

---

# Erfaringer med fjernstyring

---

stud.techn. **Siri Andersen**

Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse



Prosjektoppgave i helse, miljø og sikkerhet  
Høsten 2005

## **Forord**

Denne prosjektoppgaven er en del av faget TIØ4725 og er utført ved Institutt for Industriell økonomi og teknologiledelse, studieretning for Helse, Miljø og Sikkerhet ved NTNU. Oppgavens formål har vært å foreta en erfaringskartlegging innen bruk av fjernstyring i AMK-sentraler, jernbane og luftfart. Den gir avslutningsvis anbefalinger som kan anvendes på tvers av bransjer.

Prosjektoppgavens tema og avgrensning er gjort ut fra egne interesser og i samarbeid med faglærer og veileder.

I oppgaven har jeg ønsket å undersøke om erfaringer med fjernstyring går igjen på tvers av bransjer, og om det derfor er mulig for dem å lære av hverandre. De mange aspektene ved fjernstyring det er mulig å studere har gjort at det nødvendig å forenkle og avgrense studieområdet. Jeg ber derfor om at leserne er oppmerksomme på disse avgrensingene når rapporten leses.

Jeg vil takke min veileder Stig Ole Johnsen ved SINTEF for meget god oppfølging, gode råd og støtte under arbeidet med oppgaven. Faglærer Jan Hovden skal også ha en takk for god hjelp og tilbakemeldinger på oppgaven. Til slutt vil jeg også takke informantene som bidro med gode innspill gjennom intervjuene.

*Trondheim 18. desember 2005*

---

## Sammendrag

Oppgavens formål har vært å kartlegge erfaringer knyttet til fjernstyring i bransjene jernbane, luftfart og AMK-sentraler. Disse ble i hovedsak valgt fordi de har lang erfaring med fjernstyring, noen grad av like elementer og dokumentasjon på området. Erfaringene er knyttet til håndtering av hendelser fra kontrollrommet og samhandlingen mellom operatører i kontrollrommet og ute på anleggene. Oppgaven ble strukturert rundt forskningsspørsmålet: *Hva har gått galt og hva har gått bra innen avvikshåndtering og kommunikasjon mellom aktører ved bruk av fjernstyring? – anbefaling om "beste praksis"*. Et mål for oppgaven var at erfaringene skulle kunne brukes i andre bransjer, og spesielt i olje- og gassektoren. Det er benyttet kvalitative litteraturstudier av konkrete hendelser samt noen dybdeintervjuer. Gjennom beskrivelser og diskusjoner av hendelser kommer rapporten fram til konkrete oppsummeringer som sammenfatter funn på tvers av bransjene.

En av de viktigste konklusjonene var at mange funn gikk igjen mellom bransjene. Det kan derfor synes som om det innen fjernstyring er fullt mulig å lære av andre bransjer, også for olje- og gassektoren. Fra et HRO perspektiv viste kartleggingen av mange alvorlige hendelser kunne relateres til brudd på strukturelle og kulturelle forutsetninger for *organisatorisk redundans*, samt *tilpasningsdyktighet*. I forhold til organisatorisk redundans vil det si at det var mangel på menneskelige ressurser man kunne rådføre seg med, og som kunne sjekke og korrigere hverandre, både i kontrollrommet og på anleggene. Mangel på tilpasningsdyktighet viste seg ved dårlig evne til spontant å tilpasse seg uvante og krevende situasjoner. Funnene i rapporten viste også at ingen av tre aspektene innen MTO kan undervurderes ved bruk av fjernstyring. Disse må sees i sammenheng, og vies like mye oppmerksomhet.

Undersøkelsene viste at det er svært viktig med gode rutiner og systemer for deling av informasjon. Ofte var ikke disse gode nok, og funnene som ble gjort var knyttet til kvaliteten på kommunikasjonskanalene, manglende redundans i kommunikasjonskanaler, rutiner for bruk, hvordan de faktisk ble brukt og hvem som brukte dem. Et annet problem var manglende rutiner ved motstridende meldinger fra system og kontrollrom. Her viste funnene at det var svært viktig at alle operatørene som jobbet i tilknytning til fjernstyringssystemet hadde felles situasjonsforståelse, og at det var klarhet omkring hvilke indikasjoner som skulle brukes. Særlig dersom situasjonen var tidskritisk og det var dårlig tid å etterkontrollere.

En annen erfaring som gikk igjen var at høy arbeidsbelastning og tretthet kunne føre til menneskelige feil og sikkerhetskritiske hendelser. For høy arbeidsbelastning kunne oppstå både som lokale arbeidstopper og som langvarig overbelastning, og kunne noen ganger gå på bekostning av viktige rutiner.

For å sikre at uforutsette hendelser kunne håndteres godt var fleksibilitet og improvisasjon viktig. Det kunne synes som om tverrfaglighet, kompetanse til å se hvilke ressurser som trengs og god forståelse for andres oppgaver var de viktigste egenskapene for å effektivt løse slike hendelser i kontrollrommet. Mangel på redundans i tekniske systemer og/eller menneskelige ressurser var også en tilbakevendende faktor som delvis årsak til uhell. Dette var enten mangel på tekniske løsninger som kunne overta dersom noe feilet, eller ved at operatørene var alene om å utføre oppgavene sine slik at andre ikke kan oppdage at noe var galt. Manglende varsling dersom noe av redundansen falt ut var også et problem som gikk igjen.

Problemer med fjernstyringssystemets aktive varslingsfunksjoner og grensesnitt mot utenforstående aktører kan også nevnes. For det første oppsto det en del problemer med at fjernstyringssystemet ikke varslet godt nok eller på flere måter ved uønskede hendelser. For det andre var det en svakhet at fjernstyringssystemet noen ganger ikke gav klare indikasjoner på at sikkerhetskritiske funksjoner falt ut. Systemet gav også noen ganger dårlig informasjon og varsling om det som skjedde på grensesnittet mot de fjernstyrte installasjonene.

Kartleggingen viste at gode prosedyrer for opplæring og nok tid til å opparbeide seg erfaring var viktig. Ved innføring av nye systemer, deriblant fjernstyringssystemer, eller ved utførelse av oppgaver som normalt ikke benyttes, burde det særlig legges vekt på dette. Opplæringen burde ta hensyn til operatørens mulighet til å opparbeide seg (felles) visuell forståelse, og det var viktig å gi opplæring i rutiner som skulle korrigere svakheter med fjernstyringssystemet. Både arbeidsgiver og ansatt burde kunne ta initiativ til opplæring.

Selv om det synes som om konklusjonene i oppgaven kan brukes av andre er det viktig å være klar over at tilpasninger til bransjenes egenart sannsynligvis er nødvendig for et godt resultat. Teknologiske løsninger vil som regel variere og ulike problemer i forhold til dette vil oppstå. Menneskelige egenskaper og kompetanse samt organisatoriske forhold vil også variere. Dermed vil også funnenes relevans variere.

Innhold

Del 1: Innledning

1	Oppgaveformulering .....	1
1.1	Problemstilling .....	1
1.2	Avgrensning .....	2

Del 2: Metodologisk tilnærming og teoretiske rammer

2	Metodologisk tilnærming .....	6
2.1	Grov problemstilling .....	6
2.2	Forskningsspørsmål .....	6
2.3	Valg av kvalitativ design .....	6
2.4	Datainnsamling .....	7
2.5	Dataanalyse .....	8
3	Teoretiske rammer .....	9
3.1	Aspekter ved læring og erfaringsoverføring .....	9
3.2	High Reliability Organisations, HRO .....	11
3.3	Menneske, teknologi og organisasjon, MTO .....	12
3.4	Barrierer .....	13

Del 3: Kartlegging og resultater

4	Bransjer .....	14
4.1	Telemedisin – AMK-sentraler .....	14
4.2	Jernbane .....	15
4.3	Luftfart .....	16
5	Innsamling av erfaringer og diskusjon .....	17
5.1	Telemedisin – AMK-sentraler .....	17
5.2	Jernbane .....	28
5.3	Luftfart .....	39
5.4	Oppsummering, teori vs. funn .....	48
6	Relevans for olje- og gasssektoren .....	51
7	Sammenfatning .....	53
7.1	Oppsummering og anbefalinger til de viktigste funn .....	53
7.2	Refleksjon .....	64
8	Referanser .....	66

Vedlegg 1: Perrows klassifisering av systemer og hans beskrivelse av systemulykker .....	I
--	---

Vedlegg 2: Intervjuguide til Petroleumstilsynet .....	III
---	-----

Vedlegg 3: Intervjuguide for AMK .....	IV
--	----

## Figurer

Figur 1-1: Risikomatrise	s 4
Figur 1-2: Kontekst for studieområde	s 4
Figur 2-1: Høy og lav troverdighet	s 8
Figur 2-2: Høy og lav bekreftbarhet	s 8

## Begreper og forkortelser

### Forkortelser

ATC	Automatic Train Control
CTC	Centralized Traffic Control
ATC TOWER	Air Traffic Control Tower
ATCC	Air Traffic Control Center
APPROACH	Innflygingskontroll
HRO	High reliability organisations
MTO	Menneske, teknologi og organisasjon
SSR – transponder	Secondary Surveillance Radar
FMS	Flight Management System
AMK	Akuttmedisinsk kommandosentral
LV-sentral	Legevaktsentral
RCO	Remote Control Operator
RCD	Remote Control Device
VHF	Very High Frequency
TL	Togledelse
Ptil	Petroleumstilsynet

### Begreper

Avvik:

Hendelse eller tilstand som avviker fra norm for feilfri eller planlagt prosess (Kjellén, 2000)

Alvorlig hendelse:

Hendelser som ut fra en risikomatrixevaluering blir klassifisert som gule eller røde.

Fjernstyring:

Styring og/eller overvåking av anlegg, operasjoner og prosedyrer fra en fjernlokasjon.

Kontrollrom:

Kjerne-funksjonsvesenet, dens tilhørende fysiske struktur, hvor operatører er stasjonert for å utføre sentralisert kontroll, overvåking og administrative oppgaver (Norsk Standard, 2001).

### Kontrollromsoperatør:

Person som har sine primære oppgaver relatert til å betjene overvåkings og kontrollfunksjoner, som regel på en kontrollarbeidsstasjon, enten alene eller sammen med annet personell, både i og utenfor kontrollrommet (Norsk Standard, 2001).

### Linjeblokk:

Automatisk deteksjon av om jernbanesporene innen en viss strekning er leding. Signal settes automatisk etter dette.

### Telemedisin:

Undersøkelse, overvåkning, behandling og administrasjon av pasienter og opplæring av pasienter og personale via systemer som gir umiddelbar tilgang til ekspertise og pasientinformasjon uavhengig av hvor pasienten eller relevant informasjon er geografisk plassert (Advanced Informatics in Medicine, 1990).



## Del 1: Innledning

### 1 Oppgaveformulering

Helt overordnet gjøres det i denne oppgaven en innsamling av erfaringer med fjernstyring. Dette kapitlet beskriver målet med oppgaven og spørsmål som skal besvares med tilhørende avgrensninger.

Utgangspunktet for oppgaven var gitt i oppgaveteksten til fordypningsemnet. Dette var en relativt vid formulering og lød som følger: ”Erfaringskartlegging – Hva har gått galt med fjernstyring av prosessanlegg eller olje- og gass installasjoner som har vært fjernstyrt?” Denne formuleringen gir rom for egne avgrensninger og valg om hvordan oppgaven skal struktureres. Med denne formuleringen som utgangspunkt ble det utarbeidet en problemstilling med tilhørende forskningsspørsmål.

#### 1.1 Problemstilling

Fjernstyring medfører mange nye utfordringer både med tanke på teknologiske og organisatoriske løsninger. Ut fra et sikkerhetsperspektiv er et sentralt moment for å lykkes med fjernstyring å kunne håndtere uventede situasjoner og avvik. Fjernstyring medfører også ofte at operatører må utføre arbeidet sitt uten å ha direkte kontakt med oppgavene de skal utføre. Operatører som har behov for å samarbeide om oppgaver kan også gjerne være geografisk og/eller fysisk atskilt fra hverandre. Dette legger nye utfordringer på den daglige kommunikasjonen mellom operatører. Fjernstyring har allerede lenge blitt brukt i ulike typer industrier og bransjer, noe som tilsier at disse har opparbeidet seg verdifull erfaring på området. I tillegg viste det seg å være vanskelig å finne nok relevant materiale om kun prosessanlegg. Den opprinnelig oppgaveteksten der erfaringskartleggingen begrenset seg til prosessanlegg og olje- og gass installasjoner ble derfor byttet ut med en mer generell formulering. Dette ble gjort i samråd med veileder og faglærer. Med bakgrunn i disse faktorene kan problemstillingen for oppgaven oppsummeres slik:

*Hvordan håndteres avvik og kommunikasjon innen bransjer som har implementert fjernstyring og som har lang erfaring med dette?*

Målet er å dra lærdom av erfaringene som kartlegges her på en slik måte at disse kan oppsummeres i retningslinjer som kan anvendes ved fjernstyring i andre bransjer, også i olje og gassektoren.

##### 1.1.1 Forskningsspørsmål

For å strukturere og spesifisere arbeidet med oppgaven er det ut fra problemstillingen formulert et forskningsspørsmål. Dette legger føringer for hva som skal besvares i oppgaven, og hva som skal komme tydelig frem som resultater.

Forskingsspørsmål:

*Hva har gått galt og hva har gått bra innen avvikshåndtering og kommunikasjon mellom aktører ved bruk av fjernstyring? – anbefaling om ”beste praksis”*

Gjennom kartleggingen tas det tak i både gode og dårlige erfaringer, og lærdommer fra disse trekkes ut. Konklusjonene og anbefalingene i kapittel 7 bygger dermed på begge disse, og blir kalt ”beste praksis”. Anbefalingene til beste praksis for denne rapporten betyr dermed forslag til både hva som bør gjøres og hva som ikke bør gjøres.

### 1.2 Avgrensning

Her beskrives det hvordan grensene for rapporten og studiet settes, og hvilke rammer som ligger til grunn for å besvare forskningsspørsmålet. Hva som ikke er å finne i rapporten blir også beskrevet.

#### 1.2.1 Begrepsmessig avgrensning

Fjernstyring er et område der mange liknende begreper benyttes. Disse kan ha ulik men også overlappende betydning. Slike begreper kan være eDrift, integrerte operasjoner, fjernkontroll, fjernovervåking og lignende. Det blir derfor her gitt en diskusjon omkring begrepenes bruk, samtidig som begrepet fjernstyring blir definert. Definisjonen skal skape forståelse for hva som legges i begrepet når det anvendes i oppgaven, og er ikke ment som en ”universell” definisjon.

Caplex definerer fjernstyring som: ”fjernbetjening av fartøy, fly, prosjektil, tog, kraftverk, radiostasjon o.l.; skjer oftest vha. elektriske impulser som overføres trådløst el. gjennom kabel, men også mekanisk, hydraulisk el. Pneumatisk”. Denne definisjonen er relativt bred og i praktisk bruk innenfor ulike fagfelt er betydningen mer avgrenset.

De mest brukte begrepene som kan relateres til fjernstyring er som nevnt eDrift, fjernkontroll og fjernovervåking. I rapporten ”Trusler og muligheter knyttet til eDrift” (Johnsen, S.O., Lundteigen, M.A., Albrechtsen, E., Grøtan, T.O., 2005) blir det gjort en gjennomgang av disse og flere andre relaterte begreper. Den setter opp det som oppfattes som relativt omforente definisjoner av disse begrepene innenfor olje og gassvirksomheten. På bakgrunn av den grundige kartleggingen som er gjort i denne rapporten tas det her utgangspunkt i disse resultatene.

Rapporten gir følgende definisjoner:

*eDrift eller integrerte operasjoner:*

- Innebærer bruk av informasjonsteknologi til å endre arbeidsprosesser for å oppnå bedre beslutninger, til å fjernstyre utstyr og prosesser og til å flytte funksjoner og personell til land. (Stortingsmelding 38, 2004)
- Bruk av informasjonsteknologi og sanntidsdata til å optimalisere operasjonene på kontinentalsokkelen (OLF-rapport ”eDrift på norsk sokkel - Det tredje effektivitetsspranget”, 2003)
- Sanntids integrering av offshore operasjoner og onshore beslutningsstøtte med samordnet operasjonssentre (oversatt fra OG21 TTA-strategirapport ”E-Operations and maintenance, 2003).
- **Hva er eDrift:** ”Nye driftsformer, IKT løsninger som inkluderer (nær) sanntidsdata, Integrerte arbeidsprosesser (tverrfaglig, hav og land, forskjellige organisasjoner ). **For å oppnå:** Hurtigere og bedre beslutninger.” ref OD.

*Fjernovervåking:*

- Operatør lokalt styrer prosessen, men deler av, eller hele driftsprosessen overvåkes fra fjernlokasjon – beskjed gis til operatør.

### *Fjernkontroll:*

- Operatør lokalt styrer hovedprosessen, men deler av driftsprosessen styres fra en fjernlokasjon, alternativt at parametre styres eller justeres fra en fjernlokasjon.

### *Fjernstyring:*

- Hele driftsprosessen overvåkes og styres fra fjernlokasjon.

Som det går fram av definisjonene over er eDrift en samlebetegnelse for så mangt, og kan omfatte både fjernkontroll, fjernovervåking og fjernstyring. For denne rapporten velges det derimot å spisse formuleringen mer, og det er derfor hensiktsmessig å se på de tre neste begrepene. Slik de defineres over er fjernovervåking den mildeste formen for kontroll med prosessene, ved at konkrete utførelser må gå via lokal operatør. Ved fjernkontroll kan deler av prosessene styres utenfra, men hovedsakelig er det fortsatt operatøren lokalt som er det utførende elementet. Ved fjernstyring derimot er man ikke avhengig av lokal operatør for å ha kontroll med prosessene.

Til denne rapporten tas det utgangspunkt i det siste, nemlig at prosessene skal kunne styres totalt fra kontrollrommet. Det er imidlertid viktig å være klar over at det likevel fortsatt er lokale operatører involvert som kan interagere med prosessene, men at de i gitte situasjoner ikke trenger å være til stede. For denne rapporten defineres derfor begrepet slik:

**Fjernstyring:** Styring og/eller overvåking av anlegg, operasjoner og prosedyrer fra en fjernlokasjon.

### **1.2.2 Relevante bransjer**

Mye av arbeidet dreier seg om erfaringskartlegging, og i den sammenheng er aktuelle bransjer som kan brukes til dette valgt ut. Disse bransjene trenger ikke være knyttet til en spesiell industri eller olje- og gassindustrien, men være bransjer som har:

- a) Implementert fjernstyring for å håndtere sine prosesser eller installasjoner.
- b) Opparbeidet seg erfaring og har noen form for dokumentasjon på området.
- c) Bransjene skal være mulige å kontakte for informasjon og intervju, dersom det er nødvendig for arbeidet.
- d) Noen grad av like elementer når det gjelder fjernstyring. Det mest sentrale elementet er at de bruker kontrollrom i den daglige driften sin.
- e) Kontrollromsoperatørene håndterer arbeidsoppgavene i samarbeid med hverandre og med teknologiske løsninger i kontrollrommet.
- f) Deler av observasjonene og resultatene fra kartleggingen kan generaliseres og brukes til læring av andre bransjer med liknende driftsformer. Dette er også sentralt for at funnene skal kunne anvendes innen olje og gass.

På bakgrunn av dette er jernbanen, luftfart og AMK- sentraler valgt ut som relevante bransjer.

### **1.2.3 Rammer for hendelser**

En sentral del av oppgaven er alvorlige hendelser og avvik. Klassifisering av hendelser skjer gjerne ut fra (potensiell) skade på mennesker og/eller materiell, skader på miljø, omdømme ol. I klassifiseringen av hendelser blir det som regel tatt utgangspunkt i risikomatriser, der

hendelser blir kategorisert som grønne, gule eller røde. Risikomatriser er bygget opp omkring en vurdering av frekvens og konsekvens (Kjellén, 2000). Dette kan illustreres slik:

		Sannsynlighet				
		1	2	3	4	5
Konsekvens	1	Lav	Lav	Lav	Lav	Medium
	2	Lav	Lav	Lav	Medium	Høy
	3	Lav	Lav	Medium	Høy	Høy
	4	Lav	Medium	Høy	Høy	Høy
	5	Medium	Høy	Høy	Høy	Høy

Fig 1-1: Risikomatrise

I figuren over er graderingen på frekvens og konsekvens gitt illustrativt med tallene 1 til 5. Avhengig av hvilke arbeidsoppgaver og bransjer som bruker denne framgangsmåten, vil disse tallene være mer beskrivende og detaljert definert. Som figur 1-1 illustrerer vil en kombinasjon av sannsynlighet og konsekvens gi en risikovurdering av de ulike hendelsene. Ofte brukes slike risikovurderinger ut fra et føre var prinsipp til å avgjøre hvilke oppgaver som trenger risikoreduserende tiltak, men de kan også brukes til å avgjøre alvorlighetsgrad på hendelser som har oppstått, og tiltak som må iverksettes. I denne oppgaven blir risikomatrisen brukt til å avgjøre hvilke hendelser som er relevante for å besvare forskningsspørsmålet. Gule og røde hendelser blir plukket ut. Dette skal ikke være en korrekt gjengivelse av bransjenes klassifisering, men en grov egendefinert klassifisering, som kan hjelpe til med å fokusere på viktige hendelser og opplysninger.

### 1.2.4 Kontekst for studieområde

Figuren under illustrer hvilke fysiske rammer som ligger til grunn for valg av hendelser.

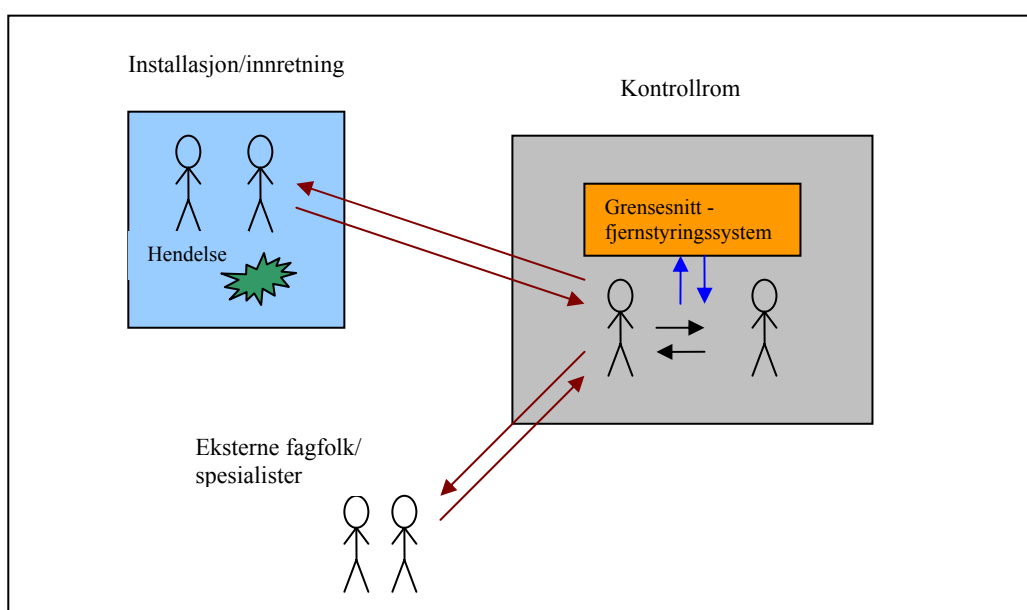


Fig 1-2: Kontekst for studieområde

Figuren illustrerer kontrollrommet der operatører via fjernstyringssystemet styrer og overvåker installasjonene eller innretningene. Det er også vist at det skjer hendelser på anleggene. Hendelsene som er valgt ut er røde og gule hendelser. I tillegg til dette er det også viktig å studere hendelser som har relevans for problemstillingen og forskningsspørsmålene. Disse hendelsene håndteres enten automatisk av fjernstyringssystemet, men ofte også ved at operatørene griper inn. De opererer da via fjernstyringssystemet og samhandler med grensesnittet til det. Denne interaksjonen er illustrert med blå piler. Når operatørene i kontrollrommet og på installasjonen skal håndtere hendelsen har de behov for å kommunisere med hverandre (illustrert med sorte piler). Det er også noen ganger nødvendig å kontakte operatører i form av eksterne fagfolk. Kommunikasjonen mellom disse aktørene er illustrert ved røde piler. Ulike bransjer vil basere sitt fjernstyringssystem på ulike variasjoner av denne modellen. Figuren er imidlertid tegnet så generelt at beskrivelsen av hva som blir studert passer i alle situasjoner, og gir en avgrensning til hva som blir studert.

En fjernstyringssituasjon danner nye rammer for hvordan aktører kommuniserer med hverandre. Det nye er at de i større grad er fysisk og/eller geografisk atskilt fra hverandre. Likevel er det fortsatt slik at de må lære av hverandres erfaringer og kommunisere på en god måte. Kommunikasjon kan omfatte så mangt. Denne oppgaven begrenser seg til de områdene som er skissert i figur 1-2. Det er altså snakk om beskjeder eller samtaler mellom kontrollromspersonell og fagfolk eller kontrollromsoperatører og operatører ute på anleggene. Beskjedene kan gis over ulike medium, men felles er at de formidler direkte tale. Ulike former for telefon eller radioforbindelse er det mest vanlige. Som figuren illustrerer er det også snakk om beskjeder som gis mellom kontrollromsoperatørene inni kontrollrommet. Her er det naturligvis ikke snakk kommunikasjon gjennom et medium, men beskjeder gitt ansikt til ansikt.

I hovedsak dreier dette seg altså om hvordan kommunikasjonen er mellom operatører som må samarbeide om å løse problemer, og om dette er en av årsakene til at det har oppstått alvorlige hendelser. Oppgaven vil ikke se på kommunikasjon med interessenter som ikke er direkte involvert i den daglige oppgaveløsingen og driften av installasjonene. Dette kan være interessenter som kunder, konkurrenter og ledelse.

## **Del 2: Metodisk tilnærming og teoretiske rammer**

### **2 Metodologisk tilnærming**

Forskning baserer seg på ønsket om å løse ulike problemstillinger. Ut ifra hvilken problemstilling man har, bør man velge den metoden som passer best. Metodikken forklarer veien mot målet, og omhandler hvordan en kommer fram til og behandler et forskningsmateriale. Utgangspunktet for gjennomgangen av metoden for den oppgaven er hentet fra Ringdal (2001). Her blir forskningsprosessen gjennom de seks stegene grov problemstillingen, forskningsspørsmål, valg av design, datainnsamling, dataanalyse og rapportering. Delene om problemstilling og forskningsspørsmål er allerede beskrevet, og blir derfor ikke like grundig gjennomgått som de resterende.

#### **2.1 Grov problemstilling**

Problemstillingen for arbeidet er allerede gjennomgått i kapittel 1.1. Denne er utarbeidet på bakgrunn av opprinnelig oppgavetekst for fordypningsemnet, egne interesser i forbindelse med studiet, ønsker fra Sintef, egne erfaringer fra arbeid i Statoil og et tidlig grovt litteraturstudium. Dette litteraturstudiet besto i hovedsak av en gjennomgang av relevant forskning og rapporter på fjernstyringsområdet, og pekte på områder det kunne være hensiktsmessig å foreta nærmere studier.

#### **2.2 Forskningsspørsmål**

Forskingsspørsmålet er også gjennomgått i kapittel 1.1 og blir ikke gjengitt her. Her beskrives derimot hvordan det er utarbeidet og meningen med det.

Utarbeidelsen av forskningsspørsmålet er i hovedsak gjort samtidig med definisjonen av problemstillingen. Både prosessen med å utforme problemstillingen og definere forskningsspørsmålet kan i stor grad betegnes som iterativ, men for forskningsspørsmålet tok denne prosessen lengre tid. Det ble revidert og endret flere ganger på bakgrunn av samtaler med veileder, nye funn i litteratur og faktiske muligheter for å gjennomføre prosjektet.

Forskingsspørsmålet ble definert relativt vidt. Hovedsakelig for at samme spørsmål skulle kunne anvendes for alle bransjene, men også for ikke å begrense erfaringskartleggingen for mye. Ved en slik kartlegging vil det være vanskelig å vite på forhånd hvilke forskningsmessige avgrensninger som er riktige å sette, og med det innenfor hvilke områder relevante funn vil komme. Men et vidt forskningsspørsmål kan også virke begrensende for effektiviteten i kartleggingen, slik at det i tillegg til forskningsspørsmålet er viktig å ha i tankene figur 1-2 som viser konteksten funnene skal relateres til.

#### **2.3 Valg av kvalitativ design**

Det finnes to hovedtyper forskningsmetodikk; kvalitativ og kvantitativ metode. Kvantitativ forskning er årsaksforklarende, generaliserende, har ofte stor avstand til studieobjektet og data samles som regel inn i form av tall. I kvalitativ forskning legges det vekt på nærhet til studieobjekt og forståelse heller enn forklaring. Den er beskrivende, hypotesegenererende, går i dybden og jakter på opplevelser, erfaringer og beskrivelser.

I denne oppgaven ble det ikke lagt vekt på kvantitative metoder, men de ble i noen grad brukt i de innledende fasene av prosjektet. Mer spesifikt til valg av bransjer ved at det ble lagt vekt på antall treff på søkeord, avsnitt 2.4.1 gir søkeordene. For å sikre et godt og variert utgangspunkt for erfaringskartleggingen, ble de bransjene som gav mange og varierte former

for treff også kandidater for nærmere undersøkelser. Ut over dette ble kun kvalitative metoder brukt. Dette fordi det her er snakk om en kartlegging fra ulike bransjer med ulike oppfatninger om problemstillingen og ulike typer erfaringer med fjernstyring. For å besvare forskningsspørsmålet var det nødvendig å opparbeide en dypere forståelse av hvordan alvorlige hendelser ble håndtert i en fjernstyringssituasjon, og spesielt hva som hadde gått galt.

Innenfor kvalitative metoder kan det benyttes ulike fremgangsmåter. Tjora (2002) beskriver fire slike: dokumentanalyse, intervju, observasjon og spørreundersøkelse. I dette prosjektet ble det brukt dokumentanalyser og noen få intervju, i hovedsak på grunn av tids- og tilgangsbegrensninger. Det ville vært vanskelig å få tak i mange nok kvalifiserte informanter til å foreta en spørreundersøkelse. Observasjon er tidkrevende og kunne for denne problemstillingen ende i et dårlig forskningsgrunnlag. Dette fordi det ville vært sentralt at det skjedde alvorlige hendelser som kunne danne grunnlag for vurderinger i løpet av observasjonstiden. Innenfor tidsrammene for prosjektet er det slett ikke sikkert at slike hendelser ville oppstå. Det er imidlertid mulig å skaffe noen få sentrale informanter, og ulike typer dokumenter eller rapporter på området.

### **2.4 Datainnsamling**

Hensikten med datainnsamlingen er å skaffe god empiri, eller gode kunnskaper bygd på erfaringer og data. Som nevnt tidligere skal dette skje ved hjelp av dokumentanalyser og intervjuer.

#### **2.4.1 Dokumentanalyse**

Litteraturen til dokumentanalysen ble i hovedsak brukt i to faser av arbeidet. Først som generell bakgrunns litteratur tidlig i arbeidet for å opparbeide en generell forståelse for problemstillinger innen fjernstyring, forskning så langt og resultater av denne. Denne litteraturen ble i hovedsak skaffet av veileder. Deretter for å gi grunnlag for utvalg og forståelse av relevante bransjer, samt som del grunnlag for å gi svar på problemstillingen. Det meste av denne litteraturen ble skaffet gjennom søk på internett og i databasen BIBSYS, søk ut fra referanselistene til relevante dokumenter, samt at intervjuobjektene ble spurt om tips til skriftlig materiale.

I forkant av litteratursøket var det ingen bevisst strategi for hva som ville gi gode resultater, slik at det ble gjort gjennom prøving og feiling. Søkene på internett ble gjort både i Norge og i verden generelt gjennom søkemotorene Google og Kvasir. De første søkene på internett, i referanselistene og i BIBSYS gav mange treff med varierende grad av relevans. Dette materialet ble grovsortert og gjennomgått, og skapte en overordnet forståelse for hvilken type dokumentasjon som var tilgjengelig. Deretter ble materialet selektert, og de mest relevante grundigere gjennomgått. Ved søk på internett ble det brukt en kombinasjon av bransjenes navn, relevante ord for problemstillingen og ord fra det studerte området, se figur 1-2. Dette er ord som ”kontrollrom”, ”driftsentral”, fjernstyring”, ”fjerndrift”, ”avvik”, ”alvorlige hendelser” og ”sikkerhet”, ”kommunikasjon”, ”fjernstyringsystem” og lignende. Søk ble gjort både på norsk og engelsk.

#### **2.4.2 Intervju**

Intervjuer kan deles opp i strukturerte, delvis strukturerte og åpne intervjuer (Tjora, 2005). Forskjellen på disse er i hvor stor grad spørsmålene er strukturert og fastsatt på forhånd. De to intervjuene som ble gjennomført var delvis strukturerte, og utarbeidet i samarbeid med veileder på bakgrunn av problemstillingen, forskningsspørsmål og den første

dokumentanalysen. Delvis strukturerte intervjuer ble valgt fordi de ulike bransjer ville ha ulike oppfatninger om problemstillingen og ulike typer erfaringer med fjernstyring, og det var derfor mest hensiktsmessig å på forhånd kun fastlegge temaet og noen hovedspørsmål. Informanten kunne ut fra dette selv velge hva han/hun ønsket å legge vekt på. For å unngå å miste verdifull informasjon ble intervjuene med informantenes samtykke tatt opp på bånd. Intervjuguidene og stillingene til informantene er å finne i vedlegg 2 og 3.

Intensjonen i starten av arbeidet var å få til et intervju fra hver bransje, samt et intervju fra Petroleumstilsynet. Det viste det seg imidlertid vanskelig å få kontakt med alle disse personene, men også at det var mulig å få tak i relevant informasjon uten å gjennomføre intervjuer. Det ble derfor gjort kun to intervjuer, ett med Ptil og ett innenfor AMK-forskning.

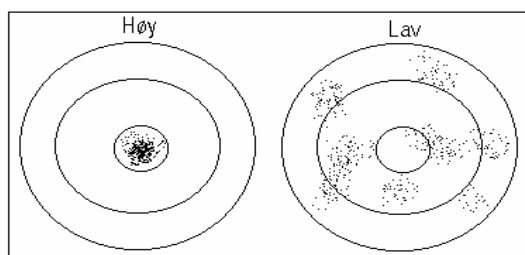
### 2.5 Dataanalyse

Under prosjektarbeidet var ikke analyse og datainnsamling klart atskilte faser, noe som også karakteriserer kvalitativ forskning. Som nevnt under punkt 2.2 er forskningsspørsmålet relativt vidt definert, og ved datainnsamlingen og analyse var det derfor nødvendig å tilpasse relevansen i funnene til de to faktorene, forskningsspørsmål og kontekst gitt i figur 1.2.

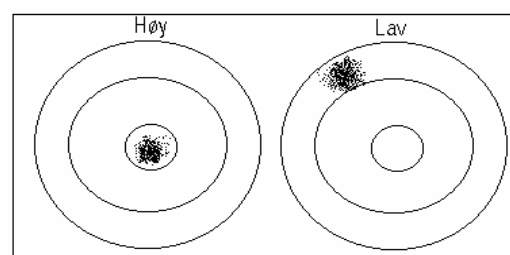
Dataene ble samlet inn på bakgrunn av dette og kategorisert etter de viktigste elementene i funnene. Til hvert av funnene ble det gitt en kort oppsummering av de viktigste lærdommene fra dem trukket ut. Hvert funn med tilhørende lærdom ble strukturert med entydig nummerering. Ut fra denne nummereringen er det i kapittel 7 gjort en oppsummering på tvers av bransjene, der det ble lagt vekt på felles elementer og funn som gikk igjen.

#### 2.5.1 Troverdighet, bekreftbarhet og overførbarhet

Det er viktig at metoden sikrer god troverdighet og bekreftbarhet. Dette er begreper knyttet til kvalitativ forskning. Tilsvarende begreper for kvantitativ forskning er reliabilitet og validitet. Troverdighet er knyttet til gjennomføringen av forskningsprosessen og måten datainnsamlingen er gjort. Det bør sikres tillit til arbeidet, samt at feilkilder avdekkes. For troverdighet er det også viktig at arbeidet er etterprøvbart, og gir samme resultat dersom det gjennomføres flere ganger. Bekreftbarhet er knyttet til kvaliteten på tolkningene som blir gjort. Disse bør være relevante, og avdekke i hvilken grad forskerens egen erfaringer og oppfatninger har spilt inn. Det bør også komme fram om man faktisk får svar på det man mener at man spør om. De to begrepene er illustrert i figurene under.



Figur 2.1: Høy og lav troverdighet.



Figur 2.2: Høy og lav bekreftbarhet.

I tillegg til disse to forholdene er det også viktig å gjøre resultatene overførbare (i kvantitativ forskning generaliserbare). Dersom resultatene er overførbare kan de brukes i andre sammenhenger. En evaluering av dette i forhold til oppgaven blir gitt i kapittel 7.2, refleksjon.



### 3 Teoretiske rammer

For å få god forståelse for problemstillingen og bransjene som undersøkes, er det viktig å se dem i en kontekst. For å skape denne konteksten blir det i oppgaven brukt teoretiske tilnærminger som har relevans for erfaringskartleggingen, og miljøene erfaringene er hentet fra. På grunn av den store mengden funn både innad og på tvers av bransjer, der svært mange av dem kan beskrives ut fra samme teoretiske begrunnelse, blir ikke aktuell teori gjennomgått fortløpende gjennom funnene. Det blir i stedet her gitt en grundigere innføring i relevant teori, før drøfting av de enkelte funn. Dette for å unngå gjentakelser. Underveis i erfaringskartleggingen blir det kort diskutert hvordan funnene kan sees i sammenheng med denne teorien og henvisninger til den gitt, som videre er å finne i dette kapitlet. For å bedre oppsummere på tvers av bransjer blir det imidlertid i kapittel 5.4 gitt en oppsummering av funn opp mot teori.

#### 3.1 Aspekter ved læring og erfaringsoverføring

Læring og erfaringsoverføring er et vidt område som kan omhandle mange forhold i og mellom bedrifter. I forhold til kartleggingen som gjøres i denne oppgaven er det imidlertid to aspekter som er særlig relevant. For det første er læring og erfaringsoverføring noe av det som ønskes oppnådd med oppgaven. For det andre er det snakk om læring og erfaringsoverføring i fjernstyringssystemet og hvordan få til dette.

Ved at læring og erfaringsoverføring er noe som ønskes oppnådd med oppgaven, er det snakk om at erfaringene som samles inn skal kunne brukes av andre bransjer. Ofte er det slik at hendelser og ulykker skjuler informasjon som er nyttig for samme, liknende eller andre organisasjoner. Ved å trekke fram hendelser i ulike bransjer og se disse i sammenheng er det et mål å framstille funnene på en slik måte at også andre kan bruke de. Hvorvidt andre kan nyttiggjøre seg av disse erfaringene vil avhenge av relevansen og framstillingsmåten på erfaringene som er samlet inn, men også av bransjer og organisasjoners evne til å lære og til å tilpasse seg andres erfaringer.

Det andre punktet om læring og erfaringsoverføring i fjernstyringssystemet har i seg selv mange vinklinger. For denne oppgaven er det viktig å gripe fatt i hvordan organisasjonen og menneskene i den lærer når fjernstyringssystemet blir en del av hverdagen. Den ”tekniske læringen” ved at fjernstyringssystemet i seg selv ikke skal gjøre samme feil flere ganger, er en et område som ikke blir behandlet.

##### 3.1.1 Kommunikasjon mellom operatører

Evnen til å overføre erfaringer og lære av hverandre avhenger mye av informasjonen som sendes mellom operatører i fjernstyringssystemet. Ved bruk av fjernstyringssystem blir gjerne kommunikasjon mellom aktører basert på litt andre prinsipper enn det som ellers er vanlig. Henderson, Wright og Brazier (2002) deler kommunikasjon inn i tre ulike former:

- Ansikt-til-ansikt kommunikasjon.
- Sanntidskommunikasjon (telefon, radio, chat og lignende)
- Forsinket kommunikasjon (skrevne logger og beskjeder og lignende)

Ved bruk av fjernstyring vil det blir mindre av ansikt-til-ansikt-kommunikasjon og mer av de to siste kommunikasjonsformene. Begge disse to foregår når operatørene er på ulike lokasjoner, men sanntidskommunikasjon er synkron mens forsinket kommunikasjon er asynkron. Det sier seg selv at dersom det haster å få beskjedene fram er det kritisk at forholdene ligger til rette for sanntidskommunikasjon. Både sanntidskommunikasjon og

forsinket kommunikasjon foregår over et medium eller kanal. Dette kan betraktes som deler av en generell kommunikasjonsmodell, der også sender og mottaker er med (Hovden, 2003).

Vellykket kommunikasjon forekommer når mottakeren tolker og forstår beskjeden riktig. Feil i kommunikasjonen oppstår når ingen beskjed blir overført eller når beskjeden blir misforstått. Beskjedene kan bli misforstått som følge av dårlig kvalitet i overføringsmediet, dårlig utforming av avsender eller feil oppfattelse hos mottaker. Den mest uheldige konsekvensen av dette er hvis mottakeren tolker beskjeden feil og dette ikke blir oppklart før det hele resulterer i feil handling. Henderson, Wright og Brazier (2002) tar spesielt opp at avstanden mellom operatører i en fjernstyringssituasjon kan føre til dårligere forståelse for hverandres roller og arbeidsoppgaver, noe som igjen kan føre til dårligere kvalitet på informasjonen som sendes og flere feiltolkede beskjeder og handlinger.

I fjernstyringssystemer er med andre ord også de ulike operatørens situasjonsforståelse og måter å sende eller motta informasjon på viktig. Henderson, Wright og Brazier (2002) tar opp forhold som spiller inn på operatørens evne til samarbeid og informasjonsdeling. Her er felles mentale modeller for en oppgave som skal utføres viktig for et vellykket resultat fordi det gir felles forståelse. Felles forståelse for hvordan informasjon skal sendes og tilbakemelding foregå, vil redusere sannsynligheten for at det oppstår kommunikasjonsmessige feil. Dersom avvik fra denne felles oppfattelsen oppstår er det sannsynlig at det blir satt i verk kontrollerende aktiviteter. Den felles forståelsen består av felles kunnskap og antakelser om situasjon, hverandres roller og ansvar, gjeldende prosedyrer og kulturelle forhold. Over tid vil grupper utvikle spesielle måter å kommunisere på, som tilfredsstillende egne behov og gjør prosessen mer effektiv. Det kan for eksempel dannes en felles forståelse for informasjon som antas å være kjent for alle og som kan utelates i meldinger. Et felles vokabular kan også utvikles. Selv om dette kan hjelpe operatører i sitt daglige arbeid er det viktig å være oppmerksom på ulemper som kan oppstå dersom nye operatører kommer inn som ikke er kjent med denne felles forståelsen. Dette kan virke hemmende både på erfaringsoverføring og læring.

### **3.1.2 Systemer for erfaringsoverføring**

Mange organisasjoner og bransjer har tatt i bruk systemer for erfaringsoverføring for å sørge for at alle operatører i et geografisk spredt miljø skal få tilgang til den samme informasjonen og dermed mulighet til å lære av hverandre. Dette kan særlig relateres til fjernstyringssystemer som jo nettopp innebærer atskillelse mellom operatører. Tanken er at operatører som har gjort seg erfaringer med hendelser skal lagre dette i systemet slik at det er tilgjengelig også for andre. Gode erfaringsoverføringssystemer kan hjelpe til med hurtig tilgang til relevant informasjon dersom det oppstår en situasjon som er ukjent for den aktuelle operatøren. Phimister, Bier og Kunreuther (2001) sier noe om effektive læringssystemer (eller erfaringsoverføringssystemer). De mener at det viktigste er å vise deltakerne at meningen med systemet ikke er å straffe, men en systematisk forbedring som skal hindre uønskede hendelser fra å skje i fremtiden. Et læringssystem må også vise seg å være nyttig. Operatørene må forstå hvorfor systemet er nødvendig og hva fordelene kan være. Videre sies det at individene er de viktigste komponentene for et effektivt læringssystem. Et vellykket system danner et miljø der folk ønsker å gjøre den riktige handlingen, og der menneskene snakker og kommuniserer med hverandre.

Egne observasjoner fra prosjektarbeid i Statoil understreker dette. Et svært relevant forhold fra disse observasjonene var at operatørene var geografisk spredt, noe som også gjelder i fjernstyringssystemer. Det fantes flere rapporteringssystemer, men de ble i varierende grad

brukt og operatørens oppfattelse av nytteverdien var også varierende. I noen sammenhenger var det vanskelig for dem å se hvordan systemene kunne hindre fremtidige hendelser, eller hvordan informasjonen de la inn kunne være viktig for andre operatører. De hadde også en oppfattelse av at de andre i liten grad leste eller brydde seg om det som ble gitt av informasjon. Samtidig var det også slik at operatørene mente kommunikasjonen dem imellom var dårlig og at de i liten grad lærte av hverandres erfaringer. Den geografiske spredningen gjorde at det vanskelig utviklet seg en felles forståelse for rutiner, andres oppgaver og bruk av rapporteringer. En av de viktigste konklusjonene på hvorfor det var slik og hvordan situasjonen kunne forbedres, var å involvere brukerne når rapporteringssystemene skulle utformes og ikke minst når det skulle avgjøres hvordan systemet skulle brukes av operatørene. Samtidig var det minst like viktig å legge forholdene til rette for at det enkelt kunne tas kontakt med andre, at det fantes muligheter for uformelle samlinger og at operatørene hadde kunnskaper om hverandres arbeid.

### **3.2 High Reliability Organisations, HRO**

”High reliability organisations” er beskrivelsen på organisasjoner som klarer å opprettholde en nesten feilfri drift selv om de operer i svært kompliserte omgivelser der det benyttes krevende teknologi (LaPorte, Consolini, 1991). Eksempler på slike organisasjoner er kjernekraftverk, atomubåter, flytrafikk og flyledelse. For å forklare hva som ligger til grunn for at disse systemene blir kategorisert slik de gjør, og blir beskrevet som HRO, det nødvendig å gå via Perrow sin klassifisering av systemer og hans beskrivelse av systemulykker. Det var dette som ledet til teorien om HRO.

Perrow (1999) argumenterte for at systemer kan være bygd opp på en slik måte at de er utsatt for systemulykker. Dette forklares ved bruk av begrepene interaksjon og koblinger. *Perrow mente at når systemene har både tette koblinger og komplekse interaksjonene, vil det høyst sannsynlig oppstå systemulykker.* Perrow har ofte blitt kritisert for å ha et pessimistisk eller negativt perspektiv i sin teori. Teorien hans har et spennende faglig ståsted, men i denne rapporten blir det heller fokusert på HRO. Se derfor vedlegg 1 for en grundigere beskrivelse av teorien til Perrow. Det blir fokusert på HRO fordi disse organisasjonene har egenskaper som er interessante for fjernstyringssystem, ut fra et perspektiv om å identifisere beste praksis.

HRO er altså en type organisasjoner som operer nesten feilfritt selv om de kan sies å ha høy kompleksitet og tette koblinger. Dersom Perrow sitt pessimistiske syn på slike organisasjoner var riktig ville det i disse bransjene oppstått langt flere ulykker enn det gjør. Rosness et.al (2004) tar for seg ulike forfatteres meninger om hvorfor disse organisasjonene likevel fungerer. Her blir det gitt en kort forklaring på de viktigste faktorene.

#### **Organisatorisk redundans**

Redundans brukes fordi en innser at både tekniske systemer og mennesker kan feile. Det innføres da elementer som er klar til å ta over dersom noe feiler. Ved organisatorisk redundans brukes menneskelige ressurser man kan rådføre seg med, og som kan sjekke og korrigere hverandre. Organisatorisk redundans innebærer samhandlingsmønstre som setter organisasjonen i stand til å utføre oppgaver mer pålitelig enn enkeltpersoner (Rosness, 2004).

Organisatoriske redundansen avhenger av to forhold, *strukturelle forutsetninger* og *kulturelle forutsetninger*. Den første av disse omhandler aktørenes mulighet til direkte observasjon av hverandres arbeid, samt overlappende kompetanse, oppgaver og ansvar. For å oppnå dette må HRO vie mye oppmerksomhet til utvikling av individuell og kollektiv kompetanse. Et annen virkemiddel er god kvalitet og mangfold i kommunikasjonskanalene. Det neste forholdet, *kulturelle forutsetninger*, omhandler mulighetene og viljen til å utveksle informasjon, gi

tilbakemeldinger, overveie egne og kollegaers avgjørelser og inngripen for å rette opp feilhandlinger. I en HRO blir både den strukturelle og kulturelle dimensjonen ivaretatt på en god måte.

### **Tilpasningsdyktighet**

En annen egenskap ved HRO er at de er i stand til spontant å tilpasse seg ved krevende situasjoner og kriser. Dette vil si at de er i stand til å bryte ut av definerte strukturer, rutiner og posisjoner til mer uformelle samarbeidsformer dersom situasjonen krever det. Kultur fremstår som et sentralt element. Riktig kultur kan være med på å gjøre at organisasjonen oppnår høy grad av orden og forutsigbarhet, og være med på å forsterke en sentralisert organisasjon preget av kontroll og detaljerte prosedyrer. Et viktig aspekt er at HRO aksepterer en tilstand der ingen feil inntreffer er omtrent umulig å oppnå. For å håndtere disse feilene er der derfor viktig å utvikle organisasjonen slik at den kan oppdage og begrense feilene på et tidlig stadium. Operatørene som arbeider i HRO tar det som en naturlig oppgave å se etter symptomer på at noe er galt, og rapporterer det. De er derfor observante også under normal operasjon, slik at mangler kan avsløres og håndteres før store feil inntreffer. I HRO har operatørene ulik bakgrunn, erfaringer og fagfelt, slik at det er tilgjengelig eksperter innen alle sentrale områder av organisasjonen. Disse samarbeider avhengig av oppgaver som skal utføres, og situasjoner som oppstår. Dermed kan det sikres at der er nok kunnskap og oversikt til at problemer kan løses.

### **3.2.1 Bransjene**

De utvalgte bransjene til dette studiet kan i ulik grad karakteriseres ut fra egenskapene nevnt ovenfor. Perrow (1999) analyserte selv mange organisasjoner ut fra teoriene sine. Av de valgte bransjene til denne rapporten er det kun AMK-sentraler som ikke er tatt med av Perrow. Han anser både kraftverk og jernbanen til å ha svært tette koblinger, mens kompleksiteten varierer. Det nærmeste AMK-sentralene kommer en kategorisering er det som er benevnes som "multi-goal agencies" eller "welfare", som har komplekse interaksjoner men løse koblinger. Det som imidlertid kan sies om dem alle er at ved implementering av fjernstyring beveger de seg kraftig i retning av komplekse interaksjoner og tette koblinger. Det generelle med denne oppgaven er at den begrenser seg til kontrollrommet og avvikshåndteringen her. Fjernstyringssystemet, håndtert fra kontrollrommet, kan i seg selv betraktes som et system med komplekse interaksjoner og tette koblinger. Det er derfor også et mål at de skal fungere som HRO ved at få feil inntreffer og avvik håndteres på en god måte. Dette er selvfølgelig også et mål for olje- og gasssektoren når de i større og større grad går over til fjernstyring.

### **3.3 Menneske, teknologi og organisasjon, MTO**

Ved å flytte det meste av styringen, driften og overvåkingen inn i kontrollrom, blir det tekniske element enda viktigere. Dette er den primære plassen det er mulig å påvirke det som skjer, og det er derfor helt nødvendig at menneskene som jobber i dette miljøet fungerer godt sammen med det tekniske. Det er derfor viktig å tenke ut fra et MTO perspektiv når fjernstyring skal implementeres. Teorien om MTO går ut på å vie like mye oppmerksomhet til de tre områdene mennesket, teknologien og organisasjonen, og se disse i sammenheng. Sentrale tekniske faktorer er for eksempel at teknologien som brukes er sikker, at det finnes gode barrierer, og at teknologien er brukervennlig og støtter opp om et godt arbeidsmiljø. Organisatoriske forhold som er viktig å fokusere på er hvorvidt det er organisatorisk redundans, om det er rom for fleksibilitet, at opplæringen er god og hvordan ledelsessystemet er bygd opp. Den menneskelige faktoren i dette er å sikre at rett og god nok kompetanse er ivaretatt, samt hvilke holdninger og oppførsel som vises (Kjellén, 2000).

MTO kan deles opp i to perspektiver, det myke og det harde/strukturelle. Den myke omhandler sikkerhetskultur, holdninger, atferd, kunnskap, normer og så videre, og er relatert til hvordan man *faktisk gjør* ting. Den harde/strukturelle omhandler teknologiske løsninger, struktur, organisasjonskart, organisasjonspolicy, retningslinjer, standarder, lover etc. Dette er relatert til hvordan man *bør gjøre* ting. Det er viktig å ha fokus på både myke og harde verdier. Tendensen i systemer fram til i dag har imidlertid vært at det fokuseres for mye på den strukturelle delen (Albrechtsen, 2004). MTO hjelper, på lik linje med teorien om HRO, til med å strukturere sentrale funn.

Når det snakkes om MTO kan også ISO 11064 nevnes. Denne standarden gir retningslinjer for ergonomisk utforming av kontrollsentre. Mange av retningslinjene retter seg mot utforming av de tekniske innretningene, men standarden tar også med vurderinger ut fra et menneske og organisasjonsperspektiv.

### **3.4 Barrierer**

Barrierer er et sentralt begrep for å beskrive forebyggende elementer, både for å hindre at en ulykke oppstår og for å redusere konsekvens i etterkant av en ulykke. Slike barrierer er naturligvis også viktig ved fjernstyring. Haddon (1980) beskriver barrierer gjennom sin energimodell. Dersom det ikke er mulig å redusere eller eliminere selve farekilden må konkrete barrierer settes inn. Barrierene ligger mellom farekilden og menneske/installasjon for å beskytte mot skade. Slike barrierer kan skille farekilde og menneske installasjon i tid og rom, eller de kan være et mer fysisk skille som ligger mellom. Ofte er det ikke bare en barriere som skiller, men mange, etter en forsvar-i-dybden-filosofi. Da er det flere uavhengige barrierer mellom farekilde og menneske/installasjon, noe som er med på å hindre at enkeltfeil kan utvikle seg til ulykke. Dermed kan en hendelse med alvorlige konsekvenser kun oppstå dersom alle disse barrierene svikter (Kjellén, 2000). Reason (1997) tok også utgangspunkt i en slik modell og delte inn i svikt på bakgrunn av aktive og latente feil. Aktive feil er relatert til at menneskelig svikt, enten ved at mennesket sviktet som forsvarsmekanisme eller ved at det omgår regler og barrierer med hensikt. Latente feil er relatert til svakheter i forsvarssystemet i seg selv (design, vedlikehold og liknende). I et fjernstyringssystem der mennesker skal fungere i nært samarbeid med teknologiske løsninger, er det naturligvis viktig at hensyn til både aktive og latente feil tas.

## **Del 3: Kartlegging og resultater**

### **4 Bransjer**

Som nevnt i kapittel 1.2 er det valgt ut tre bransjer for nærmere studier. Her gis det en beskrivelse av bransjenes bakgrunn og på hvilken måte de bruker fjernstyring.

#### **4.1 Telemedisin – AMK-sentraler**

Telemedisin dekker et stort område og defineres i *Advanced Informatics in Medicine* (1991) som "Undersøkelse, overvåkning, behandling og administrasjon av pasienter og opplæring av pasienter og personale via systemer som gir umiddelbar tilgang til ekspertise og pasientinformasjon uavhengig av hvor pasienten eller relevant informasjon er geografisk plassert."

Denne beskrivelsen dekker mange medisinske områder som dermed kan kalles telemedisin. Eksempler på dette er pasientkonsultasjoner ved hjelp av videokonferanse og elektronisk post. Ved bruk av elektronisk post kan det gjerne benyttes vedlegg som inneholder bilder, videoklipp eller lydfiler. Ved behandling av pasienter er telemedisinsk utstyr med på å bryte ned avstanden mellom lege, pasient og spesialist. Legen kan for eksempel gjøre undersøkelser som ved hjelp av video eller bilder kan sendes i sanntid eller som elektronisk post til spesialisten som gir direkte kommentarer og veiledning på det som skjer. I tillegg til dette omfatter også telemedisin utdanning og opplæring av fagfolk, pasienter og pårørende. Undervisning og veiledning skjer da via videokonferanse, internett, elektronisk post og annen nettbasert teknologi. I en prosjektrapport utarbeidet av Nasjonalt senter for telemedisin beskrives telemedisin som et verktøy for å oppnå bedre kvalitet og tilgjengelighet på helsetjenester (Knarvik et.al, 2004). Som avgrensning innenfor telemedisin er akuttmedisinske kommunikasjonsentraler, AMK-sentraler, valgt. Disse faller også inne under definisjonen for telemedisin. AMK-sentralene er valgt fordi dette er et område innen telemedisin som kan relateres til hvordan fjernstyring foregår innen de andre valgte bransjene, men også innen fjernstyring i olje og gass. De er bygd opp rundt et kontrollrom, eller som navnet sier en akuttmedisinsk kommunikasjonsentral. Sentralene likner mye på kontrollrommene som er i bruk ved fjernstyring i andre bransjer. Her håndteres problemstillinger som oppstår utenfor personalets mulighet til direkte inngripen. Sentralene betjener nødnummeret 113 og legevaktjenester. Hovedoppgaven er å gi folk raskest mulig medisinsk hjelp. Sentralene tar imot innkommende henvendelser og behandler de. Dette kan være henvendelse til lege, koordinering av ambulanse og faglig medisinsk veiledning via telefon. Sykepleierne på sentralen samarbeider og hjelper hverandre dersom det tas avgjørelser uten lege. Også skriftlig materiale og elektroniske hjelpemidler brukes dersom det er nødvendig. Sentralene betjenes vanligvis av en eller to sykepleiere og en til to ambulansesentraler. Personene i sentralen samarbeider med hverandre, men også med aktører på andre geografiske steder, om å håndtere og løse pasienters problemer. Det sentrale er å flytte informasjon om pasienter istedenfor pasienten selv. Dermed reduseres betydningen av avstanden mellom pasient og helsetjeneste.

## 4.2 Jernbane

Også jernbanen har lang historie i Norge, og også her har det lenge vært ulike grader av fjernstyring. De første stegene ble tatt i 1980 ved at installasjon av system for ATC - automatisk togkontroll ble startet. Når det her snakkes om jernbanen er det viktig å være oppmerksom på hvilke aktører og anlegg som er relevante for denne oppgaven. Jernbaneverket er en av de viktigste aktørene, siden det er de som utvikler og driver det norske jernbanenettet. Jernbaneverket har bl.a. ansvaret for sporet, signalanlegg, informasjonstjenesten på stasjonene og vedlikehold og utbygging av jernbanenettet i Norge. Den neste viktige aktøren er trafikkutøveren. Dette er en betegnelse som omfatter flere ulike aktører som benytter Jernbaneverkets banenett, eksempelvis NSB AS, Flytoget AS, Ofotbanen AS etc. Disse aktørene transporterer mennesker og gods jernbanenettet. Siden den totale jernbanedriften består av et komplisert samspill mellom spor, signalanlegg, kontaktledning og togene, er samspillet mellom jernbaneverket og trafikkutøverne viktig med tanke på sikkerhet. Dersom det oppstår et avvik er de gjerne begge involvert og må håndtere situasjonen i samspill med hverandre.

Innen jernbanen anvendes kontrollrom for å overvåke togframføringen over lengre strekninger. Ansvarlig for denne overvåkingen er toglederen. Denne personen stiller signaler for ut- og innkjøring av tog, og programmerer kryssinger på de fjernstyrte stasjonene. Lokførerne som kjører togene har kontakt med togleder via togradio som er et radiotelefonsystemet. Det benyttes også vedlikeholdsradio som er et kombinert walkietalkie og mobilt telefonsamband som brukes av bane- og elektromannskap som jobber ute på banene.

Det tekniske systemet som skal hjelpe togledelsen med å overvåke togtrafikken består av ulike elementer. ATC er et system som gjør at togene stopper automatisk ved eventuell passering av rødt lys, det skal også sørge for at togene ikke overskrider den maksimalt tillatte hastighet. Sentralisert trafikkontroll, CTC, muliggjør fjernstyring av signalanlegg for tog. Dette styres av togleder i en CTC-sentral. Ikke alle strekninger har fjernstyring og ATC, slik at ikke alle deler av jernbanenettet kan kontrolleres like godt fra sentralen. Det er mulig å benytte "linjeblokk", som er et system som hindrer at mer enn et tog kjører inn på en definert togstrekning. Det benyttes også sporfelt som er en avgrenset del av sporet hvor det kan detekteres om det er tog eller ikke. Alle jernbanens strekninger og spor er delt inn i sporfelt. Når et tog passerer fra et sporfelt til et annet, registreres dette i sikringsanlegget.

Ennå er imidlertid situasjonene slik at ikke alle stasjoner er fjernstyrt. De som ikke er det må ha en togekspeditør som sørger for at sikkerhetsreglementet for togframføring følges når toget er på stasjonen og/eller passerer stasjonen.

Signalanleggene sikrer trygg togframføring, sørger for at togene kommer fram så raskt og punktlig som mulig, og gjør at jernbanesporenes kapasitet utnyttes maksimalt. Jernbanen er delt inn i sporfelt, oftest ca 1 km lange. Hele jernbanens signal- og sikringssystem er bygd opp på at systemet vet hvilket sporfelt et tog befinner seg på, og i hvilken retning toget beveger seg. Nesten alle elektrifiserte banestrekninger i Norge har automatisk togovervåkning. Toget bremses automatisk ned dersom det forsøker å passere et hovedsignal som viser stopp, på noen strekninger også dersom det holder for høy hastighet.

### **4.3 Luftfart**

Luftfartens historie startet så tidlig som på begynnelsen av 1900-tallet. I de neste 20 årene etter dette foretok enkeltpersoner flere flygninger over korte eller lengre strekninger. Etter dette fikk første verdenskrig en vesentlig rolle i utviklingen av luftfartshistorien, med en rask teknisk utvikling. Samme virkning hadde også andre verdenskrig. I mellomkrigstiden ble flyging i det små en del av sivil samferdsel, med transport for gods og personer. I 1920 ble det satt i gang en prøverute på Vestlandet som var i drift et par måneder. Etter dette ble Widerøes Flyveselskap grunnlagt i 1934. Rutene deres var sjøflybasert og de drev med ambulanse-, skole-, taxi- og fotoflyging. Omtrent samtidig kom også Det Norske Luftfartselskap (DNL). Flytrafikken tok seg etter dette opp med stadig flere ruter og flygninger, både innenlands og utenlands. I 1968 kom kortbanenettet og kortbaneflyplasser i Norge, og sjøflyrutene forsvant.

Etter hvert som trafikken i lufta ble større ble det også behov for større kontroll med disse aktivitetene. Der de første pilotene fløy på eget ansvar og kun i regi av flyets instrumenter, finner vi i dag et avansert nett av kontrollsentraler, tekniske systemer og radarovervåking. Denne utviklingen har gått gradvis, og i mange tilfeller vært et resultat av dyrekjøpt erfaring fra ulykker og nestenulykker.

I dag er overvåkingen av flytrafikk organisert rundt flygekontrollenhetene kontrolltårn, innflygingskontroll og kontrollsentraler. For denne rapporten kategoriseres alle som kontrollsentraler. Kontrolltårnet (ATC TOWER) er plassert på flyplassene, og herfra dirigeres og kontrolleres flytrafikk i luftrommet rundt flyplassen som landinger, avganger, trafikk i lufta og bakketrafikk. Flygelederne i et kontrolltårn tjenestegjør som regel også i den tilhørende innflygingskontrollen (APPROACH). På de mindre flyplassene skjøtes denne funksjonen gjerne av vakthavende flygeleder i kontrolltårnet, mens det ved de store flyplassene vanligvis er etablert en separat innflygingskontroll. Innflygingskontroll dirigerer flyene under inn- og utflyging til og fra flyplassen. På de største flyplassene foregår dette arbeidet ved hjelp av radar. Kontrollsentralene (ATCC) kontrollerer og dirigerer flyene som er på vei mellom flyplassene. Det er fire slike i Norge og de dekker hele luftrommet, noe som vil si at fly er kontinuerlig overvåket mens de er i lufta. Kontrollansvaret for flyet overføres mellom de aktuelle kontrollsentralene, og når det nærmer seg landingssted, fra kontrollsentral til innflygingskontroll og tårn.

I alle disse leddene har flygelederen (kontrollromsoperatøren) et sentralt ansvar. For det første skal de sørge for sikkerheten i lufta og forhindre sammenstøt. Her er den koordinerende og styrende jobben sentral, ved at personen til en hver tid skal ha full oversikt over trafikken i sitt område. Samtidig er det også en viktig oppgave å sørge for en effektiv trafikkavvikling, ved at rutertider overholdes og annen trafikk i området koordineres. I tillegg har flygelederen en sentral oppgave med å kontinuerlig oppdatere, gi råd og informere fly i sitt område om forhold som har betydning for sikkerhet og effektivitet. Flygelederen har også kontakt med øvrige operatører som arbeider inne på flyplassområdet.



## 5 Innsamling av erfaringer og diskusjon

Det ble tidlig klart at det er skrevet og dokumentert lite angående problemstillingen. Intervjuet med Ptil bekreftet dette. De uttalte at de hadde jobbet litt mot annen industri generelt, men ikke vært særlig systematiske på området. Kunnskapen om erfaringer med fjernstyring fra andre bransjer var derfor liten. De fleste bransjene hadde i liten grad selv dokumentert hvilke effekter fjernstyring har hatt med tanke på håndtering av alvorlige hendelser i en kontrollromssituasjon. Dermed ble det nødvendig å skaffe erfaringer på andre måter, ved å gå inn på primærinformasjon om hendelser, og forsøke å sette opp noen erfaringer fra disse. Til dette ble beskrivelser av hendelser som gav mulighet for læring og diskusjon valgt ut.

Det er gjennomgått mange dokumenter og rapporter under erfaringskartleggingen, der funnene i stor eller liten grad kan brukes til å svare på oppgavens problemstilling. I gjennomgangen som følger er de mest relevante plukket ut, og det blir gitt en mer detaljert gjennomgang av disse. Dette for å gi et grundigere innblikk i de faktiske hendelsene. Liknende og mindre relevante funn blir også nevnt, men ikke gjennomgått på samme måte.

Innsamlingene av erfaringer blir splittet opp på de tre utvalgte bransjene, AMK, jernbane og luftfart. For hvert av disse blir funn og lærdommer listet opp og nummerert. Det gis en framstilling av hva som faktisk har skjedd og en diskusjon på hva som er sentrale elementer i dette.

### 5.1 Telemedisin – AMK-sentraler

AMK-sentralene vurderer ikke hendelser ut fra en risikomatrixevaluering på samme måte som mange andre bransjer, se kapittel 1.2, men liknende vurderinger gjøres likevel. Hendelsene som varsles prioriteres etter alvorlighetsgrad. Denne alvorlighetsgraden settes av AMK-operatørene basert på informasjonen som gis fra de som ringer inn hendelsene. Ofte er det for eksempel slik at sykepleier og ambulanskoordinatordelers oppgaver etter alvorlighetsgrad. Ambulanskoordinatordelers tar seg av vanlige (grønne) ambulanseturer mens sykepleier betjener 113-henvendelser (Tjora 2002).

I forhold til den generelle figuren 1-2, er det svært ofte ambulansetjenesten som representerer operatørene ute på ”installasjonen/anlegget”, eller mer korrekt for denne bransjen stedet der hendelsen har inntruffet. Men disse personene kan også være første person på stedet og etter hvert også legene. Legene (og andre spesialister) kan imidlertid også inngå som andre operatører som er involvert for å løse problemet. Relatert til figur 1-2 blir legene da aktørene som er oppgitt som eksterne fagfolk eller spesialister.

#### 5.1.1 Relevante funn og erfaringer

I det etterfølgende er det gitt en gjennomgang av funnene. Disse er i hovedsak knyttet til aktørene AMK, lege og ambulanse.

##### **A1: Uklarhet i varslingsrutiner og ansvar (ref: Tjora, 2002):**

Et viktig funn er i forhold til rutiner for varsling. Dersom en hendelse med hastegrad ”akutt” inntreffer benytter AMK-sentralene ”lege-ambulanse-alarm” via helseradionettet for å sørge for samtidig alarmering av legevaktjeneste og ambulanse. Legenes måte å kontakte ambulanse er derimot noe varierende. Noen kontakter AMK eller LV-sentral for at disse skal foreta videre koordinering, mens andre kan kontakte lokal ambulansetjeneste direkte. Når det

sistnevnte skjer får ikke AMK-sentralene vite at en ambulanse er kalt ut eller hva situasjonen gjelder. Dette gjør at sentralene mister oversikten og muligheten til å gi god bistand.

Uvisst om dette skyldes mangel på rutiner eller at rutinene ikke blir overholdt, er dette uansett en uavklart situasjon mellom kontrollsentral og eksterne operatører som kan føre til problemer. Koordinerings- og prioriteringsansvaret bør ligge hos sentralen, og det bør derfor være klart også for andre aktører at denne skal benyttes. Det er svært viktig at AMK-sentralene har oversikt over hvilke hjelpemidler de til en hver tid har tilgjengelig, deriblant ambulanser. Det bør derfor legges vekt på entydige varslingsrutiner og avklarte ansvarsforhold i forbindelse med uttrykk og behandling. Dette er i tråd med Henderson, Wright og Brazier (2002), som sier at det må være felles kunnskap og antakelser om blant annet roller ansvar og gjeldende prosedyrer.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det bør være entydige og forståtte varslingsrutiner for alle operatører. Dette innebærer at varsling skjer gjennom riktige kanaler, slik at de personene som trenger å vite hva som skjer blir orientert. Hvordan dette skal skje og hvem aktuelle personer er må være definert og oppfattet av alle.
- b) Ansvarsområdene til operatørene i kontrollrommet må være avklart for alle operatører. Dette er viktig for at kontrollromsoperatørene skal bli involvert i riktige oppgaver, og for at de skal kunne ivareta oversikten i det som skjer.

### **A2: Problemer med varslingskanaler (ref: Tjora 2002):**

Det neste problemet er i forbindeser med varsling av en alvorlig hendelse. Dersom en hendelse med akutt hastegrad inntreffer skjer varslingen både til legevaktjeneste og ambulanse via helseradionettet. Det har imidlertid vist seg at det er stor variasjon med tanke på hvor mye legene lytter til dette nettet. Dersom de ikke gjør det blir det noen ganger tilfeldig om de fanger opp alarmer. AMK-sentralene har løst dette ved å lage en oversikt over hvilke leger som lytter til nettet og hvilke som ikke gjør det. De må med andre ord opparbeide seg en uformell kunnskap om hvordan andre aktører tenker og handler.

Selv om dette har vist seg å fungere når AMK-operatørene har opparbeidet seg denne kunnskapen, gir denne ordningen lite rom for kontinuitet. Dersom det ansettes nye personer enten i AMK-sentralen eller hos legene, kan det oppstå situasjoner der legen ikke har oppfatter en varsling mens AMK-personellet ikke vet på hvilken måte de skal varsle. I verste fall kan dette føre til en situasjon der det ikke oppnås kontakt med legen i tide slik at situasjonen utvikler seg oppover i alvorlighetsgrad. Det er derfor helt sentralt at det er avklart for alle aktører hvordan de skal kontakte hverandre. Som i funn A1 kan også dette relateres til Henderson, Wright og Brazier (2002). Også her er det brudd på viktige forutsetninger om å ha felles forståelse for prosedyrer og ansvar.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Alle aktører må ha en felles oppfattelse av hvordan de skal kontakte hverandre, og hvilke kanaler de skal bruke under varsling. Dersom feil varslingskanal brukes kan det lett oppstå situasjoner der viktige meldinger ikke kommer fram til riktige personer. Dette punktet henger nært sammen med funn A1a.

- b) Det må være rutiner for å jevnlig informere om riktige kommunikasjonskanaler. Dette kan være med på å fange opp nyansatte og sørge for at de tidlig opparbeider seg riktig arbeidspraksis. Men jevnlig informasjon er også viktig for å minne ”gamle” operatører på hva som er riktige kanaler. Over tid kan det hende at noen finner andre kanaler og måter å bruke dem.

### **A3: Bedre informasjonsdeling og styrking av relasjoner (ref: Tjora, 2002):**

Et av spørsmålene Tjora (2002) stiller til AMK-operatørene er hvilke forbedringer de ser til *samarbeidet internt i AMK-sentralene*. Forbedringspotensialet lå i følgende:

- Personlig oppfølging
- Bedre bemanning
- Økt respekt
- Forståelse for hverandres arbeid
- Perfeksjonering av arbeidsprosesser
- Støyskjerming
- Bedre romforhold og arbeidsbeskrivelser

AMK-operatørene ble også spurt om hva som kunne forbedre *samarbeidet mellom AMK og andre aktører*. Svarene her kan oppsummeres med at de ønsket:

- Mer kontakt mellom aktørene
- At partene skulle ha mer informasjon om hvordan de andre tenker
- Forsterket samhold mellom dem.

Dette kunne gjerne gjøres ved hospitering og besøk.

Når det gjelder forbedringer med de *tekniske systemene* nevnes:

- Bedre oppfølging og drift
- Alle bruker definerte kommunikasjonskanaler (helsradioen)
- Økt brukervennlighet
- Mer opplæring
- Bygningstekniske forandringer
- Mer stabilt telenett
- Overføring av web-bilder fra skadested og elektroniske oppslagsverk
- Systemene skal støtte opp om spredning og deling av informasjon.

Medhørsfunksjonene benevnes som spesielt viktig, sammen med en kultur for å jevnlig informere de andre under en pågående aksjon. Muligheter for å dele og se samme skjermbilde er også viktig. Felles for dette er at det må være mulig å dele informasjon umiddelbart og at denne informasjonen er lik for alle.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) De viktigste faktorene når det gjelder forbedring av samarbeidet internt på AMK-sentralene er ut til å være menneskelige. I dette inngår bedre bemanning men også enkeltpersonenes egen kunnskaper samt relasjonene mellom dem er viktig. Personlig oppfølging hører nært sammen med bedre arbeidsbeskrivelser og perfeksjonering av arbeidsprosesser. Forståelse for andres arbeid og økt respekt er også nært beslektede forhold.

- b) Viktige forhold for å bedre samarbeidet mellom AMK og andre operatører er knyttet til styrkede relasjonene mellom dem. Dette kan gjøres ved å øke kontakten og samholdet mellom operatørene, og sørge for forståelse for andres oppgaver og tanker.
- c) Forbedringer i det tekniske systemet er knyttet til mulighetene for informasjonsdeling mellom operatører, samt forståelse for de tekniske systemene. For informasjonsdelingsmulighetene er det snakk om at overføringskanalene er stabile og kan overføre variert og nødvendig informasjon, og at det er felles forståelse for bruken av dem. Forståelse for de tekniske systemene innebærer bedre oppfølgingen og opplæringen, forbedret brukervannlighet og en felles forståelse for bruken av systemene.

Her viser resultatene forbedringspotensial langs hele MTO-spekteret. Tekniske forhold kan forbedres ved stabilitet i overføringskanaler og verktøy for å dele informasjon. Organisatoriske forhold som bedre opplæring og mulighet til å forstå andres oppgaver. Menneskelige forhold er tilstedet ved at kompetansen til operatørene og respekten for hverandre kunne vært bedre. Forbedringer trengs altså både på det menneskelige, tekniske og organisatoriske plan. Til dette kan det anbefales å bruke ISO 11064 som tar for seg og gir utdypinger på mange av disse områdene.

#### **A4: Dårlig innkommende og beskrivende informasjon (ref: intervju):**

Under intervjuet ble det blant annet stilt spørsmål om hva som har gått galt ved håndtering av hendelser fra AMK-sentralen. Det viktigste svaret på dette var den innkommende informasjonen til sentralen om hva som faktisk hadde hendt. Den største faren med dette var at varslingen inn var så dårlig at responsen ble feil. Uansett innkommende informasjon er det slik at det må handles eller responderes ut fra det som sies uten mulighet til å kontrollere alvorlighetsgrad. Dette informasjonsnivået er i stor grad avhengig av hvem som ringer inn og denne personens evner til å formidle hva som har skjedd. Slik situasjonen er i dag sorterer sentralene kun ut fra talesignaler. Dette gjør at operatørene er forhindret fra å få inn mye annen og nyttig informasjon. Supplement av andre måter å få inn informasjon kunne gjort at sorteringen av hendelser ble mer effektiv og riktig. Et bredere spekter av muligheter til å kontakt med AMK-sentralen, og et bredere spekter av muligheter til å videreføre en dialog via AMK-sentralen hadde derfor vært nyttig.

Det spesielle for AMK-sentralene er at de som ringer inn ikke trenger å være fagfolk. Dermed står denne bransjen over for en utfordring som i stor grad ikke finnes i andre bransjer. Type varsling og kommunikasjonen med AMK-sentralene er også begrenset til å gjelde telefon og radio. Det er i dag på gang flere prosjekter for å avhjelpe denne situasjonen og gi mer presis varsling. Spesielt gjelder dette formidlingen av bilder, MMS og video fra situasjonen inn til sentralen og til spesialister. Fra et teoretisk perspektiv kan dette settes i sammenheng med Hovden (2003) sin kommunikasjonsmodell, der både sender, kanal og mottaker inngår. Sending av informasjon må forgå over denne linja og komme fram uforstyrret. Den typen informasjon det her er snakk om er det Henderson, Wright og Brazier (2002) kaller sanntidskommunikasjon. Målet er at denne kommunikasjonen skal komme uforstyrret frem gjennom de tre leddene sender, kanal og mottaker. Ved å sørge for at informasjonene kan sendes både i ulike former og medier er det med på sikre nettopp dette. Informasjonen blir mindre følsom for avsenders koding, feil i et av mediene, samt at det blir et bredere grunnlag for mottaker til å tolke meldingene riktig.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det er viktig å sørge for at innkommende informasjon til sentralen kan formidles i flere ulike former og medier. En kombinasjon av lyd, bilder og modeller anbefales. Dette kan hjelpe til med å opparbeide riktig forståelse av situasjonen, sette riktig prioritet og handling, men også til å avklare uriktige opplysninger gitt over telefon. Operatørene får muligheten til å oppdage uoverensstemmelser mellom det som blir sagt og annen teknisk informasjon.

### **A5: Dårlig dekning i kommunikasjonskanaler (ref: intervju):**

Telefonens dekningsgrad ble også nevnt under intervjuet. All varsling inn til sentralen foregår over telefonnettet. I dag er disse stort sett relativt stabile og fungerer i de fleste sammenhenger. Likevel skal AMK-sentralene i teorien kunne håndtere hendelser uansett hvor de oppstår, selv om ikke alle geografiske områder er tilgjengelig for telefonforbindelse. Dette kan være avsidessliggende strøk, fjellområder eller de fleste områdene til havs. Dermed kan det oppstå situasjoner i områder der det ikke lar seg gjøre å varsle fra. Det påpekes også at det heller ikke lenger er mulig å bruke alternative kommunikasjonsformer dersom slike situasjoner skulle oppstå. NMT er nå lagt ned og GSM er ikke godt utbygd overalt. Dermed er man avhengig av kun et medium å kommunisere over, noe som har vist seg å være uheldig i enkelte situasjoner.

Her kan det tydelig observeres hvor ugunstig det er å kun ha et medium for kommunikasjon å støtte seg til. Dersom dette mediet ikke fungerer i en gitt situasjon er det svært sannsynlig at kontakt med sentralen eller nødvendig hjelp ikke oppnås i det hele tatt. Dermed er hele sentralens rolle og muligheten til hjelp helt satt ut av spill. Kontrollsentralen i seg selv kan ha mye godt og diversifisert utstyr, men alle disse funksjonene er helt nytteløse hvis det å bruke dem i utgangspunktet er avhengig av et ustabil kommunikasjonsmedium. Dette er et klart eksempel på hvordan kanalen for overføring kan sette kommunikasjonen mellom avsender og mottaker ut av spill, Henderson, Wright og Brazier (2002). Fra et HRO-perspektiv er dette et klart brudd på en strukturell forutsetning for organisatorisk redundans som sier at det er viktig med god kvalitet og mangfold i kommunikasjonskanaler.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Høy stabilitet og dekningsgrad for kommunikasjonsmedium og/eller alternative kommunikasjonsmedier er sentralt. Det beste er om begge kan ivaretas.

### **A6: For dårlig kapasitet i sentralen (ref: intervju):**

Et funn fra intervjuet var at terskelen for å komme gjennom til sentralen med innkommende meldinger noen ganger var for stor. AMK-sentralene sorterer de hendelsene som kommer inn, og ved stor pågang blir denne sorteringen veldig grov. Hendelser som burde blitt håndtert hurtigere står dermed på vent for lenge, eller blir ikke gitt den gjennomgangen de burde hatt. AMK-sentralenes viktige funksjon gjør at svært mange situasjoner blir varslet inn hit. Mengden av hendelser som blir ringt inn til AMK-sentralen i løpet av en dag kan i liten grad forutsees slik at det er vanskelig å planlegge bemanning og kapasitet. Likevel er det viktig å registrere at slike aktivitetstopper oppstår med jevne mellomrom, og at de da kan føre til at viktige hendelser ikke blir behandlet.

Dette kan fort synes å være et bemanningsspørsmål, men kan delvis skyldes kvaliteten på den innkommende informasjonene. Som nevnt tidligere er denne informasjonen i dag i hovedsaklig bestående av talesignaler, og sykepleieren kan bruke mye tid og ressurser på å finne ut hva som har skjedd. Bedre og varierte måter å ta imot informasjon på kunne gjort denne jobben raskere og mer effektiv. Kapasitetsproblemet i sentralen kan være sammensatt,

men det som er klart er at med dagens teknologi hender det at bemanningen ikke klarer å ta unna alle henvendelsene.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det er viktig at det tas høyde for aktivitetstopper i sentralen. Disse vil oppstå fra tid til annen og gjøre det vanskeligere for kontrollromsoperatørene å håndtere alt. Gode teknologiske hjelpemidler og/eller mulighet til å sette inn ekstra menneskelige ressurser er nødvendig.

For å finne en god balansegang og utforme gode teknologiske hjelpemidler kan ISO 11064 brukes som hjelpemiddel.

### **A7: Dårlig tilgjengeligheten av eksperter og fagfolk (ref: Tjora 2002):**

Tilgjengeligheten på eksperter og fagfolk tas også opp som en årsak til mulige problemer i gitte situasjoner. Denne tilgjengeligheten er i stor grad avhengig av hvilken bemanning som ellers er på sykehuset, samt hvilke personer som faktisk er på vakt når hendelsen inntreffer. Den koordinerende funksjonen til AMK-sentralene fordrer i stor grad at fagkompetanse kan nå andre steder, og når dette blir et problem er det også klart at det å ta beslutninger blir et problem. Dette kan sees på som en form for organisatorisk redundans, noe som er viktig for å fungere som en HRO. Mer konkret kan det sies at det her er snakk om kulturelle forutsetninger for organisatorisk redundans. Det må være muligheter (og vilje) til å utveksle informasjon og få tilbakemeldinger hos annet personell. Tilgjengelighet til nødvendige fagfolk er også viktig for en annen egenskap ved HRO, tilpasningsdyktighet. For å være tilpasningsdyktig er det nødvendig å ha tilgang til eksperter innen alle sentrale områder av organisasjonen.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Dersom beslutninger som skal tas i kontrollrommet er tidskritiske og avhengig av eksterne fagfolk, må disse fagfolkene være tilgjengelig når det er behov for dem.

### **A8: Bedre oppmerksomhet på innringer (ref: Wahlberg, Cedersund, Wredling, 2003):**

Innringerens oppfattelse av sentralens tjenester og svarene som gis fra derfra er viktig. Resultatene på undersøkelsen til Wahlberg, Cedersund, Wredling (2003) viser at det er svært viktig at den som kontakter sentralen får relevant og tilstrekkelig informasjon, blir behandlet på en oppmerksom og vennlig måte og føler at hans/hennes sikkerhet blir ivaretatt. Ofte ble ikke disse aspektene ivaretatt på en slik måte at innringeren følte seg trygg på behandlingen gitt av sentralen, og et ekstra legebekrøp blir derfor i mange tilfeller gjennomført.

Dette indikerer de kommunikasjonsmessige egenskapene kontrollromspersonellet bør ha. Det er mennesker som ringer inn, enten det er i AMK-sammenheng eller i andre bransjer. Ofte er disse stressede, eller i en slik situasjon der de vet de må stole på og er avhengig av det operatørene i kontrollrommet foretar seg. Måten kontrollromsoperatørene kommuniserer med operatørene ute er derfor helt sentralt for at situasjonen skal bli løst. Det holder altså ikke bare å gi riktig informasjon og iverksette de riktige tiltak. Dette må også kommuniseres på en slik måte at operatørene ute føler seg trygge. Anbefalingene til Wahlberg, Cedersund og Wredling støtter dette. De mener at utvelgelsen, utdanningen og opplæringen av sykepleierne i sentralene bør ha større fokus på deres støttende og kommunikasjonsmessige rolle. Opplæring bør fokusere på å lytte aktivt og det å håndtere sosiale konflikter. Dette er forhold som sier noe om de menneskelige faktorene i MTO. Her handler det om å sikre rett og god nok kompetanse. Først må det identifiseres hva som er riktig kompetanse, deretter må det sørges

for at denne kompetansen oppnås. Det kan synes som om anbefalingene på kompetanse (menneskelige faktorer) her kan være viktig å ta hensyn til i fjernstyringssituasjoner.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Personellet i kontrollrommet trenger ikke bare tekniske, eller en bredde av tekniske ferdigheter, men også kommunikasjonsferdigheter og menneskelige egenskaper som gjør at operatøren i den andre enden føler seg trygg. Dette er et forhold det spesielt må tas hensyn til dersom fjernstyringen er av en slik karakter at det fortsatt er personell ute.

### **A9: Manglende visuell kontakt med innringer (ref: Wahlberg, Cedersund, Wredling, 2003):**

Wahlberg, Cedersund, Wredling (2003) ser spesielt på hvilke problemer som har oppstått i sentralene. Oppsummert handler disse om at innringerne har fått annenhånds oppfølging og at sykepleierne i sentralen mistet visuell kontakt med situasjonen. Når det er snakk om problemer relatert til annenhånds informasjon vil det si at operatørene i sentralen ikke snakket direkte til den syke personen. Svært mange av funnene omhandlet beslutningsprosessen, hvor vurderinger ble gjort på bakgrunn av slik informasjon. Ofte slo dette ut i feil vurdering av hastegraden på behandlingen, at behandlingen ikke ble god nok eller at innringeren ikke følte oppfølgingen var tilfredsstillende. Alt dette på grunn av at personen i sentralen mistet visuell kontakt med innringeren.

Den visuelle forestillingen av hva som har skjedd er svært viktig fordi den er sentral for en riktig situasjonsforståelse og iverksettelsen av riktige tiltak. Det er særlig viktig at operatørene som er involvert i beslutningsprosessen har denne situasjonsforståelsen. Resultatene over bekrefter at feil oppstår på grunn av mangel på dette, og Wahlberg, Cedersund, Wredling konkluderer med at beslutningstakeren bør være mer forsiktig når det skal gjøres vurderinger på bakgrunn av informasjon skaffet av en tredjeperson. Dette er en mild anbefaling for å løse problemet. Dersom informasjonen er skaffet av en tredjeperson er det vertfall viktig at denne informasjonen blir fremstilt på ulike måter, ikke bare gjennom tale. Bilder, film, lyd, målinger og grundige beskrivelser er eksempler på dette. Med tanke på situasjonsforståelsens viktighet bør det frarådes at operatørene som skal ta beslutninger ikke har direkte kontakt med situasjonen eller ikke blir gitt diversifisert informasjon. Dette må heller betraktes som en nødløsning, og ikke som en god tatt arbeidsform. I tillegg til å sikre riktige beslutninger er dette også med på å gjøre innringeren mer trygg på behandlingen.

Ved å sørge for at informasjonen kan sendes både i ulike former og medier kan nettopp dette sikres. Informasjonen blir mindre følsom for avsenders koding, feil i et av mediene, samt at det blir et bredere grunnlag for mottaker til å tolke meldingene riktig. Som for funn A4 kan dette betraktes ut fra kommunikasjonsmodellen med sender, kanal og mottaker (Hovden 2003), og Henderson, Wright og Brazier (2002) sine forklaringer på hvor viktig det er at informasjon kommer fram med riktig budskap gjennom disse tre leddene. Mangfoldige muligheter til å sende informasjon vil bedre sikre dette, samt at operatørene får en god situasjonsforståelse.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det er viktig å sikre at kontrollromspersonell har god situasjonsforståelse av hendelsene som oppstår. Direkte kontakt med situasjonen gjennom informasjon framtilt på ulike måter er viktig. Dette kan være levende bilder, stillbilder, målinger, indikatorer, lyd osv. I tillegg anbefales det at beslutningstakerne har direkte

talekontakt med situasjonen. Dermed har operatøren en bredt beslutningsgrunnlag, men også bedre mulighet til å oppdage feil i informasjonen.

Også her kan ISO 11064 gi et godt utgangspunkt for å ivareta disse funksjonene.

**A10: Visuell forståelse (ref: Pettinari og Jessopp, 2001):**

En interessant undersøkelse som blant annet sier noe om visuell forståelse ble gjennomført i England av Pettinari og Jessopp (2001). Undersøkelsen gikk ut på å finne ut hvordan sykepleierne i sentralene dannet seg et bilde av situasjonen på bakgrunn av det som ble sagt i telefonen. Her var det utelukkende nyansatte sykepleiere i sentralen som ble undersøkt. Forsøksperioden var på seks måneder etter ansettelse. Med andre ord ville det stadig vekke oppstår situasjoner som i kontrollromssammenheng var nye for dem. Funnene fra denne undersøkelsen sa at aktiviteten med å forestille seg pasienten og deres omgivelser er nært relatert til *interaksjonen* mellom sykepleier og innringer. Sykepleieren beskrev flere interaksjonsaktiviteter som de brukte for å ”observert” innringerne, for å kunne beskrive med større presisjon det de ikke kunne se. Denne interaksjonen var skreddersydd ved ulike tilfeller for best mulig å løse situasjonen, og for å kunne håndtere de mer følelsesmessige aspekt ved telefonrådgivning. Interaksjonen gikk på å gi informasjon, råd, forsikringer og bygge tillit og forståelse. Pettinari og Jessopp konkluderer med at for å kompensere for mangelen på synlighet med pasienten utvikler sykepleiere over tid ferdigheter for å håndtere interaksjon med innringere. Ferdighetene er basert på deres tidligere yrkesmessige bakgrunn, erfaring og kompetanse. Ferdighetene er utviklet på en ad hoc måte.

Dette eksemplet forteller at det er mulig å opparbeide seg ferdigheter for visuell forståelse. Evnen kan trenes opp på bakgrunn av operatørens erfaring, bakgrunn og kompetanse, samt kommunikasjon med innringeren. En slik trening kan påskynde prosessen med å skape visuell forståelse. Det naturlige her ville være å arrangere øvelser der operatørene i en virkelig setting må håndtere konstruerte problemer og innringninger. Dette kan sees i sammenheng med HROs tilpasningsdyktige egenskap, ved at de spontant kan tilpasse seg uvante situasjoner. Det er tydelig at denne egenskapen kan trenes opp for sykepleierne i sentralen. Dette er aspekt ved de menneskelige og organisatoriske delene av MTO. Menneskene trenger kompetanse til å tilpasse seg situasjonen, noe det kan legges opp til via opplæring i organisasjonen.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det bør legges til rette for at kontrollromsoperatørene gjennom trening kan utvikle ferdigheter i å danne seg visuell forståelse av hendelser som oppstår. Treningen bør basere seg på konstruerte problemer i en virkelig setting.

**A11: AMK-operatørenes kompetanse (ref: Monaghan, Clifford, McDonald, 2003):**

Monaghan, Clifford, McDonald (2003) har foretatt en undersøkelse i England som ser på tiden det tar å få stilt en diagnose og foreslå tiltak. Her ser de på om denne tiden er varierende ut fra sykepleierens kompetanse, henholdsvis barnesykepleiere og vanlige sykepleiere. De innkommende samtalene som undersøkes er angående barn med utslett eller feber. Konklusjonen på dette var at barnesykepleierne bruker kortere tid enn vanlige sykepleiere.

Det vil alltid være slik at det tar kortere tid å løse et problem for en person som har kompetanse innen det aktuelle området, noe resultatet over viser. Her ble det kun forsket på en type henvendelser, i sammenheng med operatørens spesialfelt. I AMK-sentraler er det imidlertid slik at hendelsene som varsles inn kan være på hele spekteret av medisinske områder. Det vil være umulig for operatørene å være spesialister på alle disse områdene, selv



om det er opplagt at behandlingen av henvendelser ville forløpt raskere dersom de ble besvart av eksperter. Det er derfor viktigere at de som tar imot slike samtaler har en bred generell kompetanse, i kombinasjon med oversikt over hvor ekspertishjelp kan finnes. Dette sikrer at *bredden* av henvendelser blir behandlet så fort som mulig. Også her er de menneskelige og organisatoriske delene av MTO gjeldende. Operatørene trenger kompetanse innen oversikt og koordinering, noe som kan legges til rette for gjennom ansettelse og opplæring i organisasjonen. Det å sikre oversikt og tilgang til eksperter og fagfolk er også viktig for å ivareta tilpasningsdyktighet i HRO-sammenheng.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) I den grad det ikke er mulig å sikre direkte tilgang til eksperter på de områdene hendelsene oppstår, er det viktig at kontrollromsoperatørene har kompetanse som sikrer god oversikt over tilgjengelige ressurser og fagfolk for å løse problemet.

### **Gode erfaringer fra AMK-sentraler**

Det påpekes i litteraturen og av ansatte at det i AMK-sentraler er oppnådd et godt og velfungerende samarbeid, både mellom personell i sentralene men også med aktører utenfor sentralene. AMK-sentralene er satt opp til nettopp å håndtere hendelser av ulik alvorlighetsgrad, og dette fungerer som nevnt over bra. I tillegg til å se på hva som har gått galt i denne håndteringen kan derfor være greit å også se litt nærmere på hva det er som gjør at AMK-sentralene fungerer så bra.

I sin rapport "Aksjonskollektivet, samarbeid og bruk av teknologi i akuttmedisinsk koordinering" (2002) går Tjora inn på disse spørsmålene. I denne rapporten brukes også resultater fra et av hans tidligere arbeider "Omsorgsmaskiner - Arbeidspraksis og koordinering ved bruk av akuttmedisinsk kommunikasjonsteknologi" (1997). Funnene i dette avsnittet er knyttet til disse resultatene.

#### **A12: Fleksibilitet og retningslinjer (ref: Tjora 2002):**

Samarbeidet på sentralene er en kombinasjon av fleksibilitet og improvisasjon på den ene siden og formelle retningslinjer og ansvarsfordeling på den andre. Ansvar og forpliktelser fordeles fortløpende mellom de involverte aktørene. Selv om det er formelt definerte ansvarsområder er det en meget god flyt i arbeidet mellom AMK-operatørene, og oppgaver og ansvar for dem fordeles kontinuerlig. Dette henger også sammen med at operatørene er samkjørte når det gjelder strategier og arbeidsfordeling når det skjer noe. AMK-operatørene kan derfor jobbe parallelt og med samme mål nesten uten avklarende kommunikasjon.

Det er spesielt tre forhold som er viktig for å få til dette:

1. At operatørene er oppmerksomme på hverandres handlinger rent fysisk på sentralen (bevegelser).
2. At de er oppmerksomme på hverandres signaler (kroppsspråk og tegn).
3. De tekniske løsningene for å skape felles situasjonsforståelse.

For den siste faktoren nevnes spesielt "medlytt", som gir alle på AMK-sentralen mulighet til å kunne lytte til innkommende samtaler og eventuelt komme med spørsmål og kommentarer underveis. Alle AMK-operatørene har tilgang til alle innkommende linjer. Kommunikasjonen og samhandlingen med operatørene ute, ofte ambulansepersonell er svært god. Dette forklares ved at det er oppnådd stor grad av forståelse for hverandres arbeidsoppgaver gjennom at disse aktørene omgås hverandre. Ambulansepersonell er ofte innom AMK-sentralen for en uformell

prat. Siden kommunikasjon ofte går som raske og mer formelle meldinger på radio anses disse uformelle tilbakemeldinger som viktige. Slik kommunikasjon muliggjør økt innsikt i de forskjellige enhetenes arbeid og hvordan den ene enhetens rutiner gjensidig påvirker den andre enhetens arbeid (Tjora 2002). Det poengteres imidlertid at dette må balanseres med behovet for kontrollromspersonellet til å arbeide uforstyrret.

Her kan det observeres mange trekk som karakteriserer HRO. Organisatorisk redundans er tilstedet med både strukturelle og kulturelle forutsetninger. Operatørene kan direkte observere hverandres arbeid og har overlappende ansvar. De har også mulighet og vilje til å gi hverandre tilbakemeldinger og gripe inn ved feilhandlinger. Evnen til å veksle mellom retningslinjer og improvisasjon og fordele ansvar etter behov, sier også noe om at tilpasningsdyktigheten til HRO er tilstedet. Eksemplet over viser også hvordan alle aspektene i MTO er viktige for godt resultat. Teknologien er brukervennlig, organisasjonen gir rom for fleksibilitet og menneskene i den har gode holdninger.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) En god balanse mellom bruk av retningslinjer og ansvarsfordeling på den ene siden og improvisasjon og fleksibilitet på den andre kan være hensiktsmessig. Dersom operatørene er samkjørte når det gjelder strategier og samhandling, kan det være mer effektivt å fordele oppgaver ut fra situasjon enn regler. Dette kan gi en jevnere arbeidsfordeling, men gjelder selvfølgelig ikke oppgaver som er avhengig av ferdighetene til en spesiell operatør.
- b) Operatørene i sentralen må ha gode muligheter for å dele og se den samme informasjonen. Dette gjelder både det som blir formidlet via tekniske løsninger, men også hverandres signaler og handlinger.
- c) God forståelse for andre operatørers oppgaver er viktig. Dette kan oppnås ved å legge til rette for uformell kommunikasjon, slik at det også kan gis uformelle tilbakemeldinger i form av ris og ros.

### **A13: Bruk av retningslinjer (ref: Tjora 2002):**

Det er tidligere nevnt at avvik fra definerte arbeidsoppgaver er et viktig element i hvorfor AMK-sentralene fungerer så godt som de gjør. Et annet viktig og liknende punkt synes å være hvordan definerte retningslinjer brukes. Et godt eksempel på dette er bruken av "Norsk Indeks", som er en veiledning til hvilke spørsmål som skal stilles ved ulike akuttmedisinske tilstander og hvordan hastegrad skal sette ut fra svarene på dette. Indeksen er obligatorisk for AMK-sentralene, men praksisen knyttet til den varierer ved at AMK-operatørene bruker den på ulike måter. Forskning har vist at disse retningslinjene i noen grad bryter med utviklingen av en selvstendig beslutningsutvikling blant AMK-sykepleierne. Det er også en tendens til at indeksen mer tjener som en etterkontroll for avgjørelsene som tas enn som veileder. I etterkontrollen brukes indeksen til å se om avgjørelsen som ble tatt var riktig og om aksjonen fikk riktig "kriterienummer" (Tjora 1997). Denne fleksibiliteten betraktes imidlertid som positiv så lenge brukerne på sine måter kan finne hjelp i verktøyet. Brukerne vil ha ulike kunnskaper ferdigheter, holdninger, forståelse og praktiske begrensninger. Dette vil alltid kunne gi variasjoner i hvordan teknologi blir brukt. Fra et HRO perspektiv er slik fleksibilitet viktig for å få til tilpasningsdyktighet.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det kan være viktig å la operatører selv finne ut av om retningslinjer skal brukes som grunnlag i beslutningstaking eller som etterkontroll. Det viktigste er at retningslinjene er til hjelp for operatørene og ikke virker som et hinder på selvstendig beslutningsutvikling.

### **A14: Evne til å improvisere (ref: Tjora 2002):**

Et annen poeng er hvordan rutiner og prosedyrer brukes i akuttmedisinske situasjoner. Disse kan aldri utformes slik at de dekker alle hendelser. Det vil alltid dukke opp uforutsette situasjoner som ikke dekkes av prosedyrer. Større forståelse mellom aktørene som fra tid til annen deltar i håndteringen av hendelser kan synes viktig for å legge til rette for at slike uventede situasjoner blir håndtert effektivt. Møter, hospitering, samlinger og temakvelder nevnes som aktiviteter for dette. Viktig for slike uventede situasjoner er også evnen til å improvisere. Med dette menes ikke tilfeldige handlinger, men handlinger som skjer på grunnlag av kontinuerlige beslutninger, og som krever kreativitet, teknisk beherskelse og sensitivitet for andres oppgaver. Dette er i tråd med HRO sin evne til tilpasningsdyktighet, men også situasjonsforståelsen Henderson, Wright og Brazier (2002) beskriver. Felles forståelse om hendelser og hverandres oppgaver kan hjelpe til med god oppgaveløsning i ukjente situasjoner.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det bør legges vekt på kontrollromsoperatørens muligheter til å improvisere ved uventede hendelser. Viktige elementer for å få til dette er forståelse og sensitivitet for andre aktørers oppgaver, kreativitet og teknisk beherskelse.

### **A15: Oversikt, koordinering og beslutningstaking (ref: Tjora 2002):**

AMK-personellet har en særlig viktig oppgave når det gjelder oversikt, koordinering og beslutningstaking. Kvalifikasjonene og ferdighetene deres er derfor i stor grad knyttet til dette, samtidig som det må være lett å få tak i eksterne fagfolk dersom deres vurderinger trengs for å ta en avgjørelse. AMK-operatørene har derfor som regel oversikt over alle relevante spesialiserte ressurser. En viktig observasjon fra AMK-sentralene er at AMK-operatørene gjør flittig og effektiv bruk av andre aktører når de trenger det. Det som imidlertid er verdt å merke seg er at den viktigste støttespilleren for AMK-operatørene ved beslutninger synes å være de andre aktørene på sentralen. Selv om andre fagfolk blir tatt med på råd er det til slutt i sentralen den endelige beslutningen tas, og i dette arbeidet er operatørene flinke til å støtte seg til hverandre. Her er både gode strukturelle og kulturelle forhold til stede, i tråd med viktige egenskaper for HRO.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Når det gjelder kontrollromsoperatørers egenskaper er det viktig å tenke på følgende: koordinerende, samarbeidende og beslutningstakende egenskaper, samt deres evne til å skaffe oversikt. Dette er egenskaper AMK-operatørene har og som blir betegnet som noe av årsaken til at arbeidet i sentralene flyter så godt som det gjør.
- b) Terskelen må være særdeles lav for å kontakte eksterne fagfolk. Siden kontrollromsoperatørene ofte selv ikke har den ekspertisen som trengs er dette helt sentralt for å løse problemer hurtig.

## 5.2 Jernbane

Havarikommisjonen er en viktig kilde til erfaringer fra transportbransjene, deriblant jernbanen. Den er pålagt gjennom lovverket å granske alle alvorlige jernbanehendelser. I ”Forskrift om offentlige undersøkelser av jernbaneulykker og alvorlige jernbanehendelser” heter det at bestemmelsene kommer til anvendelse ved ulykke og alvorlig hendelse i forbindelse med drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. Ulykke og alvorlige hendelser defineres som:

*Jernbaneulykke:* Ulykke i forbindelse med jernbanevirksomhet, såfremt noen avgår ved døden eller at det skjer betydelig skade på person, på jernbanemateriell, kjørevei, på eiendom utenfor jernbanen eller på miljø.

*Alvorlig jernbanehendelse:* En hendelse der det har vært alvorlig fare for jernbaneulykke.

I tillegg defineres jernbanehendelse:

*Jernbanehendelse:* En hendelse der det har vært fare for jernbanesikkerheten, men som ikke faller inn under bokstav a eller b.

Denne trenivåinndelingen kan sees i sammenheng med risikomatrixevalueringer, der de to førstnevnte kan relateres til gule og røde hendelser. Det er med andre ord disse havarikommisjonene fokuserer på.

En gjennomgang av de fire siste års granskinger gjennomført av Havarikommisjonen viser noen relevante erfaringer relatert til problemstillingen. Det kommer fram mange hendelser relatert til det tekniske systemet, noe som viser at det er ytterst viktig å designe det dette slik at det faktisk varsler når noe er galt.

### 5.2.1 Relevante funn og erfaringer

I det etterfølgende er det gitt en gjennomgang av funnene. Disse er i hovedsak knyttet til aktørene togledersentral, lokfører og operatører på stasjonene.

#### **J1: Risikoforhold ved utkobling av fjernstyringssystem (ref: JB RAP.: 14/2004):**

I forbindelse ombygging på en dobbeltsporet strekning ble driftsformen endret til ”Strekning uten linjeblokk”, og ATC koblet ut. Trafikken ble redusert med ca 30 %. For å kunne avvikle togtrafikken, uten at det oppstod forsinkelser, ble det opprettet 2 midlertidige stasjoner. Begge stasjonene ble betjent av togekspeditører, og var utstyrt med signalanlegg med to-lys midlertidig innkjørsignal og to-lys midlertidig utkjørsignal for begge kjøreretninger. Signalene hadde ikke forsignaler. Det var heller ikke montert automatisk tilbakestilling av signalene til ”stopp”. I etterkant av dette oppsto det 3 alvorlige hendelser i løpet av de to første dagene. Hendelse 1 skjedde ved at et tog kjørte forbi midlertidig utkjørsignal på den ene stasjonen i ”Stopp”. Hendelse 3 skjedde ved at et annet tog kjørte forbi midlertidig utkjørsignal på den andre stasjonen i ”Stopp”. Ved hendelse 2 ble midlertidig innkjørsignal ikke stilt tilbake til signal ”Stopp” etter at et tog hadde kommet inn på stasjonen slik at etterfølgende tog fikk kjørsignal inn i besatt spor. Lokomotivføreren fikk stoppet toget ca 30 meter bak toget på stasjonen, slik at kollisjon ble unngått.

Havarikommisjonen kom med flere konklusjoner på hvorfor disse alvorlige hendelsene fikk utvikle seg. Konklusjonene kan sees i sammenheng med hvordan uvante endringer kan få konsekvenser innen alle de tre områdene i MTO. Først mente Havarikommisjonen at det var

feil å velge driftsformen ”strekning uten linjeblokk” ved så høyt trafikknivå som strekningen hadde, også etter en reduksjon på 30 %. Det å koble ut linjeblokken vil i praksis si å slå av deler av fjernstyringssystemet. Når denne strekningen nå var satt til ”strekning uten linjeblokk” vil det si at togespeditørene på stasjonene måtte sende meldinger seg i mellom om hvor togene var. Måten de midlertidige stasjonene var organisert på avvek også fra det som var beskrevet i rutinene. Teknologien var verken sikker eller brukervennlig lenger, og ivaretok ikke gode barrierer. Alt dette referer til mangler ved det *tekniske* aspektet. Havarikommisjonen mener de to hendelsene der stoppsignalet ble passert dels inntraff som følge av at lokomotivførerne ikke hadde tilegnet seg den nødvendige informasjonen som var gitt i rutinen og var dermed uforberedt på endringene, og dels fordi det ble benyttet et signalanlegg som ikke eksisterer i forskriftene. Dette bidro til at signaleringen kunne misforstås av personalet. På togstasjonene ble det valgt bruk av midlertidige innkjørsignaler og midlertidige utkjøringsignaler i ombyggingsperioden. Dette er sikringsanlegg som ikke er regelfestet, og opplæring blir da heller ikke gitt for denne anleggstypen. Videre blir det slått fast at det var uheldig å velge togfremføring med togmeldinger på en høytrafikkert strekning som normalt er automatisert. Dette gav uvante arbeidsformer i kombinasjon med mye ny informasjon og høy trafikk. Her er et uheldige faktorer i forhold til *menneske* og *organisasjon*. Operatørene hadde ikke kompetanse på driftsformen, og dårlige holdninger ved at de ikke leste de aktuelle rutinene. Organisasjonen hadde ikke gitt nødvendig opplæring og tok i bruk løsninger som var ukjente.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det bør vises ytterst varsomhet dersom situasjonen krever en arbeidssituasjon som normalt ikke benyttes. Den kan være beskrevet i rutiner men inngår ikke i operatørenes opplæring. Ekstra opplæring bør da gis før operatørene bruker systemet. Spesielt dersom hendelsesforløpet/prosessen som skal håndteres i tillegg er komplekse, som her med tog i begge kjøreretninger.
- b) Operatørenes omstillingssituasjon ved bruk av manuelle rutiner. Dersom operatørene er vant til operasjoner som normalt skjer automatisk kan det være vanskelig å omstille seg til å ivareta alle disse funksjonene manuelt. I hendelsene beskrevet over måtte signalene stilles manuelt tilbake til ”stopp” etter at tog hadde passert. Dette var vanskelig for togekspeditørene å huske på.
- c) Arbeidsbelastningen kan fort blir for stor dersom uvante arbeidsformer inntreffer. Det kan kreve langt mer konsentrasjon av en operatør å jobbe under forhold som ikke er vanlig praksis. Normal progresjon på en dag kan bli for mye å håndtere under slike situasjoner.

### **J2: Risikoforhold ved utkobling av kommunikasjonssystem (ref: JB RAP.: 6/2005):**

Hendelsen oppsto ved at trafikklederne for T-banedrift oppdaget at radiosambandet mellom trafikkledelsen og T-baneførerne var falt ut. Dette gjorde at det ikke mulig å etablere kontakt med noen av togene, verken de som var ”oppe i dagen” eller de nede i tunnelsystemet. Det ble verken gitt forvarsler eller feilmeldinger på dette. Retting av feilen ville ta en time eller mer, og testing av det gamle VHF sambandssystemet ble derfor satt i gang. Dette sambandet dekker imidlertid bare en del av togene, og er ikke lenger i daglig bruk. Opplæring til personalet i dette systemet blir derfor heller ikke gitt. Trafikkledelsen forsøkte å bruke en kombinasjon av VHF sambandet for de togene som kunne nås med det og mobiltelefon for de som ikke kunne nås. Først måtte de imidlertid skaffe disse sjåførenes private mobiltelefonnummer. Det ble sendt ut personell til et par stasjoner for å informere T-

baneførerene om det inntrufne, og å be dem om å prøve VHF-radioene i togsettene. På grunn av feilens art fungerte heller ingen av reservenetene som de skulle. Ut fra en sikkerhetsmessig vurdering ble det imidlertid bestemt å stanse all trafikk inntil sambandet igjen var på plass. Det ble sendt ut felles anrop over VHF-anlegget, i tillegg ble det informert av personalet på to stasjoner om stans i trafikken.

Havarikommisjonen slo fast at hendelsen inntraff fordi varslingssystemet sviktet, i kombinasjon med at reserveløsningene ikke fungerte ved denne typen feil. Forvarsler eller feilmeldinger fra systemet ble heller ikke gitt. Normalt skal trafikkavvikling på T-banenettet foregår på signaler, og noen ganger også på muntlige ordre. Dersom radiosambandet svikter skal togene kjøres på signalavstand. Signalavstand vil si at togvei ikke skal stilles før forangående tog har passert signalet etter neste stasjon. Dette var imidlertid ikke kjent prosedyre for enkelte på trafikkledelsen, slik at disse rutinene ikke ble fulgt.

Havarikommisjonen fant heller ingen prosedyre som beskrev hvordan personalet skulle håndtere en hendelse som krevde evakuering mellom to stasjoner uten noen kommunikasjon mellom TL og togførerene. Her er det et klart brudd på en viktig egenskap på HRO, nemlig strukturelle forutsetninger for organisatorisk redundans. Det var både mangler på kvalitet og mangfold i kommunikasjonskanaler. I forhold til Henderson, Wright og Brazier (2002) er dette et klart eksempel på hvordan kanalen for overføring kan sette kommunikasjonen mellom avsender og mottaker ut av spill.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det bør gis grundig opplæring også i bruk av reservesystemer og reserverutiner. Selv om operatørene er dyktige i bruk av de vanlige systemene kan det, om enn aldri så sjelden, oppstå situasjoner der reserveanlegg må tas i bruk, eller andre rutiner enn det som er vanlig. En jevnlig test av slike situasjoner bør gjennomføres.
- b) Fjernstyringssystemet må varsle dersom sikkerhetskritiske funksjoner faller ut. Dette medfører en mangel på redundans som det er viktig at operatørene vet om. I dette tilfellet var det bortfall av radiosambandet som ikke ble varslet. Dette er ikke tatt med som en årsak til hendelsen, og det skjedde heller ikke noe alvorlig som følge av dette. Men sett at trafikkledelsen ikke oppdaget dette så fort som de gjorde kunne dette lett fått alvorligere følger. Kommunikasjonssambandet er det eneste som knytter operatører i kontrollrom og ute sammen, og det er dermed kritisk at fungerer.

### **J3: Avvik fra rutiner ved høy arbeidsbelastning (ref: JB RAP.: 5/2005):**

Hendelsen var en kollisjon mellom et tog og en snøryddingsbil og oppsto da snøryddingsbilen ryddet snø på plattformen. Snøryddingsbilen kjørte det ene forhjulet utenfor plattform og ble stående fast. Sjøføren ringte umiddelbart til togleder for å varsle om det som hadde skjedd, men da var et tog allerede inne på stasjonen i stor hastighet. Dette førte til sammenstøt, toget sporet av mens brøytebilen ble ødelagt. Personen som arbeidet med å rydde vekk snø på plattformene var alene da ulykken inntraff, og var under tidspress på grunn av stort snøfall.

Havarikommisjonens granskning pekte på at nødvendige sikringstiltak ikke hadde blitt iverksatt før snøryddingen startet. I rutinene står det at før arbeider i nærhet av togspor skal settes i gang, skal det innhentes tillatelse fra togleder hvor vedkommende sperrer sporet ved en sperreordre. En sikkerhetsmann skal deretter kortslutte sporet, noe som ikke ble gjort. Dersom prosedyrer hadde blitt fulgt, ville innkjørsignalene vist ”stopp” og havarikommisjonen mener dette sannsynligvis ville forhindret ulykken. Videre peker havarikommisjonen på det faktum at personen var alene om den store jobben som skulle gjennomføres. I forhold til dette kan fokus på hurtig utførelse av arbeidet være en forstyrrende

faktor når det gjelder sikkerhetsmessige vurderinger. Dette er klart i tråd med de to perspektivene i MTO som sier at det kan være forskjell på hvordan man *bør gjøre* oppgaver og hvordan man *faktisk gjør* dem. Det første viser seg ved at det faktisk var laget rutiner for snørydding, men at disse i praksis ikke ble fulgt. En annen mer generell observasjon som også kan trekkes er hvordan operatører og utstyr som ikke kan observeres av kontrollromsoperatørene kan være årsak til uønskede hendelser. Togleder hadde ikke mulighet til å observere andre maskiner i bevegelse på stasjonene, men kun se togenes forflytninger. Toget var for nært brøytebilen til at sjåføren rakk å vasle togleder som igjen måtte varsle togfører. Togleders kommunikasjonsmuligheter med andre eksterne aktører er dermed begrenset og avhengig av initiativ fra dem, noe som kan lede til uønskede situasjoner. Dette er et klart brudd på de strukturelle forutsetningene i HRO ved at det ikke var mulig med direkte observasjon andres arbeid, samt at kommunikasjonskanalene ikke gav mulighet for kontakt mellom alle aktører. Også Wright og Brazier (2002) sine teorier om hvordan kanalen for overføring kan sette kommunikasjonen mellom avsender og mottaker ut av spill er relevant her.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det er nødvendig med kontinuerlig påminnelse til operativt personell om de sikkerhetskritiske prosedyrene. Spesielt for operatører som ikke direkte er en del av det fjernstyrte systemet, men arbeider i tilknytning til det. I eksemplet over ble ikke rutiner for forberedelse ved snømåking og lignende ivaretatt.
- b) Stor arbeidsmengde kan gå på bekostning av rutiner. I dette tilfellet skulle det utføres snøbrøyting over et stort geografisk område med et begrenset antall personale. Dette kan lett gå på bekostning av å overholde rutiner, som ofte gjør at arbeidet tar enda lengre tid. I dette tilfellet var det å opprette kontakt med togleder for klarering som ikke ble overholdt.

#### **J4: Mangel på "operatørmessig redundans" kan ha være sikkerhetskritisk (ref: JB RAP.: 13/2004 og JB RAP.: 12/2004):**

Havarikommisjonen har i et par av sine rapporter gjennomgått to hendelser med nesten identisk hendelsesforløp og utfall. Den ene hendelsen var et eksempel på brann og røykutvikling i et hjul på flytoget. Den direkte årsaken var at en slepering i et hjullager løsnet, samtidig som konstruksjonen ikke hadde barrierer som beskyttet for dette. Det var heller ikke installert system for deteksjon og varsling av en slik feiltilstand. Det var et møtende godstog som oppdaget røyken og varslet togleder som stilte signalene i stopp og fikk stoppet flytoget. Ingen om bord i toget hadde oppdaget noe unormalt og var uvitende om situasjonen inntil toget ble stanset. Etter havarikommisjonens vurdering var ikke det forskriftsfestede prinsippet om barriere mot enkeltfeil ivaretatt.

Den andre hendelsen var også en situasjon der det kom røyk fra toget. Denne gangen ble situasjonene observert av en person, som kjørte bil på veggen ved siden av sporet. Vedkommende varslet togleder og lokomotivfører slik at toget ble stoppet. Da toget stanset, var det kraftig røykutvikling fra hjullagerhus. Heller ikke i denne situasjonen var det installert utstyr som kunne detektere feilutvikling. Havarikommisjonen påpekte at det var utilfredsstillende at et lagerhavari ble oppdaget og rapportert av en tilfeldig forbipasserende.

En generell observasjon fra disse hendelsene er at verken lokfører eller togleder hadde mulighet til å oppdage feilene på sine systemer. De ble oppdaget av en tilfeldig forbipasserende. Dette viser mangler i tråd med Haddon sine barrierer i energimodellen

(Kjellén 2000). De forebyggende elementene manglet helt, både de som skulle gjøre operatørene oppmerksom på hendelsen og de som teknisk skulle forebygge den. Det var den menneskelige redundansen som fanget opp hendelsen. Dette var riktignok en tilfeldig menneskelig redundans, men jernbanene er i en slik situasjon at de som regel har mange observerende til trafikken sin. Dette kan man likevel ikke alltid regne med slik at det er helt nødvendig å designe varslingssystemer for alle tenkelige situasjoner. Særlig for bransjer som ikke har disse menneskelige observatørene som en naturlig del av omgivelsene sine. Den tekniske delen av MTO blir i slike bransjer særlig viktig.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Operatørers mulighet til å observere at noe har gått galt er svært viktig for tidlig og god håndtering av uønskede hendelser. Dette innebærer at dersom operatøren i kontrollrommet eller ute på anlegget kun kan observere feil via fjernstyringssystemet er det svært viktig at dette er designet slik at det varslet dersom noe går galt.
- b) Menneskelig redundans ute på anleggene kan være viktig for tidlig oppfangning av uheldige situasjoner. Dersom det er personell i tilknytning til installasjonene kan disse fungere som et ekstra sikkerhetssystem ved å fange opp hendelser som ikke sikkerhetssystemet detekterer. I et fjernstyringssystem som har begrensinger når det gjelder å detektere feil kan et ekstra par øyne være et nyttig hjelpemiddel.

Anbefalingene over er viktige for å fungere som en HRO. De strukturelle forutsetningene for organisatorisk redundans ved muligheten til å observere det som skjer, samt aktører som ivaretar overlappende oppgaver er viktig. Et annet forhold er tilpasningsdyktighet ved at operatørene har kultur for å se etter unormale tilstander, og dermed tidlig blir oppmerksom på situasjonen.

### **Norges Offentlige Utredninger (NOU):**

En annen viktig kilde til problemstillingen er Norges Offentlige Utredninger (NOU). Dette er utvalg eller arbeidsgrupper nedsatt av regjeringen eller et departement som utreder ulike forhold i samfunnet. Dette kan også innebære ulykker, og én utredning er tatt med her, Åstaulykken. Dette er en spesielle god kilde til informasjon fordi utredningen gir en grundig gjennomgang av forhold rundt ulykken, samt inneholder gode beskrivelser av det som skjedde. Åstaulykken er en skremmende historie som viser hvor galt det kan gå dersom flere deler av fjernstyringssystemet og menneskene som jobber med det svikter samtidig. Hendelsesforløpet som skjedde på Rørosbanen er grundig gjennomgått i NOU 2000: 30, *Åsta-ulykken, 4. januar 2000*.

### **J5: Åstaulykken (ref: NOU 2000: 30):**

Etterforskningen indikerer at nordgående tog ikke ventet på kryssing med sydgående tog ved Rustad stasjon, men forlot siste stasjon mens sporvekselen var kjørt opp av et annet nordgående tog og uten at utkjøringssignalet viste grønt. Togleder hadde ansvar for to sterkt trafikkerte strekninger samtidig, og sjekket derfor ikke skjermene som viste hva som skjedde på Rørosbanen i den aktuelle tidsperioden. Det var heller ikke installert lydalarm som varslet om tog på kollisjonskurs på den aktuelle togledersentralen, noe som var en medvirkende årsak til at togleder ikke ble oppmerksom på hva som var i ferd med å skje. Den eneste formen for varsling han fikk var en markering i form av 16 mm rød skrift nederst på skjermen. Dette ble ikke togleder oppmerksom på dette før fire og et halvt minutter etter at toget var kjørt. Dette viser mangler på flere varslingsbarrierer (Haddon, 1980). På Rørosbanen var det verken installert ATC (automatisk togstopp) eller togradio. Som hjelpemiddel var togene utstyrt med



mobiltelefon, og den eneste formen for kontakt mellom togene og togleder var denne. Begge tog hadde oppgitt numrene sine til togleder som gikk av vakt før ulykken skjedde. Denne toglederen førte ikke førte disse numrene på listen man internt hadde avtalt at de skulle føres på. Dermed fant ikke vakthavende togleder mobiltelefonnumrene og fikk heller ikke kontakt med de to togene da han forstod hva som var i ferd med å skje. Kollisjonen inntraff bare et minutt etter at togleder ble oppmerksom på hva som var i ferd med å skje. Dette er i tråd med Henderson, Wright og Brazier (2002) og viser hvordan dårlige/manglende kanalen for overføring kan sette kommunikasjonen mellom avsender og mottaker ut av spill, og resultere i alvorlige hendelser.

Kommisjonen konkluderer med at den direkte årsaken til ulykken enten knyttet seg til feil i signalanlegget eller en menneskelig feilhandling. Det understrekes imidlertid at det ut fra den tekniske dokumentasjonen og prøver er lite sannsynlig at tekniske feil kan ha påvirket signal- og sikringsanleggets funksjoner ulykkesdagen. Etterforskningen mener at det er overveiende sannsynlig at det var rødt utkjørssignal. Sikringsanleggets konstruksjonsmessige utforming og manglende logging av tilstandsdata i sikringsanlegget gjør imidlertid at det ikke kan utelukkes at teknisk feil var en årsak slik at signalbildet for nordgående tog uriktig viste grønt.

Kommisjonen peker også på muligheter for misforståelser mellom aktørene av hva som skulle skje fremover. Lokføreren i nordgående tog stoppet i en slik posisjon på Rustad at det ville gjøre det umulig for sydgående tog å krysse. Samtidig var stoppet på Rustad kortere enn det etter ruten skulle være. Disse faktorene kan bety at lokomotivfører har trodd kryssingen var flyttet til neste stasjon. Konkrete indikasjoner på at slik informasjon var gitt er imidlertid ikke funnet. Uansett hva som var årsaken kunne bedre barrierer hindret at enkeltfeil utviklet seg til ulykke. Og da gjerne mange uanhengig barrierer som gir et dybdeforsvar (Reason, 1997). Barrierene kunne vært bedre varsling, muligheter for togleder å aktivt stoppe togene, ATC eller redundante kommunikasjonskanaler.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Fjernstyringssystemet må varsle godt nok dersom en uønsket hendelse er i ferd med å skje. Selv om granskingskommisjonene ikke med sikkerhet kan si om det var teknisk feil eller en feilobservasjon lokomotivfører som var årsaken til ulykken, er det sikkert at togene var på kollisjonskurs i hele fire og ett halvt minutt uten at kollisjonen ble forhindret. Sikkerhetssystemene som skulle sørge for at en enkeltfeil ikke førte til en ulykke fungerte derfor ikke etter planene. Som beskrivelsen over viser var systemet i stand til å fange opp at noe var i ferd med å skje, men viste dette kun med en liten skrift nederst på en skjerm. Kraftig varsling i form av lyd eller lamper anbefales.
- b) Kontrollromspersonellet må ha mulighet til å gripe inn dersom det skjer noe. I eksemplet over var det slik at Rørosbanen ikke var elektrifisert. Togleder hadde derfor ikke samme mulighet til å stoppe togene ved å kutte strømmen. Det var heller ikke installert ATC, samtidig som mulighetene for kommunikasjon var begrenset eller manglende (togradio var ikke installert). Dette setter kontrollromspersonellet helt ut av spill. De kan verken direkte eller indirekte gripe inn. I det minste må en av disse funksjonene være ivaretatt.

- c) Det er uheldig med mange operasjonmessige endringer på en gang. Det var ennå ikke installert ATC på Rørosbanen samtidig som avgangsprosedyre ble endret og togekspeditører på stasjonene fjernet. Også kryssingsplanene ble tatt bort. Alt dette samtidig kan føre til at operatører trekker gale konklusjoner om de faktiske tilstandene.
- d) Det er viktig med fastslåtte rutiner, spesielt de som skal fange opp mangler med fjernstyringssystemet. Her kan det være nødvendig med konkret opplæring. Slike rutiner kan dersom de er godt oppfattet være svært viktige for at fjernstyringssystemet skal fungere optimalt. Som beskrevet tidligere var togleder avhengig av mobilnumrene til de to togene, noe som ikke var blitt registrert på sentralen. Rutinene for denne registreringen var også mangelfull. Det var ikke regler for at togpersonalet skulle ringe inn sitt mobiltelefonnummer til togledersentralen, og det forelå heller ikke regler for oppbevaring av numrene om de ble ringt inn. Internt på sentralen var man imidlertid blitt enige om å føre opp innringete mobiltelefonnumre på en liste.
- e) Godt forståtte informasjonskanaler er viktig. I dette tilfellet var det ikke mulig å bruke alternative kommunikasjonssystemer. Operatørene var totalt avhengig av mobiltelefonene. Når da det i tillegg ikke er klart definerte og forståtte rutiner rundt å holde oppe disse linjene, kan det fort oppstå uheldige situasjoner.
- f) Dersom signalanlegg og menneskelig beskjeder er motstridende må det være klart forstått hvilke kanaler som har førsteprioritet. Granskningen etter ulykken i eksemplet over kunne ikke med sikkerhet si at dette var årsaken til at toget forlot stasjonen til feil tid, men peker på muligheten for det. Signalanlegget kan ha vist rødt, mens lokfører kjørte i den tro at kryssing var flyttet til neste stasjon.

### **Fjernstyring av tog i USA:**

I USA er det gjennomført en studie av hendelser som har oppstått i forbindelse med fjernstyring av tog (Gamst og Gavalla, 2005). Denne styringen foregår ved at en operatør, Remote Control Operator (RCO), styrer togene ved hjelp av en enhet, Remote Control Device (RCD), som inneholder styrings- og kontrollenheter samt indikatorer. Denne styringsenheten, RCD, er fastmontert på uniformen, slik at operatørene kan bære den med seg. Via denne styringsenheten sendes digitalt kodede radiosignaler til en datamaskin montert i toget, som aktiviserer funksjoner slik at toget starter, rygger, kjører framover, øker/senker farten eller stopper. Det er imidlertid slik at disse funksjonene kun utføres mens togene er inne på stasjonsområdet. Selv om det her ikke er snakk om et kontrollrom i samme forstand som for de andre eksemplene som er tatt med, foregår fjernstyringen i en slik setting at det likevel er litt å hente i disse erfaringene. Kontrollpanelet som bæres av operatørene gir mange av de samme funksjonene som operatører i et kontrollrom har. De kan i noen grad observere det som skjer, men har ikke alltid full oversikt og må i stor grad forholde seg til tilbakemeldinger gitt via kontrollpanelet. I tillegg må operatørene av og til observere de fjernstyrte togene via skjermer som viser bilder fra overvåkingskameraer.

Rapporten viser til problemer både med teknologi, kommunikasjon og opplæring. I det etterfølgende blir det gitt en oppsummering av de erfaringene fra disse kategoriene som også kan overføres til andre industrier.

**J6: Mangelfulle sikkerhetsinnretninger for operatører (ref: Gamst, Gavalla, 2005):**

En viktig observasjon er varsomheten det må vise ved design av sikkerhetsinnretninger. Fra et MTO-perspektiv er det her snakk om de tekniske faktorene. Eksemplet viser hvordan viktige barrierer kan deaktiveres og gi usikre løsninger. Operatørene er som sagt utstyrt med hver sin RCD. Disse har en sikkerhetsfunksjon som er slik at det settes i gang en alarm hvis operatøren bøyer seg mer enn 45 grader i mer enn et visst antall sekunder. Dette skal varsle operatører om at en annen person kan arbeide under et tog eller en vogn. Denne sekundgrensen kan imidlertid utvides av operatørene selv, og ble laget for å gi dem større handlefrihet siden det var svært sannsynlig at de i arbeidet sitt hadde behov for å jobbe i bøyd stilling lenger enn sekundgrensen. Dette har imidlertid ført til alvorlige hendelser ved at operatører har vært i ferd med å arbeide med togene samtidig som andre har satt dem i bevegelse uten å vite om dette.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det er viktig å begrense/tenke gjennom operatørenes muligheter til å deaktivere sikkerhetsinnretninger. Sikkerhetsinnretninger for operatører er laget nettopp for å ivareta sikkerheten. Det at operatører selv kan velge å slå av eller ikke bruke disse systemene, er betenkelig. Dersom slike funksjoner er tillatt bør det være rutiner for å varsle andre operatører om at varslingen er slått av.

**J7: Tidsavvik ved fjernstyringssystemets varsling (ref: Gamst, Gavalla, 2005):**

Kontrollpaneler sender automatiske beskjeder til personell som jobber med togene dersom noe er galt, og det er nødvendig og aktiviserer nødstop. Det har imidlertid vist seg å oppstå problemer omkring dette. Det eksisterer nemlig et tidsavvik mellom hva som i kontrollpanelet og hva som skjer på toget. Dermed får operatørene mindre tid til å håndtere problemene, slik at det blir en avveining mellom å forberede seg på nødstoppet eller å forsøke å rette opp feilen før nødstoppet inntreffer. Det er altså viktig å tenke på menneskelige begrensninger og egenskaper ved design av tekniske systemer, en sammenheng som må bli ivaretatt av blant annet organisasjonen. Som teorien om MTO sier er det viktig å se de tre områdene menneske, teknologi og organisasjon i sammenheng (Kjellén 2000).

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Varslingssystemer må være presise og momentane. Dette er spesielt viktig i systemer der det er kort tid mellom prosesser, hendelser og reaksjoner. Dersom varslingsystemet ikke varsler i så god tid at operatører har tid til å handle, er hele systemet nytteløst.

**J8: Svikt i varsling via kontrollpanel (ref: Gamst, Gavalla, 2005):**

En annen erfaring er svikt i kommunikasjon mellom kontrollpanelsoperatør, operatør ute på anlegget og systemet. Reglene sier at det skal være et kontrollpunkt i enden av arbeidssonen til de fjernstyrte togene for å passe på at de ikke beveger seg utenfor denne sonen. Kontrollpunktet kan være ivaretatt av personell eller en teknisk innretning. Problemer har oppstått ved bruk av teknisk innretning og varsling via kontrollpanelet til dette. Kontrollpanelet har i enkelte tilfeller ikke varsler dersom den tekniske funksjonen har vært slått av. Dermed har ikke RCO vært oppmerksom på å aktivisere den tekniske funksjonen eller be operatøren ute om å passe på kontrollpunktet. Dette er en helt klar mangel på barrierer som kan hindre uønskede hendelser (Haddon 1980). Et annet poeng som rapporten tok opp var at slike soner kan skape falsk trygghet og ansvarsfraskrivelse hos operatørene. Dersom det er slik at systemet skal passe på at de fjernstyrte elementene ikke beveger seg ut av den lovlige sonen, kan det være lett for operatøren å stole på at dette skjer.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Fjernstyringssystemet må gi klare indikasjoner på status på utstyr og varsle dersom sikkerhetskritiske funksjoner er slått av. Dette er viktig for at operatørene skal foreta riktige handlinger, dobbeltsjekke det som skjer samt bruke reserverutiner.

### **J9: Observasjonsmulighet (ref: Gamst, Gavalla, 2005):**

Gamst og Gavalla viser til at det bør vies oppmerksomhet ved design av det tekniske systemet i situasjoner der kontrollpanelsoperatørene ikke selv direkte kan observere det som skjer. Som tidligere nevnt kan dette være i form av at varslingsfunksjoner på kontrollpanelet må si fra om alle tenkelige situasjoner som kan oppstå. En annen viktig faktor er hvordan designet for direkte observasjon er. I rapporten vises det til bruk av kameraer og hvordan disse må plasseres hensiktsmessig. Det gis eksempler der kameraer har vært plassert ute for å overvåke prosessene som styres, men ikke omgivelsene som i så måte er utenfor det aktuelle området. Annet personell eller utstyr som ved en feiltakelse kan bevege seg inn på området blir ikke fanget opp før de er inne i faresonen. Det refereres til flere situasjoner der manglende observasjon av det som faktisk skjer har vært et problem. Situasjonen som oftest brukes er når tog skyver et sett med vogner foran seg, uten at det er mulig å observere det fremste punktet på disse vognene, samtidig med at det ikke er sikkerhetsfunksjoner som sikrer at toget holder seg innenfor en avgrenset sone. Dette har ført til svært mange kollisjoner med annet utstyr og tog. Her er det brudd på strukturelle forutsetninger ved HRO. Det var ikke mulig med direkte observasjon av det som skjedde i grensesnittet til de fjernstyrte områdene. Dermed ble det også vanskelig å være tilpasningsdyktige ved at operatørene ikke hadde mulighet til å observere symptomer på at noe var galt.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Direkte observasjon ved hjelp av bilder av hva som skjer ute på anleggene er viktig, særlig dersom fjernstyringssystemet ellers ikke registrerer det. Dette er viktig for at operatørene skal ha riktig forståelse av situasjonen og igjen foreta riktige handlinger.
- b) Observasjons- og/eller informasjonsmuligheter av det som skjer utenfor grensene til fjernstyringssystemet er viktig. Aktivitet utenfor disse grensene kan lett komme i kontakt med det som hører til fjernstyringssystemet, og føre til uventede situasjoner. Denne interaksjonen kan skje fort, til tidspunkt som gir farlige situasjoner og gi personellet kort tid til å handle.

### **J10: Kinetiske observasjonsmuligheter (ref: Gamst, Gavalla, 2005):**

Det refereres også til den ”kinetiske observasjonsmuligheten”. Ved fjernstyring mister operatøren en viktig mulighet til å interagere med det som skjer, nemlig den kroppslige oppfattelsesevnen som følelse av fart, lukt, friksjon, lyder osv. Dette har for denne måten å fjernstyre tog ført til at det går lengre tid før operatørene merker at noe galt er i ferd med å skje eller har skjedd, for eksempel en avsporing eller kollisjon. Det er rapportert om mange hendelser som antas å kunne vært oppdaget i tide hvis muligheten for ”kinetisk observasjon” var tilstede.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Fjernstyringssystemet bør utformes på en slik måte at det erstatter den ”kinetiske observasjonsmuligheten”. Gode og alternative observasjons- og varslingsmuligheter vil kunne hjelpe.

Dette kan sees i sammenheng med Henderson, Wright og Brazier (2002). Ved å sørge for at informasjonen kan sendes i ulike former og medier er det med på sikre god situasjonsforståelse. Informasjonen blir mindre følsom for avsenders koding, feil i et av mediene, samt at det blir et bredere grunnlag for mottaker til å tolke meldingene riktig. For øvrig kan ISO 11064 hjelpe til med å ivareta slik variasjon.

### **J11: Uheldige situasjoner som følge av stor arbeidsmengde og tretthet (ref: Gamst, Gavalla, 2005):**

Rapporten kommer også inn på hvordan stor arbeidsmengde kan virke inn på den enkeltes mulighet til å utføre oppgavene sine forsvarlig. Etter at fjernstyringssystemet for togene ble innført har variasjonen i oppgaver som kontrollpanelsoperatøren utfører blitt større. Denne personen skal nå ivareta oppgaver som tidligere ble utført av lokfører og bakkepersonell i fellesskap. Dette tilsier en større tverrfaglighet enn tidligere for de gjenværende operatørene. Rapporten viser til at det store og varierte antall oppgaver som skal utføres gjør det mulig for operatøren å bli distrauert og miste hovedfokus på sine viktigste oppgaver. Spesielt henvises det til situasjoner der operatøren må vie fokus og konsentrasjonsevne om umiddelbare og krevende situasjoner. Det blir da lett å overse andre viktige hendelser som skjer samtidig.

Det uheldige med dette ligger med andre ord i hvor operatørens oppmerksomhet er rettet til enhver tid, og muligheten dette gir til å overse andre faktorer. Tretthet tas også opp som et særlig problem. Mangfoldet av oppgaver som tilfaller RCO er med på å øke konsentrasjonsnivået og trettheten utover arbeidsdagen, slik at oppmerksomheten faller. Dermed kan altså for mange oppgaver også være med på å gi brudd på forutsetninger for organisatorisk redundans i HRO. Når oppmerksomheten faller blir også observasjonene av andres oppgaver dårligere.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Ved innføring av fjernstyring og overføring av oppgaver til kontrollrommet er det viktig og fokuserer på at arbeidsmengden for kontrollromsoperatører ikke blir for stor. Dette er viktig fordi ved bruk av kontrollrom skal operatørene ha oversikt over en stor del oppgaver og områder som tidligere ble ivaretatt av langt flere operatører ute.

### **J12: Mangelfull opplæring av interne og eksterne operatører (ref: Gamst, Gavalla, 2005):**

Rapporten viser også at det må vies oppmerksomhet til annet personell, som kontraktører og underleverandører, som arbeider i tilknytning til de fjernstyrte innretningene. Disse personene trenger ikke være klar over alt som fjernstyres og hvordan denne fjernstyringen virker, noe som kan skape farlige situasjoner. Et av eksemplene på dette er at en kontraktør satte i gang med å fylle drivstoff på et tog som var under fjernstyring. Kontraktøren kjente ikke til lyset på toget som viste at det var aktivisert for fjernstyring. Mannen var opplært via selskapet han jobbet for, og her hadde han ikke blitt instruert om denne funksjonen. Kommunikasjonen mellom kontrollpanelsoperatøren og kontraktøren som jobbet ute på anlegget ble med andre ord ikke ivaretatt godt nok ved at kontraktøren ikke var i stand til å oppfatte signalene som ble sendt fra kontrollpanelsoperatøren. Dette viser at det lett kan oppstå problemer i grensesnittet der andre selskap er ansvarlig for opplæring av ansatte som skal jobbe i tilknytning til fjernstyringssystemet. Det er viktig å ivareta god oppfølging av dette. Et annet moment som tas opp er at erfaring uten god opplæring kan være med på å skape dårlige vaner. Rapporten refererer til dårlige erfaringer med praksisen om at RCO-ene selv skal etterspørre trening for oppgaver de mener de ikke mestrer fullt ut. Dette kan øke terskelen for operatørene til å oppnå den treningen de trenger, samtidig som det er vanskelig for en operatør å vite om alle

oppgavene han ikke har kunnskap om. Gamst og Gavalla viser også til at det er viktig at ansatte med lite erfaring ikke alene får ansvaret for opplæring av nye operatører. Det har hendt at de ansvarlige for opplæringen selv har utført operasjoner feil, og dermed lært bort gal praksis. Gjennom en spørreundersøkelse om konkrete problemer relatert til opplæring var svarene følgende: for kort tid til opplæring, for dårlig opplæring i de mest krevende oppgavene og for dårlig kvalifisert opplæringspersonell. Ut fra et MTO perspektiv kan dette særlig relateres til de menneskelige og organisatoriske aspektene. Det tekniske systemet krever spesielle ferdigheter av menneskene som jobber med det. Det er viktig at organisasjonen ser behovet for at operatørene har riktige holdninger og kompetanse, og legger til rette for opplæring som ivaretar dette.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det er viktig med fokus på opplæring av eksterne operatører som jobber i grensesnittet mot fjernstyringssystemet. Det er ikke gitt at slike operatører får opplæring i fjernstyringssystemets funksjoner gjennom egne arbeidsgivere.
- b) Det er viktig med god opplæring og planlegging av opplæring for fjernstyringssystemets operatører. Det bør tas initiativ til opplæring både av arbeidsgiver og ansatt. Operatørene bør kunne etterspørre opplæring dersom de mener det er noe de mangler kunnskap om. Selskapet og ledelsen bør i samråd med personer som kjenner systemet godt sette i gang generell opplæring.

### **J13: Kommunikasjon mellom operatører (ref: Gamst, Gavalla, 2005):**

En av de sikkerhetsmessige fordelene man så ved fjernstyring av tog var at kommunikasjonsfeil mellom personell på lokomotiv og på bakken ville bli fjernet. De ville forsvinne fordi kontrollpanelsoperatøren nå alene skulle ta seg av alle disse oppgavene. Rapporten viser imidlertid eksempler på at dette ikke alltid har vært tilfelle, og misforståelser har oppstått også mellom ulike RCO. Disse har vært i form av at den ene ikke har forstått beskjeden eller ikke klart hørt hva som ble sagt. Dermed har det oppstått tidsforsinkelser og misforståelser angående hvilke/hvordan oppgaver skulle gjennomføres. Hovden (2003) sin kommunikasjonsmodell med sender, kanal og mottaker inngår her. Målet er at beskjedene skal komme uforstyrret frem gjennom de tre leddene. I eksemplet oppstår det imidlertid feil i tolkingen hos mottaker på grunn av dårlige informasjonskanaler eller dårlig utforming hos avsender. Feil i utforming og tolking av beskjeder kan utbedres ved at operatørene har felles situasjonsforståelse, gitt ved felles kunnskap og antakelser om blant annet roller, ansvar, prosedyrer og kultur (Henderson, Wright og Brazier, 2002).

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Selv for operatører med samme stilling og som utfører like oppgaver kan det oppstå kommunikasjonsvikt ved at beskjeder blir misforstått. Kanalene bør være støyfrie, operatørene ha felles situasjonsforståelse og et felles vokabular bør benyttes.

### **J14: Operatørens ferdigheter (ref: Gamst, Gavalla, 2005):**

Det har også vært problemer med hvordan togene reagerer på kjørekommandoer fra kontrollpanelet. Problemene her er at togene ikke kjører med den farten de blir bedt om via kontrollpanelet slik at operatøren heller må bruke opparbeidede ferdigheter og erfaringer ved kontroll av togets bevegelser. I praksis har dette vist seg å fungere godt når først operatørene har fått denne erfaringen, men det har gitt uheldige utfall når uerfarne eller nye operatører har utført disse oppgavene. Her kommer det frem hvordan menneskelige, tekniske og organisatoriske (MTO) faktorer må sees i sammenheng. Det tekniske systemet må være

brukervennlig og passe til operatørens kompetanse, samtidig som ledelsessystemet i organisasjonen må legge til rette for nødvendig opplæring.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Ved design av fjernstyringssystemet er det viktig å tenke på overensstemmelse mellom kontrollpanelet og faktiske operasjoner som utføres på anleggene. Hvis ikke er det langt vanskeligere å opparbeide seg kunnskap om hvordan operasjoner skal utføres korrekt, og det er lettere å gjøre feil.

### **J15: Mangler ved det tekniske systemet, og viktighet av testing (ref: Gamst, Gavalla, 2005).**

Ofte har tilløp til alvorlige hendelser blitt avverget av at det har vært personell på eller ved togene som har observert hva som har skjedd og fått stoppet hendelsen. Dette har også hjulpet til med oppmerksomhet på mangler ved systemet, slik at dette kunne utbedres. Personellet har vært den redundansen som har hjulpet til med å avverge mange situasjoner. På mange måter har ikke det tekniske systemet vært designet godt nok, slik at det ikke har kunne fange opp alle kritiske situasjoner. Det har med andre ord manglet viktige barrierer for å unngå uhell (Haddon, 1980).

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Ved bruk av fjernstyring kan det ikke undervurderes hvor viktig det er med grundig testede tekniske systemer. Mange uforutsette utfall kan oppdages ved testing. Utfall som ellers blir oppdaget når systemet er satt i drift, men som da kan få langt større konsekvenser.

## **5.3 Luftfart**

Også for luftfart er Havarikommisjonen en viktig kilde til erfaringer, hvor den er pålagt gjennom lovverket å granske alle alvorlige hendelser. I forskrift om offentlige undersøkelser av luftfartsulykker og luftfartshendelser innen sivil luftfart heter det at bestemmelsene kommer til anvendelse luftfartsulykke og luftfartshendelse med sivilt luftfartøy og/eller forhold der den sivile lufttrafikkjenesten har ytt lufttrafikkjeneste til militære luftfartøy. Ulykke og alvorlige hendelser defineres som:

*Luftfartsulykke:* En uønsket begivenhet som inntreffer i forbindelse med bruken av et luftfartøy fra det tidspunkt en person går ombord i fartøyet med flyging som formål, til alle har forlatt fartøyet, såfremt:

a) Noen avgår ved døden eller kommer alvorlig til skade som følge av:

- å være i luftfartøyet, eller
- ved direkte berøring med en del av luftfartøyet, herunder deler som er løsnet fra det, eller
- å være direkte utsatt for virkninger av eksosstrøm fra motor(er), og/eller luftstrøm fra propell(er) og rotor(er)

med mindre dødsfallet eller skaden skyldes naturlige årsaker, er selvpåført eller påført av andre personer, eller er påført en blindpassasjer som har gjemt seg på et sted som normalt ikke er tilgjengelig for passasjerer eller besetning; eller

b) Luftfartøyet blir påført skader eller strukturelle feil som i betydelig grad nedsetter strukturens styrke eller fartøyets yteevne eller flygeeegenskaper, og som normalt nødvendiggjør en større reparasjon eller utskifting av angjeldende del/komponent.

Unntatt er motorsvikt eller -skade, såfremt skaden er begrenset til motoren, dens deksler eller tilbehør. Unntatt er videre skade begrenset til propeller, vingespisser, antenner, dekk, bremses, glatt kledning, små bulker eller hull i fartøyets kledning; eller

c) Fartøyet er savnet eller fullstendig utilgjengelig.

*Alvorlig luftfartshendelse:* En uønsket begivenhet der omstendighetene tilsier at det nesten inntraff en ulykke.

*Luftfartshendelse:* En uønsket begivenhet i forbindelse med bruken av et luftfartøy som ikke er en ulykke, men som har eller vil kunne ha ugunstig innvirkning på sikkerheten ved luftfartsoperasjoner.

Også her kan denne trenivådelingen relateres til risikomatriser og røde, gule og grønne hendelser. Luftfartsulykke ivaretar røde, alvorlig luftfartshendelse gule og luftfartshendelse grønne hendelser. Det går fram av definisjonene over at Havarikommisjonen for flytrafikk har et litt videre mandat for hva som skal etterforskes enn for jernbane. Her kan også grønne hendelser bli etterforsket. Ved utvelgelse av relevante erfaringer for denne rapporten er imidlertid kun gule og røde hendelser valgt ut.

En gjennomgang av de fire siste års granskinger gjennomført av Havarikommisjonen viser noen relevante erfaringer relatert til problemstillingen. De fleste hendelsene som er relevante i forbindelse med problemstillingen er såkalt nærpasseringer, som har oppstått som følge av problemer med tekniske systemene, tolkingen av de tekniske systemene og manglende eller misforstått kommunikasjon mellom kontrollsentral og flygere. Gjennomgangen viste mange mer eller mindre relevante hendelser relatert til dette. Her blir de mest typiske og beste eksemplene brukt til å illustrere hva som kan gå galt. Som nevnt i kapittel 4.3, om luftfart, finnes det ulike typer kontrollsentraler. I den videre kartleggingen blir det imidlertid ikke skilt på dette.

### 5.3.1 Relevante funn og erfaringer

I det etterfølgende er det gitt en gjennomgang av funnene. Disse er i hovedsak knyttet til aktørene kontrollsentral og flygere.

#### **L1: Tekniske og menneskelig svikt bak nærpassering (ref: SL RAP.: 37/2005):**

Den aktuelle nærpassering skjedde mellom et SAS-fly og et småfly. I situasjonen som oppsto slo kollisjonsvarlingssystemet inn og kom med forslag til unnvikelsesmanøver som besetningen valgte følge. Dette hindret kollisjon. SSR-transponderen i småflyet virket imidlertid ikke som den skulle slik at det kan ha vært tilfeldig flaks at kollisjonsvarlingssystemet slo inn. Det kunne skjedd at kollisjonsvarlingssystemet ikke hadde gitt beskjed i det hele tatt. I tillegg til å sende signaler til kollisjonsvarlingssystemet sender transponderen også signaler til Lufttrafikkjenestens radar. Feil i transponderen medførte derfor også at korrekt posisjon ikke ble oppdaget ved hjelp av SSR-radaren. Dette er en helt klar barrieresvakhhet (Haddon, 1980). Barrieren i dette tilfellet, transponderen, virket ikke noe som gjorde at systemet kom i en sårbar posisjon. En annen viktig årsak til at nærpasseringen skjedde var at flygelederen misoppfattet (hørte feil) posisjonen til småflyet,



og reagerte heller ikke på at det var manglende samsvar på flygetid og distanse mellom to posisjonsrapporter fra småflyet. Ingen av de to flyene fikk derfor melding om hverandre fra flygeleder, og det var til slutt kollisjonsvarlingssystemet som gjorde SAS-flyet oppmerksom på småflyet. Havarikommisjonene understreker at siden radiosamband er sårbart og utsatt for feil, er det ytterst viktig at det ikke kun ut fra oppgitt posisjon over dette sambandet bestemmes om luftfartøy er i konflikt med hverandre. I slike situasjoner bør det bes om bekreftelse på posisjon og rute. I det minst bør det vises stor grad av aktsomhet. Brudd på aktsomheten i denne situasjonen var at flygelederen ikke reagerte på at posisjonsrapporten han fikk 5 minutter etter første oppkall var gal regnet med normal hastighet for et småfly. Dette er i tråd med Henderson, Wright og Brazier (2002), som sier at feil i informasjon kan skyldes dårlig kvalitet i distribusjonsmediet, feil i koding hos avsnder eller tolking av mottaker. I dette tilfellet var det både dårlig distribusjonsmedium og manglende sending av informasjon.

Kommisjonen konkluderer videre med at det er sannsynlig at flygelederen ikke reagerte på dette på grunn av arbeidsbelastningen i forbindelse med kontroll av øvrig flytrafikk området. Dette selvfølgelig i kombinasjon med at småflyet ikke ble synlig på radarfremviseren i et luftrom som erfaringsmessig har god radardekning. Et annet viktig punkt var mangel på primærradar. Dette er en radar som fungerer i terminalområdet og som kan oppdage luftfartøyer uten transponder. Flygeledelsen mistet muligheten til denne sikkerhetsbarrieren fordi en godkjenningsprosess ikke ble tilfredsstillende fulgt opp, og primærradaren satt ut av drift. Også her er det tydelige barrierebrudd. Uten barrierer blir systemet og menneskene i det sårbart (Haddon, 1980). En annen medvirkende årsak kommisjonen peker på er opplæring. Det var tatt i bruk et nytt system for radarfremvisning, reiseplanbehandling og automatisk koordinering (NATCON) ved den aktuelle flygekontrolltjenesten. Dette medførte en del endringer i arbeidsrutiner for flygelederne, og kommisjonen mener det i etterkant av dette har vært for lite fokus på behovet for en tilvenningsperiode med nytt utstyr. Innføring av nye systemer kan med andre ord gi virkninger over et helt MTO-perspektiv. Nye tekniske systemer må i seg selv være sikre og brukervennlige. Samtidig stiller de krav om ny kompetanse hos operatørene. Dette er igjen et behov som organisasjonen må ta hensyn til via opplæring.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det er helt sentralt at tekniske sikkerhets- og overvåkingssystemer fungerer, og at det blir varslet dersom de faller ut. Dersom systemet faller ut uten at operatørene får vite det er det svært sannsynlig at de fortsetter å stole på systemene uten å dobbeltsjekke andre kilder til informasjon.
- b) Gode rutiner for å dobbeltsjekke informasjon gitt over kommunikasjonssamband. Dette er spesielt viktig når mediet som brukes er preget av støy eller til tider ikke overfører med like god kvalitet.
- c) Ved innføring av nye systemer må det legges vekt på opplæring og mulighet til å opparbeide seg erfaring. Dette er viktig for at operatørene skal ha nødvendige ferdigheter til å skjønne signalene systemet gir, og hvordan de skal bruke dets funksjoner til ulike oppgaver. Dersom det oppstår en kritisk situasjon er det som regel for kort tid til å finne ut av dette da.

**L2: Endrede arbeidsoppgaver og stor arbeidsbelastning kan være uheldig (ref: SL RAP.: 16/2005):**

Hendelsen skjedde da et fly var i ferd med i foreta innflygning til flyplassen og flygeleder oppdaget en gruppe jagerfly på vei inn i samme luftrom. Dette skjedde under en større militærøvelse og det var i den forbindelse opprettet en ekstra koordinatorfunksjon betjent av en flygeleder. Hans oppgave var intern koordinering av alle inn- og utflygninger under militærøvelsen med andre regionale naboenheter. Trafikkforholdene og stor arbeidsbelastning kompliserte den interne koordineringen mellom de enkelte enheter, blant annet med tilpasning av de ulike oppdrag og operasjonelle ønsker fra deltagende fly. Det var også periodisk høy radiobelastning i forhold til en normalsituasjon. På det aktuelle hendelsespunktet var trafikkbelastningen stor, noe som førte til høyt arbeidspress med minimal tid til internkoordinering. Det oppsto svikt i en koordineringsrutine mellom de berørte kontrollenheter med hensyn til tildeling av utflygningstrase til jagerflyene. Havarikommisjonen mener disse forholdene var med på å skape hendelsen. Hendelsen kan relateres til Henderson, Wright og Brazier (2002) og det de forklarer som brudd på felles situasjonsforståelse. Det oppsto en situasjon der det ikke var felles kunnskap og antakelser om roller, ansvar og gjeldende prosedyrer. Flygelederen som oppdaget hva som var i ferd med å skje gav rask beskjed til flyet om å endre kurs. På grunn av hurtig reaksjon fra besetningen på vakthavende flygeleders instruks, ble en mulig nærpassering avklart i løpet av kort tid.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) En kombinasjon av samtidige endringer i arbeidsoppgaver og arbeidsmengde kan være uheldig for sikkerheten. I eksemplet over var dette en av de viktigste årsakene til at flygeledelsen ikke før var blitt klar over at jagerflyene skulle fly inn i det aktuelle luftrommet.
- b) Gode kommunikasjonskanaler er svært viktig dersom noe uventet skjer. Som hendelsen over viser kan en rask og klar beskjed kontrollrommet tidlig avverge uønskede hendelser. Faktisk før det tekniske varslingsystemet slår inn.

**L3: Mangler ved ansvarsforhold, kommunikasjonsrutiner og teknisk system (ref: SL RAP.: 10/2005):**

Hendelsen inntraff da et fly var på vei inn mot en flyplass og et annet fly tok av fra den samme flyplassen. På vei inn fikk flyet beskjed om å fly en runde i ventemønster på grunn av stor trafikk. Mens flyet var i dette ventemønsteret måtte flygelederen gripe inn to ganger for å hindre en alvorlig situasjon. Da flyet skulle inne i ventemønsteret startet det en sving til høyre mens det riktige over den aktuelle posisjonen var en venstresving. Det var styrmannen som fløy flyet. Da beskjeden kom om å fly ventemønster var fartøysjefen opptatt med å snakke på radio og fulgte ikke med på hva styrmannen gjorde. Da fartøysjefen hadde avsluttet samtalen informerte styrmannen han om at de var pålagt å fly en runde over i ventemønster og at han hadde lagt det inn i FMS (Flight Management System). Det var imidlertid feil data som ble lagt inn i FMS. Her var alle ventemønstre lagt inn med samme svineretning. Svingen i feil retning medførte at flyet nærmet seg flyet som hadde lettet, og for å hindre at minimumsavstand ble overskredet måtte flygelederen korrigere flyenes kurs. Flygelederen kontaktet besetningen med forespørsel om kartet deres hadde høyresving i det aktuelle ventemønsteret, noe som ble avkrefet. Fartøysjefen opplyste at de nå rettet opp feilen. Flygelederen var usikker på hva dette egentlig betydde, men forventet at det ville bli gjort en høyresving sydover slik at flyet da nærmet seg opprinnelig ventepunkt. Kort tid etter foretok imidlertid flyet heller en ny venstresving, altså ytterligere bort fra ventepunktet. Igjen avtok

avstanden mellom flyene til under kritisk avstand og igjen måtte flygelederen gripe inn ved å korrigere flyenes kurs.

Havarikommisjonen påpeker at flygeleder ikke burde tolket korreksjonsbeskjeden fra flyet på sin måte, men avklart dette med besetningen over radio. Den peker også på at samarbeid mellom fartøysjef og styrmann er viktig for en sikker trafikkutførelse. I dette tilfellet var fartøysjefen opptatt med kommunikasjon med bakken da styrmannen la inn svingeretning. Styrmannen hadde liten erfaring på flytypen og det hadde vært enkelt for fartøysjefen å sjekke om ventemønsteret var lagt inn riktig. Dette er i tråd med teorien om HRO og organisatorisk redundans. Strukturelle forutsetninger opphørte ved at det i situasjonen var mangel på overlappende ansvar. Kulturelle forutsetninger manglet ved at viljen til å overveie og gripe inn i kollegaens handlinger var redusert. Når det gjaldt den andre svingen mot nord fant ikke havarikommisjonen noen konkret årsak til at besetningen valgte denne løsningen. En mulig årsak kan være at besetningen hadde så sterkt mentalt fokus på ”venstre” etter at flygeledelsen kontaktet flyet og gjorde dem oppmerksom på at reglene for dette ventepunktet var en venstresving, at da det skulle svinges på nytt ble det en venstresving nærmest ubevisst. Når det gjaldt de gale svingeretningene som var lagt inn i FMS fant havarikommisjonen at leverandøren av programvaren ikke hadde fulgt reglene. Disse reglene definerer svingeretning for alle ventemønstre. Operatørene (flyselskapet) hadde heller ikke kontrollert om informasjonen i programvaren var riktig, og i prosedyreverket fant havarikommisjonen ingen regler for at besetningen skal kontrollere svingeretning. Et siste punkt som er verdt å merke seg er at informasjonen ut til andre flygeledere i selskapet i etterkant av hendelsen var mangelfull. Flygerne fikk ikke rask beskjed om å sjekke svingeretning ved bruk av FMS i ventesving.

En slik hendelse som denne er svært relevant for andre flygere ettersom den henger sammen med en felles teknisk konfigurasjon på selskapets fly. Flygerne burde fått beskjed om å sjekke svingeretning ved FMS bruk i ventesving. Dette kan relateres til en mangel på systemer eller bruk av systemene for erfaringsoverføring (Phimister, Bier og Kunreuther, 2001).

- a) Det er svært viktig å dobbeltsjekke diffuse beskjeder. I dette tilfellet var beskjeden fra flyet om at de ”rettet opp feilen” så vag at det oppstod rom for tolkninger. Den innkommende informasjonen til flygeledelsen om at feilen ble rettet opp var for dårlig, men flygelederen tok heller ikke initiativ til å bekrefte hva som egentlig skjedde da han var i tvil. Avsender har et ansvar for å sende klare beskjeder, men mottaker har også ansvar for å sjekke dersom det er tvil om hva som er sagt.
- b) Rutinene for å korrigere mulige svakheter med fjernstyringssystemet må være laget og gjort kjent. Konkret opplæring på dette kan være nødvendig. Dersom operatøren aksepterer at alle ventemønstre ligger inne med samme svingeretning er det viktig at dette er skikkelig kunngjort og kjent blant flygerne.
- c) Det er viktig med hurtig spredning av informasjon til andre som kan ha nytte av informasjon om hendelsen. Dette er særlig viktig dersom hendelsen skjer på grunn av iboende egenskaper i systemer eller rutiner som blir brukt. I eksemplet over var det altså slik at FMS-systemet var programmert likt for alle fly i selskapet.

- d) Dersom systemets handlinger og menneskelige beskjeder er ulike må det være klargjort hva som skal følges. I alle fall må disse uoverensstemmelsene dobbeltsjekkes. I tilfellet over var det slik at ventemønstret i FMS var ulik den flygelderne refererte til.

**L4: Stor arbeidsbelastning som årsak til menneskelig svikt (ref: SL RAP.: 44/2004 og SL RAP.: 42/2004):**

Hendelsen oppsto da to småfly foretok en type flygning i et luftrom som krever klarering fra flygekontrolltjenesten for at flygingen skal foregå sikkert. Det var stor trafikk i det aktuelle området i tidsrommet, og mange flygninger utenom vanlig ruteplan. De to småflyene fikk lite informasjon fra sentralen og det oppsto en nærpassering. Flygelederen oppdaget ikke at de to flyene en stund var på kollisjonskurs. Havarikommisjonen anser at høy belastning på flygeleder førte til manglende trafikkinformasjon til de to aktuelle flyene. Det er slik at flygekontrolltjenesten selv må avgjøre om kapasiteten er slik at de kan håndtere klareringer på flere fly. Dersom det er kapasitetsproblemer bør klareringen inneholde begrensinger på hva flyene kan gjøre (for eksempel høydebegrensninger, rutevalg og lignende), eventuelt kan klarering utsettes. Havarikommisjonen minner om flygelederens individuelle ansvar for ikke å påta seg mer trafikk enn de er i stand til for å yte tilfredsstillende tjeneste og opprettholde et høyt nivå av sikkerhet. I etterkant har den aktuelle kontrollsentralen tatt opp dette med alt personell, og som tema i sitt faglige undervisningsopplegg.

Flygelderne er i en slik posisjon at de selv mange ganger kan begrense arbeidsmengden sin ved å omdirigere fly, sette dem i ventemønster osv. Dette er også noe de blir oppfordret til å gjøre for å overholde sikkerheten ved stor pågang. På den andre siden er de også under press fra andre interessenter om å avvikle trafikken etter rute og så fort og effektivt som mulig. I slike interessekonflikter er det særdeles viktig at det blir kommunisert fra ledelse og organisasjon hvilke interesser som skal prioriteres slik at flygelederne har en klar oppfatning av dette. Fra et MTO perspektiv har *organisasjonen* ansvar for å gi rom for fleksibilitet og opplæring slik at *menneskene* i systemet kan ivareta riktige holdninger og handliner.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Dersom kontrollromsoperatørene selv har muligheten til å påvirke arbeidsbelastningen sin, er det viktig at dette kommuniseres til dem som en viktig sikkerhetsvurdering. For stor arbeidsmengde kan føre til menneskelige feil. Derfor må operatørene kjenne sine egne begrensninger og aktivt bruke mulighetene til ikke å overskride disse. Det må opparbeides forståelse blant kontrollromsoperatørene for at de selv må ta en aktiv rolle med å bestemme hva som er forsvarlig arbeidskapasitet.

Også andre granskningsrapporter tar opp liknende hendelser og årsaker til dem. En særdeles relevant er rapporten er 2004/42 der en nærpassering fant sted. Også her legger Havarikommisjonen vekt på høy arbeidsbelastning og overtid. Mer konkret at hendelsen skyldtes høy trafikkbelastning sammen med for lang tjenestegjøring i kombinasjon med få fridager, samt personlige problemer av privat art. Flygelederen hadde i stor grad utført tjeneste på overtid i tillegg til sin normale tjeneste.

Det som i tillegg kan sies å være et nytt element ved denne rapporten er at det ikke bare er de lokale og tidsbegrensede arbeidstoppene som kan føre til høy arbeidsbelastning og menneskelige feil. Også mye overtid og ekstra arbeidsdager kan være en form for høy arbeidsbelastning.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- b) Høy arbeidsbelastning kan oppstå både som lokale arbeidstopper og som langvarig overbelastning i form av overtid og ekstra arbeidsdager. Begge formene kan imidlertid være årsak til at operatørene sine grenser for hva som er stor arbeidsbelastning overskrides, noe som kan resultere i menneskelige feil.

**L5: Kommunikasjonsproblemer som direkte årsak til ulykke (ref: Phimister, Bier, Kunreuther, 2001):**

Det er registrert mange problemer som følge av kommunikasjon. Et eksempel på dette er en flyulykke i 1974 som var et resultat av at tvetydig og misforstått kommunikasjon mellom air traffic control (ATC) og flygerne. Flygeren misforstod innflygningsinstruksjonene og startet nedstigningen for tidlig til den endelige innflygningshøyden. Den for tidlige nedstigningen sammen med dårlig sikt på grunn av dårlig vær, bidro til at flyet kolliderte med et fjell. Dette er i tråd med det Henderson, Wright og Brazier (2002) sier om hvordan misforståtte beskjeder mellom avsender og mottaker i verste fall kan feil handling. I tillegg til den direkte kommunikasjonssvikten mellom ATC og flygere, oppdaget granskningskommisjonen at det også var en mer bakenforliggende kommunikasjonssvikt. Noen uker tidligere hadde det inntruffet en nesten identisk situasjon. Et annet fly hadde også misforstått ATC instruksjonene og startet nedstigningen for tidlig. De hadde erfart en lignende misforståelse under liknende forhold, og unngikk så vidt kollisjon med det samme fjellet. Flyselskapet som var i denne nestenulykken varlet raskt andre flygere og personell i selskapet om problemet, og la det inn i sitt interne rapporteringssystem, men andre selskaper ble ikke informert. På bakgrunn av dette vedtok flyindustrien og myndighetene i USA å etablere et rapporteringssystem (ASRS) for nestenulykker.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det bør etableres gode systemer og rutiner for å overføre relevant sikkerhetsinformasjon, både innad i selskapet og mellom selskaper. Selv om dette eksemplet er gammelt, og det har skjedd mye innen rapporteringssystemer for fly siden den tid, viser likevel eksemplet hvordan kommunikasjon og erfaringsoverføring er viktige elementer å være klar over ved bruk av fjernstyringssystemer.
- b) Det bør utføres grundig testing av instruksjonsforståelse. Dersom det er slik at operatørene selv er i til om noe bør det legges opp til at de enkelt kan etterspørre oppklaringer.

**L6: Årsaker til nærpassering over Meråker i 1997 (ref: SL RAP.: 49/2000 og Jersin, 2004):**

Hendelsen oppsto da to passasjerfly på møtende kurser passerte hverandre over Meråker i samme høyde og med svært kort avstand. Begge flyene oppdaget møtende trafikk og markerte til hverandre med å sette på landingslysene, men ingen av dem var imidlertid klar over at de lå i samme høyde. De fløy på de nivåer de hadde mottatt klarering for. Dette førte til at de passerte hverandre i samme høyde med bare 100-200 m avstand. Den ansvarlige kontrollsentralen ble ikke klar over hva som hadde skjedd før de to flyene hver for seg rapporterte hendelsen til sentralen over radio. Den samme dagen skjedde det også en til liknende hendelse mellom to andre passasjerfly i et luftrom som den samme kontrollsentralen hadde ansvar for.

Den direkte årsak til de to ukontrollerte nærpasseringene var at den samme begge gangene. Flygelederne på vakt overså at flyene var klarert i samme høyde og kurs. Havarikommisjonen

kunne ikke finne en enkel årsaksfaktor til hvorfor flygelederne overså dette. De avdekket imidlertid en del bakenforliggende forhold som kan ha hatt innvirkning. Jersin (2004) har også foretatt sett nærmere på disse forholdene:

### **Tretthet:**

Havarikommisjonen kunne ikke klart peke på årsaken til ulykken, men pekte på noen elementer som var medvirkende. Dette er elementer som menneskelig feilhandling, uoppmerksomhet og tretthet. Det siste antas å ha sammenheng med underbemanning og overtid i kontrollsentralen over lengre tid.

### **Det tekniske systemet:**

Andre forhold som tas frem er tekniske svakheter ved radarutstyret på bakken, etter som sentralen manglet automatisk varslingsystem mot kollisjoner. Flyene hadde heller ikke installert antikollisjonssystemer. Dette er helt klart mangler på viktige barrierer (Haddon, 1980). Årsaken til at flyene ikke kolliderte var at skyldes det at navigasjonsinstrumentene var litt forskjellig programmert i de to flyselskapene.

### **Arbeidsform i kontrollsentral:**

En uheldig situasjon med arbeidsformen ved kontrollsentralen var at ansvaret for trafikkavviklingen var lagt på vekthavende flygeleder, som skulle ha full oversikt over trafikken i sitt område og håndtere konfliktsituasjoner rett. De andre operatørene i kontrollsentralen var opptatt med egne oppgaver og kunne ikke varsle om avviket. Her er det klare brudd på forutsetninger for HRO og organisatorisk redundans. Operatørene hadde ikke mulighet til å observere hverandres arbeid og da heller ikke gripe inn.

### **Kultur:**

Det var heller ingen kultur for å kontrollere og korrigere hverandre. Et par andre uheldige kulturmessige faktorer var at flere flygeledere hadde innført en arbeidspraksis der de fjernet radaretikettene på luftfartøy i tilstøtende sektor. Dermed mistet man informasjon om fly på vei inn i egen sektor. Den neste var at det på landsbasis ikke var kultur for å varsle hverandre om mulige konflikter i andre kontrollsentralers ansvarsområde. Der er viktig å bemerke seg det siste punktet. En annen flygeleder ved en annen kontrollsentral oppdaget hva som var i ferd med å skje, og ringte opp den ansvarlige flygelederen istedenfor å slå alarm. Istedenfor å si at to fly er på kollisjonskurs spør han på telefonen kun om det er mottatt informasjon om det ene flyet på vei inn i den aktuelle sektor. Også her er det klare brudd på forutsetninger for HRO. Kulturelle forutsetninger manglet ved at det var manglende vilje til å overveie og gripe inn i andres handlinger. Også mangler ut fra et MTO perspektiv var det mangler, ved at det var forskjell på retningslinjene og hva som faktisk ble gjort.

### **Kommunikasjon:**

Det er også viktig å merke seg kommunikasjonen mellom det ene flyet og kontrollsentralen. Flyet gav beskjed om høyden sin, og flygeleder gav beskjed om at de kunne fortsette uten å gjenta høyden. I etterkant mente flygelederen selv at dersom han hadde gjentatt høyden ville han sannsynligvis reagert. Generelt vil også en slik tilbakemelding gi opprinnelig avsender bedre mulighet til å korrigere misforståelser. Dette er i tråd med det Henderson, Wright og Brazier (2002) sier om at det bør være felles forståelse for hvordan informasjon skal sendes og tilbakemeldinger gis. Felles forståelse oppnås gjennom felles kunnskap og antakelser om blant annet roller ansvar og gjeldende prosedyrer.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det bør tas hensyn til den enkelte operatørs arbeidskapasitet, slik at bruk av overtid og stor pågang av oppgaver begrenses.
- b) Tekniske varslingsystemer bør være installert. Det er uheldig å kun stole på at operatørene alene og uten tekniske hjelpemidler skal oppdage og avverge alle farlige situasjoner.
- c) Bruk av uformelle rutiner og arbeidspraksis bør kartlegges, kontrolleres og følges opp. Dersom vurderingene viser at noen av disse har sikkerhetsmessige farer forbundet med seg bør de fjernes og/eller formelle prosedyrer lages.
- d) Det bør bygges opp en kultur der operatører som følger med på hverandres arbeid også har lav terskel for å korrigere og kommentere hverandres med både ris og ros. Dette er en form formenneskelig redundans som må utnyttes.
- e) Ved kommunikasjon mellom operatører bør det være praksis at mottaker bekreftet med gjentakelse beskjeder som blir gitt.
- f) Dersom en operatør får motstridende meldinger fra de tekniske systemene og beskjeder gitt av andre operatører bør det være avklart hvordan dette skal følges opp. De gangene det er tid til det bør i alle fall situasjonen grundig dobbeltsjekkes, og er det ikke tid til dette må det være avklart hvilke beskjeder som skal følges.
- g) Dersom systemet er i stand til å vise aktiviteter utenfor grensene til det som overvåkes fra kontrollrommet, er det viktig at disse mulighetene utnyttes fullt ut. Dette kan være med på å tidlig gjøre operatørene i kontrollrommet oppmerksom på elementer på vei inn i sitt ansvarsområde.

### **L7: Mangler ved kommunikasjonssystem som årsak til ulykke (ref: Gemini, nr 4., 2005):**

Gemini (nr 4, 2005) gir en kort oppsummering av hva som skjedde ved en stor flyulykke i 2002 i Tyskland, da et russisk passasjerfly kolliderte med et amerikansk transportfly. På den ansvarlige kontrollsentralen hadde den ene av de to flygelederne røykepause, slik at bare en flygeleder var ansvarlig for overvåkingen. Dette viser klare brudd på HRO og organisatorisk redundans. Det var verken strukturelle forutsetninger til stedet ved overlappende ansvar og oppgaver, eller kulturelle forutsetninger ved vilje til å følge med på og gripe inn i andres aktiviteter. Et par minutter før kollisjonen oppdaget flygelederne ved en annen kontrollsentral på radarene sine hva som var i ferd med å skje. De forsøkte da å ringe opp flygelederne på den ansvarlige kontrollsentralen. Grunnet vedlikehold var imidlertid tre av fire telefoner ute av drift, samtidig som den siste var konstant opptatt. Dette viser klart hvordan kanalen for overføring kan sette kommunikasjonen mellom avsender og mottaker ut av spill og føre til alvorlige hendelser, Henderson, Wright og Brazier (2002). Flygelederne oppdaget imidlertid selv hva som var i ferd med å skje og gav det ene flyet beskjed om å stige og det andre om å stupe. Samtidig gav antikollisjonssystemet til flyene motsatt beskjed. Det var i etterkant av dette at det fatale for hendelsen skjedde. I USA og Russland er rutineene for motstridende meldinger fra flygeleder og kollisjonssystem ulike. I USA skal piloten følge systemet mens i Russland skal man følge flygeleder. Resultatet var at begge flyene stupte og kolliderte. Som Henderson, Wright og Brazier (2002) sier var det ulike situasjonsforståelse hos flygerne ved at det manglet felles kunnskap og antakelser om roller og gjeldende prosedyrer.

De lærdommene som spesielt kan trekkes her er:

- a) Det må vises stor varsomhet når det gjøres endringer på systemene for kommunikasjon. Situasjoner/handlinger som resulterer i dårligere kapasitet for disse bør unngås.
- b) Alle operatører som jobber i tilknytning til samme fjernstyringssystem må ha lik oppfattelse av hvilke beskjeder som skal følges ved motstridende meldinger. Her er det snakk om meldinger gitt av det tekniske system eller beskjeder gitt av operatører.

### **5.4 Oppsummering, teori vs. funn**

Som nevnt i kapittel 3.2.1 vil implementering av fjernstyring i bedrifter bevege situasjonen i retning av mer komplekse interaksjoner og tette koblinger. Disse systemene bør derfor oppfylle egenskapene til HRO for å kunne håndtere alvorlige hendelser på en god måte.

#### **5.4.1 HRO og fjernstyring**

Gjennom erfaringskartleggingen kom det fram flere funn som viste at egenskaper ved HRO ikke var til stede. Funne var både knyttet til *organisatorisk redundans*, med strukturelle og kulturelle forutsetninger, og *tilpasningsdyktighet*.

AMK-sentralene ser ut til å være de som har færrest brudd på strukturelle og kulturelle forutsetninger. De har mulighet til direkte observasjon av hverandres arbeid, samt at de har overlappende oppgaver og ansvar. De har imidlertid ikke mulighet til å observere hva som skjer andre steder enn i sentralen, noe som også ble betegnet som et problem. Funnene viser også at operatørene i AMK-miljøet har gode kulturelle forutsetninger. De utveksler mye informasjon, kommenterer og gir tilbakemeldinger på hverandres arbeid.

Både innen luftfart og jernbane var det mange uheldige situasjoner som kunne relateres til brudd på strukturelle og kulturelle forutsetninger. For strukturelle forutsetninger gjaldt det gjerne manglende mulighet til direkte observasjon av hverandres arbeid. Innenfor alle bransjene kom det fram funn som viste problemer med kvalitet og mangfold i informasjonskanalene, noe som et klart brudd på de strukturelle forutsetningene. Et godt eksempel er A5 som viste at det kunne oppstå problemer med GSM-nettverkets dekningsrad og telefonen som eneste kommunikasjonsvei til AMK-sentralene.

Flere funn kan også relateres til kulturelle forutsetninger. Mange situasjoner viste til dårlig vilje og kultur for å utveksle nok informasjon, gi tilbakemeldinger og foreta inngripen ved feilhandlinger. Det mest slående funnet er F6 der en flygeleder ikke gav direkte beskjed til den ansvarlige flygelederen da han oppdaget to fly på kollisjonskurs. Dette punktet kan også relateres til det neste forholdet som kjennetegner HRO, tilpasningsdyktighet. De kan tilpasse seg krevende situasjoner og kriser, bruke uformelle arbeidsformer dersom situasjonen krever det, og operatørene ser etter og rapporterer tegn på at noe er galt. Også her var det bedre resultater for AMK-sentralene ved at operatørene hadde for vane å følge med på hverandre og si fra hvis de oppdaget noe. For tilpasningsdyktighet er også tilgangen til nødvendige eksperter og fagfolk sentral, som funn A11 viste. Personene i AMK-sentralen kunne ikke selv ha all nødvendige spisskompetanse, men de hadde oversikt over eksterne aktører med slik kompetanse for å ivareta fleksibel og god utførelse av innringninger.

Funnene viser at det med bruk av fjernstyringssystem må vises mye oppmerksomhet til strukturelle og kulturelle forutsetninger. Flere ganger har brudd på disse forutsetningene vært



årsak til alvorlige hendelser i fjernstyringssituasjoner. Dette viser også at det er viktig å tenke på fjernstyringssystem i en HRO-relasjon og bruke egenskapene skissert i kapittel 3.2 som veiledende under utformingen.

### 5.4.2 MTO i bransjenes fjernstyringssystem

Det kom fram funn som kan relateres til både menneskelige, teknologiske og organisatoriske forhold, og at det som regel nødvendig å se dem i sammenheng. Endringer på for eksempel det tekniske området hadde ofte innvirkning på de menneskelige og organisatoriske områdene.

Tekniske forhold:

De fleste forholdene her var relatert til at teknologien ikke varslet godt nok, at det var mulig å koble ut sikkerhetsbarrierer, at den ikke gav muligheter for god kommunikasjon mellom operatører eller at den ikke støttet informasjon i ulike formater.

Organisatoriske forhold:

De aller fleste organisatoriske forholdene var knyttet til opplæring og mulighet til å opparbeide seg erfaring. Flere av operatørene i de ulike bransjene følte at de manglet kunnskaper om deler av arbeidet sitt. Mangler ved organisatorisk redundans kan også nevnes. Her var det ikke så mye snakk om at redundansen i seg selv manglet, men at det ikke var kultur for å bruke den eller å være oppmerksom på situasjoner der redundansen var lav.

Menneskelige forhold:

Uheldige faktorer menneskelige forhold var dårlige holdninger og atferd, enten ved manglende vilje til rette opp andres feil eller vaner med å deaktivere sikkerhetsfunksjoner. Dårlig kompetanse var også representert ved at nye systemer ble tatt i bruk uten tilstrekkelig opplæring av operatørene. Nyansatte eller underordnede fikk også større ansvar enn de skulle hatt.

Funnene viser også at det er nødvendig å tenke over at det ikke trenger å være samsvar mellom hvordan man *bør* gjøre oppgaver og hvordan de *faktisk* blir gjort. Flere eksempler viste at selv om rutiner beskrev prosedyrer behøvde ikke disse prosedyrene å bli fulgt. I AMK var det for eksempel en situasjon der rutinene sa at det skulle varsles via helseradionett, men likevel bestilte noen leger ambulanse gjennom andre kanaler (A2). Fra luftfart kan eksemplet med fjerning av radaretikett i tilstøtende kontrollsoner nevnes. Dette var en arbeidspraksis som var tatt i bruk av flygelederne selv om det sto beskrevet annerledes i prosedyrene (L6).

Et godt samspill mellom menneske, teknologi og organisasjon kan betraktes som et mål for bruk av fjernstyring og kontrollrom. Et slikt samspill vil være med på å bygge en sterkere organisasjon med tanke på håndteringen av feil, eller å hindre at feil oppstår i det hele tatt. Funnene viser at feil kan relateres til alle de tre kategoriene. Ingen av dem kan derfor undervurderes ved bruk av fjernstyring.

### 5.4.3 Informasjonsdeling i fjernstyringssystem

Kartleggingen viste svært mange uheldige situasjoner i forbindelse med mangler ved informasjonsdeling i fjernstyringssystemene. De fleste funnene kunne relateres Hovdens (2003) kommunikasjonsmodell med sender, overføringsmedium og mottaker, samt Henderson, Wright og Brazier (2002) sine beskrivelser om at beskjedner skal komme korrekt fram over alle disse tre.

Funn relatert til avsender gikk på utilstrekkelige eller manglende meldinger. For mottaker gjaldt det stort sett at bekreftelser på meldinger ikke ble sendt eller at det ikke ble bedt om oppklaringer dersom beskjeder var uklare. Flest funn var det likevel på selve kommunikasjonskanalene, enten ved dårlig kvalitet eller at det ikke var alternative kanaler dersom den primære falt ut. Et svært alvorlig eksempel på dette var funn F7 der tre av fire telefoner i flygeledersentralen var ute av drift, samtidig som den siste var konstant opptatt. Flygelederne fikk derfor ikke innkommende meldinger fra en annen kontrollsentral om at to fly var på kollisjonskurs.

Mange funn viste også at en bedre situasjonsforståelse kunne hjulpet kommunikasjonen mellom operatørene, samt bidratt til bedre håndtering av hendelser. Felles forståelse bestående av felles kunnskap og antakelser om situasjon, roller, ansvar, prosedyrer og kultur. Et eksempel her er J13, der operatører med samme ansvarsområde og like oppgaver noen ganger ikke forsto meldinger som ble gitt mellom dem.

Ved utarbeidelse av kommunikasjonssystem og rutiner er det med andre ord viktig å tenke på både avsender, medium og mottaker.

## 6 Relevans for olje- og gassektoren

Under intervjuet med Ptil ble det blant annet spurt om det var mulig for olje og gassektoren å lære av andre bransjer. De mente at selv om det var ulike tilnærminger til fjernstyring var det absolutt mulig å dra slike lærdommer. Hovedutfordringen lå i å tilpasse erfaringene og være selektiv, slik at riktige og relevante erfaringen ble grepet fatt i. Dette er også noe oppgaven har forsøkt å ta tak i. Den generelle konteksten funnene er hentet fra, gitt i figur 1-2, kan fint relateres til fjernstyringssituasjoner mot olje og gass. Kontrollrommet er bemannet av flere personer som styrer og overvåker prosessene på plattformen. I de tilfeller der det ikke er operatører stasjonert på plattformen, er de jevnlig på plattformen og utfører oppgaver enten på rutinebasis eller fordi det har skjedd noe uventet. Ofte er det også nødvendig for kontrollromsoperatørene å ta kontakt med andre fagfolk, enten de sitter i staben sentralt eller er representert av kontraktører og leverandører.

Plattformen og anlegg innen olje og gass er i seg selv systemer med tette koblinger og komplekse interaksjoner (Perrow, 1999). Fjernstyring reduserer ikke dette, men gjør det om mulig enda mer komplekst. Dermed bør olje- og gassektoren oppnå og fungere som HRO for å unngå store ulykker. Som nevnt i kapittel 5.4 kan svært mange av funnene betraktes som bunn på egenskaper ved HRO. Dette gjør dem også viktige for fjernstyring i olje- og gassektoren. (Rosness, Håkonsen, Steiro, Tinmannsvik, 2001) presenterer følgende i sin rapport: *“We will then present research findings which suggest that organisational redundancy may contribute significantly to the safety performance of Norwegian oil production platforms”*. Mange funn kan sees i sammenheng med organisatorisk redundans, og det kan derfor anbefales at disse funnene blir viet ekstra oppmerksomhet.

Ved innføring av fjernstyring, også i olje- og gassektoren, skal prosesser styres og overvåkes gjennom teknologiske løsninger. Det blir da også enda mer viktig at menneskene fungerer bra i samspill med teknologien. Mange funn er diskutert ut fra et MTO-perspektiv. Funnene viser at det i fjernstyringssituasjoner har oppstått problemer både på det menneskelige, teknologiske og organisatoriske nivå. Dette er et overordnet funn som er relevant også for olje og gass, men også enkeltfunnene på dette kan være nyttig. De teknologiske løsningene vil variere og her vil nok ulike bransjene erfare ulike problemer. Likevel er mange teknologiske funn felles, spesielt gjelder det de teknologiske løsningene som støtter informasjonsutveksling mellom operatører, samt varslingsystemenes egenskaper. Funn relatert til menneske og organisasjon vil være lettere å bruke. Menneskelige faktorer som dårlige holdninger, atferd eller kompetanse kan oppstå uansett bransje. Det samme gjelder organisatoriske faktorer knyttet til opplæring og mulighet til å opparbeide seg erfaring. Funnene viser hvordan disse faktorene kan gi uheldige utfall i en fjernstyringssituasjon, en situasjon som også er gjeldende for olje- og gassektoren.

Et annet punkt som taler for at erfaringene i rapporten også kan brukes i olje- og gassektoren, er et generelt funn. Under gjennomgangen og struktureringen av erfaringer ble det klart at svært mange av funnene går igjen mellom bransjene. Selv om de oppstår i ulike kontekster kan de generaliseres og likheter trekkes ut som er uavhengig av bransje og kontekst. Det er også disse likhetene oppsummeringene i kapittel 7 bygger på.

På bakgrunn av alle de overnente forhold er det trolig at erfaringen i rapporten også kan brukes i olje- og gasssektoren. Følgende antakelse kan derfor settes opp:

- a) *Det synes å være mulig å dra lærdom av erfaringer gjort i andre bransjer for olje- og gasssektoren.*

I den videre oppsummeringen (kapittel 7) skiller det derfor ikke på funn som er relevante for andre bransjer generelt og for olje- og gasssektoren. Ut over dette kan imidlertid et par funn framheves ekstra. Olje og gasssektoren er inne i en spennende fase med å bringe fjernstyring enda noen hakk videre og legge kontrollrom i større grad til land. I den forbindelse dukker det opp sentrale spørsmål om hvilken og hvor mye bemanning det skal være. Funnene gjort i tilknytning til dette kan derfor være særlig relevant. Under intervjuet og fra litteraturen om olje- og gasssektoren kom det også fram at man søker å ha en bredere tverrfaglighet for kontrollromsoperatører enn hva som er vanlig for operatører ellers. Begrunnelsen for dette var at operatørene skulle ha en *bredere kunnskapsbase, lett skulle skjønne og håndtere flere oppgaver og ha bedre oversikt*. Dette kan synes å være et fornuftig mål for kontrollromsoperatørenes kompetanse. Spesielt kan det pekes på erfaringer gjort i AMK-sentaler. Funnene tabellen henviser til er beskrevet under kapittel 5.1.

Relevante funn:

A11a	A14a	A15a	A15b
------	------	------	------

På bakgrunn av henvisningene i tabellen over, kan følgende generelle anbefalinger settes opp:

- b) *Det kan være viktig for olje- og gasssektoren og dra lærdom av kompetansen til AMK-operatørene, der det legges vekt på deres evner til å ha oversikt og koordinere. Det er nettopp disse evnene som er med på å gjøre AMK-sentralene velfungerende. Men disse egenskapene i seg selv er ikke nok. Kontrollromsoperatørene bør selv ha faglig kompetanse, og ikke minst muligheten til å kontakte eksterne fagfolk ved behov.*

Selv om det synes å være slik at funnene i mange tilfeller kan være relevant, er det viktig å påpeke at tilpasninger bør gjøres. Både i forhold til teknologi, mennesker, holdninger, organisasjon og kultur som finnes innen olje- og gasssektoren. Det er heller ikke sikkert at det er behov for endringer på alle disse områdene, men at funn knyttet til noen av dem er viktige.

Problemer med å sette i gang nødvendige endringer kan være viktig for i hvilken grad funnene i rapporten kan brukes. Særlig er slike problemer gjeldende i organisasjoner som opererer under stabile forhold og med god effektivitet og lønnsomhet. Selv om omstillinger er viktig for å få til læring som kan bringe organisasjonen videre, er det viktigere for dem og konsentrerer seg om stabilitet som kan trygge driften. Dermed har de en stabil tilstand med dårlige forhold for læring, der arbeidet foregår på bakgrunn av kultur, strategier, strukturer og prosesser som er godt forankret i organisasjonen (Cohen, Levinthal, 1990). De fleste enhetene innen olje- og gasssektoren er i en slik stabil posisjon, noe som i seg selv kan gjøre det vanskeligere for dem å nyttegjøre seg erfaringer som de denne rapporten gir. Relevansen for dem avhenger derfor av evnen organisasjonen har til å tilegne seg og bruke erfaringene.

---

<sup>1</sup> Tabellen henviser til funn gitt tidligere i rapporten. Bokstaven A viser at funnet er fra AMK, kapittel 5.1.

## 7 Sammenfatning

Sammenfatningen tar først for seg en oppsummering på tvers av bransjene som erfaringene er samlet inn fra, deretter gis det en refleksjon over arbeidet og konklusjonene.

### 7.1 Oppsummering og anbefalinger til de viktigste funn

Dette kapitlet gir oppgavens konklusjoner eller anbefalinger. Det oppsummerer hvilke funn som går igjen i bransjene og sentrale momenter som kan overføres mellom dem, og til andre bransjer. Oppsummeringen tar også med noen funn som ikke er observert i alle bransjene, men som det er spesielle positive erfaringer knyttet til. Det er imidlertid også gjort mange interessante enkeltfunn eller funn som ikke forekommer ofte. Disse vil nok være relevante i mange situasjoner, og det anbefales derfor at også kapittel 5 leses. Oppsummeringen er strukturert under overskrifter som kategoriserer relevante funn. Under disse blir det henvist til spesifikke enkeltfunn og gitt en diskusjon omkring dem. Henvisningene blir gjort i tabeller som viser til funn beskrevet i kapittel 4. Konklusjonene er gitt som anbefalinger og nummerert fra a til å, og kan betraktes som en beste praksis som gir forslag til hva som bør gjøres eller ikke bør gjøres.

#### 7.1.1 Relevans på tvers av bransjer synes å være bekreftet

Tidlig i oppgaven, under kapittel 1, ble det skissert at arbeidet skulle trekke fram erfaringer som var relevante for andre bransjer. I kapittel 6 er det gitt en vurdering på funnernes relevans for olje- og gasssektoren, men mye av denne argumentasjonen er også gjeldende på mer generell basis. Det mest viktige er at det under gjennomgangen og struktureringen av erfaringer ble det klart at svært mange av funnene går igjen mellom bransjene. Selv om de oppstår i ulike kontekster ser det ut til at de generaliseres og likheter trekkes ut som er uavhengig av bransje og kontekst.

Et generelt funn er derfor at mange elementer fra fjernstyring går igjen mellom ulike bransjer og industrier. Det synes som om det viktigste kriteriet for i hvilken grad funnene fra denne oppgaven kan brukes av andre, er at de brukes på en kontekst som kan relateres til figur 1-2, og kapittel 1:

- a) Mange funn er like mellom de forskjellige bransjene som er studert.
- b) Det synes å være mulig, i forhold til rammene gitt i oppgaven, å dra lærdom av erfaringer gjort i andre bransjer.

#### 7.1.2 Legge til rette for oversikt og fokus på oppgaver

Denne konklusjonen kan relateres til kapittel 6 punkt b, ved at ferdighetene og egenskapene gitt der var med på å gi nettopp oversikt og fokus på oppgaver i AMK-sentralene. Oversikt og samtidig fokus på oppgaver er en generell observasjon som på mange måter omfatter flere av funnene og som det blir henvist til senere i oppsummeringen. Generelt skal operatørene i kontrollrom både ha oversikt over mange hendelser og prosesser samtidig, og de skal kunne fokusere på enkeltoppgaver slik at de blir håndtert raskt og effektivt. God oversikt og likevel fokus på oppgavene er derfor svært viktig. Dette er en observasjon også gjort av andre. Tjora (2002) kaller denne egenskapen for ”generell oppgaveoppmerksomhet”. I sin forklaring går han via fire andre begreper:

**Systemoppmerksomhet:** oppmerksomhet på systemet/teknologien man anvender for å utføre en oppgave.

**Oppgaveoppmerksomhet:** oppmerksomhet på selve oppgaven man skal gjennomføre.

**Generell oppmerksomhet:** oppmerksomhet om alle pågående aksjoner i sentralen, hva kolleger gjør, hvilke ressurser som er tilgjengelig til enhver tid, hvilke aksjoner som nylig er avsluttet, hvilke akutte situasjoner som står på venting eller er bestilt til fastsatt tidspunkt, etc.

**Fokusert oppmerksomhet:** oppmerksomhet på den individuelle arbeidsoppgave.

(Tjora, 2002).

Tar en utgangspunkt i disse definisjonene blir det mest hensiktsmessig og kalle egenskapene kontrollromsoperatørene bør ha for ”generell oppgaveoppmerksomhet”. I dette ligger det at oppmerksomheten til operatørene ikke må bli opphølet med å bruke *selve systemet* ved utførelse av en oppgave, men heller fokusere på nettopp arbeidsoppgavene.

Oppmerksomheten må heller ikke blir så knyttet til en *individuell oppgave* at oversikten forsvinner. Tekniske systemer må ikke være mer krevende i bruk enn at brukeren kan ha oppmerksomhet utover betjeningen av systemene. Dette er også i tråd med teorien om HRO og strukturelle for organisatorisk redundans. Noe som innebærer at operatørene har mulighet til observasjon av hverandres arbeid samt overlappende oppgaver og ansvar. Teorien om HRO er også grundigere i sine vurderinger ved at de ikke bare tar med mulighetene de tekniske løsningene gir for å kunne følge med. HRO forklarer redundansen også ut fra kulturelle forutsetninger. Operatørene må ikke bare ha muligheten men også ha *viljen* til å følge med og gi tilbakemeldinger.

I arbeidet med erfaringskartleggingen ble det klart at flere forhold kunne forklares eller relateres til disse egenskapene og begrepene. Skal det legges til rette for generell oppgaveoppmerksomhet” må det tas hensyn til mange ulike forhold. Et av forholdene ble nevnt under punkt 5.b der det ble sagt noe om egenskaper til operatørene. Men det er mange andre forhold som spiller inn, og mange er sikkert ikke dekket i denne oppgaven. I de etterfølgende oppsummeringene blir det imidlertid henvist til begrepene ovenfor der det er funn som kan relateres til dette. Å samtidig ha oversikt og fokus på oppgaver er ikke noe som med et enkelt håndgrep kan innføres. Dette er heller noe som kan *oppnås* med gjennomtenkte og gode tekniske, rutinemessige og organisatoriske løsninger.

### 7.1.3 Gode rutiner og systemer for deling av informasjon

Innenfor alle de tre bransjene ble det gjort funn som tydet på at rutiner og systemer for deling av informasjon ikke var gode nok. Alvorlige hendelser og ulykker kunne også spores tilbake til svakheter på disse områdene. Denne kombinasjonen gjør at det er viktig å vie ekstra oppmerksomhet til design av slike rutiner og systemer.

Relevant funn:

A1a	A2a	A2b	A4a	A5a	A12b	
J5b	J5e	J13a				
L1b	L2b	L3a	L3c	L5a	L6e	L7a

<sup>2</sup>

Som det går frem av mengden relevante funn i tabellen over, er det svært mange uheldige situasjoner som oppstår i forbindelse med dette. Spennvidden i funnene varierer fra kvaliteten

<sup>2</sup> Tabellen henviser til funn gitt tidligere i rapporten. Bokstaven A viser at funnet er fra AMK, kapittel 5.1. Bokstaven J viser til funn fra jernbane, kapittel 5.2. Bokstaven L viser til funn fra luftfart, kapittel 5.3.

på kommunikasjonskanalene, redundans i kommunikasjonskanaler, rutiner for bruk, hvordan de faktisk blir brukt og hvem som brukte de.

På bakgrunn av henvisningene i tabellen over, kan følgende generelle anbefalinger settes opp:

### **Rutiner og formidling av dem:**

- c) Det bør være entydige og forståtte varslingsrutiner for alle operatører. Det bør være definert hvordan de skal kontakte hverandre og hvilke kanaler som skal brukes. For å fange opp nye operatører og friske opp forståelsen til de som har vært med lenge, bør det jevnlig informeres om riktige kommunikasjonskanaler.
- d) Informasjon som gis over kommunikasjonsamband bør dobbeltsjekkes. Ved kommunikasjon mellom operatører bør det være praksis at beskjeder blir bekreftet med gjentakelse av mottaker. Spesielt gjelder dette diffuse meldinger eller meldinger over medier med dårlig kvalitet. Det kan også være en fordel å bruke et felles vokabular.
- e) Det bør etableres gode systemer og rutiner for å overføre relevant sikkerhetsinformasjon, både innad i selskapet og mellom selskaper. Dette er svært viktig for å få i gang muligheten til å lære av tidligere erfaringer. Mange uønskede hendelser kan unngås dersom det er mulig å få tak i informasjon om liknende hendelser.
- f) Det må vises stor varsomhet når det gjøres (midlertidige) endringer på systemene for kommunikasjon. Situasjoner/handlinger som resulterer i dårligere kapasitet for disse bør unngås. Slike endringer kan føre til at operatørene mister oversikten over hvordan de skal varsle i tide, samtidig som det kan gjøre at kritiske meldinger ikke kommer gjennom kommunikasjonskanalene i det hele tatt.

### **Former for spredning av informasjon:**

- g) Det er viktig å sørge for at rik informasjon kan sendes og mottas, i form av ulike formater, medier og eventuelt kanaler. En kombinasjon av sanntidsinformasjon som lyd, levende bilder, stillbilde, målinger, indikatorer og modeller anbefales. En rask og klar beskjed fra kontrollrommet kan tidlig avverge uønskede hendelser. Faktisk før det tekniske varslingssystemet slår inn. I tillegg bør beslutningstakerne ha direkte talekontakt med situasjonen. En bred informasjonsinnhenting gir mulighet for å oppdage feil, opparbeide riktig forståelse av situasjonen, sette riktig prioritet og iverksette riktig handling.
- h) Operatørene i kontrollrommet må ha gode muligheter for å dele og se den samme informasjonen. Dette gjelder både det som blir formidlet via tekniske løsninger, men også hverandres signaler og handlinger.

### **Informasjonskanalenes egenskaper:**

- i) Det er viktig med høy stabilitet og dekningsgrad for kommunikasjonsmedium og/eller alternative kommunikasjonsmedier. Det beste er om begge kan ivaretas. Gode kommunikasjonskanaler er svært viktig dersom noe uventet skjer.

- j) Kommunikasjonskanalene bør være støyfrie og av god kvalitet. Dette er særlig viktig dersom det kun finnes en kanal.

Punktene i) og j) blir særlig viktig dersom kontrollromsoperatørene ikke direkte kan påvirke det som skjer ute. Kontrollromspersonellet må ha mulighet til å gripe inn dersom det skjer noe, og da er det særdeles viktig at det kan oppnås kontakt med operatørene ute. De fleste av konklusjonene over kan settes i sammenheng med Henderson, Wright og Brazier (2002) og deres teori om hvordan beskjeder skal komme uforstyrret fram gjennom de tre leddene avsender, medium/kanal og mottaker. Funnene viser hvordan feil i sending av beskjeder skjer på grunn av dårlig koding eller ingen sending fra avsender. For mottaker er gjerne funnene relatert til at det ikke blir bedt om bekreftelse ved tvil om beskjedens innhold. Men de fleste funnene er imidlertid relatert til mangler ved kommunikasjonskanalene, enten ved at de har dårlig kvalitet eller at det ikke er alternativer dersom den primære faller ut. Konklusjonene over viser også hvordan fjernstyring gir mer sanntidskommunikasjon og mindre ansikt-til-ansikt kommunikasjon, noe som også er i tråd med Henderson, Wright og Brazier (2002). Ved mangler på rutiner og systemer for deling av informasjon blir også viktige forutsetninger for HRO brutt. Det reduserer de kulturelle og strukturelle forutsetningene for organisatorisk redundans ved at mulighetene for operatørene til å utveksle informasjon og gripe inn ved feilhandlinger blir mindre. Et annet brudd på kriterier for HRO er at tilpasningsdyktigheten blir mindre.

#### 7.1.4 Høy arbeidsbelastning og tretthet kan føre til sikkerhetskritiske hendelser

Ved innføring av fjernstyring og overføring av oppgaver til kontrollrommet skjer det en endring i omfanget av arbeidsoppgaver og hvem som har ansvar for å følge opp disse. Som regel må kontrollromsoperatørene overvåke og styre oppgaver som tidligere ble håndtert av langt flere operatører ute på anleggene. I starten kan det være vanskelig å vite hvor mange oppgaver som med et visst antall personer kan administreres fra kontrollrommet. Det som imidlertid er sikkert er at dette er et problem det ikke bør tas lett på. Erfaringskartleggingen viste mange eksempler på hvordan høy arbeidsmengde og tretthet kunne resultere i uheldige situasjoner.

Relevante funn:

A6a	J1c	J3b	J11a	L2a	L4a	L4b	L6a
-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----

<sup>3</sup>

På bakgrunn av henvisningene i tabellen over, kan følgende generelle anbefalinger settes opp:

- k) Situasjoner som fører til for stor arbeidsbelastning og tretthet bør unngås fordi det lett kan føre til menneskelige feil og uheldige hendelser.
- l) Både lokale arbeidstopper og langvarig overbelastning, i form av overtid og arbeidsdager, kan føre til at operatørene sine grenser for hva som er stor arbeidsbelastning overskrides. Både arbeidstopper og langvarig overbelastning kan altså resultere i for høy arbeidsbelastning. Når denne grensen overskrides viser

<sup>3</sup> Tabellen henviser til funn gitt tidligere i rapporten. Bokstaven A viser at funnet er fra AMK, kapittel 5.1. Bokstaven J viser til funn fra jernbane, kapittel 5.2. Bokstaven L viser til funn fra luftfart, kapittel 5.3.



funnene at oppmerksomheten blir dårligere, det blir vanskeligere å håndtere alt og feil oppstår. Det må derfor tas høyde for aktivitetstopper i sentralen. Gode teknologiske hjelpemidler og/eller mulighet til å sette inn ekstra menneskelige ressurser er nødvendig. Det bør tas hensyn til den enkelte operatørs arbeidskapasitet, slik at bruk av overtid og stor pågang av oppgaver begrenses. Grenser for bruk av overtid og ekstra arbeidsdager bør være utarbeidet.

- m) Dersom kontrollromsoperatørene selv har muligheten til å påvirke arbeidsbelastningen sin, er det viktig at dette kommuniseres til dem som en viktig sikkerhetsvurdering. Operatørene må kjenne sine egne begrensninger og aktivt bruke mulighetene til ikke å overskride disse. Det må opparbeides forståelse blant kontrollromsoperatørene for at de selv må ta en aktiv rolle med å bestemme hva som er forsvarlig arbeidskapasitet. Dette må kommuniseres som viktig både fra ledelse og organisasjon.
- n) Situasjoner med en samtidig endring av arbeidsoppgaver og økt arbeidsmengde bør særlig unngås. En slik endring kan særlig være uheldig for sikkerheten. Det oppstår lett en situasjon der arbeidsoppgavene i seg selv trenger mer fokus, men dette fokuset er vanskelig å gi siden flere oppgaver må utføres. Det blir da lettere å gjøre feil enn om det kun var arbeidsmengden som økte. Arbeidsbelastningen kan også bli for stor dersom uvante arbeidsformer inntreffer. Det kan kreve langt mer konsentrasjon av en operatør å jobbe under forhold som ikke er vanlig praksis, og normal progresjon på en dag kan bli for mye å håndtere.
- o) Stor arbeidsmengde kan gå på bekostning av rutiner. Det å overholde og følge opp ruiner gjør ofte at arbeidsoppgavene tar lengre tid. Særlig i situasjoner der arbeidsmengden har økt og det er liten tid til å utføre oppgavene, har eksempler vist det lettere tas snarveier om sikkerhetsrutiner.

Ved fjernstyring brukes det naturlig mindre personell, noe som kan føre til mangel på organisatorisk redundans og som igjen kan føre til ulykke. Hvorvidt det er for lite personell i kontrollrommet henger i stor grad sammen med mengden arbeidsoppgaver for den enkelte. Som konklusjonene over viste var det svært mange funn som sa at mengden oppgaver hadde blitt for stor. Det er i slike situasjoner det oppstår mangel på organisatorisk redundans, et viktig brudd på forutsetningene for HRO. For å sørge for at disse forutsetningene kan forbli overholdt er det derfor viktig å ikke la hver enkelt få for mange oppgaver til at de ikke har tid til å involvere seg i de andres arbeid, stille spørsmål og følge opp. Dette henger også nært sammen med mulighetene til å ha generell oppgaveoppmerksomhet.

### 7.1.5 Fleksibilitet og improvisasjon

Ivaretagelse av fleksibilitet og improvisasjon er viktig for å sikre at uvanlige og uforutsette hendelser kan håndteres godt. Det kan synes som om tverrfaglighet og kompetanse til å se hvilke ressurser som trengs er de viktigste egenskapene for å løse uønskede hendelser i kontrollrom godt. Selvfølgelig sett i sammenheng med at eksperter kan kontaktes ved behov. Dette skaper et overblikk som gjør det lettere og improviserer ved uventede situasjoner. Den effektive måten AMK-sentraler koordinerer og bruker kompetanse etter behov på, bør kunne si noe om at dette også er mulig for andre bransjer. Sykepleierne og ambulansesentralene i AMK-sentralene er jo på ingen måte selv spesialister, likevel håndterer de alvorlige hendelser på en meget velfungerende måte, ofte ved hjelp av improvisasjon. Funnene her er

alle hentet fra AMK. De er tatt med fordi de representerer en egenskap som betegnes som svært velfungerende i AMK-sentraler, og som derfor bør formidles også til andre bransjer.

Relevante funn:

A11a	A12a	A12c	A13a	A14a	A15a
------	------	------	------	------	------

4

På bakgrunn av henvisningene i tabellen over, kan følgende generelle anbefalinger settes opp:

*Det bør legges vekt på kontrollromsoperatørens muligheter til å improvisere ved uventede hendelser.* Viktige elementer for å få til dette er at kontrollromsoperatørene har forståelse og sensitivitet for andre aktørers oppgaver, kreativitet og teknisk beherskelse. God forståelse kan oppnås ved å legge til rette for uformell kommunikasjon, hospitering, opplæring og rulling på arbeidsoppgaver. Andre egenskaper som er viktige er evnen til å koordinere, samarbeide og ta beslutninger, samt deres evne til å skaffe oversikt. I den grad det ikke er mulig å sikre direkte tilgang til eksperter på de områdene hendelsene oppstår, er det viktig at kontrollromsoperatørens kompetanse ivaretar god oversikt over tilgjengelige ressurser og fagfolk for å løse problemet.

- p) *Enkelte situasjoner kan det være hensiktsmessig å la operatørene selv avgjøre hva som er god bruk av rutiner og prosedyrer.* God balanse mellom bruk av retningslinjer og ansvarsfordeling på den ene siden og improvisasjon og fleksibilitet på den andre kan løse vanskelig problemer. Noen oppgaver er avhengig av en spesiell operatørs kompetanse, og for disse er det viktig at riktig person får oppgaven. Men mange andre oppgaver har ikke denne avhengigheten. Dersom operatørene er samkjørte når det gjelder strategier og samhandling, kan det være mer effektivt å fordele oppgaver ut fra situasjon enn regler. Dette kan gi en jevnere arbeidsfordeling i kontrollsentralen. Også hvordan rutiner og prosedyre brukes kan noen ganger blir overlatt til operatøren selv å avgjøre. Dette gjelder spesielt i vurderingen om de skal brukes som beslutningstaking eller som etterkontroll. Det viktigste er at retningslinjene er til hjelp for operatørene og ikke virker som et hinder på selvstendig beslutningsutvikling.

Anbefalingene over kan lett oppfattes å være i konflikt med tidligere anbefalinger der det legges vekt på hvor viktig det er å ha og bruke definerte systemer og rutiner. Disse må imidlertid ikke settes opp mot hverandre, eller vurderes som en enten-eller-løsning. Det er viktig å ha avklarte og forståtte rutiner for bruk av systemer og samhandling, men samtidig er det viktig å være klar over at ikke alle hendelser eller situasjoner kan dekkes av rutiner. En slik fleksibilitet gir tilpasningsdyktighet til uvante og krevende situasjoner og er en viktig egenskap for å fungere som HRO. Dersom det oppstår avvik fra kjente situasjoner er det helt sentralt at også dette kan løses av kontrollromspersonellet. Til dette trengs det som beskrevet over spesielle ferdigheter, god oversikt og god forståelse for andres oppgaver. Dette er i tråd med det Henderson, Wright og Brazier (2002) sier om felles situasjonsforståelse. Slik forståelse består av felles kunnskap og antakelse om blant annet roller, ansvar og prosedyrer.

Når det i anbefalingene nevnes at det i enkelte situasjoner kan det være hensiktsmessig å la operatørene selv avgjøre bruk av rutiner og prosedyrer, så er det ikke snakk om å ikke bruke

---

<sup>4</sup> Tabellen henviser til funn gitt tidligere i rapporten. Bokstaven A viser at funnet er fra AMK, kapittel 5.1. Bokstaven J viser til funn fra jernbane, kapittel 5.2. Bokstaven L viser til funn fra luftfart, kapittel 5.3.

prosedyrer i det hele tatt. De må uansett brukes til verifikasjon i etterkant. Under den siste anbefalingen snakkes det om fleksibel på fordeling av oppgaver i kontrollsentralen. Her er det først og fremst snakk om *hvem* som utfører de og ikke *hvordan* de gjør det.

Evnen til å improvisere er også nevnt av Phimister, Bier og Kunreuther (2001). De forteller om hvordan kunnskap kan være lagret både i mennesker og manualer, og at ikke alt kan lagres skriftlig. Når en hendelse oppstår må det kunne foretas søk etter relevant informasjon for å avgjøre nødvendige tiltak. Mange problemer er imidlertid særegne og mer kunnskap må tilføres før denne lagrede kunnskapen kan brukes på disse problemene. Selvstendige vurderinger kan være nødvendig for å trekke analogier og finne løsninger. I slike situasjoner avhenger suksess av personene som er involvert, deres kunnskap og erfaringer samt det personlig nettverket som forbinder dem med andre fagfolk.

### 7.1.6 Redundans i tekniske systemer og/eller menneskelige ressurser

Mangel på redundans er en tilbakevendende faktor i erfaringskartleggingen. Enten mangel på tekniske løsninger som kan overta hvis noe feiler, eller ved at operatørene er alene om å utføre oppgavene sine slik at andre ikke kan oppdage at noe er galt. Dette viser en sentral mangel på barrierer (Haddon 1980), noe som gjør organisasjonene sårbare for enkeltfeil enten i systemet eller fra enkeltpersoner. Redundans både i tekniske systemer og menneskelige ressurser vil være med på å lage barrierer for at noe skal gå galt. En kombinasjon vil kunne gi et forsvar-dybden, med barrierer både for aktive og latente feil (Reason, 1997).

Kan ha med barrierer her.

Relevante funn:

A5a	J2b	J4b	J8a	L1a	L6b	L6d
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

<sup>5</sup>

På bakgrunn av henvisningene i tabellen over, kan følgende generelle anbefalinger settes opp:

- q) Det bør søkes å oppnå redundans for menneskelige og tekniske systemer, samt varslings dersom noen av disse faller ut. For det første bør tekniske varslingsystemer være installert. Det er uheldig å kun stole på at operatørene alene og uten tekniske hjelpemidler skal oppdage og avverge alle farlige situasjoner. For det andre må fjernstyringssystemet gi klare indikasjoner på status og varsle dersom sikkerhetskritiske funksjoner faller ut. Dette er sentralt fordi et bortfall medfører en mangel på redundans som det er viktig at operatørene er klar over. Dersom systemet faller ut uten at operatørene får vite det er det svært sannsynlig at de fortsetter å stole på systemene uten å dobbeltsjekke andre kilder til informasjon. Kommunikasjonssambandet kan nevnes som spesielt. Dette er det eneste som knytter operatører i kontrollrom og ute sammen, og er dermed kritisk at det fungerer eller kan erstattes. Det viktig å oppnå trygghet i at meldinger kommer fram og at de kommer i tide. Mer konkret trengs det høy stabilitet og god dekningsgrad for kommunikasjonsmedium og/eller alternative kommunikasjonsmedier. Det beste er om begge kan ivaretas.

---

<sup>5</sup> Tabellen henviser til funn gitt tidligere i rapporten. Bokstaven A viser at funnet er fra AMK, kapittel 5.1. Bokstaven J viser til funn fra jernbane, kapittel 5.2. Bokstaven L viser til funn fra luftfart, kapittel 5.3.

- r) Det bør være god kultur for bruk av menneskelig redundans. Ute på anleggene kan menneskelig redundans være viktig for tidlig oppfangning av uheldige situasjoner. Dersom det uansett er personell i tilknytning til installasjonene er det særlig viktig at de er oppmerksom på dette. De kan fungere som et ekstra sikkerhetssystem til å fange opp hendelser som ikke sikkerhetssystemet detekterer. I et fjernstyringssystem som har begrensinger når det gjelder å oppdage feil kan et ekstra par øyne være et nyttig hjelpemiddel. Kultur for å melde fra er derfor viktig. Et annet kulturmessig aspekt er at operatører har en arbeidspraksis der de følger med på hverandres arbeid. De bør ha lav terskel for å korrigere og kommentere hverandre med både ris og ros.

I tillegg kan det nevnes at det også kan være redundans i informasjon til beslutningstakingen. Se punkt 7.1.3 g og 7.1.7 t.

### 7.1.7 Rutiner ved motstridende meldinger fra system og kontrollrom

Klarhet omkring hvilke indikasjoner som skal følges dersom det kommer motstridende meldinger fra ulike systemer og personer er viktig. Erfaringskartleggingen viste funn relatert til dette fra alle bransjene. Særlig dersom situasjonen er tidskritisk og det er dårlig tid til dobbeltsjekkning, er det viktig å ha klarhet i dette.

Relevante funn:

A4a	A9a	J5f	L3d	L6f	L7b
-----	-----	-----	-----	-----	-----

<sup>6</sup>

—

På bakgrunn av henvisningene i tabellen over, kan følgende generelle anbefalinger settes opp:

- s) Godt avklarte rutiner ved motstridende informasjon fra ulike hold er viktig. Det er også viktig at alle operatører som jobber i tilknytning til fjernstyringssystemet har den samme oppfattelsen. Svært mange uheldige situasjoner i forhold til dette oppstår ved at det ikke er samsvar mellom informasjon fra tekniske system og meldinger gitt av operatører. De gangene det er tid til det bør i alle fall situasjonen grundig dobbeltsjekkes, og er det tidspress må det være avklart hvilke beskjeder som har førsteprioritet og skal følges.
- t) For å kunne oppdage eventuelle feil i innkommende informasjonen til sentralen er det viktig at den kommer gjennom flere kanaler og formater. Se punkt 7.1.3 g). Dette gir et bredere beslutningsgrunnlag og mulighet til å oppdage feil i deler av informasjonen, men også mulighet til å opparbeide riktig situasjonsforståelse, sette riktig prioritet og iverksette riktig handling.

### 7.1.8 Fjernstyringssystemets aktive varslingsfunksjoner samt grensesnitt mot utenforstående aktører

Med aktive varslingsfunksjoner menes funksjoner som slår inn av seg selv, eller funksjoner som blir iverksatt av operatører men gir varslings i kontrollrommet via tekniske systemer. I all hovedsak vil dette si at kommunikasjonssystemer for varslings mellom operatører, som telefon, radio og lignede, ikke er tatt med. Når det er snakk om grensesnitt mot utenforstående aktører

---

<sup>6</sup> Tabellen henviser til funn gitt tidligere i rapporten. Bokstaven A viser at funnet er fra AMK, kapittel 5.1. Bokstaven J viser til funn fra jernbane, kapittel 5.2. Bokstaven L viser til funn fra luftfart, kapittel 5.3.

mens aktører som kun av og til jobber opp mot fjernstyringssystemet, men som ikke er direkte ansatt i tilknytning til det.

Fjernstyringssystemets funksjoner er i utgangspunktet et svært omfattende område, og et område det må vises mye oppmerksomhet ved innføring og bruk av fjernstyrte prosesser og kontrollrom. Dette avsnittet er på ingen måte ment å dekke alle aspektene som er viktig for disse funksjonene. Her gis det kun en konklusjon på det som under erfaringskartleggingen kom fram som områder det hadde oppstått problemer innen.

Relevante funn:

A4a	A9a				
J2b	J5a	J7b	J8a	J9b	J12a
L1a	L6b	L6g			

<sup>7</sup>

På bakgrunn av henvisningene i tabellen over, kan følgende generelle anbefalinger settes opp:

- u) Fjernstyringssystemet må varsle godt nok dersom en uønsket hendelse er i ferd med å skje. Varsling til operatørene i kontrollrommet bør skje via flere ulike kanaler og former. Det er en helt overordnet regel er det at tekniske varslingssystemer bør være installert. Det er uheldig å kun stole på at operatørene alene skal oppdage og avverge alle farlige situasjoner. God varsling er viktig for at operatørene i kontrollrommet skal bli oppmerksom på situasjonen i tide. Kraftig varsling i form av lyd eller lys anbefales. I tillegg er det en fordel om varslingen foregår via flere kanaler. Dermed er det mer sannsynlig at situasjonen blir oppfattet selv om en kanal ikke fungerer optimalt. Andre aspekter ved det å få en slik bred varsling er riktig oppfattelse av situasjonen, iverksettelse av riktig handling og mulighet til å oppdage eventuelle feil informasjon.
- v) Fjernstyringssystemet må ivareta presis og momentan varsling. At varslingen er presis er alltid viktig. Momentan varsling er spesielt viktig i systemer der det er kort tid mellom prosesser, hendelser og reaksjoner. Dersom håndtering av situasjonen er avhengig av kontrollromsoperatøren og varslingssystemet ikke varsler i, er hele systemet nytteløst. De er helt sentralt at operatører har tid til å handle.
- w) Det er viktig at fjernstyringssystemet gir klare indikasjoner på status og varsler dersom sikkerhetskritiske funksjoner faller ut. Det er for det første helt sentralt at tekniske sikkerhets- og overvåkingssystemer fungerer. Når det likevel er slik at slike funksjoner kan feil er det viktig at det blir varslet dersom de faller ut. Dette er viktig for at operatørene tidlig kan ta i bruk reserverutiner, foreta riktige handlinger og dobbeltsjekke det som skjer. Se for øvrig punkt 7.1.6 q).
- x) Fjernstyringssystemet bør varsle og gi observasjons- og/eller informasjonsmuligheter om det som skjer utenfor eller på grensene mot fjernstyringssystemet. For mange fjernstyringssystemer er det slik at det er aktivitet tett inn til grensene til systemet. Aktivitet utenfor disse grensene kan lett komme i kontakt med det som hører til fjernstyringssystemet, og føre til uventede situasjoner. Denne interaksjonen kan skje fort, til tidspunkt som gir farlige situasjoner og gi personellet kort tid til å handle. I

---

<sup>7</sup> Tabellen henviser til funn gitt tidligere i rapporten. Bokstaven A viser at funnet er fra AMK, kapittel 5.1. Bokstaven J viser til funn fra jernbane, kapittel 5.2. Bokstaven L viser til funn fra luftfart, kapittel 5.3.

tillegg er det slik at operatører fra andre selskaper noen ganger jobber opp mot fjernstyringssystemet. Det er ikke gitt at slike operatører får opplæring i fjernstyringssystemets funksjoner gjennom egne arbeidsgivere. Det er derfor viktig med fokus på opplæring av eksterne operatører som jobber i grensesnittet mot fjernstyringssystemet. Det må sørges for at alle er inneforstått med fjernstyringssystemets funksjoner.

Der de tidligere konklusjonene i dette kapitlet stort sett har vært i forhold til menneskelige og organisatoriske aspekter, viser disse funnene at også de tekniske forholdene i høyeste grad har innvirkning på sikkerheten. Som teorien om MTO sier, viser dette at det må vies like mye oppmerksomhet til alle de tre områdene menneske, teknologi og organisasjon. Disse har innvirkning på hverandre og må sees i sammenheng ved bruk av fjernstyring.

### 7.1.9 Gode prosedyrer for opplæring og nok tid til å opparbeide erfaring

Det er viktig å sikre god opplæring i nye systemer. Dette punktet henger sammen med punktet 7.1.2 om *generell oppgaveoppmerksomhet*. Nye og kompliserte systemer vil føre med seg nye utfordringer og måter å jobbe på for operatørene. Inntil de er blitt trygge på de nye systemene vil det uten tvil oppstå perioder med fokus på systemoppmerksomhet og fokusert oppmerksomhet blant operatørene. Det vil si at de bruker mye tid på å operere de nye systemene samtidig som de blir mer fokuserte på sine individuelle oppgaver enn helheten av oppgaver som foregår i sentralen. Dette betyr også brudd på organisatorisk redundans og tilpasningsdyktighet innen HRO. Men det er også slik at det kan være nødvendig med opplæring i eksisterende systemer. Noen funksjoner blir sjelden brukt mens noen operatører over tid, bevisst eller ubevisst, utvikler en arbeidspraksis som ikke er i tråd med intensjonene.

Opplæring kan innebære så mangt og omfatte svært mange forhold i en organisasjon. Her blir det kun tatt hensyn til de forholdene som kom fram under erfaringskartleggingen.

Relevante funn:

A10a	J1a	J2a	J5d	J12b	L1c
------	-----	-----	-----	------	-----

<sup>8</sup>

På bakgrunn av henvisningene i tabellen over, kan følgende generelle anbefalinger settes opp:

- y) Trening og opplæring av kontrollromsoperatører bør blant annet ta hensyn til opparbeidelse av situasjonsforståelse. Det er viktig at operatørene kan danne seg bilder av hendelsene som oppstår. Studier viser at dette er noe de gjør over tid når de opparbeider seg erfaring. Trening kan framskynde denne prosessen. Treningen bør basere seg på konstruerte situasjoner i en virkelig setting.
- z) Ved utførelse av oppgaver som normalt ikke benyttes eller ikke gis opplæring i, bør opplæring gis før operatørene utfører dem. Dette omfatter også bruk av reservesystemer og reserverutiner. Selv om slike oppgaver er beskrevet i rutiner trenger ikke dette være nok til at operatørene utfører dem korrekt. Det kan være vanskelig å finne de riktige rutinene, samtidig som slike ”nye” rutiner kan oppfattes galt slik at utførelsen ikke blir riktig. Når det gjelder reservesystemene er det slik at selv om operatørene er dyktige i bruk av de vanlige systemene, kan det oppstå

---

<sup>8</sup> Tabellen henviser til funn gitt tidligere i rapporten. Bokstaven A viser at funnet er fra AMK, kapittel 5.1. Bokstaven J viser til funn fra jernbane, kapittel 5.2. Bokstaven L viser til funn fra luftfart, kapittel 5.3.

situasjoner der reserveanlegg eller andre rutiner enn det som er vanlig må tas i bruk. En jevnlig test av slike situasjoner bør gjennomføres. Dette er spesielt viktig dersom prosessene som skal håndteres i tillegg er komplekse og uoversiktlige.

- æ) Det er viktig å gi opplæring i rutiner som skal korrigere svakheter med fjernstyringssystemet. Slike rutiner må i alle fall være laget og gjort kjent. Nettopp det at rutinene skal fange opp områder der fjernstyringssystemet har svakheter gjør dem viktige å være klar over. I verste fall kan det oppstå situasjoner der systemet er satt ut av spill, og korrekt utførelse er helt avhengig av operatørene.
- ø) Både arbeidsgiver og ansatt bør kunne ta initiativ til opplæring. Det viktig at arbeidsgiver og ledelse, i samråd med personer som kjenner systemet godt, tar initiativ til generell opplæring og viser at dette er et prioritert område. Samtidig vil det være vanskelig for ledelsen å vite hvilket behov operatørene har for trening og hva de selv føler at de ikke mestrer fullt ut. Derfor er det viktig at operatørene selv kan etterspørre opplæring dersom de mener det er noe de mangler kunnskap om. Denne muligheten bør kommuniseres fra øverste hold slik at terskelig for å søke opplæring ved behov er lav.
- å) Ved innføring av nye systemer, deriblant fjernstyringssystemer, må det legges vekt på opplæring og mulighet til å opparbeide seg erfaring. Dette er viktig for at operatørene skal ha nødvendige ferdigheter til å skjønne signalene systemet gir, og hvordan de skal bruke dets funksjoner til ulike oppgaver. Dersom det oppstår en kritisk situasjon er det som regel for kort tid til å finne ut av dette da.

## 7.2 Refleksjon

I denne diskusjonen tas det utgangspunkt i begrepene troverdighet, bekreftbarhet og overførbarhet. Begrepene er forklart i kapittel 3.5.1.

For å vurdere *troverdigheten* til arbeidet og resultatene er det nødvendig å vise mulige feilkilder. Informasjonen til arbeidet er først og fremst hentet fra dokumentanalyser, men også et par intervjuer. Det kunne med fordel vært gjort flere intervjuer, gjerne med et par representanter fra alle de utvalgte bransjene. Dette ble ikke gjort fordi det viste seg å være vanskelig å få kontakt og avtaler med aktuelle personer. Det viste seg å være gjort lite dokumentasjon av bransjene selv på hva som har gått galt innen fjernstyring. Det ble derfor nødvendig å studere beskrivelser av hendelser og selv på bakgrunn av dette vurdere hva som var viktig. En mulig feilkilde kan da være om gode og riktige beskrivelser ble valgt ut. Dette er forsøkt ivare tatt ved å bruke rapporter og litteratur som bygger på granskninger eller vurderinger ut fra sikkerhetsteorier. Dette vil sikre en viss forankring i form av dybdebeskrivelser. Studiet har imidlertid vært begrenset i tid og omfang slik at mange beskrivelser ikke har vært mulig å gjennomgå. Det er derfor fullt mulig at relevante opplysninger ikke har kommet med.

*Bekreftbarhet* er viktig for å avgjøre kvaliteten i arbeidet og resultatene, samt om annen forskning støtter disse. Oppgaven gir gjennom kartleggingen beskrivelser av de aktuelle hendelsene før lærdommer trekkes ut. Dette kan være med på å gi leseren bedre mulighet til å vurdere arbeidet og konklusjonene som gis. Utgangspunktet for oppgaven var ganske vid, og resultatene omfatter også mange forhold i forbindelse med fjernstyring. Dette gjorde at diskusjonen omkring de enkelte funnene også ble ganske kort. Med en klarer avgrensning kunne diskusjonene blitt gjort grundigere, både opp mot relevant teori og annen forskning, og sikret bedre kvalitet i tolkningene. Det viste seg som nevnt over å være vanskelig å finne konkret litteratur som omfattet liknende undersøkelser. På deler av oppgaven var det imidlertid gjort noe. Spesielt i forhold til de teoretiske perspektivene HRO og MTO. Her virker det som om resultatene stemmer bra. For ytterligere bekreftelse burde det imidlertid vært gjort forespørsler mot bransjene som er undersøkt, og olje- og gasssektoren.

*Overførbarhet* omhandler resultatenes gyldighet i andre situasjoner. Nettopp at det skulle være mulig å benytte resultatene i andre bransjer var et av målene med oppgaven. Kartleggingen er gjort i tre vidt forskjellige bransjer, noe som tilsier at liknende resultater på tvers av disse kan gi overførbarhet. Det er også slike gjentakende resultater det er lagt vekt på i konklusjonene. Det må likevel vektlegges at tilpasninger til teknologi, holdninger og kultur i andre bransjer må gjøres. Det er heller ikke sikkert at det er behov for endringer på alle disse områdene, men at funn knyttet til noen av dem kan være viktige enn andre.

### Videre arbeid

Denne oppgaven har hatt et bredt utgangspunkt. Muligheter for videre arbeid kunne derfor være å ta tak i noen av områdene som kommer fram for grundigere undersøkelser, gjerne gjennom intervjuer eller grundigere dokumentanalyse av spesifikke områder. Dette kan være områder som samarbeidet inni sentralene, hvordan fjernstyringssystemets grensesnitt fungerer mot kontrollromsoperatørene eller hvordan det er mulig å ivareta endringsprosessene slik at gode resultater oppnås ved implementering av fjernstyring. Videre arbeid kan også inneholde ytterligere refleksjon av de innsamlede erfaringene opp mot teori. Her kan spesielt HRO og MTO vurderinger nevnes. Men også opp mot annen forskning på dette temaet innen olje- og



gassektoren. Gjennom et slikt arbeid burde det være mulig å tilpasse og selektere bedre på erfaringer som er viktige for olje- og gassektoren.

### **Avsluttende kommentar**

Denne oppgaven har studert erfaringer fra ulike bransjers anvendelser av fjernstyring. Det er vist at erfaringer til dels er felles på tvers av bransjer. Disse erfaringene og anbefalingene i tilknytning til dem bør derfor kunne anvendes på andre og nye områder der fjernstyring brukes. Det er betenkelig at det synes å være slik at man i liten grad benytter seg av andre bransjers erfaringer når man ser hvor like de underliggende årsakene til feilsituasjoner er.

## 8 Referanser

Albrechtsen, E., *MTO-perspektiv på informasjonssikkerhet*. Handouts ifm forelesning 20.april 2004 i TIØ 4200 Sikkerhetsledelse ved institutt for industriell økonomi og teknologiledelse, NTNU, Trondheim.

Cohen, W. M., Levinthal, D. A. *Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation*. Administrative Science Quarterly, Vol. 35. No 1, Special Issue: Technology, Organisations, and Innovation (Mar., 1990), 128-152.

Commission of the European Communities, 1990. *Advanced Informatics in Medicine (AIM). Supplement Application of Telecommunication of Health Care Telemedicine AI 1685. Brussels CEC 1990*

Elbrechtsen, E., Kufås, I., 2003. *Introduksjon til menneskelige og organisatoriske faktorer i informasjonssikkerhet*. Notat. Kompendium TIØ 4200 (2004).

Gamst, F., C., Gavalla, G., A., 2005. *Hazard Survey of Remote Control Locomotive Operations On the General System of Railroads In the United States*. Brotherhood of Locomotive Engineers and Trainmen Division of the Rail Conference of the International Brotherhood of Teamsters.

Gemini, nr. 4, 2005. *Både sikkert og uvisst*. NTNU og SINTEF.

Haddon, W., 1980. *The basic strategies for reducing damage from hazards of all kinds*. Hazard Prevention, Sept./Okt. 1980.

Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane (HSLB), 2005: SL RAP.: 10/2005

Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane (HSLB), 2005: SL RAP.: 16/2005

Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane (HSLB), 2005: SL RAP.: 37/2005

Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane (HSLB), 2005: SL/RAP.: 42/2005

Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane (HSLB), 2004: SL/RAP.: 44/2005

Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane (HSLB), 2000: SL/RAP.: 49/2000; *Rapport om alvorlig luftfartshendelse (trafikk) ved rapporteringspunkt MERAK i Trondheim FIR 17. desember 1997, med McDonnell Douglas DC-9-82, SE-DIK, fra Scandinavian Airlines System og Boeing B 737-300, EC-FUT, fra Air Europa*.

Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane (HSLB), 2005: JB RAP.: 5/2005; *Rapport om jernbaneulykke ved Vestby stasjon 25.01.2004. Kollisjon med snøryddebil og avsporing av LINX tog 396*.

Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane (HSLB), 2005: JB RAP.: 6/2005; *Rapport om brudd i Oslo T-banedrifts TETRA sambandsnett, 8.juli*.

Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane (HSLB), 2004: JB RAP.: 12/2004

Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane (HSLB), 2004: JB RAP.: 13/2004

Havarikommisjonen for sivil luftfart og jernbane (HSLB), 2004: JB RAP.: 14/2004; *Rapport om tre alvorlige jernbanehendelser ved Solberg stasjon og Lier stasjon i tidsrommet 30.11.2003 – 01.12.2003.*

Hedberg, B., *How Organizations Learn and Unlearn*, i Nystrøm, P., Starbuck, W.H., *Handbook of Organisational Design*, 1981. Oxford University Press, Oxford.

Henderson, J., Wright, K., Brazier, A., 2002. *Human factors aspects of remote operation in process plants*. Health and Safety Executive.

Hovden, J., 2003. *Risk communication. Study material, NTNU, versjon 2003*. Kompendium, TIØ 4200 HMS-Sikkerhetsledelse, Artikkelsamling, 2004.

Kjellén, U., 2000. *Prevention of accidents through experience feedback*. Taylor and Francis, New York.

Knarvik, U., Bach, B., Lindberg, P.C., Engeseth, K.H., Skorpen, S., Lyngved, K., Amundsen, M., 2004. *Telemedk@rt2003, En kartlegging av telemedisins aktivitet i Norge*. Nasjonalt senter for telemedisin.

Jersin, E., 2004. *Katastrofepotensialet ved uønskede hendelser innen transport; hvilke faktorer avgjør om en hendelse utvikler seg til en storulykke*. SINTEF rapport STF38 A04411

Johnsen, S.O., Lundteigen, M.A., Albrechtsen, E., Grøtan, T.O., 2005. *Trusler og muligheter knyttet til eDrift*. SINTEF rapport STF38 F04433.

LaPorte, T. R., Consolini, P. M., 1991. *Working in practice but not in theory: Theoretical challenges of "High-Reliability Organisations"*. Journal of public Administration Research and Theory, 1.

Linstad, K., Knarvik, U., 2004. *Omstilling med telemedisin som virkemiddel*. Nasjonalt senter for telemedisin.

Monaghan, R., Clifford, C. and McDonald, P., 2003. *'Seeking advice from NHS direct on common childhood complaints: does it matter who answers the phone?'* Journal of Advanced Nursing, 42, 2.

NOU 2000: 30: *Åsta-ulykken, 4. januar 2000*. Justis- og politidepartementet. Statens forvaltningstjeneste, 2000.

Perrow, C, 1999. *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*. Princeton University Press, Princeton, N.J.

Pettinari, C.J. and Jessopp, L., 2001. *"Your ears become your eyes!": managing the absence of visibility in NHS Direct'*. Journal of Advanced Nursing, 36, 5.

Phimister, J., R., Bier V., M., Kunreuther, H., C., 2001. *Accident Precursor Analysis and Management*. The National Academies Press, Washington.

Reason, J., 1997. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Ashgate Publishing Company, Vermont, USA:

Rosness, R., 2004. *Komplekse og dynamiske høyrisikosystemer*. Handouts ifm forelesning 27.april 2004 i TIØ 4200 Sikkerhetsledelse ved institutt for industriell økonomi og teknologiledelse, NTNU, Trondheim.

Rosness, R., Guttormsen, G., Steiro, T., Tinmannsvik, R. K., Herrera. I. A., 2004. *Organisational Accidents and Resilient Organisations: Five Perspectives*. SINTEF rapport STF38 A 04403.

Rosness R., Håkonsen, G., Steiro, T., Tinmannsvik, R. K., 2001. *The vulnerable robustness of High Reliability Organisations: A case study report from an offshore oil production platform*. Paper presented at the 18 ESReDA seminar Risk Management and Human Reliability in Social Context, Karlstad, Sweden, June 16-16, 2000.

Rosness, R., Hauge, S., Skjerve, A. B. M., Aase, K., 2004. *Ti tommeltotter og null ulykker, Om feiltoleranse og barrierer*. www.risikoforsk.no. HMS Endring -Organisasjon-Teknologi.

Tjora, A., 1997. *Omsorgsmaskiner - Arbeidspraksis og koordinering ved bruk av akuttmedisinsk kommunikasjonsteknologi*. Dr. avhandling i sosiologi ved NTNU Trondheim.

Tjora, A., 2002. *Aksjonskollektivet, samarbeid og bruk av teknologi i akuttmedisinsk koordinering*. Trondheim, G<Academy.

Tjora, A., 2005. *TIØ7 Forelesning 3: Kvalitative intervjuer og bruk av dokumenter*. Handouts ifm forelesning 6.september 2005 i TIØ10 Kvalitative metoder ved institutt for industriell økonomi og teknologiledelse, NTNU, Trondheim.

Wahlberg, A.C., Cedersund, E., Wredling, R., 2003. *'Telephone nurses' experience of problems with telephone advice in Sweden.* *J Clin Nurs*, 12, 1.

## Vedlegg 1: Perrows klassifisering av systemer og hans beskrivelse av systemulykker.

### Interaksjon

Interaksjon handler om hvordan deler i et system er linket sammen, og beskrives med lineære eller komplekse interaksjoner. Det er altså ikke systemet som er lineært eller komplekst men interaksjonene. Lineære interaksjoner vil gi forutsette og forståtte hendelser, gjerne ved at disse kan betraktes som en sekvens av steg som følger etter hverandre. Det er dermed lett å oppdage feil og vite hvilken effekt en hendelse vil ha på etterfølgende hendelser. Ved komplekse interaksjoner derimot kan en komponent virke på en annen komponent utenom det som er antatt og normalt. Det kan være forgreininger, looper og hopp mellom elementer, gjerne i form av uplanlagte eller uforutsette sekvenser som ikke er synlige eller umiddelbart mulig å forstå. Dersom mulighetene for disse komplekse interaksjonene oppdages på et tidlig stadium kan det introduseres barrierer for å hindre dem, men som regel blir ikke alle fanget opp noe som gir muligheter for komplekse interaksjoner på et senere stadium. På bakgrunn av dette mente Perrow at det er vanskeligere å kontrollere og oppdage feil i komplekse systemer.

Det kan også greit å nevne hva som karakteriserer lineære og komplekse systemer. I lineære systemer kan utstyrt gjerne være spesialisert, men menneskene som driver det trenger ikke være eksperter eller spesialister. Operatørene er trent i forskjellige oppgaver fordi de ofte roterer eller vikarierer for hverandre. De har kjennskap til store deler av systemet, og kan lettere oppdage tilløp til interaksjon utenom det vanlige. Komplekse systemer krever ofte høyt spesialisert personell, og det er ikke gitt at noen av disse kan rullere på jobbene, eller forstå det de andre driver med. Spesialisert personell har også en tendens til å arbeide mer isolert fra annet personell, noe som gjør at de lett mister oversikten dersom noe uforutsett skulle oppstå. Dermed får de ofte dårlig oversikt over helheten og er dårligere i stand til å forutse eller til å gjenkjenne avhengigheter før hendelsen utvikler seg til en alvorlig situasjon.

### Koblinger

Den neste egenskapen Perrow beskriver systemer ut fra er koblinger. Mer konkret snakkes det om tette og løse koblinger. Når systemer har tette koblinger er det liten grad av slakk eller buffere mellom to elementer, slik at endring i en komponent kan føre til hurtige og sterke endringer i relaterte komponenter. Tett koblede systemer tillater kun en, eller noen få, definerte måter å produsere på. Ved løse koblinger går det gjerne lenger tid før andre komponenter blir påvirket, eller de trenger ikke bli berørt i det hele tatt. Løst koblede systemer kan også ha mer fleksible krav til arbeidsrutiner og utførelse, slik at det er rom for flere måter å nå produksjonsmålet. I løst koblede systemet er forsinkelse mer tillatt enn i tett koblede, hvor det er langt flere tidsavhengige prosesser. I tett koblede systemer forplanter forstyrrelser seg raskt, og det er liten mulighet for å løse problemene gjennom improvisasjon. Systemene må derfor på forhånd i større grad få bufferne og redundans designet inn på forhånd. I løst koblede systemer er det bedre sjanse for at løsninger kan finne sted der og da, selv om de ikke var planlagt på forhånd. Tett koblede systemer er derfor mer avhengig av sikkerhetsutstyr og tekniske barrierer enn løst koblede. Perrow mener at løst koblede systemer kan tåle feil og press fra tid til annen uten å miste stabiliteten. Tett koblede systemer vil respondere raskere til disse forstyrrelsene og resultatet kan bli katastrofalt.

I følge Perrow må effektiv kontroll av komplekse interaksjoner skje ved en *desentralisert organisasjon*. Tette koblinger derimot kan bare kontrolleres effektivt med høyt *sentralisert*

*organisasjon*, som kan sikre raskt koordinert respons hvis forstyrrelser forplanter gjennom systemet. Dermed oppstår det et organisatorisk dilemma dersom systemet er både komplekst og tett koblet. Han mente også at når systemene har både tette koblinger og komplekse interaksjonene, vil det høyst sannsynlig oppstå systemulykker.

Når systemer beskrives ut fra interaksjon og koblinger er det ikke slik at de enten har det eller ikke. Det er heller slik at de beskrives ut fra grad av integrasjon og koblinger.

Tabellene under oppsummerer egenskaper ved interaksjoner og koblinger.

### Interaksjoner

<b>Kompleks</b>	<b>Lineær</b>
Utstyr tett samlet	Utstyr spredt
Produksjonssteg nære hverandre	Produksjonssteg er ikke nære
Mange felles forbindelser av komponenter som ikke er i produksjonssekvens	Felles forbindelser begrenset til strømleverandør og omgivelser
Spesialisert personell	Lite spesifisert personell
Begrenset substitusjon av materiell og varer	Mulig substitusjon av materiell og varer
Ukjente og uønskede feedback loops	Få feedback loops
Mange kontrollparametere med mulige interaksjon	På kontrollparametere
Indirekte informasjonskilder	Direkte online informasjon
Begrenset forståelse av noen prosesser	Stor forståelse for alle prosesser

### Koblinger

<b>Tette</b>	<b>Løse</b>
Forsinkelser i prosessen ikke mulig	Forsinkelser i prosessen mulig
Sekvens må utføres i bestemt rekkefølge	Sekvensrekkefølgen kan endres
Bare en måte å nå et mål	Flere alternative måter
Lite slakk	Slakk er mulig
Buffere, barrierer og redundans er in-design	Buffere, barrierer og redundans er ikke in-design
Ikke rom for tilfeldig gjenopprettelse	Rom for tilfeldig gjenopprettelse

## Vedlegg 2: Intervjuguide til Petroleumstilsynet

Informant: Arbeider med prosessintegritet i Petroleumstilsynet.

### Introduksjon

- litt om meg og oppgaven
  - Mål: hva har gått galt med fjernstyring?
- informasjon om intervjuet: båndopptaker, 30 min
- forklare hvor fokus ligger (typen avvik, aktører i kommunikasjon osv)

### Bakgrunn

- Stilling, ansvarsområde?
- Tilknytning til fjernstyringssystemet og erfaring med avvikshåndteringen?

### Aspekter ved fjernstyring

- Hvordan brukes fjernstyring i olje og gass i dag (med kontrollrom på land)?
- Hvilke erfaringer (positive eller negative) har olje og gassektoren så langt gjort seg i forbindelse med fjernstyring og bruk av kontrollrom?
- Hvilke hovedutfordringer ser man for seg i det videre arbeidet med innføring av fjernstyring?
  - Tekniske
  - Organisatoriske
- Tror du fjernstyring vil ha noen effekt (positiv eller negativ) på hvordan man håndterer alvorlige hendelser?
- Ser man for seg at kommunikasjon mellom involverte aktører ved alvorlige hendelser blir bedre eller dårligere?
- Tror du det er mulig å utnytte erfaringer fra andre bransjer? Hvilke?
- Har du tips til litteratur/dokumenter/rapporter som omhandler det vi har snakket om, gjerne innen andre bransjer enn olje og gass?

## Vedlegg 3: Intervjuguide for AMK

Informant: Arbeider på Nasjonalt senter for telemedisin med blant annet akutt/AMK-prosjekter.

### Introduksjon

- litt om meg og oppgaven
  - Mål: hva har gått galt med fjernstyring?
- informasjon om intervjuet: båndopptaker, 30 min
- forklare hvor fokus ligger (typen avvik, aktører i kommunikasjon osv)

### Bakgrunn

- Stilling, ansvarsområde?
- Tilknytning til fjernstyringssystemet og erfaring med avvikshåndteringen?

### Om virksomheten

- Hva fjernstyres?
- Hvem er involvert?
- Gis det opplæring?
- Hvordan og hvor ofte gjennomføres det øvelser?
- Hva er de største sikkerhetsmessige fordelene med fjernstyringssystemet?

### Hva har gått galt med fjernstyring?

- Kan du gi eksempler på at avvik ikke har blitt håndtert godt?
  - Har noen av disse avvikene ført til alvorlige hendelser?
  - Er det gjort noen kartlegging på hva som egentlig gikk galt?
- Hvilke faktorer er det som oftest svikter når avvik ikke blir fulgt opp godt nok?
- Er avvikene som regel av menneskelig eller teknisk art?

### Avvikshåndtering

- Hva defineres som avvik?
- Er det definerte rutiner for dette?
- Hvem er involvert i avvikshåndteringen?
- Hvordan brukes fjernstyringssystemet (og personell) i håndteringen av avvik?
- Hvilke tiltak (barrierer) kan:
  - Hindre konsekvens (barrierer før hendelse)?
  - Redusere konsekvens (barrierer etter hendelse)?

### Kommunikasjon

- Hvilke aktører har behov for og kommuniserer ved en uønsket hendelse?
- Er det definert hvordan/i hvilke kanaler dette skal foregå?
- Har det vært problemer/oppstått misforståelser i forbindelse med kommunikasjonen?
- Har det vært problemer med aktørenes tilgjengelighet?

### Konkrete forslag til forbedringer

- På hvile områder, menneskelig eller teknisk, er det størst rom for forbedring?
- Kan du peke på konkret forslag til forbedringer av fjernstyringssystemet?
  - Det tekniske



- Menneskene som operer i det
- Hvordan ville du gjort kommunikasjonen mellom aktørene bedre?
- Hvilke forbedringer ser du på opplærings/oppdateringssiden?

### Annet

- Har du tips til dokumentasjon/rapporter/litteratur omkring det vi har snakket om?
- Er det noe du føler ikke er dekket av spørsmålene?
- Ser du andre relevante vinklinger for din bransje som det ikke er spurt om?
- Noe annet du vil tilføye?