

FFI RAPPORT

SITUASJONSBEVISSTHET OG BRUKERGRENSESNITT Teori og anbefalinger for design av brukergrensesnitt for militære taktiske domener

HANSSEN Knut Morten

FFI/RAPPORT-2001/01959

FFIE/730/134

Godkjent
Kjeller 7 mars 2001

Vidar S Andersen
Forskningsjef

**SITUASJONSBEVISSTHET OG
BRUKERGRENSESNIFF**
**Teori og anbefalinger for design av brukergrensesnitt
for militære taktiske domener**

HANSSEN Knut Morten

FFI/RAPPORT-2001/01959

FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT
Norwegian Defence Research Establishment
Postboks 25, 2027 Kjeller, Norge

FORSVARETS FORSKNINGSPINSTITUTT (FFI)
Norwegian Defence Research Establishment

UNCLASSIFIED

P O BOX 25
 NO-2027 KJELLER, NORWAY
REPORT DOCUMENTATION PAGE

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

1) PUBL/REPORT NUMBER FFI/RAPPORT-2001/01959	2) SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED	3) NUMBER OF PAGES 140
1a) PROJECT REFERENCE FFIE/730/134	2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE -	
4) TITLE SITUASJONSBEVISSTHET OG BRUKERGRENSSESNIITT Teori og anbefalinger for design av brukergrensesnitt for militære taktiske domener SITUATION AWARENESS AND USER INTERFACES Theory and recommendations for design of user interfaces in the military domain		
5) NAMES OF AUTHOR(S) IN FULL (surname first) HANSEN Knut Morten		
6) DISTRIBUTION STATEMENT Approved for public release. Distribution unlimited. (Offentlig tilgjengelig)		
7) INDEXING TERMS IN ENGLISH: IN NORWEGIAN:		
a) <u>User Interfaces</u>	a) <u>Brukergrensesnitt</u>	
b) <u>Command and Control Systems</u>	b) <u>Kommando- og kontrollsystemer</u>	
c) <u>Maritime Systems</u>	c) <u>Maritime systemer</u>	
d) <u>Situation Awareness</u>	d) <u>Situasjonsbevissthet</u>	
e) _____	e) _____	
THESAURUS REFERENCE: INSPEC		
8) ABSTRACT The thesis gives an introduction to the concepts of situation awareness, ecological interface design, knowledge, rule and skill based behaviour and the abstraction hierarchy and their use in the design of user interfaces in maritime command and control information systems. A case study of the Royal Norwegian Navy's Tactical Workstation (called SjøTAS) is also reported.		
9) DATE 7 March 2001	AUTHORIZED BY This page only Vidar S Andersen	POSITION Director of Research

ISBN-82-464-0505-5

UNCLASSIFIED

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

FORORD

Dette er en hovedfagsoppgave innenfor studieretningen for systemarbeid ved Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap ved Norges - teknisk naturvitenskapelige universitet i Trondheim. Oppgaven er skrevet som en del av et cand. Scient. – studium, og fokuserer på situasjonsbevissthet og design av brukergrensesnitt. Den består av et litteraturstudium og en case-studie.

Det flere som fortjener en takk og jeg vil med dette takke følgende personer som alle har bistått meg eller vært til støtte i arbeidet med hovedoppgaven.

Min hovedfagsveileder Professor Torbjørn Skramstad, ansatte på instituttkontoret og Karsten Bråthen ved Forsvarets forskningsinstitutt ved Kjeller som hadde ideen til denne oppgaven og som har vært en støttespiller underveis i oppgaven.

En takk også til min kollega og venn Jon-Arild Andreassen for tålmodig korrekturlesing av et langt dokument. Jeg må også takke min samboer Merja for at det har vært mulig gjøre den ferdig.

Knut Morten Hanssen
Trondheim, mai 2000

INNHold

	Side	
1	INTRODUKSJON	11
1.1	Hovedfagsoppgavens problemstilling	12
1.2	Utdyping av oppgaven	12
1.3	Struktur på hovedoppgaven	13
2	SITUASJONSBEVISSTHET OG MENNESKELIG KUNNSKAPSREPRESENTASJON	14
2.1	Definisjon situasjonsbevissthet	14
2.1.1	Modell av SA	15
2.1.2	Situasjonsbevissthet, utdyping av definisjon	16
2.1.3	Diskusjon	16
2.1.4	Hovedelementer i SA	17
2.2	Oppsummering av SA	19
2.3	Menneskelige egenskaper som påvirker og underbygger SA	19
2.3.1	Menneskelig informasjonsprosessering	20
2.4	De menneskelige egenskapene relatert til SA	27
2.4.1	Oppmerksomhet i relasjon til SA	27
2.4.2	Persepsjon i relasjon til SA	28
2.4.3	Arbeidsminne i relasjon til SA	28
2.4.4	Mentale modeller i relasjon til SA	28
2.4.5	Stress, arbeidsbelastning og kognitive prosesser	29
2.5	Menneskelige feil	35
2.5.1	Innledning	35
2.5.2	Klassifisering av feil fra et kognitivt perspektiv	35
2.6	Oppsummering av de menneskelige sidene som påvirker SA	40
2.7	Systemegenskaper som påvirker SA	41
2.7.1	Automasjon	41
3	ØKOLOGISK BRUKERGRENSESNIFF DESIGN	43
3.1	Innledning	43
3.2	Problemstilling	44
3.2.1	Bakgrunn	45
3.2.2	Konsept	48
3.3	Kognitiv kontroll og rammeverk	49
3.3.1	Skill-, Rule- og Knowledge basert adferd	49
3.3.2	Ferdighets-basert kontroll	50
3.3.3	Regel-basert kontroll	50
3.3.4	Kunnskaps-basert kontroll	50
3.3.5	Samspillet mellom nivåene av kognitiv kontroll	51
3.4	Abstraksjonshierarki	51
3.4.1	Innledning	51
3.4.2	Teori	52
3.4.3	Fordeler og ulemper	56
3.4.4	Maritim kommando og kontroll analogi	57

3.5	Oppsummering	60
4	BRUKERGRENSESNITTDISIGN	60
4.1	Innledning	60
4.2	SRK hierarkiets krav til brukergrensesnittet	61
4.2.1	Oppsummering SRK hierarkiet	64
4.3	Økologisk brukergrensesnitt Design - Prinsippene	64
4.3.1	Krav til ferdighetsbasert adferd (FBA)	65
4.3.2	Krav til regelbasert adferd (RBA)	65
4.3.3	Krav til kunnskapsbasert adferd (KBA)	66
4.4	Generelle krav	66
4.4.1	System design	66
4.4.2	Retningslinjer for design	67
4.5	Generelle retningslinjer for brukergrensesnitt	71
4.6	Oppsummering	73
5	METODER FOR SYSTEMUTVIKLING AV BRUKERGRENSESNITT	74
5.1	Innledning	74
5.2	Oppgaveanalyse (Task analysis)	74
5.2.1	Innledning	74
5.2.2	Analysen	75
5.2.3	Brukernes mål	76
5.2.4	Typer av analyse	77
5.2.5	Kritikk til oppgaveanalyse	77
5.2.6	Oppsummering av oppgaveanalyse	78
5.3	Kognitiv oppgaveanalyse (Cognitive Task Analysis)	78
5.3.1	Innledning	78
5.3.2	Analysen	79
5.3.3	Stegene og metodene	80
5.3.4	Oppsummering av kognitive oppgaveanalyse	81
5.4	Kognitiv arbeidsdomeneanalyse (Cognitive Work Analysis)	81
5.4.1	Innledning	81
5.4.2	Arbeidsdomeneanalyse	82
5.4.3	Oppsummering av kognitiv arbeidsdomeneanalyse	84
5.5	Oppsummering av systemering	85
6	CASE-STUDIEN	85
6.1	Innledning	85
6.2	SjøTAS	86
6.3	Testoppsett og evaluering	86
6.3.1	Innledning	86
6.3.2	Intervjuobjekter	86
6.3.3	Gjennomføring	86
6.4	Scenario-utvikling	87
6.4.1	Intervju – oppsett	89
6.4.2	Data registrering	89
6.5	Testmål	89

6.5.1	Identifisering av hint og ledertråder	89
6.5.2	Identifisering av hjelpemidler og "verktøy" for prosessen	91
6.5.3	Identifisering av alarmer og "snubletråder"	92
6.5.4	Identifisering av nødvendig informasjon	93
6.5.5	Evalueringsmetoden	93
6.6	Resultater	94
6.6.1	Testpersonene	94
6.6.2	Intervjuspørsmål	94
6.6.3	Resultater fra intervjuene	96
6.7	Analyse	102
6.7.1	Testpersonene	102
6.7.2	Testmålene	102
6.8	Oppsummering	108
7	AVSLUTNING	109
7.1	Konklusjon	109
7.2	Videre arbeid	111
	LITTERATUR	111
	APPENDIKS	
A	BILDE AV BRUKERGRENSESNIET TIL SJØTAS	115
B	CASE-STUDIE I FORBINDELSE MED HOVEDOPPGAVE I INFORMATIKK	116
B.1	Innledning	116
B.2	Hovedfagsoppgavens problemstilling	116
B.2.1	Utdyping av oppgaven	116
B.3	Generelle testmål	118
B.3.1	Innledning	118
B.3.2	Generelle testmål	119
B.4	Måling av situasjonsbevissthet	121
B.4.1	Gjennomføring av SA måling	121
B.5	Case studien	123
B.5.1	Spesifikke testmål	123
B.5.2	Scenario-oppsett	128
B.5.3	Scenario beskrivelse	129
B.5.4	Intervjuobjekter	130
B.5.5	Gjennomføring	130
B.5.6	Data registrering	130
B.5.7	Data analyse	131
B.6	Scenario utvikling	131
B.6.1	Scenario oppsett	131
C	TESTSKJEMA	134
D	SKJEMA FOR REGISTRERING AV TESTOBJEKT	139
	Fordelingsliste	140

SITUASJONSBEVISSTHET OG BRUKERGRENSESNITT

Teori og anbefalinger for design av brukergrensesnitt for militære taktiske domener

1 INTRODUKSJON

Det har foregått en rivende utvikling på komplekse datasystemer for alle typer bruk. Også innenfor militære systemer er utviklingen stor og da spesielt innen systemer som benyttes for kommando og kontroll, overvåking og ildledning. Systemer som brukes både for taktisk og strategisk bruk er utviklet fordi behovene for oversikt og kontroll har økt, samt at oppgavene og de taktiske scenarioene har forandret seg. Det taktiske bildet har blitt mye mer komplekst, og beslutningsprosessen foregår oftest under tidspress. Data blir prosessert med større hastighet og informasjonsmengden er i mange tilfeller enorm, med både viktige data og mindre viktige data. Dette setter store krav til beslutningstakerne. Beslutningstakeren må også være bevisst (situasjonsbevissthet) overfor sitt miljø og sine omgivelser. For å skaffe til veie denne bevisstheten blir komplekse kommando- og kontrollsystemer brukt med inndata fra alle tilgjengelige sensorer og kilder. Sensorer i militær sammenheng er radar, sonarer og annet utstyr som aktivt eller passivt samler inn informasjon til systemene. Med kilder menes det andre samarbeidende enheter (fly, fartøy, hovedkvarter, etc) som videresender informasjonen fra sine sensorer. Beslutningstakeren må oppfatte og forstå hvilke handlinger de forskjellige elementene (fly, fartøyer, etc.) i omgivelsene foretar seg. Han/hun må også forstå meningen av det han/hun oppfatter, sett i lys av de forskjellige elementenes mål. For å lette denne jobben, og gjøre den så feilfri som mulig, er det utviklet avanserte brukergrensesnitt til disse komplekse systemene. Brukergrensesnittet skal hjelpe beslutningstakeren til å fatte de rette beslutningene til rett tid i henhold til sitt mål. Utformingen av brukergrensesnittet er derfor en viktig del av et slikt komplekst system. Utviklingen av brukergrensesnitt har hatt en enorm utvikling de siste 20 årene.

Denne problemstillingen er en del av et fagfelt som blir kalt menneske-maskin-interaksjon (Human Computer Interaction HCI) MMI og en definisjon på HCI er gitt av : (Preece, Rogers, Sharp, Benyon, Holland, Carey, s.7, 1994)

"Human - Computer Interaction is a discipline concerned with the design, evaluation and implementation of interactive computing system for human use and with the study of major phenomena surrounding them"

Denne definisjonen sier at interesseområdet er bredere enn bare design av brukergrensesnittet. HCI omhandler alle aspektene som er relatert til interaksjon mellom brukere og datamaskiner.

Denne oppgaven vil ta for seg brukergrensesnittet for kommando- og kontrollsystemer. Slike systemer brukes i dag i alle taktiske situasjoner, både i freds - og krigsoperasjoner. Det taktiske bildet har forandret seg mye i de siste 20 årene, fra å være et mer åpent farvannscenario til et kystnærtfarvannsscenario. Det er også en stor forandring i type oppdrag Sjøforsvaret står ovenfor i dag, sammenlignet med for 20 år siden. Tendensen er mot mer multinasjonale styrker

som opererer i farvann hvor også sivil skipstrafikk og lufttrafikk opererer.

Dette medfører en vesentlig større belastning på de som tar beslutninger relatert til disse scenariene. Konsekvensene ved å gjøre en feilvurdering er meget store. For eksempel mistet 241 passasjerer livet i den Persiske bukten da U.S.S. Vincennes skjøt ned et passasjerfly fra Iran da det ble feilaktig klassifisert som et F-14 jagerfly. Dette skjedde fordi viktig informasjon om målet ikke ble presentert på en slik måte at skipssjefen kunne trekke de riktige slutningene. Feilvurderinger får store konsekvenser i mange sammenhenger og i følge Wagenaar og Groenewegs (1987) undersøkelse om ulykker til sjøs, kunne og burde menneskene som var involvert i 96 ut av 100 tilfeller forhindre ulykken, men gjorde det ikke. Nå er det selvfølgelig ikke bare brukergrensesnittet som medfører at alle feilene blir gjort, men det har en stor innvirkning. Undersøkelsen (Wagenaar et.al, 1987 s595) viser at kognitive problemer hadde ansvaret for 70% av alle ulykkene og var representert i hele 93% av ulykkene. Resultatet av undersøkelsen er avhengig av hvordan menneskelige feil blir klassifisert og ikke alle kognitive problemer er assosiert med et brukergrensesnitt. Meste parten av de kognitive problemene var relatert til de kognitive ressursene til beslutningstakeren.

Dette viser at det er viktig med et brukergrensesnitt som tar hensyn til de kognitive evnene som en beslutnings taker har.

1.1 Hovedfagsoppgavens problemstilling

"Maritimt taktisk bilde for situasjonsbevissthet"

Situasjonsbevissthet er grunnlaget for taktisk beslutningsfatning. Den viktigste støtten for å oppnå dette er det maritime taktiske situasjonsbildet. Dette bildet bygges bl a. opp av data fra egne sensorer og data som kommer utenfra, fra andre operative enheter og fra hovedkvarter. Dagens utforming av dette situasjonsbildet og brukerfunksjoner knyttet til bildet, støtter bare i en viss grad brukeren i å oppnå tilstrekkelig situasjonsbevissthet.

Oppgaven går ut på å gjennomgå teori for situasjonsbevissthet og diskutere dette i en maritim sammenheng. Foreslå hva som bør inngå i et ideelt maritimt taktisk bilde. Eventuelt foreslå brukerfunksjoner og endringer til eksisterende programvare for presentasjon av taktiske bilder (I dette tilfelle SjøTAS).

1.2 Utdyping av oppgaven

Mange forskningsmiljøer hevder at situasjonsbevissthet er grunnlaget for taktisk beslutningsfatning og den viktigste støtten for å oppnå dette er det maritime taktiske situasjonsbildet. Det taktiske situasjonsbildet bygges opp av enhetenes evne til å sette sammen et bilde av informasjonen fra sine egne sensorer (radar, sonarer, etc) og med informasjon fra andre kilder som samarbeidende styrker og hovedkvarter. Jeg har valgt SjøTAS, som er et eksisterende system som er i bruk i Sjøforsvaret for å utføre en case-studie. SjøTAS er et kommando-, kontroll og informasjons system som skal gi støtte til operativ virksomhet på taktisk nivå. SjøTAS skal være et hjelpemiddel og en støtte i planlegging og gjennomføring av operasjoner, gjennom blant annet å motta, prosessere, lagre, systematisere og presentere informasjon. (Sjøforsvarets Forsyningskommando, s 3, 1999)

Til denne oppgaven har jeg valgt å se på en ny teori for design av brukergrensesnitt innenfor et maritimt taktisk domene. Tilnærmingen kalles "Ecological Interface Design" (EID) og er en relativt ny måte å se på design av brukergrensesnitt for slike domener. EID har vært hovedsakelig brukt til å designe systemer for bruk i anlegg som styres av fysiske lover (kjemisk industri, kraftverk, raffinerier), men har også blitt forsøkt brukt til systemer som er basert på menneskelige aktiviteter. EID er et teoretisk rammeverk for brukergrensesnitt-design til bruk i komplekse menneske-maskin systemer. Målet med EID er at det skal tillate operatørene å ta i bruk sine velutviklede evner og kapasitet innen persepsjon og handling, og i tillegg gi støtte som er nødvendig for å mestre og løse uventede situasjoner / problemer på en effektiv og korrekt måte. Det er også andre forskningsmiljøer som ser på denne tilnærmingen i Norge blant annet innenfor forskningsmiljøet ved Halden atomreaktoren.

Jeg ser også på beslutningsprosessen som foregår i taktiske situasjoner fordi det er viktig å forstå hvordan beslutningsprosessen foregår og hvilke faktorer som påvirker og bestemmer hvilke handlinger eller sekvenser av handlinger som velges. Dette er en viktig del i utformingen av brukergrensesnittet, fordi det gir oss svar på hvilke elementer og funksjoner som er viktige i et brukergrensesnitt og som er til nytte og hjelp til operatøren av brukergrensesnittet.

1.3 Struktur på hovedoppgaven

I den første delen (kapittel 2) gjennomgår teori for situasjonsbevissthet og menneskelig kunnskapsrepresentasjon. De viktige elementene, samt de menneskelige egenskapene og system egenskaper som påvirker situasjonsbevisstheten blir diskutert.

I andre delen av oppgaven (kapittel 3, 4 og 5) vil jeg gjennomgå teori for "Ecological Interface Design" (EID) og brukergrensesnitt-design for EID spesielt og også generelle retningslinjer som det bør tas hensyn til når man designer et brukergrensesnitt for et militært domene. Her blir også det gjennomgått 3 modeller som er brukt for systemutvikling innenfor EID og utforming av brukergrensesnitt for bedre situasjonsbevissthet.

Avslutningsvis (kapittel 6) beskrives resultatet av en gjennomført kvalitativ case-studie ved taktikkskolen ved KNM Tordenskjold. Her blir 4 offiserer satt til å vurdere og tolke et simulert scenario som er avspilt på SjøTAS og deretter blir offiserene intervjuet. Analysen av disse intervjuene tar sikte på å verifisere noen av de generelle design retningslinjene som er presentert i kapittel 4.

Testplanen for case-studien og de skjemaene som ble benyttet i forbindelse med case-studien er vedlagt.

2 SITUASJONSBEVISSTHET OG MENNESKELIG KUNNSKAPS-REPRESENTASJON

2.1 Definisjon situasjonsbevissthet

Det eksisterer flere ulike definisjoner av situasjonsbevissthet (SA). Gjennom flere år er det kommet nye definisjoner, men den som er oftest bruk og sitert i litteraturen er definisjonen til Endsley (1995a). Det er denne definisjonen som er brukt i oppgaven:

”Situation awareness is the perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning, and the projection of their status in the near future.” (Endsley, 1995a)

SA er altså en forståelse av tilstanden (situasjonen) til omgivelsene og gir en basis for å ta beslutninger og for prestasjonene til operatøren i interaksjon med komplekse, dynamiske systemer. SA er en operatørs persepsjon av elementene (objektene) i omgivelsene innenfor et tidsrom og et avgrenset geografisk område, forståelsen av elementenes oppgave og hensikt og projeksjonen av deres fremtidige posisjon og status i nær fremtid. I en maritim sammenheng vil dette for eksempel være en vaksjefers (styrkesjef el.) persepsjon av omgivelsene (egne og fiendtlige fartøy, fly og andre styrker). Deres kinematiske egenskaper (fart, kurs, høyde, størrelse osv) som er innenfor et gitt område og tidsrom. Han/hun må forstå omgivelsenes hensikt og mål, og hvilken trussel de utgjør for eget oppdrag og egne styrker. Vaksjefen må også projisere fartøyenes (styrkene) fremtidige posisjoner og handlinger. Sammenlagt vil alt dette gjøre vaksjefen i stand til å ta riktige og effektive beslutninger til riktig tid.

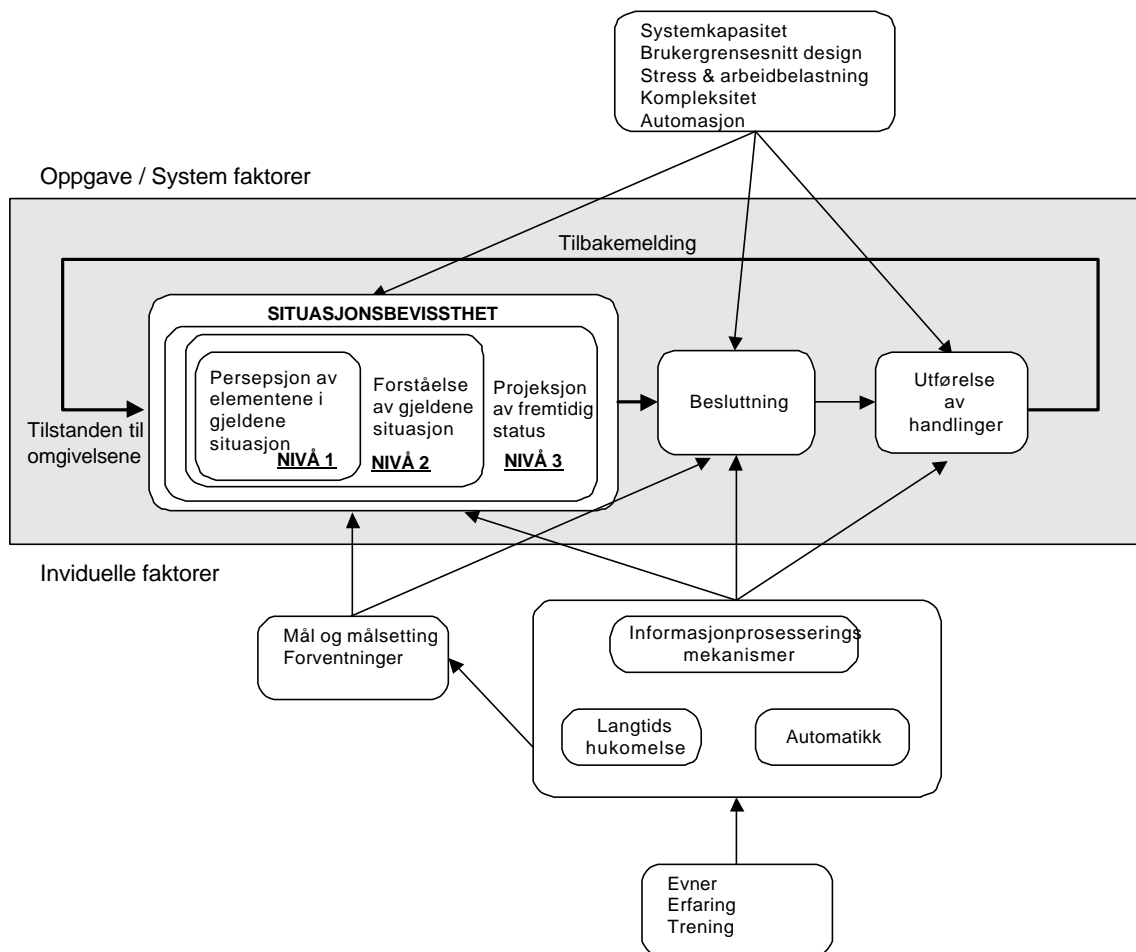
For å få en klar og konsistent definisjon og forståelse av SA er det viktig å skille SA fra prosessen med å oppnå SA. SA er et nivå (tilstand) av kunnskap. Prosessen med å oppnå denne tilstanden er betegnet som ”Situation assessment” eller prosessen med å oppnå, erverve eller vedlikeholde SA. Ved å skille mellom prosessen med å oppnå SA og SA som en tilstand av kunnskap / innsikt vil det bli enklere å klarlegge hvilke elementer som er årsaken til feiltagelser og feiltrinn. Dette skillet mellom produktet SA og prosessen SA er ikke så opplagt som man kan forvente. Produktet refererer til tilstanden eller status av bevisstheten (SA) med hensyn på informasjon og kunnskap, mens prosessen refererer til de forskjellige perseptuelle og kognitive aktivitetene som er involvert i å konstruere, oppdatere og bearbeide statusen på bevisstheten (SA) (Adams, M., Tenney, Y. & Pew, R., 1995, s88).

En persons tilgjengelige kunnskap eller bevissthet om en situasjon må bli formet av prosessen med informasjonsinnsamling og tolking av informasjonen, men det motsatte er også gyldig fordi en persons forventninger, hypoteser og generell kjennskap om tilsvarende situasjoner også preger prosessen, d v s informasjonsinnsamlingen og tolkingen. Med andre ord selv om vi skiller mellom produktet SA og prosessen med å oppnå SA må vi innse at nøkkelen til å forstå SA ligger ikke i å støtte det ene eller det andre, men ligger i å forstå deres gjensidige avhengighet. Det er ulike oppfatninger i forskningsmiljøene om hvorvidt en skal betrakte SA som en variasjon av forskjellige prosesser eller fokusere på at SA er en tilstand av kunnskap. I denne hovedoppgaven har jeg valgt å skille mellom prosessen med å oppnå SA og produktet SA.

Endsley (1995a) påpeker også at det er viktig å forstå at SA er skilt fra beslutningstaking og prestasjon. Sagt med andre ord er det fullt mulig å ha et perfekt bilde av situasjonen og allikevel ta feil beslutninger eller ha dårlige prestasjoner. Og, vise versa, ved å ha dårlig SA og ta riktige beslutninger. SA, slik det er definert her, omfatter ikke alt av en persons kunnskap. Den refererer kun til delen som inneholder forståelsen av det dynamiske i omgivelsene der og da.

2.1.1 Modell av SA

Endsley (1995a) viser en modell av SA, satt i sammenheng med beslutningsprosessen og persepsjon.



Figur 2.1 SA modell (Endsley, 1995a, s35)

Denne figuren gir en basis for å diskutere SAs rolle innenfor beslutningsprosessen. Som figuren viser er det persepsjon av omgivelsene (fra informasjonssystemet eller direkte via sansene) som former en basis for SA (tilbakemelding). Beslutning og utførelse av handling som følger av SA er separate steg som følger direkte etter SA. Pilen fra boksen som inneholder informasjonprosesseringsmekanismene, langtidshukommelsen og automatikk illustrerer at individuelle egenskaper hos hvert menneske kan påvirke SA. SA vil også være en funksjon av systemdesign med hensyn på om systemet fremskaffer den informasjon som er nødvendig og tilstrekkelig. Brukergrensesnittet er ikke den eneste faktoren som kan påvirke SA. Faktorer som for eksempel stress, arbeidsbelastning og kompleksitet kan også påvirke SA i større og mindre grad.

2.1.2 Situasjonsbevissthet, utdyping av definisjon

Endsley (1995a) deler opp SA i tre hierarkiske nivåer og de vil bli gjennomgått i dette delkapitlet.

2.1.2.1 Nivå 1 SA: Persepsjon av elementer i omgivelsene

Det første steget for å erverve SA er persepsjon av elementene i omgivelsene, elementenes status, egenskaper og dynamikken til disse i omgivelsene. For en vaktstjef på et marinefartøy vil det si å oppfatte andre fartøyer, fly, navigasjonspunkter, landskap sammen med deres relevante egenskaper (f eks fart, størrelse, farge, posisjon). I en operativ taktisk sammenheng må det være nøyaktige data om posisjon, type, antall, kapasiteter og dynamikken til egne og fiendtlige styrker i et gitt område.

2.1.2.2 Nivå 2 SA: Forståelsen av den gjeldende situasjonen

Forståelsen av situasjonen er basert på en forståelse av de usammenhengende nivå 1 elementene. Nivå 2 SA går videre fra det å bli klar over elementene som blir presentert til å forstå viktigheten av disse elementene med hensyn på hvor relevante de er for at en operatør skal oppnå sine mål. Basert på kunnskapen om nivå 1 SA elementene, d v s andre fartøyer fly, navigasjonspunkter, landskap og deres relevante egenskaper (fart, størrelse, farge, posisjon) danner beslutningstakeren et helhetsbilde av omgivelsene, samt en forståelse av objektene og hendelsene. For eksempel vil en vaktstjef ved oppdagelse av fiendtlige fly innenfor en bestemt geografisk posisjon (f eks høyde) forstå at dette indikerer visse ting om flyets hensikter.

2.1.2.3 Nivå 3 SA: Prosjeksjon av fremtidig status

Evnen til å forutsi fremtidige handlinger i omgivelsene - iallfall innenfor veldig nær fremtid - former det tredje og det høyeste nivået av SA. Dette er oppnådd gjennom kunnskap om status og dynamikk til elementene, og forståelsen av situasjonen. (Både nivå 1 og nivå 2 SA). For eksempel kan kunnskap om et fiendtlig fartøys klassifisering (type av fartøy), manøvrering og posisjon gi en vaktstjef mulighet til å forutsi at det er sannsynlig at fartøyet vil angripe på en bestemt måte. Nivå 3 SA gir nødvendig kunnskap (og tid) til å ta den mest egnete beslutningen for å oppnå sine hensikter.

2.1.3 Diskusjon

Det er mange "feller" man kan gå i når det gjelder bruken og tolkingen av SA som et begrep. Flack (1995) diskuterer en rekke betenkeligheter og feller med hvordan SA er definert og brukt. Han mener at SA er en beskrivende "merkelapp" for et reelt og viktig adferdsfenomen, men farene oppstår når forskere begynner å tenke at SA er en objektiv årsak til noe (Flack, 1995, s 150). For eksempel er et utsagn som at SA eller mangel på SA er den ledende årsaken til menneskelig feil i militære flyulykker bli kritisert som sirkulær resonnering:

For eksempel:

Hvordan vet man at SA er mistet? Fordi menneskene handler uhensiktsmessig.
Hvorfor handler menneskene uhensiktsmessig? Fordi SA ble mistet.

SA kan ikke bli identifisert som en objektiv årsak, men SA har en viktig rolle i det å beskrive og

ramme inn et problemområde. Det er viktig her å forstå at SA må sees i sammenheng med sine omgivelser. SA er sammensatt av bevissthet (hva som er på innsiden av hodet) og situasjonen (hvilken situasjon hodet er i). Den største fordelene med SA er at den setter fokus på den uatskillelige sammenhengen mellom situasjon og bevissthet når det brukes i kontekst med spørsmål om mening eller funksjonalitet.

Endsley (1995a) understreker også viktigheten av å skille SA fra beslutningstaking og handling. Dette er også et omdiskutert punkt i litteraturen, og mange forskningsmiljøer er ikke så klare i sitt skille mellom SA, beslutningstaking og handling. Klein og Calderwood (1991) beskriver en beslutningsmodell som de kaller "Recognition-Primed decision" (RPD) som forsøker å forklare hvordan man gjenkjenner og riktig klassifiserer situasjoner for å generere en typisk måte å handle på. Hensikten til modellen er å forsøke å beskrive hva menneskene virkelig gjør under forhold som tidspress, uklar informasjon, dårlige definerte mål og skiftende forhold. Modellen baserer seg på forskning omkring naturlig beslutningstaking, d v s beslutninger som er tatt i naturlige og virkelige situasjoner. De mener at i naturlige situasjoner er resonnering og handling innskutt i hverandre og ikke skilt (Klein & Calderwood, 1991). Enkeltmennesket foretar ikke en sekvensiell analyse av alle aspektene i en situasjon, deretter gjør en beslutning og så utfører beslutningen. RPD-modellen behandler SA og problemløsning som en del av beslutningsprosessen. Dette er til forskjell fra modellen til Endsley som gjør et klart skille mellom SA og beslutninger. Det er ikke sagt at noen av de to modellene er feilaktige, men det trengs mer forskning om hvordan mennesker tar beslutninger og på hvilket grunnlag de foretar disse. Begge modellene sier at SA er hovedinndata kilden til beslutningsprosessen og basisen for beslutningsstrategiene som blir valgt. Dette er det viktigste punktet. Det kan være svært nyttig å forstå SA, ikke nødvendigvis i detalj hvordan den blir bygget opp og brukt, men som et begrep som kan benyttes ved design og testing av brukergrensesnitt.

2.1.4 Hovedelementer i SA

2.1.4.1 Elementer i omgivelsene

For å kunne designe brukergrensesnittet for et gitt miljø må man ha en klar forståelse av hva SA er og hva SA er oppbygget av i dette miljøet. Derfor hviler designet på en klar redegjørelse av elementene i definisjonen. Det vil si at man må identifisere hvilke elementer (objekter) operatøren i et gitt miljø må oppfatte og forstå i situasjonsbildet for å kunne bruke dette i et brukergrensesnitt. Disse elementene er spesielle for hvert individuelt miljø, og de forskjellige sammenhengene brukergrensesnittet kan brukes. For eksempel selv om en vaktstasjon på et fartøy og en flygeleder er avhengig av SA, er det ikke realistisk eller fornuftig å forvente at de samme elementene betyr det samme for dem begge. For eksempel vil et fly som minsker høyde for flygelederen være et tegn på at flyet nærmer seg flyplassen, mens det for vaktstasjonen kan være et tegn på at et fly innleder et angrep. Disse elementene bør bli, og må bli, spesielt bestemt for de forskjellige typer system.

En kan også tenke seg at det eksisterer underordnede typer av SA. Disse er vanligvis systemspesifikke og inkluderer krav til SA som går gjennom alle de tre nivåene av SA. For eksempel vil geografisk bevissthet ofte være viktig for en vaktstasjon på et fartøy. Da vil geografisk bevissthet være en underkategori av SA som går igjen i alle nivåene av SA. En annen type bevissthet,

er modus bevissthet, dvs å vite hvilke tilstand eller modus systemet er satt i (f.eks er systemet i angrepsmodus, søkemosus, testmodus, simuleringsmodus, etc.). Dette har stor innvirkning på hvordan systemet brukes og hvilke konsekvenser handlinger som utføres i systemer har. For eksempel vil en operatør som tror systemet er i simulert modus ha mulighet til å utløse katastrofer, hvis systemet i virkeligheten er i normalmodus.

Det finnes også flere aspekter av SA som bør nevnes i denne sammenhengen. (Endsley, 1995a, s38)

- 1) SA er vanligvis bygd opp over tid, og ikke nødvendigvis oppnådd øyeblikkelig. Selv om SA tidligere er sagt å være en persons kunnskap om omgivelsene i et gitt tidspunkt, er kunnskapen svært midlertidig i sin natur. Selv om SA består av en persons kunnskap om tilstanden til omgivelsene på et gitt tidspunkt, inkluderer også denne kunnskapen et tidsaspekt, dvs utviklingen i omgivelsene både i fortid og fremtid.
- 2) SA har også et innhold av avstandselement i mange sammenhenger. For eksempel kan avstanden mellom forskjellige fartøyer gi viktige hint om hensikten til disse fartøyene. Avstand er også nyttig for å bestemme hvilke aspekter av omgivelsene som er viktig for SA. En operatør trenger å inkorporere informasjon om hvilke underkategorier av omgivelsene som er relevante mht oppgaver og målsetting. Elementene kan også bli videre oppdelt i nivåer av viktighet for SA avhengig av hvilken kontekst de har. Sett i sammenheng for en vaksjef vil, for eksempel, viktigheten til de forskjellige fartøyene være avhengig av fartøyenes posisjon og fart relativ til eget fartøy og hvilken målsetning vaksjefen har. (angrep, unnvikelse o.l.)

Elementene kan variere i relevans over tid, men generelt faller de ikke helt ut av vurderingen. Det er funnet å være viktig at en operatør har litt SA på alle elementene i situasjonen, selv om ikke alle elementene er like viktige i øyeblikket. For eksempel ved en flyulykke i Florida var alle i cockpiten så opptatt av at nøsehjulet ikke kom ut, at de ikke oppdaget at flyet mistet høyde. Dette medførte at flyet styrtet (Endsley, 1995a, s55)

2.1.4.1 Beslutningstaking i sammenheng med SA

I tillegg til å forme en hovedbasis for beslutninger, kan SA også påvirke prosessen med å ta beslutninger. Endsley (1995a) sier, ved å henvise til flere referanser, at det eksisterer flere bevis for at en persons beskrivelse av en situasjon vil avgjøre hvilken beslutningsprosess som blir valgt for å løse et problem. Det er ikke bare detaljert informasjon om situasjonen (nivå 1 SA) som er avgjørende, men også måten delene (elementene) er satt sammen på (nivå 2 SA) som gir den beslutningsstrategi som blir valgt.

2.1.4.2 Prestasjon i sammenheng med SA

Sammenhengen mellom SA og prestasjon¹, selv om den ikke er direkte målbar, kan til en viss

¹ Med prestasjon menes en operatørs evne til å løse sine oppgaver og ta de riktige beslutningene. Gode prestasjoner menes at en operatør har tatt de riktige beslutningene som situasjonen tilsier og dermed løser sin oppgave. Dårlige prestasjoner vil være det motsatte, ta feil beslutninger, ikke ta beslutninger eller ta beslutninger til feil tid.

grad bli forutsagt. Generelt er det forventet at dårlige prestasjoner vil oppstå bl a. når SA er ufullstendig eller unøyaktig, når den riktige handlingen ikke er kjent eller kan beregnes, eller tid eller andre faktorer begrenser en persons evne til handle riktig. Endsley (1995a, s40) viser til en undersøkelse som fant at SA var signifikant relatert til prestasjon bare for de personene som hadde teknisk og operasjonelle evner til å ta fordel av en slik kunnskap. Den samme undersøkelsen fant også at dårlig SA ikke nødvendigvis måtte lede til dårlige prestasjoner, hvis personene innså sin mangel på SA og var i stand til å justere sine handlinger for å redusere sannsynligheten for en dårlig prestasjon.

God SA kan derfor bli sett på som en faktor som vil øke sannsynligheten for gode prestasjoner, men kan ikke nødvendigvis garantere gode prestasjoner.

2.2 Oppsummering av SA

SA er basert på mye mer enn kun å oppfatte informasjon om elementene i omgivelsene. Det inkluderer å forstå hensikten (meningen) med informasjonen, sammenligne den med en målsetning en operatør har, og fremskaffe "spådommer" om en fremtidig tilstand til omgivelsene som er verdifull for å ta beslutninger. Dette kapitlet viser at det er mange faktorer å ta med i definisjonen av SA og at det ikke er bare de "fysiske" elementene som må taes med. Tiden som er brukt for å opparbeide SA og den tidsavhengigheten som er i utviklingen mellom elementene, samt den geografiske spredningen (avstanden) mellom de forskjellige elementene er også faktorer som er med i en persons SA.

Ved alle vurderinger av SA må også den situasjonen som SA er formet fra taes med i vurderingen, d v s at man ikke må "rangere" eller sette en verdi for å sammenligne SA uten også å vurdere om situasjonene som SA er formet fra er sammenlignbare. Ved å betrakte SA som et produkt av en prosess med å persipere og forstå meningen til elementene, er det letter å isolere SA fra beslutninger og handlinger, selv om dette i noen forskningsmiljøer ikke ansees for å være riktig.

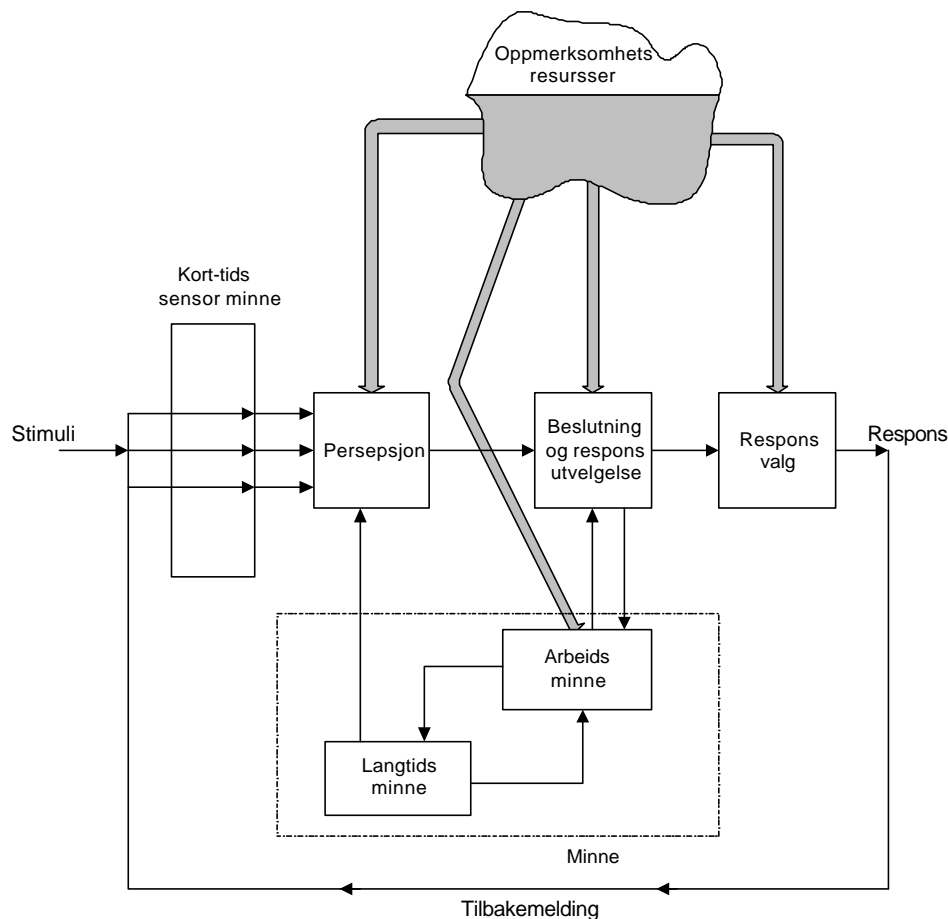
Alle forskningsmiljøene som jeg har referert til, mener at SA er den viktigste inndata-kilden til beslutningsprosessen og dermed til de handlinger som besluttes utført. En god SA kan ikke garantere for gode prestasjoner, kun øke sannsynligheten for gode prestasjoner.

2.3 Menneskelige egenskaper som påvirker og underbygger SA

Dette avsnittet omhandler de menneskelige egenskapene som påvirker og underbygger SA, hovedsakelig om den menneskelige hjernen og de forskjellige prosessene. Hvordan mennesker tenker og resonnerer er viktige faktorer som underbygger og påvirker prosessen med å oppnå god SA. Hvordan den menneskelige hjerne fungerer er det forskjellige teorier om. Dette er ikke viktig for denne oppgaven. Hvordan hjernen fungerer med de forskjellige prosessene og minnene (arbeidsminnet og langtidsmminnet) er ikke like avgjørende for design av brukergrensesnittet eller evnen til å oppnå SA. Det vises til Card, Moran og Newel (1983) og Wickens (1984) for nærmere forklaringer på disse prosessene.

2.3.1 Menneskelig informasjonsprosessering

Jeg vil her gi kun en kort forklaring på figur 2.2 med de forskjellige prosessene og minnene som inngår i figuren. Jeg legger mest vekt på persepsjons prosessen og begrepet oppmerksomhet, samt hukommelse og kognitive strukturer. Mentale modeller er også sentralt i dette avsnittet og i forståelsen av SA og de påvirkninger de har på en operatørs SA.



Figur 2.2 Modell av menneskelig informasjonsprosessering (Wickens, 1984, s12)

2.3.1.1 Korttids sensorminne

Hvert sansesystem antas å være utstyrt med et sentralt system som forlenger en avbildning av den fysiske stimulansen for en svært kort tidsperiode. De viktigste sensorminnene ser ut til å være det visuelle minnet, det auditive minnet og det kinetiske minnet (bevegelse, kroppens og lemmenes posisjoner). Når oppmerksomheten er avledet til et annet sted, vil kort-tids sensorminnet tillate at informasjonen blir lagret midlertidig slik at den kan bli behandlet senere. I følge Wickens (1984) er det hovedsakelig 3 egenskaper som karakteriserer korttids sensorminnet: Det er "preattentive", d v s at det ikke behøver noen bevisst oppmerksomhet for å forlenge "bildet" i det naturlige tidsrommet som bildet kan være i minnet.

Det er relativt korrekt, d v s at det beholder mesteparten av de fysiske detaljene som sanseinntrykket har.

Det taper seg raskt, d v s at tiden som sanseinntrykket er i kort-tids sensorminnet er relativt kort. Mindre enn 1 sekund for det visuelle minnet og mellom 2 - 8 sekunder for de to andre. (Wickens, 1984, s23).

2.3.1.2 Den perseptuelle prosessen

Den informasjonen som korttids sensorminnet lagrer blir så prosessert av høyere sentra i nervesystemet. Denne informasjonen er antatt å bli koblet med en unik "nerve"-kode som er tidligere lært og lagret i hjernen. Vi kan nå si at stimulusen er persipert eller gjenkjent. Som figur 2.2 viser er den tidligere lærte nervekodene lagret i langtidsmindet (pil mellom persepsjon og langtidsmindet). Persepsjonene kan bestå av mange nivåer av kompleksitet som en følge av egenskapen til stimuli, alt fra det å gjenkjenne et enkelt tegn (bokstaver, tall, etc) til det å gjenkjenne komplekse mønster. For eksempel vil gjenkjennelse av en spesiell feilfunksjon hos et komplekst system skje når operatøren kan assosiere en unik kombinasjon (mønster) av tallavlesninger på forskjellige instrumenter til den perseptuelle kategorien som er assosiert med en spesiell feiltilstand (Wickens, 1984, s14).

Nå er det forskjellige teorier om hvordan den menneskelige persepsjonen foregår og hvordan vi mennesker "ser" våre omgivelser. Persepsjon er fundamentalt i interaksjonen med data-maskinene og det gjør oss i stand til å se og forstå den informasjon som er presentert til oss via brukergrensesnittet. For å kunne designe gode brukergrensesnitt er det viktig å forstå hvordan de forskjellige teoriene om persepsjon kan influere på designet av systemet. Preece m.fl. (1994, kap 4.1) deler dette opp i to forskjellige teorier som hun mener står i kontrast til hverandre.

"Constructivist theorists" - som mener at prosessen med persepsjon er en aktiv prosess som konstruerer vår persepsjon av "verden", både basert på informasjon fra omgivelsene og fra tidligere lagret kunnskap. Her blir verden persipert og konstruert utfra hvert enkelt objekt og tolket ved hjelp av tidligere kunnskap, forventning, og utfra konteksten objektene er satt i. For designet av brukergrensesnittet er gestalt-prinsippene viktig. Gestalt-prinsippene er prinsipper for hvordan vi organiserer informasjonen slik at det gjør oss i stand til å oppfatte mønster av enkelt-stimuli slik at de gir en meningsfull helhet. For eksempel vil disse 9 prikkene **???** **???** **???** oppfattes som 3 prikker organisert i 3 grupper, istedenfor 9 selvstendige prikker. (se Rock m.fl., 1990; Preece m.fl., 1994 for utfyllende informasjon om gestalt lovene).

"Ecological theorists" - som mener at prosessen med persepsjon involverer en prosess med "innhenting" av informasjon fra omgivelsene og dette krever ikke noen egen prosess med å konstruere "verden". Her blir det argumentert med at persepsjon er en direkte prosess som gjør at informasjon blir "oppdaget" istedenfor å bli konstruert som i teorien ovenfor. Vi forsøker å forstå hva vi persiperer, i stedet for å forsøke å forstå hvordan vi kan konstruere et "bilde" eller kjenne igjen et objekt. Et sentralt begrep ved den "økologisk" tilnærmingen er "affordance". "Affordance" er et ord som Gibson (1986) konstruerte og han definerer affordance som mulighetene som "det" (objektene) tilbyr oss. Han hevder at i normale tilfeller, vil meningen og verdien av objektene bli direkte persipert, og ikke bare de individuelle egenskapene av disse objektene. Dette er sentralt for kapitlet om Ecological Interface Design.

I kapittel 3 ser jeg på den "økologiske" teorien og dens bruk ved design av brukergrensesnitt for

komplekse systemer.

2.3.1.3 Beslutningstaking

Straks en stimulus er perseptuelt katalogisert (bestemt hva stimulusen er), må operatøren bestemme hva som skal gjøres med hendelsen (stimulusen) og det må kanskje foretaes et valg av hvilken respons eller handling som skal utføres. Dette foregår ved aktiv bruk av arbeidsminnet. Flere mulige valg av handlinger kan være aktuelle og det må velges en type handling. Det er klart at beslutningstaking og responsvalg er et kritisk punkt i informasjonsbehandlingssekvensen. Stor grad av valg er involvert, og store potensielle byrder eller fordeler er avhengig av riktig beslutning.

2.3.1.4 Responsutførelse

Hvis en beslutning er gjort for å generere en respons, medfører det at en sammensatt serie av steg er nødvendig å fremskaffe. D v s nødvendig muskelkommandoer for å utføre responsen og med passende tids koordinering og styrke. Beslutningen for å initiere responsen er logisk skilt fra utførelsen av responsen. For eksempel en person kan kanskje velge å slå en ball eller ikke (responsvalg), og hvis man bestemmer seg for å slå, kan det utløse et slag som kan variere mellom et "vellykket" eller mindre "vellykket" slag mot ballen (responsutførelse).

2.3.1.5 Tilbakemelding

Det er åpenbart av vi typisk overvåker konsekvensene av våre handlinger, via en "closed-loop" tilbakemeldings struktur som er avbildet i figur 2.3. Tilbakemeldinger er oftest sett på som en visuell tilbakemelding (f eks ser vi hvilke konsekvenser våre handlinger har), men også auditive tilbakemeldinger og andre sanse tilbakemeldinger (f eks følelse i huden, arm posisjoner, etc) er svært viktige tilbakemeldinger under visse omstendigheter (Wickens, 1984, s15).

2.3.1.6 Hukommelsen

Som vist i figur 2.3 kommer sanseintrykkene inn til arbeidsminnet, så snart de er persipert. Det aller meste av resonneringen (tenkingen) foregår i arbeidsminnet. Arbeidsminnet har svært begrenset kapasitet og det "glemmer" fort. Tiden som en "enhet" (tall, bokstav, ord, etc) kan lagres eller vil kunne tilbakekalles fra minnet er avhengig av hvor mange enheter som er lagret i minnet, med andre ord er det bare 1 enhet i minnet kan den tilbakekalles etter lengere tid enn om det er 7 enheter i minnet. Card m.fl. (1983) oppgir tiden som enhetene er i minnet til å være; $\delta_{wm} (3 \text{ enheter}) = 7 [5 \sim 34]$ sekunder. Dette er for 3 enheter og er halverings tid, d v s etter 7 sekunder er det bare 50 % mulighet for å huske alle enhetene (tallene i hakeparentesen avgir kun variasjoner i forskjellige undersøkelser). Ofte er kapasiteten i arbeidsminnet referert til å være 7 ± 2 enheter innenfor brukergrensesnittdesign og i dataverdenen. Dette viser at det vi kan "beholde" i arbeidsminnet avtar raskt og er til stor begrensning i den resonneringen man må utføre.

I praksis kan langtidsminnets strukturer bli brukt til å omgå begrensningene i arbeidsminnet. Norman (1990, s 66) mener at det er hovedsakelig tre kategorier hukommelse og gjenfinningen av elementer i hukommelsen.

- Hukommelse for vilkårlige "ting" og hendelser

- Hukommelse for meningsfulle ting og hendelser
- Hukommelse gjennom forklaring

Hukommelse for vilkårlige ting og hendelser. Dette er å huske ting, sekvenser eller hva som må gjøres, uten at det er nødvendig å ha en forståelse for hvorfor eller på en intern struktur. Dette er hvordan vi har lært alfabetet og andre sekvenser som f.eks. "Ctrl-Alt-Del". Norman (1990) kaller dette grunnleggende læring (root learning). Og det skaper problemer fordi det er vanskelig å lære, og det kan kreve mye anstrengelse eller når et problem dukker opp vil den memorerte sekvensen ikke gi noen hint om hva som gikk galt eller hva som må gjøres for å finne problemet. Dette er hvordan noen personer har lært seg å bruke datamaskiner. De har lært seg sekvenser av tastetrykk som må utføres for å få utført en bestemt handling, men har ingen forståelse for hvorfor de må gjøre dette. Går noe feil under utførelsen av sekvensen, vet de ikke hvordan de skal løse problemet. Dette er vanligvis ikke den riktige veien å gå, hvis vi har noen valg. Nå er, imidlertid, noe av denne læringen viktig, f.eks. ved prosedyrer, nødhandlinger osv.

Hukommelse for meningsfulle ting og hendelser. Dette er minnet for ting som har en meningsfull sammenheng. Når ting er fornuftige og gir mening korresponderer de med kunnskap som vi allerede har, så ny kunnskap kan bli forstått, tolket og integrert med tidligere informasjon. Vi kan bruke regler og føringer til å hjelpe forståelsen på hvordan ting henger sammen. For eksempel hvis en funksjon eller handling gir mening kan vi forstå eller huske hvordan den brukes eller utføres. Dette kan være så enkelt som å tenke seg at i et rom er det to lys, ett på høyre side og et på venstre side av rommet. For å tenne lyset er det en to-delt lysbryter. Hvis den høyre delen av bryteren tennes det høyre lyset i rommet gir funksjonen en mening og er lettere å huske enn om det skulle vært omvendt.

Hukommelse gjennom forklaring. Forklaringer og tolkninger av hendelser er fundamentalt for menneskelige prestasjoner, både for å forstå verden og i læring og hukommelse. Mennesket har kognitive strukturer for bearbeiding av informasjon og disse kognitive strukturene fungerer som en indre modell av verden og kan være mer eller mindre i harmoni med de ytre realiteter. De kognitive strukturene utgjør aldri noe eksakt bilde av verden og de er "skjematiske" i den forstand at de innebærer en generalisering og katalogisering av virkeligheten.

Endsley (1995a, s. 43) kaller disse "schemata", men i annen litteratur blir disse kalt mentale modeller (Norman, 1990; Preece m.fl., 1994). I litteraturen (Endsley, 1995a; Preece m.fl., 1994) er mentale modeller og schemata definert litt forskjellig, men dette er ikke viktig for måten disse begrepene blir brukt i min hovedoppgave. Det essensielle ved disse er at de "lagrer" prototypiske situasjoner eller modeller, det vil si kognitive strukturer som forklarer eller gir modeller som sier noen om virkemåten til et system eller hvordan en situasjon eller et scenario kan utvikle seg. Lagrede modeller blir valgt ut fra hva vi persiperer og blir brukt til å styre våre handlinger og oppførsel i alle situasjoner. Nå modellene harmonerer godt med den ytre situasjonen kan informasjonsbearbeidingen foregå automatisk.

Med andre ord har vi allerede en utviklet mental modell for den situasjonen vi er i og utfra denne modellen er det laget en oppskrift (scripts (Endsley, 1995a)) som gir en sekvens av relevante handlinger for forskjellige typer av situasjoner og oppgaver) som vi handler etter. Er

det avvik mellom indre modell og ytre verden, må de kontrollerte informasjonsprosessene kobles inn. Vi må bruke all den kunnskap som er tilgjengelig for oss i denne situasjonen (alle lagrede mentale modeller) for å utlede og konstruere en oppskrift som er relevant for situasjonen. Dette krever mye mentalt arbeid og belaster arbeidshukommelsen mye. Arbeidshukommelsen og belastningen på denne sett i forhold til SA blir gjennomgått i kapittel 2.4.3.

Persepsjon innebærer at ytre informasjon blir sammensmeltet med indre modeller, og samtidig gjennomgår de også en tilpassing slik at de blir modifisert og tilpasset den nye ytre informasjonen, og nye oppskrifter blir utviklet for å bruke i situasjonen. En oppskrift kan imidlertid motstå forandring på tross av konflikterende informasjon. Vi er tilbøyelig til å være selektivt oppmerksomme på informasjon som stemmer med våre egne oppskrifter. Dvs at vi finner det lettere i bekrefte våre oppskrifter enn å avkrefte de og velge en ny oppskrift. (Lundh m.fl., 1992)

2.3.1.7 Tenking, resonnering og problemløsning

Hvordan menneskene resonnerer og løser problemer, er viktig for hvordan grensesnittene mellom mennesket og systemene skal utformes. Her vil jeg kort forklare to kategorier av tenkning; resonnering og problemløsning. I praksis er det liten forskjell på disse to kategoriene, da problemløsning kan ofte involvere resonnering og vice versa.

Resonnering er en prosess hvor vi bruker den kunnskap vi har for å trekke konklusjoner eller slutte noe nytt omkring et interesseområde. Dix m.fl. (1993) nevner i boken tre forskjellige typer av resonneringer som vi bruker i det daglige liv. Disse er deduktiv, induktiv og abduktiv resonnering.

Deduktiv resonnering

Deduktiv resonnering utleder den logiske nødvendige konklusjonen fra gitte premisser. Denne logiske slutningen behøver ikke nødvendigvis å være sann i den virkelige verden. For eksempel hvis det regner er bakken tørr; det regner; derfor er bakken tørr. Dette er en korrekt deduktiv slutning som er logisk korrekt, men ikke nødvendigvis korrekt i den virkelige verden.

Når den logisk sanne slutningen ikke er sann i den virkelige verden er den menneskelige deduktive evnen på sitt dårligste, der hvor sannhetsgehalten og gyldigheten kolliderer. En forklaring på dette (Dix m.fl., 1993) er at menneskene bringer sin verden av kunnskap inn i resonneringsprosessen. Det tillater oss å gjøre noen snarveier, da vi antar at vi har en viss mengde med felles kunnskap i vår interaksjon med andre mennesker. Dette gjør at vi ikke behøver å utlede alle premissene for å få en gyldig slutning.

Induktiv resonnering

Induksjon er en generalisering fra tilfeller vi har sett eller erfart tidligere, til tilfeller vi ikke har sett. Man beveger seg fra spesielt tilfelle til en generell lov, regel eller beskrivelse. Induksjon er ikke "sikker" på samme måte som deduksjon, fordi tilfeller som blir undersøkt etter at generaliseringen er utført kan være motstridende med formuleringen (Garnham & Oakhill, 1994). Mye av den "hverdaglige" resonneringen, hvor tidligere etablerte konklusjoner er kullkastet av ny informasjon, synes ikke å være deduktiv, i minst i den mening at dennes konklusjoner kan være falske, selv om premissene er sanne.

Et eksempel: Hvis vi kjører en bil og vi ser at alle stopper på rødt lys alltid. Da trekker vi den konklusjonen at alle bilene stopper på rødt. Dette er en upålitelig konklusjon fordi vi aldri kan bevise dens sannhet. Vi har ikke sett alle bilene, bare et utvalg. Konklusjonen kan bare avkrefte ved at vi ser en bil som ikke stopper på rødt. Det beste vi kan gjøre er å samle bevis for å støtte vår konklusjon.

Selv om denne typen resonnering er upålitelig, er induksjon en nyttig prosess, som blir brukt hele tiden for å lære om våre omgivelser.

Mennesket bruker som regel positive bevis lettere enn negative bevis, det vil si at man leter etter bevis som bekrefter konklusjon, lettere enn å lete etter bevis som avkrefter konklusjon.

Abduktive resonnering

Abduksjon er en form for induksjon og resonnerer fra en kjensgjerning, fra en handling, eller fra en tilstand som har forårsaket det. For eksempel: Vi vet at en defekt (elektrisk) sikring forhindrer at elektrisk utstyr virker, og vi vet at sikringen til datamaskinen har "gått". Vi kan da konkludere med at datamaskinen ikke vil virke, og dette vi kan forklare fordi datamaskinen er elektrisk utstyr og at sikringen er "gått" (Garnham & Oakhill, 1994). Normalt er det omvendt, man må argumentere den motsatte veien. Man vet ikke at sikringen er gått, bare at datamaskinen ikke virker, og man må derfor forsøke å finne en forklaring på at den ikke virker. Dette kalles vanligvis for abduksjon. Man forsøker å generere en forklaring på en hendelse fra en teori om hvordan "verden" virker. Vi forsøker å forklare den kjensgjerning at datamaskinen ikke virker med det at vi vet at hvis sikringen er gått, virker ikke datamaskinen. Siden datamaskinen ikke virker, må sikringen være gått. Dette er ikke en sikker logisk konklusjon og det kan være svært mange årsaker til at datamaskinen ikke virker så vi må sjekke sikringen for å bekrefte eller avbekrefte sannhetsgehalten.

Selv om abduksjon er upålitelig er det klart at folk "lager" forklaringer på denne måten, og beholder de inntil de har bevis som støtter en alternativ teori eller forklaring. Dette kan lede til problemer når interaktive systemer blir brukt. Hvis en hendelse alltid følger en handling, vil brukeren anta at handlingen forårsaket hendelsen hvis ikke bevis for det motsatt er tilstede eller tilgjengelig for kontroll. Hvis, i virkeligheten, hendelsen ikke er relatert til handlinger kan forvirring, og kanskje også feil, oppstå. Dette er et viktig punkt med hensyn på design av brukergrensesnittet, f.eks ved design av tilbakemeldinger må man forvise seg om at tilbakemeldingen alltid etterfølger en gitt handling. Hvis tilbakemeldingen ikke kommer når brukerne forventer den, (utfra tidligere erfaring) kan brukerne bli forvirret med hensyn på om den valgte handlinger er igangsatt.

2.3.1.8 Oppmerksomhetsfunksjonen

Alle sanseinntrykk er tilstede hele tiden. Både syn, hørsel, lukt, smak, etc bombarderer oss med informasjon, og problemet med alle denne informasjonen er hvordan vi skal kunne behandle alle inntrykkene slik at de gir en mening for oss. Alle prosessene etter korttids sensorminnet i figur 2.2 trenger oppmerksomhet for å kunne funksjonere effektivt. Vi kan i denne sammenhengen se på oppmerksomhet som en begrenset ressurs som må fordeles på de forskjellige prosessene. "Forbruker" en prosess mye av oppmerksomheten vil det bli mindre å fordele på de andre

prosessenene og dette kan derfor redusere prestasjonene. Oppmerksomheten må flyttes fra punkt til punkt og skifte fokus til de forskjellige sanseinntrykkene. Det medfører at vi må velge å rette oppmerksomheten mot noen eller noe, mens vi velger bort andre. Å si at vi "velger" i denne sammenhengen, betyr imidlertid ikke at vi alltid gjør noe bevisst eller tilsiktet valg. Dette valget skjer ofte automatisk, vanemessig eller er spontant og ureflektert. Det viktige her er at oppmerksomheten er sterkt selektiv, med andre ord har vi ikke kapasitet til behandle alle sanseinntrykkene. Derfor må vi velge hvilke sanseinntrykk vi skal fokusere på. Dette gjelder ikke bare sanseinntrykkene, men også vår evne til å løse oppgaver. Fordi oppmerksomheten har begrenset kapasitet er det vanskelig å konsentrere seg om to ting eller oppgaver samtidig. Derfor tvinges vi til å prioritere hvilke ting eller oppgaver vi skal behandle.

Hvis vi betrakter all mental aktivitet som informasjonsprosesser, kan vi gjøre en viktig distinksjon. (Lundh, Montgomery & Waern, 1992; Preece, Rogers, Sharp, Benyon, Holland & Carey, 1994).

Automatiske prosesser

Automatiske prosesser er uten bevisst oppmerksomhet og krever ingen eller svært liten grad av mental anstrengelse (mentalt arbeid).

Kontrollerte prosesser

Kontrollerte prosesser skjer delvis under bevisst oppmerksomhet og krever en viss grad av mental anstrengelse. Jo mer erfaring og jo mer trening, desto mindre oppmerksomhet trenger den.

For eksempel er bilkjøring og språkforståelse tildels å betrakte som automatiske prosesser. I begynnelsen kreves det mye oppmerksomhet, men etter som ferdighetene og treningen øker, behøves det mindre oppmerksomhet. Alle nye situasjoner, ord og lignende trenger mer oppmerksomhet, enn kjente situasjoner og ord.

Hvilke betydninger har dette for designet av brukergrensesnittet? Betydningen er at vi må designe brukergrensesnittet slik at vi styrer operatørens oppmerksomhet mot de elementene i brukergrensesnitt som er relevante for situasjonen (Preece m.fl., 1994). Dette kan gjøres ved å strukturere og tilrettelegge informasjonen slik at operatøren blir hjulpet til å finne de relevante elementene. Vi må ikke presentere for mye informasjon og heller ikke for lite informasjon. Hvis vi presenterer mye informasjon, vil operatøren få problemer med å tolke bildet. Ved presentasjon av for lite informasjon må operatøren kanskje lete gjennom flere vinduer (bilder) for å finne den informasjon han/hun trenger. Vi må også strukturere, ordne eller gruppere den informasjonen på en meningsfull måte for operatøren. Ved å bruke teknikker som utnytter de naturlige persepsjonsevne som menneskene rår over, kan brukergrensesnittet utformes slik at det letter prosessen med å skille ut den informasjonen som er viktig i en spesifikk situasjon fra hele informasjonsmengden som er tilgjengelig i omgivelsene og i brukergrensesnittet. (Rock & Palmer, 1990; Preece m.fl., 1994).

Å dele oppmerksomhet mellom flere aktiviteter samtidig er mulig. Vi kan for eksempel kjøre bil og føre en samtale på samme tid. Ettersom den kontrollerte informasjonsprosessen krever bevisst oppmerksomhet, og den bevisste oppmerksomheten har klare kapasitetsbegrensninger, er

det rimelig å anta at det er vanskelig å kombinere to aktiviteter som begge krever bevisst oppmerksomhet. Flere automatiske prosesser kan foregå parallelt med hverandre eller parallelt med en kontrollert prosess. Flere kontrollerte informasjonsprosesser kan utelukkende foregå sekvensielt (Lundh m.fl., 1992, s 47). Delingen av oppmerksomheten kan foregå frivillig eller ufrivillig, som f.eks når vi hører en lyd så retter vi oppmerksomheten mot lydkilden for å få informasjon om hva som forårsaket lyden (Preece m.fl., 1994). For eksempel hvis vi hører en lyd fra motoren i bilen vi kjører, retter vi automatisk (oftest) oppmerksomhet mot instrumentene (temperatur, oljetrykk og lignende) som kan fortelle oss om noe er galt med motoren.

2.4 De menneskelige egenskapene relatert til SA

2.4.1 Oppmerksomhet i relasjon til SA

Som vist over vil fordelingen av oppmerksomheten eller skifte av fokus mellom de prosessene i informasjonsbehandlingen føre til visse begrensninger i en persons evne til å oppfatte flere objekter i parallell, slik at dette kan igjen bli en stor begrensning i SA. Direkte oppmerksomhet er nødvendig for, ikke bare for motta og prosessere hintene som kommer fra omgivelse, men også ved senere stadier av beslutningstaking og utføring av responsen på beslutningen. I komplekse og dynamiske omgivelser, kan kravet til skifte av oppmerksomhet raskt overskride en persons begrensede oppmerksomhetskapasitet. Dette som en følge av informasjonsoverlast, kompleks beslutningstaking og mange oppgaver og mål. Operatører av komplekse systemer bruker ofte en prosess av informasjonssampling til å omgå denne begrensningen (Endsley, 1995a, s 41). Det vil si at de skifter oppmerksomhet i en rask sekvens mellom de forskjellige elementene i situasjonen, og de følger et mønster diktert fra den delen av langtidshukommelsen som omhandler de relative prioriteringer (som ligger i den mentale modellen) og den frekvensen som denne informasjon skifter med. Langtidshukommelsen spiller en viktig rolle i skifte av oppmerksomhet, fordi den gjør det mulig å modifisere fordelingen av oppmerksomhet på basis av andre persepsjoner eller andre aktive målsettinger. For eksempel ved engasjering av et fiendtlig mål vil all oppmerksomhet hovedsakelig være rettet mot denne oppgaven, men i tillegg vil andre høyst aktuelle ledetråder og hendelser fange oppmerksomheten. For eksempel en alarm, problemer med systemet og lignende. Endsley (1995a, s 41) hevder at operatører er aktive deltakere i å bestemme hvilke elementer i omgivelsene som skal bli en del av sin SA (nivå 1) ved å styre sin oppmerksomhet basert på sine mål og oppgaver på basis av langtids- og korttids- hukommelsen.

Endsley (1995a, s 40) nevner også at det eksisterer en "preattentive processing" av persepsjonene. Disse egenskapene til omgivelsene er initielt prosessert i parallell gjennom "preattentive sensory stores". Dette tilsvarer korttids sensorminnet ifigur 2.2. Endsley henviser til undersøkelser som viser at disse har enkelte egenskaper, som avstandsnærhet, farge, enkle egenskaper ved former eller bevegelse og disse framskaffer "ledetråder" (cues) som en retter oppmerksomheten mot. Fremtredende ledetråder vil ha stor innvirkning på hvilke deler av omgivelsene som det initielt blir fokusert mot. Disse elementene vil forme basis for det første nivå av SA. Med andre ord retter vi oppmerksomheten mot store objekter, objekter med kraftige farger og objekter som virker å være nære.

I komplekse og dynamiske omgivelser, kan kravet til skifte av oppmerksomhet raskt overskride

en persons begrensede oppmerksomhets kapasitet. Fordi "mengden" av oppmerksomhet er begrenset, vil mere oppmerksomhet på noen elementer (resultere i bedre SA på disse elementene), kanskje føre til tap av SA på andre elementer straks kapasiteten er overskredet. Dette kan skje svært raskt i komplekse og dynamiske omgivelser.

Begrensingen i oppmerksomheten kan bli omgått til en viss grad gjennom utvikling av automatikk ved at antall objekter (tilbakemeldinger, alarmer, meldinger, etc.) reduseres ved at systemet selv kan vurdere og eventuelt ta beslutninger utfra spesifikke verdier fra sensorer. Dette vil gjøre at det blir færre "detaljer" å persipere og tolke for operatøren.

2.4.2 Persepsjon i relasjon til SA

Persepsjon påvirker også ervervelsen av SA. Avansert kunnskap om karakterstikk, form og i hvilken posisjon informasjonen (elementene) kan "dukke" opp, kan vesentlig lette persepsjonen av informasjon. D v s ens forestilling eller forventning om informasjonene vil påvirke hastigheten og nøyaktigheten til persepsjonen av den samme informasjonen. Gjentatte erfaringer i visse omgivelser tillater at en utvikler forventninger om fremtidig hendelser. Man vil prosessere informasjonen hurtigere hvis det er samsvar mellom disse forventningene og den informasjon som persiperes. Og det motsatte: det er større sannsynlighet for å gjøre feil hvis det ikke er samsvar mellom forventninger til informasjonen og den persiperte informasjonen. Forberedelser før en øvelse eller tokt bygger opp forventninger til hva man kan støte på under øvelsen eller toktet. Dette vil føre til at en prosesserer informasjon raskere hvis den er i overensstemmelse med disse forventningene. Det er mer sannsynlig å gjøre en feil hvis de ikke er det.

2.4.3 Arbeidsminne i relasjon til SA

Som vist i figur 2.3 kommer sanseinntrykkene fra omgivelsene inn til arbeidsminnet når de er persipert. Det aller meste av tenkingen og resonneringen foregår i arbeidsminnet. Sett i SA-sammenheng vil dette bety at ny informasjon må kombineres med eksisterende kunnskap, og et sammensatt bilde av situasjonen blir utviklet (nivå 2 SA). Projeksjon av fremtidig status (nivå 3 SA) og påfølgende beslutninger som er passende for situasjonen må oppstå i arbeidsminne også. Under disse forholdene blir det stor arbeidsbelastning på arbeidsminne. Wickens (1984, s 201) hevder at prediksjon av fremtidig status påfører stor belastning på arbeidsminne ved å kreve vedlikehold av nåværende situasjon, fremtidige forhold, regler brukt for å generere det ene fra det andre og handlinger som er passende for den fremtidige situasjonen. Arbeidsminnet kan være en flaskehals for SA. Endsley (1995a, s 43) mener at dette er mest sannsynlig for uerfarne operatører eller de som opptrer i forbindelse med nye situasjoner.

2.4.4 Mentale modeller i relasjon til SA

Mentale modeller forenkler læringen, delvis fordi detaljene av den påkrevde oppførselen kan bli utledet fra den mentale modellen som er passende for situasjonen når det er nødvendig. Dette gjør at mentale modeller kan være verdifulle ved uventede eller nye situasjoner. Her må det imidlertid bemerkes at bruk av mentale modeller for å huske og utlede handlinger ikke er ideelt for oppgaver som må skje hurtig og feilfritt. Utledningen tar tid og krever mentale resursser, som det ved spesielle situasjoner og miljøer (ulykker, taktiske situasjoner, etc.) kan være lite av. Tid og mentale resursser kan det fort bli for lite av i slike miljøer og situasjoner. Mentale

modeller lar personer utlede oppførsel og handlingsmønster for situasjoner som ikke er husket (lagret i langtidsminnet) eller for en situasjon som man aldri har opplevd. Fordelen og styrken til mentale modeller er at de lar en finne eller utlede ut hva som kan skje i nye situasjoner. Eller, hvis man utfører en oppgave og det dukker opp problemer, lar de deg finne ut hva som skjer og hvordan problemet kan løses. Hvis modellen er feil, vil også du gjøre feil. Norman (1990) hevder at mennesker sannsynligvis lager seg mentale modeller for de fleste tingene de gjør og for de systemene man opererer. Dette er grunnen til at designerne bør tilby brukerne relevante og passende modeller for de systemene man setter brukerne til å operere. Hvis brukerne ikke blir tilbudt en mental modell, er det mulig (og sannsynlig) at brukerne lager sin egen modell som er feil eller unøyaktig. Endsley (1995a) fokuserer også på mentale modeller og hun har brukt en definisjon fra Morris (Endsley, 1990, s43) på en mental modell:

"mechanisms whereby humans are able to generate descriptions of system purpose and form explanations of system functioning and observed system states, and predictions of future states" (Endsley, 1990, s43)

Dette sier at mentale modeller er mekanismer (kognitive strukturer) som gjør menneskene i stand til å generere beskrivelser av systemets hensikt og utlede forklaringer til hvordan systemet fungerer, med de forskjellige tilstandene det kan ha og kunne forutsi hvilken tilstand systemet kan få i fremtiden. Dette er viktig og lett til å tilpasse til SA. Endsley skriver at mentale modeller kan bli beskrevet som komplekse "schemata" som kan brukes til å modellere oppførselen til systemet. Hun beskriver at "schemata" kan beskrives som en "situation model" eller en modell av situasjonen og dette vil her være det samme som situasjonsbevissthet (SA) i situasjonen.

"A situation model (i.e., SA) can be matched to schemata in memory that depict prototypical situations or states of the system model" (Endsley, 1995a, s43)

Situasjonsmodellen som operatøren har i sine kognitive strukturer kan bli tilpasset en mental modell eller "schemata" som avbilder en prototypisk situasjon som tidligere er erfart eller lært.

En velutviklet mental modell fremskaffer: (1) Kunnskap om relevante elementer av systemet som kan bli brukt til å rette oppmerksomheten og klassifisere informasjonen i persepsjonsprosessen, (2) et middel til å integrere elementene til å forme en forståelse av deres mening (nivå 2 SA), (3) og en mekanisme for å projisere fremtidige tilstander til systemet basert på nåværende tilstand og en forståelse av dens dynamikk (nivå 3 SA)

2.4.5 Stress, arbeidsbelastning og kognitive prosesser

Stress påvirker menneskets evne til å oppnå SA (Endsley, 1995a, s 52; Secarea, 1990) og påvirker også de kognitive prosessene. Dette begrenser menneskets evne til å ta beslutninger i dynamiske omgivelser, spesielt i militære operasjoner (Secarea, 1990). Militære kommandanter må utføre kritiske oppgaver og oppdrag, samtidig som de må ta de utfordringer som ligger i taktiske situasjoner, og dette kan skje under svært stressende omgivelser med stort tidspress og store verdier (fysiske og menneskelige) involvert.

Secarea (1990) mener at de menneskelige kognitive prosessene er begrenset av følgende

egenskaper i operatøren eller i omgivelsene til operatøren:

"Båndbredde"; d v s hvor mye operatøren kan oppfatte og behandle på samme tid.
 Datakvalitet; hvor gode og nøyaktig er dataene og informasjonen som blir presentert.
 Stress; Stress som er avhengig av situasjonen og mentale tilstanden til operatøren.

I hurtige skiftende taktiske systemer er de menneskelige kognitive evnene kanskje ikke tilstrekkelige for å møte de krav som behøves for å ta hurtige beslutninger og handle raskt og riktig. Å planlegge flere handlinger tar tid og krever mentale resursser som igjen kan medføre at man ikke oppfatter andre viktige elementer i omgivelsene eller på brukergrensesnittet. Alle gjennomtenkte vurderinger og valg skjer sekvensielt. En må foreta vurderinger for å kunne forutsi hvilke handlinger som gir det ønskede resultat. Vurderingene kan bli påvirket av ufullstendige eller ukorrekte persepsjoner av situasjonen. Securera (1990) har funnet at tre prinsipielle faktorer begrenser kognisjonen og disse er mental arbeidsbelastning, stress og individuelle forskjeller i den kognitive tilnærmingen.

Mental arbeidsbelastning: er ressursbruken av de kognitive ressursene ved utføring av en eller flere oppgaver.

Stress: er en reaksjon på omgivelsesforholdene som kan forårsake skade, tap eller stor fare. Stress kan ha en uheldig virkning på kognitive funksjoner, ved å hindre effektiv problemløsning og beslutningstaking.

Individuelle kognitive forskjeller refererer til kognitiv "stil". Måten en person organiserer og klassifiserer persepsjonene fra omgivelsene for å strukturere handlingene. Secarea (1990, s 766) viser til en undersøkelse som sier at det er individuelle forskjeller i den kognitive stilen. Kognitiv stil fokuserer på variasjoner i tilnærmingstrategien til persepsjon og informasjonsprosessering.

Arbeidsbelastningen begrenser den kognitive prosessen og den blir et element i prestasjonene når mennesket ikke er i stand til å mestre høy informasjonsrate.

Det er mange definisjoner på arbeidsbelastning og hvordan den kan måles. Secarea har foretatt en oppsummering av flere forskningsrapporter og publiserte artikler og dette oppsummeres i tabell 2.1. Tabellen presenterer en katalogisering av arbeidsbelastningen. Arbeidsbelastningen er katalogisert i kolonnen "oppgave kategori" og tabellen lister en del innsats områder, d v s forskjellige oppgaver og handlinger som Secarea kaller "performance element". For eksempel vil "monitorere", "overvåke" og "kartlegge" medføre en øket arbeidsbelastning i kategorien visuell (den visuelle delen av de kognitive prosessene).

Oppgave kategori	Innsatslement
Visuell	monitorere, overvåke og kartlegge detektere bevegelse og forandringer målfølge orientere, sikte skille lese
Auditiv	oppdage tilstedeværelse detektere forandring forstå kommunikasjon skille lyder
Vokal	kommunikasjon
Fysisk	trykke knapper, justere knapper manipulere (opererer på objekter) skrive (notere)
Mental	assosiere gjenkjenne, klassifisere alternative valg kode/dekode, huske planlegge evaluere, vurdere estimere, beregne

Tabell 2.1 Katalogisering av arbeidsbelastning (Secarea, 1990)

Miljømessige forhold i omgivelsene, strukturmessige og andre faktorer påvirker arbeidsbelastningen ved å øke vanskelighetsgraden av de individuelle prosessene eller minnet (korttidsminnet og langtidsminnet). Secarea mener her for eksempel at persepsjonsprosessen kan bli påvirket av miljømessig stress (listet som fysisk stress ovenfor) og hukommelsen kan bli negativt påvirket av antall enheter som skal gjenkalles fra hukommelsen, semantisk forvirring og retensjon (å holde noe i hukommelsen).

Øvelse øker prestasjonene, men trening alene vil ikke overkomme overdreven arbeidsbelastning eller mangel på meningsfull informasjon. Studier av ekspert / novise - forskjeller viser at eksperter kan prestere bedre enn noviser når de får meningsfylt informasjon. Når informasjonsmengden blir redusert vil eksperter og noviser prestere nesten likt. Artikkelforfatteren (Secarea, 1990) hevder at overdreven arbeidsbelastning kan føre til at personene som blir utsatt for dette lærer seg "suboptimale" prestasjonsstrategier (d v s dårlige vaner). Annen forskning viser at operatører ofte velger mellom hurtighet og nøyaktighet og at menneskelige begrensninger påvirker kvantitet og kvalitet på prestasjonene. Stress og omgivelse-distraksjon begrenser menneskelig kognisjon. Prestasjonsstudier har demonstrert negative effekter av stress på belastningskvalitet og nøyaktighet. Artikkelen (Secarea, 1990) har en figur, se figur 2.3, som lister noen av stressattributtene som vurderes viktige å forholde seg til for operatørs prestasjoner.

Stressor (Stressfaktor)	Medfører	Negativ effekt på
Utmatthet, trøtthet	→	Årvåkenhet, effektivitet
Kjedsomhet, monotoni	→	Motivasjon, nøyaktighet
Display / Kontroller	→	Visuell prosessering
Tidspress	→	Resonnering og beslutninger
Arbeidsplass design	→	Generell effektivitet

Figur 2.3 Stress og negativ påvirkning på ytelse

Selv om figur 2.4 og resultatene er framkommet i forbindelse med forskning hovedsakelig på piloter og flybesetning er dette også argumenter som har betydning i forbindelse med utvikling av brukergrensesnitt for bruk i andre sammenhenger enn i fly. Piloter i likhet med vaksjefer / skipssjefer på marinefartøyer opptrer i avanserte taktiske miljøer, med de samme kravene til handling. Disse miljøene krever årvåkenhet og evne til å handle under stress og påvirkning fra omgivelsene. SA ligger til grunn for beslutninger som tas av piloter, militære kommandanter, flygeledere og operatører av store industrianlegg, raffinerier og lignende. For disse er SA avgjørende for beslutningene (Endsley, 1995a, s 33). Operatørene innenfor disse domeneene må gjøre mer enn å persipere tilstanden til omgivelsene. De må også forstå den integrerte meningen med det som blir persipert, sett i lys av deres mål og oppgaver. Det er derfor ingen grunn til å tro at de kognitive strukturene, oppbyggingen av SA, påvirkningen fra arbeidsbelastning og stress har vesentlige forskjeller mellom forskjellige yrkeskategorier.

Endsley (1995a) lister også flere av de samme stresstypene som påvirker en persons evne til å erverve seg SA. Bl a. støy, vibrasjon, varme/ kulde, lysforhold, atmosfæriske forhold, medisiner, kjedsomhet eller utmatthet og følelsmessige forandringer. Disse benevner hun fysiske stressfaktorer. Sosiale psykologiske stressfaktorer er frykt eller angst, usikkerhet, viktighet eller konsekvenser av handlinger, prestisje, karriere, mental belastning og tidspress. Alle disse faktorene, både de fysiske stressfaktorene og psykiske stressfaktorene kan være tilstede i et maritimt taktisk miljø. Alle disse er kun stressfaktorer hvis en person finner de stressende. En viss mengde stress kan i virkeligheten øke prestasjonene ved å øke årvåkenheten til viktige aspekter av situasjonen. En for stor mengde av stress kan ha ekstremt negative konsekvenser. SA blir påvirket på forskjellige måter av stressfaktorer.

Under varierende former for stress har personer en tendens til å innskrenke sitt felt av oppmerksomhet til å inkludere bare et begrenset antall av sentrale aspekter. Under persipert fare, er det observert en reduksjon av oppmerksomheten på periferiske elementer observert. Man har en tendens til å konsentrere seg om de mest dominerende eller de mest sannsynlige kildene for informasjonen under stress. Denne effekten kalt "cognitive tunnel vision". Dette er kritisk for SA fordi det leder til neglisjering av visse elementer til fordel for andre. I mange tilfeller, slik som nødtilfeller, er det ofte disse faktorene på utsiden av en operatørs hovedoppgave som viser seg å være fatal. For

eksempel styrtet et DC-8 fly utenfor Portland, Oregon i 1978, da det gikk tomt for drivstoff. Undersøkelsen etterpå viste at kapteinen var opptatt med et problem med landingshjulene, og "glemte" å følge med på drivstoff forbruket (Endsley, 1995a, s 53).

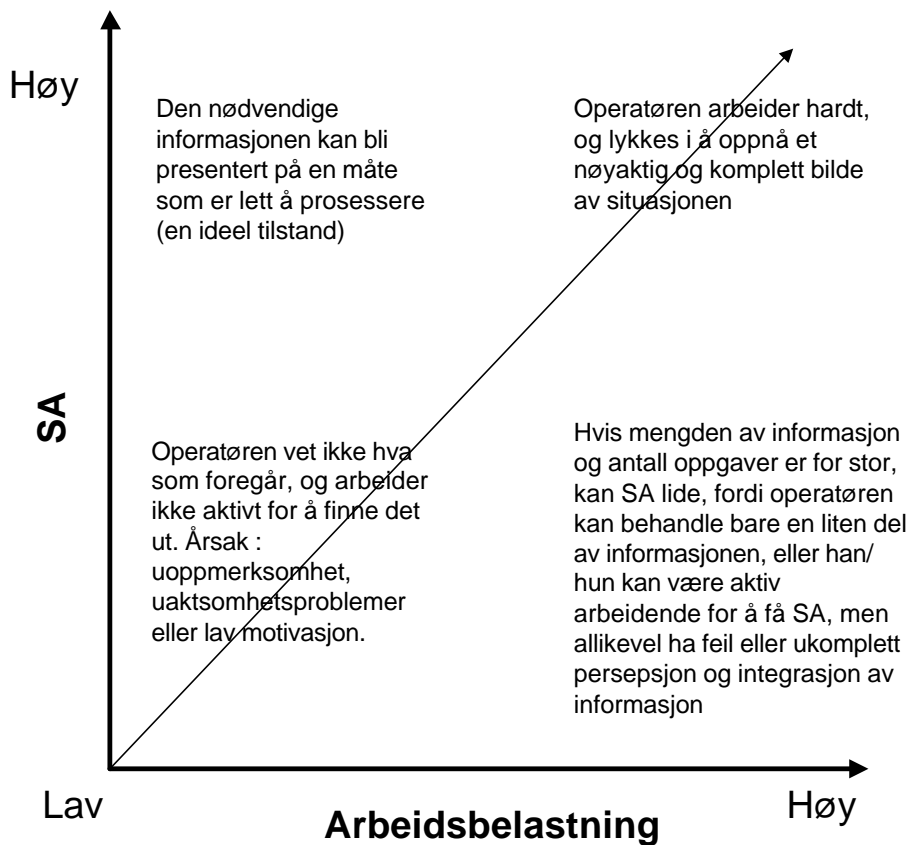
For rask konklusjon eller komme til en beslutning uten å undersøke all tilgjengelig informasjon er også funnet å være mer sannsynlig under stress. Som påpekt tidligere er en persons beslutning tatt utfra informasjon hentet fra omgivelsene. Når denne beslutningen er tatt, søker personen hovedsakelig etter informasjon som positivt bekrefter beslutningen og kan derfor lettere neglisjere informasjon som har en negativ eller avbelegftende betydning for beslutningen. Med andre ord skal det lite til for at en person får bekræftet sin beslutning, men det skal mye til (mange argumenter) for at en person omgjør sin beslutning.

Komplekse oppgaver med mange inndatakllder synes å være spesielt sensitive på effekten av stressfaktorer. Endsley (1995a, s 53) viser til flere undersøkelser som viser at prestasjonsreduksjon som skjedde under periodisk (kommer og går) støystress, skjedde under informasjon-inndatasteget. Det ser ut til at stress har en signifikant påvirkning på de tidlige trinnene (nivåene) av beslutningsprosessen.

Endsley (1995a) viser også til undersøkelser som sier at stress påvirker (minker) arbeidsminnekapasiteten og hukommelsen. SA, spesielt på nivå 2 og 3 krever store resursser av arbeidsminnet, derfor vil en reduksjon av kapasiteten også ha en påvirkning på SA.

2.4.5.1 Arbeidsbelastningens påvirkning på SA

I dynamiske systemer er høy arbeidsbelastning en stressfaktor av en viss betydning. Endsley (1995a, s 53) har satt opp fire forskjellige tilstander (ytterpunkter) som kan optre.



Figur 2.4 Arbeidsbelastning og SA

Som figur 2.4 viser vil det for eksempel være en ideell eller ønskelig situasjon når SA er høy og arbeidsbelastningen lav, da vil operatøren prosessere den nødvendige informasjonen på en måte som gjør at hun / han kan opprettholde sin høye SA. Og den minst ønskelige situasjoner er når arbeidsbelastningen er høy og SA er lav. Da vil operatøren ikke være i stand til å prosessere hele mengden med informasjon på grunn av arbeidsbelastningen og dermed ha lav SA i situasjonen.

2.4.5.2 Kompleksitet

Endsley (1995a, s 53) presenterer en hypotese om kompleksitet og SA prestasjoner (ytelse). Systemkompleksitet har negativ effekt på både operatørbelastning og SA, gjennom faktorer som:

- Økt antall systemkomponenter
- Graden av interaksjon mellom systemkomponentene
- Dynamikken eller forandringsraten av komponentene.

I tillegg kan kompleksiteten av operatørens oppgaver øke gjennom antall mål, oppgaver og beslutninger som må gjøres med hensyn på systemet. Hver av disse faktorene vil øke mengden av mental arbeidsbelastning som er krevd for å erverve seg et gitt nivå av SA. Når dette overstiger operatørens kapasitet vil SA lide.

2.5 Menneskelige feil

2.5.1 Innledning

Ved design av systemer er det viktig å ta hensyn til at mennesker både gjør feil og utfører feil prosedyre, samt betjener feil knapper og misforstår både tilbakemeldinger (både visuelle og verbale) og brukergrensesnittet. Det er en økende forståelse for dette, og det har i de siste 20 årene blitt foretatt mye forskning omkring menneskelige feil. Det er viktig å vite i hvilke situasjoner menneskene gjør mest feil og det er utviklet flere taksonomier for å klassifisere og registrere slike feil. Dette kapitlet omhandler den "kognitive" tilnærmingen for å forstå og analysere feil utført av mennesker og systemer i interaksjon med hverandre. Hovedforskjellen på denne tilnærmingen og mer tradisjonell tilnærming er at den tradisjonelle tilnærmingen hovedsakelig er basert på en "sort boks" modell av den menneskelige adferden og som fokuserer mest på informasjon som går inn i boksen og de handlinger som kommer ut av boksen. Den kognitive tilnærmingen er basert på kognitiv psykologi, og tilnærmingen er fremdeles basert på informasjonsprosessering i den forstand at den mer vektlegger hvordan menneskene tilegner seg informasjon, hvordan de representerer informasjonen internt, og hvordan de bruker denne informasjonen til å styre sin atferd. Dette i kontrast til den tradisjonelle tilnærmingen som analyserer handlingen og/eller beslutningen som resultat av inndata, istedenfor hvorfor handlingen og/eller beslutningen ble slik den ble. Hovedforskjellen mellom tradisjonell og kognitiv tilnærming er at det siste perspektivet vektlegger intensjoner, mål og hensikt/mening som et sentralt aspekt av den menneskelige atferd. Fra Embrey (1995, s 2)

"Instead of the human being conceptualized as a passive system element, to be treated in the same way as a pump or valve, the cognitive approach emphasizes the fact that the people impose meaning on the information they receive, and their actions are almost always directed to achieving some explicit or implicit goal"

Sitatet sier at den kognitive tilnærmingen vektlegger det faktum at menneskene tillegger mening til den informasjon de mottar, og at menneskenes handlinger nærmest alltid har til hensikt oppfylle et mål. Menneskene kan ikke rent begrepsmessig bli oppfattet som et passivt system som gjør riktige handlinger hver gang man får riktige data inn og feil handlinger hver gang man får feil data inn.

I dette kapitlet vil jeg belyse teori som er viktig å forstå i forhold til hvor og når menneskene gjør feil. Hvilke mekanismer og hvilken klassifisering som er viktig i forbindelse med menneskelige feil.

2.5.2 Klassifisering av feil fra et kognitivt perspektiv

Reason (1990) definerer feil som å omhandle alle de tilfellene hvor en planlagt sekvens av psykiske eller fysiske aktiviteter ikke når de mål / intensjoner som var forventet, og at disse feilene ikke kan være koblet til noen tilfeldigheter. I dette kapitlet vil rammeverket bli koblet til det kognitive hierarkiet som er beskrevet i kapitlet (kapittel 3) under EID.

2.5.2.1 Feiltrinn og feiltagelser²

Feiltrinn ("slips") er definert som feil som oppstår som et resultat av en aktivitet som oppstår ved utførelsen av aktiviteten, selv om hensikten / intensjonen var riktig eller ikke. Feiltagelser (mistakes) kan defineres som feil i vurderingen og / eller beslutningsprosessen i å velge et mål (fartøy, fly, etc) eller i å spesifisere midlene for å nå målet, uansett om handlingene som er iverksatt av "beslutningsskjematet"³ går etter planen eller ikke. (Reason, 1990, s9) For å belyse forskjellen mellom feiltrinn (slips) og feiltagelser (mistakes) bruker jeg følgende eksempel: Operatøren på et våpenkontrollsystem sletter feil mål fra systemet. Han/hun sletter mål A, istedenfor å slette det nærliggende mål B som var den riktige handlingen. Dette kan gi følgende sannsynlige forklaringer til denne feilen:

Operatøren hadde til hensikt å slette mål B, men fordi mål A og B ligger så nær i avstand, slettet han / hun mål A. Dette er et feiltrinn. Operatøren har til hensikt å slette mål B, som er den rette handlingen, men feil utførelse av handlingen fører til at mål A slettes.

De to målene er nær hverandre og dårlig merket. Operatøren var ikke kjent med målene og sletter derfor feil mål. Dette er en feiltakelse. Operatøren sletter mål A, som sett ifra operatørens side er riktig, men var feil intensjon. Mulig årsak: Feil identifikasjon av målet sammensatt med mangel på kjennskap til merking (situasjon) fører til feil intensjon.

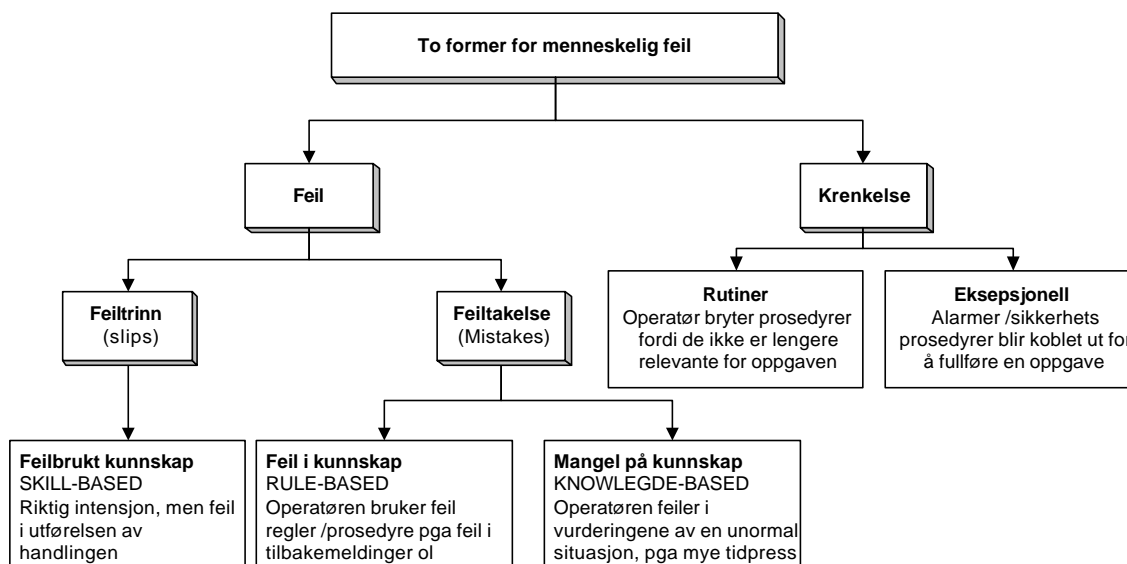
Operatøren kan ha feiltolket ordre fra vakt sjefen og trodd at mål A var det målet som skulle slettes. Dette er også en feiltakelse. Operatøren sletter mål A, som operatøren trodde var den riktige handlingen, men var feil intensjon fra vakt sjefens side. Mulig årsak: Kommunikasjonssvikt fører til feil intensjon.

Forskjellen mellom feiltrinn og feiltakelser er ikke stor. Man kan si at feiltrinn er feil i utførelsen av en handling, uavhengig om intensjonen riktig eller ikke. Feiltakelser er da når det er feil i vurderingen eller feil valg av handling, men riktig utførelse av handlingen.

Embrey (1995, s 8) presenter et diagram i artikkelen som er hentet fra Reason (1990) og som viser en klassifisering av menneskelig feil. I denne oppgaven er det bare feil som ligger under boksen "feil" som blir omtalt.

² Oversatt fra Slips (feiltrinn) og mistakes (feiltagelser)

³ Beslutningsskjematet er en betegnelse på den planen som er valgt for å utføre en handling.



Figur 2.5 Klassifisering av menneskelig feil

Som figur 2.5 viser er feil klassifisert i to feiltyper. Reason (1990) kobler disse feiltyper til Rasmussens SRK - taksonomi. Den viser at feiltrinn er hovedsakelig knyttet til ferdighets-basert kognitiv kontroll, d v s feil som hovedsakelig oppstår under utførelsen av en oppgave. Mens, feiltagelser er koblet til regel - og kunnskaps basert kognitiv kontroll, d v s feil som oppstår under planlegging av en handling eller som oppstår under gjenkjenning (fra hukommelsen) av en situasjon.

2.5.2.2 Ferdighets - basert feil

Under ferdighets-basert kognitiv kontroll, fungerer operatøren veldig effektivt ved å bruke "pre programmed" atferdssekvenser som ikke krever stor mental og bevisst kontroll. (se kapittel 3.3.2) Dette kan føre til at sterke vaner kan ta over, når kontroll delen, d v s den delen som kontrollerer progresjonen i sekvensen er forstyrret eller avledet og når ukjente aktiviteter er innebygget i en kjent sammenheng. For eksempel når to prosedyrer som utføres av en operatør er veldig lik hverandre i begynnelsen og ved eller like før tidspunktet der prosedyrene skiller seg fra hverandre, blir operatøren forstyrret av en telefon eller en annen person osv. Når operatøren igjen begynner å utføre prosedyren fra det punktet han / hun var, forsetter han / hun på feil prosedyre. Feilen som kan oppstå er at man kan fortsette på den gale prosedyren fordi de var like i begynnelsen og av gammel vane forsetter man på den prosedyren man har utført flest ganger eller eventuelt sist.

2.5.2.3 Regel - baserte feiltagelser

I mange situasjoner er det flere regler som "konkurrerer" om retten til å representere den "gyldige" tilstanden til omverdenen. Systemet kan være ekstremt "parallelt" med hensyn på at mange regler kan være aktiv til samme tid. Hvilken regel som blir valgt ut fra denne konkurransen er avhengig av flere faktorer (Reason, 1990, s 74).

- En forutsetning for at en regel er med i konkurransen er at betingelsedelen (if delen) av regelen er oppfylt, enten av viktige egenskaper i omgivelsene eller innholdet av noen internt genererte meldinger.
- At regelen "passer" med situasjoner er ikke noen garanti for at den blir initialisert, det er også avhengig av regelens "styrke"; d v s antall ganger den har blitt brukt med suksess tidligere.
- Jo mer spesifikt en regel beskriver nåsituasjonen, jo mer sannsynlig er det for at den blir brukt.
- Med hensyn på feiltagelser, er det hovedsakelig to separate kategorier som virker inn. (Embrey,1995; Reason,1990)
- Bruk av feil regel. En feil intensjon eller hensikt kan oppstå hvis en feil diagnoseregel⁴ er brukt. Dette kan være at operatør feiltolker tilgjengelig informasjon eller klassifiserer situasjonen feil og utfører en feil prosedyre / handling
- Misbruk av en regel. Det er en tendens til å "overbruke" diagnoseregler som har vært suksessfulle tidligere. Slike "sterke" regler er normalt brukt først, selv om de nødvendigvis ikke er passende.

Innenfor disse to kategoriene er det flere faktorer som kan spille inn. De vil ikke bli omtalt i denne hovedoppgaven, men se Reason (1990) for utfyllende informasjon disse faktorene.

2.5.2.4 Kunnskaps - basert feiltagelser

Her er andre faktorer viktige, og mange av dem kommer fra den betydelige belastningen på informasjonsprosesseringskapasiteten til de individuelle operatørene. Det er beskrevet en mengde type feil som kan oppstå under situasjoner som inneholder mye stress, ukjente / uvante situasjoner og hvor det ikke eksisterer regler, rutiner eller prosedyrer for å mestre situasjonen. Eksempler på disse typene feil er: (Reason, 1990, s 87)

Selektivitet. En viktig kilde til resonneringsfeil ligger i den selektive prosesseringen av informasjon. Feiltagelser vil oppstå hvis oppmerksomhet er gitt til gale kjennetegn eller ikke gitt til rette kjennetegnene ved situasjoner.

"out of sight, out of mind". Man har en tendens til å ignorere de kjennetegnene som ikke er presentert eller legge for mye vekt på de kjennetegnene som blir presentert. D v s informasjon som er tilgjengelig i øyeblikket vil bli brukt til evaluering.

Arbeidsminnebegrensninger. Den mentale belastningen kan være kritisk med hensyn på resonnering og beslutningstaking. Dette varierer med formen på problem presentasjonen.

"Overtrygghet". Det er sannsynlig at problemløsere og planleggere er "overtrygge" i sine evalueringer av riktigheten til sin kunnskap. De har en tendens til forsvare sitt valg av handlinger ved å fokusere på de bevisene som bekrefter valgene og se vekk i fra bevis som motsier valget.

⁴ Diagnose regel er definert som: (fra Embrey, 1995 s 7)

(1) IF the symptoms are X THEN the problem is Y

(2) IF the problem is Y THEN do Z (action rule)

2.5.2.5 Feil relatert til SA-nivå

Det er mange typer feil som kan oppstå, ikke alle typer av feil vil bli diskutert her. Dette kapitlet omhandler de feilene som har størst innvirkning på SA. Jeg vil også benytte den taksonomien som er beskrevet tidligere og gi eksempler fra operering av et taktisk system.

Endsley (1995a) har delt i to typer eller kategorier av feiltyper som kan føre til samme nbrudd i SA (at SA ikke stemmer med virkeligheten) (Endsley, 1995a, s 54).

Ukomplett SA - kunnskap til bare noen av elementene i situasjonen.

Unøyaktig SA - feilaktig kunnskap, med hensyn på verdien til noen av elementene i situasjonen.

I den påfølgende teksten vil ukomplett og unøyaktig SA bli diskutert i sammenheng med de tre forskjellige SA nivåene.

Nivå 1 SA kan bli ukomplett hvis en operatør feiler i persepsjonen av et element, objekt eller en verdi som har betydning for SA på dette nivået. Dette kan ha mange årsaker: f eks mangel på deteksjon eller et mål er ikke detektert på grunn av feil i sensor, samt dårlig rekkevidde (værforhold, geografiske, atmosfæriske forhold ol). Feilen i forbindelse med deteksjon kan også ligge hos operatøren. For eksempel kan dårlige vaktskifter føre til at viktige opplysninger om situasjonen ikke blir overgitt og den påtroppende operatøren feiler i å tolke situasjonen fordi han / hun mangler vesentlig informasjon. Andre årsaker kan være at display / bilde er feil konfigurert. For eksempel kan mål (fartøyer, fly, etc) og annen viktig informasjon være skult under andre aktive vinduer, meldingsbokser osv på skjermen. I mange tilfeller hvor SA er ukomplett er de relevante signalene eller hintene skillbare (det mulig å skjelne disse fra omgivelsene), men blir ikke skikkelig persipert av operatøren. For eksempel kan informasjonsampling, stressfaktorer som medfører for tidlig konklusjon og oppmerksomhetsfokus problemer føre til at man fokuserer på noen elementer og "glemmer" andre elementer.

Unøyaktig SA kan være at man tror at en verdi eller egenskap er forskjellig enn den er i virkeligheten. For eksempel kan en navigatør mistolke navigasjonslykter, se tre hvite blink istedenfor 4 hvite blink eller lese feil verdier fra en radarskjerm eller et kart.

For **nivå 2 SA** kommer oftest feilen som et resultat av å ikke være i stand til å integrere eller forstå meningen av de persiperte dataene med hensyn på operatørens mål og oppgaver. Dette kan skje av flere årsaker, f eks manglende mental modell for situasjonen, man feiler med å bestemme hvilke hint som er relevante til situasjonen. Endsley (1995a s56) hevder at feil i SA vil eksistere, enten i form av unøyaktig SA eller ukomplett SA, når den tilpassede (mentale) modellen eller den nyutviklede modellen ikke passer i det nye miljøet.

Andre undersøkelser (Klein m.fl., 1991) viser at en person velger raskt en mental modell basert på få kritiske hint og bruker mye av tiden etterpå for å verifisere denne modellen. Undersøkelsen til Randel, Pugh, & Reed, (1996) viser at det er forskjeller mellom noviser og eksperter i hvordan beslutninger og valg av modell gjøres. De fant at eksperter legger mer vekt på å forstå situasjonen (d v s velge riktig modell) enn noviser som er mer opptatt av bestemme hvilke handlinger som skal utføres. Ekspertene bruker ikke mye tid på å bestemme hvilke handlinger

som er relevante for situasjonen. Så snart de har klarlagt situasjonen er handlingene rimelige opplagte. Dette betyr at ekspertene har bedre utviklede modeller og oppskrifter på hvordan en skal reagere på situasjonen. En mindre erfaren operatør har ikke så godt utviklede modeller og oppskrifter, og må følgelig bruke mer tid på å bestemme sine reaksjoner på situasjonen.

Dette kan føre til problemer hvis feil modell blir valgt fordi ny informasjon er persipert i lys av modellen. En har forventninger til informasjonen og derfor forsøker å tolke denne inn i modellen. Dette gjør det vanskelig å oppdage feilen ved valgte modellen.

Selv om en person har valgt riktig mental modell som hun/han kan tolke og integrere informasjon fra omgivelsene inn i, kan feil oppstå. Visse deler av informasjonen kan bli tolket feil med hensyn på modellen eller ikke den passer i modellen med det resultat at en prototypisk situasjon ikke blir gjenkjent. I tillegg kan SA feil oppstå ved å stole for mye på default dataene i modellen. For eksempel med å klassifisere et mål som et kjent fartøy, vil en bruke de dataene som en har i sin modell av fartøyet (fart, våpenutrustning og rekkevidde, sensorer og rekkevidde). Dette kan føre til at en ikke vil ta med i vurderingen evt forandringer i våpenutrustning, sensorer, selv om det kan finnes tegn, hint, rapporter o.l. i omgivelsen som tyder på en slik forandring.

Når det ikke eksisterer en modell, må nivå 2 SA utvikles i arbeidshukommelsen. Som vist tidligere kan manglende kunnskap og begrensninger i arbeidshukommelsen, spesielt under stress, føre til ukomplett eller unøyaktig SA.

Ved **nivå 3 SA** hevder Endsley (1995a, s56) at dette nivået SA kan mangle eller være feilaktig selv om situasjonen er fullstendig forstått. Det kan være vanskelig å forutsi fremtidig dynamikk nøyaktig uten å ha en høyt (velutviklet) mental modell. Og selv om man har en høyt velutviklet mental modell er det å "spå" om fremtiden er svært usikkert og dette blir mer usikkert i domener hvor de menneskelige påvirkningene kan være store.

2.6 Oppsummering av de menneskelige sidene som påvirker SA

Vi ser at det er mange faktorer som påvirker menneskets evne til å erverve SA. Hvordan mennesket persiperer og prosesserer informasjon legger begrensninger på ervervelsen av SA. Oppmerksomhetsprosessen sammen med hukommelsen er de faktorene som legger de største begrensningene på ervervelsen av SA og som kanskje er enklest å forholde seg til. Vi må forsøke å "hjelp" operatøren til å styre sin oppmerksomhet mot de elementene i domenet som er de viktigste i den gjeldende situasjonen. Dette kan gjøres ved å framheve eller på annen måte å hjelpe operatøren til å persipere de "hintene" som klassifiserer og kjennetegner situasjonen. Dette vil hjelpe operatøren til å finne mentale modeller som kan brukes til å utlede eller generere beslutninger og handlinger som må gjøres i situasjonen. Ved å tilpasse brukergrensesnittet til operatørens evner (perseptuelle og informasjonsprosesser) og til de domenene som det er designet for å bli brukt i kan man også redusere stress og arbeidsbelastning. Det er mange faktorer som påvirker i en eller annen retning og det er derfor viktig å være bevisst ovenfor disse faktorene slik at de blir med i analysen og designet av systemer for bruk i komplekse domener.

De menneskelige resurssene og begrensninger påvirker SA i aller høyeste grad. Den

menneskelige informasjonsprosessen setter store begrensninger på SA, både når det gjelder oppbygging og vedlikehold av SA. Jeg viser til de perseptuelle prosessene, oppmerksomhets prosessen og hvordan begrensninger i korttids minnet, langtids minnet (mentale modeller) og resonneringen påvirker og relaterer seg til SA. I tillegg til de "interne" menneskelige prosessene har jeg vist til hvordan de "eksterne" arbeidsmiljø faktorene påvirker menneskets evne til å erverve seg SA. Her har jeg lagt vekt på stress og arbeidsbelastning, samt hvordan menneskelig feil kan defineres og hvordan de gir utslag på de forskjellige SA nivåene.

2.7 Systemegenskaper som påvirker SA

2.7.1 Automasjon

I artiklene til Endsley (1995a, 1997) og Miltoh & Ingasaki (1996) er det hevdet at å erverve og vedlikeholde SA blir vanskeligere når kompleksiteten og arbeidsbelastningen øker. Automasjon kan i mange tilfeller redusere kompleksiteten og arbeidsbelastningen, men mennesket er som regel ikke en god overvåker, og det kan føre til problemer med automasjon. Mennesker blir trøtte og utmattede, og føler fort kjedsomhet og monotoni ved oppgaver som å overvåke et automatisk system. Dette går utover motivasjon, årvåkenhet og effektivitet og dermed også prestasjonene. Wickens (1992 s, 467) skriver at en prosesskontrolloperatørs oppgaver kan beskrives som timer med utålelig kjedsomhet avbrutt med få minutter av ren flaks. Dette er vel noe overdrevent, men det skiller mellom de to hovedfunksjonene en operatør av et automatisert system står ovenfor; d v s normal kontroll og drift, samt betimelig deteksjon, diagnose og feilretting når det til tider oppstår feil. Disse feilene kan komme med svært lange tidsmellomrom og det kan også oppstå feil som designerne av systemet ikke har kunnet forutse og dermed ikke kunne bygge inn støtte for i systemet eller i designet av brukergrensesnittet.

Dette kan medføre at operatører ikke kan erverve seg god nok SA til å være i stand til overta "driften" av et automatisert system, når automatikken svikter.

Fra Endsley:

"System operators working with automation have been found to have a diminished ability to detect system errors and subsequently perform task manually in the face of automation failures as compared with manual performance on the same tasks"
(Endsley, 1995a, s53)

Operatører som bruker automatiserte systemer har en redusert evne til å detektere systemfeil og deretter utføre oppgaven manuelt når automatikken i systemet feiler, når man sammenligner med det å gjøre oppgaven manuelt fra begynnelsen av.

En simulering av en fabrikk som Itoh og Inagaki (1996) har foretatt, viser at forsøkspersonene som kontrollerte fabrikken, oppnådde bedre resultater når de kontrollerte fabrikken i manuell mode, istedenfor automatisk mode. Operatørene som kontrollerte fabrikken i manuell modus kan oppdage problemer lettere fordi de er inne i kontrolløkken (d v s de deltar i selve kontrollen og driften av prosessen). Det automatiske systemet som var utviklet for dette eksperimentet hadde ingen alarmer eller varselsystemer. De konkluderte med at operatørene som kontrollerte fabrikken manuelt kunne erverve god nok SA til å oppnå gode resultater. De hadde med andre

ord laget et grensesnitt som var godt nok for å kontrollere fabrikken manuelt.

I mange tilfeller er ikke manuell kontroll tilstrekkelig til å løse hovedoppgaven (kontrollere fabrikken) og samtidig løse deloppgaver. Automatisk kontroll er i mange tilfeller påkrevet for å kunne løse mange oppgaver samtidig.

Det kan være flere årsaker til at manuell kontroll kan være bedre enn automatikk. Noe av årsaken kan tilskrives at operatøren mister sine kunnskaper om manuell kontroll under automatisk kontroll, men SA er også en kritisk faktor. Operatører som har mistet sin SA kan bruke lenger tid til å detektere problemer og det vil kreve ekstra tid til å reorganisere sin kunnskap i den hensikt å fortsette med problemdiagnosen og overgangen (overtakelsen) til manuelle operasjoner når automatikken svikter.

Ved mange automatiske systemer, kan utvikling av høyere nivå av SA (nivå 2 og 3) være betydelig vanskeligere. Endsley (1995c) har funnet at dette problemet er direkte relatert til flere hoved faktorer:

En av hovedfaktorene er at brukere og operatører kan få sin SA betydelig redusert fordi de kan forsømme sine overvåkingsoppgaver, eller gjøre en dårlig jobb, eller være klar over indikerte problemer, men forsømmer de på grunn av mange falske alarmer. Årsaker til dette kan være for stor tiltro til automatikken, eller det motsatte, en mangel på tiltro til automatikken.

Passiv prosessering av informasjon under automasjon (motsatt til aktiv manuell prosessering) kan gjøre den dynamiske oppdateringen og integrasjonen av systeminformasjonen mer vanskelig.

Forandringer i form eller en komplett tap av tilbakemelding oppstår til tider, enten med hensikt eller uaktsomt med mange automatiserte systemer. Videre, viser det seg av vanlige automatiseringstilnæringer ikke greier å oppnå de ønskede reduksjonene i en operatørs arbeidsbelastning ettersom overvåkningen er en krevende oppgave og at automatiseringen i seg selv introduserer nye former for arbeidsbelastning.

Endsley påpeker også at SA ikke blir dårligere under all form for automasjon. Automasjon som reduserer unødig manuelt arbeid og dataintegrasjon som er nødvendig for SA kan kanskje vise seg å være fordelaktig for både arbeidsbelastning og SA. I artikkelen foreslår Endsley (1997) en alternativ måte å designe systemer for integrasjon av automasjon og mennesker. Dette alternativet til automasjon fokuserer på øking av SA ved å beholde mennesket involvert i oppgaven. Ved et mellomnivå av automasjon vil mennesket være mye mer involvert i opereringen av systemet og være i stand til å være effektiv ved betjening av de automatiserte systemet når det er nødvendig.

3 ØKOLOGISK BRUKERGRENSesnITT DESIGN

3.1 Innledning

Siden datamaskinene kom har det vært en rivende utvikling av brukergrensesnitt. Fra de tidlige maskinene med tusenvis av lys og brytere, via kommandospråkgrensesnitt, windowsgrensesnitt (WIMS) og direkte-manipulerende (DMI) grensesnitt og til dagens (framtidens?) brukergrensesnitt som er både "intelligente" og adaptive grensesnitt. Disse brukergrensesnittene kan forstå tale, skrift og gestus (øyebevegelser(blikk), peke bevegelser, håndbevegelser etc.). De "intelligente" og adaptive grensesnittene er ikke kommet i kommersiell bruk ennå. I de systemene og domenene som denne hovedoppgaven omhandler er WIMS og DMI grensesnitt mest utbredt.

I denne oppgaven har jeg valgt en tilnærming til brukergrensesnittsdesign som er basert Vicente og Rasmussens artikkel "Ecological Interface Design: Theoretical Foundations" (1992) og den beskriver et fagfelt som kalles "Ecological Interface Design" (EID). Dette har jeg gjort hovedsakelig av to grunner.

- 1) Fordi det er en relativ ny tilnærming til "Human Factors" (HF) og basert på et økologisk perspektiv som har fått en økende oppmerksomhet (Vicente, 1995).
- 2) Det er fra noen forskningsmiljøer forsøkt å benytte disse prinsippene i utformingen av fremtidige kommando- og kontroll-systemer for et maritimt miljø. Det er artikkelen til Treurniet, Delft og Paradis (1999) som presenterer en kobling mellom SA, EID og abstraksjonshierarkiet (AH). Som vist i kapittel 2.4.4 kan SA bli forstått som en operatørs mentale modell av situasjonen som inneholder alle relevante aspekter i omgivelsene. Denne mentale modellen over omgivelsene kan man også finne igjen i Vicente og Rasmussens hierarkiske kunnskapsrepresentasjon av et domene i et abstraksjonshierarki.

EID skiller seg fra de mer tradisjonelle systemeringstilnæringsmetodene ved at det bruker et økologisk perspektiv på de oppgavene som systemet skal løse med hjelp av en operatør. Det legger vekt de kognitive og perseptuelle egenskapene menneskene som skal operere og bruke systemene, har. Jeg mener at det kognitive aspektet ved design av systemer og spesielt brukergrensesnittet til systemer er svært viktig og vil bli viktigere i fremtiden da mer avanserte systemer skal forsøke å presentere en større mengde informasjon til operatørene og brukerne. Det blir derfor viktigere og viktigere å forsøke å tilpasse systemene (brukergrensesnittet) til menneskene og deres egenskaper, enn å tilpasse menneskene til systemene (brukergrensesnittet). Økologiske brukergrensesnitt design er en metode for dette.

Det økologiske perspektivet har tatt sitt navn fra en tilnærming til psykologi som ble først utviklet av Brunswik og deretter av Gibson (1986). Disse forskerne studerte interaksjonen mellom menneskelige individer og deres omgivelser og miljø. Når denne tilnærmingen blir brukt i data sammenheng, gir det at hele menneske-maskin systemet må analyseres. Menneskelige operatører og arbeidsomgivelsene er gjensidig relatert til hverandre og kan ikke studeres uavhengig av hverandre. Som et resultat av dette, vil en økologisk tilnærming til begynne med å studere begrensningene og føringene i omgivelsene (f eks oppgavene eller arbeidsdomenet) som

er relevante for operatørens oppmerksomhet (Vicente, 1995). Dette er en relativ ny måte å se på design av brukergrensesnittet på. Her blir mennesket (operatøren), systemet og den verden som skal representeres via systemet sett på som en helhet. Grunnlaget for dette er det syn som er beskrevet i kapitlet Persepsjon (0), punktet om "Ecological theorists". EID har vært hovedsakelig brukt til å designe systemer for bruk i anlegg som styres av fysiske lover (kjemisk industri, kraftverk, raffinier), men har også blitt forsøkt brukt til systemer som er basert på menneskelige aktiviteter. Hendelsesforløpet i disse systemene kan ikke beregnes ved fysiske lover, men er isteden drevet av individuelle motiver og mål (Wong, Sallis & O'Hare, 1998).

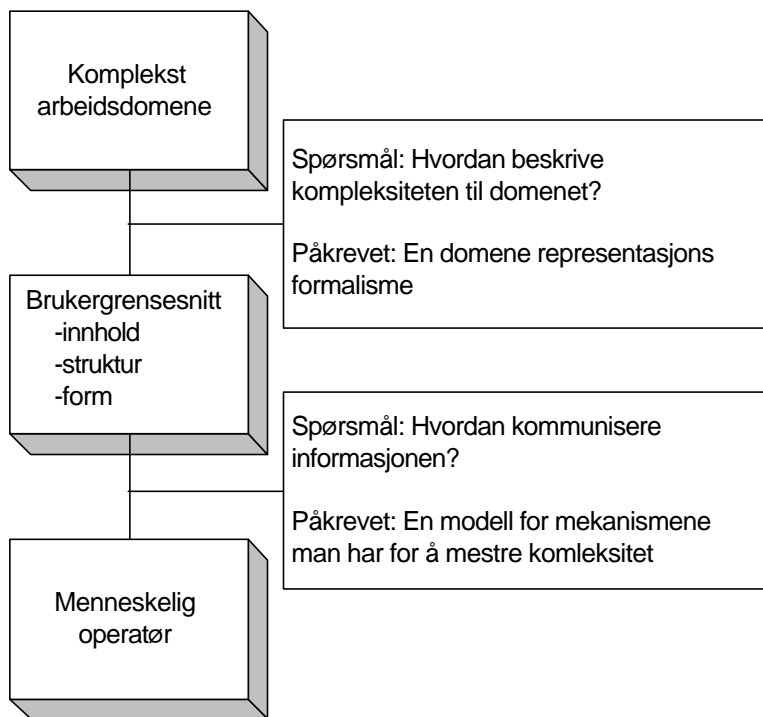
"Ecological Interface Design" (EID) er et teoretisk rammeverk for brukergrensesnitt design til bruk i komplekse menneske-maskin systemer. Målet med EID er at det skal tillate operatørene å ta i bruk sine velutviklede evner og kapasiteter innen persepsjon og handling (action), og i tillegg gi den støtte som er nødvendig for å mestere og løse uventede situasjoner og problemer på en effektiv og korrekt måte. EID er basert på to konsepter innenfor kognitiv utvikling og forskning, abstraksjonshierarki (AH) og skills-, rule-, og knowlegde - framework (SRK) (Rasmussen, Pejtersen & Goodstein, 1994; Vicente, & Rasmussen, 1992).

I dette kapitlet blir EID gjennomgått og presentert. Det vil også bli trukket paralleller til et tenkt brukergrensesnitt for et maritimt taktisk miljø. Abstraksjonshierarki (AH) vil også bli gjennomgått, både i teori og mot konkret bruk i en sjømilitær sammenheng.

3.2 Problemstilling

Vicente og Rasmussen (1992) hever at det er to aktuelle spørsmål som kan stilles, som er fundamentale i problemstilling i forbindelse med design av brukergrensesnitt. Se figur 3.1.

- 1) Hva er den psykologiske relevante måten å beskrive kompleksiteten til et arbeidsdomene? Dette krever en formalisme for å beskrive arbeidsdomenets føringer og begrensninger. En slik representasjon definerer informasjoninnholdet og strukturen til brukergrensesnittet.
- 2) Hva er en effektiv måte å kommunisere denne informasjonen til en operatør eller bruker. Her er en forståelse av de mekanismene et menneske har tilgjengelig for å prosessere informasjon nødvendig.

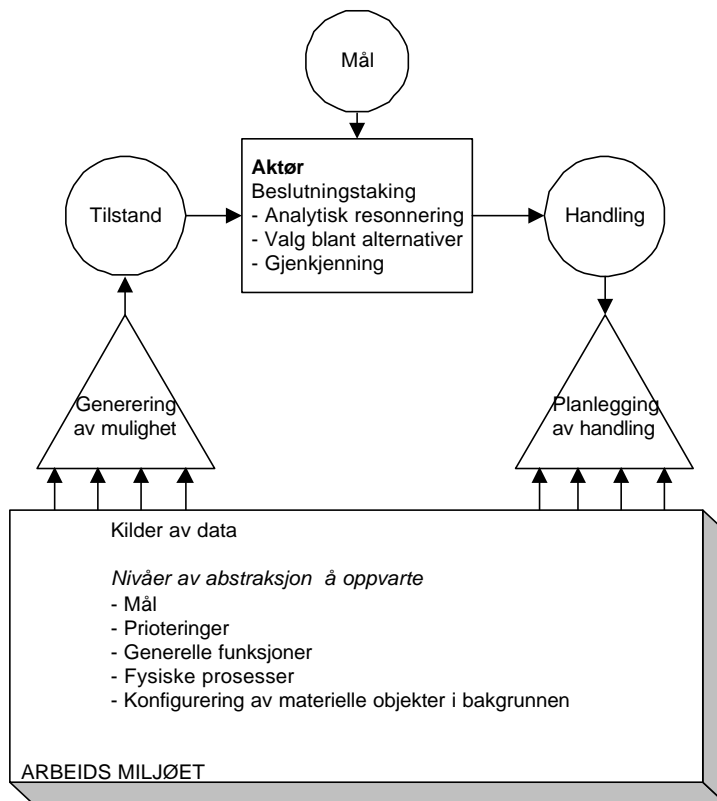


Figur 3.1 Strukturen av brukergrensesnitt design problemet, (Vicente & Rasmussen, 1992)

Disse to spørsmålene representerer kjernen i brukergrensesnitt design, og det ene spørsmålet er hovedsakelig koblet til karakterstikken av arbeidsdomenet og det andre er relatert til operatøren. Dette kapitlet vil først presentere et teoretisk konsept som omhandler hvordan menneskelige kan mestre stor kompleksitet i arbeidsdomenet (kapittel 3.3). Deretter vil abstraksjonshierarkiet, som er en metode for å representerer arbeidsdomenet på en slik måte at operatøren kan mestre uforutsette hendelser, bli gjennomgått (kapittel 3.4).

3.2.1 Bakgrunn

Grunnrollen til et menneske i et moderne jobbsituasjon er å handle som en fleksibel analysator (vurdere mulige handlemåter) og beslutningstaker (ta beslutninger og iverksette disse). Rasmussen m.fl. (1994) presenterer en figur som viser den funksjonelle relasjonen mellom arbeid og aktør.



Figur 3.2 Kognitiv kobling mellom bruker - system (Rasmussen m.fl., 1994, s124)

Vi kan se på venstre side som en inndatafunksjon til beslutningsprosessen. Denne prosessen involverer vurdering med hensyn til konsekvensene av den observerte tilstanden, etterfulgt av mål-evaluering og valg av en passende mål-tilstand. Høyre side er utdata funksjonen og prosesseringen, innbefattet en dekomponering av oppgaven og summering av sammenhengen som de forskjellige elementære handlingene blir utført i.

Design av koblingen og allokeringen av rollene⁵ med hensyn på inndata-funksjonen er kritisk, spesielt når aktøren må utføre diagnostiske omforminger ved en bevisst analyse av rådata eller ufiltrerte data. For eksempel flere instrumentavlesninger, verbale meldinger, og andre observasjoner. Dette fører til en betydelig kognitiv belastning som kommer i tillegg til at beslutningsprosessen og påliteligheten til prestasjonene kan bli lav under stressede situasjoner/forhold.

Det er blitt gjort mange forsøk på å understøtte denne oppgaven gjennom bruk av datamaskiner og hjelpemidler, slike som diagnosealgoritmer eller heuristiske programmer (ekspertsystemer). Dette er på mange områder teknisk vanskelig, og disse egner seg best i de miljøene hvor det er vel-strukturerte tekniske systemer og ikke i dynamiske systemer som et maritimt taktisk bilde. I vel-strukturerte tekniske systemer er det letter å forutsi hva som kan gå galt, det er også lettere å vurdere hva som er årsaken til at f.eks visse verdier i en prosess er for høy eller kommer utenfor sine stabile verdier. Dette vil gjøre det enklere å designe et "ekspertsystem" som skal hjelpe en operatør til å foreta beslutninger, basert på de verdier som blir presentert til operatøren. I

⁵ Den grunnleggende rollen til en menneskelig aktør i et moderne system å være en fleksibel analysator og en beslutningstaker.

dynamiske systemer er det ikke like opplagt hvilke årsaker som ligger til grunn for at "det ikke går som planlagt" og følgelig vil et "ekspertsystem" som skal råde en operatør basere seg på usikre data.

EID er en alternativ tilnærming som bygger på de evnene et menneske har til å direkte oppfatte tilstanden i omgivelsene, gitt at informasjonen er presentert i et passende (riktig) format. Derfor er det nødvendig å arrangere brukergrensesnittet som er "gjennomsiktig" i den betydning at den dype strukturen av arbeidsområdet er tilgjengelig til direkte persepsjon på en Gibsonisk⁶ måte. Dette er et viktig punkt i filosofien til EID og vil også bli behandlet i kapittel 3.4. Rasmussen m.fl. vurderer denne tilnærmingen til brukergrensesnittedesign som viktig av flere årsaker og de følgende sitatene beskriver fordelene med EID. Disse argumentene for å bruke en økologisk designtilnærming er også argumenter som sjøforsvaret og andre organisasjoner kan bruke for å utforme et hensiktsmessig brukergrensesnitt. Jeg vil senere kommentere disse argumentene sett fra utviklingen av et brukergrensesnitt for taktiske miljøer.

"first, it supports activities independent of any predefinition of problems and preplanning of responses"

(Rasmussen m.fl., 1994, s 126)

I komplekse dynamiske systemer er det generelt umulig å planlegge eller forutse hva som kan gå galt. Ved en grundig analyse kan en komme langt på vei, men en fullstendig liste over alle mulige situasjoner er umulig. Det er ikke mulig å overkomme alle uventede og ukjente situasjoner som kan oppstå i et komplekst miljø bare ved å konstruere et brukergrensesnitt med godt grafisk layout og godt merkede kontroller (knapper og menyer) og displayer (Vicente & Rasmussen, 1992). Undersøkelser viser at årsakene til feil og ulykker kom fordi operatørene ble konfrontert med ukjente og uvante situasjoner som ikke har eller kunne ha blitt forutsett av designerne (Vicente & Rasmussen, 1992). Den viktigste faktoren for å øke sikkerheten, er å gi operatørene den støtte de trenger for å hanskles med ukjente og uventede situasjoner.

"Second, it is focused on the support of the "measuring function" and the perception of objectives that are so important for close-loop feedback control in a dynamic environment." (Rasmussen m.fl., 1994, s 126)

Dette punktet viser at EID fokuserer på "målefunksjonene", d.v.s. vise hva som blir målt og persepsjonen av objektene (elementene) som er svært viktig for oppbyggingen av SA i et dynamisk miljø.

"Finally, in relieving a decision maker from the strain involved in situation analyses and diagnosis by being able to directly see the problem at the conceptual level, resources are saved for the decision process itself during unfamiliar situation" (Rasmussen m.fl., 1994, s 126)

⁶ Gibson forsøker å forklare hvordan persepsjon av det naturlige miljøet er mulig. Han bruker nøkkelbenedelsen "affordance" def: mulighetene som "det" tilbyr oss. Han hevder at i normale tilfeller, meningen og verdien av objektene er direkte persipert og oppfattet, og ikke bare det de individuelle karakterstikkene av disse objektene.

Jeg har tidligere vist at beslutningstaking er kognitivt ressurskrevende, slik at tiltak som kan redusere beslutningstakerens arbeidsbyrde er til fordel for oppbygging av SA. De konseptuelle nivåene som er beskrevet i sitatet er nivåene ved abstraksjonshierarkiet. Se kapittel 3.4 for nærmere forklaring.

3.2.2 Konsept

I et dynamisk miljø, som et taktisk scenario er, kan ikke hensiktsmessig støtte bli basert på verktøy som er egnet for stabile, preplanlagte oppgaver. En analyse av mål / hensikt (ends) og midler (means), muligheter og begrensninger som er tilstede i en arbeidssituasjon er nødvendig for å tilpasse seg nye krav. Derfor er et informasjonssystem som presenterer brukerne med et komplekst, rikt kontekst informasjonsbilde for direkte persepsjon, veldig effektivt for naturlig beslutningstaking.

Selve ideen med EID er at man forsøker å utnytte den store kapasiteten som ligger i persepsjon og sensormotor systemene menneskene er utstyrt med i naturlige omgivelser ved å tilby et komplekst, men allikevel transparent informasjonsmiljø. Gjennom et egnet brukergrensesnitt, forsøker man å stimulere en brukers direkte persepsjon av informasjon på "means-ends"⁷ nivå mest tilpasset til gjeldende behov, og på samme tid støtte nivået av kognitiv kontroll (Rasmussen m.fl.,1994, s129) som brukeren velger å utføre.

Disse brukergrensesnittene bør tjene til å koble alle means-ends nivåene av arbeidsområdet til de tre nivåene av "cognitive control" og tillate brukerne å dynamisk flytte sin oppmerksomhetsfokus og grad av kontroll.

Med andre ord: Designeren må skape en virtuell økologi (system), som knytter enkeltelementene av arbeidsmiljøet til brukergrensesnittet på en slik måte at brukeren kan lese relevante tegn eller signaler som skal angi eller trigge en handling. Beslutningstakerne kan ofte bli overbelastet av presentasjonen av mange separate data, samtidig med at kompleksiteten i seg selv ikke trenger å være et problem, forutsatt at meningsfull informasjon er presentert på en koherent og strukturert måte. Slike brukere er ikke passive mottakere av inndata informasjonen, men isteden er de aktive til å stille spørsmål fra arbeidsmiljøet, basert på deres oppfatning av sammenhengen i inndataene. Derfor vil en rikelig støtte av denne persepsjonen i sin kontekst (situasjon) være et viktig design hint. Derfor er det også viktig å kjenne arbeidsmiljøet / omgivelsene til systemet for å kunne identifisere de elementene som et slik brukergrensesnitt må bygges opp av. Rasmussen m.fl. sier i boken:

"It is our experience that designers and consultants who are not thoroughly familiar with a work domain overestimate the amount of information required for action by a specialist who has effectively adapted to the work and is submerged in it context - while, at the same time, they underestimate the complexity of meaningful displays that are acceptable to such experts selectively seeking cues for action"
(Rasmussen m.fl.,1994, s129):

⁷ Her menes hensikt og midler for de forskjellige arbeidsområdene.

Dette sier altså at det er viktig, og høyst nødvendig, med en nøyaktig og grundig analyse av arbeidsdomenet som brukergrensesnitt blir konstruert for. Hvis designerne ikke forstår eller kjenner domenet godt nok, har de en tendens til å overvurdere mengden med informasjon en ekspert i domenet trenger for å ta de rette avgjørelsen. Ved å finne de hintene og ledetråene en ekspert bruker for å klassifisere og forstå situasjonene, og utheve eller visualisere disse på en slik måte at en operatør kan se disse direkte uten å måtte resonnerer eller sammensette flere elementer, vil en få en hurtig og effektiv operatør uten å belaste han / hun med mye kognitivt arbeid. Dersom de rette hintene og ledetråene en ekspert bruker for å velge den rette responsen til situasjonen er tilstede og visualisert, kan kompleksiteten i presentasjonen på skjermen kan være høy.

3.3 Kognitiv kontroll og rammeverk

3.3.1 Skill-, Rule- og Knowledge basert adferd

Skill-, Rule- og Knowledge- (SRK) basert kunnskap er en mye sitert metode for å beskrive de forskjellige mekanismene som folk har for å prosessere informasjon og beskrive menneskelig prestasjoner (Reason, 1990, s 43; Vicente & Rasmussen, 1992). Basisgrunnsetningen i SRK-taksonomi er at informasjon kan bli tolket på tre nivåer (som utelukker hverandre) - som signal, tegn, eller symboler. Måten informasjonen blir tolket på bestemmer hvilket av de tre nivåene av kognitiv kontroll som er aktivisert (d v s ferdighetsbasert (Skill), regelbasert (Rule) eller kunnskapsbasert (knowledge)) (Vicente & Rasmussen, 1992).

Nivå 1 (det laveste) utfører en kontinuerlig kontroll av muskelbevegelsene som er påkrevet i interaksjonen med arbeidsmiljøet, enten direkte og/eller gjennom et datasystem. Dette nivået kalles ferdighetsbasert adferd (FBA) (skill-based) kognitivt kontrollnivå. Hvis man sammenligner dette med et teknisk system svarer det til et sanntids, kontinuerlig kontrollsystem.

Nivå 2 av kontroll omhandler organiseringen av rutinemønstret av bevegelser i passende prosedyresekvenser. I et tekniske system blir dette da en tegndreven sekvenskontroller, d v s at systemet reagerer på tegn / signaler som styrer valg av handling. Dette nivået er regelbasert adferd (RBA) (Rule-based) kontrollnivå.

Nivå 3 (det høyeste) er opptatt med generering av planer som skal bli brukt av sekvenskontrolleren for nye situasjoner. Dette er kunnskapsbasert adferd (KBA) (Knowledge-based) kontrollnivå, problemløsernivået.

Generelt kan en si at KBA omhandler analytisk problemløsning basert på en symbolsk representasjon, mens RBA og FBA omhandler persepsjon og handlinger. Som vist tidligere er persepsjon hurtig, lite ressurskrevende og kan utføres i parallell med andre aktiviteter, mens analytisk problemløsning er kognitivt veldig ressurskrevende og vil da være tidkrevende, slitsomt og må prosesseres sekvensielt. Problemløsning legger beslag på store ressurser på arbeidsminnet, og arbeidsminnet har begrenset kapasitet. For nærmere bevis og forskning som støtter denne oppdelingen av kognitiv kontroll og forskjeller mellom persepsjon og analytisk problemløsning vises til artikkelen til Vicente og Rasmussen (1992).

3.3.2 Ferdighets-basert kontroll

"Interaction on the lowest level, the sensory - motor skill level, is based on a real-time, multivariable, and synchronous coordination of psychical movements with a dynamic environment" (Rasmussen m.fl.,1994, s107)

Ferdighets-basert kontroll beskriver menneskers styring av bevegelser og kontrollen av disse ved hjelp av persepsjon av omgivelsene. Den dynamiske kontrollen av bevegelsemønstret er avhengig av en høykapasitets signalprosessering som er kontrollert av en intern "verden" modell. Mennesket har en evne til å sette sammen og justere fra store repertoarer av prototypiske bevegelsemønstresamlinger som er egnet for spesifikke formål. Dette gir stor fleksibilitet når prestasjonene er godt innøvede. Spesielle mønstre er aktivisert og lenket av hint/tegn oppfattet som signaler. Ingen valg blant alternativer er nødvendig. For eksempel kan en operatør ved en kontrollpult med mange knapper og brytere ved en spesiell situasjon (f eks brann) utføre et godt innøvd handlingsmønster (prototypiske bevegelsemønstresamlinger) uten større bruk av kognitive resurser, men kun styrt av de innlærte bevegelsemønstrene og de signaler (tegn, tilbakemeldinger) som er forventet ved denne handlingen. Under FBA kan, høyere nivå av kontroll være aktiv, som bevisst "leter" etter og forutser framtidige krav, og dermed oppdaterer tilstanden til den dynamiske verdensmodellen. Dette for å kunne forberede modellen for en passende respons når tiden kommer. Ytelse på dette nivået er typisk for eksperter og spesialister og er basert på uformell kunnskap, kunnskap som ikke kan bli beskrevet av aktøren.

3.3.3 Regel-basert kontroll

På RBA-nivå, kan en bevisst oppmerksomhet "løpe" foran den opplærte prestasjonen for å forberede regler for kommende krav. Det kan være nødvendig å "pugge" regler, og å øve på bruk av reglene, samt lage mere generelle regler med mer detaljer fra gjeldene omgivelser. Lagrede regler vil jevnlig bli relatert til et generelt nivå, og det kan være nødvendig å reformulere og supplere med detaljer fra den gjeldende fysiske sammenhengen. Generelt kan en si at kontroll på regel-basert-nivå krever en bevisst forberedelse av sekvensen på forhånd. Ellers vil den feilfrie utførelsen få et brudd eller en feil. Sammensetting av en sekvens av lagrede regler kan bli utledet empirisk fra tidligere tilfeller og erfaringer, eller instruert fra en annen person eller en arbeidsbeskrivelse. Hvis dette ikke er mulig, eller tilfellet er nytt, må reglene bli laget (konstruert) når de skal brukes. Dette kan gjøres ved bevisst problemløsning og planlegging som er basert på en deduktiv kunnskap. (f eks en funksjonell modell av arbeidsmiljøet.)

3.3.4 Kunnskaps-basert kontroll

Kunnskapsbasert kontroll skjer under ukjente / uvante situasjoner der ingen kunnskap eller regler for kontroll er tilgjengelig fra tidligere episoder eller hendelser. Kontroll må da flyttes til et høyere konseptuelt nivå, hvor utførelse er måldrevet og kunnskapsbasert. Dette nivået kan også kalles modellbasert, fordi planene/kunnskapen er hentet fra en konseptuell, strukturert modell. Målene er eksplisitt formulert, og basert på en analyse av arbeidsmiljøet og de overordnede målene til personen. Man utvikler eller finner en brukbar "plan" ved å velge blant lagrede planer. Forskjellige planer er vurdert og deres effekt på omgivelsen er testet mot målene, enten som en prøve/feilm metode eller som et tankeeksperiment. På dette nivået av funksjonell resonnering er den interne strukturen til systemet (kunnskapen om systemet) eksplisitt representert ved en mental modell, som kan ha forskjellige former. Se kapitlet om mentale modeller (kapittel 2.4.4).

Rasmussen m.fl. kaller disse "means-ends"-skjema og at disse er et viktige rammeverk som representerer mentale modeller som kreves for kunnskapsbasert resonnering i og med at de representerer hele repertoaret av "means" og "ends". Jeg velger å oversette disse til midler og mål / hensikt. Disse kan være f eks mål, prioriteringer, funksjoner, prosesser, folk og maskinvare/deler/ting.

Det viktige her er ikke hvordan disse modellene er representert, men hvordan de kan gi kunnskap om nye og ukjente situasjoner for et spesifikt arbeidsmiljø.

3.3.5 Samspillet mellom nivåene av kognitiv kontroll

En viktig egenskap ved den komplekse interaksjonen er et vedvarende skifte av kontroll, og kontrollens fordeling over de forskjellige nivåene som skjer etter hvert som ferdighetene utvikles. Kontrollen flyttes fra nivå til nivå og kompleksiteten til atferdsmønstrene, reglene og modellene innenfor nivåene, øker med graden av trening.

Slike skift mellom nivåene av kognitiv kontroll oppstår når mindre kjente (ikke familiære) situasjoner oppstår/blir møtt. Når ekspertisen utvikles, skifter nivåene av kognitiv kontroll (fra høy til lav). Et viktig poeng er at atferdsmønstrene av et høyere kognitivt nivå ikke vil bli automatiske ferdigheter. Automatiske mønstre for bevegelse utvikles når aktiviteten er kontrollert og ledet fra et høyere nivå. Når et nivå av ferdigheter er oppnådd, er det antatt at basisen for høyere nivå kontroll vil bli svekket.

Det er viktig å vite at nivået av kognitiv kontroll som blir benyttet ved en situasjon vil bli lavere med mer trening, forberedelser og erfaringer fra tilsvarende situasjoner. Det er også viktig at den mentale belastningen vil være lavere ved kognitiv kontroll på det lavere nivå. Man må forsøke å utnytte dette ved å designe et brukergrensesnitt slik at man ikke tvinger operatøren til å bruke et høyere nivå av kognitiv kontroll enn nødvendig.

3.4 Abstraksjonshierarki

3.4.1 Innledning

Kunnskapsbasert adferd er støttet gjennom en abstraksjonshierarki(AH)- representasjon av arbeidsmiljøet inn i brukergrensesnittet. Dette gir operatøren en ekstern visualisering av strukturen til omgivelsene og dynamikken. AH er et av de beste kjente representasjonsrammeverket som er blitt foreslått brukt til å beskrive komplekse arbeidsmiljøer. (Bisantz & Vicente, 1994)

AH er et flernivå representasjonsformat, hvor hvert enkelt nivå beskriver systemet ved bruk av termer med forskjellige sett av attributter eller "språk". Høyere nivå av abstraksjon representerer systemet i form av funksjoner og hensikter, hvor lavere nivåer representerer systemet i former av fysisk implementasjon. Dette fører til at hvert nivå av AH er en forskjellig modell av det samme systemet (Bisantz m.fl., 1994 s 84)

I dette delkapitlet vil AH bli gjennomgått i detalj. Jeg vil også vise til begrensinger og svakheter,

samt beskrive hvordan AH kan brukes i Sjøforsvaret ved utvikling av brukergrensesnitt.

3.4.2 Teori

Det er flere undersøkelser som viser at eksperter benytter en form for hierarkisk struktur når de feilsøker eller søker etter løsninger på oppgaver eller problemer (Vicente & Rasmussen, 1992). Abstraksjonshierarkiet (AH) er anerkjent av flere til å være et relevant rammeverk for oppgaveanalyse og belastningsreduksjon (Terrier & Cellier, 1999). Forskjellige representasjoner (og kanskje forskjellige mentale modeller) som eksisterer, tillater tilstanden til et system som er kontrollert av en operatør å bli beskrevet i samsvar med nivået av nødvendig operatørkunnskap.

Uerfarne operatører som kontrollerer systemer, eller erfarne operatører som må reagere på en unormal hendelse, krever dette nivået av kontroll. Det at det eksisterer flere nivå av abstraksjon for å beskrive informasjon (går fra å beskrive detaljerte komponenter og elementer til en globalt beskrivelse nivå som), gjør det mulig å prosessere semantikken i systemet. For eksempel kan en ubåtkontakt (feks kontakt ved hjelp av sonar) beskrives detaljert med peiling (evt avstand) (laveste nivå av abstraksjon) og ved et høyere nivå i hierarkiet beskrives funksjonen ubåten har i omgivelsene (innsamling av data, utveksling av data med samarbeidende styrker, lader batterier etc) og på det øverste nivå en beskrivelse av oppdraget / hensikten til ubåten (angrep, rekognosering, etc.). Høyere nivå representerer informasjon om relasjoner, mens lavere nivå representerer mer elementære data (Terrier & Cellier, 1999). Dette gir at høyere nivå av abstraksjon og er mindre detaljert enn lavere nivå. Siden disse multiple representasjonene kan presenteres for en operatør, kan operatøren mestre komplekse scenarioer ved å skifte sin representasjon fra et lavt (d v s veldig detaljert) nivå til et høyere nivå av abstraksjon med mindre oppløsning når det er nødvendig. (Bisantz & Vicente, 1994)

Analysen av et arbeidsområde må ta hensyn til premissene til de adferdskapende målene og begrensningene. D v s de målene og begrensningene som operatøren handler etter og som definerer grensene til området som operatøren er fri til å improvisere innenfor og styrt av sine lokale og subjektive ytelsekriterier.

For en operatør av et våpensystem vil de adferdskapende målene og begrensningen være de mål (f eks bekjempelse av fiendtlige fly) og begrensninger (f eks rekkevidde på missiler, antall missiler, etc.) og i tillegg til de "fysiske" mål og begrensninger er også spesifikke ordrer og "rule of engagement" (ROE) adferdsskapende for operatøren. Disse mål og begrensninger setter opp et område som operatøren er fri til å utøve sin jobb innenfor. Operatøren er kun styrt av sine lokale og subjektive ytelsekriterier (ønsker, behov, styrke (fysisk, psykisk), etc).

En av de viktigste fordelene med denne type kunnskapsrepresentasjon er at siden AH er basert på en beskrivelse av systemets struktur, istedenfor systemets eller operatørs oppførsel, er ingen spesielle hendelser eller oppgaver bygget inn i representasjonen. Dette er i motsetning til andre modelleringstekniker som inkluderer spesifikke systemsituasjoner og responser. Dette kan være modeller som relaterer symptomer til årsaker eller diskret kontroll og operatørfunksjonsmodeller som modellerer normativ operatør oppførsel istedenfor systemets struktur (Bisantz & Vicente,

1994). GOMS⁸-modeller inkluderer også en beskrivelse av spesifikke metoder og operasjoner for å oppnå et mål (Kieras,1993). Alle disse er hendelse-avhengige representasjoner og skiller seg derfor merkbart fra den hendelse-uavhengige naturen til AH.

Rasmussen m.fl. (1994) kommer med et forslag til rammeverk i forbindelse med kognitiv konstruksjon av et brukermiljø (arbeidsmiljø). Dette brukes under analyse av miljøet. Med utgangspunktet i Rasmussens rammeverk har også Treurnier m.fl. (1999) foreslått et hierarki for bruk i maritim kommando- og kontroll (C2)-systemer.

Rasmussen deler inn i 5 nivåer av abstraksjon skal beskrive en oppdeling av arbeidsmiljøets egenskaper.

- 1) Purposes and Constraints. Oversatt til Mål og begrensninger.
- 2) Abstract Functions and Priority measures. Oversatt til abstrakte funksjoner og prioriteringer.
- 3) General Functions. Oversatt til generell arbeidsaktivitet og funksjon.
- 4) Physical processes and Activities. Oversatt til fysiske funksjoner.
- 5) Physical Form and Configuration. Oversatt til fysisk form og sammensetning.

⁸ Goals, Operators, Methods, and Selections rules (GOMS). GOMS gir en modell av "how to do it" kunnskap. Her må måles, operatorene, metodene og valgreglene være kjent av designeren, analysatoren på forhånd (Kieras, 1993).

Nivåene blir forklart i teksten som kommer etter tabellen.

Means-ends Relations	Properties Represented
Purposes and Constraints	Properties necessary and sufficient to establish relations between the performance of the system and the reasons for its design. <i>Categories are in terms referring to properties of environment.</i>
Abstract Functions and Priority measures	Properties necessary and sufficient to establish priorities according to the intention behind design and operation: Topology of flow and accumulation of mass, energy, information, people, monetary value. <i>Categories in abstract terms, referring neither to system nor environment</i>
General Functions	Properties necessary and sufficient to identify the "functions" which are to be coordinated irrespective of their underlying physical processes. <i>Categories according to recurrent, familiar input-output relationships.</i>
Physical processes and Activities	Properties necessary and sufficient for control of physical work activities and use of equipment: To adjust operation to match specifications or limits; to predict response to control actions; to maintain and repair equipment. <i>Categories according to underlying physical processes and equipment</i>
Physical Form and Configuration	Properties necessary and sufficient for classification, identification and recognition of particular material objects and their configuration: for navigation in the system. <i>Categories in terms of objects, their appearance and location.</i>

Tabell 3.1 Abstraksjonshierarki (Rasmussen m.fl., 1994, s38)

Mål og begrensninger

Det høyeste nivået av funksjonell abstraksjon representerer målene, hensiktene og begrensningene angående interaksjonen mellom arbeidssystemet som er under vurdering og miljøet. Med andre ord, systemets "funksjonelle hensikt" med hensyn på egenskapene og funksjonene sett i forhold til omgivelsene. Politikk og strategier er formulert på dette nivået som en basis for målene som må kommuniseres til de lavere nivåene av arbeidssystemet.

I en maritim C2-analogi vil dette bli beskrevet som oppdrag⁹ eller intensjon. Det vil generelt være et antall av intensjoner som ofte er i konflikt.

⁹ Treurnier m.fl anfører at benevnelsen "mission" (oppdrag) i en maritim C2 sammenheng beskriver noe mer enn bare "purpose and objective". Ofte inkluderer det også en beskrivelse av hvordan et "objective" kan bli nådd.

Abstrakte funksjoner og prioriteringer

Her blir konseptene som er nødvendige for å prioritere og allokere resurser til de forskjellige generelle funksjonene og aktivitetene fra nivåene under representert. For å gradere viktigheten av de allokerede resurssene til de forskjellige arbeidsfunksjonene er det nødvendig å sammenligne påvirkningen de forskjellige funksjonene har på de høyeste nivåenes hensikt. For å kunne gradere må man foreta en verdimåling på arbeidsfunksjonene som kan bli brukt uavhengig av deres funksjonelle rolle. Rasmussen m.fl. (1994) sier at slike egnete målinger på abstraksjonsnivået følger en slags konserveringslov fordi slike verdier er antatt å ikke forsvinne fra et system. Rasmussen m.fl. hevder at slike prioriteringer i de fleste systemer er knyttet til pengeverdi, materiell, energi, eller folk og at ingen av disse er ventet å forsvinne på en ukontrollert måte.

I den maritime C2-analogien blir dette beskrevet som et nettverk av samarbeidende oppgaver. Generelt vil et visst antall oppgaver, hvert med sitt mål, til sammen betjene et høyere nivåes mål eller oppdrag.

"While the Generalized Functions level describes the system in term of individual tasks carried out, this level interrelates these tasks and focuses on the contribution, the added value of the tasks to the full system" (Treurnier m.fl., 1999, s 9)

Et eksempel kan være å betrakte en fiendtlig fregatt utstyrt med overflate-til-overflatemissiler og et fiendtlig overvåkingsfly. Flyet har som oppdrag å søke og finne vår plattform (fartøy). Den fiendtlige fregatten har et Anti Surface Warfare (ASuW) oppdrag. Disse to oppdragene kan forbindes til å løse eller støtte et høyere nivåes mål eller oppdrag. D v s. at overflatesøket kan og vil bli brukt i ASuW-rollen til fregatten for å allokere våpene mot målene(et). På dette nivået må man forsøke å beskrive den totale verdien som oppdraget bidrar med i hele systemet og dette krever at en man forsøker å beskrive de forskjellige enhetene (fiendtlige fregattene og overvåkingsfly) sine samlede mulige mål eller verdi. Den fiendtlige fregatt og overvåkingsfly hadde adskilte oppdrag, men vil samarbeide for å løse et høyere nivåes mål, f eks bekjempelse av alle mål (vår plattform) som kan være en trussel for vinne krigen eller konflikten. (høyere nivåes mål)

Generell arbeidsaktivitet og funksjon

Et viktig punkt ved dette nivået er at benevnningen av aktiviteten (handlingen) eller funksjonen er uavhengig av de underliggende prosessene som er involvert, også uavhengig av deres fysiske implementasjon. For et kontormiljø vil dette være funksjoner og aktiviteter som markedsføring, personelladministrasjon, regnskap, dokumentbehandling.

I et maritimt C2-miljø ville dette nivået beskrive oppdrag som må bli utført, uavhengig av den eller de enhetene som utfører disse. For eksempel: Utfør søk, utfør overvåking osv. D v s "standard" funksjoner og prosesser. I eksemplet foran vil dette være "utfør søk" for flyet og "utfør ASuW" for fregatten.

Fysiske prosesser

Her er representasjonen fokusert på den fysiske prosessen som er involvert i forbindelse med operering av utstyr og i de menneskelige aktivitetene for å etablere og vedlikeholde de generelle

funksjonene og aktivitetene. Dette krever en spesifisering av egenskapene som er nødvendige og tilstrekkelig for å kontrollere de menneskelige arbeidsaktivitetene og bruken av utstyr. Treurnier m.fl. (1999) har i deres utledning av et AH i en maritim C2-analogi sagt at på dette nivået beskrives den dynamiske adferden til objektene. Denne beskrivelsen kan være kurs, fart, manøvrer, etc. (kinematiske) og våpenavfyring, bruk av sensorer, kommunikasjon, etc (ikke-kinematiske) handlinger og atferd.

Fysisk form og sammensetning

Det laveste nivået inneholder en "inventarliste" over de materielle ressursene. Disse inkluderer verktøy, utstyr og personell, sammen med en beskrivelse av deres fysiske form, lokalisering o.s.v. På dette nivået av representasjon er det nødvendig å identifisere objektene utfra hvordan de oppfører seg (manøvrerer), farge, størrelse og lignende og finne de i det virkelige landskapet. I maritim C2-analogi vil dette være ulike objekter som f.eks luftmål, overflatemål og undervannsmål, uavhengig av om de er venn, fiende eller nøytral. Et objekt eller mål kan bli beskrevet ved hjelp av forskjellige attributter. Som f.eks posisjon, fart, kurs, klassifisering, etc.

3.4.3 Fordeler og ulemper

Det er viktig å forstå at AH har til hensikt å representere alle mulige mål-relevante begrensninger og føringer som styrer operasjonen eller betjeningen av det kontrollerte systemet eller miljøet. Som et resultat av dette inneholder ikke systemet noen representasjon av spesifikke systemhendelser og operatøroppgaver. Dette kaller Bisantz m.fl. (1994 s 84) for "event-independent" (hendelse-uavhengig). Og dette er noe av styrken til AH-representasjonen. AH gir informasjon (via brukergrensesnitt) om systemets struktur som er uavhengig av noe spesifikt sett av handlinger, eller typer av handlinger som må være gitt uavhengig av tidligere erfaringer eller opplevelser (A priori). AH-representerte systemer er derfor bedre til å mestre ukjente eller uvante situasjoner, og det er nettopp slik ukjente og uventede situasjoner som har den største risiko for ulykker. (Vicente & Rasmussen 1992, Wreathall & Reason 1992)

Selv om AH er velkjent og mye sitert i litteraturen, er det ikke mange eksempler på bruk, men det finnes noen få eksempler på forskning og studier på bruken av AH i noen domener (Bisantz m.fl.; 1994; Itoh & Inagaki, 1996; Treurniet m.fl., 1999; Wong, Sallis & O'Hare, 1998). De mest omfattende studiene omhandler prosessindustri, atomkraftverk og forskningssimulatorer. Bisantz m.fl. (1994, s. 84) beskriver hovedsakelig 2 årsaker til at AH ikke er mer i bruk i flere domener. (1) Det har vært veldig få konkrete eksempler som illustrerer karakterstikkene til AH og metodene som AH kan bruke for analyse eller design. De fleste publikasjonene som introduserer AH inneholder kun en beskrivelse av AH, istedenfor et detaljert eksempel på hvordan AH kan benyttes. (2) De få publikasjonene som beskriver applikasjoner for AH har en tendens til å bli utilgjengelig for de fleste leserne siden eksemplene vanligvis er hentet fra atomkraftindustrien. Disse eksemplene er så komplekse og tekniske i sin natur at de krever en stor del av teknisk kompetanse og domenekunnskap fra leseren og derfor blir noe utilgjengelig. Dette er noe av årsaken til at det ikke eksisterer en lett tilgjengelig detaljert applikasjon av AH som illustrerer dens fordeler som et kunnskapsrepresentert rammeverk.

Som nevnt ovenfor er den viktigste fordelene med kunnskapsrepresentasjonen (Bisantz m.fl., 1994, s106) ved hjelp av AH, at kunnskapsrepresentasjonen er basert på en beskrivelse av

systemets struktur og at ingen spesifikke handlinger eller oppgaver er bygd inn i representasjon eller i resonneringsmekanismen. Dette er i motsetning til produksjonsregelsystemer som inkluderer spesifikke systemsituasjoner og -responser. Fordi ingen spesifikke oppgaver eller handlinger er bygd inn i AH representasjonen, tillater denne typen representasjon resonnering om ukjente situasjoner.

"by including the human operator in the reasoning process, restrictive assumptions about the likelihood of specific types of fault propagation do not have to be made. Consequently, this knowledge representation has an advantage over rule-based representations. Because it is impossible for system designers to anticipate all possible system failure states." (Bisantz m.fl., 1994, s 108)

Bisantz m.fl. (1994) hevder at AHs evne til å gi operatørene en informasjonsbasis for å mestre uventede hendelser, gjør AH attraktivt som en systemmodell. Dette kan bli implementert i et brukergrensesnitt eller i et Decision Support System for et komplekst høyrisiko system.

Den største begrensningen og ulempen ligger i AH i seg selv. AH er vanskelig å konstruere og representasjon er begrenset av designerens kunnskap om systemet/domenet (Bisantz m.fl., 1994, s 112). Som nevnt kan AH være gunstig å bruke ved utviklingen av beslutningsstøtte-systemer, men dette er ikke empirisk bevist ennå (Bisantz m.fl., 1994, s 113).

3.4.4 Maritim kommando og kontroll analogi

Menneskelige operatører oppnår SA utfra det som foregår i omgivelsene, ved å konstruere en hierarkisk situasjonsmodell over omgivelsene (Endsley, 1995a; Treurnier m.fl., 1999). Situasjonsmodellen består av basiselementer som er tilstede i omgivelsene og som er relevant for forståelsen av en situasjon. Dette er motivasjonen for at Treurnier m.fl. har forsøkt å formalisere en maritim situasjonsmodell som uttrykker en operatørs SA. Resultatet kaller de "Tactical Information Abstraction Framework" og kan brukes til å utvikle beslutningsstøtte-systemer. Rammeverket kan også benyttes til å utvikle brukergrensesnitt etter modell av EID og for bruk i maritime systemer.

Treurnier m.fl. presenterer i artikkelen en tabell som summerer opp maritim kommando og kontroll (C2) analogi og gir noe eksempler. (Treurnier m.fl. s 12).

Abstraction level	Maritime C2 analogy	Typical aspects	Example
Physical Form	Target	Observable attributes (RCS, IR-image, visual image, ...)	MPA
Physical Function	Dynamic Behaviour	Kinematics, course, speed, manoeuvring Yes/No, EM-emission,	Flying in NW direction, ESM-emission
Generalised Function	Behavioural Patterns, Tasks	Searching, Acquiring, Attacking,	Searching
Abstract Function	Functional co-operation	Functional co-operation of units: roles of units in a functional group	Enabling a frigate to engage us
Functional Purpose	Mission	Intent	Submarine attack

Tabell 3.2 Maritim C2 analogt (Treurnier m.fl., s12)

Denne tabellen kan være et utgangspunkt for å designe et beslutningsstøtte-system. Den representerer et hierarki innefor et militært domene.

Øverst i hierarkiet (nederst i tabellen) er den funksjonelle hensikten til en marine styrke, f.eks. forhindre angrep mot et spesifikt sted, etc.

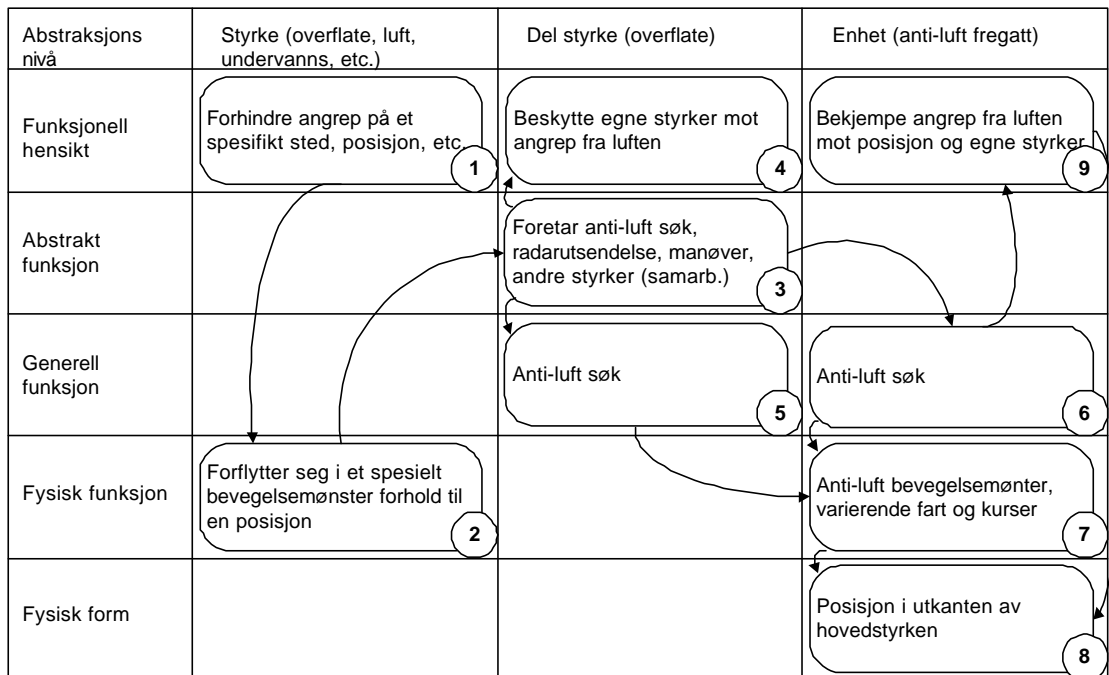
Det neste nivået beskriver den abstrakte funksjonen til de enkelt enhetene i styrken, f.eks. kan en fregatt i styrken være ansvarlig for anti-ubåt krigføring, mens en annen fregatt kan være ansvarlig for anti-luft krigføring. I tillegg må man se på den samarbeidende effekt disse kan ha, f.eks. vil anti-ubåt fregatten ha sin luft-søkeradar på og sende radarbildet til anti-luft fregatten og dermed utvide funksjonsområdene til fregattene.

Generelle arbeidsaktiviteter og funksjoner er det neste nivået. Dette omfatter oppførsel, bevegelsemønstre, oppdrag, etc. f.eks. vil dette være anti-luftsøk, anti-ubåtsøk, forskjellige søkemønstre som en enhet eller flere enheter kan ha. Det er viktig å se på disse som uavhengig av den fysiske implementasjonen som styrken har. D v s. den generelle funksjonen "anti-luftsøk" er ikke "koblet" til en spesifikk enhet, men kan utføres av flere enheter som samarbeider. Det fysiske funksjonsnivået beskriver den dynamiske oppførselen til en enhet, både kinematiske (forandringer i fart, høyde, kurs, typer av manøvrer, etc.) og ikke-kinematiske (bruk av sensorer, utsendelse på radio, radar, sonar, etc.). Alle aktivitetene og prosessene som er involvert på dette nivået, er for å vedlikeholde eller etablere de generelle funksjonene som beskrives i nivået over.

Det siste nivået, fysisk form og sammensetning, beskriver den fysiske formen og sammensetningen til enhetene. Størrelse, våpen, sensorer, mannskap, klassifisering, type mål, utseende, posisjon, fart, kurs, etc. vil bli beskrevet på dette nivået.

AH ble konstruert etter analyse av f eks hvordan servicepersonell foretok reparasjoner på tekniske innretninger. De begynte med den funksjonelle hensikten til utstyret og hoppet mellom de forskjellige nivåene inntil de hadde lokalisert feilen og i hvilken delenhhet den var lokalisert. Man kan også tenke seg at militære offiserer benytter en slik framgangsmåte og figur 3.3 gir et eksempel på dette.

Eksemplet er en styrke bestående av flere enheter, f eks overflatefartøyer (fregatter, støttefartøyer, etc), flystyrker (jagerfly, overvåkningsfly) og ubåter har fått i oppdrag å forhindre angrep på et bestemt sted (punkt 1). Styrken forflytter seg i et bestemt mønster i forhold til posisjonen (punkt 2). Dette kan føre til at en delstyrke (fregattene) foretar anti-luft søk (punkt 3) i den hensikt å beskytte egne styrker mot angrep fra luften (punkt 4). Den generelle funksjonen til delstyrken er anti-luftsøk (punkt 5). En enkelt enhet (f eks anti-luft fregatt) har i oppdrag å bekjempe angrep fra luften (punkt 9) og dette gjøres med anti-luftsøk (punkt 6) (generell funksjon) og fysiske prosessene er anti-luft bevegelsemønter, med varierende fart og kurser (punkt 7) og den fysiske posisjonen er i utkanten av styrken (punkt 8).



Figur 3.3 Abstraksjons hierarkiet i maritimt domene

Slik kan man tenke seg at en beslutningstaker beveger seg gjennom de forskjellige abstraksjons nivåene i hierarkiet. Beveger man seg opp i hierarkiet angir det mål eller "hvorfor" (funksjonen under) og beveger man seg ned i hierarkiet angir det middel eller "hvordan" (funksjonen over). For eksempel enheten anti-luft fregatten har et anti-luft bevegelsemønster (punkt 7) og går man nedover i hierarkiet må man spørre "hvordan", d v s enheten er i utkanten av styrken (punkt 8) og tilsvarende oppover i hierarkiet må man spørre hvorfor, d v s anti-luft søk (punkt 6).

På denne måten må man forsøke å utlede de forskjellige abstraksjonsnivåene med de funksjoner og prosesser som hele styrken har og oppdelingen til de enkelte enhetene.

3.5 Oppsummering

I kapittel 3.3 har jeg presentert taksonomi som angir ulike nivåer av kognitiv kontroll som mennesker benytter ved løsning komplekse oppgaver. De ulike nivåene av kognitiv kontroll skal hjelpe designeren til å utforme brukergrensesnittet slik at det ikke "tvinger" operatøren til et høyere nivå enn det som er nødvendig for å løse oppgaven. Lavere nivå krever mindre bruk av kognitive resurser og dette mener jeg har stor betydning ved utvikling av brukergrensesnitt, spesielt i domener hvor tidspresstet og arbeidsbyrdene kan overstige en persons kognitive kapasitet.

AH-rammeverket er ennå ikke ferdig utviklet og det trengs mye forskning for å kunne anvende det på domener som ligger utenfor de domene AH er tradisjonelt forsøkt benyttet (prosessindustri, kraftverkindustri, etc.). Treurier m.fl. (1999) er de blant de første til å forsøke å implementere AH i et maritimt domene.

Jeg mener at det er vanskelig å holde de forskjellige abstraksjons nivåene fra hverandre og det er ingen enkel kobling mellom AH og måten dette skal presenteres i brukergrensesnittet. Det er vanskelig å tenke seg hvordan et maritimt domene som er representert ved hjelp av et AH blir presentert i et brukergrensesnitt utviklet for taktisk bruk i det maritime domenet. Her ligger nok den største utfordringen.

4 BRUKERGRENSSESNIITTDESIGN

4.1 Innledning

Den konkrete implementasjonen av EID er vanskelig og abstrakt. Det er veldig få eksempler på implementasjon av EID-prinsippene, og de fleste eksemplene er forsøk gjort ifm med kontrollrom på prosessanlegg, kjernekraftverk ol. Selv om EID kan virke intuitivt, er det å designe og implementere ideene vanskelig og sterkt kontekst-avhengig.

Dette kapitlet omhandler de prinsippene som ligger bak EID og hvordan design-prinsippene må oppfylles i abstraksjonshierarkiet. Hvilke krav det dreier seg om, og hvordan disse kan implementeres i et brukergrensesnittet for et maritimt taktisk display. Det vil også bli vist til eksempler fra Cognitiv engineering.

Dette kapitlet konsentrerer seg om HVA og HVORFOR og ikke på HVORDAN det skal presenteres. D v s. **hva** skal presenteres i brukergrensesnittet og **hvorfor** det skal presenteres, men ikke om **hvordan** det skal presenteres med fontstørrelse, farger, blinking osv.

Tradisjonelle retningslinjer eller tommelfingerregeler for design og utseende på brukergrensesnittet kan ikke alltid benyttes. Disse er mest tiltenkt for generelle applikasjoner og for generelt bruk og er derfor kontekst-avhengig. Spesielle designløsninger som er utviklet for hvilken som helst applikasjon er avhengig av en stor del uforutsigbare faktorer som er unike for det spesielle problemet. Siden retningslinjene har til hensikt å være generelle for mange forskjellige applikasjoner og domener, kan de ikke fange opp alle problemområdene som er nødvendig for et

effektivt design. Rasmussen m.fl.(1994) siterer Gould i boken på dette punktet:

"Guidelines cannot deal with choices that are highly dependent on context, as many choices in interface design are. Human performance adapts strongly to details of the task environment. There are simply so many details, and this adaptation is so little understood, that guidelines cannot hope to anticipate all of this".(Rasmussen m.fl., 1994, s172)

Nå blir ikke alle designretningslinjene kastet overbord i denne oppgaven, og der hvor de blir brukt blir det henvist til dem. I spesielle domener, som militære domener, eksisterer det militære spesifikasjoner og reguleringer som bestemmer utsende på ikoner, symboler osv.

4.2 SRK hierarkiets krav til brukergrensesnittet

I SRK (Skill-, Rule-, Knowledge-based) taksonomien er det tre måter som informasjon kan bli kodet på i tre innbyrdes ekskluderende måter - som signaler, tegn eller symboler. Måten denne informasjonen er kodet på avgjør hvilket nivå av kognitiv kontroll som blir aktivisert.

Som tidligere omtalt er det tre nivåer av kognitiv kontroll :

- Ferdighetsbasert adferd (FBA)
- Regelbasert adferd (RBA)
- Kunnskapsbasert adferd (KBA)

Derfor kan kognitiv kontroll være avhengig av et repertoar av automatiske oppførselsmønstre (bevegelsemønstre)(FBA), et sett av "hint-handling"¹⁰ sammenhenger (RBA) eller analytisk problemløsnings operasjoner basert på et en symbolsk presentasjon (KBA). Disse tre nivåene av kognitiv kontroll kan bli gruppert sammen i to generelle kategorier (Vicente m.fl, 1992, s 594).

- Perseptuell prosessering (ferdighets - og regelbasert adferd)
- Analytisk problemløsning (kunnskapsbasert adferd)

KBA angår analytisk problemløsning basert på symbolsk representasjon, mens FBA og RBA angår persepsjon og handling. Generelt er persepsjonsprosessen rask og lite ressurskrevende og kan prosesseres i parallell med flere persepsjoner fra f eks hørsel, syn, berøring, etc., mens analytisk problemløsning er sakte, ressurskrevende og prosesseres på en seriell måte. Fordi analytisk problemløsning er mer ressurskrevende, er det en tendens til at analytisk problemløsning er mer utsatt for feil enn persepsjonell prosessering (Vicente & Rasmussen, 1992; Klein & Calderwood, 1991: Wickens, 1984).

De lavere nivåene av kognitiv kontroll kan bare bli aktivisert ved kjente situasjoner fordi de krever at operatøren er vant til og gjenkjenner de perseptuelle egenskapene til omgivelsene. KBA derimot, tillater operatøren å mestre ukjente og nye situasjoner.

¹⁰ Cue-action

Det er to karakteristikk på komplekse arbeidsdomener som gjør det mulig å benytte denne kunnskapen til å designe et system.

- 1) Operatøren av slike systemer er som regel godt kvalifisert og har stor erfaring med å kontrollere / operere på systemet.
- 2) Brukergrensesnittet for slike komplekse systemer består av et brukergrensesnitt for en enkelt, spesifikk applikasjon. Generalisering er ikke viktig.

Disse to faktorene gjør perseptuell prosessering (FBA og RBA) til en attraktiv mulighet. Siden operatørene har mye erfaring med å operere på systemet, vil de ha en anledning til å bli vant til de perseptuelle egenskapene til det taktiske systemets brukergrensesnitt. De ovennevnte egenskapene til et komplekst system indikerer at brukergrensesnittet skulle bli siktet inn mot å ta fordel av den potensielle effektiviteten de lavere nivåene av kognitiv kontroll gir.

Vicente og Rasmussen (1992) henviser til empiriske studier som viser den relative effektiviteten mellom persepsjon (FBA og RBA) og resonnering (KBA). Studiene viser at den perseptuelle prosessen er mer effektiv enn den analytiske prosessen. Undersøkelsene hevder at persepsjon er mer relatert til "good performance" enn analytisk kognisjon. Analytisk kognisjon kan føre til ekstreme feil. Klein og Calderwood (1991) fant at de fleste eksperter foretrekker perseptuell heller enn analytisk resonnering når de skulle ta beslutninger.

Vicente m.fl. påpeker i artikkelen (Vicente m.fl., 1992, s 595) at selv om noen resultater sier at persepsjon kan være mest effektiv, må en være forsiktig med å generalisere. I særdeleshet er det viktig forstå at det å basere seg på de lavere nivåene av kognitiv kontroll ikke alltid fører til bedre ytelse og prestasjoner. Det betyr ikke at persepsjon alltid er bedre enn analytisk, men karakterstikkene som kjennetegner komplekse domener er gunstige for perseptuell prosessering. Designere bør ta dette med i vurderingen ved design av brukergrensesnittet.

Diskusjonen så langt antyder at det vil være høyst gunstig å dra fordel av den effektive perseptuelle prosesseringen. Flere undersøkelser viser at mennesker benytter en form for gjenkjenning av tidligere erfaringer og situasjoner når de skal ta beslutninger. Klein og Calderwood (1991) har utført studier på "fireground commanders"¹¹ som viser at de setter sin lit til egen evne til å gjenkjenne og klassifisere riktig en situasjon for å generere en typisk handlemåte. Hvis tidspresset var ekstremt, ville de kanskje utføre denne handlingen direkte. Hvis det var mulig ville de kanskje evaluere det valgte alternativet ved å undersøke egnethet i situasjonen. Dette skjer ofte med å "spille gjennom" situasjonen i hodet. Klein og Calderwood sier at dette kan vise hvordan eksperter tar beslutninger i domener som brannbekjempelse, militære operasjoner og andre komplekse domener. Over hundre tilfeller ble analysert. De fant at over 80% av beslutningene som ble utført i virkelige situasjoner var basert på å gjenkjenne lignende situasjoner.

De beskriver metoden som "recognition-primed decision" (RPD) modell. Siden slike situasjoner

¹¹ Undersøkelsen er fra USA og omfatter over hundre situasjoner med Fireground Commanders. Disse utfører også redning og søk operasjoner, i tillegg til brannbekjempelse.

kan sies å være ikke-rutinemessige skulle en forvente at beslutningene skulle være basert på analytiske prosesser (KBA), istedenfor perseptuelle prosesser (FBA og RBA). Resultatene indikerte at det var annerledes og selv i kritiske situasjoner, ville ekspertene ofte basere seg på beslutninger som er basert på perseptuelle prosesser.

"Recognition-primed decision" (RPD) modellen er tilsvarende til RBA. I disse modellene forsøker man å gjenkjenne situasjoner og scenarioer basert på de hint og ledetråder som beslutningstakeren oppfatter fra omgivelsene, enten direkte eller via et brukergrensesnitt.

Kaempf, Klein, Thordsen og Wolf (1996) har foretatt en undersøkelse om beslutningstaking i komplekse maritime kommando- og kontroll-miljøer for å verifisere RPD modellen, og få et svar på hvordan beslutningstakerne kommer fram til sine beslutninger og handlinger. De benyttet en metode som kalles "Critical Decision Methode" (CDM) for å finne dataene i denne undersøkelsen. CDM vil bli omtalt i kapittel 5.3. Kommando- og kontroll-beslutninger gjort av AntiAir Warfare (AAW) -teamet på en US Navy AEGIS krysser var gjenstand for studien. Dette teamet holder kontroll over forskjellig våpensystemer og gir anti-luft-forsvars-kapasitet for seg selv og for samarbeidende styrker. Undersøkelsen omfattet 14 hendelser og av disse ble 103 tilfeller av SA identifisert. Man fant at 87% ble utviklet gjennom en "feature-matching" (Kaempf m.fl., 1996, s224) (egenskaps matching) prosess, d v s en prosess som sammenligner viktige karakterstikker i situasjonen med situasjoner som de har erfart eller lært på noen måte, via trening, øvelser, etc. 12% ble utviklet gjennom "Story building" (historiegenerering). Ved historiegenerering laget beslutningstakerne historier for å forklare den informasjonen de hadde tilgjengelig og at det utviklet et sammenhengende bilde. 1 % ble ikke forklart i noen av disse prosessene.

Nesten alle tilfellene av SA kunne altså bli forklart ved hjelp av strategiene for egenskapsgjenkjenning og historiegenerering. Disse dataene viser at AAW-beslutningstakerne benytter seg av egenskapsgjenkjenning for å utvikle sin SA og at egenskapsgjenkjenning hovedsakelig var en gjenkjenning av hvor lik situasjonen var en klasse av typiske situasjoner (d v s. generelle situasjoner om en spesifikk hendelse, f eks et generelt(typisk) luftangrep mot egen fartøy på åpent hav), istedenfor likheten til spesielle tilfeller av situasjoner (d v s spesifikke situasjoner, f eks et spesifikt opplevd luftangrep mot eget fartøy). Beslutningstakeren gjenkjenner situasjonen som en kjent situasjon på basis av et sett av "hint" eller mønstrene som "hintene" gir.

Konklusjonen på undersøkelsen er at beslutningstakerne bruker en gjenkjennings-prosess og at SA er en av de viktigste interessene eller oppgavene beslutningstakeren har. Videre viser undersøkelsen at gjenkjenning av egenskaper og historiegenerering er de strategiene beslutningstakerne i AAW-teamet på AEGIS kryssene benytter for å utvikle sin SA.

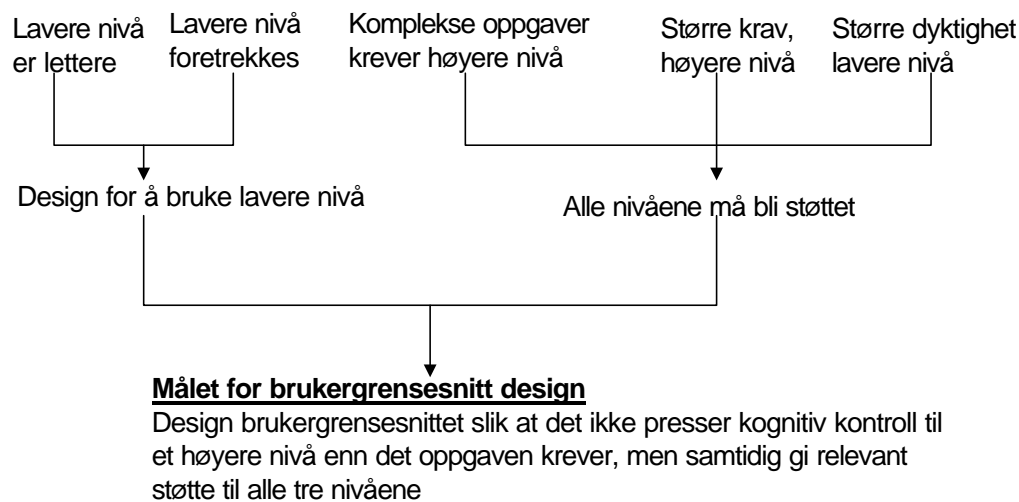
Dette betyr at designere av brukergrensesnitt for bruk i komplekse domener må sette fokus på å undersøke hvilke kritiske hint og ledetråder som operatøren benytter for å katalogisere eller skille situasjoner. Hvis designeren identifiserer de forskjellige hintene som benyttes av erfarne/uerfarne operatører, da kan brukergrensesnittet bli sentrert rundt beslutninger, istedenfor rundt informasjonsflyt. (Klein m.fl., 1991, s1024)

4.2.1 Oppsummering SRK hierarkiet

Lavere nivå av kognitiv kontroll har en tendens til å bli utført raskere, mer effektivt og med mindre resursser (mentalt), enn høyere nivå kognitiv kontroll. Empiriske undersøkelser viser at mennesker har en definert forkjærlighet for å utføre oppgaver ved å basere seg på lavere nivå av kognitiv kontroll, selv om brukergrensesnittet ikke er designet for å støtte denne typen oppførsel.

Disse to punktene antyder at informasjon bør presenteres på en slik måte at det gir operatørene en mulighet til å effektivt basere seg på lavere nivå av kognitiv kontroll.

Jeg har vist til at operatørene foretrekker å bruke lavere nivå av kognitiv kontroll, men samtidig må høyere nivå av kognitiv kontroll støttes. Vicente m.fl. (1992, s 598) presenterer en figur som oppsummerer foregående delkapittel (figur 4.1).



Figur 4.1 Mål for EID design

Den viser at målet for design av brukergrensesnittet er at alle nivåene av kognitiv kontroll må støttes, men at designet ikke må presse kognitiv kontroll til et høyere nivå enn det oppgaven krever.

Selv om informasjonen blir presentert på en slik måte at en oppgave kan bli utført ved å bruke lavere nivå kognitiv kontroll, kan høyere nivå likevel bli trigget fordi nivået av kognitiv kontroll som blir aktivisert er bestemt, ikke bare av hvordan informasjon blir presentert, men også av de behov oppgaven krever og operatørens nivå av ekspertise. Dette, og det faktum at enhver fornuftig kompleks oppgave vil kreve en kompleks interaksjon mellom alle de tre nivåene av kognitiv kontroll, indikerer at et brukergrensesnitt må gi relevant støtte til alle de tre nivåene.

4.3 Økologisk brukergrensesnitt Design - Prinsippene

De forskjellige kognitive nivåene gir et rammeverk som består av tre generelle prinsipper som hver korresponderer til et spesifikt nivå av kognitiv kontroll (Vicente m.fl., 1992). Intensjonen

er å utvikle en enkelt design som samtidig støtter alle tre nivåene av kognitiv kontroll.

4.3.1 Krav til ferdighetsbasert adferd (FBA)

FBA tilordner de perseptuelle "hintene" (kalt stimuli) som operatørene får fra brukergrensesnittet til responser og handlinger i en hurtig automatisert prosess og med et minimum forbruk av resurser. Stimuliene for FBA trenger ikke nødvendigvis å være enkle. For eksempel kan visse kombinasjoner av sammenfallende hendelser og tegn etc. raskt bli klassifisert i en kategori som trigger en automatisk handling. (Wickens, 1984, s 335).

Disse stimuliene kan være av forskjellige typer signaler, eller andre tegn og hint som presenteres på skjermen. For å støtte interaksjonene via signaler, bør operatøren være i stand til å handle direkte på displayet (Vicente m.fl., 1992). Dette prinsippet forsøker å strukturere brukergrensesnittet slik at det taes fordel av FBA.

Fordi en operatør ikke kan observere direkte eller interagere på objektene i omgivelsene, vil de sensormotoriske kontrollmønstrene på FBA-nivået bare bli beskjeftiget med manipulering av "ting" på brukergrensesnittet. For at man skal utvikle en stor grad av manuelle evner og ferdigheter, må brukergrensesnittet bli designet slik at en får en sammenhoping av elementære bevegelser til mer komplekse rutiner. Som igjen korresponderer med sammenfallende integrasjonen av visuelle karakterstikker og trekk mot høyere nivå's hint for disse rutinene. Informasjon på skjermen bør slik at den passer med strukturen på bevegelsene, istedenfor å bli basert på en abstrakt kommandospråktype brukergrensesnitt (Vicente m.fl.,1992; Rasmussen & Vicente, 1989, s 528).

Med andre ord må en designe brukergrensesnittet slik at bevegelsene operatøren foretar på skjermen (via mus, tracerball, pekere ol.) kan settes sammen til mer komplekse rutiner og bevegelser. En operasjon på skjermen må utformes slik at den kan gjøres ved hjelp av en sammenhengende bevegelse. Dette begrunnes i undersøkelser som viser at mennesker (eksperter) etter hvert som de lærer og utvikler ekspertise sammensmelter enkeltbevegelser til en helhet (Vicente m.fl., 1992). For eksempel etter hvert som en musikers dyktighetsnivå øker, vil bevegelsene sammensmelte (sammenhopes) til høyere ordens "enheter" (Chunks). Når utrenede (noviser) må kontrollere enkeltbevegelser og handlinger kan trenede musikere arbeide med komplekse sekvenser av handlinger.

Designet av et brukergrensesnitt som har objekter som er manipulerbare vil kunne støtte dette prinsippet. Slike brukergrensesnitt kalles Direct Manipulation Interface (DMI) og vil bli omtalt i kapittel 4.4.2.2.

4.3.2 Krav til regelbasert adferd (RBA)

Et krav for å kunne støtte regelbasert adferd er å gi et konsistent en-til-en avbildning (mapping) mellom arbeidsdomenets begrensninger (føringer) og hintene eller tegnene fremskaffet av brukergrensesnittet. På dette nivået må brukergrensesnittet gi operatørene tegn som de vil bruke som hint for å velge en passende handling. Problemet med konvensjonelle brukergrensesnitt er at det ikke er noen konsistent avbildning mellom de perseptuelle hint "clues" som gir føringene eller begrensningene som styrer prosessoppførsel (Vicente m.fl., 1992). D v s at de hintene som

gies fra det konvensjonelle brukergrensesnittet ikke nøyaktig definerer tilstanden til prosessen. Med andre ord hintene kan indikere flere forskjellige tilstander. Resultatet er at hintene som operatøren baserer seg på, er optimalisert for de vanligste situasjonene, men disse kan lede til prosedurale feller i nye situasjoner (Rasmussen m.fl., 1989)

EID forsøker å overkomme disse vanskelighetene ved å utvikle en unik og konsistent avbildning mellom symbolene som styrer oppførselen til prosessene, og hintene som brukergrensesnittet gir. Dette vil redusere antall feil basert på prosedurale feller fordi hintene som trigger en handling, - som er basert på abstrakte prosesseegenskaper - vil være unike for å definere en handling eller situasjon. Ved å presentere hint som er unike for en situasjon eller handling greier man å holde nivået av kognitiv kontroll på RBA og man kan basere seg på RBA, med de fordelene det gir.

4.3.3 Krav til kunnskapsbasert adferd (KBA)

Kravet på dette nivået er å representere arbeidsdomenet på formen til et abstraksjons hierarki slik at det kan tjene som en eksternalisert mental modell som vil understøtte kunnskapsbasert problemløsning (Vicente m.fl., 1992). KBA består av abstrakt resonnering basert på en mental modell av prosessen og brukergrensesnittet må forsøke å støtte denne mentale modellen ved å gi den en form, slik at operatøren kan forstå symbolikken i brukergrensesnittet.

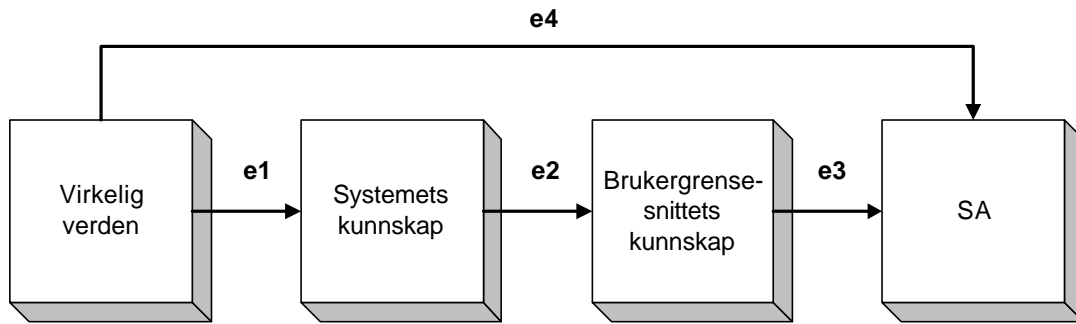
Hvis displaykonfigurasjonen kodes symbolsk vil det presenteres for operatøren med en visuell modell av prosessen (f eks det taktiske plottet) som støtte tankeeksperimenter og andre planleggingsaktiviteter. Som tidligere vist vil KBA føre til at en operatør gjør flere feil enn ved andre strategier. Da er det viktig at operatøren forsikrer seg om at alle konsekvensene av handlingene som er valgt er blitt analysert og vurdert.

4.4 Generelle krav

I brukergrensesnitt er det være mange generelle krav som må oppfylles. Dette kapitlet omhandler disse kravene. Kravene kan være f eks fargevalg, reaksjonstid på brukergrensesnittet, oppløsning på skjermen, utforming av alarmer og meldinger til brukerne, etc.

4.4.1 System design

En operatør kan erverve seg kunnskap fra omgivelsene på flere måter. Dette kan skje via direkte persepsjon fra omgivelsene (f eks via observasjonsposter, navigering og observasjon fra kommandobro på et fartøy, etc). I mange domener er det ikke mulig i observere direkte (f eks kontrollrom, operasjonsrom, etc). Informasjonen må skaffes ved at et system bruker sensorer og kilder til å samle inn informasjon og presentere den for en operatør via brukergrensesnittet. I denne prosessen kan det oppstå kommunikasjonsfeil, definert som tap av informasjon. (Endsley, 1995a)



Figur 4.2 SA inndata (Endsley, 1995a, s 50)

Denne figuren viser hvor det er mulig at det kan oppstå transmisjonsfeil.

- e1** Systemet kan ikke erverve all nødvendig informasjon fra omgivelsene.
- e2** All informasjon som er ervervet, kan ikke presenteres til operatøren via brukergrensesnittet.
- e3 og e4** All informasjon som operatøren har ervervet via brukergrensesnittet og direkte persipert fra omgivelsene, kan være ukomplett eller unøyaktig på grunn av perseptuelle, oppmerksomhets og arbeidshukommelsebegrensninger.

Denne oppgaven er konsentrert om e2 og e3; Hvordan presentere den informasjonen som systemet har om omgivelsene, slik at operatøren kan oppfatte og forstå det som skjer i omgivelsene og ta de rette beslutningene til rett tid.

Hvordan denne informasjonen er presentert til operatøren via et brukergrensesnitt vil ha stor innflytelse på SA. D v s hvor mye informasjon kan erverves, hvor nøyaktig er den, og i hvilken grad er den i samsvar med operatørens behov i forbindelse med oppbyggingen av SA.

4.4.2 Retningslinjer for design

Det eksisterer svært mange retningslinjer for hvordan et design av et brukergrensesnitt bør utformes. Mange av disse retningslinjene er domene-spesifikke, f eks egnet til bruk for web-design, generelle windows-type applikasjoner, som tekstbehandlere, databaseprogrammer, etc. Jeg har ikke funnet noen komplette eller spesifikke retningslinjer som beskriver hvordan designet av brukergrensesnitt for komplekse domener bør være.

EID argumenterer for å kunne støtte tre nivåer av kognitiv kontroll i et brukergrensesnittedesign. Rasmussen m.fl.(1994) sier at i et dynamisk miljø, kan ikke relevant støtte bli basert på verktøy som egner seg for stabile - planlagte oppgaver. En utforskning av mål og midler, muligheter og begrensninger som er tilstede i omgivelsene er nødvendig for å tilpasse nye krav. D v s et brukergrensesnitt (informasjonssystem) som presenterer et komplekst, informasjonspråk kontekst for direkte persepsjon, så vel som "tankeeksperimenter", vil være veldig effektivt for naturlig beslutningstaking. Hvilke krav setter så EID til brukergrensesnittet?

4.4.2.1 Økologisk brukergrensesnitt design

For å kunne aktivisere det normalt så effektive og pålitelige sensormotor-systemet hos operatøren, bør presentasjonen av informasjonen på brukergrensesnittet støtte direkte persepsjon og en manipulering av de relevante objektene.

Rasmussen m.fl. (1994) skriver følgende om støtten til direkte persepsjon:

"It is highly recommendable that the internal functional and intentional invariants - the sources of regularity - of the system are represented at the surface of the interface- so that they can be directed operated upon under unfamiliar as well as familiar conditions" (Rasmusen m.fl.,1994).

D v s at alle funksjonene til elementene (alt som inngår i brukergrensesnittet (mål, kartdata, verdier, settinger, etc.)) og det som er hensikten med elementene i systemet må vises på "overflaten" av brukergrensesnittet, slik at det er naturlig å se hva som kan utføres på disse elementene og operere direkte på disse, både under ukjente og kjente forhold. For eksempel vil det være naturlig å flytte et mål ved å "ta tak" i det ved hjelp av en pekeinnretning (feks mus) og dra målet til ønsket posisjon. Man bør forsøke å unngå at en må gå via et menysystem for å utføre noe på brukergrensesnittet, fordi dette kan "løfte" det kognitive kontrollnivået opp, ved at operatøren må huske hvor kommandoen er i menystrukturen og vite hvordan den brukes, istedenfor å kunne "se" dette direkte på overflaten til brukergrensesnittet.

Systemets må også støtte de forskjellige nivåene av kognitiv kontroll:

FBA - operering direkte på brukergrensesnittet for å kunne utvikle sensormotoriske kontrollmønstre. (se kapittel 4.3.1)

RBA - konsistent en-til-en avbildning (mapping) mellom arbeidsdomenets begrensninger og hintene fremskaffet av brukergrensesnittet. (se kapittel 4.3.2)

KBA - Representere arbeidsdomenet på formen til et abstraksjons hierarki slik at det kan tjene som en eksternalisert mental modell som vil understøtte kunnskapsbasert problemløsning. (se kapittel 4.3.3)

I tillegg til retningslinjene som omhandler de forskjellige nivåene av kognitiv kontroll bør brukergrensesnittet også tilpasse seg utviklingen i den kognitive koblingen mellom operatøren og omgivelsene. Som f eks utviklingen av ekspertise. Ethvert informasjonssystem må være i stand til støtte noviser uten å gjøre eksperter frustrerte. For å kunne støtte utviklingen av ekspertise må et brukergrensesnitt støtte alle de tre nivåene av kognitiv kontroll på samme tid. Rasmussen m.fl. (1994) sier at tilpassing og feiloperering er tett koblet sammen, og at en effektiv støtte for utviklingen av ekspertise derfor krever feiltolerant design. Et design som gjør at effektene av feilene kan observeres øyeblikkelig og handlingen kan "angres".

Kravene som EID setter til utviklingen og designet av brukergrensesnittet er veldig løse, og ikke helt enkelt å tilpasse til alle type domener. EID, SRK og AH er utviklet med tanke på bruk i

domener knyttet til brukergrensesnitt for kontroll av prosesser (Atomkraftverk, prosessindustri, etc.). Det er ikke noen direkte og innlysende metode for å overføre disse prinsippene til et militært domene eller et hvilket som helst komplekst domene med stor manuell inngripen. Dette er vel noe av årsaken til at EID ikke er mer benyttet.

Dette mener jeg er de viktigste prinsippene ved design av brukergrensesnitt for slike domener:

Brukergrensesnittet må organiseres slik at en direkte kan persipere hva som kan gjøres med elementene i brukergrensesnittet. D v s hvilke attributter (affordance) som elementene i brukergrensesnittet "tilbyr" operatøren. Med andre ord må operatøren kunne se hva de forskjellige elementene i brukergrensesnittet har å "tilby" direkte (knapper, funksjoner som "dukker" opp ved "klikk" på elementene, etc.). For eksempel er det naturlig for et menneske som ønsker å flytte på en "ting" å gripe tak i det og dra, skyve, etc. til den nye plassen. Dette bør være en mulighet i et brukergrensesnitt. Ønsker man å forandre retning på et mål vil det være "naturlig" å ta tak i retningsvektoren og vri den til ønsket retning (kurs).

Brukergrensesnittet må organiseres slik at det gir mulighet til å benytte sensor-motoriske (innlærte) bevegelsemønstre. Brukergrensesnittet må derfor gi "signaler" tilbake til operatøren i sann tid slik at han/hun kan utføre de innlærte bevegelsemønstrene hurtig og feilfritt. Dette tilsier f eks at brukergrensesnittet må reagere på operatørens interaksjon på en slik måte at operatøren ikke behøver å "vente" eller stoppe opp sin handlingssekvens for å registre om systemet har mottatt interaksjon eller om at tilbakemeldingen på handlingen er korrekt eller feil.

Brukergrensesnittet må organiseres slik at når ekspertisen er utviklet så kan operatøren bruke innlærte regler for sine handlinger. Brukergrensesnittet må gi klare og entydige hint/ ledetråder som skal trigge en handling. For eksempel betyr dette at en alarm i brukergrensesnittet må referere til den samme tilstanden hver gang alarmen kommer.

Brukergrensesnittet må organiseres slik at det støtter alle tre nivåene av kognitiv kontroll. For å gjøre dette må et abstraksjonshierarki (AH) benyttes. AH gjør at både FBA, RBA og KBA kan være i "virksomhet" samtidig. Dette vil gjøre det enklere for både noviser og eksperter å bruke det samme brukergrensesnittet. Når novisene "trenger" å bruke KBA er det støttet i brukergrensesnittet, mens ekspertene kan bruke et lavere nivå av kognitiv kontroll.

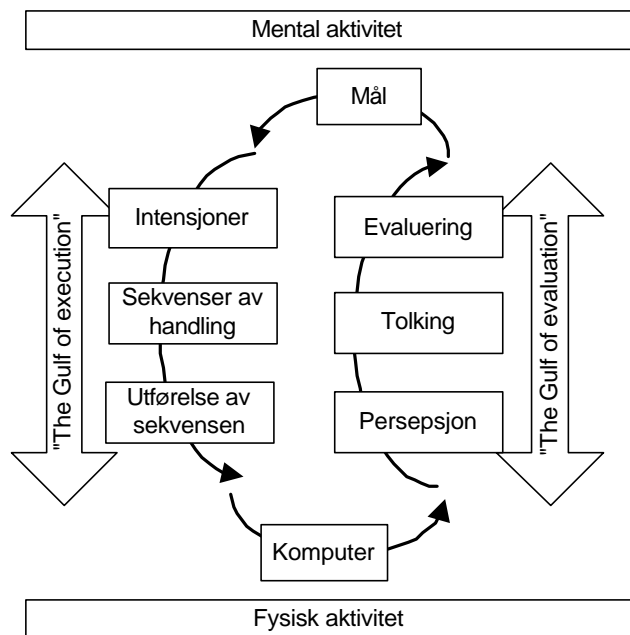
4.4.2.2 Direkte manipulert brukergrensesnitt

Brukergrensesnittet gjøres manipulerbart for at operatøren kan opparbeide seg sensormotoriske ferdigheter og utnytte de egenskapene som ligger i direkte persepsjon (Vicente & Rasmussen, 1992; Rasmussen m.fl., 1994; Terrier & Cellier, 1999) å bruke prinsipper for Direkte manipulert brukergrensesnitt (DMI). DMI er et viktig moment som taler for EID og vil derfor få en kort gjennomgang i dette kapitlet. Design av brukergrensesnitt for EID må også forsøke å følge disse retningslinjene.

Det er mange som har forsøkt å beskrive prinsippene for DMI. Shneiderman (1998) siterer flere studier i sin bok, blant andre Rutkowski, som kaller dette "*principle of transparency: The user is able to apply intellect directly to the task; the tool itself seems to disappear.*" Dette er hovedpunktet med DMI, brukergrensesnittet skal være transparent, slik at det skal gi operatøren en

følelse av at han/hun opererer direkte på elementene i omgivelsene. Brukergrensesnittet i seg selv ser ut til å bli "usynlig".

Norman (1990) forsøker å beskrive forholdet mellom et menneske og brukergrensesnittet (den verden som informasjonssystemet representerer) som to kløfter eller gap mellom menneske og datamaskinen. Disse to gapene benevner han som "The Gulf of execution" og "The Gulf of evaluation". De to gapene må overbygges etter minskes på noen måter. "The Gulf of execution" refererer til gapet mellom en persons mål og intensjoner, og de inndata som datamaskinen gjenkjenner, dvs måtene man kan oppnå målen på via datamaskinen. "The Gulf of evaluation" vil på den andre siden referere til gapet mellom en datamaskins utdata (brukergrensesnittet) og en persons konseptuelle modell av oppgaven.



Figur 4.3 Konseptuell modell av DMI (Norman, 1990, s 47)

Figur 4.3 viser hvilken "syklus" operering på et brukergrensesnitt har. Fra komputer via persepsjon, tolking av persepsjonen og evaluering med hensyn på hvilke mål operatøren har. Han/hun må ved hjelp av mental aktivitet bestemme hvilken intensjon og hvilke sekvenser av handling som må gjøres for at målet skal nåes og deretter utføre sekvensen.

Poenget er å minske gapene på begge sidene mest mulig. Ved legge hele byden med å tette gapet mellom disse på operatøren, øker den mentale byrden til han/hun. Dvs operatørene må bruke mer mental aktivitet for å forstå hva brukergrensesnittet presenterer og mer mental aktivitet for å forstå hvordan han/hun må interagere på brukergrensesnittet for å oppnå sine mål. For disse gapene kan man snakke om to typer "avstand", semantisk avstand og brukergrensesnittet evne til å uttrykke seg (Articulatory). Semantisk avstand er relatert til avstanden mellom brukerens intensjoner (det brukeren vil gjøre) og meningen med uttrykkene som er tilgjengelig i brukergrensesnittet. Den andre avstanden refererer til avstanden mellom den fysiske formen av brukergrensesnittets språk (uttrykk) og meningen. På eksekveringssiden vil den semantiske distansen bli redusert hvis brukerens intensjoner kan bli uttrykt i kommando-

språket på en konsis måte. Målet må være å tilpasse nivået av beskrivelse som kreves av brukergrensesnittets språk til det nivået som en person tenker om oppgaven. For eksempel hvis en bruker ønsker å skrive ut et dokument, kan han ikke skrive "*skriv ut brevet.doc på den nærmeste skriveren*", men må uttrykke seg ved hjelp av brukergrensesnittet kommandospråk som kan være "*lpr -Pnærmeste_printer brevet.doc*". På evalueringssiden vil semantisk avstanden minke hvis de viste objektene representerer det høyere konseptuelle nivået som brukeren naturlig adopterer når han resonnerer i dette domenet. I det militære domenet vil dette f eks være å representere "målene" (objektene, f eks en fregatt) på brukergrensesnittet som en fregatt og ikke som f eks enkelt våpen (torpedo, missiler, etc.) selv om det er våpenene som egentlig er det som bør presenteres.

Brukergrensesnittets evne til å uttrykke seg (Articulatory) er også en viktig faktor i gapet mellom mennesket og datamaskinen. På eksekveringsiden vil denne distansen (distanse mellom datamaskinens evne til å uttrykke seg og menneskets evne til å tolke og forstå hva datamaskinen uttrykker) være relatert til hvor nær formen på handlingen er til meningen til handlingen. For eksempel vil denne distansen bli redusert hvis brukeren ved hjelp av musen kan "dra" et objekt på brukergrensesnittet, heller enn å skrive inn en kommando på tastaturet. For eksempel å "dra" et dokument til en "utkurv" for å sende et dokumentet ved hjelp av e-post eller lignende. På evalueringssiden vil denne avstanden være relatert til hvor nær formen på objektene på brukergrensesnittet uttrykker meningen til objektet. D v s at formen på objektene gjør at brukerne kan forstå meningen med objektet utfra objektets visuelle form. I eksemplet foran må ikonet "utkurv", visuelt kunne se ut som en "utkurv" og ikke som et hvilket som helst annet ikon.

Kort oppsummert vil dette si at desto kortere "distanse" er mellom mennesket og datamaskinen, desto større blir følelsen av et direkte engasjement. Forskjellen mellom DMI og konvensjonelle brukergrensesnitt er at gapet forsøkes å tettes ved hjelp av datamaskinen. Dette muliggjør at brukeren kan konsentrere seg om oppgavene som skal løses istedenfor interaksjonsprosessen. Rasmussen m.fl. (1994) mener at det er noen viktige forskjeller mellom DMI og EID. For det første mener de at brukeren av et datasystem opererer på flere forskjellige nivåer av abstraksjon. Derfor kan ikke en datamaskin bare brygge en bro over et gap som har flere nivåer av abstraksjon. For det andre, som en konsekvens av det første, må gapet "fylles" av brukeren ved hjelp av hans/hennes perseptuelle evner.

4.5 Generelle retningslinjer for brukergrensesnitt

På bakgrunn av teorien som er diskutert i denne oppgaven, har jeg kommet fram til en del retningslinjer som bør følges ved design av brukergrensesnitt for militære domener. I bunnen av disse retningslinjene ligger de generelle retningslinjene som gjelder ved alle typer design av brukergrensesnitt. (f eks fontstørrelse, fargebruk, oppløsning på skjerm, utforming på knapper, etc.)

Disse retningslinjene har jeg satt sammen fra mange kilder, hovedsakelig fra Klein, Klinger og Miller (1997), Andriole og Adelman (1995), Rasmussen og Vicente (1989) og Endsley (1995a). Dette er generelle retningslinjer og vil ikke beskrive spesifikt hvordan disse kan implementeres.

Hva	Hvorfor	Hvordan
Presentere beregninger, avstander, tider, etc direkte.	Oppmerksomhets, og arbeids-hukommelse er begrenset. Ved å unngå at operatøren må foreta beregninger reduseres den mentale belastningen.	Ved å presentere dataene "ferdig" utregnet vil det redusere belastningen på operatøren. For eksempel bør CPA ¹² , KP ¹³ , tid til et valgt pkt, tid til at mål er innenfor en satt avstand (våpenrekkevidde), hvor fort et mål (fartøy, fly, etc) nærmer / fjerner seg, etc.
Presentere informasjon med hensyn på en operatørs hovedmål / hensikt.	Påvirker SA positivt (Endsley,1995a). Mange systemer presenterer informasjon som er teknisk orientert – basert på fysiske systemparametre og målinger. For å forbedre dette trenger informasjon (presen-tasjonen) å bli bedre SA orientert.	Informasjonen bør bli organisert slik at informasjon som er nødvendig for å nå et spesielt mål er uthevet (fargelagt, innrammet, blinkende, etc) og direkte besvarer de viktigste beslutningene som er assosiert med dette målet. For eksempel forslag til valg av våpen for et spesielt mål, tid til avfiring av våpen, sannsynlighet for treff, valgt mål, etc. Dette er muligens mindre viktig for taktiske presentasjonssystemer, men vil ha større betydning for systemer for våpenlevering.
Presentere hint / ledetråder som er viktig for å klassifisere en situasjon, gjenkjenne en prototypisk situasjon.	Tilpasse brukergrensesnitt til operatørens mentale modeller vil minske faren for valg av feil modell, valg av feil fremgangsmåte, etc.	Ved å analysere domenet med hensyn på de hintene / ledetrådene en typisk operatør trenger for å gjenkjenne / klassifisere en (prototypisk) situasjon og presentere disse på en slik måte at de kan bekrefte eller avbe-krefte den valgte (prototypiske) situasjonen. Gi operatøren en "liste" av handlinger som må utføres ved den valgte situasjonen. For eksempel et mål kommer innenfor en gitt avstand f eks våpenrekkevidde vil systemet kunne presentere en liste av operasjoner som må / kan foretas i den gitte situasjonen (rapportere, velge våpen, velge (mulig) unnvikende manøver, etc.) Dette er det mest omfattende punktet og det krever en nøyaktig analyse av domenet.
Presentere hensikt / intensjon	Presentere informasjon på en slik måte at det letter en operatøres oppgave med å definere eller utlede hensikten / intensjonen til et mål.	Gi operatøren verktøy for å være til hjelp for klassifisering av mål, oppdraget(ene) målet (ene) kan ha, hvilken funksjon de(t) kan ha i et oppdrag, hvilke andre mål det kan sam-arbeide med, etc. Dette kan være presentasjon av trackdata (historie, tidsrom, manøver-analyse, tendensdata (nærmer /fjerner seg, stiger / synker (høyde), etc), hvilke kilder / sensor som rapporterer målet (egne sensorer, link data, etterretningsrapporter, etc), kart data, sektorer (f eks er målet(fly) innenfor en internasjonal luftkorridor kan målet være en sivilt fly), etc.
Avlaste / lette operatørens arbeidsoppgaver som ikke er direkte knyttet til hans/hennes hoved-oppgave.	Minske arbeidsbelastningen og redusere faren for at oppmerksom-heten blir rettet mot oppgaver som ikke er "viktige" i situasjonen.	Automatisk eller lette prosessen med å assosiere to mål. Automatisk eller lette prosessene med f eks loggføring, rapportering av mål til andre enheter, etc.

¹² CPA – Closest Point of Approach

¹³ KP – Kollisjonspunkt

Hva	Hvorfor	Hvordan
Være tilgivende overfor feil av operatøren.	Minske effekten av operatørfeil. Gi operatøren mulighet for å tilbakekalle handlinger og/ eller gi advarsler før kritiske handlinger, handlinger som ikke kan tilbakekalles. Dette gjør at operasjoner på brukergrensesnittet kan gjøres med større hastighet og med mindre mental belastning, når operatøren vet at en handling kan tilbakekalles.	Lagre alle handlinger som har foregått og gi en mulighet til å "angre" disse. Utforme og bestemme hvilke handlinger som er kritiske eller har stor betydning og som ikke kan tilbakekalles.
Gi operatøren et "verktøy" for eksperimentering på og vurdering av hypoteser og alternative handlinger.	Redusere den mentale belastningen for operatøren ved å hjelpe operatøren med å utforme hypoteser og planlegge handlinger. Lette vurderingen av konsekvensene av handlingen(er) før de er utført.	Konstruere verktøy og funksjoner for å forutsi hvordan situasjonen kan utvikle seg ved valgt handlemåte. Gi operatøren verktøy for å kunne simulere utviklingen av situasjoner / virkningen av beslutningen / handlingen, etc.
Presentere operatøren med et brukergrensesnitt slik at operatøren ikke må "lete" i menyer for å finne en ønsket funksjon.	Redusere den mentale belastningen for operatøren ved ikke å tvinge den kognitive kontrollen på et høyere nivå enn nødvendig.	Ved å designe brukergrensesnittet slik at kun funksjoner som er nødvendig i den gitte situasjonen er tilgjengelig kan en redusere menystrukturen og heller presentere funksjoner som knapper / ikoner direkte på brukergrensesnittet.
Gi operatøren feedback på sine handlinger.	Gi operatøren mulighet til å oppdage feil prosedyre, feil valg, feil handling, etc. Unngår at operatøren er usikker om en handling er iverksatt.	Presentere feedback ved hjelp av kursor, tegn, signaler, lister over handlinger o.l.

Tabell 4.1 Generelle retningslinjer for brukergrensesnitt

I tillegg til de generelle retningslinjene er det spesielle krav til brukergrensesnitt må oppfylles. Disse kravene er spesifikt for det domenet brukergrensesnittet skal benyttes i, og kan være f.eks design av ikoner og symboler, kartdata og skala, bruk av spesiell notasjon, bruk av spesiell maskinvare etc. Disse spesielle kravene vil ikke vil diskutert i oppgaven.

4.6 Oppsummering

Tradisjonelle retningslinjer eller tommelfingerregler for design og utforming av brukergrensesnittet kan ikke alltid benyttes i spesielle domener, fordi disse er mest for generelle applikasjoner og for generelt bruk. Det må derfor utvikles retningslinjer for disse domenenene.

Det er forskjellige måter en operatør tolker et bilde (brukergrensesnitt) på. Det kan ikke sammenlignes det å bruke et tekstbehandlingsprogram og det å operere på et brukergrensesnitt for et prosessanlegg. Derfor må spesielle designløsninger som utvikles for applikasjoner som skal brukes i komplekse domener.

Det er enighet i mange forskningsmiljøer om at mennesker bruker forskjellige former for kognitiv kontroll når de bruker applikasjoner, tolker eller opererer på et brukergrensesnitt. Dette må designerne av brukergrensesnitt være bevisst på og kunne benytte disse prinsippene når det designes systemer for bruk i komplekse domener. Jeg har vist til Rasmussens SRK-hierarki for design av brukergrensesnitt. Lavere nivå av kognitiv kontroll (ferdighetsbasert adferd) har en

tendens til å bli utført raskere, mer effektivt og med mindre resursser (mentalt), enn høyere nivå kognitiv kontroll (kunnskapsbasert adferd). Empiriske undersøkelser viser også at mennesker har en definert forkjærlighet for å utføre oppgaver ved å basere seg på lavere nivå av kognitiv kontroll, selv om brukergrensesnittet ikke er designet for å støtte denne typen oppførsel. For å kunne støtte et lavere nivå av kognitiv kontroll må brukergrensesnittet gjøres manipulerbart, d v s operatøren må kunne opparbeide seg sensormotoriske ferdigheter for å kunne utnytte de perseptuelle evnene til operatøren. Samtidig må brukergrensesnittet også støtte de høyere nivå av kognitiv kontroll.

Jeg har også vist til undersøkelser som viser at beslutningstakerne benytter seg av en gjenkjennings-prosess og at SA er en av de viktigste interessene eller "bekymringene" beslutningstakeren har. Dette krever at designere av brukergrensesnitt for bruk i komplekse domener må undersøke hvilke kritiske hint og ledetråder som operatøren benytter for å katalogisere eller skille situasjoner. Dersom hvis designeren identifiserer de forskjellige hintene som benyttes av erfarne/uerfarne operatører. Kan brukergrensesnittet bli sentrert rundt beslutninger istedenfor rundt informasjonsflyt.

5 METODER FOR SYSTEMUTVIKLING AV BRUKERGRENSSESNIITT

5.1 Innledning

Dette kapitlet vil omhandle teknikker for å designe brukergrensesnitt for komplekse domener. Tradisjonelt er det "Task Analysis" (TA) som har blitt utført for å analysere arbeidsmetoder. TA er opprinnelig knyttet til manuelle arbeidsoppgaver. Etterhvert som arbeidsoppgavene har utviklet seg bort fra manuelt arbeid, har nye metoder dukket opp (Vicente, 1995b). Disse metodene kalles ofte for Cognitive Task Analysis (CTA) og Cognitive Work Analysis (CWA). Alle disse tre metodene (TA, CTA, CWA) vil bli omhandlet, men hovedtyngden vil være på de to siste (CTA og CWA).

5.2 Oppgaveanalyse (Task analysis)

5.2.1 Innledning

Oppgaveanalyse er den tradisjonelle måten å utføre systemutvikling av applikasjoner og brukergrensesnitt. Oppgaveanalysen er blitt benyttet i mange tiår, lenge før datamaskiner ble allemannseie. Brukeranalysen og oppgaveanalysen er prosessen med å lære om normale brukere ved å observere dem i interaksjon med sine omgivelser (Hackos & Redish, 1998 s 7). Analysen fokuserer på å forstå hvordan brukerne utfører sine oppgaver i dagens situasjon.

Dette inkluderer: (Hackos & Redish, 1998, s 8)

- hva brukernes mål er og hva de forsøker å oppnå.
- hva brukerne faktisk gjør for å oppnå disse målene.
- hva personlig, sosial og kulturelle karakteristikk av brukerne fører med seg for oppgaven.

- hvordan brukerne er under påvirkning av deres fysiske arbeidsmiljø.
- hvordan brukernes tidligere kunnskaper og erfaringer påvirker hvordan de tenker på sitt arbeide og den arbeidsmetoden de benytter / følger for å utføre oppgavene.

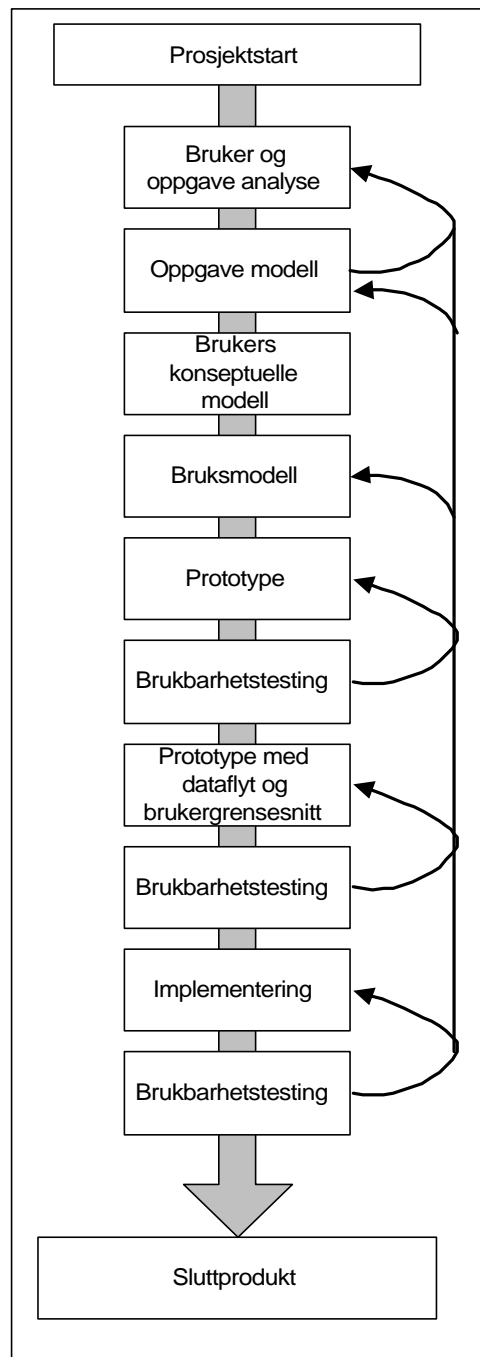
Jeg vil nå se på hvordan oppgaveanalysen utføres og hva den vektlegger og hvilke svake sider den har.

5.2.2 Analysen

Oppgaveanalysen har til hensikt å finne ut hvordan brukerne i virkeligheten utfører sine daglige gjøremål, hvilke problemer de har ved å utføre disse oppgavene, samt hvordan designerne kan se måter å forenkle arbeidssituasjonen slik at brukene kan oppnå sine mål enklere osv. Det går ut på å finne en mengde svar på spørsmål om brukernes oppgaver, mål, motivasjon, arbeidsmiljø, etc, dette for å kunne designe systemet slik at de "passer" til brukeres arbeidsoppgaver og motiver. Analysen gjøres i et utviklingssteg før selve designet av systemet starter. Som figuren til høyre (Hackos & Redish, 1998, s 10) viser er brukeranalsen og oppgaveanalysen helt i starten av utviklingssyklusen til et brukergrensesnitt-utviklingsprosjekt. Under bruker- og oppgaveanalysen må man analysere brukerne, brukernes mål og brukernes arbeidsmiljø. Deretter kommer en oppgavemodell, hvor man må forsøke å lage en modell av brukernes profiler, oppgaveanalyse- og arbeidsmiljø-profiler. Jeg vil her kun beskrive den første "boksen" i figuren. Bruker- og oppgave-analyse.

Det er viktig å forstå at målet med TA er å finne ut hvordan man designer eller redesigner et produkt. Det nye produktet eksisterer ikke ennå, og man vet ikke

hvilke funksjoner og prosedyrer som inngår i produktet. Man må arbeide med brukerne for å samle inn data i den hensikt å bestemme hvilke oppgaver produktet bør støtte og hvilke prosedyrer som må inkluderes i produktet. Dette fører til at brukerne må observeres i sitt egentlige miljø med de forskjellige påvirkninger miljøet tilfører brukerne. Man vil observere, høre på, og snakke med brukerne i alle trinnene av bruk, både for noviser og eksperter.



5.2.3 Brukernes mål

For å utføre en oppgaveanalyse må man forstå brukerens mål (hensikt) og hvordan brukene går fra mål til oppgaver og handlinger. I tillegg til brukernes mål har også organisasjonen sine mål. Et militært system kan for eksempel ha som mål å presentere alle mål (fly, fartøy, etc.) og objekter i omgivelsene på en skjerm, mens brukerens mål er å oppnå oversikt og forstå alle elementene i omgivelsene. Både organisasjonens mål og brukerens mål kan være sammenfallende, men de kan også være uforenlige. I eksemplet kan det å oppfylle organisasjonens mål med å presentere alle mål og elementer, frata brukerne mulighet til å få oversikt over omgivelsene fordi skjermen fylles med for mye "uviktig" informasjon. Det er ofte at produktet er designet kun for å møte organisasjonens mål og ikke brukernes mål (Hackos & Redish, 1998, s 55). De produktene som har størst suksess er designet for å oppfylle både organisasjonens mål og brukernes mål.

Når målene er funnet, må man "koble" disse til oppgaver og til handlinger. Norman (1990) sier at det er "Seven stages of action". Ett for mål, tre for eksekvering og tre for evaluering.

	Norman, (1990, s48) Seven stages of action	Eksempel
1	Forming the goal	Engasjer mål(fly) i vest
2	Forming the intention	Brukeren bestemmer hvilke oppgaver som må gjøres. Start TMA ¹⁴ og alloker våpen mot målet.
3	Specifying an action	Må velge funksjonen " <i>TMA on target</i> " og deretter velge funksjonene " <i>allocate weapons on target</i> ", den første funksjonen er under menyvalg "TMA" og den andre under menyvalg "Weapon".
4	Executing the action	Velger funksjonene " <i>TMA on target</i> " og " <i>allocate weapons on target</i> "
5	Perceiving the state of the world	TMA på målet startet ikke og våpen ble heller ikke valgt.
6	Interpreting the state of the world	Det må ha blitt gjort en feil ved valg av funksjon, eller funksjonen ble ikke utført riktig, eller en forutsetning ikke er oppfylt, eller det er en feil med systemet, eller etc.
7	Evaluating the outcome	Målet ble ikke nådd. (Hvis brukeren fremdeles vil oppfylle målet og fremdeles tror at dette er den beste måten å gjøre det på må trinnene 3 – 7 gjennomføres på nytt.

Tabell 5.1 Norman's (1990,s 48) "Seven stages of action"

Nå er det mange måter å oppfylle et mål på, og det er ikke problematisk å tenke seg at det er oppgaver i et komplekst miljø som kan utføres på mange måter for å nå målet på en akseptabel

¹⁴ TMA – Target Motion Analysis. En analyse av et måls bevegelser for å kunne engasjere målet med våpen eller vurdere trussen målet utgjør.

måte. Ved problemer kan kanskje brukerne forandre oppgaven, forandre sitt mål, eller gi helt opp. Dette fører til at det er en svært omfattende jobb å analysere oppgavene og brukerne av et systemet i et arbeidsmiljø, for å kunne dekke alle mulige mål som organisasjonen og brukeren har eller kan få i løpet tiden brukeren opererer på systemet. Designeren må derfor finne alle de funksjonene som er nødvendig for normal operering og for operering ved unormale hendelser og uventede situasjoner.

5.2.4 Typer av analyse

Analyse av målene er en kritisk del av oppgaveanalysen, men det er også viktig å forstå hva brukerne gjør for å møte disse målene. Det finnes flere teknikker og metoder for å planlegg og utføre oppgaveanalysen. (Hackos & Radish, 1998, s61)

Ønskes analysert	Teknikker
Hvordan arbeidet blir utført når det er flere personer involvert.	Arbeidsflytanalyse
Hva en enkelt bruker gjør igjennom hele dagen eller uken eller måneden.	Jobbanalyse
Hvordan arbeidsflyt- og jobbanalyse virker på hverandre.	
Rekkefølgen en bruker utfører oppgavene.	Prosessanalyse, oppgavesekvenser
Hvordan komplekse (store) oppgaver er sammensatt av mindre deloppgaver.	Oppgavehierarkier
Hvilke trinn og beslutninger brukerne tar for å fullføre en oppgave eller en del av en oppgave.	Prosedyreanalyse.

Tabell 5.2 Typer av analyse (Hackos & Radish, 1998, s61)

Man ser at det er mange måter å se på en oppgaveanalyse. I mange tilfeller må flere eller alle av disse teknikkene benyttes for å få en god og fullstendig analyse.

5.2.5 Kritikk til oppgaveanalyse

Tradisjonell oppgaveanalyse forsøker å identifisere en enkelt temporal¹⁵ sekvens (hovedsakelig "åpen" d v s. en som kan observeres) oppførsel, inkludert beslutningspunkter for å utføre en oppgave. Denne oppgavebeskrivelsen gir den normative måten denne oppgaven utføres på (Vicente, 1995b). Hensikten er å finne "den ene riktige måten" (Vicente, 1995b) for å utføre oppgaven. Det å anta at det finnes bare en riktig måte å utføre oppgaven på er sannsynligvis riktig bare i domener hvor oppgavene er veldig prosedyreorientert. Det er i slike domener hvor oppgaveanalyse hovedsakelig har blitt benyttet. I komplekse domener, som f eks et taktisk militæret domene, er det stor grad av frihet til å velge fremgangsmåte for å løse oppgavene på som alle er fullt ut er akseptable og tilfredsstillende. Den samme oppgaven kan løses ved hjelp av svært mange sekvenser av operatør handlinger.

Vicente (1995b) skriver i artikkelen at det er minst 3 faktorer som leder til variasjon i oppførsel:

¹⁵ Med hensyn på tiden

1) **Forandringer i de initielle forholdene.**

Det er ikke alltid mulig å forutse den nøyaktige tilstanden som systemet vil være i når en bestemt oppgave blir utført. Det er svært vanskelig å forutse hvilke handlinger som er nødvendig å utføre for å nå et spesifikt mål. Videre kan det være umulig å forutse hvilken initial hendelse den situasjonen som den nødvendige handlingen krever. (f eks uberegnelige feil på eget system, sensorer, våpen etc.) I slike situasjoner er det i realiteten umulig å identifisere en enkelt sekvens av handlinger ved hjelp av tradisjonell oppgaveanalyse.

2) **Uberegnelige forstyrrelser.**

I åpne systemer som er utsatt for eksterne forstyrrelser, vil det være en stor del variasjon i prestasjonene fordi operatøren må handle for å motvirke "forstyrrelsen", for å tilfredsstill systemets mål. Og siden forstyrrelsen er uforutsett kan altså ikke operatørens handlinger forutsettes.

3) **Bruken av flere strategier.**

Vicente (1995b) henviser i artikkelen til undersøkelser foretatt av Rasmussen som viser empirisk at samme oppgave kan utføres på forskjellige måter, som en funksjon av strategiene som operatørene har adoptert. Dette fører til at handlingsmønstret vil variere som en funksjon av operatørens foretrukne strategi, både innenfor og utenfor individene.

Dette fører til at tradisjonell oppgaveanalyse ikke kan fange opp slike "rike" handlingsmønstre fordi konseptet av " den ene riktige måten" ikke er gyldig i visse domener.

5.2.6 Oppsummering av oppgaveanalyse

Jeg har vist at det ikke er tilstrekkelig å foreta en oppgaveanalyse for å analysere oppførselen til operatører av systemer i komplekse domener. Det er det uventede og det uforutsette som setter "dagsorden" for operatøren. De må reagere på hendelser og "hint" fra omgivelsene som setter hvilke mål og delmål operatøren må oppfylle. Det er i mange tilfelle mulig å finne de fleste funksjonene og målene en operatør trenger for å utføre sine oppgaver, men det vil være oppgaver og situasjoner som vil dukke opp som designerne ikke har kunnet forutsi. Og det er nettopp disse som er mest utsatt for feil ved utførelsen. Undersøkelsen til Kaempf m.fl. (1996) viser at det er egentlig klassifisering av situasjonen som er problematisk for beslutningstakeren. Når situasjonen er klassifisert, er det relativt opplagt hvilke hendelser og funksjoner som må utføres. Det er derfor ikke tilstrekkelig å utføre oppgaveanalyse for å designe et system for bruk i omgivelser som f eks militære taktiske domener.

5.3 **Kognitiv oppgaveanalyse (Cognitive Task Analysis)**

5.3.1 Innledning

Utviklingen av arbeidsdomenet har ført til større krav til beslutningstaking og problemløsning. Dette har igjen ført til økning av variasjonen i handlingsmønsteret til operatøren. Dette krever mer konseptuell kunnskap og kognitive evner hos operatøren. I noen systemer for eksempel har rollen til operatøren utviklet seg fra en rolle som en aktiv kontrollør som krever hovedsakelig perseptuelle og sensormotoriske evner, til å være en overvåker av automatiserte systemer, og

som igjen krever konseptuell kunnskap og kognitive evner. (Vicente, 1995b)

Dette førte til at flere forskere har utviklet nye metoder som er kjent under begrepet "Cognitive Task Analysis" (CTA). CTA prøver å ta hensyn til variasjonene i handlingsmønstrene som har sin årsak i forskjeller i kognitiv strategi og kunnskaper. Det er flere metoder som går under begrepet CTA. Noen av disse metodene har benevnelsen "Critical Decision Methode" (CDM), "Operator Function Modelling", og "Conceptual Graph Analysis". Det er store forskjeller på de forskjellige metodene, men det er minst en viktig egenskap som er felles; alle fokuserer på oppgaven og de handlinger som er nødvendig for å nå systemmålene (Vicente, 1995b). Vicente mener at dette fører til at CTA, i likhet med tradisjonell oppgaveanalyse, umulig kan hanskles med situasjoner som ikke er forutsett av systemdesignerne.

I dette delkapitlet vil jeg gjennomgå CTA for å gi en innføring i stegene og metodene som inngår i denne typen systemutvikling.

5.3.2 Analysen

Det er ingen enkeltstående definisjon av CTA eller beskrivelse av hvordan CTA utføres. Gordon og Gill (1997, s132) lister opp noen typer informasjon som forskerne forsøker å identifisere når de utfører CTA:

- *Concepts and principles, their interrelationships with each other, and their relationship to the task(s).*
- *Goals and goal structures (including methods of achieving the goals, and initiating conditions or "triggers" for goals and methods)*
- *Cognitive skills, rules, strategies, and plans.*
- *Perceptual learning, pattern recognition, and implicit or tacit knowledge.*
- *Mental models (how experts represent and run models of the system).*
- *Problem models (how experts represent a problem and work within the problem space).*
- *How novices move through all of the above in various stages to become expert.*
- *Difficulties in acquiring domain knowledge and skills.*
- *Instructional procedures useful for moving a person from novice to expert.*

De fleste forskere og systemanalytikere forsøker å ikke bestemme alle disse faktorene for en gitt oppgave, men forsøker heller å utvikle en mer komplett teori eller modell av hvordan eksperter i "felten" utfører sin oppgaver. Denne modellen kan bli brukt til å utvikle brukergrensesnitt, intelligente støttesystemer for beslutningstaking, trening, opplæring, etc. CTA er et forsøk på å beskrive **hvordan** man utfører oppgaver, snarere enn å beskrive **hvilke** steg man utfører. (Klein, 1995) CTA skiller seg fra tradisjonell oppgaveanalyse fordi den forsøker å avdekke strategiene man faktisk bruker for å utføre en oppgave, sammen med de "hintene" og ledetrådene, sammenhengen og mønstrene som kreves av strategiene. Den forsøker ikke å gi en inngående grundig spesifisering, fordi det ville være umulig, da mye av ekspertisen som er nødvendig for å vellykket utførelse av en oppgave er avhengig av taus kunnskap, d v s kunnskap som ikke kan uttrykkes, verken verbalt eller skriftlig. CTA forsøker å gi en klar oppfatning av hvordan

kyndige operatører utfører sine oppgaver, uten å beskrive de stegene som er nødvendig for å repetere operatørens evner og kunnskaper.

5.3.3 Stegene og metodene

Det er utviklet flere forskjellige metoder for å utføre CTA. Klein (1995) sier at CTA hovedsakelig utføres i 5 steg:

Forberedelse

Inkluderer gjennomgang av bakgrunnsstoff, samt kurs, opplæring og andre aktiviteter som gir innblikk i domenet. Dette punktet inkluderer dessuten trening av datainnsamlerne i de metodene de vil benytte, og også utvikle protokoller, intervjuguider og annet materiell. I tillegg kommer utvelgelsen av personell for observasjon og intervju.

Kunnskapframhenting

Inneholder flere kategorier: intervjumetoder, observasjonsmetoder, modelleringsmetoder og eksperimentelle metoder. Det mest vanlig er intervjuer, både strukturerte og ustrukturerte med enkeltindivider og -grupper. Man bør få eksperter til å tegne kart eller bilder over oppgaver og observasjon av oppgaveutførelsen (lydopptak, video, etc).

Dataanalyse

Analyse av data som er innsamlet. Dette punktet kan ta lengere tid og kreve mer resursser enn antatt.

Kunnskapsrepresentasjon

Representasjon av kunnskapsinnsamlingen og analyse kan ha forskjellige former, f eks. kan den bli linket til spesielle situasjoner eller hendelser (som en beskrivelse av en beslutning i forbindelse med en ikke-rutine-hendelse), eller den kan være generisk (som en opplisting av kritiske hint er brukt av offiserer for å klassifisere et mål, situasjon, etc.)

Gordon og Gill (1997, s137) gir i sin artikkel noen eksempler på spesifikke metoder som er brukt i forbindelse med CTA. Disse varierer langs mange dimensjoner. Noen av disse er:

- Noen metoder bruker generiske diskusjoner av oppgaven gjennom intervjuer eller konseptmapping (kartlegging), mens de fleste bruker verbalisering eller prestasjoner i et realistisk, oppgavespesifikt og kontekstspesifikt miljø. (enten virkelig eller simulert). Mao må man spørre eksperter om å gjøre jobben (eller kanskje få han/hun til å huske "ting" når oppgaven utføres).
- Metodene varierer over hvordan, og av hvem, scenarioene eller testcasene er generert. Noen forskere har eksperter til å huske tidligere erfaringer, noen har eksperter til å generere scenarioer, og noen baserer seg på at analytikerene genererer scenarioene med de ønskede karakterstikkene.

- Metodene varierer i hvilken type av situasjoner som blir analysert. Noen miljøer bruker mange forskjellige scenarioer, både kjente og vanskelige, "harde/tøffe" scenarioer. Mens, noen miljøer spesifiserer bare noen scenarioer som skal være vanskelige, "harde/tøffe" eller "kritiske hendelser".

Det er også felles trekk som er viktige for å utføre en vellykket CTA. Disse er (Gordon & Gill, 1997 s 138)

- a) bruk av mange eksperter.
- b) bruk av mange oppgaver, mange forskjellige scenarioer som dreier seg om samme oppgave, eller en kombinasjon av disse.
- c) utførelse av virkelige problemløsnings- eller beslutningstakingsoppgaver i realistiske omgivelser.
- d) fordelene med at analytikerne påtar seg en lærende rolle i oppgaveanalysen.

5.3.4 Oppsummering av kognitive oppgaveanalyse

CTA er ofte svært tidkrevende og arbeidskrevende (Gorden & Gill, 1997). Det vil også si at den er kostbar å utføre. Den krever også at analytikerne er godt trent og skolert for denne type analyse. Å foreta en fullstendig analyse ved hjelp av CTA er i mange tilfeller ikke gjennomførbart p.g.a. tidsaspektet, ressursbehovet, etc. CTA kan ikke erstatte konvensjonelle metoder, men kan benyttes for å supplere disse. Metoden er en relativt lavkostnadmetode for å avklare de kognitive aspektene ifm oppgaveutførelse.

5.4 Kognitiv arbeidsdomeneanalyse (Cognitive Work Analysis)

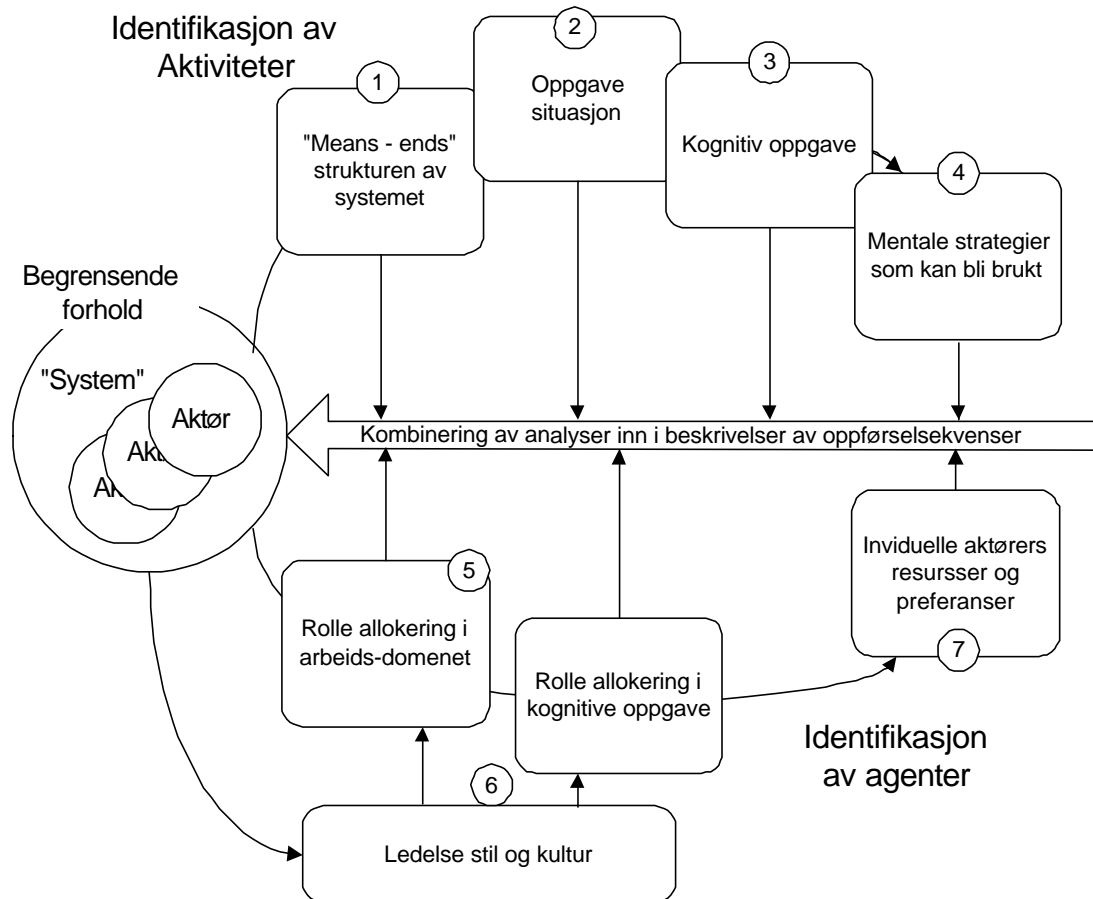
5.4.1 Innledning

Ettersom systemene er blitt mer komplekse i sin natur, har den største trusselen til system-sikkerheten blitt hendelser som er ukjente for operatøren og som ikke er blitt forutsett av systemdesignerne (Vicente m.fl., 1992). Hverken tradisjonell oppgaveanalyse eller CTA kan mestre slike typer krav. Derfor har Cognitive Work Analysis (CWA) blitt utviklet for å omhandle disse tilfellene også. CWA skifter fokus på analysen fra bare oppgavene til også å inkludere arbeidsdomenet. Dette er en viktig forskjell fordi i et hvilket som helst arbeidsdomene er det mange oppgaver som må utføres, og noen av dem er uventede. Oppgaver er det operatøren gjør, mens arbeidsdomenet er det operatøren opererer på. Dette fører til at oppgaver er hendelse-avhengig i og med at de er identifisert for spesielle klasser av hendelser, mens arbeidsdomenet er hendelse-uavhengig fordi operatøren har arbeidsdomenet tilgjengelig uansett hvilken hendelse som inntreffer. Ved å fokusere på den funksjonelle strukturen til arbeidsdomenet, i tillegg til oppgaver, strategier og kunnskap, kan man designe for uventede hendelser (Vicente m.fl.,1992).

CWA kan sees på som et supplement til tradisjonell oppgaveanalyse og CTA fordi den beholder fordelene ved hver av disse metodene, samtidig legger til kapasiteten å designe for det uventede som det øker muligheten til (Vicente, 1996b).

5.4.2 Arbeidsdomeneanalyse

Figur 5.1 viser den "riktige" oppførselssekvensen som vil lede til effektive handlinger og tilpassing av brukeren til et system.



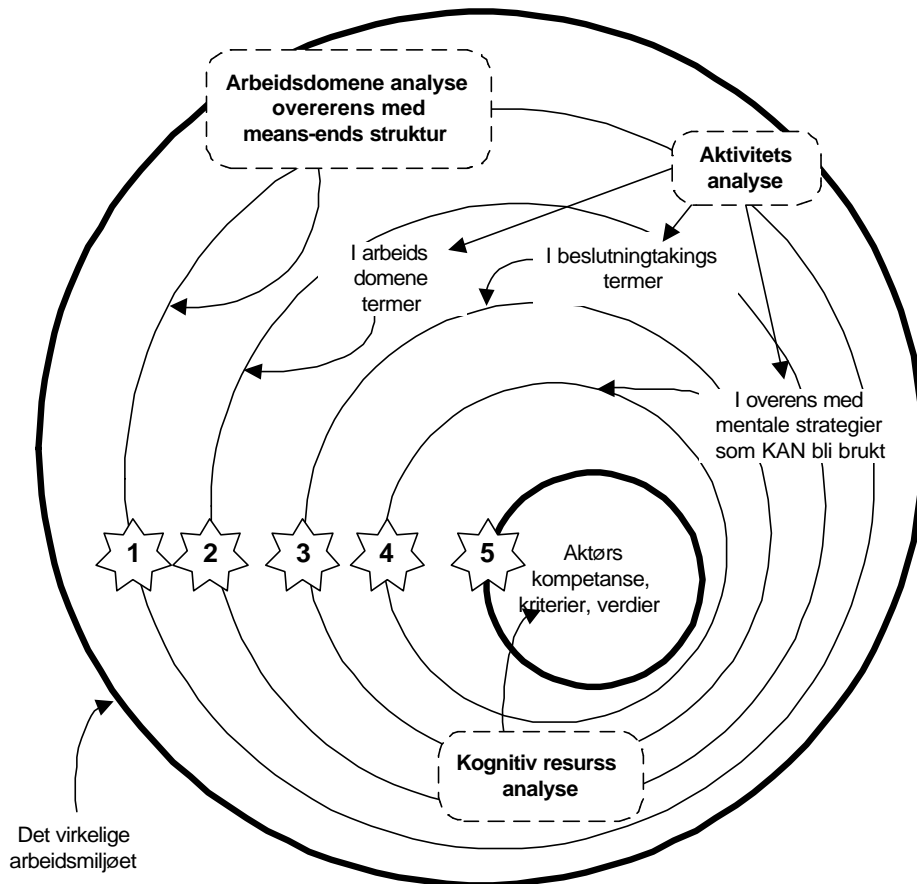
Figur 5.1 Oversikt rammeverk for CWA (Rasmussen m.fl., 1994, s27)

Oppførselssekvensen blir bestemt av flere kilder - på den ene siden av egenskaper i arbeidsmiljøet (oppgaven, og måten oppgaven kan løses på) (Aktivitet 1 til 4 i figuren), på den andre siden av egenskaper ved agent(ene) som utfører aktivitetene (Aktivitet 5 til 7 i figuren) som sosiale og organisatoriske roller, og individuelle kompetanser (Sanderson, 1998). Hver "boks" i figuren representerer en hel disiplin innen systemering og forskning på "Human Factors". Ved analyse, design og evaluering av systemer må man være i stand til å beskrive disse nivåene og vise hvordan de er relatert til hverandre.

5.4.2.1 Rammemodell

Rasmussen (Rasmussen m.fl.,1994) mener analyse og design av moderne dynamiske systemer ikke kan baseres på analyse og design av systemer i termer av stabile oppgaveprosedyrer. Her menes oppgaveanalyse eller lignende teknikker. Isteden må analyse av systemer være i overensstemmelse med de handlingsmønstrene som bestemmer målene og føringene som definerer grensene til et rom der aktørene er fri til å improvisere innenfor, styrt av sine lokale og subjektive ytelses-kriterier.

Rasmussen m.fl. (1994, s 25) viser her en figur (figur 5.2) som viser hvilke faktorer som ligger til oppførselen hos en individuell menneskelig aktør innenfor et system. De rangerer fra de fysiske og tekniske begrensningene / føringene av selve arbeidsdomenet, til de kognitive-, perseptuelle- og følelses- egenskapene til den individuelle aktøren.



Figur 5.2 Egenskaper ved arbeidsdomenet, relatert til de kognitive resurssene til en aktør. (Rasmussen m.fl., 1994, s25)

Disse fem nivåene (nummererte stjerner) kan benyttes i en effektiv analyse av hvordan en enkelt menneskelig agent interakterer med et system, og hvilke krav til brukergrensesnittet som settes. Dette rammeverket støtter en stegvis innsnevring av graden av frihet som møter en aktør når han/hun vurderer de alternative måtene han/hun møter i arbeidskravene og hvilke valg blant mulighetene som må gjøres.

Figur 5.2 viser at det er en tredeling (stiplede rektanglene) av perspektivet når det gjelder CWA. Jeg vil her kort omtale disse:

Arbeidsdomeneanalyse. Dette er beskrevet i et tidligere kapittel om abstraksjons-hierarkiet. En analyse innenfor denne dimensjonen av rammeverket vil ikke forsøke å representere den "virkelige" kobling og funksjonen av systemet i en bestemt situasjon, men isteden produsere en generalisert representasjon av "arbeidsdomenet" overens med systemets "inventar" av mål, funksjoner, aktiviteter og resursser.

Med andre ord, man er beskjeftiget med kategorier av mål, funksjoner, ressurser og deres generelle egenskaper; og spesielt, deres kapasiteter for handling, så vel som begrensende egenskaper som kan innskrenke disse handlingene. Dette vil gi en situasjons-uavhengig beskrivelse i termer av de funksjonelle egenskapene til et system, i og med at det er målene og den funksjonelle virkemåten og ressursene som blir beskrevet i et hierarki med økende abstraksjon. Hierarkiet går fra det laveste nivået som er de fysiske komponentene, og til det høyeste nivået som er de mål og begrensninger som er i domenet.

Aktivitetsanalyse. For å være i stand til å knytte kravene som er representert av arbeidsdomenet til de kognitive ressursene og de subjektive prestasjonskriteriene til medlemmene av staben, må aktivitetsanalysen gå gjennom tre steg av dekomponering:

- Aktivitet i arbeidsdomenetermer som skal hjelpe til med å definere prototypiske arbeidssituasjoner og funksjoner. D v s de målene som er aktive og de ressursene som er tilgjengelig for aktørene for slike gjentatte (prototypiske) aktiviteter vil bli identifisert.
- Aktivitet i beslutningstakingstermer. Denne delen av analysen vil beskrive beslutningsprosessen som er funnet i forskjellige prototypiske situasjoner og funksjoner i den hensikt å samordne de forskjellige gjentagne "state of knowledge" brukt av aktørene for å representere den virkelige tilstanden til oppgaven / situasjonen i arbeidsdomenet (Rasmussen m.fl. 1994, s 64).
- Aktivitet i overensstemmelse med mentale strategier som kan bli brukt. Analyse av karakterstikkene i de mentale strategiene som kan bli brukt av en aktør for de forskjellige beslutningsoppgavene er viktig. En strategi her er ment å være en idealisert kategori av kognitive prosesser som kan støtte beslutningsprosessen som nevnt i punktet over. (f eks situasjonsanalyse, diagnose, målevaluering, eller planlegging)

Kognitiv ressurs analyse. Analyse av de kognitive ressursene som organisasjonen og enkeltindividene rår over. For enkeltindividet gjelder det analyse av egenskapene til den individuelle aktøren, deres grad av ekspertise, deres kompetanse, og de subjektive preferansene- og prestasjons-kriteriene som de måtte bruke. Målet er å identifisere den (de) kognitive strukturene og ressursene som kan bli brukt på oppgaven, avhengig av bakgrunn og ekspertise.

5.4.3 Oppsummering av kognitiv arbeidsdomeneanalyse

Som nevnt tidligere, er det ikke mange eksempler på at denne typen systemdesign er brukt. Bisantz m.fl. (1994) sier at det veldig få eksempler på bruk av CWA fordi den er vanskelig å benytte. Eksemplene på bruk av CWA er hentet fra prosessindustri, atomkraftverk og forskningssimulatorer. Det krever en stor del av domenekunnskap hos leseren for å forstå eksemplene godt nok til å kunne benytte dette på andre domener.

CWA gir en grundig gjennomgang i domenets mål og ressurser det har for å kunne løse alle oppgavene som er aktuelle. Både organisasjonenes og den individuelle aktørenes kognitive ressurser identifiseres. CWA er heller ikke avhengig av at designeren greier å identifisere alle oppgavene og situasjonene som kan oppstå i domenet. CWA identifiserer også de aktivitetene som omhandler beslutningstaking og søkestrategier som aktørene kan benytte for å finne løsninger på oppgaver og problemer i domenet.

5.5 Oppsummering av systemering

Det er det uventede og det uforutsette som setter "dagsorden" for operatøren, og som gir de største farene for feil og ulykker. Operatøren må reagere på hendelser og "hint" fra omgivelsene som definerer hvilke mål og delmål operatøren må oppfylle. Til å løse dette problemet med å finne eller vise de hintene som er så avgjørende for operatøren å reagere riktig på, er det utviklet forskjellige modeller eller metoder for å analysere en operatørs "hverdag" med de begrensinger og funksjoner som han / hun må eller kan benytte.

Jeg har beskrevet 3 modeller i dette kapitlet og alle disse har forskjellige fordeler og ulemper. Det er ikke opplagt hvilken metode som bør benyttes, og jeg mener det må velges ut fra den oppgaven som skal løses. Metoden må også velges ut fra hvilke ressurser og tidsrammer man opererer innenfor. Jeg er overbevist over at det ikke er tilstrekkelig å kun vurdere hvilke funksjoner og oppgaver en operatør skal løse, men også det kognitive perspektivet må med i en slik vurdering. Hvilke "hint" benytter operatøren for å ta de rette avgjørelsene i domenet, og hvordan disse presenteres for operatøren er svært viktige spørsmål i komplekse domener. CTA gir i mange tilfeller disse svarene, men er ofte svært tidkrevende og arbeidskrevende. Det vil også si at den er kostbar å utføre. I tillegg krever den også at analytikerne er godt trent og skolert for denne type analyse. Å foreta en fullstendig analyse ved hjelp av CTA er i mange tilfeller ikke gjennomførbart p.g.a. tidsrammene og ressursene. I motsetning til CTA og tradisjonell oppgaveanalyse fokuserer CWA ikke bare på oppgavene og de handlinger som må gjøres for å nå et mål, men også på arbeidsdomenet og er derfor hendelsesuavhengig. CWA kan sees på som et supplement til tradisjonell oppgaveanalyse og CTA fordi den beholder bedre fordelene ved hver av disse metodene. Samtidig som den bedrer muligheten til å designe for det uventede. CWA er vanskelig å gjennomføre, og det er ikke mange eksempler på slike analyser utenfor det tradisjonelle domenet som CWA har bli benyttet innen. Dette gjør at CWA er utilgjengelig for mange systemanalytikere og det kreves en dyp innsikt og utforskning av domenet som man ønsker å benytte CWA på.

Hvilken metode skal man velge? Det er ikke lett å svare på og det er kanskje ikke så viktig heller. Det viktigste ved valg av metode, er at det kognitive perspektivet (og dermed også de menneskelige ressurser) blir med i en analyse av et system for bruk i komplekse domener, som f.eks. et taktisk militært domenet.

6 CASE-STUDIEN

6.1 Innledning

Dette kapitlet omhandler en casestudie foretatt i februar 2000 ved Haakonvern, Bergen. Kapitlet beskriver både testoppsettet, testmålene, resultatet og analysen av casestudien.

For å få svar på de konkrete testmålene måtte det foretas intervjuer av aktive offiserer fra Sjøforsvaret. Det ble konstruert et scenario på SjøTAS og dette ble avspilt for offiserene som måtte vurdere det taktiske bildet og foreta eller foreslå beslutninger som burde tas. Intervjuene ble foretatt etter at scenarioet var ferdig og hensikten var at man måtte forsøke å få offiserene til

å "avsløre" hva han / hun brukte og hadde av kunnskap og informasjon når beslutningene ble fattet. I tillegg ble det gjort forsøk på å måle situasjonsbevisstheten til testpersonene ved hjelp av skjemaer som de måtte besvare. Skjemaene måtte besvares etter ca 14 minutter ut i scenarioet og ved slutten av scenarioet. Dette gjelder kun for 2 av testpersonene (dag 1), de to andre måtte ikke besvare testskjemaet (dag 2).

6.2 SjøTAS

SjøTAS er et databasert system for taktisk planlegging for Sjøforsvarets enheter. Målsetningen med systemet er å bidra til å støtte, forenkle og standardisere operativ planlegging og ledelse ved Sjøforsvarets avdelinger. Systemet er i bruk på de fleste fartøystypene i sjøforsvaret.

SjøTAS er et kommando, kontroll og informasjons (KKI) system i betydning støtte til operativ virksomhet på taktisk nivå. Den skal være et hjelpemiddel og en støtte i planlegging og gjennomføring av operasjoner. Dette gjøres bla gjennom å motta, prosessere, lagre, systematisere og presentere informasjon. Dette er en PC-basert applikasjon og utvekslingen av data (track) mellom forskjellige enheter kan foregår via telefon, nettverk, radio, datalink, etc. Presentasjon av informasjonen gjøres på en kartpresentasjon, d v s målene og eventuelle objekter legges inn over kartet. SjøTAS inneholder en mengde funksjoner for å tilpasse presentasjonen til den aktuelle brukeren og til situasjonen. Det er mulig å zoome, sette scala, sette hvilke punkter og hvilke egenskaper kartpresentasjonen skal ha. Se vedlegg 1 for et bilde av brukergrensesnittet til SjøTAS. Bildet viser ca 15 minutter ut i case scenarioet.

6.3 Testoppsett og evaluering

6.3.1 Innledning

Hensikten med scenarioet er å provosere eller tvinge operatøren til å foreta beslutninger utfra det operatøren observerer i scenarioet. Ved å måle situasjonsbevisstheten til operatøren (testpersonen (TP)) ville man kunne få svar på om brukergrensesnittet på applikasjonen var tilstrekkelig komplett til å være til hjelp ved beslutninger. Scenarioet måtte også være krevende for operatørene slik at han/hun følte at det var et visst tidspress og at arbeidsbelastningen var slik den vil være i virkeligheten. Scenarioet skulle være så lik en virkelig situasjon som det var mulig å få i kontrollerte omgivelser.

Testplanen for case-studien er vedlagt (vedlegg 2).

6.3.2 Intervjuobjekter

4 testpersoner ble valgt, 2 som hadde erfaring med SjøTAS og 2 uten nevneverdig tidligere erfaring med SjøTAS. Dette var offiserer som til "daglig" tar beslutninger og tolker taktiske bildeter.

6.3.3 Gjennomføring

Gjennomføringen av case-studien ble foretatt 16. og 17. februar 2000 ved SjøTAS lab'en på Taktikkskolen. Intervjuene ble utført umiddelbart etter avspillingene av scenarioet var foretatt.

6.3.3.1 Scenario - oppsett

Scenarioet ble satt opp på ett konsoll ved SjøTAS laboratoriet på Taktikkskolen. SjøTAS programvareversjon var MARIA 2.0

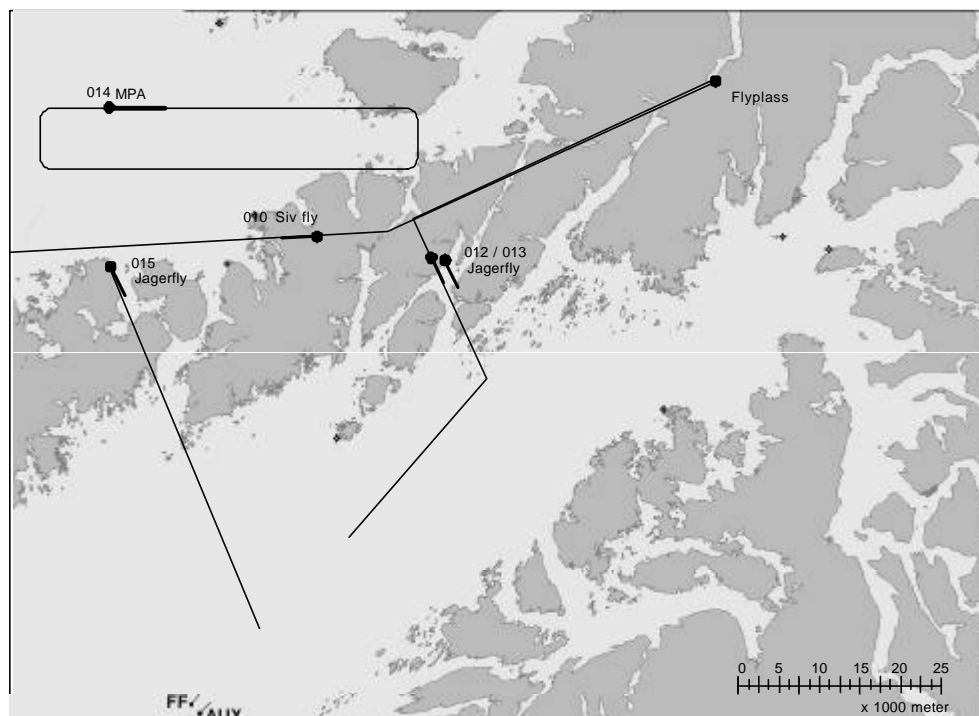
6.4 Scenario-utvikling

Dette var oppsettet og utviklingen i scenarioet. Testpersonene (TP) hadde ikke mulighet til å se denne delen før testen ble gjennomført. Utviklingen i scenarioet er forklart i tabell 6.2. Deltakende styrker i scenarioet er gitt i tabell 6.1.

Mål / Egne styrker	Klassifisering
FF	Fregatt (Eget fartøy)
AUX	Sivilt handelsfartøy (Egne styrker)
014	Fiendtlig Maritime Patrol Aircraft (MPA)
010	Sivilt fly
012 /013 /015	Fiendtlige jagerfly

Tabell 6.1 Deltakende styrker

Skjematisk oversikt over scenarioet er gitt i figur 6.1.



Figur 6.1 Scenario kart oppsett

Oversikt over hendelsene i scenarioet er gitt i tabell 6.2.

Tid (min:sek)	Hendelse			Forklaring
	Egne styrker	Fiendtlige styrker	Sivile / nøytrale styrker	
0	Posisjon på egne styrker			Start scenario
2:41		Radarkontakt peiling 350 Nr 014		Fiendtlig Maritime Patrol Aircraft
4:42			Radarkontakt peiling 045 Nr 010	Sivilt passasjerfly. Radarkontakten kommer i nærheten av siv / mil flyplass. Flyet følger sivil luftkorridor.
5:13		Radarkontakt peiling 045, mulig jagerfly Nr 012		Fiendtlig jagerfly, Radarkontakten er i nær avstand til det antatte sivile flyet. Dette for at TP skal bli usikker på klassifisering og hensikt.
10:19		Radarkontakt en splittes og blir to mål Nr 012 og 013		To fiendtlig jagerfly.
10:20		Kontakt 012 forandrer hastighet samtidig som 013 blir introdusert		Se om testpersonene observerer at hastigheten har forandret seg og at de foretar nye vurderinger i lys av den nye hastigheten.
12:13		Ny radarkontakt peiling 340 Nr 015		Fiendtlig jagerfly.
13:42		Radarkontakt ene forandrer kurs mot egne styrker Nr 012 og 013		Skiller seg fra den sivile kontakten.
13:50		Radarkontakt ene har kurs mot eget fartøy Nr 012/013 og 015		Må vurdere hvilke mål som når våpenavstand først Må vurdere hvor lang tid før målene utgjøre den største trusselen.
18:30		Radarkontakt en er på våpenavstand Nr 015		Må foreta en beslutning om målet skal engasjeres. Målet har ikke passert grensen.
18:40		Radarkontakt ene passerer grensen Nr 012 og 013		Må vurdere hvilken hensikt disse kan ha.
21:00				Scenario slutt

Tabell 6.2 Scenarioutvikling

6.4.1 Intervju – oppsett

Intervjuene ble foretatt kort tid etter scenarioet var gjennomført i samme rom som scenarioet ble avspilt. TP hadde ikke mulighet til å se scenarioet etter at det var avspilt.

6.4.2 Data registrering

6.4.2.1 Video

Det ble foretatt videoopptak av scenario avspillingen og av intervjuene.

6.4.2.2 Data

Kun manuelle registreringer av data ble utført av intervjuleder.

6.4.2.3 Skjemaer

Skjemaene som ble utarbeidet er vedlagt. To skjemaer ble benyttet:

- Skjema for å registrere data på testpersonen , som f.eks. alder, erfaring, tidligere erfaring med SjøTAS, etc. (vedlegg 3)
- Skjema for måling av SA (vedlegg 4)

Testpersonen kunne også benytte skisser o.l. for å klarlegge situasjonen under intervjuene.

6.4.2.4 Data analyse

Dataanalysen ble utført etter at alle testene var gjennomført.

6.5 Testmål

Målet med case-studien er å forsøke å få bekreftet de testmålene som er beskrevet i dette kapitlet. Testmålene er generert ut fra de generelle retningslinjene i kapittel 4.5. I tillegg ønsker jeg å få testet om et enkelt scenario i SjøTAS er tilstrekkelig for å kunne evaluere brukergrensesnitt og kunne måle en operatørs situasjonsbevissthet. Testmålemetodene er i tillegg beskrevet.

6.5.1 Identifisering av hint og ledertråder

Identifisering av hint og ledertråder er et hovedmål med case-studien. Både Endsley (1995a) og Klein m.fl. (1997) hevder i sine artikler at hint som blir presentert for en operatør er avgjørende for hans/hennes SA og dermed for de handlinger han/hun velger å iverksette. Operatørene vil ikke vurdere flere alternative løsninger satt opp i mot hverandre, men kun vurdere en og en løsning. Vurderingen kan være at operatøren "simulerer" (Klein m.fl., 1997) eller gjør et "tankeeksperiment" (Endsley, 1995a) i sitt hode for vurdere utfallet av valget. Hvis utfallet av simuleringen eller tankeeksperimentet ikke gir de ønskede resultatene, blir en ny løsning valgt eller at den valgte løsningen forandres eller tilpasses slik at den når de mål som er satt. Hvis tiden ikke tillater at man simulerer eller "kjører igjennom" løsningen, velges den løsningen som "passer" til de hintene som oppfattes fra brukergrensesnitt eller blir persipert direkte fra situasjonen. Klein m.fl. (1997) hevder at mesteparten av tiden blir brukt til å vurdere og forstå, samt det å kunne

forutsi hva som kommer til å skje videre i situasjonen. Når en operatør "gjenkjenner" eller har klassifisert en situasjon som en kjent situasjon eller en prototypisk situasjon er hans / hennes valg av handlinger relativt opplagte.

6.5.1.1 Målemetode

For å få svar på de konkrete testmålene ble det foretatt intervjuer av testpersonene (TP). Man forsøker å identifisere beslutninger som TP har foretatt i scenarioet. Dette må for denne case studien gjøres i sanntid p.g.a. tiden som er tilgjengelig. Med mer tid tilgjengelig kan man med fordel analysere beslutningspunktene nærmere ved gjennomgang av scenarioet med de opptak og logger som er tilgjengelig. I noen tilfeller er beslutningspunktene relativt opplagte, men dette er ikke alltid tilfellet. Intervjuene må foretaes etter at scenarioet er ferdig og beslutningspunktene var identifisert og ved hjelp av intervjuene måtte man få TP til å "avsløre" hva han / hun brukte og hadde av kunnskap og informasjon ved beslutningene.

Dette kan gjøres ved å spørre konkrete spørsmål som for eksempel: (Ved kursforandring i scenarioet)

- Hvilken informasjon hadde du når du besluttet å forandre kurs og hvordan var denne informasjonen ervervet?
- Hva var ditt spesifikke mål / hensikt på dette tidspunktet? Dette må være detaljerte mål og ikke generelle mål som er alltid gjeldene.
- Vurderte du andre handlinger?
- Hvilke andre handlinger var mulige eller tilgjengelig for deg?
- Hvordan var denne handlingen valgt / andre handlinger forkastet? Hvilken "regel" ble fulgt?
- Hvordan vil du beskrive situasjonen på dette punktet? For eksempel til en vaktavløser på dette punktet.
- Følte du at du var under tidspress på dette tidspunktet?
- Hvis en nøkkelfaktor var annerledes, hvilken forskjell vil det ha gjort med hensyn på din beslutning?

Disse spørsmålene måtte tilpasses til hvert beslutningspunkt i scenarioet for å kunne identifisere hintene.

Noen av disse hintene er oppsummert i tabellen under.

Hint	Forklaring	Eksempel
Klassifisering	Klassifiseringen av et mål kan / må ha innvirkning på hvilke beslutninger som fattes vedrørende dette målet.	Ved å klassifisere et mål som et fiendtlig jagerfly må man ta hensyn til mulige oppdrag flyet kan ha, hvilken våpenlast og sensor utrustning flyet kan ha.
Manøvrering / trenddata	Hvilken manøver foretar målet seg eller har foretatt. Ved å gjenkjenne typiske manøvrer kan man antatt at målet har visse hensikter. Hvilke forandringer i kurs, fart, høyde, osv har målet foretatt seg i den siste tiden.	Foretar målet en typisk manøver som tilsier at målet har til hensikt å angripe. Skifter målet (f eks fly) kurs rett imot eget skip og forandrer hastighet og høyde til typiske angrepshastighet og høyde for dette målet.
Historie	Ved å ha kunnskap om historien til et spesifikt mål kan det være til hjelp ved klassifisering og til å gjenkjenne mulige oppdrag / hensikt som dette målet kan ha.	Ved å vite at et mål kommer fra fiendtlig kontrollert område kan man anta at målet er fiendtlig.
Kinematiske data	Fart, kurs, høyde, dybde, størrelse, posisjon osv er data som er viktige for å finne klassifisering og hensikt et mål kan ha.	Fart og kurs er viktig for å vurdere når et mål har en stor trussel, f. eks når er målet nær nok til å avfyre våpen.
Ikke-kinematiske data	Utsendelser (f eks radio, sensorer, etc), våpenavfyringer.	Har målet avfyrt et våpen mot eget fartøy kan man anta at hensikten til målet er fiendtlig.

Tabell 6.3 Identifisering av hint

6.5.1.2 Spesifisering av testmål

Hvilken informasjonen vil operatøren ha presentert på brukergrensesnittet eller ha tilgjengelig på annen måte.

Hvis brukergrensesnittet viser tilstrekkelig informasjonen (flytype, typiske hastigheter, våpenlast, våpenrekkevidde, etc) om det klassifiserte målet, vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.

Hvis brukergrensesnittet viser tilstrekkelig informasjonen om målets bevegelser, manøvrer og trender vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.

6.5.2 Identifisering av hjelpemidler og "verktøy" for prosessen

Identifisering av "verktøy" og hjelpemidler som operatørene kan bruke for å lette SA prosessen og dermed redusere arbeidsbelastningen er viktig. Endsley (1995a) hevder at arbeidsbelastning har en stor innvirkning på en persons SA. Det er derfor viktig i forsøke å identifisere hvilke handlinger og tankeprosesser som legger beslag på arbeidsbelastningen. Dette kan være utforming av hypoteser og planlegging av fremtidige handlinger.

6.5.2.1 Målemetode

Jeg vil forsøke å identifisere disse ved hjelp av intervjuer. Her må man forsøke å identifisere hvilke hjelpemidler og verktøy som beslutningstakeren har benyttet eller kunne ha benyttet.

Man må forsøke å konkret spørre hvilken utregninger, beregninger, gjetninger etc som beslutningstakeren har foretatt før en beslutning fattes eller under planleggingen av sine handlinger eller sekvenser av handlinger.

Prosesser	Hjelpemidler / verktøy	Eksempler
Simulering av utviklingen av scenarioet.	Ha mulighet til å projisere utviklingen av scenarioet fremover i tid basert på eksisterende data om målene.	Gi brukeren mulighet til å flytte "klokken" framover i tid for å se hvordan scenario - bildet er om 15 minutter.
Beregning av taktiske måldata.	Ha mulighet til å beregne og presentere CPA (Closest point of approach) , kollisjonspunkt, etc både når det gjelder tid og f eks geografiske punkt relativt til egen posisjon.	Ved å velge et mål kan man få automatisk beregnet alle viktige taktiske måldata, som f eks CPA.
Beregning av avstander og tider til spesielle punkter hvor avgjørelser må taes.	Gi brukeren mulighet til å på forhånd å sette eller angi våpenradius, sensorradius, spesielle punkter, etc. fra eget fartøy eller andre valgte objekter og få beregnet data som måtte være av interesse for disse.	Sette en våpenradius som et valgt mål har og få beregnet siste mulige tidspunkt for når en beslutning må taes med hensyn til avfyring av eget våpen mot dette målet.

Tabell 6.4 Identifisering av hjelpemidler

6.5.2.2 Spesifisering av testmål

Hvis operatøren har muligheten til å beregne taktiske data (CPA, KollisjonsKurs, Tider, etc) eller få disse presentert på brukergrensesnittet vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.

Hvis operatøren har mulighet til å sette våpenradius for et valgt mål eller våpenradius for sine våpen vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.

6.5.3 Identifisering av alarmer og "snubletråder"

Jeg ønsker også å få identifisert hvilke alarmer og snubletråder som trigger handlinger hos operatøren. Snubletråder er her brukt i overført betydning og menes som dynamiske grenser og punkter som operatøren kan sette i brukergrensesnittet, slik at de gir en form for varsel eller alarm når de blir brutt.

Det er vist at beslutningstakerne benytter seg av "regler" når de tar avgjørelser (Klein m.fl, 1997; Endsley, 1995a; Rasmussen m.fl., 1994).

For eksempel If – Then regler:

IF (betingelse) THEN (handling)

IF (jagerfly innefor radius av 50 km av eget skip) THEN (engasjer mål).

Det er viktig å identifisere disse slik at de kan integreres i et brukergrensesnitt og være til hjelp for operatøren når beslutninger skal vurderes og taes.

6.5.3.1 Målemetode

Dette vil også kunne måles ved hjelp av intervjuer. Her må man forsøke å identifisere hvilke alarmer og snubletråder som trigger en valgt handling eller en beslutning. Man må ved hvert beslutningspunkt forsøk å finne de "tingene" som trigger en handling hos beslutningstakeren. Dette kan f eks være at et mål med en klassifisering kommer innenfor en selvvalgt radius eller at man får målkontakt i en spesiell sektor.

6.5.3.2 Spesifisering av testmål

Ved å gi operatøren muligheter for sette snubletråder vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.

6.5.4 Identifisering av nødvendig informasjon

Identifisering av hvilken informasjon som er nødvendig for operatøren for å kunne ta de riktige avgjørelsen til riktig tid er et sentralt punkt i utformingen av brukergrensesnitt. Vurdere situasjonen i ettertid i beslutningspunktene for å avgjøre om beslutningstakeren hadde den nødvendige informasjonen til å ta de rette beslutningene. Forsøk å vurdere om noe informasjon mangler for at beslutningen kan taes og i tilfelle hvilken informasjon som mangler.

Sammenligne "fasiten" fra simuleringen med TP oppfatning av simuleringen for å vurdere om fasiten inneholder informasjon som TP ikke har og hvorfor TP ikke har denne informasjonen. Er f eks informasjonen ikke presentert eller er presentert på en slik måte at TP ikke kan eller vanskelig kan oppfatte informasjonen.

6.5.4.1 Målemetode

Dette kan måles ved hjelp av intervjuer og et spørreskjema som TP må besvare i løpet av scenarioet og til slutt. Her må man forsøke å identifisere hvilken informasjon og kunnskap beslutningstakeren hadde på beslutningstidspunktet. Deretter vurdere informasjonen fra intervjuene med det som er "fasit" i scenarioet. Fasit i scenarioet kan fåes ved hjelp av vurderinger av erfarne offiserer og / eller fra en vurdering av de som har oppnådd de beste resultatene i et scenarioet (når dette blir målt). I denne case studien blir det ikke prestasjonene målt og man må derfor foreta en vurdering av beslutningene i ettertid.

6.5.4.2 Spesifisering av testmål

Brukergransesnittet gir operatøren tilstrekkelig informasjonen til å opparbeide seg situasjonsbevissthet.

6.5.5 Evaluering av testmetoden

Hovedoppgaven presenterer komplekse metoder for å designe et brukergrensesnittet for bruk i komplekse domener. For å kunne verifisere et design av et brukergrensesnittet er man avhengig av at man kan teste brukergrensesnittet i tilnærmet realistiske forhold. Mange av testene og forsøkene som er presentert i artiklene som det refereres til i hovedoppgaven er store simuleringer som involverer flere operatører og avanserte simulatorer, hvor store scenarioer med mange mål er brukt. Dette er omfattende og kostbare forsøk som krever store resursser og anlegg.

Denne case-studien gjennomføres med små ressurser og et enkelt scenario. Jeg ønsker derfor å få svar på om enkle scenarioer presentert på SjøTAS og påfølgende intervjuer er tilstrekkelig for

å gi svar på spørsmål om utforming av brukergrensesnittet for bruk i taktiske domener.

6.5.5.1 Målemetode

Ved hjelp av intervjuer vil jeg forsøke å danne meg et bilde av hvor godt testmetoden fungerer.

6.5.5.2 Spesifisering av testmål

Er enkle scenarioer presentert på SjøTAS og påfølgende intervjuer tilstrekkelig for å gi svar på spørsmål om utforming av brukergrensesnittet for bruk i taktiske domener.

6.6 Resultater

6.6.1 Testpersonene

Det var innkalt 4 personer til test. Personene skulle være tjenestegjørende i sjøforsvaret og i stillinger hvor det til "daglig" taes taktiske beslutninger basert på informasjon fra forskjellige kilder som for eksempel SjøTAS, radarbilde og informasjon fra andre enheter. Testpersonene kom fra missiltorpedobåt (MTB)-våpenet. Det er dette miljøet som har benyttet SjøTAS lengst i Sjøforsvaret.

6.6.1.1 Statistikk.

Testperson	Alder	Antall år med erfaring med SjøTAS	Antall år med operativ erfaring	Antall år i sjøforsvaret
1	22	2	2	2,5
2	25	0	2,5	5,5
3	23	3	3	4
4	26	0	1,67	2,67

Tabell 6.5 Statistikk på testpersoner

6.6.2 Intervjuspørsmål

Nedenfor er alle spørsmålene presentert. Disse ble ikke slavisk fulgt, men tilpasset underveis i intervjuet slik at intervjuene ble mer likt en samtale / diskusjon. Første kolonne (TM) viser til hvilket testmål som spørsmålet er ment å kunne gi svar på. Der hvor SA er angitt i kolonnen TM er spørsmålet gitt utfra det å kunne vurdere hvor god SA testpersonen hadde.

TM	Nr	Spørsmål
SA	1.	Hvilke forventninger hadde du når scenarioet begynte ? På hvilken måte brukte du scenariobakgrunnen for å danne deg et inntrykk av hvordan scenarioet kunne utvikle seg ?
SA	2.	Har du sett eller deltatt i lignende scenarioer / øvelser / treninger og på hvilken måte kan du si at det påvirker din planlegging av handlinger ?
SA	3.	Gjorde du noen planer, forberedelser før scenarioet begynte ?
SA	4.	Bruker du å forberede deg før øvelser osv ? Og på hvilken måte forbereder du deg ? Spesielle skjemaer, klassifisering, beregninger (rekkevidder, våpenrekkevidder, etc)
SA	5.	Bruke du opplysninger om Nordlandets styrker for å forberede deg med hensyn på våpenrekkevidder, sektorer, når flyene er på en avstand hvor du må reagere, flytiden til et missil på max avstand?
A;E;F	6.	Ville du ha brukt brukergrensesnittet i forbindelse med planlegging og forberedelser, hvis det har vært mulig?
A;H	7.	Du fikk opplysningen om den ubåten som forlot marinebasen? Ble disse vurdert på noen måte? Hvorfor ble den ikke vurdert som en trussel?
A;E;F	8.	Før scenarioet startet gjorde du deg noen "notater" eller regler for handlemåte når noe i scenarioet skjedde eller disse ble overskredet eller brutt på noen måte?
A;E;F	9.	Hvis du hadde muligheten, ville du da ha satt noen sektorer, grenser eller lignende som kunne gi en "alarm" når de ble brutt?
A;G	10.	Ble egenkapasiteten på våpensystemet mot fly vurdert på noen måte? Rekkevidden til dine missiler er kortere enn flyenes missilers rekkevidde. Ville det ha vært en fordel å fått slik informasjon presentert på brukergrensesnittet? (Seasparrow 14km/ 2,5Mach ~ 45sek på 14km).
SA	11.	Når scenarioet begynte hadde du 1. mål (MPA), hvilken hensikt (oppdrag) antok du at målet hadde? Hvilke styrker antok du flyet samarbeidet med og på hvilken måte?
SA	12.	Vurderte du noen annen hensikt?
SA	13.	Når det sivile flyet dukket opp, hva antok du flyet skulle gjøre?
A;C;G	14.	Manglet du noen opplysninger for å kunne bekrefte dine antakelser? (for eksempel sivile luftkorridorer, rutetider, etc)
A;C;G	15.	Ville det ha gjort noen forskjeller om du har hatt dette presentert på skjermen?
SA	16.	Når jagerflyet dukket opp, hvilken hensikt / oppdrag antok du dette flyet hadde?
SA	17.	Hvilke elementer bygger du dette på?
SA; A	18.	Gjorde du noen vurdering på om klassifiseringen kunne være feil på ett eller begge flyene?
A	19.	Ville det ha vært til nytte å ha årsakene til klassifiseringen tilgjengelig eller fra hvilke kilder klassifiseringen kommer fra?
A	20.	Hvor godt vil du si at du anser det som blir presentert på brukergrensesnittet som "sant" og feilfritt?
D	21.	Gjorde du noen beregninger og vurderinger av avstander / tider , etc? med hensyn på jagerflyet?
A;B	22.	Husket du våpenutrustning / våpenrekkevidder, etc?
A;B;C	23.	Bruker grensesnittet viser ikke noen høyde på målet, ville det ha gjort noen forskjell på dine vurderinger?
C	24.	Hvilken hjelp kan få ifra det å tolke historien (trackhistorien) til målene?
SA	25.	Når et sivile flyet og jagerflyet skilt lag, hvilke vurderinger gjorde du da?
SA	26.	Ved kursforandringen: Forandret hensikten (oppdraget) du hadde på jagerflyet tidligere seg?
SA	27.	Ble to jagerfly: Hadde det noen forandring i dine vurderinger?
SA	28.	Hvilken track trodde du de to jagerflyene ville få? Gjorde du noen "tankeeksperimenter" med hensyn på trackhistorien og fremtidige track?
SA	29.	Tror du det hadde noen form for hensikt at jagerflyene hadde dette tracket? (forsinke ankomsten til evt angrepspunkt)
A;C	30.	Jagerflyene forandret hastighet, observerte du dette? Medførte det noen forandringer?
A;F	31.	Ville det ha hjulpet å ha en form for alarm / varsel eller lignende?
SA;A	32.	Jagerflyene skiftet til "angrephastighet", gjorde det noen forandringer (oppdrag / hensikt)?
A	33.	Husket du fra klassifiseringen hvilken angrephastighet flytypen hadde?
D	34.	Forsøkte du å gjøre noen beregninger med hensyn på våpenrekkevidder og hvilken avstand trusselen blir størst?
D;E	35.	Ville det ha lette dine beslutninger hvis du har kunne "se" på brukergrensesnittet våpenrekkevidder for målet og eget fartøy?
SA	36.	Nytt jagerfly dukker opp. Gjorde du noen form for rangering av de to målene? (hvilket mål er den største trusselen)

TM	Nr	Spørsmål
SA;A;D	37.	Gjorde du noen form for vurdering av hvilket fly som ville nå deg først? (innenfor våpenrekkevidde)
D;	38.	Gjorde du noen form for vurdering av hvor lang tid du hadde etter at et jagerfly hadde skudd til missilet var i nærheten av eget skip?
D	39.	De siste spørsmålene går på beregninger eller vurderinger med hensyn på hastighet og track av flyene. Tror du at de ville det ha vært til hjelp å ha slike verktøy som utfører slike beregninger eller ha disse presentert direkte på brukergrensesnittet?
SA	40.	De to jagerflyene fly mot grensen, hadde du noen forventninger over hva som ville skje når jagerflyene nådde grensen?
SA	41.	Når jagerflyene fly parallelt med grensen, ble det vurdert noen annerledes/andre handlinger, etc?
SA	42.	Trodde du at flyene hadde til hensikt å angripe eller provosere og hvorfor trodde du flyene ville provosere eller angripe?
SA;C	43.	Gjorde du noen form for vurdering av tracket som flyene valgte ville ha noe å si på det oppdraget flyene hadde? (relative åpne track, dette er mulig å "fly" mer skjult ved valg av andre track)
SA	44.	Gjorde du noen vurderinger om din egen kurs? Ville valget av en annen kurs, for eksempel nærmere land (større avstand fra grensen) medført at dine valg ble enklere?
SA;D	45.	Hvorfor gjorde du eller gjorde du ikke slike valg? Ville det ha vært til hjelp å ha verktøy som kan simulere slike valg?
SA;H	46.	Hvordan synes du scenarioet var? Ble det for mye, for lite eller passende arbeidsbelastning?
SA;A	47.	Synes du at du hadde "kontroll" med situasjonen? Hadde du kunnskap nok om situasjonen?
A;	48.	Ble den kunnskapen du hadde om situasjonen presentert på brukergrensesnittet på en klar og entydig måte?
A;	49.	Hvilken kunnskap savnet du eller tror du ville ha hjulpet på dine vurderinger av situasjonen?
A;	50.	Hvordan kan en slik kunnskap presenteres på brukergrensesnittet?
A;	51.	Hadde en kunnskap om fra hvilken sensor målene ble "holdt" på hatt en betydning på dine valg av handlingsmåte?
H;	52.	Synes du at slike scenarioer er for enkle og derfor ikke har noen hensikt fordi de ikke engasjerer eller er utfordrende nok?
H;	53.	Synes du at du får gitt uttrykk for dine beslutninger i slike tester?
H;	54.	Hvor mye tenker du på brukergrensesnittet på de systemene som blir brukt?
A;H;	55.	Hvilken informasjonen savner du på brukergrensesnittet?
A;	56.	Hvor viktig synes du det er at et brukergrensesnittet er lett på bruke?

6.6.3 Resultater fra intervjuene

Intervjuene ble foretatt umiddelbart etter at avspillingen av scenarioet var gjennomført. Intervjuene ble tatt opp på video for å lette analysen i ettertid. For testperson (TP) nr 1 ble det en feil på opptaket slik at det ikke er mulig i analysere intervjuet av denne testpersonen.

Jeg vil her kun stikkordsmessig gjengi svaret fra testpersonene og plassere svarene under det testmålet som genererte spørsmålet som ble besvart. Når stikkordene er direkte besvart fra ett spørsmål er dette angitt hvilket spørsmål i parentes. Noen spørsmål har innvirkning på flere testmål. Når dette skjer er stikkordene plassert i ett testmål. Når jeg legger inn kommentarer er det for å forklare funksjoner som testpersonen bruker i scenarioet til de som ikke er kjent med funksjonene i SjøTAS. Disse vil slå i parentes og merkes med "kommentar:" Noe er også observasjoner som ble gjort under avspillingen av scenarioet. Disse er merket med (ob). De stikkordene har ikke noen henvisning til spørsmål, observasjon eller kommentar er bemerkninger som TP har kommet med under intervjuene og som ikke har kommet i forbindelse med et konkret spørsmål.

Situasjonsbevisstheten ble bare målt på de to første TP. Jeg besluttet etter første dags tester og intervjuer at målingen av situasjonsbevisstheten ikke fungerte slik jeg ønsket. Skjemaet var ikke

godt nok utformet slik at TP brukte lang tid på å besvare skjemaet. De brukte opptil 15 minutter på å besvare skjemaet. Dette vil nok påvirke scenariet og TP tolking av scenarioet. For nærmere beskrivelse av hvordan måling av situasjonsbevisstheten bør foregå refererer jeg til kapittel 4 i testplanen (vedlegg 2).

6.6.3.1 Resultater fra intervju testperson 2

Testmål	Besvarelse (stikkord)
<p>Testmål A</p> <p>Hvilken informasjonen vil operatøren ha presentert på brukergrensesnittet eller ha tilgjengelig på annen måte.</p>	<p>(ob) Testpersonen har en viss forvirring med hensyn på fartsangivelsene. (knop eller km/t)</p> <p>Brukes ifm planlegging / briefer (sp6)</p> <p>Gjøres i andre systemer (fregatt) (sp8), hvor det blir satt alarmer, sektorer og grenser.</p> <p>Presentasjon av luftkorridorer på skjermen (sp14)</p> <p>Viktig å vite hvor klassifiseringen kommer fra (sp19) Dette kan observeres på SjøTAS via blockallocation nr. (kommentar: blockallocation nr er et unikt nummer på hvert mål som identifiserer målet og hvem som rapporterer målet)</p> <p>Høyde på mål er til hjelp i klassifiseringen (sp23) Skille mellom sivil og militære fly.</p> <p>Trackhistorie er viktig (sp24)</p> <p>Oppfatter brukergrensesnittet som sant og ”feil” fritt. Foretar ingen form for kvalitetssikring av dataene som blir presentert. (sp20)</p> <p>Kunnskap om hvilken sensor som ”holder” målet er svært viktig for valg av handlingsmåte. (sp51)</p> <p>Et brukergrensesnitt må være enkelt å bruke i hektiske situasjoner, hvor ting skjer raskt (sp56)</p>
<p>Testmål B</p> <p>Hvis brukergrensesnittet viser tilstrekkelig informasjonen (flytype, typiske hastigheter, våpenlast, våpenrekkevidde, etc) om det klassifiserte målet, vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.</p>	<p>Ikke besvart av testpersonen.</p>
<p>Testmål C</p> <p>Hvis brukergrensesnittet viser tilstrekkelig informasjonen om målets bevegelser, manøvrer og trender vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.</p>	<p>Letter klassifisering av sivile fly (sp14). Dette er svært viktig. (fly innenfor en slik sektor betraktes som fiendtlig (evt unknown)</p> <p>Avhengig av track utledes hensikten, dette vil lette klassifisering ved å vurdere trackhistorien (sp43).</p> <p>Utleder hensikt utfra trackprofilen.</p> <p>Viktig å se hvordan kontaktene forandrer seg. Ikke alt presentert på skjermen samtidig (sp24)</p>
<p>Testmål D</p> <p>Hvis operatøren har muligheten til å beregne taktiske data (CPA, KollisjonsKurs, Tider, etc) eller få disse presentert på brukergrensesnittet vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.</p>	<p>(ob) Måler avstander og kurser, beregner ankomst tider og hvilke kontakter som kommer først fram til seg.</p> <p>Viktig hjelpemiddel (sp21)</p> <p>Simulering av mulig utfall kan bli ekstra arbeid (innleggelse av data, faktorer, etc)</p>

Testmål	Besvarelse (stikkord)
<p>Testmål E</p> <p>Hvis operatøren har mulighet til å sette våpenradius for et valgt mål eller våpenradius for sine våpen vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.</p>	<p>Ja, dette gjøres på andre systemer (sp8)</p> <p>Forsiktig slik at det ikke blir for mye informasjon. I utgangspunktet skal en operatør ha så gode kunnskaper at man vet dette.</p>
<p>Testmål F</p> <p>Ved å gi operatøren muligheter for sette snubletråder vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.</p>	<p>Ikke besvart av testpersonen.</p>
<p>Testmål G</p> <p>Brukergrensesnittet gir operatøren tilstrekkelig informasjonen til å opparbeide seg situasjonsbevissthet.</p>	<p>(ob) Brukte scenarioebakgrunn aktivt, prøvde å tenke seg mulig utfall.</p> <p>(ob) Satte seg regler ”innenfor 15nm så skyter jeg”</p> <p>Hadde grei kontroll, men savnet samband slik at jeg kan foreta meg noe mot flyene, f.eks ”warning off” prosedyrer (sp47)</p>
<p>Testmål H</p> <p>Er enkle scenarioer presentert på SjøTAS og påfølgende intervjuer tilstrekkelig for å gi svar på spørsmål om utforming av brukergrensesnittet for bruk i taktiske domener.</p>	<p>Svært engasjerende og spennende. Ikke vanskelig å engasjere seg (sp52)</p>

6.6.3.2 Resultater fra intervju testperson 3

Testmål	Besvarelse (stikkord)
<p>Testmål A</p> <p>Hvilken informasjonen vil operatøren ha presentert på brukergrensesnittet eller ha tilgjengelig på annen måte.</p>	<p>Beregninger, kalkulering av hastigheter, hvor vi skal ligge. Med hensyn på sambandsdekning, radardekning. Viktige funksjoner. Gir viktige hint om hvordan det kan være. Bruker det som pekepin. (sp6)</p> <p>Viktig å vite hvor klassifiseringen kommer fra (sp19)</p> <p>Betrakter det som blir presentert på brukergrensesnittet som sant og "feilfritt". Man velger å tro på sine egne inntil det motsatte er bevist (sp20)</p> <p>Ved at brukergrensesnittet viser høyde på målet sier det noen om hensikten og dette er viktig mht trusselen mot eget fartøy (sp23)</p> <p>Egen besetnings kapasitet, tid til motangrep, etc. Informasjon i brukergrensesnittet er greit nok. Ønsker sambandsinformasjon.</p> <p>Rekkevidder egne våpen, fiendtlige våpen, tid til passering av spesielle punkt, framfor plotting. (sp49)</p> <p>Betydningen av hvem som holder målene. Stoler f. eks på AWACS fly med hensyn på klassifisering etc. (sp51)</p>
<p>Testmål B</p> <p>Hvis brukergrensesnittet viser tilstrekkelig informasjonen (flytype, typiske hastigheter, våpenlast, våpenrekkevidde, etc) om det klassifiserte målet, vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.</p>	<p>Ikke besvart av testpersonen.</p>
<p>Testmål C</p> <p>Hvis brukergrensesnittet viser tilstrekkelig informasjonen om målets bevegelser, manøvrer og trender vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.</p>	<p>Har opplysninger om sivile luftkorridorer om bord. Fordel å kunne slå av og på enkelt. Ville bare bekrefte mine mistanker (sp14, sp15)</p> <p>Taktiske track kan si noen om hensikten til målet (sp43)</p>
<p>Testmål D</p> <p>Hvis operatøren har muligheten til å beregne taktiske data (CPA, KollisjonsKurs, Tider, etc) eller få disse presentert på brukergrensesnittet vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.</p>	<p>(ob) Starter med å måle avstander fra eget skip til mål</p> <p>Kunne være en fordel å få tid også beregnet ved hjelp av "drag and dropp" med musen. (sp21) (kommentar: i SjøTAS er det mulig å få avstanden beregnet mellom to punkter ved å trykke ned høyre mustast og dra musen til ønsket punkt. Avstand og peiling blir direkte presentert på en menylinje nederst i bildet)</p> <p>Det ville ha lett mine beslutninger om jeg har kunnet "se" på brukergrensesnittet våpenrekkevidder for målet og eget fartøy (sp35)</p> <p>Fordel å kunne beregne tiden før situasjonen utvikler seg. Når målet har skutt må det besluttes raskt (sp38)</p> <p>Simulator for å simulere mulige utfall etc. (sp45)</p>
<p>Testmål E</p> <p>Hvis operatøren har mulighet til å sette våpenradius for et valgt mål eller våpenradius for sine våpen vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.</p>	<p>Ikke besvart av testpersonen.</p>

Testmål	Besvarelse (stikkord)
<p>Testmål F</p> <p>Ved å gi operatøren muligheter for sette snubletråder vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.</p>	<p>Fordel med alarmer mot "ildledningsradarer". (kommentar: Ildledningsradarer er radarer som kan styre missiler eller andre våpen)</p> <p>Praktisk å ha varsel eller alarmer for om fienden har mulighet til å levere våpen eller ikke. Dette gjelder for eget fartøy også. (sp31)</p>
<p>Testmål G</p> <p>Brukergrensesnittet gir operatøren tilstrekkelig informasjonen til å opparbeide seg situasjonsbevissthet.</p>	<p>Ikke besvart av testpersonen.</p>
<p>Testmål H</p> <p>Er enkle scenarioer presentert på SjøTAS og påfølgende intervjuer tilstrekkelig for å gi svar på spørsmål om utforming av brukergrensesnittet for bruk i taktiske domener.</p>	<p>Ikke et typisk MTB scenario, men et typisk fregatt scenario. Liten arbeidsbelastning og mangler andre stressende faktorer. Samband, annet taktisk arbeid, oppfølging av andre. (sp46)</p> <p>Scenarioet var ikke for enkelt. Reelt vil nok være flere kontakter på overflaten. (sp52)</p> <p>Jeg får uttrykt de beslutninger som er viktigst (sp53)</p> <p>Tilnærmet likt situasjonen rundt meg. Man tilpasser seg brukergrensesnittet, reduserer / lære seg styrker og svakheter. (sp54)</p> <p>Viktig at brukergrensesnittet er lett å bruke. Opplæring, brukerterskel, lett å lære, lett å bruke (sp56)</p>

6.6.3.3 Resultater fra intervju testperson 4

Testmål	Besvarelse (stikkord)
<p>Testmål A</p> <p>Hvilken informasjonen vil operatøren ha presentert på brukergrensesnittet eller ha tilgjengelig på annen måte.</p>	<p>(ob) Testpersonen foretar ingen måling av avstander og tider før det har gått 16 min 44 sek av scenarioet.</p> <p>Forberedelse til briefen, egne styrkers posisjon. Ser på fiendens muligheter for inntregning (sp6)</p> <p>Bruker grensesnittet er bare et hjelpemiddel. Har det i tankene at det kan være feil, men for en stor del betraktes bilde som sant og "feilfritt" (sp20)</p> <p>Hadde ikke kontroll med situasjonen, mangler informasjon om "ting" utenfor systemet. Radarer, rekkevidder, ESM¹⁶, etc. (sp47)</p> <p>Høyde på målet kan brukes i utledning av hensikt og trusselvurdering (sp23)</p> <p>Vurderte slik at alle målene ville komme fram relativt likt. (sp37)</p> <p>Savnet høyde på mål. Informasjon om flytype, "hadde de nok fuel til å nå ned til meg" (sp49) Dette kan presenteres som eget vindu eller eget felt (sp50)</p> <p>Kan ha betydning av ha kunnskap om hvilken sensor som "holder" målen. Kan få rapportert feil. Har skjedd om bord. (sp51)</p> <p>Savner informasjonen presentert i sanntid (sp55)</p> <p>Mye opphengt i menyer og knapper enn bildet. Må være svært enkelt. Har erfaring med elektroniske kart og de har for mye informasjon, menyer osv. For tungvint å bruke (sp56)</p>
<p>Testmål B</p> <p>Hvis brukergrensesnittet viser tilstrekkelig informasjonen (flytype, typiske hastigheter, våpenlast, våpenrekkevidde, etc) om det klassifiserte målet, vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.</p>	<p>Ikke besvart av testpersonen.</p>
<p>Testmål C</p> <p>Hvis brukergrensesnittet viser tilstrekkelig informasjonen om målets bevegelser, manøvrer og trender vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.</p>	<p>(ob) Testpersonen oppdaget ikke at målet har forandret fart før det hadde gått to minutter.</p> <p>Kunne vært aktuelt med en alarm (sp31)</p> <p>Sivile luftkorridorer vet man om bord og dette legges inn i SjøTAS (sp14)</p> <p>Ved stor aktivitet vil historikken vises til alle målene. Dette gir rotete bilde. I dette scenarioet hadde det ikke noe hensikt. (sp24)</p> <p>Gjorde ingen vurdering av tracket som flyene hadde. (sp43)</p>
<p>Testmål D</p> <p>Hvis operatøren har muligheten til å beregne taktiske data (CPA, Kollisjonskurs, Tider, etc) eller få disse presentert på brukergrensesnittet vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.</p>	<p>Gjorde ingen beregninger mhp våpenrekkevidde tidlig i scenarioet. (sp34)</p> <p>Kanskje lette mine beslutninger vis man kunne se på brukergrensesnittet våpenrekkevidde hos målet og eget fartøy (sp35)</p> <p>Gjorde ingen form for vurderinger mhp tider etter av et jagerfly eventuelt hadde skutt missil (sp38)</p> <p>Fine verktøy å ha, men ikke framme på skjermen til en hver tid. Ville ikke ha hjulpet her (sp39)</p>
<p>Testmål E</p> <p>Hvis operatøren har mulighet til å sette våpenradius for et valgt mål eller våpenradius for sine våpen vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.</p>	<p>Ikke besvart av testpersonen.</p>

¹⁶ Electronic Support Measure. ESM kan måle og analysere elektroniske utsendelser som f.eks radarer.

Testmål	Besvarelse (stikkord)
Testmål F Ved å gi operatøren muligheter for sette snubletråder vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.	Gjorde ingen ”notater” eller satte noen regler i dette scenarioet. Normalt har men stående ildordrer (sp8) (kommentar: stående ildordrer er faste ordrer som gies før en øvelse eller en situasjon. Orden angir når man kan skyte med våpenet og i hvilken situasjon man må være) Det ville ha vært greit men en alarm som kan settes (sp9)
Testmål G Brukergrensesnittet gir operatøren tilstrekkelig informasjonen til å opparbeide seg situasjonsbevissthet.	Ikke besvart av testpersonen.
Testmål H Er enkle scenarioer presentert på SjøTAS og påfølgende intervjuer tilstrekkelig for å gi svar på spørsmål om utforming av brukergrensesnittet for bruk i taktiske domener.	Arbeidsbelastningen var for liten, ble for bedagelig. Annen arbeidsbelastning om bord.(sp46) Det er utfordrende, spesielt for meg som ikke har taktisk bakgrunn. (sp52) Jeg tror at mine beslutninger vil være de samme som om bord. (sp53) Tar hensyn til brukergrensesnittets kjente svakheter. Stoler ikke alltid på informasjonen på brukergrensesnittet (sp54)

6.7 Analyse

Her vil jeg analysere det som er komme frem under intervjuene. Jeg vil bruke referanser når jeg henviser til det som er gjengitt foran. Jeg vil også referere til de generelle retningslinjene som er gitt i kapittel 4.5 og til teorien i oppgaven.

6.7.1 Testpersonene

Testpersonene kommer fra MTB våpenet og har svært forskjellig taktisk skolering bak seg. Dette mener jeg også gir seg utslag i resultatene som er oppnådd i case-studien. For å kunne vurdere om brukergrensesnittets utforming har betydning for ytelsen til operatøren må man bruke testpersoner som har nærmest lik bakgrunn og skolering. Dette er spesielt viktig i case-studier hvor det er få scenarioer og få testpersoner. Ved en mer omfattende ”utplukking” av testpersoner som hadde den ”rette” bakgrunnen mener jeg at resultatet av case-studien vil ha blitt bedre.

6.7.2 Testmålene

Dette kapitlet inneholder analysen av hvert testmål A – H. Testmålene B, E og F ble ikke besvart i case studien.

6.7.2.1 Testmål A

Testmål A		
Hvilken informasjonen vil operatøren ha presentert på brukergrensesnittet eller ha tilgjengelig på annen måte.		
	Referanser	
	TP(n)	Gen. Retn.lj.
Det er viktig å vite hvor klassifiseringen kommer fra når det gjelder systemer som mottar data fra andre samarbeidende styrker. Dette bør være presentert på skjermen	2,3	4
Grafikk som hjelper med beslutningen bør presenteres på skjermen. Dette kan være luftkorridorer, rekkevidder på våpen, sensorer (eget skip eller fiendtlige skip/fly)	2,3	4,2
Informasjon om hvilken sensor som "holder" målet er viktig. Det forteller noe om troverdigheten til dataene.	2,3,4	4
Alle betrakter situasjonsbildet presentert på skjermen som "sant" og "feilfritt"	2,3,4	
Case studien kan ikke gi et utfyllende svar på dette testmålet, men kan kun angi noe generelt om egenskapen til informasjonen.		
Alle testpersonene betrakter det som er presentert som "sant" og "feilfritt". Selv om alle visste at informasjonen kunne være feil og at de utfra sin egen erfaring om bord erkjente at informasjonen som blir presentert ofte er feil eller delvis feil. Dette viser at den informasjonen som presenteres må ha en form for "sannhetsverdi". D v s hvor nøyaktig eller "sann" er informasjonen og til hvilket tidspunkt den er sann. Alle testpersonene sier at det er viktig å vite hvilken "sensor" som holder målet. Med sensor menes en hvilken som helst type utstyr eller enhet som rapporterer mål enten via datalink eller radio (for eks. radar, laseravstandsmåler, kamera, personer som rapporterer over radio, etc). Det opplyser noe om troverdigheten til målet. D v s at et mål som holdes av egen radarsensor er mer troverdig enn et mål som rapporteres av en person via radio.		
Dette har også betydning for klassifiseringen av målene. I mange systemer blir målene rapportert over datalink eller tilsvarende systemer for å bli presentert i brukergrensesnittet. I noen tilfeller vet ikke operatøren hvor målet er rapportert fra og ikke hvor klassifiseringen er foretatt. Testpersonene påpeker at det er viktig å vite hvor klassifiseringen er foretatt, fordi noen enheter har større "sannhetsverdi" enn andre enheter. For eksempel sa TP(3) at han stoler på AWACS fly med hensyn på klassifisering. Dette viser at han vurderer "sannhetsverdien" til kilden som gir klassifiseringen og at dette bør presenteres i brukergrensesnittet.		

6.7.2.2 Testmål B

Testmål B			
	Hvis brukergrensesnittet viser tilstrekkelig informasjonen (flytype, typiske hastigheter, våpenlast, våpenrekkevidde, etc) om det klassifiserte målet, vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.		
		Referanser	
		TP(n)	Gen. Retn.lj.
	Dette testmålet ble ikke besvart.		

6.7.2.3 Testmål C

Testmål C			
	Hvis brukergrensesnittet viser tilstrekkelig informasjonen om målets bevegelser, manøvrer og trender vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.		
		Referanser	
		TP(n)	Gen. Retn.lj.
	Ved å kunne sette spesielle områder, sektorer og lignende vil det være letter å ta beslutninger. For eksempel vil presentasjon av luftkorridorer lette klassifiseringen av sivile fly. Dette er noe som benyttes om bord i dag. Slike sektorer vil hjelpe på klassifiseringen ved at fly (mål) som befinner seg utenfor sektoren sannsynligvis vil være militære fly. Track historie og trendene på tracket er viktige innspill i prosessen med å klassifisere et mål og utlede hensikten som målet har.	2,3,4	3,4
	Det er viktig at en slik presentasjon designes slik at ikke all informasjon for alle målene presenteres samtidig. Det må være en form for utvelgelse av målene man ønsker å få presentert og en utvelgelse av hva man ønsker presentert av informasjon om hvert mål.	2,3	3,4
	Her ble det spesielt nevnt høyde på mål. Dette gir en god indikasjon mot sivilt / militært mål.	2,4	
	Etter ca 10:20 forandrer målene 012/013 hastighet. Dette blir presentert på skjermen ved at fartsvektoren på målet forandrer lengde. (lengden på vektoren er satt til den distansen som målet vil tilbakelegge på 3 minutter)	2,3,4	
	TP(2) og TP(3) oppdaget dette raskt. TP(4) oppdaget ikke dette før det hadde gått 2 minutter. Her kan det være aktuelt med en alarm som varsler operatøren om at farten har forandret seg. Denne må være designet slik at ikke alle målene automatisk får samme alarm. Dette vil kun være aktuelt for enkelte mål å ha en slik alarm. Ved at en alarm blir ”trigget” for ofte vil den til slutt vil den ikke bli benyttet eller ignorert. En alarm funksjon må kun brukes på høyt prioritert mål.	2,3,4	3,4
	Case-studien viser at det ved klassifikasjon er viktig og at trackhistorie og trendene er en av de viktigste innspillene til klassifikasjonen. Det ble spesielt nevnt høyde på flymål. Det er for eksempel svært sjelden at sivile fly flyr i lav høyde uten at det er i nærheten av en flyplass, slik at en kan anta at et flymål i lav høyde er et militært mål. Slike resonnementer er det mulig på foreta på tracket til målene også. Når testpersonene ble spurt direkte om tracket har en betydning med hensyn på klassifiseringen bekrefter de dette (sp43). Når et mål		

Testmål C			
	<p>plutselig "dukker" opp (013), forsøker å skjule seg i ly av landskapet (015) eller dekke seg bak andre "uskyldige" mål (012) vitner dette om "uærlige" hensikter. Case studien viser at presentasjon av trackhistorie, trender, sektorer, etc i brukergrensesnittet er viktige i slike domener. Testpersonene påpeker også at en slik egenskap kan medføre at brukergrensesnittet kan bli "overfylt" av informasjon om mindre viktige mål. Det må være en form for selektering av hvilken informasjon som skal presenteres og for hvilke mål. Det blir lett overfylt hvis "alt for alle" skal presenteres samtidig.</p>		

6.7.2.4 Testmål D

Testmål D			
	<p>Hvis operatøren har muligheten til å beregne taktiske data (CPA, KollisjonsKurs, Tider, etc) eller få disse presentert på brukergrensesnittet vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.</p>	Referanser	
		TP(n)	Gen. Retn.lj.
	<p>TP(2) begynte å måle avstander og vurdere kurs straks det dukket opp et mål og avstandene ble målt under hele scenarioet. TP(3) benyttet også samme fremgangsmåte. TP(4) gjorde ingen slike målinger eller vurderinger før sent i scenarioet. Dette viser at operatørene er opptatt av å beregne avstander og ankomst-tider for målene for å vurdere hvilke mål som kommer fram først og dermed er den største trusselen. Selv om mesteparten dreier seg om tider (CPA, ankomsttider, avfiringstider, etc) blir ikke dette presentert i brukergrensesnittet. Her presenteres kun avstand og fart på målene. Operatøren må derfor "utregne" alle de tidene han / hun behøver i hodet. Endsley sier at informasjonen må bli mer SA-orientert og da er det nettopp slike "ting" hun mener. Ikke bare presentere fysiske systemparametre og målinger men presentere informasjonen slik operatøren behøver den. (Operatøren er kanskje ikke interessert i hastigheten på målet, men kun interessert i hva hastigheten kan medføre med hensyn på diverse tider han/hun er opptatt av)</p> <p>Scenarioet ble konstruert med den hensikt at målene (012/013) fra vest skulle ankomme litt senere enn det nye målet (015) fra nord. Dette var for å teste om operatøren foretok slike vurderinger og beregninger over hvilke mål som kommer først fram. Resultatet viser at dette er viktig for operatørene og opptar disse. Beregningen medfører en mental belastning som kan reduseres ved å designe et verktøy for å beregne aktuelle taktiske data.</p>	2,3,4	1,2,7
	<p>Det ville ha vært til hjelp å få presentert våpenrekkevidder for målet og for eget fartøy. Det vil også være til hjelp å få beregnet tider knyttet til en eventuell avfiring av et våpen. Det er viktig å få vurdert slike mulige utfall før de inntreffer. Når og hvis det inntreffer, krever de svært raske beslutninger, og det er begrenset tid til å analysere situasjonen.</p> <p>Case studien viser at beregning av tider opptar testpersonene, spesielt TP(2) og TP(3). Disse</p>	3	1,2,7

Testmål D			
	<p>testpersonene er også de som etter min vurdering greier å opparbeide seg den beste SA. Nå er det ikke foretatt noen vurdering om hvilken redusering av den mentale belastningen som kunne ha vært oppnådd ved å gi testpersonene ”verktøy” som kunne ha beregnet slike tider. Dette scenarioet var ikke arbeidskrevende nok med hensyn på antall mål og forskjellige track som måtte vurderes opp i mot hverandre, slik at det ikke var noen avgjørende betydning om disse tidene ble beregnet i hodet eller ved hjelp av et verkøy. Jeg mener at ved å designe et scenario som er mer arbeidskrevende og ved å gi testpersonene tilleggsoppgaver vil man kunne observere at testpersonene raskt ville få problemer med å bestemme disse tidene med en viss nøyaktighet. Hvilke tider som bør beregnes og presenteres er avhengig av situasjon og trenger ikke være de samme i en hver situasjon. Dette gjelder også ved presentasjon av våpenrekkevidder og tider knyttet til en avfiring av et våpen fra et fiendtlig mål.</p>		

6.7.2.5 Testmål E

Testmål E			
	Hvis operatøren har mulighet til å sette våpenradius for et valgt mål eller våpenradius for sine våpen vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.		
		TP(n)	Referanser Gen. Retn.lj.
	Dette testmålet ble ikke besvart.		

6.7.2.6 Testmål F

Testmål F			
	Ved å gi operatøren muligheter for sette snubletråder vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.		
		TP(n)	Referanser Gen. Retn.lj.
	Dette testmålet ble ikke besvart.		

6.7.2.7 Testmål G

Testmål G		
Brukergrensesnittet gir operatøren tilstrekkelig informasjonen til å opparbeide seg situasjonsbevissthet.		
	TP(n)	Referanser Gen. Retn.lj.
<p>Dette testmålet ble forsøkt oppfylt ved å benytte seg av et spørsmålsskjema som jeg hadde konstruert. Med dette skjemaet hadde jeg ambisjoner om å kunne måle både SA 1 nivå, SA 2 nivå og SA 3 nivå. Dette skjemaet virket ikke etter sin hensikt. Operatørene TP(1) og TP(2) benyttet skjemaet og de brukte opp i mot 20 minutter med å besvare disse. Dette er for lang tid. Jeg fikk også det inntrykk av at operatørene brukte skjemaet for å utlede situasjonen videre. Dette er i motsetning til hensikten med skjemaet. Hensikten var å måle SA hos operatørene i det øyeblikk scenarioet ble stoppet. Jeg konkluderer med at skjemaet(spørsmålene) ikke var godt nok formulert eller at feil spørsmål ble stilt.</p> <p>Endsley (1995b) påpeker at det er viktig at domenet blir grundig analysert for å finne de spørsmålene som må besvares får å få en riktig måling av SA. Jeg besluttet etter 1. dag at skjemaene ikke virket etter sin hensikt og at de ikke skulle benyttes på 2. dag. Jeg mener at skjemaene ikke har ødelagt eller påvirket intervjuene av noen betydning.</p> <p>Vurdering av SA på TP</p> <p>TP(1) Jeg mener TP hadde god SA og kontroll med situasjonen, spesielt på SA nivå 1 og 2. Han oppfattet alle målene og parameterne. Han forsto betydningen av hva de betydde og hvilken hensikt og innvirkning de kunne få for han og hans oppdrag. Han lå etter i scenarioet og reagerte kunne på hendelser som skjedde i scenarioet. Jeg mener at han ikke hadde en god forståelse på hva som kunne hende i fremtiden</p> <p>TP(2) Jeg mener TP hadde god SA og kontroll med situasjonen. Han oppfattet alle målene og parameterne. Han forsto betydningen av hva de betydde og hvilken hensikt og innvirkning de kunne få for han og hans oppdrag. Han kunne forutsi til en viss grad hva som ville hende i fremtiden.</p> <p>TP(3) Jeg mener TP hadde god SA og kontroll med situasjonen. Han oppfattet alle målene og parameterne. Han forsto betydningen av hva de betydde og hvilken hensikt og innvirkning de kunne få for han og hans oppdrag. Han kunne forutsi til en viss grad hva som ville hende i fremtiden.</p> <p>TP(4) Jeg mener TP hadde dårlig SA og kontroll med situasjonen på alle nivåene og da spesielt på nivå 3. Han oppfattet ikke alle forandringen hos målene og parameterne. Han forsto ikke den hele betydningen av hva de betydde og hvilken hensikt og innvirkning de kunne få for han og hans oppdrag. Han reagerte ikke på nye mål med å beregne og vurdere hva disse kunne ha av betydning for hans oppdrag.</p> <p>Jeg har den mening at brukergrensesnittet på SjøTAS i dette scenarioet er tilstrekkelig for å opparbeide og vedlikeholde en god SA. Det er få mål og få forandringer i målene, og det skulle ikke være store problemer med å registrere disse. Jeg mener at den variasjonen jeg har observert i testpersonenes SA kan</p>	1,2	

Testmål G			
	tilskrives at de er på forskjellig nivå når det gjelder taktisk skolering. TP (2) og TP (3) er de som hadde den beste taktiske skoleringen og den beste erfaringer med vurdering av taktiske situasjoner og derfor er det også disse som greide å opparbeide seg best SA. Selv om TP(2) ikke hadde noen tidligere erfaring med SjøTAS (han hadde ikke operert på SjøTAS, men hadde sett den i bruk) var den bruken av SjøTAS i dette scenarioet så liten at det ikke fikk noen betydning. Hvorvidt SjøTAS har et godt brukergrensesnitt for å opparbeide og vedlikeholde SA i mange forskjellige scenarioer og med varierende antall mål kan denne case studien ikke gi svar på. For å kunne besvare dette spørsmålet generelt må det mange simuleringer og tester til. Det må også utarbeides et spørsmålsskjema som gjør at man kan måle SA.		

6.7.2.8 Testmål H

Testmål H			
	Er enkle scenarioer presentert på SjøTAS og påfølgende intervjuer tilstrekkelig for å gi svar på spørsmål om utforming av brukergrensesnittet for bruk i taktiske domener.		
		Referanser	
		TP(n)	Gen. Retn.lj.
	Operatørene mener at enkle scenarioer / simuleringer er engasjerende og gir gode utfordringer.	2,3,4	
	I dette scenarioet var arbeidsbelastningen for lav. Det er en annen arbeidsbelastning om bord og ved virkelige øvelser. For å oppnå tilnærmet den samme arbeidsbelastning som er om bord må operatørene gies ekstra oppgaver som for eksempel navigasjonsoppgaver, sambandsoppgaver, etc. for å simulere bedre den virkelige arbeidsbelastningen.	3,4	
	Operatørene mener også at de får gitt uttrykk for sine beslutninger (de viktigste). Beslutningene vil også være lik det de ville ha vært om bord i tilsvarende situasjoner. Jeg mener at case-studien viser at enkle scenarioer og påfølgende intervjuer kan være til hjelp ved design av et brukergrensesnitt for taktiske domener. Jeg mener også at case studien viser at enkle scenarioer og intervjuer ikke er tilstrekkelig for å gi svar på utformingen av et brukergrensesnittet. For å kunne gi et mer komplett svar krever dette mange forskjellige scenarioer og med godt "skolerte" og kvalifiserte testpersoner. Ett scenario med få testpersoner er ikke tilstrekkelig.	3,4	

6.8 Oppsummering

Det viktigst som denne case-studien viser er at enkle scenarioer og intervjuer kan være til hjelp ved design av et brukergrensesnitt for bruk i taktiske domener. Dette var også et av testmålene (H). Ved å bruke avanserte simulatorer med mange scenarioer og testpersoner kan man få et mer komplett svar på hvordan et brukergrensesnitt bør designes. Dette krever også større resursser, resursser som kanskje ikke er tilstede. Derfor kan enkle scenarioer presentert på relative enkle systemer (SjøTAS) være til stor hjelp ved utforming av et brukergrensesnitt eller for å teste

enkeltfunksjoner som skal introduseres i systemer for presentasjon av taktiske bilder.

Case-studien viser også viktigheten av å presentere et sant og feilfritt bilde. Operatørene oppfatter bildet som sant og feilfritt og derfor er det viktig at bildet gir uttrykk for hvilke data som er sanne og hvilke data som er ”tvilsomme” eller ”utgått på dato”. Dette er spesielt viktig i systemer som mottar data fra mange kilder og presenterer disse. Operatøren må derfor ha mulighet til å vurdere hvilke mål som er ”troverdig” og hvilke mål som er mindre troverdig slik at han / hun har mulighet til å ta hensyn til dette i sine beslutninger. Dette gjelder både målets posisjon, kinematikk og klassifisering. Presentasjon av målenes trackhistorie og trender er viktige innspill i operatøres klassifisering av målene. Det er derfor viktig at slik data blir stilt til rådighet for operatøren på en slik måte at presentasjonen på skjermen ikke blir overfylt.

Case studien viser likeledes at testpersonene var opptatt av å beregne tider. De målte avstand fra målene og til eget fartøy og deretter beregnet ankomsttider og tider til at målene var på en slik avstand at de var i stand til å avfyre våpen. I dette scenarioet var det for liten arbeidsbelastning til at denne beregningen fikk noe avgjørende betydning for testpersonenes evne til å opparbeide seg SA. Det er ikke vanskelig å tenke seg at dette kan få en avgjørende betydning og et mål ved design av et brukergrensesnitt må være å redusere den mentale belastningen. Dette er et svært viktig mål ved design av et brukergrensesnitt og er også et viktig punkt i hovedoppgaven.

For å få et utbytte av en studie av et brukergrensesnitt for SA krever det at det eksisterer et system for å måle SA hos operatørene. Dette krever at domenet er analysert for å finne de riktige spørsmålene som må besvares for å kunne måle SA. Mitt forsøk på dette i denne case studien var ikke vellykket. Skjemaet som jeg konstruerte fungerte ikke etter sin hensikt og ble derfor ikke benyttet på 2.dagen av case studien. Konstruksjon av et skjema for måling av SA krever mer ressurser innenfor analyse og utvikling og med påfølgende testing enn det jeg hadde til disposisjon. Det skjema som skal brukes til måling av SA må utarbeides etter grundige analyser og det må testes for å finne de spørsmålene og den kombinasjon av spørsmålene som gir det riktige måleresultatet. Dette vil være et svært omfattende arbeid.

7 AVSLUTNING

7.1 Konklusjon

Design av brukergrensesnitt er en omfattende oppgave. I denne hovedoppgaven har jeg begynt med mennesket, dvs den situasjonsbevisstheten som et menneske må ha for å kunne ta beslutninger og ha et komplett bilde og forståelse av situasjonen. Forståelsen av hvordan situasjonsbevisstheten (SA) er oppbygd og hvilke faktorer som påvirker oppbyggingen og vedlikeholdet av SA er viktig for en designer av brukergrensesnitt. Dette er spesielt viktig for design av brukergrensesnitt for komplekse domener. SA er også noe som mange forskningsmiljøer er opptatt av og det er en generell enighet om at SA er den viktigste inndatakilden til beslutningsprosessen og dermed til de handlinger som besluttes utført.

Jeg har i kapittel 2 vist til at det er mange faktorer som påvirker menneskets evne til å erverve seg SA. Oppmerksomhetsprosessen sammen med hukommelsen er de enkeltfaktorene som

legger de største begrensningene på ervervelsen av SA og de enkeltfaktorer som kanskje er de enklest å forholde seg til når man skal utforme brukergrensesnitt. En designer må forholde seg til de prosessene og mekanismene som foregår inne i en operatørs hode, samt de påvirkninger som operatøren er utsatt for fra utenforliggende elementer, som stress, arbeidsbelastning og følelser. Jeg har også diskutert en modell for design av brukergrensesnitt for komplekse domener. Denne modellen har en todeling, hvor den ene delen gir en modell for å mestere kompleksitet. D v s det presenteres en taksonomi som angir ulike nivåer av kognitiv kontroll som menneskene benytter ved løsning av komplekse oppgaver. Den andre delen av modellen er hvordan man kan beskrive kompleksitet. D v s en formalisme for å representere domenet. Dette gjøres ved å visualisere strukturen og dynamikken til domenet i et abstraksjonshierarki.

Dette abstraksjonshierarkiet er ennå ikke ferdig utviklet og det behøves mye forskning for å kunne anvende dette på domener som ligger utenfor de domene som det tradisjonelt er forsøkt benyttet innenfor. Det er kun nylig foretatt forskning for å forsøke å implementere dette rammeverket i et maritimt domene og jeg ikke funnet noe litteratur som kobler abstraksjonshierarkiet og utformingen av et brukergrensesnitt for et maritimt domene. Det er vanskelig for meg å tenke seg hvordan et maritimt domene, representert ved hjelp av et abstraksjonshierarki blir presentert i et brukergrensesnitt som er designet for taktisk bruk.

Jeg har påpekt at den konkrete implementasjonen av økologisk brukergrensesnittedesign er vanskelig og abstrakt og at det er få eksempler på en slik implementasjon, men jeg mener at det er viktige momenter ved design av brukergrensesnitt som blir omhandlet i denne modellen. Det viktigste er ikke nødvendigvis hvilken modell man ønsker å benytte, både ved analysen av domenet og ved selv designet av brukergrensesnittet, men det er den kognitive vinklingen som benyttes ved analysen og ved designet. Det kognitive perspektivet (og dermed også de menneskelige ressursene) må være med i en analyse av et system for bruk i komplekse domener, som f.eks et taktisk militært domene. Å ha et kognitivt perspektiv ved analysen og utformingen av et brukergrensesnitt mener jeg er det viktigste.

Jeg presenterer også generelle retningslinjer som bør følges ved design av brukergrensesnitt for komplekse domener. Disse har jeg forsøkt å få testet ut gjennom en casestudie som er foretatt. Case-studien brekrefter noen av de generelle retningslinjene og den stadfester til en viss grad den teori jeg har lagt til grunn for disse retningslinjene. Formålet med casestudien var å få svar på 8 testmål som ble generert ut fra de generelle retningslinjene. Hensikten var at man måtte forsøke å få testpersonene til å "avsløre" hva han/hun brukte og hadde av kunnskap og informasjon når beslutningene ble fattet. I tillegg ble det gjort forsøk på å måle situasjonsbevisstheten til testpersonene ved hjelp av skjemaer som de måtte besvare. Av 8 testmål ble 5 besvart i casestudien og det viktigste resultatet viser at det er mulig å benytte seg av enkle scenarier og intervjuer for å få en del svar når det gjelder design av brukergrensesnitt. Man kan se hvilke elementer som opptar operatøren og hvilke "hint" som operatøren bruker med hensyn på å vurdere hvilken hensikt og klassifisering et mål har. Casestudien viser også at det ikke er lett å designe en test eller et skjema for å kunne måle SA hos en operatør.

Det er viktig å kunne måle SA hos en operatør og det må derfor brukes større ressurser for å få til dette. Ved å kunne måle SA hos en operatør kan man bedre designet av et brukergrensesnitt for et spesifikt domene. Ved å ha et mål for SA kan man sammenligne forskjellige design av

brukergrensesnitt for å kunne vurdere hvilket som er mest egnet for bruk i det aktuelle domenet. Man kan også bruke SA-verdien for å ”skreddersy” trening og opplæring i domenet, og dermed også får en bedre utnyttelse av systemet.

Det er svært mange faktorer som påvirker i en eller annen retning og det er derfor viktig å være bevisst ovenfor disse faktorene slik at de blir med i analysen og designet av systemet.

Designeren må ha kunnskaper om disse faktorene for å kunne tilpasse brukergrensesnittet til operatørens evner, både de perseptuelle og de forskjellige prosessene som foregår i hode til operatøren. Designeren må også ha svært god domenekunnskap slik at han / hun kan designe et brukergrensesnittet som reduserer både stress og arbeidsbelastning og som gjør at operatøren kan persipere de riktige ”hintene” slik at han / hun kan ta de riktige beslutningen til riktig tid.

7.2 Videre arbeid

Det er mange åpne spørsmål som gjenstår etter denne oppgaven, så det er mange muligheter for videre arbeid. Det foregår en del forskning om å tilpasse EID og abstrasjonhierarkiet til et maritimt domene. Spesielt til benyttelse innen kommando- og kontroll-systemer og systemer for beslutningsstøtte. Overgangen mellom den kunnskapen som blir modellert inn i et abstrasjonhierarkiet og til en implementasjon slik at dette blir visualisert på et brukergrensesnittet er en stor utfordring. Dette er et område som gir muligheter for videre forskning og arbeid.

Et annet felt er utvikling av et system, metode eller en modell for måling av SA i spesifikke domener. Jeg har i denne oppgaven gjort et forsøk på å måle SA. Ved å kunne måle SA på en relativ troverdig måte kan man bedre avgjøre hva som er et godt og hva som er mindre godt design av et brukergrensesnittet.

Litteratur

Adams, M., Tenney, Y. & Pew, R., (1995), Situation Awareness and the Cognitive Management of Complex Systems, *Human Factor*, 37(1), p 85-104

Andriole S., & Adelman L., (1995), *Cognitive Systems Engineering for User-Computer Interface Design, Prototyping, and Evaluation*, Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum

Baxter, Gordon D. & Bass, Ellen J., (1998), Human Error Revisited: Some Lessons for Situation Awareness, *Proceedings on Fourth Annual Symposium on Human Interaction with Complex Systems*, Page(s): 81-87

Bisantz, A.M., and Vicente, K., Making the abstraction hierarchy concrete, *International Journal Human-Computer Studies*, Volum 40, no 2, 1994, p 83-117

Bonnie, E., J., Kieras, D., Using GOMS for User Interface Design and Evaluation: Which Technique?, *ACM Tansaction on Computer_Human Interaction*, 3, 4 (Dec 1996), pp 287-319

Card, S.T, Moran, T.P, Newell, A. (1983), *The psychology of HCI*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. s 23-47

Dix,A., Finley,J., Abowd,G., Beale,R. (1993) *Human-Computer Interaction*, Prentice Hall, s.35-45

Embrey, David, (1995), Cognitive and Conceptual Errors, *IEE Colloquium on Role of the Operator in the Safety of the Nuclear Industry*, Page(s): 6/1–6/17

- Endsley, Mica R., (1995a), Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems, *Human Factor*, 37(1), p 32-64
- Endsley, Mica R., (1995b), Measurement of Situation Awareness in Dynamic Systems, *Human Factor*, 37(1), p 65 – 84
- Endsley, M.R., Kiris E.O, (1995c), The out-of-the-loop performance problem and level of control in automation, *Human Factor*, 37, p 381 – 394
- Endsley, Mica R., (1997), Situation Awareness, Automation & Free Flight, *Air Traffic Management R&D Seminar*, Sacalay France
- Flach, John, (1995), Situation Awareness: Proceed with Caution, *Human Factor*, 37(1), p 149-157
- Garnham, Alan, & Oakhill, Jane, (1994), *Thinking and Reasoning*, Cambridge, Mass, USA, Blackwell Publishers, s 76 - 129
- Gibson, James J., (1986), *The ecological approach to visual perception*, Hillsdale,N.J., Lawrence Erlbaum. s127-144
- Gordon, S., & Gill, R., (1997) Cognitive Task Analysis, In Zsombok, C., & Klein, G., (eds), *Naturalistic Decision Making*, Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 1997, s 131-140
- Hackos, JoAnn, T., & Redish, Janice C., (1998), *User and Task Analysis for Interface Design*, John Wiley & Sons, New York, 1998, s1-110
- Howie, Dianne, E., Vicente, Kim, Making the most of ecological interface design: the role of self-explanation, *International Journal Of Man-Machine Studies*, 1998, 49, s 651-674
- Itoh, M., Inagaki, T., (1996), Design of Human-Interface for Situation Awareness, *IEEE International Workshop on Robot and Human Communication*, , s 478-483
- Kaempf, G., Klein, G., Thordsen, M., & Wolf, S., (1996), Decision Making in Complex Naval Command-and-Control Environments, *Human Factors*, 38(2), p 220-231
- Kieras, D., A., (1993),A guide to GOMS Task Analysis. *From Halden Reactor Project Workshop*
- Klein, Gary, A., & Calderwood, Roberta, (1991), Decision Models: Some lessons From the Field, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 21, no.5, p 1018 – 1026, sept/oct 1991
- Klein, Gary, A., Calderwood, Roberta and Macgregor, Donald, (1989), Critical Decision Method for Eliciting Knowledge, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 19, no.3, p 462-472, may/june 1989
- Klein, G., Klinger, D., & Miller, T., (1997), Using Decisions Requirements to Guide the Design Process, *Systems, Man, and Cybernetics, IEEE International Conference on Computational Cybernetics and Simulation*, Vol1, Page(s):238–244
- Klein, G., (1995), The Value Added by Cognitive Task Analysis, *Proceedings of the HUMAN AND ERGONOMICS SOCIETY 39th ANNUAL MEETING – 1995*, 1995, s 530 – 533
- Lundh, Lars-Gunnar, Montgomery, H., Waern, Y., (1992), *Kognitiv psykologi*, Oversatt til norsk (1996) Ad notam Gyldendal, Oslo, Norge
- Miltoh & Ingasaki, (1996), Design of Human-interface for SA, *IEEE International Workshop on Robot and Human Communication*, p 478-483
- Nielsen, Jacob, *Usability Engineering*, Academic Press, San Diego, 1993
- Norman, D.A., (1990),*The Design of Everyday Things*, New York, Doubleday/Currency

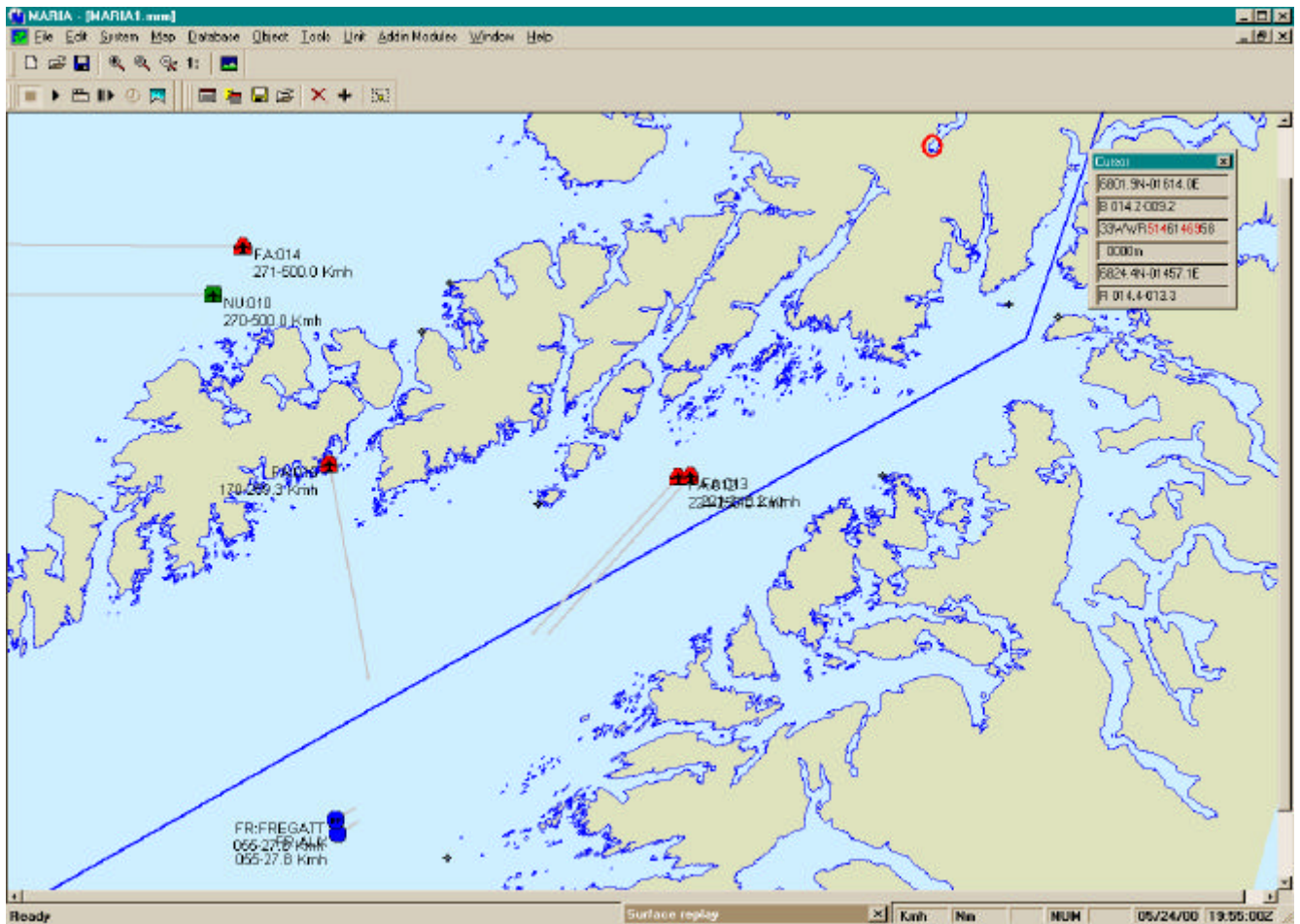
- Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S., Carey, T., (1994), *Human-Computer Interaction*, Addison-Wesley, Essex
- Randel, J.M., Pugh, L.,H., & Reed, S., (1996), Differences in expert and novice situation awareness in naturalistic decision making, *International Journal Human-Computer Studies*, Volum 45, p 579-597
- Rasmussen, J., Pejtersen, A.M., Goodstein, L.P., (1994), *Cognitive Systems Engineering*, New York, Wiley
- Rasmussen, Jens, Vicente, Kim, J., (1989), Coping with human errors through system design: implications for ecological interface design, *International Journal Of Man-Machine Studies*, 31, s 517-534
- Reason, James, (1990), *Human Errors*, Cambridge University Press, Cambridge, England
- Rock, I., Palmer, S., (1990), The Legacy of Gestalt Psychologi, *Scientific American*, Dec 1990, s 48-61
- Sanderson, Penelope, (1998), Cognitive Work Analysis and the Analysis, Design, and Evaluation of Human-Computer Interactive Systems , *Proceedings Australasian Computer Human Interaction Conference 1998*, 1998 , Page(s): 220-227
- Secarea, V.V. Jr., (1990), Beyond Knobs and Dials: Toward an Intentional Model of Man-Machine Interaction, *Proceedings of the IEEE 1990 National Aerospace and Electronics Conference, 1990*, Page(s): 763-769 vol.2
- Shneiderman, Ben, (1998), *Designing the User Interface Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, Addison-Wesley, Reading Massachusetts
- Sjøforsvarets Forsyningskommando, *SMP6203 Utkast til teknisk grunnlag for forespørsel SJØTAS – programvare*, 1999
- Rande, Josephine M., Pugh Lauren H., Differences in expert and novise situation awareness in naturalistic decision making, *International Journal Of Man-Machine Studies*, 1996, 45, s 579-597
- Terrier, Patrice and Cellier, Jean-Marie, (1999), Depth of processing and design-assessment of ecological interfaces: Task analysis, *International Journal Of Man-Machine Studies*, 50, s 287-307
- Treurniet, W., Delft J., Paradis, S., (1999), Tactical Information Abstraction Framework in Maritime Command and Controll, *Papers on Symposium of the RTO Studies, Analysis and Simulation, RTO Meeting Proceedings no. 38 Modelling and Analysis of the Command and Control*
- Vicente, Kim J., og Rasmussen Jens, Ecological Interface Design: Theoretical Foundations, *IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics*, Vol 22, No 4, 1992, p589 – 606
- Vicente, K, (1995), A Few Implications of an Ecological Approach to Human Factors, In Flach, J., Hancock, P.,Caird, J., & Vicente, K., (eds) (1995), *Global Perspective on the Ecology og Human-Machine Systems*, Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, Volum 1, s 54-67
- Vicente, K, (1995b), Task Analysis, Cognitive Task Analysis, Cognitive Work Analysis: What's the difference?, *Proceedings of the HUMAN AND ERGONOMICS SOCIETY 39th ANNUAL MEETING – 1995*, 1995, s 534 – 537
- Wickens, C., D., (1984), *Engineering Psychology and Human Performance*, Scott, Foresman and Company, USA, s 335-376
- Wong, B.,L., Sallis, P., J., & O'Hare, D., (1998), The Ecological Approach to Interface Design: Applying the Abrtraction Hierachy to Intentional Domains, *Proceedings on Computer Human Interaction Conference*, Australasian ,Page(s): 144-151

Wagenaar, Willem A., Groeneweg, Jop, Accidents at sea: Multiple causes and impossible consequences, *International Journal Of Man-Machine Studies*, 1987, 27, s 587-598

Wreathall, J., Reason, J., (1992), Human errors and disasters, Conference Record for 1992 IEEE Fifth Conference on Human Factors and Power Plants, Page(s): 448-45

APPENDIKS

A BILDE AV BRUKERGRENSESNITTET TIL SJØTAS



B CASE-STUDIE I FORBINDELSE MED HOVEDOPPGAVE I INFORMATIKK

B.1 Innledning

Dette er en plan for gjennomføring av case-studien i forbindelse med min hovedoppgave i Informatikk ved Institutt for datateknikk og informatikkvitenskap, Norges tekniske-naturvitenskapelige universitet (NTNU IDI/Lade) i Trondheim. Denne blir utført med veiledning fra forsker Karsten Bråthen ved Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) og Professor Torbjørn Skamstad ved NTNU IDI/Lade.

Denne planen er består av tre deler. **Del 1**, bestående av kapittel 2, 3 og 4 og er en kort gjennomgang av min hovedoppgave. Del 1 gir også generelle retningslinjer som bør følges ved design av brukergrensesnitt for militære domener og en generell fremgangsmåte for hvordan situasjonsbevisstheten til en operatør av komplekse systemer kan måles. Denne er gir også et grunnlag for hvordan case studien blir gjennomført. **Del 2**, bestående Kapittel 6 er en beskrivelse og plan for hvordan denne spesifikke case-studien skal gjennomføres. Den kan leses selvstendig og skal gies til testpersonene som grunnlag for testen. **Del 3** er selve utviklingen av scenarioet som blir testet og den må ikke bli lest av testpersonene.

B.2 Hovedfagsoppgavens problemstilling

Tittel og oppgavetekst på hovedfagsoppgaven er:

"Maritimt taktisk bilde for situasjonsbevissthet"

Situasjonsbevissthet er grunnlaget for taktisk beslutningsfatning. Den viktigste støtten for å oppnå dette er det maritime taktiske situasjonsbildet. Dette bildet bygges bl a. opp av data fra egne sensorer og data som kommer utenfra, fra andre operative enheter og fra hovedkvarter. Dagens utforming av dette situasjonsbildet og brukerfunksjoner knyttet til bildet, støtter bare i en viss grad brukeren i å oppnå tilstrekkelig situasjonsbevissthet.

Oppgaven går ut på å gjennomgå teori for situasjonsbevissthet og diskutere dette i en maritim sammenheng. Foreslå hva som bør inngå i et ideelt maritimt taktisk bilde. Eventuelt foreslå brukerfunksjoner og endringer til eksisterende programvare for presentasjon av taktiske bilder (I dette tilfelle SjøTAS).

B.2.1 Utdyping av oppgaven

Det har foregått en rivende utvikling på komplekse datasystemer for alle typer bruk. Også innenfor militære systemer er utviklingen stor og da spesielt innen systemer som benyttes for kommando og kontroll, overvåking og ildledning. Systemer som brukes både for taktisk og strategisk bruk er utviklet fordi behovene for oversikt og kontroll har økt, samt at oppgavene og de taktiske scenarioene har forandret seg. Det taktiske bildet har blitt mye mer komplekst, og beslutningsprosessen foregår oftest under tidspress. Data blir prosessert med større hastighet og informasjonsmengden er i mange tilfeller enorm, med både viktige data og mindre viktige data. Dette setter store krav til beslutningstakerne. Beslutningstakeren må også være bevisst

(situasjonsbevissthet) overfor sitt miljø og sine omgivelser. For å skaffe til veie denne bevisstheten blir komplekse kommando- og kontrollsystemer brukt med inndata fra alle tilgjengelige sensorer og kilder. Sensorer i militær sammenheng er radar, sonarer og annet utstyr som aktivt eller passivt samler inn informasjon til systemene. Med kilder menes det andre samarbeidende enheter (fly, fartøy, hovedkvarter, etc) som videresender informasjonen fra sine sensorer. Beslutningstakeren må oppfatte og forstå hvilke handlinger de forskjellige elementene (fly, fartøyer, etc.) i omgivelsene foretar seg. Han/hun må også forstå meningen av det han/hun oppfatter, sett i lys av de forskjellige elementenes mål. For å lette denne jobben, og gjøre den så feilfri som mulig, er det utviklet avanserte brukergrensesnitt til disse komplekse systemene. Brukergrensesnittet skal hjelpe beslutningstakeren til å fatte de rette beslutningene til rett tid i henhold til sitt mål. Utformingen av brukergrensesnittet er derfor en viktig del av et slikt komplekst system. Utviklingen av brukergrensesnitt har hatt en enorm utvikling de siste 20 årene.

Mange forskningsmiljøer hevder at situasjonsbevissthet¹⁷ (SA) er grunnlaget for taktisk beslutningsfatning. Den viktigste støtten for å oppnå dette er det maritime taktiske situasjonsbildet. Dette bildet bygges opp av data fra egne sensorer og data som kommer utenfra, fra andre operative enheter og fra hovedkvarter. Oppgaven går derfor ut på å gjennomgå teori for situasjonsbevissthet og diskutere dette i en maritim sammenheng, samt foreslå hva som bør inngå i et ideelt maritimt taktisk bilde.

Til denne oppgaven har jeg valgt å se på en ny teori for design av brukergrensesnitt innenfor et maritimt taktisk domene. Tilnærmingen kalles "Ecological Interface Design" (EID) og er en relativt ny måte å se på design av brukergrensesnitt for slike domener (Vicente & Rasmussen, 1992). EID har vært hovedsakelig brukt til å designe systemer for bruk i anlegg som styres av fysiske lover (kjemisk industri, kraftverk, raffinerier), men har også blitt forsøkt brukt til systemer som er basert på menneskelige aktiviteter. EID er et teoretisk rammeverk for brukergrensesnitt-design til bruk i komplekse menneske-maskin systemer. Målet med EID er at det skal tillate operatørene å ta i bruk sine velutviklede evner og kapasitet innen persepsjon og handling, og i tillegg gi støtte som er nødvendig for å mestre og løse uventede situasjoner / problemer på en effektiv og korrekt måte. Det er også andre forskningsmiljøer som ser på denne tilnærmingen i Norge blant annet innenfor forskningsmiljøet ved Halden atomreaktoren.

Jeg ser også på beslutningsprosessen som foregår i taktiske situasjoner. Det er viktig å forstå hvordan beslutningsprosessen foregår og hvilke faktorer som påvirker og bestemmer hvilke handlinger eller sekvenser av handlinger som velges. Det er i de siste 10 årene foretatt mye forskning omkring hvordan beslutningstakere treffer sine beslutninger og hvordan de opparbeider og vedlikeholder sin situasjonsbevissthet. I min hovedoppgave har jeg lagt vekt på en modell som kalles "Recognition – primed decision" (RPD) modell. Det finnes undersøkelser som støtter denne modellen. For eksempel i fagtidsskriftet "Human Factor" ble det publisert en undersøkelse foretatt av Kaempf, Klein, Thordsen og Wolf (s 220, 1996) om beslutningstaking i komplekse maritime kommando og kontroll miljøer for å verifiserer RPD modellen og få et svar på hvordan beslutningstakerne kommer fram til sine beslutninger og handlinger.

¹⁷ Engelsk benevnelse er: Situation Awareness

De benyttet en metode som kalles "Critical Decision Methode" (CDM) (Klein, Calderwood & Macgregor, 1989) for å finne dataene i denne undersøkelsen. Kommando- og kontroll-beslutninger gjort av AntiAir Warfare (AAW) -teamet på en US Navy AEGIS krysser var gjenstand for studien. Dette teamet holder kontroll over forskjellig våpensystemer og gir anti-luft-forsvars-kapasitet for seg selv og for samarbeidende styrker. Undersøkelsen omfattet 14 hendelser og av disse ble 103 tilfeller av SA identifisert. Man fant at 87% ble utviklet gjennom en "feature-matching" (egenskapsgjenkjenning) prosess, d v s en prosess som sammenligner viktige karakterstikker i situasjonen med situasjoner som de har erfart eller lært på noen måte, via trening, øvelser, etc. 12% ble utviklet gjennom "Story building" (historiegenerering). Ved historiegenerering laget beslutningstakerne historier for å forklare den informasjonen de hadde tilgjengelig og at dette utviklet et sammenhengende bilde på situasjonen. 1 % av tilfellene ble ikke forklart i noen av disse prosessene.

Nesten alle tilfellene av situasjonsbevissthet kunne bli forklart ved hjelp av strategiene for egenskapsgjenkjenning og historiegenerering. Disse dataene viser at AAW-beslutningstakerne benytter seg av egenskapsgjenkjenning for å utvikle sin situasjonsbevissthet og at egenskapsgjenkjenning hovedsakelig var en gjenkjenning av hvor lik situasjonen var en klasse av typiske situasjoner. D v s generelle situasjoner om en spesifikk hendelse, f eks et generelt (typisk) luftangrep mot egen fartøy på åpent hav, istedenfor likheten til spesielle tilfeller av situasjoner, f eks spesifikke situasjoner, som et spesifikt opplevd luftangrep mot eget fartøy. Beslutningstakeren gjenkjenner situasjonen som en kjent situasjon på basis av et sett av "hint" eller mønstrene som "hintene" gir.

Dette er noe av kjernen i oppgaven, og forsøke finne de "hint(ene)" som beslutningstakeren persiperer fra omgivelsene, enten direkte eller via et brukergrensesnitt som gjør at man kan gjenkjenne situasjoner og scenarier som er tidligere erfart, lært, trent, etc. Dette gir at designerne av brukergrensesnitt for bruk i komplekse domener må sette fokus på å undersøke hvilke kritiske hint og ledetråder som operatøren benytter for å katalogiser eller skille situasjoner.

I følge mine opplysninger er det ikke i sjøforsvaret foretatt noen analyser eller vurderinger av hvilke faktorer som er avgjørende for beslutninger. Og hvilken innvirkning utformingen av disse faktorene har på beslutningen. Jeg må derfor foreta en form for vurdering av hvilke faktorer som er avgjørende og som gir grunnlag for beslutninger. Ved hjelp av disse vurderingene vil jeg da kunne foreslå hvilke elementer som må være tilstede i det taktiske bilde for å kunne ta korrekte beslutninger til rett tid.

B.3 Generelle testmål

B.3.1 Innledning

Basert på den teorien som er diskutert i hovedoppgaven og den litteraturstudien som jeg har foretatt, har jeg kommet fram til en del retningslinjer som bør følges ved design av brukergrensesnitt for militære domener. I bunnen av disse retningslinjene ligger de generelle retningslinjene som gjelder ved alle typer av design av brukergrensesnitt. (f eks fontstørrelse,

fargebruk, oppløsning på skjerm, utforming på knapper, etc.)

B.3.2 Generelle testmål

Disse retningslinjene har jeg satt sammen fra all mange kilder, hovedsakelig fra Klein, Klinger og Miller (1997), Andriole og Adelman (1995), Rasmussen og Vicente (1989) og Endsley (1995a).

Hva	Hvorfor	Hvordan
Presentere beregninger, avstander, tider, etc direkte.	Oppmerksomhets, og arbeidshukommelse er begrenset. Ved å unngå at operatøren må foreta beregninger reduseres den mentale belastningen.	Ved å presentere dataene "ferdig" utregnet vil det redusere belastningen på operatøren. For eksempel bør CPA ¹⁸ , KP ¹⁹ , tid til et valgt pkt, tid til at mål er innenfor en satt avstand (våpenrekkevidde), hvor fort et mål (fartøy, fly, etc) nærmer / fjerner seg, etc.
Presentere informasjon med hensyn på en operatørs hovedmål / hensikt.	Påvirker SA positivt (Endsley,1995a). Mange systemer presenterer informasjon som er teknisk orientert – basert på fysiske systemparametre og målinger. For å forbedre dette trenger informasjon (presentasjonen) å bli bedre SA orientert.	Informasjonen bør bli organisert slik at informasjon som er nødvendig for å nå et spesielt mål er uthevet (fargelagt, innrammet, blinkende, etc) og direkte besvarer de viktigste beslutningene som er assosiert med dette målet. For eksempel forslag til valg av våpen for et spesielt mål, tid til avfiring av våpen, sannsynlighet for treff, valgt mål, etc. Dette er muligens mindre viktig for taktiske presentasjonssystemer, men vil ha større betydning for systemer for våpenlevering.
Presentere hint / ledetråder som er viktig for å klassifisere en situasjon, gjenkjenne en prototypisk situasjon.	Tilpasse brukergrensesnitt til operatørens mentale modeller vil minske faren for valg av feil modell, valg av feil fremgangsmåte, etc.	Ved å analysere domenet med hensyn på de hintene / ledetrådene en typisk operatør trenger for å gjenkjenne / klassifisere en (prototypisk) situasjon og presentere disse på en slik måte at de kan bekrefte eller avbekrefte den valgte (prototypiske) situasjonen. Gi operatøren en "liste" av handlinger som må utføres ved den valgte situasjonen. For eksempel et mål kommer innenfor en gitt avstand f eks våpenrekkevidde vil systemet kunne presentere en liste av operasjoner som må / kan foretas i den gitte situasjonen (rapportere, velge våpen, velge (mulig) unnvikende manøver, etc.) Dette er det mest omfattende punktet og det krever en nøyaktig analyse av domenet.
Presentere hensikt / intensjon	Presentere informasjon på en slik måte at det letter en operatøres oppgave med å definere eller utlede	Gi operatøren verktøy for å være til hjelp for klassifisering av mål, oppdraget(ene) målet (ene) kan ha, hvilken funksjon de(t) kan ha i et

¹⁸ CPA – Closest Point of Approach

¹⁹ KP – Kollisjonspunkt

Hva	Hvorfor	Hvordan
	hensikten / intensjonen til et mål.	oppdrag, hvilke andre mål det kan samarbeide med, etc. Dette kan være presentasjon av trackdata (historie, tidsrom, manøveranalyse, tendensdata (nærmer / fjerner seg, stiger / synker (høyde), etc), hvilke kilder / sensor som rapporterer målet (egne sensorer, link data, etterretningsrapporter, etc), kart data, sektorer (f eks er målet(fly) innenfor en internasjonal luftkorridor kan målet være en sivil fly), etc.
Avlaste / lette operatørens arbeidsoppgaver som ikke er direkte knyttet til hans/hennes hovedoppgave.	Minske arbeidsbelastningen og redusere faren for at oppmerksomheten blir rettet mot oppgaver som ikke er "viktige" i situasjonen.	Automatisk eller lette prosessen med å assosiere to mål. Automatisk eller lette prosessene med f eks loggføring, rapportering av mål til andre enheter, etc.
Være tilgivende overfor feil av operatøren.	Minske effekten av operatørfeil. Gi operatøren mulighet for å tilbakekalle handlinger og/ eller gi advarsler før kritiske handlinger, handlinger som ikke kan tilbakekalles. Dette gjør at operasjoner på brukergrensesnittet kan gjøres med større hastighet og med mindre mental belastning, når operatøren vet at en handling kan tilbakekalles.	Lagre alle handlinger som har foregått og gi en mulighet til å "angre" disse. Utforme og bestemme hvilke handlinger som er kritiske eller har stor betydning og som ikke kan tilbakekalles.
Gi operatøren et "verktøy" for eksperimentering på og vurdering av hypoteser og alternative handlinger.	Redusere den mentale belastningen for operatøren ved å hjelpe operatøren med å utforme hypoteser og planlegge handlinger. Lette vurderingen av konsekvensene av handlingen(er) før de er utført.	Konstruere verktøy og funksjoner for å forutsi hvordan situasjonen kan utvikle seg ved valgt handlemåte. Gi operatøren verktøy for å kunne simulere utviklingen av situasjoner / virkningen av beslutningen / handlingen, etc.
Presentere operatøren med et brukergrensesnitt slik at operatøren ikke må "lete" i menyer for å finne en ønsket funksjon.	Redusere den mentale belastningen for operatøren ved ikke å tvinge den kognitive kontrollen på et høyere nivå enn nødvendig.	Ved å designe brukergrensesnittet slik at kun funksjoner som er nødvendig i den gitte situasjonen er tilgjengelig kan en redusere menystrukturen og heller presentere funksjoner som knapper / ikoner direkte på brukergrensesnittet.
Gi operatøren feedback på sine handlinger.	Gi operatøren mulighet til å oppdage feil prosedyre, feil valg, feil handling, etc. Unngår at operatøren er usikker om en handling er iverksatt.	Presentere feedback ved hjelp av kursor, tegn, signaler, lister over handlinger o.l.

Tabell B.7.1 Generelle retningslinjer for brukergrensesnitt

B.4 Måling av situasjonsbevissthet

Dette kapitlet presenterer en generell beskrivelse av en SA test.

Måling av situasjonsbevissthet (SA) må gjøres for å kontrollere at testpersonen (TP) har forstått de forskjellige elementene som er på brukergrensesnittet. Gjøres ved at scenariet stopper på utvalgte tidspunkt i utviklingen og TP får presentert et skjema (kart) som han/hun må føre på alle viktige elementer (mål, klassifisering, måldata (fart, kurs, etc)) som han / hun husker fra scenarioet. (Nivå 1SA). TP må også påføre hvordan han / hun tolker det sammensatte bilde. For eksempel hvor er den største trusselen, hvilken hensikt kan et spesifikt fly ha og hva vil det ha av betydning for min situasjon og oppdrag (Nivå 2SA). Til slutt må TP antyde hva han / hun tror vil skje i nærmeste framtid (Nivå 3SA). Dette gjøres som nevnt under selve utførelsen av scenarioet. Endsley (1995b) har undersøkt hvilken virkning en stopp av scenarioet vil ha på SA, d v s hun ønsket å finne ut hvor lang tid etter en stopp man kan få tak i SA hos TP og om en stopp i scenarioet ville resultere i noen forandring av TP oppførsel. Resultatene fra eksperimentene var at SA kunne registreres opptil 5 – 6 minutter etter stopp av simuleringen / scenarioet uten at det ble funnet en merkbar reduksjon i SA. Her må det bemerkes at TP arbeidet med spørsmålene under hele perioden, det var ingen opphold eller andre konkurrerende aktiviteter som foregikk før TP begynte å besvare spørsmålene. Hun fant heller ikke at stopp i scenarioet ville ha innflytelse på resultatet av scenarioet eller en forandring av oppførselen til TP. Med andre ord viser undersøkelsene til Endsley (1995b) at det ikke har noen målbar effekt på resultatet om simuleringen eller scenarioet blir stoppet for å samle inn spørsmål, ei heller har lengden på stopp-perioden noen vesentlig betydning.

B.4.1 Gjennomføring av SA måling

Dette kapitlet omhandler selve SA målingen. Testen er utformet etter en beskrivelse av Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT) testmetode av Endsley (1995b).

B.4.1.1 Trening

En innføring i prosedyren og detaljerte instruksjoner for å besvare spørreskjemaet må bli gitt til TP før testen starter. Det bør også gjennomføres flere testsimuleringer der simuleringen blir stoppet med jevne mellomrom for å gi TP tilstrekkelig anledning til å praktisere i å svare på spørreskjemaet.

B.4.1.2 Test design

Krever ingen spesiell design av testen. Andre typer av tester som feks hvor godt oppgaven løses, arbeidsbelastning, etc. kan utføres samtidig.

B.4.1.3 Prosedyrer

TP bør bli instruert i å løse oppgavene som normalt, med testskjemaet som en 2.prioritert oppgave. Ingen skjermer eller andre visuelle hjelpemidler bør være synlig når spørsmålene besvares. Hvis TP ikke vet eller er usikker på hvordan han/hun skal svare på et spesielt spørsmål, bør han/hun oppfordres til å gi svar etter sin beste evne. Det er ingen straff for feil svar. Hvis TP ikke er komfortabel med å svare eller ikke ønsker å svare bør de gå til neste spørsmål. Hvis flere TP'er deltar i testen, bør de få samme spørsmål og til samme tid. Det bør ikke være anledning til å snakke med eller dele informasjonen andre deltakere.

B.4.1.4 Hvilke spørsmål?

I SAGAT (Endsley, 1995b) benyttes det mange spørsmål som tilfeldig trekkes ut. Det er nærmest umulig å spørre TP'ene om alle deres SA aspekter, fordi tiden som scenarioet blir stoppet er begrenset. Et tilfeldig utvalg av spørsmål vil gi konsistente og statistiske holdbare data, samtidig som det gir en mulighet til å enkelt sammenligne SA "karakter" (verdi) over flere tester, TP'er, systemer og scenarioer. Selv om noen av de tilfeldige utvalgte spørsmålene kan virke uviktige og umulige å svare på, i gjeldende tidspunkt, er det viktig å understreke for TP'ene at de forsøker å svare. I visse tester er det mulig å utelate spørsmål omkring spesielle situasjoner. For eksempel hvis det ikke skal teste på feilfunksjoner i et system kan det utelates spørsmål som omhandler dette. I tillegg kan det være ønskelig å få svar på noen spesielle spørsmål gjennom hele testen, derfor må slik spørsmål være med gjennom hele testen. Det er viktig at spørsmålene virker tilfeldig sammensatt på TP, fordi han / hun kan bli påvirket av spørsmålene, d v s rette oppmerksomheten mot noe som hun /han vet vil bli spurt om.

I forbindelse med visse tester kan det ikke bli mange stopper, fordi utviklingen og oppbyggingen av SA går relativt sakte i forhold til det domene som SAGAT er utviklet for å bli brukt i. SAGAT er opprinnelig utviklet for bruk på jagerfly-simuleringer, men generelt kan den bli brukt hvilket som helst domene hvor en fornuftig simulering av prestasjoner eksisterer og en analyse av de SA-krav som gjelder i domenet er gjennomført for å utvikle spørreskjemaet. Jeg har ikke funnet noe henvisninger til SAGAT spørsmål for kommando og kontroll domenet for maritime operasjoner. De må derfor utvikles spesielt for slike tester.

B.4.1.5 Når skal innsamling av spørsmål skje?

Det er anbefalt at tidsreguleringen av når simuleringen skal stoppes bør skje til randomiserte tider slik at TP'ene ikke har noen mulighet til å forutse når simuleringen stopper og dermed ikke har mulighet til å forberede seg på spørsmålene. Det bør også gå en viss tid inn i simuleringen av scenarioet før den første stoppen kommer, dette for å gi TP'ene en mulighet til å først bygge seg opp en SA.

B.4.1.6 Hvilke spørsmål?

Må avgjøres utfra en analyse av de krav til SA som domenet stiller.

B.4.1.7 Data innsamling

Simulatorcomputeren bør registrere de objektive dataene som korresponderer med spørsmålene som er stilt i samme tidspunkt (hvilke mål, fart, avstand, kurs, klassifisering, etc.). Noen av spørsmålene gjelder høyere nivå av SA og disse kan kanskje ikke være tilgjengelig i simulatorcomputeren slik at dette må registreres på en annen måte. For eksempel kan disse registreres av en erfaren observatør som har all informasjon om scenarioet og reflekterer en person med perfekt SA kunnskap, og en sammenligning av disse kan gjøres i ettertid for å bedømme TPs SA i tidspunktet.

Litteraturliste

Andriole S., & Adelman L., (1995), *Cognitive Systems Engineering for User-Computer Interface Design, Prototyping, and Evaluation*, Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum

- Endsley, Mica R., (1995a), Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems, *Human Factor*, 37(1), p 32-64
- Endsley, Mica R., (1995b), Measurement of Situation Awareness in Dynamic Systems, *Human Factor*, 37(1), p 65 – 84
- Kaempf, G., Klein, G., Thordsen, M., & Wolf, S., (1996), Decision Making in Complex Naval Command-and-Control Environments, *Human Factors*, 38(2), p 220-231
- Klein, G., Klinger, D., & Miller, T., (1997), Using Decisions Requirements to Guide the Design Process, Systems, Man, and Cybernetics, *IEEE International Conference on Computational Cybernetics and Simulation*, Vol. 1, Page(s): 238–244
- Klein, Gary, A., Calderwood, Roberta and Macgregor, Donald, (1989), Critical Decision Method for Eliciting Knowledge, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 19, no.3, p 462-472, may/june 1989
- Rasmussen, Jens, & Vicente, Kim, J., (1989), Coping with human errors through system design: implications for ecological interface design, *International Journal Of Man-Machine Studies*, 31, s 517-534
- Sjøforsvarets Forsyningskommando, SMP6203 Utkast til teknisk grunnlag for forespørsel SjøTAS – programvare, 1999
- Vicente, Kim J., og Rasmussen Jens, (1992), Ecological Interface Design: Theoretical Foundations, *IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics*, Vol 22, No 4, 1992, p589 – 60

B.5 Case studien

B.5.1 Spesifikke testmål

Målet med case-studien er å forsøke å få bekreftet de testmålene som er beskrevet i dette kapitlet. Testmålene er generert utfra de generelle retningslinjene i kapittel 3. Tillegg ønsker jeg å få testet om et enkelt scenario i SjøTAS er tilstrekkelig for å kunne evaluere brukergrensesnittet og kunne måle en operatørs situasjonsbevissthet. Testmålemetodene er i tillegg beskrevet.

B.5.1.1 Identifisering av hint og ledertråder

Identifisering av hint og ledertråder er et hovedmål med case-studien. Både Endsley (1995a) og Klein m.fl. (1997) hevder i sine artikler at hint som blir presentert for en operatør er avgjørende for hans/hennes SA og dermed for de handlinger han/hun velger å iverksette. Operatørene vil ikke vurdere flere alternative løsninger satt opp i mot hverandre, men kun vurdere en og en løsning. Vurderingen kan være at operatøren "simulerer" (Klein m.fl., 1997) eller gjør et "tankeeksperiment" (Endsley, 1995a) i sitt hode for vurdere utfallet av valget. Hvis utfallet av simuleringen eller tankeeksperimentet ikke gir de ønskede resultatene, blir en ny løsning valgt eller at den valgte løsningen forandres eller tilpasses slik at når de mål som er satt. Hvis tiden ikke tillater at man simulerer eller "kjører igjennom" løsningen, velges den løsningen som "passer" til de hintene som oppfattes fra brukergrensesnitt eller blir persipert direkte fra situasjonen. Klein m.fl. (1997) hevder at mesteparten av tiden blir brukt til å vurdere og forstå, samt det å kunne forutsi hva som kommer til å skje videre i situasjonen. Når en operatør "gjenkjenner" eller har klassifisert en situasjon som en kjent situasjon eller en prototypisk situasjon er hans / hennes valg av handlinger relativt opplagte.

B.5.1.2 Målemetode

For å få svar på de konkrete testmålene må det foretaes intervjuer av testpersonene (TP). Man forsøker å identifisere beslutninger som TP har foretatt i scenarioet. Dette må for denne case-studien gjøres i sanntid p.g.a. tiden som er tilgjengelig. Med mer tid tilgjengelig kan man med fordel analysere beslutningspunktene nærmere ved gjennomgang av scenarioet med de opptak og logger som er tilgjengelig. I noen tilfeller er beslutningspunktene relativt opplagte, men dette er ikke alltid tilfellet. Intervjuene må foretaes etter at scenarioet er ferdig og beslutningspunktene er identifisert og ved hjelp av intervjuene må man få TP til å "avsløre" hva han / hun bruker og har av kunnskap og informasjon ved beslutningene.

Dette kan gjøres ved å spørre konkrete spørsmål som for eksempel: (Ved kursforandring i scenarioet)

- Hvilken informasjon hadde du når du besluttet å forandre kurs og hvordan var denne informasjonen ervervet?
- Hva er ditt spesifikke mål / hensikt på dette tidspunktet? Dette må være detaljerte mål og ikke generelle mål som er alltid gjeldene.
- Vurderte du andre handlinger?
- Hvilke andre handlinger var mulige eller tilgjengelig for deg?
- Hvordan er denne handlingen valgt / andre handlinger forkastet? Hvilken "regel" ble fulgt?
- Hvordan vil du beskrive situasjonen på dette punktet? For eksempel til en vaktavløser på dette punktet.
- Følte du at du var under tidspress på dette tidspunktet?
- Hvis en nøkkelfaktor var annerledes, hvilken forskjell vil det ha gjort med hensyn på din beslutning?

Disse spørsmålene måtte tilpasses til hvert beslutningspunkt i scenarioet for å kunne identifisere hintene.

Noen av disse hintene er oppsummert i tabellen under.

Hint	Forklaring	Eksempel
Klassifisering	Klassifiseringen av et mål kan / må ha innvirkning på hvilke beslutninger som fattes vedrørende dette målet.	Ved å klassifisere et mål som et fiendtlig jagerfly må man ta hensyn til mulige oppdrag flyet kan ha, hvilken våpenlast og sensor utrustning flyet kan ha.
Manøvrering / trenddata	Hvilken manøver foretar målet seg eller har foretatt. Ved å gjenkjenne typiske manøvrer kan man antatt at målet har visse hensikter. Hvilke forandringer i kurs, fart, høyde, osv har målet foretatt seg i den siste tiden.	Foretar målet en typisk manøver som tilsier at målet har til hensikt å angripe. Skifter målet (f eks fly) kurs rett imot eget skip og forandrer hastighet og høyde til typiske angreps hastighet og høyde for dette målet.
Historie	Ved å ha kunnskap om historien til et spesifikt mål kan det være til hjelp ved klassifisering og til å gjenkjenne mulige oppdrag / hensikt som dette målet kan ha.	Ved å vite at et mål kommer fra fiendtlig kontrollert område kan man anta at målet er fiendtlig.
Kinematisk data	Fart, kurs, høyde, dybde, størrelse,	Fart og kurs er viktig for å vurdere når

Hint	Forklaring	Eksempel
	posisjon osv er data som er viktige for å finne klassifisering og hensikt et mål kan ha.	et mål har en stor trussel, f. eks når er målet nær nok til å avfyre våpen.
Ikke- kinematiske data	Utsendelser (f eks radio, sensorer, etc), våpenavfyringer.	Har målet avfyrt et våpen mot eget fartøy kan man anta at hensikten til målet er fiendtlig.

B.5.1.3 Spesifisering av testmål

Hvilken informasjonen vil operatøren ha presentert på brukergrensesnittet eller ha tilgjengelig på annen måte.

Hvis brukergrensesnittet viser tilstrekkelig informasjonen (flytype, typiske hastigheter, våpenlast, våpenrekkevidde, etc) om det klassifiserte målet, vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.

Hvis brukergrensesnittet viser tilstrekkelig informasjonen om målets bevegelser, manøvrer og trender vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.

B.5.1.4 Identifisering av hjelpemidler og "verktøy" for prosessen

Identifisering av "verktøy" og hjelpemidler som operatørene kan bruke for å lette SA prosessen og dermed redusere arbeidsbelastningen er viktig. Endsley (1995a) hevder at arbeidsbelastning har en stor innvirkning på en persons SA. Det er derfor viktig i forsøke å identifisere hvilke handlinger og tankeprosesser som legger beslag på arbeidsbelastningen. Dette kan være utforming av hypoteser og planlegging av fremtidige handlinger.

B.5.1.5 Målemetode

Jeg vil forsøke å identifisere disse ved hjelp av intervjuer. Her må man forsøke å identifisere hvilke hjelpemidler og verktøy som beslutningstakeren har benyttet eller kunne ha benyttet. Man må forsøke å konkret spørre hvilken utregninger, beregninger, gjetninger etc som beslutningstakeren har foretatt før en beslutning fattes eller under planleggingen av sine handlinger eller sekvenser av handlinger.

Prosesser	Hjelpemidler / verktøy	Eksempler
Simulering av utviklingen av scenarioet.	Ha mulighet til å projisere utviklingen av scenarioet fremover i tid basert på eksisterende data om målene.	Gi brukeren mulighet til å flytte "klokken" framover i tid for å se hvordan scenario - bildet er om 15 minutter.
Beregning av taktiske måldata.	Ha mulighet til å beregne og presentere CPA (Closest point of approach) , kollisjonspunkt, etc både når det gjelder tid og f eks geografiske punkt relativt til egen posisjon.	Ved å velge et mål kan man få automatisk beregnet alle viktige taktiske måldata, som f eks CPA.
Beregning av avstander og tider til spesielle punkter hvor avgjørelser må taes.	Gi brukeren mulighet til å på forhånd å sette eller angi våpenradius, sensorradius, spesielle punkter, etc. fra eget fartøy eller andre valgte objekter og få beregnet data som måtte være av interesse for disse.	Sette en våpenradius som et valgt mål har og få beregnet siste mulige tidspunkt for når en beslutning må taes med hensyn til avfyring av eget våpen mot dette målet.

Tabell B.7.2 Identifisering av hjelpemidler

B.5.1.6 Spesifisering av testmål

Hvis operatøren har muligheten til å beregne taktiske data (CPA, KollisjonsKurs, Tider, etc) eller få disse presentert på brukergrensesnittet vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.

Hvis operatøren har mulighet til å sette våpenradius for et valgt mål eller våpenradius for sine våpen vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.

B.5.1.7 Identifisering av alarmer og "snubletråder"

Jeg ønsker også å få identifisert hvilke alarmer og snubletråder som trigger handlinger hos operatøren. Snubletråder er her brukt i overført betydning og menes som dynamiske grenser og punkter som operatøren kan sette i brukergrensesnittet, slik at de gir en form for varsel eller alarm når de blir brutt.

Det er vist at beslutningstakerne benytter seg av "regler" når de tar avgjørelser (Klein m.fl, 1997; Endsley, 1995a).

For eksempel If – Then regler:

IF (betingelse) THEN (handling)

IF (jagerfly innefor radius av 50 km av eget skip) THEN (engasjer mål).

Det er viktig å identifisere disse slik at de kan integreres i et brukergrensesnitt og være til hjelp for operatøren når beslutninger skal vurderes og taes.

B.5.1.8 Målemetode

Dette vil også kunne måles ved hjelp av intervjuer. Her må man forsøke å identifisere hvilke alarmer og snubletråder som trigger en valgt handling eller en beslutning. Man må ved hvert

beslutningspunkt forsøk å finne de "tingene" som trigger en handling hos beslutningstakeren. Dette kan feks være at et mål med en klassifisering kommer innenfor en selvvalgt radius eller at man får målkontakt i en spesiell sektor.

B.5.1.9 Spesifisering av testmål

Ved å gi operatøren muligheter for sette snubletråder vil operatøren lettere ta beslutninger eller vite når beslutningene må taes.

B.5.1.10 Identifisering av nødvendig informasjon

Identifisering av hvilken informasjon som er nødvendig for operatøren for å kunne ta de riktige avgjørelsen til riktig tid er et sentralt punkt i utformingen av brukergrensesnittet. Vurdere situasjonen i ettertid i beslutningspunktene for å avgjøre om beslutningstakeren hadde den nødvendige informasjonen til å ta de rette beslutningene. Forsøk å vurdere om noe informasjon mangler for at beslutningen kan taes og i tilfelle hvilken informasjon som mangler. Sammenligne "fasiten" fra simuleringen med TPs oppfatning av simuleringen for å vurdere om fasiten inneholder informasjon som TP ikke har og hvorfor TP ikke har denne informasjonen. Er feks informasjonen ikke presentert eller er presentert på en slik måte at TP ikke kan eller vanskelig kan oppfatte informasjonen.

B.5.1.11 Målemetode

Dette kan måles ved hjelp av intervjuer og et spørreskjema som TP må besvare i løpet av scenarioet og til slutt. Her må man forsøke å identifisere hvilken informasjon og kunnskap beslutningstakeren hadde på beslutningstidspunktet. Deretter vurdere informasjonen fra intervjuene med det som er "fasit" i scenarioet. Fasit i scenarioet kan fåes ved hjelp av vurderinger av erfarne offiserer og / eller fra en vurdering av de som har oppnådd de beste resultatene i et scenarioet (når dette blir målt). I denne case studien blir det ikke prestasjonene målt og man må derfor foreta en vurdering av beslutningene i ettertid.

B.5.1.12 Spesifisering av testmål

Brukergransesnittet gir operatøren tilstrekkelig informasjon til å opparbeide seg situasjonsbevissthet.

B.5.1.13 Evaluering av testmetoden

Hovedoppgaven presenterer komplekse metoder for å designe et brukergrensesnittet for bruk i komplekse domener. For å kunne verifisere et design av et brukergrensesnitt er man avhengig av at man kan teste brukergrensesnittet i tilnærmet realistiske forhold. Mange av testene og forsøkene som er presentert i artiklene som det refereres til i hovedoppgaven er store simuleringer som involverer flere operatører og avanserte simulatorer, hvor store scenarioer med mange mål er brukt. Dette er omfattende og kostbare forsøk som krever store resursser og anlegg. Denne case-studien gjennomføres med små ressurser og et enkelt scenario. Jeg ønsker derfor å få svar på om enkle scenarioer presentert på SjøTAS og påfølgende intervjuer er tilstrekkelig for å gi svar på spørsmål om utforming av brukergrensesnittet for bruk i taktiske domener.

B.5.1.14 Målemetode

Ved hjelp av intervjuer vil jeg forsøke å danne meg et bilde av hvor godt testmetoden fungerer.

B.5.1.15 Spesifisering av testmål

Er enkle scenarioer presentert på SjøTAS og påfølgende intervjuer tilstrekkelig for å gi svar på spørsmål om utforming av brukergrensesnittet for bruk i taktiske domener.

B.5.2 Scenario-oppsett

B.5.2.1 Innledning

Oppbygging av scenarioet er svært viktig for å kunne identifisere alle eller noen av de spesifikke testmålene som er forklart under Kapittel 6.1. I dette kapitlet vil hele scenarioet bli forklart.

B.5.2.2 Hensikt

Hensikten med scenarioet er å provosere eller tvinge operatøren til å foreta beslutninger utfra det operatøren observerer i scenarioet. Ved å måle situasjonsbevisstheten til testpersonene vil man kunne få svar på om brukergrensesnittet på applikasjonen er tilstrekkelig komplett til å være til hjelp ved beslutninger. Scenarioet må også være krevende for operatørene slik at han/hun føler at det er et visst tidspress og at arbeidsbelastningen er slik den vil være i virkeligheten. Scenarioet bør være så lik som en virkelig situasjon som det er mulig å få i kontrollerte omgivelser.

B.5.2.3 Scenario bakgrunn

Samlede Styrker (SaS) har fått i oppdrag fra FN å beskytte og sørge for at sivil skipsfart kan gå igjennom farvannet mellom de to statene Nord-landet og Sør-landet. Nord-landet og Sør-landet har vært i krig med hverandre og det er nå en våpenhvile som overvåkes av FN styrker, både av landstyrker, luftstyrker og sjøstyrker. Nord-landet har overlegende militære styrker i forhold til Sør-landet og en våpenhvile ble presset frem av FN-styrker og et massivt politisk press fra omverden. Nord-landet er hovedsakelig isolert fra sine nabostater, men det foregår fremdeles en utstrakt sivil flytrafikk til/fra og over Nord-landets luftterritorium. Den sivile lufttrafikken hoder seg til internasjonale og nasjonale luftkorridorer.

Nord-landet har avanserte militære styrker, med landbaserte raketter som kan nå skipstrafikk og flytrafikk langs Sør-landets kystgrense.

Nord-landets militære styrker: (Utdrag)

Styrker	Antall	Beskrivelse
Fly	15	Avanserte jagerfly med raketter mot sjø og landbaserte mål. (Jagerfly med max fart > 500km/t og angrepshastighet max 250 km/t, missiler mot sjømål rekkevidde 25 km (13nm))
	2	Overvåknings fly med utstyr for mål allokering av landbaserte raketter, jagerfly og marine styrker.
Marine	2	Konvensjonelle ubåter med torpedoer. (Våpenrekkevidde 20 km)
	2	Fregatter

Tabell B.7.3 Styrke tabell

Nord-landet er svært fiendtlig til FN styrken og vil gjøre alt for å provosere fram en handling hos FN-styrkene som kan gi et politisk nederlag for landene som deltar i disse styrkene.

Nord-landet har i den senere tiden provosert den sjøgående delen av FN-styrken ved å simulere angrep ved hjelp av jagerfly.

B.5.3 Scenario beskrivelse

B.5.3.1 Testpersonens stilling

Testpersonens stilling er operasjonsoffiser om bord en fregatt som inngår i FN-styrken. Operasjonsoffisen skal gi situasjonsrapporter, råd og vurderinger til skipssjefen på fregatten. Han / hun skal kontinuerlig overvåke og vurdere det taktiske bilde rundt fartøyet og gi råd om handlingsmåte i henhold til fartøyets forhåndsordre. Han /hun skal initiere klassifisering og målfølgning av alle nye mål, vurdere trussel for hvert mål og allokere våpen til de forskjellige målene etter trusselverdi mot oppdraget og i henhold til fartøyets forhåndsordre.

B.5.3.2 Tilgjengelige styrker

Hovedkvarter som overfører mål fra andre enheter, bl a. overvåkningsfly.

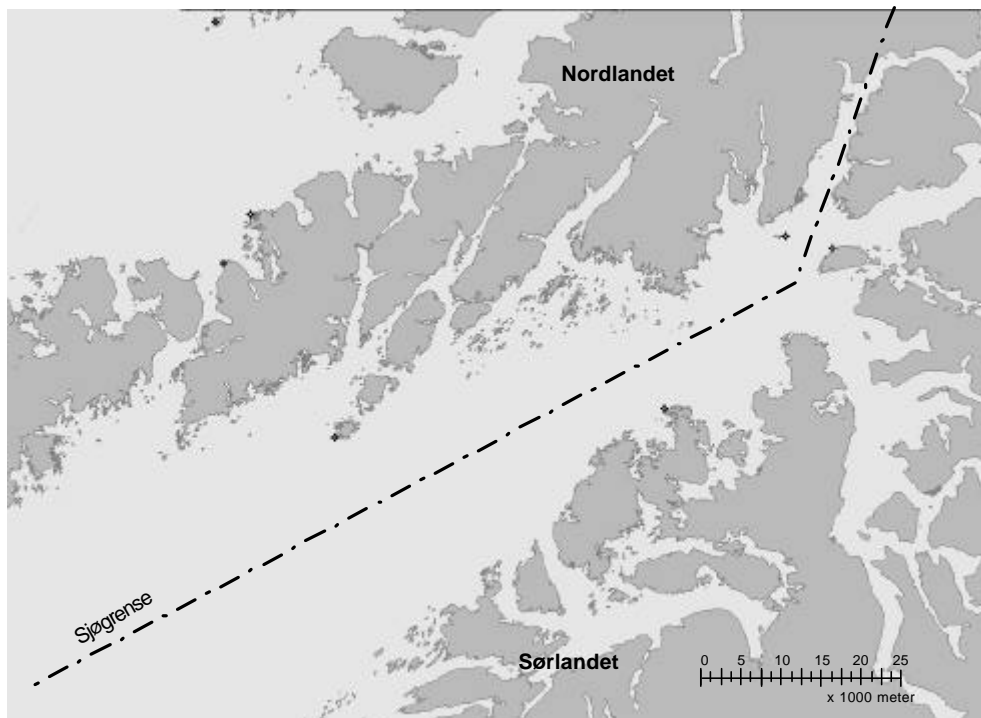
B.5.3.3 Oppdrag

Beskytte sivil skipstrafikk og egne styrker mot angrep fra Nord-landet.

B.5.3.4 Forhåndsordre

- Beskytte sivil skipstrafikk mot angrep fra Nord-landet med alle tilgjengelige midler.
- Bruk av våpen er siste utvei, og skal ikke brukes før det er positivt bekreftet at Nord-landets styrker har til hensikt å angripe skipstrafikken eller FN-styrken.
- Sivile tap må unngås.
- Tillatelse av bruk av våpen gies av hovedkvarter, unntatt når det ikke er mulig å innhente denne tillatelsen.

B.5.3.5 Kartbeskrivelse



Figur B.7.1 Scenario kart

B.5.4 Intervjuobjekter

Bør være 4 intervjuobjekter, 2 med erfaring med SjøTAS og 2 uten tidligere erfaring med SjøTAS. Dette bør være offiserer som til "daglig" tar beslutninger og tolker det taktiske bildet.

B.5.5 Gjennomføring

Gjennomføringen av case-studien foregår 16. og 17. februar 2000 ved SjøTAS lab'en på Taktikkskolen. Intervjuene blir utført umiddelbart etter avspillingene av scenarioet var foretatt.

B.5.5.1 Scenario – oppsett

Scenarioet blir satt opp på ett konsoll ved SjøTAS laboratoriet på Taktikkskolen. SjøTAS programvareversjon er MARIA 2.0

B.5.5.2 Intervju – oppsett

Intervjuene foretaes kort tid etter scenarioet er gjennomført, alternativ etter at alle TP'ene har gjennomført sine scenarioer.

B.5.6 Data registrering

B.5.6.1 Video

Det er ønskelig med videoopptak av scenario avspillingen og av intervjuene. Som et minimum bør det være videoopptak av intervjuene. Opptakene vil bli makulert etter at analysen og hovedoppgaven er ferdig.

B.5.6.2 Lyd

Hvis video ikke er mulig må lydopptak av intervjuene foretaes.

B.5.6.3 Data

Kun manuelle registreringer av data utføres av intervjuleder.

B.5.6.4 Skjemaer

Skjemaer utarbeides for bruk under intervjuene og til registrering av data på TP, som f eks alder, erfaring, tidligere erfaring med SjøTAS, etc.

TP kan også få benytte skisser o.l. for å klarlegge situasjonen under intervjuene. Det utarbeides også et spørsmålsskjema som TP'ene må besvare under og etter at scenarioet er ferdig.

B.5.7 Data analyse

Dataanalysen utføres umiddelbart etter at alle testene er gjennomført. Case-studien og analysen taes også inn i hovedoppgaven som eget vedlegg eller kapittel.

B.5.7.1 Hensikt

De momentene som blir tatt opp i min oppgave er viktig for å forstå hvordan man kan utvikle bedre brukergrensesnitt på produkter som benyttes i sjøforsvaret i dag og i fremtiden. Det foregår også forskningsprosjekter ved FFI som omhandler utformingen av brukergrensesnitt for fremtidige applikasjoner og systemer for bruk i sjøforsvaret som vil ha nytte av erfaringene fra hovedoppgaven.

Et annet viktig momentet er også at man ved å forstå hvordan denne beslutningsprosessen foregår kan man også utforme utdanningen og treningen slik at den blir mer effektiv for å treffe de riktige beslutningene i de ulike situasjonene / scenarioene.

Jeg er klar over at denne case studien ikke er noen omfattende vitenskapelig studie, men det er heller ikke nødvendig for mitt formål. En slik studie vil kanskje ikke gi noen svar eller noe utbytte av konkret verdi, men de gir meg mer kunnskap om hvordan en bør foreta systemutvikling av brukergrensesnitt for fremtiden og dermed også sjøforsvaret via min fremtidige arbeidsplass (SFK).

B.5.7.2 Data analysen

Sammenstilling av de statistiske dataene som blir funnet i analysen.

B.5.7.3 Intervju analysen

Analysen i ettertid må forsøke å verifisere testmålene i kapittel 6.1

B.6 Scenario utvikling

B.6.1 Scenario oppsett

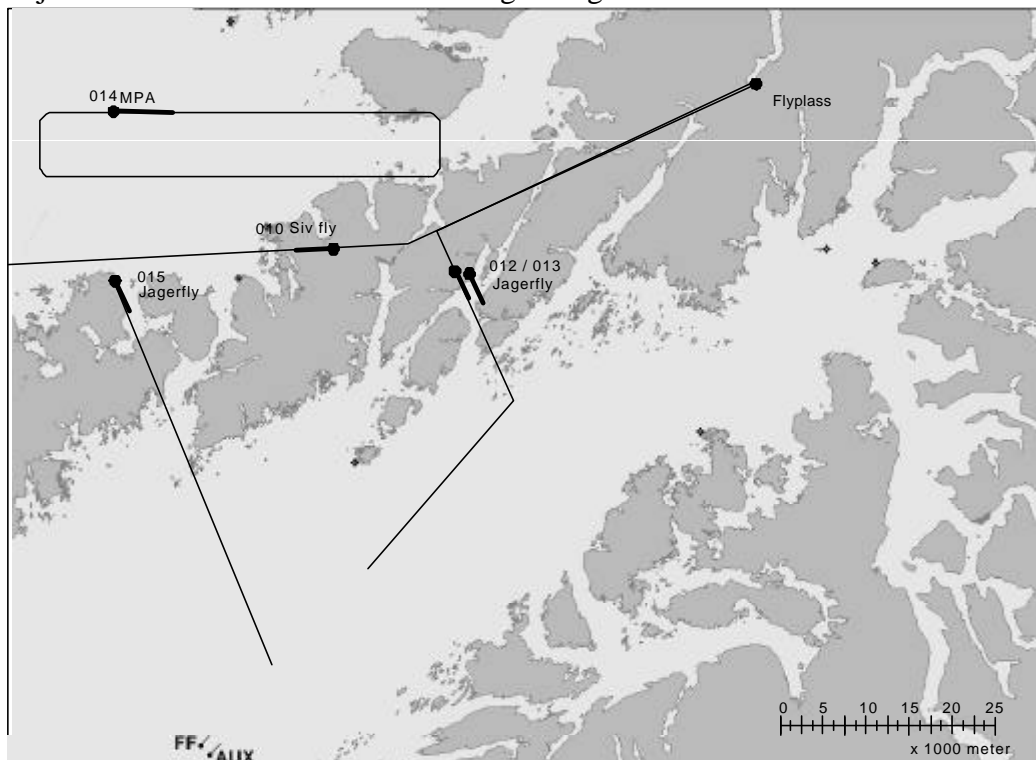
Dette er oppsettet og utviklingen i scenarioet. Testpersonene (TP) må ikke ha mulighet til å se

denne delen før testen gjennomføres. Utviklingen i scenarioet er ikke endelig fastsatt og kan forandres etter forslag og kommentarer fra de involverte parter. (Taktikkskolen / KNM Fartøy)

Mål / Egne styrker	Klassifisering
FF	Fregatt (Eget fartøy)
AUX	Sivilt handelsfartøy (Egne styrker)
014	Fiendtlig Maritime Patrol Aircraft (MPA)
010	Sivilt fly
012 /013 /015	Fiendtlige jagerfly

Tabell B.7.4 Deltakende styrker

Skjematisk oversikt over scenarioet er gitt i figur B.2.



Figur B.2 Scenario kart oppsett

Oversikt over hendelsene i scenarioet er gitt påfølgende tabell:

Tid (min:sek)	Hendelse			Forklaring
	Egne styrker	Fiendtlige styrker	Sivile / nøytrale styrker	
0	Posisjon på egne styrker			Start scenario
2:41		Radarkontakt peiling 350 Nr 014		Fiendtlig Maritime Patrol Aircraft
4:42			Radarkontakt peiling 045 Nr 010	Sivilt passasjerfly. Radarkontakten kommer i nærheten av siv / mil flyplass. Flyet følger sivil luftkorridor.
5:13		Radarkontakt peiling 045, mulig jagerfly Nr 012		Fiendtlig jagerfly, Radarkontakten er i nær avstand til det antatte sivi le flyet. Dette for at TP skal bli usikker på klassifisering og hensikt.
10:19		Radarkontakten splittes og blir to mål Nr 012 og 013		To fiendtlig jagerfly.
10:20		Kontakt 012 forandrer hastighet samtidig som 013 blir introdusert		Se om testpersonene observerer at hastigheten har forandret seg og at de foretar nye vurderinger i lys av den nye hastigheten.
12:13		Ny radarkontakt peiling 340 Nr 015		Fiendtlig jagerfly.
13:42		Radarkontaktene forandrer kurs mot egne styrker Nr 012 og 013		Skiller seg fra den sivile kontakten.
13:50		Radarkontaktene har kurs mot eget fartøy Nr 012/013 og 015		Må vurdere hvilke mål som når våpenavstand først Må vurdere hvor lang tid før målene utgjøre den største trusselen.
18:30		Radarkontakten er på våpenavstand Nr 015		Må foreta en beslutning om målet skal engasjeres. Målet har ikke passert grensen.
18:40		Radarkontaktene passerer grensen Nr 012 og 013		Må vurdere hvilken hensikt disse kan ha.
21:00				Scenario slutt

Tabell B.5 Scenarioutvikling

C TESTSKJEMA

Situasjonsbevissthet : testskjema

Kandidat nr:

Testpunkt: **Midtveis, Slutt**

Dato:

Klokke:

1 SA NIVÅ 1

Hvor mange mål er presentert i scenarioet?

Tegn inn alle målene på et vedlagt ark.

Angi alle opplysningene du husker:

Avstand, Peiling, Kurs, Fart, Høyde

Angi trackhistorie

Klassifisering

Mål 1	Fiendtlig	Vennlig	Nøytral	Ukjent (marker riktig klassifisering)
	Våpen:	Rekkevidde:	Type:	
Mål 2	Fiendtlig	Vennlig	Nøytral	Ukjent (marker riktig)
	Våpen:	Rekkevidde:	Type:	
Mål 3	Fiendtlig	Vennlig	Nøytral	Ukjent (marker riktig)
	Våpen:	Rekkevidde:	Type:	
Mål 4	Fiendtlig	Vennlig	Nøytral	Ukjent (marker riktig)
	Våpen:	Rekkevidde:	Type:	
Mål 5	Fiendtlig	Vennlig	Nøytral	Ukjent (marker riktig)
	Våpen:	Rekkevidde:	Type:	
Mål 6	Fiendtlig	Vennlig	Nøytral	Ukjent (marker riktig)
	Våpen:	Rekkevidde:	Type:	
Mål 7	Fiendtlig	Vennlig	Nøytral	Ukjent (marker riktig)
	Våpen:	Rekkevidde:	Type:	

Egne styrker

Eget skip	
Avstand og peiling til nærmeste land (meter / grader)	
Kurs og fart (grader / knop)	
Egne styrker	
Avstand og peiling fra eget skip (meter / grader)	
Fart og kurs (grader / knop)	

D SKJEMA FOR REGISTRERING AV TESTOBJEKT**Nr:** _____

Dato for case studien: _____

Alder: _____

Erfaring:

Antall år i sjøforsvaret: _____

Antall år i taktiske stillinger: _____ (operativ tjeneste)

Brukt SJØTAS: ____ (JA) ____ (NEI) Hvis ja; antall år: _____

Utdannelse:

Sjøkrigsskolen: ____ (JA) ____ (NEI)

Merknad:

FORDELINGSLISTE

FFIE
Dato: 7 mars 2001

RAPPORTTYPE (KRYSS AV)		RAPPORT NR.	REFERANSE	RAPPORTENS DATO				
<input checked="" type="checkbox"/>	RAPP	<input type="checkbox"/>	NOTAT	<input type="checkbox"/>	RR	2001/01959	FFIE/730/134	7 mars 2001
RAPPORTENS BESKYTTELSESGRÅD				ANTALL EKS UTSTEDT	ANTALL SIDER			
UGRADERT				40	140			
RAPPORTENS TITTEL				FORFATTER(E)				
SITUASJONSBEVISSTHET OG BRUKERGRENSENITT Teori og anbefalinger for design av brukergrensesnitt for militære taktiske domener				HANSEN Knut Morten				
FORDELING GODKJENT AV FORSKNINGSSJEF:				FORDELING GODKJENT AV AVDELINGSSJEF:				

EKSTERN FORDELING
INTERN FORDELING

ANTALL	EKS NR	TIL	ANTALL	EKS NR	TIL
1		FO/SST	3		FFI-Bibl
1		v/Kom Jon Meyer	1		Adm direktør/stabssjef
			1		FFIE
1		FKN	1		FFISYS
1		v/KK Arne Morten Grønningsæter	1		FFIBM
			1		FFIN
1		FKS	1		Vidar S Andersen, FFIE
1		v/Kom Lars Fleisje	1		Karsten Bråthen, FFIE
			1		Arne Cato Jenssen, FFIE
1		MARINSP	1		Hilde Hafnor, FFIE
1		v/OK Dag Jentoft	1		Anton B Leere, FFIE
			1		Stig Løddøen, FFIE
1		FSTS	1		Ole Martin Mevassvik, FFIE
1		v/KK Inge Tjøstheim	1		Erik Nordø, FFIE
			1		Kjell Rose, FFIE
1		KNM T	1		Helge Sanden, FFIE
1		v/OK Svein Sagstuen	1		Tom Skoglund, FFIE
			1		Morten Urdahl, FFIE
1		SFK	1		Kurt A Veum, FFIE
1		v/KL Knut Morten Hanssen	1		Kjell Viken, FFIE
			1		Knut Rief Armo, FFISYS
		www.ffi.no	3		Arkiv FFIE
					FFI-veven

FFI-K1

Retningslinjer for fordeling og forsendelse er gitt i Oraklet, Bind I, Bestemmelser om publikasjoner for Forsvarets forskningsinstitutt, pkt 2 og 5. Benytt ny side om nødvendig.