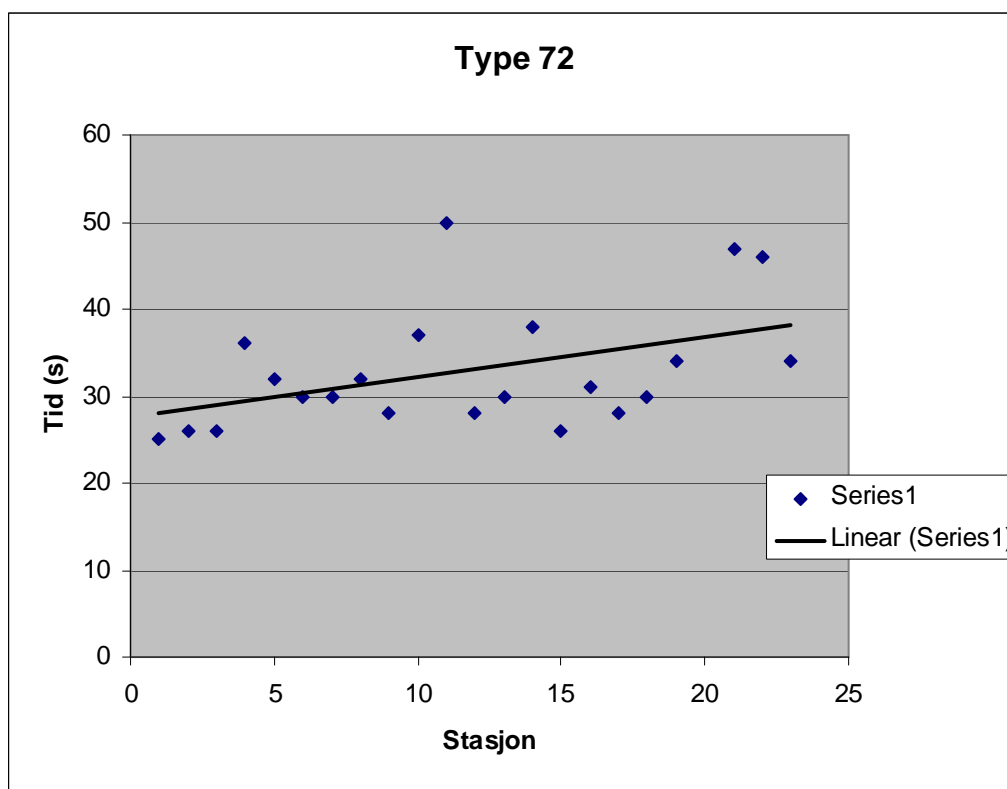
5.4.1 Vurdering av oppholdstid

Det fremgår av "Risikoanalyse avgangsprosedyre Type 72" at man har evaluert tidsbruken til den nye avgangsprosedyren ved å gjennomføre 2 testturer på strekningen Spikkestad-Moss-Oslo S. Man sammenlignet verdier fra tidsbruken til materiell Type 69 opp mot Type 72 med den nye avgangsprosedyren. Konklusjonen av testturen lyder som følger: "Det ble på testturen med Type 72, gjennomført fredag 14.03.03, ikke funnet noen forsinkelser forårsaket som følge av endring i avgangsprosedyren." (Elgin, 2003:12). Det nevnes også at testturen med Type 72 foregikk under ideelle forhold (Elgin, 2003). Datamaterialet fra testturene finnes i vedlegg C. I sin helhet er dette materiale, av forfatter, plottet i to grafer for henholdsvis Type 69 og Type 72. Dette for å gi leser oversikt over beslutningsgrunnlaget når det gjaldt oppholdstider. Grafene er vist under i figur 14 og 15.



Figur 14: Oppholdstid per stasjon Type 69

For å få et rettferdig bilde av de to prosedyrene er oppholdstider hvor man ventet på rutetiden ikke tatt med. Tider for stasjonen "Vestby" er heller ikke tatt med da høy verdi (hos begge prosedyrer) her skyldes stor kundemasse. Vi ser av figur 14 hvordan oppholdstiden varierer med avgangsprosedyre Type 69. Det man kan se ut fra disse målingene er stor variasjon, med målinger fra 14 (2 obs.) opp til 54 sekunder. I tillegg merker man seg at det finnes 7 målinger under eller lik 20 sek. Det er for øvrig vanskelig å estimere en god gjennomsnittstid med så få målinger.



Figur 15: Oppholdstid per stasjon Type 72

Av figur 15 ser vi målingene utført med avgangsprosedyre Type 72. Man observerer her også en rimelig stor spredning som strekker seg fra 25 til 50 sekunder. Også her blir det vanskelig å estimere en gjennomsnittlig verdi på oppholdstiden. Dette med bakgrunn i for få målinger. Spredningen er noe mindre enn for avgangsprosedyre Type 69, og de laveste målingene ligger rundt 10 sekunder over de observert hos Type 69. De fleste målingene ligger rundt 30 sekunder.

Skal man trekke noen kvalitative slutninger ut fra dette tallmaterialet må det bli at oppholdstiden for Type 72 har vanskelig for å bli under 25 sekunder, mens det for Type 69 ser ut som 15 sekunder er oppnåelig på lite trafikkerte stasjoner.

Gjennomsnittlig oppholdstid for de to prosedyrene ut fra dataene:

	Type 69	Type 72
Gj. Snitt per stasjon (sek.)	28,61905	32,90909

Cathrine Elgin (2008) kommenterer i et intervju at man konkluderte med at oppholdstiden ikke ville være lengre for Type 72 da togsettet har flere og bredere dører, slik at av- og påstigning ville gå hurtigere.

5.4.2 Oppfølgingsarbeid

Det blir i "*Risikoanalyse avgangsprosedyre Type 72*" anbefalt oppfølgingsarbeid som først og fremst tar for seg sikkerhetsmessige aspekter, men det foreslås også at antall forsinkelser skal vurderes. Punktligheten anbefales å følges opp over en tidsbestemt periode, eksempelvis 3 måneder. Ved oppfølging skal det sammenlignes med Type 69 for å kartlegge effekten prosedyren har på punktlighet (Elgin, 2003).

Elgin (2008) forteller at den nye avgangsprosedyren har vært under lang vurdering i etterkant av innføringen. Det ble vurdert om dette var en "god" prosedyre, eller om man skulle gå tilbake til den gamle prosedyren (Type 69) (Elgin, 2008).

5.5 Diskusjon og konklusjon

Delkapittelet skisserer grunner til at den nye avgangsprosedyren ble beholdt. Videre blir det sett på et utvidet tallmateriale for kartlegge punktlighetsmessige konsekvenser prosedyren kan ha. Konklusjoner av caset trekkes i tillegg her.

5.5.1 Hvorfor ble avgangsprosedyre Type 72 beholdt?

Som nevnt tidligere i kapittelet var problemer med klembeskyttelsen mye av bakgrunnen for at den nye avgangsprosedyren ble innført. Senere ble dette løst, mens avgangsprosedyren ble beholdt. For å få svar på grunnen til dette har spørsmål blitt stilt til sentrale personer i NSB.

Det legges vekt på alvorligheten en uønsket hendelse har for NSB som firma. Om man ser for seg et scenario hvor en sikkerhetsprosedyre har blitt fjernet og en dødsulykke skulle inntreffe kort tid etter dette. Konsekvensene dette vil ha strekker seg langt utover statistiske verdier på menneskeliv og blir skissert som "*uendelige*" fra sentrale sikkerhetspersoner i NSB. Ryktet til firmaet kan pådra seg en uopprettelig skade om man fjerner barrierer og det skulle skje noe som kan linkes til dette.

Elgin (2008) skisserer risikoreduksjonen prosedyren har som grunnen til at denne ble beholdt. Det nevnes at man anså at konduktøren (ombordansvarlig) hadde mye bedre oppsyn med plattformen i forbindelse med avgang. Dermed fikk man redusert sannsynligheten for at personer kommer i klem mellom tog og plattform

5.5.2 Konklusjon av avgangsprosedyre Type 72

Lange stasjonsopphold har blitt pekt ut å være en av hovedkategoriene for dårlig punktlighet. Innenfor denne kategorien finnes det flere årsaker, ukjente som kjente. Den nye avgangsprosedyren ble foreslått som en av de kjente årsakene for lange stasjonsopphold på "Punktlighetsdagen" i Drammen (2008).

For å undersøke tidsbruken til avgangsprosedyren er det tatt utgangspunkt i tallmateriale fra NSB. Dette er lagt som vedlegg B. Tabell 3 viser utdrag fra dette tallmateriale hvor det er lagt vekt på å regne ut gjennomsnittlig tid avgangsprosedyren krever. Gjennomsnittlig "avgangstid" og "reaksjonstid" er regnet ut for begge prosedyrene. Videre er det tatt hensyn til tiden dørene bruker på å lukkes på Type 72 (4-5 sek) (Wien, 2008b). Avgangstiden er den tiden det tar fra flaggsignal blir gitt lokfører, til toget er i bevegelse (hjul ruller). Reaksjonstid er tiden fra den siste døren er lukket til toget er i bevegelse. Tiden den nye avgangsprosedyren krever finnes ved å se på avgangstiden for så å trekke fra reaksjonstid og dørlukketid (Wien, 2008b).

Sikkerhetspersoner i NSB forteller at antall, og bredden på, dører fører til raskere ombordstigning på Type 72. Videre kan tenke seg at den nye prosedyren trekker i motsatt vei og fører til lengre stasjonsopphold. Punktlighetspersoner har uttrykt misnøye med at punktligheten ikke blir påvirket i positiv retning med nytt og bedre materiell. Det er naturlig å tro at togsettet Type 72 ville prestert bedre punktlighetsmessig med den gamle prosedyren. Om man videre skal sammenligne materiell Type 72 og Type 69, gitt at disse hadde den samme avgangsprosedyren, ser det ut som Type 72 presterer bedre takket være nevnte årsaker. Det er en tankevekker at forbedret materiell ikke fører til bedre prestasjoner. Tabell 3 viser tydelig forskjellen de to prosedyrene har i "avgangstid". Gjennomsnittlig "prosedyretid" for Type 72 er beregnet til 9,1 sekunder.

Når det gjelder forandring i risikonivået forbundet med ombordstigning ved den nye avgangsprosedyren er dette vanskelig å estimere. Det er naturlig å tro at prosedyren fører til et bedret sikkerhetsnivå, men ulykkesstatistikk må logges over flere (titalls) år for å se den reelle effekten et tiltak har. Dermed blir det vanskelig å trekke konklusjoner her, bortsett fra å anta et bedret sikkerhetsnivå.

Tabell 4 viser oppholdstid på stasjon for de to prosedyrene og vi observerer en gjennomsnittlig tid på 45 sekunder for Type 69 og 48 sekunder for Type 72. Gjennomsnittlig differanse er altså 3 sekunder. Det blir dermed bekreftet at materiellet Type 72 presterer bedre enn Type 69 om man ser bort fra deres pålagte avgangsprosedyrer. Prosedyretiden ble beregnet til 9,1 sekunder, mens forskjellen i oppholdstid er beregnet til 3 sekunder. Man kan dermed argumentere for at antall og spesifikasjon på dører, samt eventuelle andre faktorer, sparer inn 6 sekunder hos materiell Type 72. Videre kan man med dette dataunderlaget argumentere for at materiell Type 72 med avgangsprosedyre Type 69 vil oppnå en gjennomsnittsverdi for oppholdstid på 39 sekunder.

Av andre konklusjoner kan graden punktlighetsmessige konsekvenser ble vurdert i risikoanalysen av avgangsprosedyren trekkes frem. Man foretok her manuelle målinger på to testturer. Konklusjoner, eller statistiske bevis kan vanskelig/umulig trekkes ut fra disse målingene. En prøveperiode med avgangsprosedyren og bruk av erfaringsdata fra TIOS eller NSBs egen (importert fra TIOS) punktlighetsdatabase for å vurdere effekten, hadde åpenbart her vært en egnet metode.

Data Type 69 vs. Type 72 (Data er komprimert, utvalg vises)	Type 69	Avgangstid (s)	Reaksjonstid avgang (s)	Type 72	Avgangstid (s)	Reaksjonstid avgang (s)
Obs.nr 1		9,5	4,4	1	23,3	7,2
5		9,6	5,8	5	24,2	9,1
6		12,3	6,6	6	19,4	6,2
10		7	3,4	10	20,9	5,6
11		14,5	2,2	11	18,6	5,7
12		8,3	5,1	12	23,3	11,2
28		8,8	4,4			
Sum		286,0 sek	144,1 sek		277,2 sek	87,4 sek
Average		10,2 sek	5,1 sek		19,8 sek	6,2 sek
Differanse avg. avgangstid, avg. Reaksjonstid			5,1 sek			13,6 sek
Prosedyretid (Diff avg avgangstid, avg. reaksjonstid - dørlukketid)						9,1 sek

Avgangstid	Tid mellom signalisering med flagg og hjul ruller
Reaksjonstid	Tid mellom siste dør lukkes og hjul ruller (inkludert ekstra tid for prosedyre på type 72)
Dørlukketid Type 72 (s) (Wien, 2008)	4,5 sek

Tabell 3: Type 69 versus Type 72, avgangstid og reaksjonstid. Bearbeidet fra (Wien, 2008a)

Totalt	Type 69	Type 72	Stasjon	Type 69	Type 72
Median	44s	44s	Nationalth.	52 s	54s
Max	1m 13s	1m 11s	Skøyen	43s	45s
Min	25s	34s	Lysaker	27s	42s
Gj.sn.	45s	48s			

Tabell 4: Oppholdstid Type 69 og Type 72, totalt og på stasjon, median, max, min og gjennomsnitt. (Wien, 2008a)

6 Forslag til tiltak

Kapittelet presenterer forslag til tiltak og arbeidsmetoder innen punktlighet. Fokus er lagt på togdriftsiden og retter seg mot NSB. Kapittelet begynner med å presentere en robusthetsmodell for togtrafikk, her kalt robusthets-hjul eller -modell. Videre diskuteres det forskjellig bruk av akseptkriterier i punktlighetsstyring. De to første delkapitlene er utarbeidet med bakgrunn i arbeidsmetoder fra sikkerhetsfaget. Akseptkriterier i jernbanen er skissert i kapittelet 4, og det som her presenteres er en videre utgreiing, samt diskusjon av overførbarhet til punktlighetsarbeid. Det er foreslått to typer akseptkriterier for bruk i punktlighetsstyring.

I sikkerhetsarbeid finnes det ulike metoder å presentere risiko på. Oppdeling i kakestykker er en av disse. Robusthetshjulet er en overføring og videreutvikling av enkle risikodistribusjonsmodeller som ofte har ett eller to detaljiseringsnivåer. Videre forklaring følger under.

Til sist i kapittelet presenteres det en måte for sammenligning av punktlighet og sikkerhet. Dette gjøres ved at man benytter verdi av tid og statistiske menneskeliv. En sammenligningsformel diskuteres og eksemplifiseres.

6.1. Robusthetshjul

Delkapittelet presenterer den nevnte modellen for robusthet i togtrafikk. Modellen er utformet som et hjul inndelt i forskjellige sektorer og nivåer. Modellen beskrives her nærmere, samtidig som hensikt og hvordan den bør benyttes presenteres. I tillegg gis det beskrivelse av sektorene og grunnlag for valg og vektning av disse. Med robusthet menes det her punktlighet.

6.1.1 Generelt om modellen

I litteratur som omhandler sikkerhet og risikostyring finnes det ulike modeller for kartlegging av risiko. Inspirasjon er hentet fra metoder innenfor sikkerhetsfaget uten at modellen direkte kan sammenlignes med modeller forfatter har funnet. Mer eller mindre like modeller kan eksistere, men modellen er altså ikke en kopi fra litteratur benyttet. Modellen tar ikke for seg HMS relatert risiko, men fokuserer på robusthet av togtrafikk.

Modellen er utformet som et hjul med sektorer, eller "kakestykker" i forskjellige nivåer. Sektorene representerer problemer som påvirker punktligheten i negativ retning. Arealet til kakestykkene representerer risikonivået til kategorien. Jo større areal jo større er risikoen forbundet med punktlighetsbrudd. Risikobegrepet er diskutert tidligere i rapporten og er definert som *sannsynligheten for at en uønsket hendelse skal inntreffe og graden av konsekvens for hendelsen*. Altså, sannsynlighet for punktlighetsbrudd og graden av dette bruddet. Konsekvensen øker blant annet med antall minutter forsinkelse, kunder berørt, samt tid på dagen/året/uken. Videre er detaljiseringsnivået på problemet økende med økende avstand fra hjulets sentrum. Det er i modellen detaljisert i tre nivåer. Sammen med arealet av kategorier og grupper er risikonivået skissert ved mørkere farge for høyere risikonivå. Det er her skalert i tre nivåer: lys gul, gul og rød. Fargeskaleringen er i en grad subjektiv til den kategorien den tilhører for å lettere kunne se hovedproblemet til gruppen og kategorien. Dermed bør arealet betraktes ved sammenligning av undergrupper fra forskjellige kategorier,

og ikke kun farge.

Det er i rapporten skissert et forslag til hvordan en slik modell kan se ut. Bakgrunn for vekting og valg av kategorier er tidligere årsaksregistreringer hos NSB, samt råd fra veileder, deltakelse på punktlighetsmøte og egne funn. Problemer innenfor NSB er vektlagt, og dermed detaljisert, men da dette er ment å være en vektet robusthetsmodell for togtrafikk er også ytre problemer som infrastruktur tatt med. Denne gruppen er derimot ikke detaljisert videre, men vektet etter samme kriterier som andre grupper.

Fremgangen i utarbeidelsen av modellen har vært å først kartlegge hovedkategorier med problemer relatert til robustheten. Deretter ser man på hver individuelle kategori for å bestemme grupper og undergrupper. Forskjellige strekninger kan ha forskjellige problemer av forskjellig størrelsesorden og modellen kan tilpasses til strekningen. I dette forslaget er det benyttet et helhetlig syn på togtrafikken, men problemer på østlandsområdet har i hovedsak her blitt vektlagt. Robusthetshjulet finnes i figur 16.

6.1.2 Hensikt

Modellens hensikt er å gi en oversikt over alle problemer relatert til punktlighet i jernbanen. Denne oversikten kan benyttes i punktlighetsarbeid ved at man fokuserer på de problemer som bidrar med størst risiko. Det er viktig å bruke ressurser på en hensiktsmessig måte, slik at man får maksimalt igjen for utgiftene. Man søker mot å maksimalisere forholdet nytte/kostnad. En slik modell medfører at man har oversikt over hvor de største problemene ligger og hvor potensialet for forbedring er størst. Modellen må oppdateres kontinuerlig for å kontinuerlig kunne forbedre seg og ha kostnadseffektivitet i ressursbruken. Paralleller kan trekkes til årsaksvirkningsdiagram, men dette fokuserer på å arbeide seg ned til en rot-årsak, og gir ikke et helhetlig bilde av situasjonen. Modellen er således et verktøy for å kunne distribuere ressurser der det er mest nødvendig for å bedre punktligheten. Mer om hensikt og bruk i 6.1.4.

6.1.3 Beskrivelse av foreslåtte kategorier

Det presiseres at kategoriene og undergruppene er forslag fra forfatters side. Modellen må bearbeides og revideres for å oppnå et korrekt bilde av risikodistribusjonen mellom kategorier og grupper. Det skilles mellom kategorier, grupper og undergrupper, hvor det i økende grad detaljiseres. Noen undergrupper er ikke foreslått og markert med "feil i", "feil ii" osv.

Materiell

Kategorien inneholder problemer relatert til NSBs materiell. Herunder problemer med *vedlikehold*, *planlegging*, og *feil på materiellet*. Innenfor vedlikehold kan problemer være at vedlikeholdet blir feil utført. Det vil si at dette ikke er tilfredsstillende eller at det utføres vedlikehold på feil (del av) materiell(et). Vedlikeholdsplanleggingen kan også være et problem, som kan føre til at materiell blir utilgjengelig på to forskjellige måter; for hyppig vedlikehold eller at vedlikehold ikke utføres hyppig nok. Sistnevnte kan føre til feil og dermed utilgjengelig materiell. *Planlegging* inneholder feil forbundet med materiellplanleggingen eller turnering av materiell. *Feil på materiell* kan være forskjellige feil som fører til at toget ikke klarer å holde tidsplanen. Her er det tatt med to undergrupper i "uhomogent" og "trekkraft lok". Med uhomogent menes det at alt materiell ikke oppfører seg på samme måte, da forskjellige typer utstyr er i bruk. Motorproblemer med lok er den andre undergruppen som her er tatt med. Et lok kan helt eller delvis miste motorkraft, noe som kan

føre til lengre fremføringstid, avhengig av strekning og vær.

Personellhåndtering

Med personellhåndtering menes det hvordan personellet styres, altså personellplanlegging. Feil personell begår finnes under stasjonsopphold og trafikkavvikling. *Sykdom* og *planlegging* er grupper av pers. håndtering. Det kan argumenteres for at sykdom er noe som ligger utenfor NSBs kontroll, og i de fleste tilfeller kan dette være sant. Poenget med å ta denne gruppen med i personellhåndtering er å belyse at noen sykemeldinger skyldes grunner påført av arbeidssituasjonen. Denne undergruppen er her kalt "stress". Stress kan skyldes arbeidsmessige og private forhold, og det menes her stress som følge av arbeidsforhold. "Andre S." er andre sykdommer som er vanskelig å kontrollere, men kan til en viss grad planlegges for. Gruppen planlegging inneholder problemer med personellplanlegging. Et viktig element er her tatt med i undergruppen "personellbytte". Med dette menes det hvor (sted/stasjon) og når (tid) bytte av personell (skiftbytte) finner sted.

Betingelser

Med kategorien betingelser menes det faste rammer og betingelser som skal oppfylles for å oppnå punktlighet. Tidsplanen, eller *ruteplanen* er her hovedbetingelsen. Om det eksisterer feil i denne, blir den vanskelig eller umulig å følge. Videre blir det umulig å oppnå punktlighet på strekninger hvor feil foreligger. Innenfor gruppen *ruteplan* er det delt inn i undergruppene "utarbeidingsfeil" og "korrigeringsfeil". Utarbeidingsfeil er feil som blir gjort i selve utarbeidningen av ruteplanen, mens korrigeringsfeil er feil gjort i korrigeringsarbeidet.

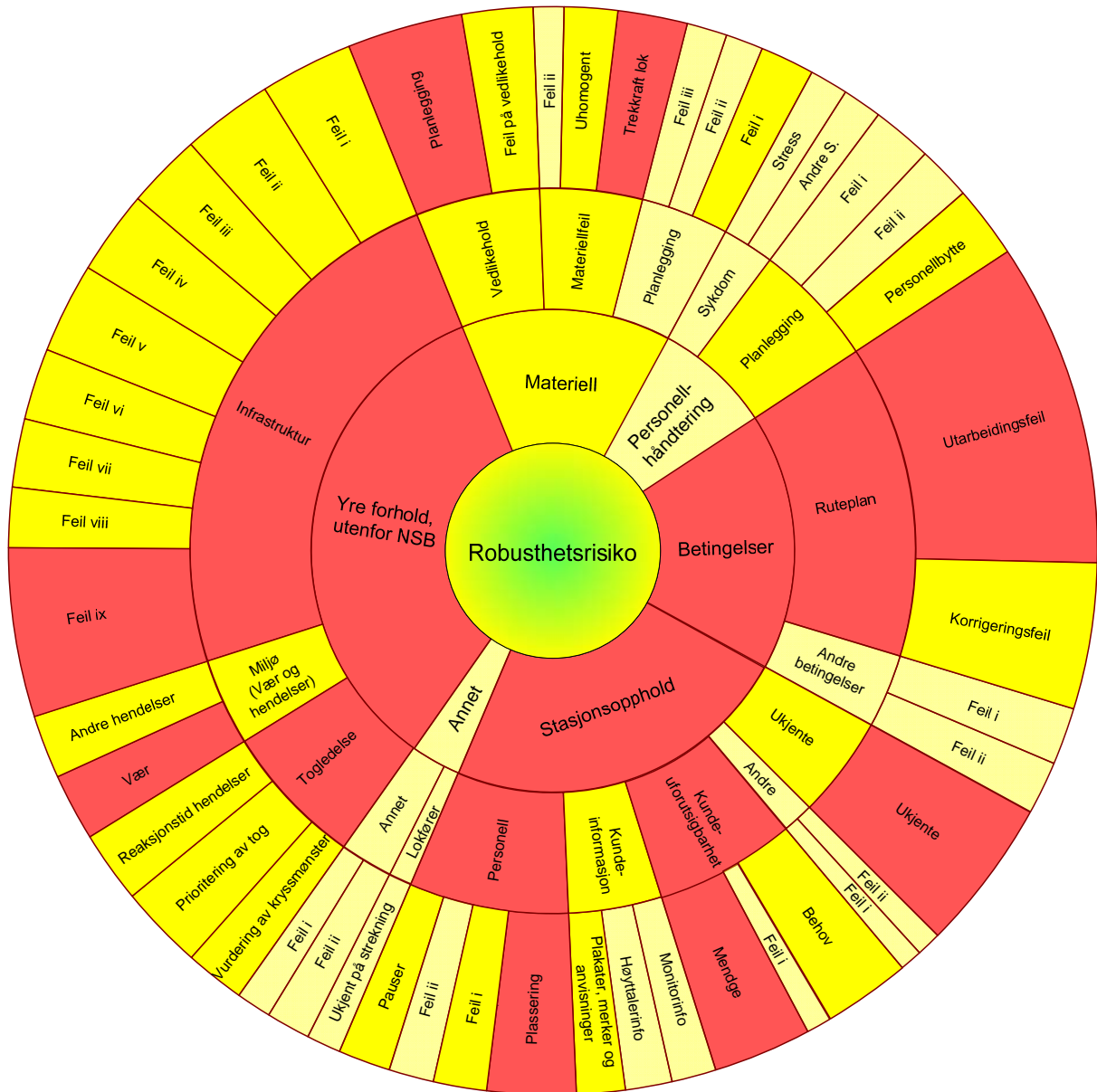
Ytre forhold, utenfor NSBs kontroll

Kategorien skisserer feil som ligger utenfor NSBs kontroll og dermed ikke kan påvirkes fra nevntes side. Hovedgruppen er her *infrastruktur*, hvor ansvar og styring ligger hos Jernbaneverket. Undergrupper er her ikke nevnt, da det fokuseres på NSBs oppgaver, men er likevel tatt med da disse påvirker robusthet av togtrafikk. Gruppen miljø (vær og hendelser) skisserer andre ting som ligger utenfor NSBs (alles) kontroll og inneholder undergruppene "vær" og "andre hendelser". Gruppen *togledelse* inneholder problemer som skyldes togledelsen hos Jernbaneverket, med undergruppene "vurdering av kryssmønster", "prioritering av tog" og "reaksjonstid hendelser". Krysningsmønster kan feilvurderes og eksempelvis føre til at tog må stå lenge og vente på passerende tog. Tog kan også bli u hensiktsmessig prioritert slik at man får følgeforsinkelser, eller ytterligere forsinkelser hos det opprinnelige toget. Reaksjonstid er viktig ved uforutsette hendelser, og lang tidsbruk her fører til ytterligere forsinkelser.

Stasjonsopphold

Denne kategorien inneholder gruppene *personell*, *kunde-uforutsigbarhet*, *kunde-info*, *andre* og *ukjente*. Problemer i denne kategorien skyldes at stasjonsoppholdene blir for lange enn hva det er tatt høyde for i ruteplanen. Det er delvis vanskelig å kartlegge alle problemer til dette, da årsaksregistreringen kan være diffus. Det uttales at det innenfor denne kategorien er mange årsaker som er ukjente, og dermed er denne gruppen inkludert her. Således kan denne være med på å belyse problemet, og man bør søke mot å oppklare denne gruppen for å få et fullstendig bilde av problemer innenfor kategorien. Gruppen *personell* består av undergruppene "pauser" og "plassering". Med "pauser" menes det at personell tar for lange pauser enn det er planlagt for. "Plassering" viser til problemer med hvor personellet er u hensiktsmessig plassert i vogn ved stasjonsopphold, samt hvor lokfører stanser vognen på perrongen. I gruppen *kunde-uforutsigbarhet* finner vi undergruppene "mengde" og "behov" som referer til at kundemengden varierer uforutsigbart i størrelse. Om dette er forutsigbart bør

problemet relateres tilbake til ruteplanen og personell- og materiellplanlegging. Med "behov" menes det at kunder med spesielle behov, eksempelvis rullestolbrukere og kunder med barnevogn, uforutsigbart varierer i antall. Det samme gjelder for denne gruppen, dersom dette er forutsigbart bør problemet skiftes til planleggingskategorier. Modellen er basert på dagens årsaksregistrering og diskusjonsgrupper, men det kan her være naturlig å restrukturere denne gruppen hvor den delvis ligger i ytre forhold og delvis i planleggingsarbeid. Gruppen *kunde-info* representerer problemer med informasjonen til kunder. Dette kan være at informasjon ikke når ut eller at det gis feil informasjon. Undergrupper er her selvforklarende med "plakater, merker og anvisninger", "høytalerinfo" og "monitorinfo".



Figur 16: Robusthetshjul for togtrafikk

6.1.4 Arbeidsfremgang og diskusjon av problemområder

For å løse problemer knyttet til punktlighet er det viktig å vite hva man skal ta tak i og hvor bedringspotensialet er størst. Modellen gir i den ytterste ringen et rimelig spesifisert problem som bør sees på for å minske arealet av kategorien. Når risiko i undergruppen minskes, så minskes også risiko i gruppen og kategorien. Dermed vil de andre kategoriene øke og man får hensiktsmessig skiftet arbeidsfokus. Sånn modellen fremkommer i rapporten ser man tydelig hvilken undergruppe som representerer størst robusthetsrisiko. Det legges vekt på viktigheten ved å se på undergruppene, da man her ser enkeltproblemers størrelse. Selv om en kategori kan representere stor risiko kan det eksistere mange små problemer som kan være ressurskrevende å løse. Det vil i modellen si at det finnes mange små grupper og undergrupper til en stor kategori.

Av modellen ser man at undergruppene "utarbeidingsfeil" og "korrigeringsfeil" av kategorien **ruteplan** representerer størst robusthetsrisiko. Da dette klart er de største "enkeltefeilene" i modellen, bør problemet prioriteres i punktlighetsarbeidet. Erfaringsdata og bayes metode (se kap. 2) kan her benyttes for å tilpasse planen ut fra et førsteutkast, uten at det her gås i dybden på problemløsning.

Kategorien **stasjonsopphold** inneholder ingen undergrupper av vesentlig størrelse, og det er her mange ting som fører til at stasjonsoppholdene blir lengre enn det er planlagt for. Det har fremkommet fra diskusjonsgrupper at årsaksregistreringen innenfor denne kategorien delvis er diffus og uhåndterbar. I modellen er *kundeuforutsigbarhet* tatt med som en gruppe. Dette er som nevnt basert på dagens årsaksregistreringssystem. Forfatter mener at det her er viktig å fokusere på bakenforliggende årsaker og at denne gruppen bør vurderes m. h. p. dette. Om kundemassen er totalt uforutsigbar bør gruppen som nevnt ligge i ytre forhold. Det er imidlertid naturlig å tro at det kan planlegges for variasjoner i kundemengde. Dermed bør gruppen flyttes til materiell- og personellplanlegging samt gruppen *ruteplan*. Det kan også diskuteres at problemer med kundemassen kan relateres til kapasitet på infrastruktur.

Et hovedkriterie for bruk av modellen er at denne oppdateres kontinuerlig, slik at den til enhver tid gir et riktig bilde av robusthetsrisikoen innenfor de forskjellige kategoriene. Om et problem løses helt eller delvis må undergruppen fjernes eller reguleres i henhold til dette. Slike får man en optimal ressursbruk og kontinuerlig forbedring.

6.2 Akseptkriterier i punktlighetsarbeid

Akseptkriterier er noe som i stor grad blir benyttet i sikkerhetsarbeid. Man aksepterer ikke en løsning som ikke holder seg innenfor det satte kriteriet. Som nevnt tidligere i rapporten er akseptkriteriet benyttet i norsk jernbane at forandringer ikke skal føre til dårligere sikkerhet. Kravforskriften stiller en rekke krav når det gjelder sikkerhetsarbeid, men innenfor punktlighetsfaget foreligger det ingen slike formelle krav. Delkapittelet diskuterer bruk av akseptkriterier i punktlighetsarbeid i jernbanen.

I sikkerhetsarbeid blir tall fra risikoanalysen brukt som målemetode for risikoakseptkriterie. I tillegg blir ulykkesstatistikk brukt i den grad det er mulig. Problemet med bruk av ulykkesstatistikk er mengden av erfaringsdata. Det finnes få alvorlige togulykker i Norge om vi betrakter tidsrommet hvor dagens teknologi har vært i bruk. Etter Åsta-ulykken har man gjennom tiltak og ny teknologi fått til et bedret sikkerhetsnivå. Om man ser på punktlighet og

dermed også kvalitet i jernbanen observeres det et langt større datamateriale som egner seg for bruk. Dermed kan punktlighets- og fremføringsstatistikk benyttes i utarbeidelsen av et akseptkriterie for kvalitet og punktlighet.

6.2.1 Hvordan fastsette kravnivået?

Ved bruk av akseptkriterer er det viktig å ha et hensiktsmessig nivå på kravet, eller verdien på hva som skal aksepteres. Man må finne frem til en balanse mellom ønsket å få til forbedringer og hvilken mulighet man har for å tilfredsstillе kriteriet. Dette er altså en balanse mellom ambisjonsnivå og realisme. Realisme kan oppnås ved å ta utgangspunkt i målte eller beregnede verdier hos en sammenlignbar virksomhet, eller internt i bedriften (Aven et. al., 2003). For jernbanen er det ikke alltid enkelt å finne like systemer, eller strekninger som kan sammenlignes med andre norske eller utenlandske. En mulighet er å se på statistikker fra andre land med tilsvarende enkeltsporssystem. Slik kan man analysere seg frem til hva som bør være oppnåelig. Man kan også benytte dagens nivå i vurderingen av et akseptkriterie. Aven et. al. (2003) påpeker at dersom man ønsker en kontinuerlig forbedringsprosess må akseptkriteriene være dynamiske. De må forandre seg i takt med ny teknologi, erfaring, endringer i virksomheten og kunnskap. Utgangspunkt for å fastsette nivået for ytelseskravene er ofte (Aven et. al., 2003):

- *"Dagens nivå"*
- *Etablerte standarder*
- *Sammenligninger med tilsvarende virksomhet*
- *Ønsket om å tilfredsstillе risikoakseptkriteriene*
- *Minimumskrav satt av myndigheter*

I sikkerhetsarbeid i jernbanen er dagens nivå brukt som akseptkriterie. Dagens sikkerhetsnivå i jernbanen har blitt sagt å være svært godt, noe som ikke kan sies om punktlighetsnivået. Det kan derfor være galt å bruke dagens punktlighetsnivå som akseptkriterie. Man må også være forsiktig med å velge et for høyt ambisjonsnivå, da kostnadssiden kan bli større enn nyttesiden ved at mange forslag må utarbeides. En nyttekostnadsvurdering er viktig for å velge det riktige nivået på akseptkriteriene (Aven et. al., 2003)

6.2.2 Kriterie i: Punktlighetskriterie

I jernbaneindustrien kan punktlighet brukes som et akseptkriterie. Punktlighet oppnås om togene holder ruteplanen, innenfor 3 til 5 minutter avhengig av om det er lokal- eller regiontog man snakker om. Om togene ikke er punktlig medfører det at disse er forsinket. Et akseptkriterie som setter krav til punktlighet kan være med på å bedre kvaliteten på tiltak, og dermed bedre punktligheten. Dersom endringen ikke tilfredsstillер kravet som er satt blir man nødt til å utarbeide et nytt forslag. Dette foregår helt til kravet er oppnådd.

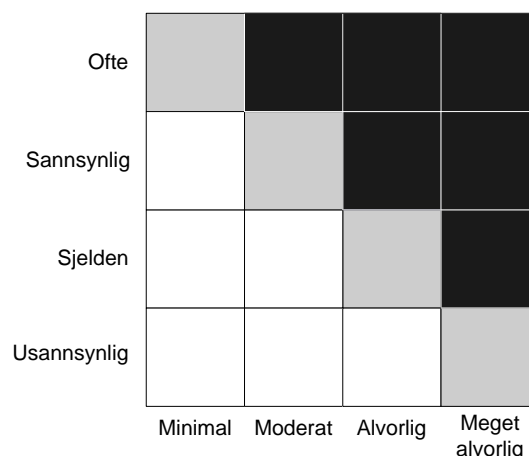
Når det gjelder kravsetting til punktlighet i jernbanen må dette vurderes spesifikt for strekningen endringen eller tiltaket gjelder. Punktligheten er meget varierende fra strekning til strekning, og det er dermed nødvendig å analysere disse for å kunne sette et hensiktsmessig krav. NSBs punktlighetsmål er at 90 % av togene skal være punktlig og således kan dette bli benyttet som krav. Om det ikke overholdes 90 % punktlighet må tiltaket revurderes. For noen problemstrekninger er dagens punktlighetsnivå langt lavere, noe som kan gjøre dette kravet bortimot umulig å oppfylle. Som nevnt i forrige avsnitt er det viktig at man setter et realistisk krav. En mulighet er å benytte verdier fra dagens drift som referansepunkt, og justere dette opp til hva som bør ansees som overkommelig.

Man har de seneste årene sett en økning i sikkerhetsnivået i jernbanen, hvor man benytter akseptkriterier om at nye tiltak og endringer skal redusere risiko. Slik har man her fått til en kontinuerlig forbedring. Det er dermed grunn til å tro at en lignende strategi kan være hensiktsmessig også i punktlighetsarbeidet. Det kan argumenteres med at dette kan ha bivirkninger som høyere personellkostnader og slakk i ruteplanen, noe som vil medføre lengre fremføringstid. Fremføringstiden påvirker i stor grad kvaliteten i jernbanen og denne bør innlemmes i akseptkriteriet. Her kan man sette krav til at fremføringstiden ikke skal øke, samtidig som at antall punktlig tog skal øke. Poenget med bruk av akseptkriteriene er ikke at det skal brukes ressurser på brannslukkingsarbeid, som mer personell o. l., men at man oppnår en bedret totalløsning.

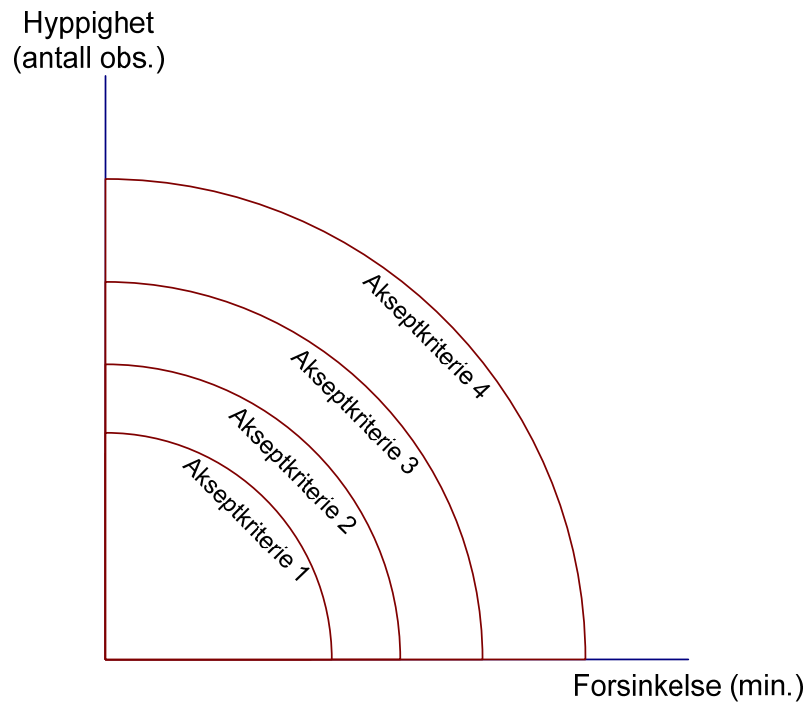
6.2.3 Kriterie ii: Forsinkelse-hyppighetskriterie

Et lokaltog blir regnet som ikke punktlig om dette ligger 3 minutter bak rutetabellen. Konsekvensen av forsinkede tog fra kundens ståsted vil øke med forsinkelsestiden. Det kan dermed være nyttig med akseptkriterier som tar hensyn til dette. Dersom noen strekninger har ukentlige store forsinkelser kan dette sammenlignes med hyppige små forsinkelser. For enkelhetsskyld kan man si at konsekvenser øker lineært med antall minutter toget er forsinket.

Akseptkriterier blir her altså en funksjon av forsinkelsestid og hyppighet. Risikomatriisen, som vist i figur 17, blir ofte brukt ved at man setter kriterie for hvilke bokser som det skal aksepteres at driften ligger i. Denne er i figuren vist som en 4x4 matrise, men kan utvides til 5x5 osv. Det er vanlig å si at man ikke aksepterer forekomster som ligger i de svarte områdene i matrisen. Akseptkriteriet ligger som regel et sted mellom de svarte og hvite områdene. Bakdelen med denne risikomatriisen er at risikonivået bare har den oppløsningen antall bokser representerer. Med dette menes det at avstanden fra sentrum (risikonivået) innenfor hvite bokser (grå) kan noen steder være større enn grå (svarte). Figur 18 viser en forsinkelse-hyppighetsgraf hvor 4 risikonivåer for forsinkelse er skissert. Akseptkriteriene blir strengere fra 4 ned til 1. For å velge krav må man her analysere hvilket som er mest hensiktsmessig som drøftet over.



Figur 17: Risikomatriisen



Figur 18: Akseptkriterier for hyppighet og grad av forsinkelse, 4 forskjellige akseptkriterier er skissert.

6.3 Helhetstankegang

Delkapittelet er ment som et innspill til en helhetstankegang mellom sikkerhet og punktlighet. Parametere innenfor feltene er diskutert i form av verdier på henholdsvis tid og statistiske liv. Av intervjuede er det uttrykt et behov for økt samspill mellom de to grenene, da avgjørelser som tas i de respektive påvirker hverandre. Caset viser hvordan sikkerhetsprosedyrer påvirker fremføringstid og punktlighet i form av oppholdstid på stasjon. Når det gjelder punktlighetens påvirkning på sikkerhetsnivået er det bevist at risiko øker med nye arbeidsoppgaver og forandring i miljøet. Om et tog ikke er punktlig må det kanskje følge et nytt kjøremønster, eller man kan oppleve andre endringer i arbeidssituasjonen. Delkapittelet avslutter med en diskusjon rundt temaet.

6.3.1 Verdi av statistiske liv

Det er viktig å poengtere forskjellen på et statistisk liv og et liv. Et liv har i prinsippet en uendelig verdi. Dette kan illustreres ved det ikke finnes et pengebeløp som kan kompensere for tap av en sønn eller datter. Et statistisk liv har derimot en endelig verdi, hvor denne verdien blir estimert på forskjellige måter. Innenfor risikofaget er verdsetting av statistiske menneskeliv viktig, da man har en referanseverdi ved vurdering av risikoreducerende tiltak.

Bristow og Nellthorp (2000) referer til at beregning av kostnader ved trafikkulykker ofte blir delt opp i tre komponenter:

- Direkte kostnader: for eksempel skader på kjøretøy og eiendom, utrykningskostnader, medisinsk behandling, gravlegging etc.
- Produksjonstap: for samfunnet som følge av at mennesker blir drept og skadet.
- Velferdstap: i form a smerter, sorg og lidelser.

Videre deler Bristow og Nellthorp (2000) opp metodene for å verdsette et menneskeliv i tre hovedkategorier:

- "Human capital" metoder (output methods): Her finnes netto eller brutto produksjonstap som resultat av dødsfall og skader, pluss eventuelle direkte kostnader.
- "Revealed preference" metoder: Disse baserer seg på individers preferanser i virkelige markeder som for eksempel forsikringsmarkeder, erstatning ved rettsaker, eller politikers preferanser som har kommet frem implisitt ved politiske beslutninger.
- "Stated preference" metoder: Baserer seg på individers preferanser i hypotetiske markeder.

Magelssen (2003) referer til overnevnte "Human capital" metoder samt "Willingness-to-pay (WTP)" metoder som de vanligste vurderingsmetodene. "WTP" metoden estimerer hvor mye mennesker i samfunnet er villige til å betale for å unngå et statistisk dødsfall. Analysene blir utformet på grunnlag av individets observerte oppførsel i relaterte situasjoner i fortiden, eller meninger i hypotetiske situasjonsspørsmål. En lignende metode er "Willingness-to-accept (WTA)", som anslår beløpet mennesker i samfunnet er villige til å akseptere mot å bli utsatt for en risikoøkning (Magelssen, 2003).

Sælensminde (2006) angir verdien av et statistisk liv til mellom 15 mill. og 18.3 mill. NOK, verdier brukt av henholdsvis Finansdepartementet og Statens vegvesen. Tabellen under gir en oversikt over verdier brukt i jernbanesektoren i forskjellige land (1994 GB Pund).

Land	Verdi på statistisk menneskeliv i jernbanen (1994)
Storbritannia (Undergrunn, London)	£ 2 – 5 mill.
Storbritannia (Britisk jernbane)	£ 0,75 – 4 mill.
Frankrike	£ 4 mill.
Tyskland	£ 1,3 – 2,1 mill.
Nederland	£ 0,3 mill.
Sveits	£ 0,7 mill. (1-10liv) £ 50 mill. (> 10 liv)

Tabell 5: Benyttede verdier av statistiske menneskeliv i jernbanen (Rose, 1994)

6.3.2 Verdi av tid

Hovedprinsippet for å beregne verdien av innspart/tapt tid er å se på differansen av tiden i sin nåværende anvendelse, opp mot tiden i sin beste anvendelse. Det er vanlig å anta at tid brukt på reiser ikke har noen verdi, slik at verdien på innspart/tapt tid vil verdsettes til verdien av den alternative anvendelsen. Dersom arbeidstid gjelder som den beste anvendelsen er det lønn og sosiale kostnader som skal legges til grunn. Tidstap eller tidsgevinst verdsettes da som produksjonsgevinsten til bedriften (NOU:1997:27). Dette kan sees på som en forenkling da reisetiden ikke alltid vil være verdiløs. Mulighet for å jobbe under reise er et eksempel der

reisen har verdi (Lyons og Urry, 2004). Vi skal se nærmere på en engelsk studie av dette:

- En undersøkelse hos jernbanepassasjerer i Storbritannia viser at flere bruker reisetiden til produktive aktiviteter. 30 % svarte at de jobber eller studerer *noe av* reisetiden, mens 13 % svarte at de bedriver disse aktiviteter *mesteparten* av reisetiden. 54 % svarte at de leser *noe av* tiden, mens 34 % bruker *mesteparten* av tiden på dette. 16 % bruker *noe av* tiden på hvile og 4 % bruker *mesteparten* av reisetiden på dette. Disse aktivitetene fører til nytte i forskjellig grad. På spørsmål om i hvilken grad tiden på toget ble benyttet til nytte svarte 23 % at de *i stor grad hadde nytte av reisetiden*, mens 55 % svarte at de hadde *noe nytte av reisetiden*. 18 % svarte at *reisetiden ikke hadde noen nytte* (Lyons, et. al., 2007)

Ved verdsetting av tid brukes det lignende metoder som blir brukt for å verdsette et statistisk liv. "Revealed preferences", som nevnt i avsnittet over, er en vanlig metode for å verdsette tid. I tillegg er hypotetisk betalingsvillighet, eller "stated preferences" en mye brukt metode her (NOU 1997:27).

Departementet for transport i Storbritannia har i sin forskning estimert verdi av reisetid for personreiser (ikke forretningsreiser). For pendlerreiser er verdien 6,6 pence per minutt og 5,9 for andre reiser. Videre anbefales det at gåtid og ventetid bør vektas som mellom 200 og 250 % av reisetiden (Mackie, et. al., 2003). Med gåtid menes det tid brukt til å forflytte seg til stasjon fra referansested.

Tabell 6, som vist under, viser en oversikt over benyttede verdier på reisetid. Det er skilt mellom reiser i forbindelse med jobb og utenfor jobb. I tillegg er verdi av forsinkelsestid verdsatt. Flere oppgir verdi av forsinkelsestid som høyere enn verdi av reisetid. Eliasson (2002) og Bates et. al. (2001) hevder at forholdet forsinkelsestid/reisetid er 3. Banverket i Sverige opererer her med forholdstallet 2 (Eliasson, 2002). SIKAs forholdstall på 1,96 er tatt med i tabellen. Under presenteres det også to tabeller som går på betalingsvillighet av mindre forsinkelsestid og bedre pålitelighet.

<i>Kilde, Land og periode</i>	<i>Type reiser</i>	<i>Verdi pr. minutt reisetid, NOK</i>	<i>Verdi pr. minutt forsinkelse, NOK</i>
Mackie (2003)	Ikke forretningsreiser	0,58 – 0,65	
SIKA (2002)	Forretningsreiser over 50 km	2,58 – 1,26	1,96 X verdi av reisetid
Wardman (1998)	Ikke forretningsreiser	0,41 – 0,90	
Jernbaneverket (2001)	Forretningsreisende (<50 km)	1,98	5,95
	(>50 km)	2,23	3,25
	Til og fra arbeid, (<50 km)	0,71	2,15
	(>50 km)	1,70	2,55
	Andre reiser, (<50 km)	0,45	1,35
	(>50 km)	1,17	1,75
Lind og Widlert, (1989)	Langdistanse, ikke forretningsreisende	0,59	2,04 (på stasjon) 1,44 (på tog)
	Forretningsreisende	2,27	7,21 (på stasjon) 5,68 (på tog)

Tabell 6: Verdier av reisetid og forsinkelser. Vurderingene gjelder verdien per minutt og reisende. Verdiene gjelder pengeverdiene ved det tidspunkt studiene ble utført/publisert og er omregnet til NOK.

- Tabellen under illustrerer kunders betalingsvillighet når det gjelder nedkortingen av forsinkelse grunnet mange kunder.

<i>Total reisetid (Minutter)</i>	<i>Kostnadsinkrement (NOK/Min.)</i>
10	3,95
15	2,6
26	1,5
30	1,3
45	0,85
60	0,65

Tabell 7: Gjennomsnittlig betalingsvillighet for et minutt nedkortning av forsinkelse grunnet kundemengde (VTPI, 2007)

- Tabellen viser betalingsvillighet for en mer pålitelig ankomsttid avhengig av inntekt og om det er forretningsreise eller fritidsreise.

<i>Reisetype og inntekt</i>	<i>NOK/Min. av standardavvik</i>
Forretningsreise, høyere inntekt (>\$45k/år)	1,3
Forretningsreise, lavere inntekt (<\$45k/år)	1,1
Fritidsreise, høyere inntekt (>\$45k/år)	1,05
Fritidsreise, lavere inntekt (<\$45k/år)	0,85

Tabell 8: Gjennomsnittlig betalingsvillighet for mer pålitelig ankomsttid (Small et. al., 1999).

Petter Næss (2004) poengterer at det er kontroversielt hvordan verdi av tid beregnes, og foreslår videre at to forskjellige beregningsmåter bør benyttes for henholdsvis forretningsreiser og andre reiser. Slik får man en øvre og nedre ramme for verdien av et minuts spart tid.

6.3.3 Diskusjon

Å sette en verdi på hva en ulykke koster et firma er, i likhet med verdsetting av tid, vanskelig. Tiden vil kanskje være mer verdt på morgenen, da folk skal på jobb og har avtalt møter. Om disse må avlyses må også ressurser den andre parten har investert, for å nå møtet, iberegnes. Når det gjelder hva en ulykke koster et firma vil dette være avhengig av mange ting. Her kan det nevnes i hvor stor grad man får negativ oppmerksomhet av dette. Dette er igjen avhengig av bransje og medias interesse for bedriften. Når vi her snakker om NSB, skal man lete lenge etter en bedrift som får mer gjennomgå i media. De siste årene har man ikke hatt noen store ulykker og dermed lite mediaoppmerksomhet rundt dette. Ryktet, som vi her snakker om, tar skade av negativ oppmerksomhet. Ryktet blir også i stor grad påvirket av oppmerksomhet man får i forbindelse med dårlig punktlighet og forsinkelser. Punktlighet og regularitet er å betrakte som førstesidestoff hos tabloidavisene. Man kan dermed også her argumentere for at verdi av forsinkelsestid bør økes i takt med forverring av rykte. Et dårlig rykte vil åpenbart føre til færre kunder og senkede inntekter. Et interessant syn er her at færre kunder vil føre til bedre punktlighet og bedret rykte, som igjen fører til flere kunder og større vanskelighet med å overholde ruteplanen. Dermed kan man tenke seg, uten at det går dypere inn i dette, en sinusformet kurve i tid, dersom systemet ikke endres.

Det som imidlertid er sikkert er at firmaets rykte blir svekket ved dårlig punktlighet og dårlig sikkerhet. Hva forholdet er mellom negativ punktlighetspublisitet og negativ sikkerhetspublisitet er uvisst, men om man antar at dette er 1, i takt med tapte inntekter, kan man sammenligne verdi av statistiske liv med verdi av tid. Det er under skissert en formel for hva en endring betyr i pengemessig verdi, her NOK. Om man oppnår en gjennomsnittlig punktlighetsforbedring på Δ min kan man finne den totale verdien av forbedringen om denne multipliseres med antall berørte passasjerer over en gitt tid. Formelen kan se slik ut:

$$\Delta \text{ min} \times kr / \text{min} \times \text{ant.tog} \times \text{ant.passasjerer} / (\text{tog} \times \text{dager}) \times \text{ant.dager} / \text{år} = \underline{\underline{kr / \text{år}}}$$

Om vi setter inn noen fiktive verdier kan man regne seg frem til hva dårlig punktlighet koster årlig (prosedyretiden på 9,1 sek.fra caset er her brukt som eksempel, over 26 stasjoner):

$\Delta \text{ min} = 9,1 \text{ sek.} \times 26 \text{ (stasjoner)} = 4 \text{ min}$, antall tog 60, antall passasjerer/(tog x dager) = 400, ant. dager = 365, kr/min = 3.

Ligningen blir da: $4 \text{ min} \times 3 \text{ kr/min} \times 60 \text{ tog} \times 400 \text{ passasjerer}/(\text{tog} \times \text{dager}) \times 365 \text{ dager/år} =$
105.120.000 kr/år

Dette tallet, på 105 mill. kr, vil tilsvare verdien av 7 statistiske liv (med 15 mill. kr per stat. liv). Ligningen er her tatt med for å illustrere kostnaden av dårlig punktlighet og ikke minst illustrere samspillet med sikkerhetstiltak. Verdien på 4 minutter er regnet ved endestasjon med 9,1 sekunder lagt til på hver stasjon. Dette er tilsvarende det "prosedyretiden" for Type 72, fra rapportens case, krever ved stasjon (se kap. 5). Verdien er i tillegg avrundet. Antall passasjerer og tog er fiktive og tatt med for illustrere ligningen. Avslutningsvis kan man ut fra eksempelet, ved å kun tenke på verdi av tid og statistiske liv, hevde at om grunnen for denne forsinkelsen ligger i et sikkerhetstiltak, må tiltaket spare 7 statistiske liv årlig. Som nevnt er tankegangen kontroversiell, men er her tatt med for å belyse temaet.

Kapittelet har skissert forslag til tiltak for å forbedre punktlighet i togtrafikken. En oversikt over problemområder er med robusthetshjulet foreslått, hvor hensikten er å oppnå en hensiktsmessig ressursbruk. Videre ble akseptkriterier for punktlighet, fremføringstid og forsinkelse foreslått. Hensikten med et akseptkriterie er at tiltak skal innfri satte krav. Kravene bør økes med tid for å få til en kontinuerlig forbedringsprosess. Kapittelet avsluttet med en diskusjon rundt en helhetstankegang mellom sikkerhet og punktlighet. Disse feltene påvirker hverandre, og delkapittelet er ment som en belysning av dette. Rapporten tar i neste kapittel for seg hva som kom frem av forfatters intervjuer av fagfolk innenfor sikkerhet- og punktlighetssektoren.

7 Resultat fra intervjuer

Kapittelet presenterer hovedpunkter fra intervjuer med fagfolk innen sikkerhet og punktlighet i norsk jernbane. Det skilles her mellom personer som til daglig jobber med henholdsvis punktlighet og sikkerhet. Personer som har erfaring fra jernbanearbeid blir referert til som "andre". Oversikt over personer som har blitt intervjuet finnes i kapittelet som omhandler oppgavens metoder, kapittel 1.6.2. Intervjuguiden som ble benyttet ved utføring av intervjuene finnes i vedlegg A.

7.1 Sikkerhet i jernbanen

Spørsmål som ble stilt angående sikkerheten i jernbanen gikk på hva de største truslene er, samt hvordan man ligger an sikkerhetsmessig. I tillegg ble det tatt opp bruk av erfaringsdata fra databasen Synergi. Ulykker og nesten-ulykker blir rapportert inn til denne databasen, og data blir brukt i månedlige og årlige rapporter. Om man observerer en negativ trend i ulykkesstatistikker fører dette til analyser og tiltak (Ingulstad, 2008)

7.1.1 Fokusområder

Sikkerhetsdirektør i Jernbaneverket, Monika Løland Eknes (2008) presenterer en oversikt over de største truslene mot sikkerheten i jernbanen. Disse truslene er områder det fokuseres på fra Jernbaneverkets side:

- Ulykker ved planoverganger. Representerer ca 35 % av risikoen. Siste omkomne var i 2005.
- Ulovlig ferdsel i sporet. Representerer ca 30 % av risikoen.
- Ulykker grunnet ras. Tilfeller av sammenstøt tog-rasmasse har økt de siste årene. Dette er et område hvor jobbes med sikring samtidig som man har operative prosedyrer for beredskap ved ekstreme nedbørmengder. Uforutsigbarhet er her et problem, da man ser at nye ras kommer uten at det er/har vært ekstremevær.
- Sammenstøt tog-tog. Enkelte strekninger er fremdeles uten linjeblokk, samtidig som man opplever problemer med signalanlegget.
- Arbeidere i sporet. Sist påkjørte banearbeider var i 2005.
- Flankesammenstøt. Avstand mellom signal og sporveksel er for kort. Ved passering signal i stopp kan toget være i et annet spor før man får stoppet dette.

7.1.2 Diskusjon rundt risikonivå i jernbanen

Det er innenfor punktlighetssektoren, så vel som sikkerhetssektoren, bred enighet om at dagens sikkerhetsnivå i jernbanen er bedre enn for 10 år siden. Det nevnes at en modernisering innenfor grenen etter Åsta-ulykken i 2000 har ført til et bedre sikkerhetsnivå. Sikkerheten blir sagt å være "vesentlig" bedre enn for 10 år siden. Dette, mye på grunn av ATC og GSM-R. En kontinuerlig forbedringsprosess skisseres av sikkerhetsfolk hvor det fortelles at det er "stadig tryggere" å benytte tog.

Jernbaneverket mener at risikonivået ligger i ALARP-område (Eknes, 2008). Det menes her altså at risikonivået kun er akseptabelt dersom risikoreducerende tiltak er uhensiktsmessig kostbare i forhold til risikoreduksjon. Se forøvrig kapittel 4.3. for beskrivelse av ALARP-prinsippet. Eknes (2008) forteller at risikoen i togindustrien er mer enn halvert de siste 10-20 årene.

Det uttrykkes av andre at sikkerheten i norsk jernbane er meget god. Videre blir det uttrykt en skepsis ovenfor relativitetstankegangen som regjerer i jernbanen. Det menes her tankegangen om at alle tiltak og endringer skal føre til bedret sikkerhet. Det savnes en helhetlig tankegang som tar for seg andre aspekter som kan føre til at dødsfall i transportindustrien totalt sett senkes. Om man får til et bedret tilbud kvalitetsmessig bør man tolerere et marginalt dårligere sikkerhetsnivå. Man kan tenke seg at flere velger tog fremfor bil og på den måten oppnår færre dødsfall i veitrafikken. En engelsk studie som viser at sikkerhetsforholdet mellom vei- og banetransport er 1 til 10 blir nevnt.

Punktlighetspersoner mener det er "*mye å gå på*" når det gjelder sikkerhet og disse mener man bør ha en helhetlig tankegang som tar i betraktning sikkerheten ved alternativ transport. Sikkerhetspersoner tar opp at togtrafikken er et totalt forskjellig system fra veitrafikken. I veitrafikken er *hver og en ansvarlig*, mens man i togtrafikken er i *noens vold* og forventer høy sikkerhet. NSBs rykte må i tillegg tas med når man ser på konsekvenser av ulykker, skytes det inn fra sikkerhetssektoren.

7.2 Punktlighet i jernbanen

Punktlighetsspørsmålene gikk på hva slags erfaringsdata som brukes og hvordan dette blir benyttet i det daglige arbeidet. I tillegg ble det spurt om hva hovedutfordringene per dags dato er og hvordan det bør arbeides for å bedre punktligheten.

7.2.1 Bruk av erfaringsdata

Å oppnå god punktlighet er et puslespill som er avhengig av en rekke faktorer. I punktlighetsarbeid brukes det en rekke softwaresystemer i fra ruteplanlegging til trafikkavvikling. Det nevnes:

- **TIOS** (Trafikkinformasjon og oppfølgingssystem) og **Anna**: Systemer for punktlighetsdata. Anna er NSB sitt system, hvor data importeres fra Jernbaneverkets system (TIOS). Årsaker til forsinkelser blir i tillegg registrert.
- **KTI**: Kundetilfredshet Indeks. Undersøkelser i kundetilfredshet.
- **Trainplan**: Trafikkplanlegger.
- **Resource manager**: Operativ kontroll. Overvåkningsverktøy.
- **TPO**: Personellplanlegger.

I tillegg kan vedlikeholdsdatabaseen IRMA samt materiellplanleggingsverktøyet ResourcePlan nevnes av forfatter (Wien, 2007).

Det kommer frem av intervjuene at sikkerhetspersoner har dårlig bakgrunn for å svare på spørsmål som går på punktlighetsmessige arbeidsmetoder. Punktlighetssektoren er på dette punktet referert til.

Erfaringsdata blir brukt som en termometer på driften ved presentasjon av punktlighetsstatistikk i ukentlige og månedlige rapporter. Det blir registrert månedlige forsinkelsestimer per definerte strekning. Hver strekning har sin strekningsleder som er ansvarlig for å undersøke hva eventuelle forsinkelsestimer kan skyldes. Det fortelles at man er ekstra oppmerksomme på punktlighetsdata om strekningen har vært gjennom en endring i driftsforhold.

Erfaringsdata blir i tillegg brukt for å analysere spesielle hendelser, samt identifisere de vanligste årsakene til forsinkelse. Det er derimot ikke faste rutiner for å utføre analyser ved spesielle hendelser eller ved endringer i driftsforhold.

Av direkte problemer med punktlighetsdata blir unøyaktige målepunkter nevnt. Målepunktene kan ligge opptil 500 meter fra der togets avgang/ankomst skal måles. Dette fører til unøyaktige punktlighetsdata, med forskyvninger på 35-45 sek. Et annet problem med erfaringsdata ligger i årsaksregistreringen ved forsinkelse. Kvaliteten av denne informasjonen blir sagt å være for dårlig.

7.2.2 Hvordan bedre punktligheten?

Det er blant de intervjuede enighet om at det er rom for forbedringer når det gjelder punktlighet. I følge punktlighetssektoren er det også gjort undersøkelser som viser dette.

Punktlighetspersoner mener det er essensielt å ha premissene i orden for å kunne overholde tidsplaner. Personell må være tilstede og materiell må fungere. Mye av dagens arbeid med punktlighet er basert på personlig erfaringsmetodikk, noe som gjør systemet sårbart for enkeltfeil. En systemstruktur må i større grad være tilstede. Veien fra kunnskap til tiltak blir uten denne uklar blir det sagt. Erfaringsdata bør i større grad brukes for å finne hyppige forsinkelsesårsaker. I tillegg bør data brukes for å evaluere ruteplanen som er i bruk. Kapasitet og feil på infrastruktur samt problemer med rullende materiell blir skissert som dagens hovedutfordringer. Det pekes at et på økt fokus og mer målrettet arbeid må til for å bedre punktligheten. På grunn av manglende ressurser arter mye av arbeidet seg som "brannslukking", istedenfor at punktlighetsprosjekter og analyser blir gjort før et problem oppstår. Lange stasjonsopphold og ruteplanens tilbakestillingsevne legges videre til listen over hovedutfordringer.

Andre mener det er viktig med kontinuitet i arbeidet og at ting ikke blir "kampanjepreget". Etter et prosjekt eller en kampanje er det lett for at man "*detter tilbake i gamle spor*". En tankegang som går på kontinuerlig forbedring er nødvendig for å unngå dette. Det er også viktig at man befinner seg i et planlagt modus kontra et reaksjonsmodus, noe som kan oppnås ved grundig forarbeid. I tillegg nevnes det av andre at det er viktig at sikkerhet ikke blir en "hellig ku", og at man ser på hvordan sikkerhetsmessige tiltak påvirker punktligheten.

Punktlighetssektoren mener man ikke skal overdrive kapasitetsproblemet på infrastrukturen, men at det er summen av mange mindre problemer som fører til at man ikke klarer å nå punktlighetsmål. En ny infrastruktur vil ikke løse alle problemer, det må systematisk arbeid og et godt faktagrunnlag til for å drive punktlig.

7.3 Diskusjon rundt sikkerhets- og punktlighetsarbeid

Spørsmålene ble her relatert til overførbarhet av metodikk fra sikkerhetsarbeidet. I tillegg ble det spurt om hvordan man vurderer punktlighet i sikkerhetsarbeid.

7.3.1 Vurdering av punktlighetsmessige aspekter ved sikkerhetsarbeid?

Punktlighetssektoren mener generelt at punktligheten blir lite vurdert i sikkerhetsarbeid. En holdningsendring blir derimot skissert og det nevnes at man har sett en viss forbedring de

siste år. Det blir sagt at man i dag ser på konsekvenser i punktligheten i større grad, ved vurdering av sikkerhetstiltak. En positiv utvikling er observert, men det nevnes at man fortsatt har langt å gå på dette området.

Sikkerhetssektoren er klar på at punktligheten blir vurdert i sikkerhetsarbeidet. Det nevnes at flere sikkerhetstiltak ikke blir gjennomført på grunn av punktlighetskonsekvenser. Videre trekkes det frem et eksempel i at avgangsprosedyren for Type 72 ikke har blitt innført også på Type 69. Dette på grunn av den forlengede oppholdstiden (på stasjon) dette vil medføre. Videre fortelles det at punktlighet, i tillegg til kapasitet og komfort for brukere, vurderes i utredninger og hovedplaner hos Jernbaneverket. Endringer som gjøres i infrastrukturen skal føre til bedre punktlighet, kapasitet og sikkerhet. Man velger i "utgangspunktet" ikke tiltak som reduserer punktligheten. I sikkerhetsarbeid som risikoanalyser vurderes ikke punktlighet. Faktorer som kan påvirke punktlighet blir vurdert i RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety)- vurderinger.

7.3.2 Metoder fra sikkerhetsarbeid for punktlighetsarbeid

Sikkerhetssektoren mener at analysemetodikken fra sikkerhetsarbeid kan være aktuell og at det bør eksistere krav til å utføre analyser. Det nevnes at man *muligens* kan tjene på å integrere prosessen man har i sikkerhetsarbeidet, for oppfølging og læring av uønskede hendelser, i punktlighetsarbeid.

I punktlighetssektoren er man positive til kravstilling. Barriere-tankegangen er noe som nevnes at med fordel kunne blitt benyttet i større grad i punktlighetsarbeidet. Her menes det at man har flere barrierer, eller lag, som må brytes før man får en punktlighetsbrist. Det er her delte meninger når det gjelder bruk av akseptkriterier i styringen. Noen mener dette er positivt ved at man får utarbeidet nye forslag og bedre løsninger, mens andre skisserer konsekvenser som slakk i ruteplanen og forhøyede personellutgifter. Det menes altså her at faren ved å benytte akseptkriterier er at man fokuserer på å oppfylle disse ved bruk av feil metoder.

Andre er enig i at en systematisk analytisk arbeidsform kan være fordelaktiv for å forbedre punktligheten, men vektlegger at det må være kostnadseffektivitet i arbeidsmetoden. Man må ha mer nytte av informasjonen enn det koster. Videre bør man analytisk se igjennom tiltak for så å innføre de beste av disse. Akseptkriterier blir sagt å være noe som bør prøves, men bivirkninger som dyrere og mindre produksjon kan oppstå.

Rapportens siste resultatkapittel har gitt et sammendrag av hva som har kommet frem i løpet av forfatters intervjuerunde. Avslutningsvis i rapporten blir konklusjoner trukket, feilkilder og måloppnåelse vurdert. Det blir her også oppsummert forslag til videre arbeid og referanser benyttet kan finnes i det neste kapittelets siste delkapittel.

8 Konklusjoner

Rapportens konklusjonskapittel inneholder rapportens viktigste resultater, samt vurdering av feilkilder og måloppnåelse. I tillegg er det oppsummert forslag til videre arbeid innenfor fagfeltet punktlighet. Rapportens referanser finnes i siste delkapittel.

8.1 Rapportens konklusjoner

Rapporten er utarbeidet ved bruk de forskjellige metodene; litteratursøk, intervju og samtaler, samt deltakelse på punktlighetsmøte og jernbanekonferanse. Det skilles mellom to hoveddeler, hvor den første tar for seg teori innenfor emnene beslutningsstrategi, punktlighets- og sikkerhetsstyring. Teorien som her blir tatt opp retter seg inn mot jernbaneindustrien. Beslutningstaking i jernbanen er kompleks, da man forholder seg til forskjellige organer samt politiske aktører. Ved å ta en beslutning ønsker man kanskje å fylle en rolle, eller gjøre det som er "normen" og forventet av beslutningstaker. Nyttekostnadsanalyser er en mye brukt analysemetode for å vurdere om et prosjekt skal gjennomføres eller ikke. Underveis i prosjektet blir det benyttet metoder basert på tidligere statistikker og erfaringsdata, samt metoder som bygger på ekspertvurderinger. Bayesisk vurdering er en kombinasjon av dette, hvor man oppdaterer et første utkast med ny informasjon. Bayes metodikk er aktuell når det gjelder planlegging av ruteplanen.

Punktligheitsstyring i jernbanen er basert på en tankegang om kontinuerlig forbedring, hvor verktøy fra kvalitetsledelse, samt prestasjonsmåling, i stor grad brukes. De viktigste verktøyene er her tatt med i årsak-virkningsdiagram og styringsdiagram. Diskusjonsgrupper og møteaktivitet blir brukt for å løse punktlighetsmessige problemer i jernbanen. I sikkerhetsarbeidet stilles det i kravforskriften, krav til hvordan det skal arbeides. Analyser skal gjennomføres og akseptkriterier skal benyttes. I tillegg er ALARP-prinsippet, som dikterer at risiko skal reduseres så langt det er praktisk mulig, benyttet. Sikkerhetsarbeid skilles seg her vesentlig fra punktlighetsarbeid.

Rapportens 2. hoveddel presenterer resultater, hvor et eksempel fra dagens drift blir brukt for å illustrere sikkerhets- og punktlighetsmessige aspekter ved et tiltak. Eksempelet er utformet som et case, og tar for seg avgangsprosedyre Type 72. Denne prosedyren ble innført i nyere tid, grunnet et behov for risikoreduksjon forbundet med et teknisk problem i lukkemekanismen på materiellet. Prosedyren krever lengre tid enn den tidligere avgangsprosedyren, og ble beholdt selv etter at det tekniske problemet ble løst. Punktligheitsmessige aspekter ble før innføringen vurdert i liten grad, hvor man kun gjennomførte to testturer for å finne avvik fra rutetabellen. Rapporten har sett nærmere på hvordan avgangsprosedyren påvirker stasjonsopphold og det konkluderes med at togmateriell Type 72 har bedre av- og påstigningsegenskaper enn materiell Type 69. Videre konkluderes det at selv med denne fordelene er oppholdstiden for Type 72 lengre enn for Type 69, grunnet avgangsprosedyre Type 72.

Videre i resultatdelen har forfatter presentert forslag til tiltak for å bedre punktligheten. Metoder fra sikkerhetsarbeid som bruk av akseptkriterier er foreslått. Man kan her etablere et krav som dikterer at dersom et tiltak fører til punktlighet under en gitt prosent, skal tiltaket ikke aksepteres. En modell som viser problemer knyttet til punktligheten er i robusthetshjulet foreslått. Hjulet angir risikonivåer for problemkategorier, -grupper og -undergrupper, og er

ment som beslutningsstøtte for ressursbruk i jernbanen. En helhetstankegang som går på et tettere samarbeid mellom sikkerhets- og punktlighetssektoren er skissert. Her blir det tatt opp et sammenligningsforslag i pengemessig verdi av tid og statistiske liv. Punktlighetsmessig svikt har stor pengemessig verdi, noe som blir skissert av formelen som er presentert. Om man tenker seg at et minutt forsinkelse er verdt 3 kr, og 24000 kunder blir 4 minutter forsinket daglig; årlig verdi av denne forsinkelsen beløper seg dermed til 105 millioner kr. Dette kan sammenlignes med verdien av 7 statistiske liv.

Siste kapittel i rapportens resultatdel oppsummerer forfatters intervjurunde. Fagfolk innen sikkerhets- og punktlighetsstyring i jernbanen har her blitt stilt de samme spørsmålene, ut fra en utarbeidet intervjuguide. Det har her kommet frem at god punktlighet er med på å skape god sikkerhet. Samtidig har sikkerhetsnivået i jernbanen blitt kommentert å være høyt, hvor det har blitt uttrykt at punktlighet ofte går på bekostning av nettopp dette. Det savnes et tettere samarbeid hvor punktligheten blir vurdert i større grad ved innføring av sikkerhetstiltak. Det har blitt stilt spørsmålsteget ved relativitetstankegangen man har innenfor sikkerhetsarbeid i jernbanen. Tankegangen medfører at alle endringer skal føre til et bedret sikkerhetsnivå.

Å oppnå god punktlighet er et puslespill hvor man i togdriften selv ikke har tilgang til alle brikkene. Det må dermed jobbes på tvers av instanser, hvor de viktigste av disse er Jernbaneverket og NSB. Disse har innad mange problemområder som det må arbeides systematisk med, for å kunne oppnå en kontinuerlig forbedring.

8.2 Feilkilder og begrensninger

Feilkilder i rapporten kan være et ufullstendig kunnskapsgrunnlag innenfor kvalitetsstyring, sikkerhetsstyring, prosjektstyring eller jernbanedrift. Rapporten er utarbeidet alene, og kan derfor være preget av forfatters interesseområder, noe som kan gi utslag i vinkling av problemstillinger og utelatelse av aspekter. I tillegg kan feilkilder være forbundet med samtaler og intervjuer, hvor enkelte personers utsagn kan være vektlagt i større grad enn andres.

8.3 Måloppnåelse

Hovedmålet med rapporten er å besvare de fem delspørsmålene på en best mulig måte. Forfatter mener dette har blitt gjort, så langt det har vært mulig innenfor prosjektets rammer. Med dette menes det at jernbanedrift er en omfattende faggren, som krever år med erfaring for å kunne oppnå et totalt overblikk over produksjonen. Med tidsbegrensningen prosjektet representerer, mener forfatter i tillegg at egne effektmål er oppnådd i stor grad. Forståelsen for hvordan jernbane driftes rent praktisk sett har økt betraktelig. Oppgaven har også bidratt med økt kunnskap når det gjelder prosjektstyring, sikkerhetsstyring og kvalitetsstyring. I tillegg har forfatter tilegnet seg kunnskap når det gjelder sammenhengen mellom sikkerhet og punktlighet. Feilkilder har blitt forsøkt minimert ved å ha samtaler med flere personer i NSB og Jernbaneverket som jobber innenfor samme fagfelt.

8.4 Forslag til videre arbeid

I rapportens forslagskapittel, kapittel 6, blir det gitt forslag til tiltak for å forbedre punktligheten. Modellen som her er blir skissert i første delkapittel bør bearbeides videre for å få til en realistisk presentering av problemer.

Akseptkriterier kan være med på øke fokuset rundt punktlighet i at det da blir arbeidet strategisk for å oppnå de kravene akseptkriteriet setter. Bruk av akseptkriterier er noe som bør vurderes, og det legges her vekt på at utarbeidelsen av krav er viktig, om man velger å ta disse i bruk.

En tankegang hvor punktlighetsmessige konsekvenser blir vurdert i sikkerhetsarbeid kan med fordel eskaleres. Det bør arbeides videre med å se på helheten i tilbudet kvalitetsmessig. Et tettere samarbeid mellom punktlighets- og sikkerhetssektoren er da nødvendig.

Videre bør det arbeides på en strukturert og systematisk måte for å forbedre punktligheten, da forskning har vist at det er rom for forbedringer med de betingelsene som foreligger.

8.5 Referanser

Bøker og artikler

- Andersen, B., 1998: *Prestasjonsmåling og benchmarking på vedlikehold*, Foredrag på Underhollsmässen, Göteborg
- Andersen, B., Pettersen, P., G., 1995: *Benchmarking – en praktisk håndbok*, Tano forlag
- Andreassen, G., R., 2007: *Krav til risikoanalyser*. Utgitt av: Trafikksikkerhet Godkjent av: Tom Ingulstad Dato: 07.02.2007
- ASME, 2007: Hjemmesiden til *The American Society of Mechanical Engineers*: www.asme.org
- Aune, A. 2001: *Kvalitetsdrevet ledelse - kvalitetsstyrte bedrifter*, Gyldendal
- Aven, T., 2005: *Pålitelighets- og risikoanalyse*, Universitetsforlaget
- Aven, T., Boyesen, M., Heinzerling, G. og Njå, O., 2003: *Risikoakseptkriterier og akseptabel risiko i transportsektoren – En kunnskapsoversikt*, Rogalandforskning, RISIT forskningsprogram
- Aven, T., Vinnem, J., E., 2004: *On the use of risk acceptance criteria in the offshore oil and gas industry*
- Bates, J., Polak, J., Jones, P., Cook, A., 2001: *The value of time and reliability from a value pricing experiment*, Transportation Research part E vol. 37
- Bell, J., 2005: *Doing Your Research Project*, Open University Press
- Cooke, S., Slack, N., 1991: *Making management decisions*, Hertfordshire, Prentice Hall International Ltd
- Eklund, T., et. al., 1997: *Praktisk bedriftsøkonomi*, Ad Notam Gyldendal
- Elgin, C., 2003: *Risikoanalyse av avgangsprosedyre Type 72*, interndokument NSB
- Eliasson, J., 2002: *Förseningar, restidsosäkerhet och trängsel i samhällsekonomiska kalkyler*, Transek AB
- EN 50126, 1999: British Standard EN 50126:1999 *The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)*
- French, S., Bedford, T., og Atherton, E., 2005: *Supporting ALARP decision making by cost benefit analysis and multiattribute utility theory*, Journal of Risk Research, 8:3, 207 — 223
- Grøvdal, A., og Hjelle, H., M., 1999: *Innføring i transportøkonomi*, Fagbokforlaget
- Haimes, Y., Y., 2004: *Risk modelling, assessment and management*, 2nd edition, Wiley

- Holme, I., Solvang, M., Krohn, B., 1996: *Metodevalg og Metodebruk*, Tano Aschehoug
- Holter, H., Kalleberg, R., 1996: *Kvalitative metoder*, Universitetsforlaget
- Hronec, S., M., 1993: *Vital signs: using quality, time and cost performance measurement to chart your company's future*. American Management Association
- Høj, N., P., Kröger, W., 2001: *Risk analyses of transportation on road and railway from a European Perspective*
- Innst. S. nr. 9 (2002–2003) Innstilling fra forsvarskomiteen og justiskomiteen om samfunnssikkerhet – "Veien til et mindre sårbart samfunn, kapittel 5".
- ISO, 2000: NS-EN ISO 9000:2000 Kvalitetsstandarder fra *International Organization for Standardization*
- Jernbaneverket, 2001: *Metodehåndbok JD 205*, Samfunnsøkonomiske analyser for jernbanen
- Jernbaneverket, 2006: *Jernbaneverkets metodehåndbok JD 205 – Samfunnsøkonomiske analyser for jernbanen*, Versjon 2.0, 2006
- Jernbaneverket, 2007a: *Presentasjon Jernbaneverket 2007*
- Johannesen, T. 2007: *Sikkerhetstjenesten ved norske jernbaner i de første 100 år, 1854-1954*. Hamar/Oslo: Jernbaneverket – Norsk Jernbanemuseum/Norsk jernbaneklubb. (Nytgivelse av et manuskript fra 1961.)
- Kaplan, S., Garrick, J., 1980: *On The Quantitative Definition of Risk*
- Kvaavik, 2005: *Forbedringsarbid – Bruksanvisning, v 2.2*
- Lindh, C. og Widlert, S. 1989: *SJ– resenärernas kvalitetsvärdering – med avseesde på information, punktlighet, restid, styv tidtabell och turtäthet*, Institut för Trafikplanering, KTH, Stockholm
- Lyons, G. og Urry, J. 2004: *The use and value of travel time*. Unpublished paper
- Lyons, G., Jain, J., og Holley, D., 2007: *The Use Of Travel Time By Rail Passengers In Great Britain*, Transportation Research A, Vol. 41, No. 1
- Mackie, P., et al. 2003: *Values of Travel Time Savings in the UK*, Institute for Transport Studies, University of Leeds
- Magelssen, W., C., 2003: *Kost-nytte-analyse av risikoreducerende tiltak*, Masteroppgave, NTNU
- March, J., G., 1994: *A primer on decision Making - how decisions happen*, New York, The Free Press

- March, J., G., 1997: *Understanding how decisions happen in organizations*, kapittel i: *Organizational Decision Making* av Zur Shapira, Cambridge University Press 1997
- Melchers, R., E., 2000: *On the ALARP approach to risk management*
- Muttram, I., R., 2002: *Railway Safety's Safety Risk Model*
- Neely, A., Kennerly, M., 2002: *Performance measurement frameworks - a review*
- NOU 1997: 27: "Nytte-kostnadsanalyser", Statens forvaltningstjeneste
- NOU 2006:06: "Når sikkerheten er viktigst" Statens forvaltningstjeneste
- NSB, 2008: NSB's nettsider: www.nsb.no
- Næss, P., 2004: *Bedre utforming av store offentlige investeringsprosjekter - Vurdering av behov, mål og effekt i tidligfasen*, Concept rapport Nr. 9
- Oakland, J., 2003: *Total Quality Management, text with cases, 3rd edition*, Butterworth Heinemann
- Olsson, O., E., Nils, 2005: *Hvordan tror vi at det blir – Effektvurderinger av store offentlig prosjekter*, Concept rapport nr. 7
- Olsson, O., E., Nils, 2005a: *Rutetilpasning må til for å kapre flere reisende*, artikkel Samferdsel nr. 10 2005
- P. dag 2008a: Spørreundersøkelse – De viktigste årsakskategoriene for dårlig punktlighet.* Punktlighetsdag i Drammen 24. April 2008
- P. dag 2008b: Resultater fra diskusjon, punktlighetsdag i Drammen 24. April 2008*
- Rausand, M., 1991: *Risikoanalyse – Veilednings til NS 581*, Tapir forlag
- Rausand, M., 2004: *System Reliability Theory; Models, Statistical Methods and Applications 2nd edition*, Wiley
- ROS, 1997: *Forskningsprogrammet ROS, Risiko- og Sårbarhetsforskning, Helse, Miljø og Sikkerhet, 1993-1998, Definisjoner.*
- Rose, J., 1994: *Risk Assessment – To Quantify or not to Quantify? Is that the Question?* Conference on Practical Implementing Safety Case Regulations in the Transport Industry, IBC, London March 1994
- Rudnicki, A., 1997: *Measures of regularity and punctuality in public transport operation, Transportation systems, preprints of the 8th International fed. of automatic control, Vol 2.*
- Samset, K., 2001: *Prosjektvurdering I tidligfasen – Fokus på konseptet*, Tapir
- SAS, 2007: Hjemmesiden til SAS: www.sas.no

- SEI, 2007: Hjemmesiden til Software Engineering Institute: www.sei.cmu.edu
- SIKA, 2002: *Tid och kvalitet I persontrafik*, SIKA-rapport 2002:8
- SJT, 2003: *Instruks for Statens jernbanetilsyn 2003*
- SJT, 2007, 2008: Hjemmesiden til Statens jernbanetilsyn: www.sjt.no
- Skagestad, R., 2004: *Kritiske prestasjonsindikatorer i jernbanedrift*, Masteroppgave NTNU
- Small, K., et. al., 1999: *Valuation of Travel-Time Savings and Predictability in Congested Conditions for Highway User-Cost Estimation*, NCHRP 431, TRB
- Strekerud, K., m. fl., 2007: *Punktlighetsprosjekt Østfoldbanen vestre linje Tog 104 og 125*. Prosjektrapport
- Sælensminde, K., 2006: *Verdsetting av liv, helse og trivsel i samfunnsøkonomiske analyser av folkehelseiltak*, Konferanse om lokalt folkehelsearbeid, Stjørdal 25.10.06
- Unger, W., 2007: *Metodikk for risikoanalyse, SARS*. Utgitt av: NSB Materiell, Teknikk, Dato: 2003.07.21 Gjelder for: NSB AS
- Veiseth, M., 2002: *Punktlighet i jernbanedrift*, Hovedoppgave NTNU våren 2002
- Vere, T., 1990: *Styring av kvalitet*, Universitetsforlaget
- VTPI, 2007: *Transportation Cost and Benefit Analysis – Travel Time Costs*, Victoria Transport Policy Institute, www.vtpi.org
- W, 2007, 2008: Wikipedia's hjemmeside: www.wikipedia.com
- Wardman, M., 1998: *The Value of Travel Time – A review of British evidence*, Journal of Transport Economics and Policy Vol. 37, part 3
- Wendel, R., S., 2001: *Vedlikehold og forbedring i kvalitetsarbeidet*
- Wien, 2008a: *Tidsdata Type 69 og 72, se vedlegg*
- Wien 2008b: *Informasjon via e-post*

Samtaler og intervjuer høsten 2007 og våren 2008:

Navn, stilling, arbeidsgiver

Johannessen, Svein Ivar, Trafikksikkerhetssjef Persontog Drift, NSB, 2007 (Referert som Johannessen, 2007a)

Hans Haugland, Analysesjef, NSB Drift, 2008

Tom Ingulstad, Sikkerhetsdirektør, NSB, 2008

Monika Løland Eknes, Sikkerhetsdirektør, Jernbaneverket, 2008

Iver Wien, Rådgiver, NSB Drift, 2008

Helge Jørgenstuen, Punktlighetsoppfølger region Øst NSB, 2008

Hans Petter Krane, PhD stipendiat, NTNU og tidligere Jernbaneverket, 2008

Cathrine Elgin, Sikkerhetsrådgiver, NSB, 2008

Vedlegg

A: Intervjuguide

Ansvarsoppgaver:

- Hvilke områder jobber du med?

Erfaringsdata:

- Hvilke databaser/systemer for erfaringsdata benyttes?

- Hvilken type erfaringsdata?

- Materiell (vedlikehold)
- Punktlighet
- Personell
- Sikkerhet
- Ev. annet

- Hvordan blir denne informasjonen brukt?

- Presentering månedlig, årlig etc.
- Brukt som beslutningsstøtte

- Faste rutiner for bruk av dataene?

- Korrigering av planer

- Benyttes erfaringsdata i tilstrekkelig grad/på riktig måte?

- Hvordan bør data brukes
- Problemer med data?

Sikkerhet i jernbanen:

- Hvilke utfordringer ser du for deg?

- Lav punktlighet
- Terror
- Gammelt materiell på infrastruktur, NSB's materiell.
- Kapasitet på nettet
- Annet?

- Hvordan synes du sikkerheten er i dag?
 - Tolererbar, aksepterbart, eller neglisjerbar risiko å benytte tog
 - I forhold til for 10-20 år siden
 - I forhold til veitrafikk, lufttrafikk

Punktligheit i jernbanen:

- Hva er de største utfordringene?
 - Infrastruktur (kapasitet etc.)
 - Problemer med rullende materiell
 - Gammelt sikringsanlegg
 - Arbeidsmetoder
 - Sikkerhetsprosedyrer/tiltak
 - Ressurser
 - Annet?

- Hvordan er din oppfatning av punktligheten til NSB? (Med de forhold som foreligger)

- Hvordan kan punktligheten forbedres?
 - Systematisk arbeid
 - Nye arbeidsmetoder
 - Annet?

Forholdet mellom sikkerhet og punktlighet:

- Hvordan blir punktlighets- og kvalitetsmessige aspekter vurdert i sikkerhetsarbeid?

- Revidering
 - Evaluering
 - Annet?
-
- Ser du for deg arbeidsmetoder innenfor sikkerhet som kan være integrerbare i punktlighetsarbeid? I så fall hvilken metodikk?
 - Prosedyrer
 - Tankegang
 - Etc.

 - I hvilken grad blir det gjort analyser i forkant av endringer? Punktlighetsmessige analyser og sikkerhetsmessige analyser.

 - I hvilken grad blir det foretatt oppfølging etter disse endringene ved bruk av blant annet erfaringsdata? Punktlighetsmessige og sikkerhetsmessige.

 - Endringer som fører til dårligere sikkerhet (økt risiko) blir ikke akseptert, kunne et slikt kriterie vært aktuelt for punktlighet? Og hvilke konsekvenser ville dette fått?
 - Slakk i ruteplanen
 - Annet?

Robusthetsmodell:

- *Modellen er tenkt å finne kritiske punkt på infrastrukturen og kriterier blir opprettet ved disse punkt. Denne modellen må ha oversikt over personell, fremføringstider, snutider, vedlikehold og materiell. Er en slik modell realistisk med dagens datatilgjengelighet og variabler?*

B: Tidsdata for Type 69 og 72

Tog nr	Tog Type	Rutem. avg	Stasjon	Retning	Dato	Hjul stopper	Dør åpner	Signal rødt	Signal k/avvik	Signal k/grønt	Fløyte sign	Avg sign	Siste dør	"Kond. dør"
2143	69	15:33:00	Lysaker	Vest	01.08.07	15:34:04	1,6			g	7,8	16,8	21,9	x
1672	69	16:07:00	Lysaker	Vest	01.08.07	16:06:53	2,8			g	14,9	15,4	21,6	x
1669	69	14:49:00	Skøyen	Øst	02.08.07	14:49:01	3,4	0	0		20,9	22,5	28,1	x
2140	69	15:01:00	Skøyen	Øst	07.08.07	15:03:27	1,9				19	22,9	28,5	x
2142	69	15:31:00	Skøyen	Øst	12.08.07	15:35:22	2,9				21	23,1	26,9	x
1571	69	15:47:00	Skøyen	Øst	15.08.07	15:47:10	1,6				26,6	28,7	34,4	x
2144	69	16:01:00	Skøyen	Øst	20.08.07	16:04:37	2,3				22,9	23,2	29,3	x
1625	69	16:11:00	Skøyen	Øst	22.08.07	16:14:03	1,5				23,8	30,6	35,3	x
2739	69	14:31:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	14:30:17	3,1	0	0	g	37,3	40,4	46	0
2138	69	14:35:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	14:37:48	2,2	0	0	g	48,7	51,5	55,1	0
1121	69	14:43:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	14:43:40	1,8	0	0	g	26,7	30,2	42,5	0
1669	69	14:53:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	14:51:59	1,7	0	0	g	51,7	61,6	64,8	0
177	69	14:57:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	14:56:00	2,7	0	0	g	41	50,4	55,1	0
2741	69	15:01:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	15:01:36	1,6	0	0	g	24,9	44,7	48,1	0
2140	69	15:05:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	15:07:44	2	0	0	g	32,1	35,8	40,3	0
281	69	15:13:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	15:12:24	2,3	0	0	g	x	34,7	38,9	0
2743	69	15:31:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	15:30:12	1,2	0	0	g	38,5	44,3	47,8	0
2142	69	15:35:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	15:36:26	1,7	0	0	g	26	34,9	39	0
1571	69	15:51:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	15:50:14	1,1	0	0	g	36,3	39	43,8	0
2745	69	16:01:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	16:01:30	1,9	0	0	g	27,9	38,9	42,9	0
2144	69	16:05:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	16:15:45	1,4	0	0	g	29,3	49,5	54,3	0
283	69	16:13:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	16:12:31	1,9	0	0	g	26,1	29,4	35,5	0
1553	69	06:47:00	Skøyen	Øst	07.08.07	x	1	0		0	x	24,6	31,8	0
2110	69	07:31:00	Skøyen	Øst	07.08.07	07:32:45	1,6	r		0	5	63,6	67,8	0
1555	69	07:47:00	Skøyen	Øst	07.08.07	07:46:03	2	0		g	47,5	49,3	54,8	0
2112	69	08:01:00	Skøyen	Øst	07.08.07	08:03:18	2,1	r		0	0	62,4	65,7	0

Hjul ruller	Hjul ruller	Merknader	Enkel/dobbel	Spor	Avg/mell	Stasjonsopphold	Forsinkelse	Avgangstid	Reaksjonstid Avgang	Fløyte- Flagg	Oppholdstid til rådighet
ruller	ruller								Avgang	Flagg	til rådighet
26,3	15:34:31	0	d	4	0	00:00:27	00:01:31	9,5	4,4		-00:01:04
27,6	16:07:21	0	e	4	0	00:00:28	00:00:21	12,2	6		00:00:07
34,8	14:49:35	0	e	3	0	00:00:34	00:00:35	12,3	6,7	3	-00:00:01
33	15:04:00	0	d	3	0	00:00:33	00:03:00	10,1	4,5	12,8	-00:02:27
32,7	15:35:54	0	d	4	0	00:00:32	00:04:54	9,6	5,8		-00:04:22
41	15:47:51	0	d	3	0	00:00:41	00:00:51	12,3	6,6	9,5	-00:00:10
34	16:05:12	0	d	3	0	00:00:35	00:04:12	10,8	4,7	11,3	-00:03:37
41,6	16:14:46	0	d	4	0	00:00:43	00:03:46	11	6,3		-00:03:03
50,6	14:31:08				0	00:00:51	00:00:08	10,2	4,6	2,8	00:00:43
58,5	14:38:46				0	00:00:58	00:03:46	7	3,4		-00:02:48
44,7	14:44:24				0	00:00:44	00:01:24	14,5	2,2	9,9	-00:00:40
69,9	14:53:10				0	00:01:11	00:00:10	8,3	5,1	9,4	00:01:01
60,5	14:57:02				0	00:01:02	00:00:02	10,1	5,4		00:01:00
50,8	15:02:27				0	00:00:51	00:01:27	6,1	2,7	5,2	-00:00:36
45,5	15:08:29				0	00:00:45	00:03:29	9,7	5,2		-00:02:44
43,6	15:13:06				0	00:00:42	00:00:06	8,9	4,7	2,4	00:00:36
59,7	15:31:12				0	00:01:00	00:00:12	15,4	11,9	8,9	00:00:48
44,6	15:37:11				0	00:00:45	00:02:11	9,7	5,6		-00:01:26
48,3	15:51:02				0	00:00:48	00:00:02	9,3	4,5	4,2	00:00:46
46,6	16:02:18				0	00:00:48	00:01:18	7,7	3,7	2,4	-00:00:30
59,2	16:16:45				0	00:01:00	00:11:45	9,7	4,9	3,3	-00:10:45
41	16:13:12				0	00:00:41	00:00:12	11,6	5,5	2,3	00:00:29
37,4	x				0			12,8	5,6	4,2	
72,9	07:33:58				0	00:01:13	00:02:58	9,3	5,1		-00:01:45
59,7	07:47:02				0	00:00:59	00:00:02	10,4	4,9	4,3	00:00:57
70,4	08:04:29				0	00:01:11	00:03:29	8	4,7	4,5	-00:02:18

Tog nr	Tog Type	Rutem. avg	Stasjon	Retning	Dato	Hjul stopper	Dør åpner	Signal rødt	Signal k/avvik	Signal k/grønt	Fløyte sign	Avg sign	Siste dør	"Kond. dør"
1126	72	15:15:00	Lysaker	Vest	01.08.07	15:15:15	4,9			g	9,6	16,8	24,1	32,9
1622	72	15:27:00	Lysaker	Vest	01.08.07	15:27:59	5,2			g	18,1	22	27,5	39,3
1128	72	16:15:00	Lysaker	Vest	01.08.07	16:14:56	3,3			g	13,7	23,5	28,3	34,9
1623	72	15:11:00	Skøyen	Øst	09.08.07	15:10:02	x				x	x	x	x
1125	72	15:39:00	Skøyen	Øst	14.08.07	15:41:52	4,1				13,2	17,4	24,6	31,3
1619	72	14:15:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	14:26:58	3,8	0	0	g	18,8	23,5	30	38,6
1019	72	15:03:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	15:23:59	2,7	0	0	g	12,9	18,1	23,5	31,3
1623	72	15:15:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	15:15:07	4,9	0	0	g	36,1	38,5	45,6	53,5
1125	72	15:43:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	15:43:48	4,5	0	0	g	17,4	33,4	39	45,3
181	72	15:57:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	15:57:45	4	0	0	g	41,4	45,6	51,2	57
1021	72	16:03:00	Nationaltheatret	Øst	06.08.07	16:03:17	3,6	0	0	g	46,8	49,2	55,7	64,5
1105	72	06:39:00	Skøyen	Øst	07.08.07	x	x	0	0	0	12,1	14,4	20,1	27,3
1607	72	07:11:00	Skøyen	Øst	07.08.07	07:10:49	3,1	0		g	x	20,8	25,9	32,9
1107	72	07:39:00	Skøyen	Øst	07.08.07	07:39:21	2,8	0		g	13,5	18,6	22,9	28,5
1609	72	08:11:00	Skøyen	Øst	07.08.07	08:11:05	3,5	0		g	20,7	25,2	31	39,5

Hjul ruller ruller	Hjul ruller ruller	Merknader	Enkel/dobbel	Spor	Avg/mell	Stasjonsopphold	Forsinkelse	Avgangstid	Reaksjonstid Avgang Avgang	Fløyte- Flagg Flagg	Oppholdstid til rådighet til rådighet
40,1	15:15:55	0	d	4	0	00:00:40	00:00:55	23,3	7,2		-00:00:15
44,7	15:28:44	0	e	4	0	00:00:45	00:01:44	22,7	5,4	!	-00:00:59
41	16:15:36	0	e	4	0	00:00:40	00:00:36	17,5	6,1	3,7	00:00:04
x	15:11:09	0	e	4	0	00:01:07	00:00:09				00:00:58
37,4	15:42:30	0	d	4	0	00:00:38	00:03:30	20	6,1	2,1	-00:02:52
47,7	14:27:45				0	00:00:47	00:12:45	24,2	9,1		-00:11:58
37,5	15:24:37				0	00:00:38	00:21:37	19,4	6,2	3,7	-00:20:59
55	15:16:02				0	00:00:55	00:01:02	16,5	1,5		-00:00:07
51,7	15:44:38				0	00:00:50	00:01:38	18,3	6,4	2,7	-00:00:48
63,9	15:58:48				0	00:01:03	00:01:48	18,3	6,9		-00:00:45
70,1	16:04:28				0	00:01:11	00:01:28	20,9	5,6	20,2	-00:00:17
33	x				0			18,6	5,7		
44,1	07:11:32				0	00:00:43	00:00:32	23,3	11,2		00:00:11
34,8	07:39:55				0	00:00:34	00:00:55	16,2	6,3		-00:00:21
43,2	08:11:46				0	00:00:41	00:00:46	18	3,7	18,8	-00:00:05

C: Tidsdata, avgangsprosedyre Type 72

Tabell 1: Tidsevaluering av testtur Spikkestad-Moss-Oslo 12.03.03, Type 69

Tog nr.1105	Til	Fra	Opphold	Kommentar
Sett nr. 69074 og 69013				
Spikkestad		6,02		Rutemessig
Åsåker		6,03	14 sek	
Røyken		6,06	23	
Hallenskog		6,09	14	
Heggedal		6,11	39	2. Minutter sen
Gullhella		6,13	16	
Bondivatn		6,16	19	1. Min sen
Asker	6,19	6,21	59	Rutemessig
Sandvika		6,30	29	30 sek sen
Lysaker		6,36	30	1. Min sen Tog foran
Skøyen		6,39	22	1. Min sen Tog foran
Nationaltheatret		6,43	27	Rutemessig
Oslo S	6,46	6,48	2. Min	Rutemessig
Kolbotn		6,59	23	
Ski	7,09	7,10	30	30 sek sen (signaler)
Ås		7,15	20	Rutemessig
Vestby		7,20	35	
Sonsveien		7,26	18	
Kambo		7,30	48	
Moss	7,39			

Tog nr.1154	Til	Fra	Opphold	Kommentar
Sett nr.				
Moss		7,46		Rutemessig
Kambo		7,51	18	
Sonsveien		7,54	42	
Vestby		8,02	62	1. Min 30 sek sen (mange kunder)
Ås		8,07	46	1. Min 30 sek sen
Ski	8,13	8,14	54	1. Min sen
Kolbotn		8,24	34	1. Min sen
Oslo S	8,35			

Tabell 2: Tidsevaluering av testtur Spikkestad-Moss-Oslo 12.03.03, Type 72

Tog nr.1105	Til	Fra	Opphold i sek.	Kommentar
Sett nr. 72007				
Spikkestad		6,02		Rutemessig
Åsåker		6,03	25	2. Minutter sen
Røyken		6,06	26	1. Min sen
Hallenskog		6,09	26	1. Min sen
Heggedal		6,11	36	1. Min og 30 sek sen
Gullhella		6,13		
Bondivatn		6,16	32	2. Minutter sen
Asker	6,19	6,21	30	1. Min sen
Sandvika		6,30	30	5. Min og 30 sek. (forangående tog)
Lysaker		6,36	32	5. Min. sen (forangående tog)
Skøyen		6,39	28	6. Min. sen (forangående tog)
Nationaltheatret		6,43	37	5. Min og 30 sek. (forangående tog)
Oslo S	6,46	6,48	50	4. Min. sen
Kolbotn		6,59	28	4. Min. sen
Ski	7,09	7,10	30	2. Minutter sen
Ås		7,15	38	1. Min og 30 sek sen
Vestby		7,20	26	1. Min og 30 sek sen
Sonsveien		7,26	31	2. Minutter sen
Kambo		7,30	28	1. Min og 30 sek sen
Moss	7,39			

Tog nr.1154	Til	Fra	Opphold	Kommentar
Sett nr. 72007				
Moss		7,46		Rutemessig
Kambo		7,51	30	
Sonsveien		7,54	34	1. Min sen
Vestby		8,02	70	Ventet på tiden
Ås		8,07	47	30 sek sen (mange kunder)
Ski	8,13	8,14	46	1. Min og 30 sek (ventet på signal)
Kolbotn		8,24	34	1. Min og 30 sek sen
Oslo S	8,35			30 sek sen

Det kunne ut ifra de to testturene ikke oppdages noen spesielle forsinkelser som følge av endret avgangsprosedyre. Betjening av dørspærre ved hjelp av firkantnøkkel kunne ikke se å påvirke ruteplanen. Det må likevel påpekes at testturen med Type 72 ble utført under ideelle forhold med trent personale, uten spesielle hendelser som ville kunne medføre eventuelle forsinkelser. Eventuell bistand til reisende lokalisert et annet sted enn ombordansvarlig ved sperret dør, vil kunne føre til økt sannsynlighet for forsinkelser.

D: Forstudierapport

Forord

Forstudierapporten er en del av masteroppgaven ”Robusthetsvurdering av togtrafikk”, gitt våren 2008. Masteroppgaven skal utføres i samarbeid med NSB og forskningsprosjektet PEMRO (Performance Measurement in Railway Operations). Forstudierapporten inneholder problembeskrivelse og avgrensning, valg av metoder samt tidsplaner for arbeidsoppgavene. Veileder ved SINTEF teknologi og samfunn vil være Nils Olsson. Tom Fagerhaug er ansvarlig faglærer.

Takk til Nils Olsson for god veiledning gjennom forstudiearbeidet.

Trondheim 04.02.08
Joachim Søderlund

Innholdsfortegnelse

Forord	x
Innholdsfortegnelse	xi
1. Innledning	xii
1.1 Bakgrunn	xii
2. Problembeskrivelse og avgrensning	xii
3. Arbeidsmetoder	xiv
4. Rammebetingelser og omfang	xv
Vedlegg 1: Timeantall per aktivitet og totalt	xvi
Vedlegg 2: Work Breakdown Structure (WBS)	xvii
Vedlegg 3: Gantt diagram	xviii

1. Innledning

Masteroppgaven søker mot å kartlegge forskjeller og likheter i metoder og arbeidsformer når det gjelder sikkerhet og punktlighet/robusthet i togtrafikken. Arbeidsmetoder skal bli illustrert, og overførbarhet fra metodikk innenfor HMS vurderes for bruk innenfor punktlighetsarbeid.

1.1 Bakgrunn

Masteroppgaven er en avsluttende del av sivilingeniørstudiet ved NTNU. Det ble i januar 2002 undertegnet en langsiktig samarbeidsavtale mellom NSB og SINTEF. SINTEFs nære forhold til NTNU muliggjør bruk av masterstudenter for prosjekt- og hovedoppgaver.

2. Problembeskrivelse og avgrensning

Masteroppgaven skal gjennomføres som et prosjekt hvor prosjektstyring vil være en gjennomgående del av oppgaven. Det skal leveres forstudierapport i tillegg til fremdriftsrapport underveis i prosjektet.

Det er gitt i oppgavebeskrivelsen at den endelige sluttrapporten skal være mest mulig lik en forskningsrapport. Det er dermed gitt gode føringer for hvordan sluttrapporten skal se ut.

Opgaven er delt inn i 5 deloppgaver:

1. *"Gjennomføre et litteraturstudium og sammenstille kunnskapsgrunnlag om eksisterende former for vurderinger av forventet fremtidig robusthet av trafikken."*

Tenkt løst: Finne litteratur i vitenskaplige databaser som ISI, compendex, ABI, Sciencedirect etc. i tillegg til aktuelle nettsider og tidligere studentoppgaver. Fagbøker som omhandler kvalitetsledelse og prestasjonsmåling vil her bli brukt aktivt. Med robusthet menes det punktlighet innenfor togindustrien. Samtaler og intervjuer kan benyttes for å identifisere aktuelle arbeidsmetoder hos aktuelle aktører/operatører som NSB, Flytoget AS og CargoNet. Det vil her bli gitt oversikt over teoretisk rammeverk som benyttes, samt hvilke verktøy som er i bruk. Deloppgave 1 er avgrenset til å gjelde logistikk og punktlighetsproblematikk, hvor resultatene kan parallelliseres for bruk i togtrafikk.

2. *"Aktuelle analyseformer identifiseres med utgangspunkt i arbeidsmetoder fra metoder og erfaringer fra kvalitetsledelse og usikkerhetsanalyser i ulykkes/HMS-perspektiv. Fokus rettes mot punktlighets- og sikkerhetsvurderinger av generell type, eksempelvis for kommende ruteendringer eller endringer av arbeidsrutiner. Et aktuelt aspekt kan være å se på bruken av akseptkriterier og akseptnivåer for vurdering av om en vurdert endring er akseptabel."*

Tenkt løst: Identifisere arbeidsmetoder som kan benyttes for vurdering av driftsendringer. Endringene kan være i form av endrede rutetabeller eller endrede arbeidsrutiner. Metodikk fra kvalitetsledelse samt risikostyring blir her funnet ved hjelp av litteratursøk. Akseptkriterier og risikomatrise er her aktuelle, og disse vil bli presentert i rapporten. Det legges vekt på at materiale som blir fremstilt i deloppgaven er relevant også for de neste deloppgavene og kan benyttes i presentasjonen av en fullstendig metodikk for punktlighetsforbedring.

Utfordring: Fokuserer på fordelaktig metodikk som ved bruk medfører kostnadseffektivitet i forbedringsarbeidet.

3. "Illustrere utførte analyser og analyseformer i henholdsvis sikkerhets- og punktlighetsperspektiv."

Tenkt løst: Illustrere hvordan erfaringsdata innenfor sikkerhet og punktlighet blir benyttet i forbedringssløyfen. Oppgaven løses ved å konkret se på datainnsamlingssystemer og hvordan dataene videre blir brukt for å forbedre hhv. sikkerhet og punktlighet. Punktlighetsdatabasen TIOS vil utgreies i tillegg til at det skal vises hvordan dataene benyttes. Det samme gjelder for ulykkesdatabasen synergi. En sammenligning mellom arbeidsmetodene vil bli gjennomført. Intervjuer og nettsøk vil her være nødvendig for å gjennomføre deloppgaven.

Utfordring: Tilegne en fullstendig oversikt over hvordan erfaringsdataene blir brukt, da kanskje ikke all bruk blir dokumentert, men allikevel benyttes ved avgjørelser.

4. "Vurdere overførbarhet av generelle metoder og erfaringer fra usikkerhetsanalyser i ulykkes/HMS-perspektiv til vurderinger av punktlighet og robusthet av togtrafikk."

Tenkt løst: Utføre litteratursøk for å identifisere aktuelle arbeidsmetoder fra sikkerhetsstyring som fordelaktig kan brukes i arbeidet for å forbedre punktligheten. Litteratursøket gir her grunnlaget for identifisering av risikoanalyser/metoder som kan overføres. Intervjuer må utføres for å kartlegge hvilke som passer best inn for togindustrien. Hensikten er å finne metoder som ikke krever spesiell kompetanse, men som likevel er effektive for å kartlegge problemer, og løse punktlighetsproblematikk.

Utfordring: Kartlegge metoder som fungerer i praksis, og virker motiverende i forbedringsarbeidet.

5. "Foreslå tiltak og innretning på videre arbeid med forberedelser av endringer av togtrafikken. Forslagene kan fremstilles som et konsept for robusthetsanalyse, inkludert arbeidsprosess (trinn, rekkefølge og involverte parter), aktuelle analyser, aktuelle robustetskriterier og akseptnivåer."

Tenkt løst: Resultater fra de foregående deloppgavene blir her benyttet. Det skal utarbeides et konkret forslag til arbeidsmetode, basert på intervjuer, litteratursøk og erfaringer. En arbeidsmodell for punktlighetsforbedring skal her skisseres. Verktøy blir presentert som en del av en helhetlig robusthetsanalyse. Oppgaven er definert til å se på endringer av togtrafikken, hvor dette videre er avgrenset til planlagte avvik.

Utfordring: Ha et godt kunnskapsgrunnlag og erfaring for å kunne skissere et gjennomført konsept som lar seg anvende i praksis.

3. Arbeidsmetoder

Prosjektstyring

- Forstudierapport, fremdriftsrapport.
- Kontinuerlig vurdering av tidsplan: Bak/foran skjema.
- Vurdere endringer i avgrensning.

Litteratursøk og studier

- **Databasesøk, nettsøk**
 - Aktuelt materiale hentes fra vitenskaplige databaser og nettsider.
 - Prosessering og studering av aktuelt materiale.
- **Biblioteksøk**
 - Fagbøker som omhandler kvalitative risikoanalyser og kvalitetsledelse innhentes.
 - Vurdering og studering av materiale.
- **Intervju**
 - Intervjuguide lages.
 - Intervju avtales med kontakter i NSB, Jernbaneverket og andre aktuelle.
 - Intervju utføres.
 - Prosessering og studering av intervju.

Rapportskriving

- Forstudierapport
- Deloppgave 1
- Deloppgave 2
- Fremdriftsrapport
- Deloppgave 3
- Deloppgave 4
- Deloppgave 5
- Rapportrammeverk

4. Rammebetingelser og omfang

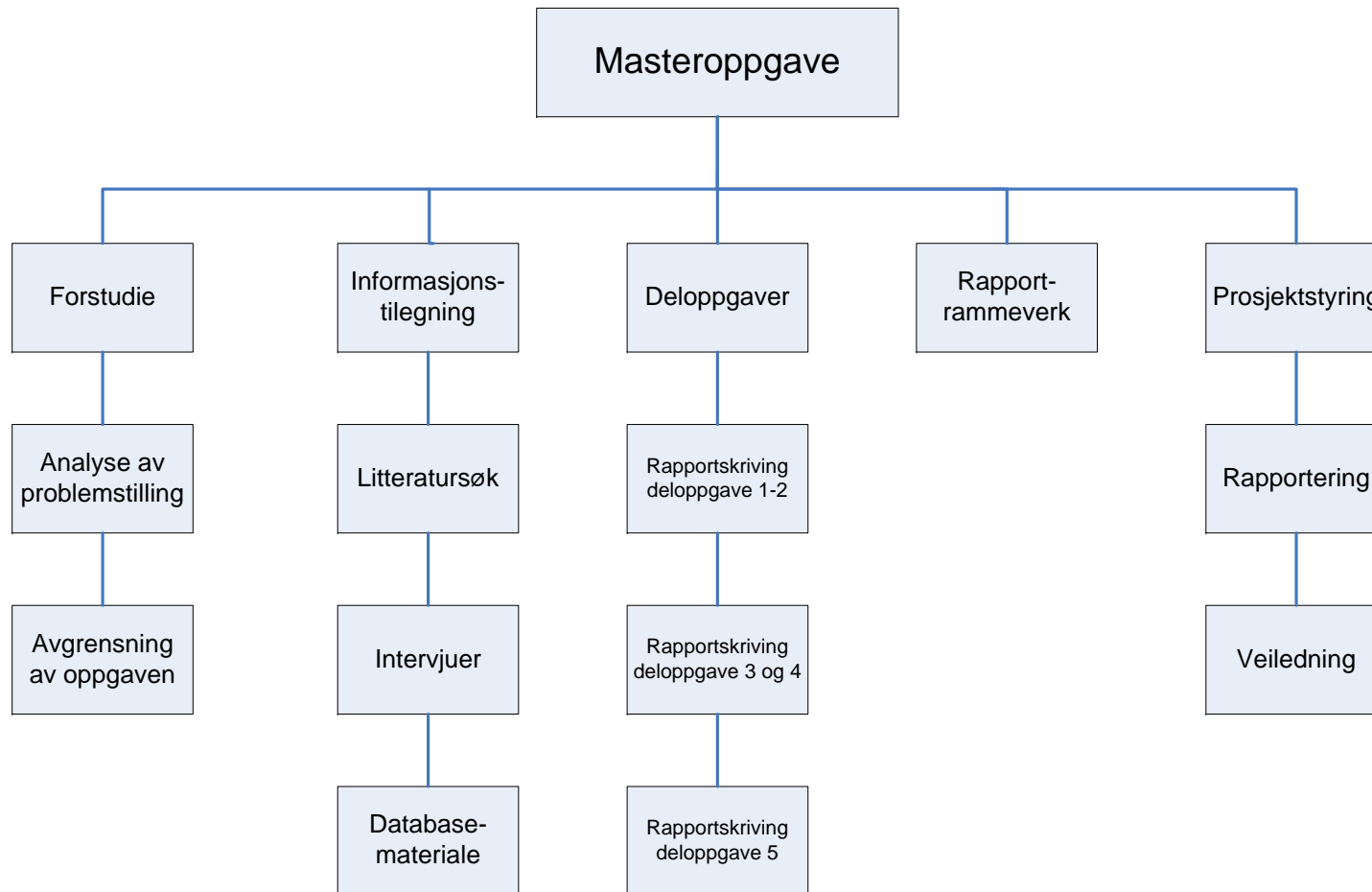
Masteroppgaven ble utlevert 14.01.08 og prosjektets sluttdato er satt til 14.06.08. Forstudierapport skal leveres tre uker etter prosjektstart og avrapporteringen/fremdriftsrapport er planlagt ferdigstilt 14.04.08. Masteroppgaven venter 30 studiepoeng noe som tilsvarer 100 % av studietiden. Dette vil tilsvare ca 960 timeverk.

Oppgaven skal gjennomføres i samarbeid med NSB og PEMRO prosjektet.

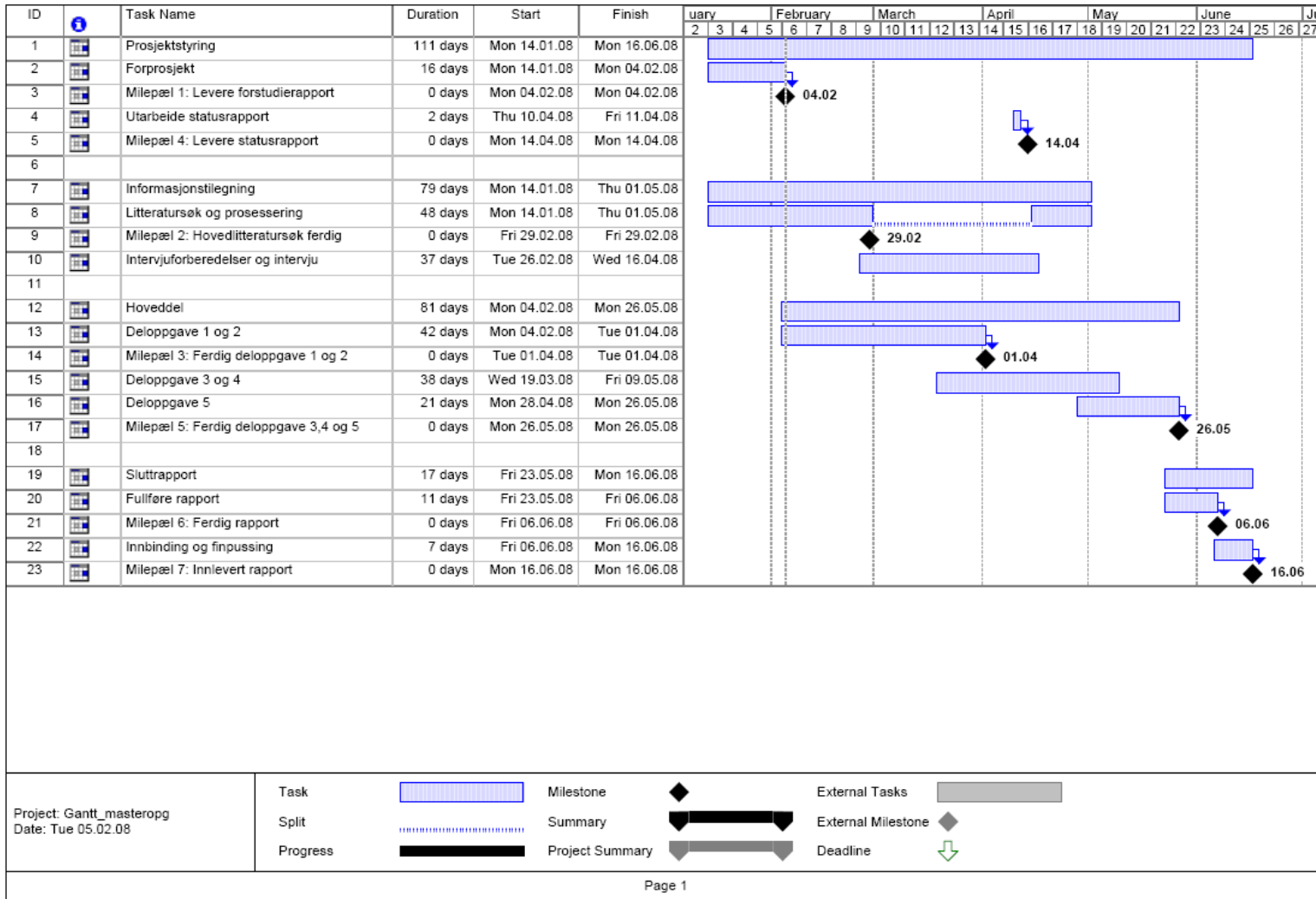
Vedlegg 1: Timeantall per aktivitet og totalt

Aktivitet	Dager	Start	Slutt	Varighet, timer
	111			
Prosjektstyring	days	14.01.2008 08:00	14.06.2008 17:00	
Forprosjekt	16 days	14.01.2008 08:00	04.02.2008 17:00	70
Milepæl 1: Levere forstudierapport	0 days	04.02.2008 17:00	04.02.2008 17:00	
Utarbeide statusrapport	2 days	10.04.2008 08:00	11.04.2008 17:00	16
Milepæl 4: Levere statusrapport	0 days	14.04.2008 08:00	14.04.2008 08:00	
Informasjonstillegning	79 days	14.01.2008 08:00	01.05.2008 17:00	
Litteratursøk og prosessering	48 days	14.01.2008 08:00	01.05.2008 17:00	156
Milepæl 2: Hovedlitteratursøk ferdig	0 days	29.02.2008 08:00	29.02.2008 08:00	
Intervjuforberedelser og intervju	37 days	26.02.2008 08:00	16.04.2008 17:00	60
Hoveddel	81 days	04.02.2008 08:00	26.05.2008 17:00	
Deloppgave 1	42 days	04.02.2008 08:00	01.04.2008 17:00	120
Deloppgave 2	42 days	04.02.2008 08:00	01.04.2008 17:00	120
Milepæl 3: Ferdig deloppg. 1 og 2	0 days	01.04.2008 17:00	01.04.2008 17:00	
Deloppgave 3	38 days	19.03.2008 08:00	09.05.2008 17:00	120
Deloppgave 4	38 days	19.03.2008 08:00	09.05.2008 17:00	120
Deloppgave 5	21 days	28.04.2008 08:00	26.05.2008 17:00	100
Milepæl 5: Ferdig deloppg. 3,4 og 5	0 days	26.05.2008 17:00	26.05.2008 17:00	
Sluttrapport	17 days	23.05.2008 08:00	14.06.2008 17:00	
Fullføre rapport	11 days	23.05.2008 08:00	06.06.2008 17:00	90
Milepæl 6: Ferdig rapport	0 days	06.06.2008 17:00	06.06.2008 17:00	
Innbinding og finpussing	7 days	06.06.2008 08:00	14.06.2008 17:00	58
Milepæl 7: Innlevert rapport	0 days	14.06.2008 17:00	14.06.2008 17:00	
Totalt				960

Vedlegg 2: Work Breakdown Structure (WBS)



Vedlegg 3: Gantt diagram



E: Fremdriftsrapport

Fremdriftsrapport 14.4. 2008 Joachim Søderlund

1. Innledning

Denne avrapporteringen redegjør for prosjektets fremdrift per 14. 4. 2008. I tillegg inneholder den oversikt over hva som er gjort og erfaringer jeg har gjort meg. Veiledning og oppfølging fra veiledere har vært meget god i prosjektet.

2. Fremdrift i forhold til prosjektplan

Dagens fremdrift ligger noe bak prosjektplanen (forstudierapporten) som sier at deloppgave 1 og 2 skal være ferdigstilt. Disse er ikke 100% ferdige. Intervjuer er viktige i prosjektet for å kunne svare godt og helhetlig på alle rapportens deler. Føler dermed det er nødvendig å ha utført disse for å kunne ferdigstille de forskjellige delene.

3. Arbeid gjort frem til 14.4. 2008

Ved utlevering av masteroppgaven ble arbeid med forstudierapport påbegynt. Gantt-diagram ble utarbeidet i tillegg til at tidsforbruk på hver enkelt aktivitet ble estimert og fastsatt.

Med forstudierapporten ferdig forelå en mal på hva som skulle gjøres, og jeg gikk dermed i gang med første aktivitet, litteratursøk. Litteratursøket ble delt i en hoveddel og en bidel etter tips fra veileder.

Videre gikk jeg i gang med deloppgave 1 og 2 og den generelle introduksjonen til oppgaven. Har kontaktet sentrale personer i NSB og Jernbaneverket og fått positiv tilbakemelding på temaet. Intervjuguide er utarbeidet og intervjuer er planlagt utført før mai. Et passende case for prosjektet er identifisert og prosessert. Rammeverket for rapporten er videre planlagt i sin helhet. Under følger en oversikt over arbeidsoppgaver og fremdrift:

<i>Arbeid</i>	<i>Status</i>
Forstudierapport	Ferdig
Litteratursøk	Hoveddel ferdig
Deloppgave 1	75% ferdig
Deloppgave 2	75% ferdig
Intervjuguide	Ferdig
Opprette kontakter, lage avtaler	75% ferdig
Deloppgave 3	Påbegynt

Deloppgave 4	Påbegynt
Deloppgave 5	Ikke påbegynt

4. Erfaringer og utfordringer

Oppgavens problemstilling sammenligner punktlighetsaspekter med sikkerhetsaspekter. Det er dermed viktig å snakke med fagpersoner som har kunnskap og innsikt i begge områder. Har jobbet med å kartlegge disse personene, men det vil alltid være en usikkerhet om man har en total oversikt over disse.

Litteratur om punktlighetsstyring er ikke veldig omfattende og NSB's ressurser har her hovedsakelig blitt benyttet.

Utfordringer videre blir å ha et godt grunnlag for diskusjonsdelen i rapporten, trekke linjer og ikke bli for subjektiv.