

EXAMENSARBETE

Är användbarheten i säkerhetskritiska system eftersatt?

ANDREAS ANDERSSON
PER WESTERBERG

Samhällsvetenskapliga och ekonomiska utbildningar

SYSTEMVETENSKAPLIGA PROGRAMMET • C-NIVÅ

Institutionen för Industriell ekonomi och samhällsvetenskap
Avdelningen för Systemvetenskap • Data och systemvetenskap

Sammanfattning

I denna rapport har vi undersökt hur utvecklarna av säkerhetskritiska system tagit hänsyn till användbarheten för slutanvändarna vid utvecklingen av ett säkerhetskritiskt system. Säkerhetskritiska system är system som, när fel uppstår, kan orsaka skada på människa och miljö.

Resultatet erhöles genom en empirisk fallstudie på två företag som utvecklar säkerhetskritiska system. Datasamlingen bestod av intervjuer med personer som varit delaktiga i och har kunskap om utvecklingen av systemen som ingick i vår fallstudie. Sedan analyserades insamlad data mot teori inom Människa – Dator – Interaktion (MDI) samt teori om säkerhetskritiska system.

Analysen visar hur utvecklarna av de säkerhetskritiska system vi undersökt har tagit hänsyn till användbarheten för slutanvändarna när de utvecklat systemen.

De slutsatser vi dragit är att användbarheten i dessa fall inte är eftersatt vid utvecklingen av systemen.

Abstract

In this paper we examined how developers of safety-critical systems have taken usability for the user into consideration at the development of a safety-critical system. A safety-critical system is a system that may cause damage to humans and to the environment when an error occurs.

The result was achieved through an empirical case study at two companies that develop safety-critical systems. The collection of data consisted of interviews with persons that had been a part of and had knowledge about the development of the systems that was a part of our case study. The collected data was then analyzed and compared to theory in Human – Computer – Interaction (HCI) and theory in Safety-Critical Systems.

The analysis indicates how the developers of the Safety-Critical Systems that we examined have taken usability for the user into consideration at the development of the system.

The conclusion that we have drawn is that the usability in these cases isn't neglected in the development of the systems.

Förord

Denna uppsats är ett examensarbete över 10 poäng i systemvetenskap på avdelningen för Data och Systemvetenskap vid Luleå tekniska universitet. Vi som är författarna till denna uppsats går under namnen Andreas Andersson och Per Westerberg. Härmed vill vi framföra stor tacksamhet till följande personer som har bidragit till skapandet av denna uppsats.

- ✚ Lennart S Nilsson vid Banverket i Borlänge. För ett vänligt bemötande och för att han har tagit sig tid till att svara på våra frågor samt för att ha skickat värdefull information till oss.
- ✚ Bert Axelsson på AerotechTelub. För ett vänligt bemötande och för att han avsatt tid till att svara på våra frågor.
- ✚ Vår handledare Harriet Nilsson för att ha hjälpt oss under processens gång samt Johan Ström och Hugo Quisbert som har bidragit med kritik och värdefulla synpunkter under gruppseminarierna.
- ✚ Vi vill även tacka Eva Eriksson, Agneta Lakso, Anders Abrahamsson och Hendrik Furu för bra samarbete i studiegruppen.
- ✚ Vi vill även passa på att tacka Fredrik Säfström för utlåning av viktiga resurser som gjort den här uppsatsen möjlig.

Luleå tekniska universitet Juni 2003

.....
Andreas Andersson

.....
Per Westerberg

Innehållsförteckning

1 INLEDNING	1
1.1 BAKGRUND.....	1
1.2 FORSKNINGSPRÅG.....	2
1.3 SYFTE.....	2
1.4 AVGRÄNSNINGAR.....	2
2 METOD	5
2.1 FORSKNINGSPRÅG.....	5
2.2 LITTERATUR.....	5
2.3 FORSKNINGSPRÅG.....	5
2.4 KVALITATIVA STUDIER.....	6
2.5 DATAINSAMLING.....	6
2.6 VAL AV ANALYSENHETER.....	7
2.7 VALIDITET OCH RELIABILITET.....	7
3 TEORI	8
3.1 SÄKERHETSKRITISKA SYSTEM.....	8
3.2 MÄNNISKA – DATOR – INTERAKTION.....	9
3.3 ANVÄNDBARHET.....	9
3.3.1 Användaracceptans.....	9
3.3.2 Användarvänlighet.....	10
3.4 MÄNNISKANS MENTALA FUNKTIONSSÄTT.....	11
3.4.1 Varseblivning.....	11
3.4.2 Minne.....	13
3.4.3 Mentala modeller.....	15
3.5 STRESS.....	15
3.6 RIKTLINJER.....	16
4 EMPIRI	18
4.1 GENOMFÖRANDE AV FALLSTUDIENS INTERVJUER.....	18
4.2 FALLSTUDIE BANVERKET.....	18
4.2.1 Beskrivning av respondent.....	18
4.2.2 Beskrivning av systemet.....	18
4.2.3 Svaresredovisning av intervju (Banverket).....	19
4.3 FALLSTUDIE AEROTECHTELUB.....	21
4.3.1 Beskrivning av respondent.....	22
4.3.2 Beskrivning av systemet.....	22
4.3.3 Svaresredovisning av Intervju (AerotechTelub).....	22
5 ANALYS	25
5.1 ANVÄNDARACCEPTANS.....	25
5.2 INDIVIDUALISERING.....	26
5.3 HJÄLPRESURSER.....	26
5.4 FÖRENLIGHET MED MÄNNISKANS MENTALA FUNKTIONSSÄTT.....	27
6 RESULTAT	30
6.1 SLUTSATSER.....	30
6.2 DISKUSSION.....	30
6.3 METODDISKUSSION.....	31
6.4 FÖRSLAG TILL VIDARE STUDIER.....	32
7 REFERENSLISTA	33
BILAGA I	I
BILAGA II	III

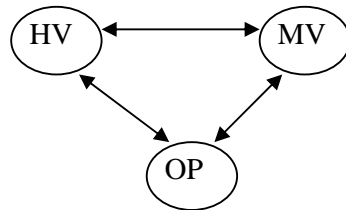
1 Inledning

I detta kapitel redogör vi för bakgrunden till denna rapport. Vidare presenteras vår forskningsfråga och syftet med rapporten samt de avgränsningar som vi har valt att göra.

1.1 Bakgrund

I vår omgivning finns idag en mängd system som påverkar oss på ett eller annat sätt. Det kan till exempel vara redovisningssystem eller kassaapparater som underlättar och hjälper oss i vår vardag. Systemen är naturligtvis inte hundra procentiga utan kan falla och genom det påverka oss negativt. System som kan orsaka skada på material eller på människor när fel uppstår kallas för säkerhetskritiska system. Dessa system måste vara robusta för att undvika att situationer inträffar som kan orsaka skada. Säkerhetskritiska system finns i många olika miljöer som i kärnkraftverk, trafikledning och i flygplan. Storey (-96)

Enligt Storey (-96) kan ett system beskrivas som att det består av tre olika delar: hårdvara/maskinvara, mjukvara och operatör. Hårdvara och mjukvara integrerar med varandra och operatören använder sig av hård- och mjukvaran. (Figur 1)



Figur 1. Ett system kan bestå av hårdvara, mjukvara och operatör

Enligt en undersökning som gjordes 1990 av Brian A Wichmann lägger utvecklare av säkerhetskritiska system ingen eller liten vikt vid operatören, alltså personen som ska använda systemet. Istället väljer utvecklarna att fokusera på mjuk- och hårdvara. Storey (-96) säger att designen av användarmiljön bestämmer hur enkelt systemet blir att använda och att även detta kan påverka dess säkerhet. Det verkar med andra ord som om man genom att lägga ner mindre tid på den miljö som användaren skall befinna sig i skapar ett system med lägre säkerhet.

Utvecklare skall sträva efter att, när det finns möjlighet, göra säkerhetskritiska system så enkla som möjligt. Men ofta finns det, när det gäller användningen av systemet, en väldigt komplex del, nämligen operatören. När det gäller den mänskliga faktorn i ett system kan den medföra vissa komplikationer men även en hel del fördelar. När operatören är en del av ett system ses människan ofta som oberäknelig och opålitlig och många olyckor som inträffat beror på att operatören har handlat fel. Datorn är helt överlägsen människan när det gäller att följa ett förutbestämt mönster och göra samma sak om och om igen utan att fel inträffar någon gång under iterationen. Detta medför att utvecklare av säkerhetskritiska system försöker ersätta människor med datorer vid sådana situationer. Men det finns situationer där människan är att föredra framför enbart datorn. Människor är mer flexibla och har större möjligheter att anpassa sig efter rådande situation än vad en dator har. Datorn har mycket mindre möjligheter att

förutse händelser och detta gör att människan, som operatör, blir oersättlig när det gäller att förhindra att en incident leder till en katastrof. Storey (-96)

I många situationer beror operatörens fel, enligt Storey (-96), på att den användarmiljö som operatören befinner sig i är dåligt designad, interaktionen mellan människan och datorn är med andra ord dålig. Det borde vara en central del av utvecklingen av system att lägga större vikt och tanke vid designen av användarmiljön. En viktig del för att lyckas med designen för interaktionen mellan datorn och människan är enligt Smith (-97) att ta hänsyn till användbarheten vid utvecklingen av systemet. Enligt Allwood (-98) är några viktiga faktorer för att skapa användbarhet att systemet accepteras av användarna, att användarna har den kompetens som krävs samt att systemet är användarvänligt. Användarvänligheten består enligt Allwood (-98) av att systemet är åtkomligt, tar hänsyn till individuella skillnader hos användarna, att det finns hjälpresurser att tillgå samt att systemet överensstämmer med människans mentala funktionssätt.

Många olyckor skylls på operatören, men de har inte hela ansvaret. Utvecklaren av den miljö som operatören befinner sig måste ha kunskap om vad som styr en människas uppmärksamhet. Det handlar om varseblivning det vill säga om hur vi tar emot och bearbetar den information som når våra sinnesorgan. Danielsson (-01)

1.2 Forskningsfråga

Hur har utvecklare tagit hänsyn till användbarheten för slutanvändarna vid utvecklingen av ett säkerhetskritiskt system?

1.3 Syfte

Syftet med rapporten är:

- Att undersöka om designen mot användbarhet för slutanvändarna är eftersatt vid utvecklingen av säkerhetskritiska system.
- Att belysa att människan bör ses som en del av systemet och att man skall ta hänsyn till denne genom att designa ett system med hög användbarhet

Med eftersatt menar vi att utvecklarna vid utvecklingen inte tagit hänsyn till en eller flera av de egenskaper som enligt Allwood (-98) bildar användbarhet.

1.4 Avgränsningar

I denna rapport kommer vi endast att behandla säkerhetskritiska system som har en mänsklig operatör.

Denna rapport kommer endast att fokusera på hur utvecklarna tar hänsyn till den mänskliga delen av ett system vid utvecklingen av ett säkerhetskritiskt system. Systemets funktionaliteten kommer inte att behandlas.

När det gäller undersökningen om användbarhet för slutanvändarna är eftersatt kommer vi endast att undersöka om utvecklarna under utvecklingsprocessen tagit hänsyn till användbarheten. Vi kommer därmed inte att titta på hur det slutliga systemets användbarhet blev.

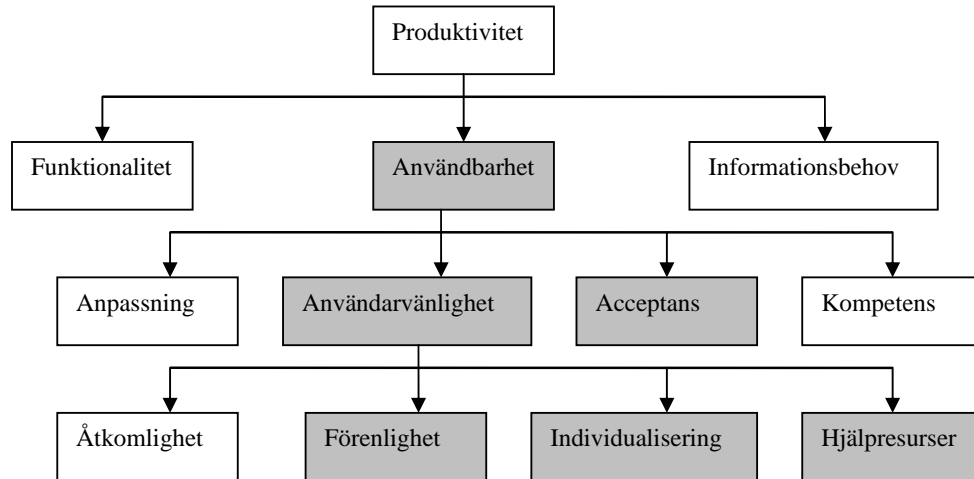
Vår fokus kommer att ligga på hur utvecklare av säkerhetskritiska system tagit hänsyn till användbarheten för slutanvändarna. Vi utgår från Allwoods (-98) syn på användbarhet. Den innefattar följande faktorer, anpassning, användarvänlighet, användaracceptans och användar-kompetens (Figur 2). Det som kommer att hamna utanför vår undersökning är användar-kompetens och anpassning.

Användarkompetensen väljer vi bort för att vid utvecklingen av säkerhetskritiska system måste systemet först och främst designas för att lösa den uppgift det är tänkt att utföra. Systemet kan inte designas efter användarnas kompetens utan detta tar man hänsyn till i ett senare skede i utvecklingen genom utbildning. Detta faller då ur ramen för vårt syfte var att undersöka om designen mot användbarhet är eftersatt.

Anpassning handlar om att anpassa systemet så att det optimalt följer strukturen hos den uppgift som användaren skall lösa. Detta är ofta enklare när systemet utvecklas för en specifik uppgift. Vi har valt att avgränsa bort anpassning ur denna rapport för att om vi skall undersöka hur systemens funktioner är anpassade måste vi undersöka systemets funktionalitet. Dessutom behöver vi en fullständig förståelse för uppgiftens struktur och karaktär för att kunna analysera om utvecklarna tagit hänsyn till att anpassa systemet. Säkerhetskritiska system är dessutom ofta utvecklade för en specifik uppgift och är därmed anpassat till uppgiften.

Användarvänlighet består i sin tur av fyra faktorer, åtkomlighet, förenlighet med människans mentala funktionssätt, individualisering och hjälpresurser (Figur 2). Av dessa kommer vår fokus att ligga på förenlighet med människans mentala funktionssätt men även individualisering och hjälpresurser kommer att behandlas.

Åtkomlighet kommer att väljas bort för att åtkomlighet innebär att användaren måste ha tillgång till programmet/systemet för att kunna använda det. Det innebär att om vi skall undersöka hur utvecklare tagit hänsyn till åtkomlighet under utvecklingen måste vi undersöka systemens funktionalitet, vilket inte är syftet med den här rapporten.



Figur 2. Allwoods (-98) modell över produktivitet. De med markerad bakgrund är de faktorer vi kommer att behandla.

2 Metod

I detta kapitel presenteras uppsatsens metod. Diskussionen börjar med vår forskningsansats, val av litteratur och forskningsstrategi. Vidare behandlas kvalitativa studier och den datainsamlingsmetod som används vid den empiriska undersökningen. Slutligen diskuteras begreppen validitet och reliabilitet.

2.1 Forskningsansats

Slutsatser kan göras antingen genom induktiv eller deduktiv forskning. Det induktiva sättet att dra slutsatser är grundad på empirisk data och kan mynna ut i nya teorier. Vid en deduktiv ansats utgår forskaren från att studera befintliga teorier för att sedan undersöka dessa i empirin med olika metoder.

Denna studie är av deduktiv karaktär. Vi började följaktligen med att söka fram litteratur, främst via Luleå tekniska universitet bibliotekets databaser som LUCIA och Libris. Vi sökte litteratur inom områdena människa – dator – interaktion samt säkerhetskritiska system. Av de träffar vi fick vid sökningen valde vi ut de böcker som verkade mest intressanta och lämpliga för det problemområde som vi valt att undersöka. Det är dessa böcker som ligger till grund för vår teori och vårt arbete med uppsatsen. Frågorna vi ställt under intervjuerna kan direkt kopplas till teorin.

2.2 Litteratur

Den teori vi valde att utgå ifrån är skriven av erkända författare inom människa – dator – interaktion samt säkerhetskritiska system. Vid val av teori som beskriver användbarheten valde vi att utgå från Allwood (-98) och hans syn på användbarhet. Detta eftersom han så tydligt pekar på viktiga egenskaper som krävs för att ett system ska ha hög användbarhet.

2.3 Forskningsstrategi

Den forskningsstrategi som vår empiriska undersökning är byggd på är fallstudiemetodik. En fallstudie är ett av många olika sätt att göra en samhällvetenskaplig forskning på.

Olika strategier har olika fördelar och nackdelar beroende på bland annat vilken forskningsfråga man valt. Fallstudier är en strategi att föredra när frågor av typen hur eller varför ställs, när forskaren har liten eller ingen kontroll på processen och när fokus ligger på ett samtida fenomen med ett samband till omgivningen i en verklig situation. Fallstudien lämpar sig väl när syftet är att beskriva, förklara eller undersöka ett fenomen. Yin (-03)

Vid designen av en fallstudie måste ett beslut tas om studien skall göras genom att studera ett eller fler fall. Att bara titta på ett fall i en fallstudie är lämpligt exempelvis när syftet är att testa en väl definierad teori, när fallet som skall undersökas är en unik företeelse eller när fallet som skall studeras kan sägas vara representativt för en rad liknade fenomen. Vid en flerfallstudie studeras flera fall. Genom detta erhålls mer bindande bevis, detta tenderar att bli mer robust. Nackdelen med en flerfallstudie är att det är mer komplicerat att analysera data

och mer tidskrävande att genomföra. En flerfallsstudie är att föredra jämfört med en enfallstudie även om bara två fall kan studeras. Genom att göra en flerfallsstudie ökar de analytiska fördelarna avsevärt genom att underlaget för analys och slutsats ökar. Yin (-03)

Valet av fallstudie som forskningsstrategi ansåg vi som lämplig eftersom vår forskningsfråga ska svara på "hur" och därmed var av den karaktär som passade för fallstudie. Syftet med rapporten är att undersöka om designen mot användbarhet för slutanvändarna är eftersatt vid utvecklingen av säkerhetskritiska system. I och med att syftet är att undersöka ett fenomen, ansåg vi att med fallstudie som strategi hade vi stora möjligheter att uppnå syftet med studien. Vi har valt att utföra en flerfallstudie för att få ett bättre underlag för analys och slutsatser och eftersom det ej är något unikt företeelse. Vi har valt att titta på två fall eftersom tiden för uppsatsen är begränsad, men vi anser att det ändå ger en bra bild av problemområdet.

2.4 Kvalitativa studier

Det finns olika sätt att genomföra en fallstudie bland annat genom kvantitativa eller kvalitativa undersökningar. I kvantitativa metoder används bland annat statistik för att beskriva hur vanlig en viss företeelse är. Kvalitativa undersökningar handlar om att tolka den verklighet som skall studeras samt att förstå vad det studerade fenomenet betyder och varför det sker. Yin (-03)

I en kvalitativ undersökning antecknar forskaren sina observationer, intervjuer och samtal. Dessa ligger sedan till grund för den fortsatta analysen. Repstad (-93)

Det kvalitativa synsättet ansåg vi lämpade sig för vår frågeställning som handlade om att få en insikt i hur utvecklarna har tagit hänsyn till användbarheten för slutanvändarna när de utvecklat ett säkerhetskritiskt system. Med det kvalitativa synsättet ansåg vi att vi hade goda möjligheter att uppnå vårt syfte då avsikten var att få insikt om och förstå ett fenomen.

2.5 Datainsamling

För vår undersökning valde vi att göra en kvalitativ undersökning genom att utföra personliga intervjuer med personer som har varit delaktig vid utvecklingen av ett säkerhetskritiskt system.

Några fördelar med intervjuer är att det går att fokusera direkt på fallstudiens ämne genom att vara mer flexibel vid sina frågor. Med intervjuer ges goda möjligheter att förstå samband mellan orsaker och slutsatser, det vill säga att forskaren får insikt i ett fenomen. Yin (-03)

Det finns flera sätt att strukturera sina intervjuer på. Det går att göra genom "öppna intervjuer" där den intervjuade kan tala och tänka fritt runt den intervjuandes frågor. Intervjuaren har även möjligheter att ställa följdfrågor och att vara flexibel gällande frågornas ordningsföljd. Ett annat sätt är "fokuserade intervjuer" där intervjun fortfarande kan vara öppen men det är mer troligt att intervjuaren följer sitt frågeformulär på grund av att det ofta finns en begränsad tid att utföra intervjun på. Yin (-03)

Genom att göra öppna personliga intervjuer jämfört med till exempel enkäter ansåg vi att vi borde få fram ett bättre underlag till vår analys. Detta eftersom intervjuobjekten får uttrycka

sig friare och att vi har möjlighet att ställa följdfrågor utifrån deras svar. Dessutom ansåg vi att vi hade större möjligheter att få relevanta svar med intervjuer än med enkäter

2.6 Val av analysenheter

Efter att vi preciserat undersökningens syfte och frågeställning och skrivit teori började vi söka efter lämpliga företag att göra vår fallstudie på. Vi valde företag utifrån kriteriet att de ska ha utvecklat säkerhetskritiska system som har en mänsklig operatör och att systemen ska användas i olika miljöer. Detta för att få en större spridning mellan olika tillämningar av säkerhetskritiska system. Genom detta ansåg vi att vi ska kunna generalisera angående hur utvecklarna tagit hänsyn till användbarheten vid utvecklingen av säkerhetskritiska system. När vi valde intervjuobjekt på företagen var det ett krav från vår sida var att dessa skulle ha kunskap om och erfarenhet av utvecklingen av säkerhetskritiska system. Personerna skulle även ha deltagit vid utvecklingen av det specifika systemet på det företaget.

2.7 Validitet och Reliabilitet

Validitet innebär att man mäter det man har för avsikt att mäta. För att säkerställa validiteten utvecklade vi frågor till intervjuerna utifrån vårt syfte och forskningsfråga. Vi designade frågorna till intervjuerna knutna till den teori som berör användbarhet och de centrala faktorer som påverkar den. Genom detta ansåg vi att vi, utifrån respondenternas svar, skulle få ett brett underlag för att kunna analysera hur de har tagit hänsyn till användbarheten för slutanvändarna. Genom att jämföra respondenternas svar, om hur de gjort mot teorins hur man borde göra, kan vi dra slutsatser om designen mot användbarhet är eftersatt.

Vid utförandet av intervjuerna försökte vi vara så objektiva som möjlig för att i minsta mån påverka intervjuobjekten. Detta gjordes genom att vi använde oss av öppna intervjuer och därmed lätit respondenterna tala fritt och reflektera runt våra frågor.

För att ytterligare stärka validiteten valde vi att utföra en flerfallsstudie för att få information från olika källor.

Reliabilitet innebär att man utför undersökningen på ett tillförlitligt sätt och att om någon vid ett senare tillfälle följer samma procedur på samma testfall som är beskrivet skall denne komma fram till samma resultat. Yin (-03) För att stärka reliabiliteten i undersökningen valde vi att utföra intervjuer som vi dessutom spelade in på en minidisc. Vi spelade in dem för att ha möjlighet att senare gå tillbaka och höra exakt vad respondenterna svarade på frågorna. Fördelen som vi såg med att välja intervju som metod var att vi då har möjlighet att ställa följdfrågor samt att frågor eller svar kan behöva förtydligas eller kompletteras.

För att ytterligare höja pålitligheten i rapporten hade vi, som sagts tidigare, som krav att de personer som vi intervjuad skulle ha kunskap och erfarenhet av utvecklingen av ett visst säkerhetskritiskt system.

3 Teori

I detta kapitel presenteras den teori som ligger till grund för vår undersökning. Det är teorier som behandlar säkerhetskritiska system samt interaktionen mellan människan och datorn.

3.1 Säkerhetskritiska system

Innan vi kan förklara vad ett säkerhetskritiskt system är måste vi först definiera vad vi menar med säkerhet. I engelsk litteratur används två begrepp när man talar om säkerhet, dessa är safety och security. Båda dessa begrepp har i svenskan betydelsen säkerhet men i detta sammanhang betyder de olika saker. Security innebär ofta, enligt Anderson (-01), informationssäkerhet. Vi kommer i fortsättningen av rapporten mena begreppet safety när vi använder oss av ordet säkerhet.

Safety är en egenskap hos ett system som gör att det ej utsätter mänskligt liv och miljön för fara. Storey (-96), fri översättning.

När begreppet säkerhet nu är definierat så kan vi definiera vad som menas med ett säkerhetskritiskt system.

Safety-critical system är ett system genom vilket säkerheten hos utrustningen är säkerställd. Storey (-96), fri översättning.

När man utvecklar säkerhetskritiska system är det av större vikt än vid utveckling av icke säkerhetskritiska system att man försöker hitta de händelser som i framtiden kan orsaka att fel uppstår. Om det är möjligt ska man ta bort dessa händelser och om det inte går måste man försöka minimera risken att den händelsen inträffar. Men om händelsen trots allt inträffar skall man försöka minimera skadan. Storey (-96)

Ett system kan, enligt Storey (-96), aldrig göras helt säkert utan målet är att designa ett system som är tillräckligt säkert för det som systemet skall utföra. För att kunna försäkra att ett system är säkert måste man ta hänsyn till alla delar i systemet: hårdvara, mjukvara och operatör. Vanligtvis är system som kategoriseras som säkerhetskritiska system antingen någon form av övervakningssystem, kontrollsystem eller så kallade "shutdown system". Exempel på tillämpningar kan vara en autopilot i ett flygplan eller ett "shutdown system" i ett kärnkraftverk. Rajan (-97) anser att ofta menar man att ett säkerhetskritiskt system är ett system som när det är "igång" kan vara en risk. Men ett system kan även vara en risk när det inte är "igång". Ett exempel på ett sådant system är ett flygplan.

Viktiga egenskaper hos ett säkerhetskritiskt system är tillgänglighet och att det är anpassat till uppgiften. Med att systemet är tillgängligt menas att systemet alltid bör fungera på ett tillfredsställande sätt utan att fel uppstår. Om systemet i vissa lägen inte är tillgängligt av olika orsaker kan det leda till att skada på människa eller miljö uppstår, med andra ord skall systemet alltid vara åtkomligt. Säkerhetskritiska system är ofta utvecklade till en specifik tillämpning och de är därmed anpassade till uppgiften. Storey (-96)

3.2 Människa – Dator – Interaktion

Enligt Allwood (-98) innebär människa – dator – interaktion (MDI) ett samspel mellan ”två parter”. Människan har en avsikt med interaktionen och är den part som kännetecknas av flexibilitet och allmän problemlösningsförmåga. Datorn är i dagsläget vanligen enkelt regelstyrd och har dålig förmåga att anpassa sig till användarens avsikter med interaktionen.

Preece (-94) anser att MDI handlar om att designa system som hjälper människor att utföra sina uppgifter så produktivt och säkert som möjligt. Oavsett vilken typ av system som designas och utvecklas är MDI en viktig del att ta hänsyn till. Det gäller allt ifrån flygledarsystem och system i kärnkraftverk där säkerheten är extremt viktigt, till dator och tv spel, som måste väcka intresse och engagemang hos sina användare. Målet med MDI är att skapa användarvänliga och säkra system, lika väl som funktionella system. Att man lyfter fram säkerheten i relation till systemet är av stor betydelse för designen av säkerhetskritiska system. Ett nyckelbegrepp inom MDI är användbarhet.

3.3 Användbarhet

Poängen med att använda datorer är, enligt Allwood (-98), att det skall bli lättare att utföra den uppgift vi förutsatt oss att utföra. Vi vill kunna koncentrera oss på de problem som har med uppgiften att göra och inte behöva lägga tid och kraft på problem som gäller datorn eller programmet. Syftet är ofta förutom att lösa uppgiften, att höja kvalitén på arbetsresultatet.

Allwood (-98) påstår att man tidigare ansåg att dessa syften kunde nås om programmen tillhandahöll tillräcklig funktionalitet. Gradvis har insikten ökat till att programmen även måste ha god användbarhet för att det skall leda till den efterstävande höjningen i produktivitet. Det spelar ingen roll hur god funktionalitet ett program har om användaren av någon orsak inte vill eller kan använda programmet på ett effektivt sätt. Funktionalitet är i sig inte nog. Produktiviteten avgörs av interaktionen mellan programmets funktionalitet och programmets användbarhet.

Användbarhet ses av Allwood (-98) som en interaktiv egenskap. Detta innebär att ett programs användbarhet bestäms av olika egenskaper i användningssituationen, i första hand är det egenskaper hos programmet och de aktuella användarna som är viktiga. Som anges i figur 2, så är det åtminstone fyra egenskaper som tillsammans krävs för att ett program skall ha god användbarhet. Egenskaperna är bland annat användaracceptans och användarvänlighet.

3.3.1 Användaracceptans

Användaracceptans innebär, enligt Allwood (-98), att användarna är välvilligt inställda till och har hög motivation att använda programmet. Om motivationen att använda programmet saknas så är risken att inte användaren lär sig att använda programmet. Slutligen finns risken att när det används kommer programmet att användas på ett oengagerat och slarvigt sätt. Detta kan ge upphov till fel i arbetsresultatet och att det tar längre tid att genomföra uppgiften.

En användares acceptans av systemet är beroende av i vilken grad användaren upplever systemet som ett hot eller som en tillgång. Systemet kan exempelvis upplevas som ett hot för användaren för att denna tror att arbetsuppgifterna skall bli mer enformigt eller att användaren

tror sig förlora sitt arbete på grund av datoriseringen. Systemet kan framstå som en tillgång för användaren om denna tror att arbetsuppgifterna kommer att bli mer intressant eller enklare att genomföra. Om användaracceptansen är dålig finns det risk att systemet inte kommer att utnyttjas som det borde. Det är alltså en viktig uppgift att användaracceptansen säkerställs under utvecklingen av systemet. Ett sätt att öka acceptansen hos användarna är att låta dem vara med under utvecklingsarbetet av systemet. Förutom att bidra till att öka acceptansen så är användarengagemang viktigt för att få fram ett användarvänligt system. Allwood (-98)

3.3.2 Användarvänlighet

Användarvänlighet består, enligt Allwood (-98), av fyra aspekter (Figur 2, sid 4). Dessa är bland annat individualisering, hjälpresurser och förenlighet med människans mentala funktionssätt.

Individualisering

Alla användare av program är olika. Människors sätt att fungera psykologiskt skiljer sig mellan olika individer. Desto mer programmet ger stöd åt olika typer av användare att integrera med programmet, desto större är chansen att det passar den enskilde användaren och programmet blir mer användarvänligt. Användaren skall kanske till exempel kunna välja vilket språk som informationen skall presenteras på eller vilka och hur många färger som används för att färgsätta skärmen.

Individer skiljer sig även i sitt sätt att tänka, bland annat på impulsivitetsreflektion. Det innebär att vissa användare reagerar snabbt och med minimal planering. Dessa vill till exempel gärna pröva ut effekten av olika kommandon. Andra individer är mer eftertänksamma och planerande. De vill ogärna pröva ut effekterna innan de tror sig veta vilka konsekvenserna blir. Det är därför viktigt att tänka på att begränsa användarens möjlighet att ändra i systemet där det kan leda till att problem uppstår samtidigt som att tillåta individuell anpassning till systemet. Allwood (-98)

Hjälpresurser

Enligt Allwood (-98) är de flesta program så pass komplicerade och svåra att använda att användaren behöver olika sorters hjälp och stöd, för att bättre kunna utnyttja programmet. Det finns hjälp av många olika slag, icke datorbaserade och datorbaserade hjälpresurser.

De icke datorbaserade hjälpresurserna kan exempelvis vara andra människor och manualer. Manualer skall fylla många olika informationsbehov. Några kan vara att ge en förståelse för programmets struktur eller få reda på vad olika programfunktioner utför. Manualerna skiljer sig åt beroende på dess syfte.

Hjälpresurserna som är datorbaserade kan exempelvis vara onlinemanualer, hjälpfunktioner i datorn och felmeddelanden. Syftet med hjälpfunktioner är att ge stöd åt användarna när dessa hamnar i en problemsituation. En bra hjälpfunktion hjälper snabbt användaren ur de aktuella svårigheterna och bidrar samtidigt till inläring. Felmeddelanden kan ses som ett exempel på en aktiv hjälpfunktion. Programmet tar själv initiativet i interaktionen mellan datorn och an-

vändaren. Felmeddelande har ofta ett dåligt rykte bland nybörjare av program eftersom dessa ofta upplevs som svåra. Därför är det viktigt att dessa är enkla och även ger förslag på åtgärder av problemet.

När hjälpresurser utformas är det viktigt att tänka på att dessa också stämmer överens med människans mentala funktionssätt. Utvecklarna bör bland annat tänka på hjälpfunktionens placering på skärmen så att den inte skymmer den information som hjälpfunktionen refererar till. Om detta sker tvingas användaren hålla information i det begränsade korttidsminnet. Allwood (-98)

Förenlighet med människans mentala funktionssätt

En viktig aspekt av användarvänlighet är att systemet ställer krav på användaren som är förenliga med människans sätt att fungera mentalt. Ett exempel kan vara att den mängd information som användaren måste hålla aktuell vid ett visst tillfälle, för att integrera med programmet, inte bör överskrida vad användaren klarar av att uppmärksamma i ett visst ögonblick. När ett system utvecklas är det viktigt att känna till mänskliga begränsningar när det gäller minne, hörsel och syn. Allwood (-98)

3.4 Människans mentala funktionssätt

Vid utvecklingen av ett system är det viktigt att känna till mänskliga begränsningar när det gäller minne, hörsel och syn. Allwood (-98)

3.4.1 Varseblivning

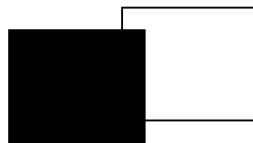
Människans interaktion med omvärlden sker, enligt Smith (-97), genom att information tas emot och skickas. En person tar in information från omvärlden huvudsakligen genom sina fem sinnen, känsel, syn, hörsel, smak och lukt. Av dessa är känsel, syn och hörsel viktigast för interaktionen mellan människan och datorn. Lukt- och smaksinnena används inte för interaktionen mellan människa och dator idag i någon större utsträckning. För att sända information till omvärlden används exempelvis fingrar, ögon och röst. Vid interaktion med datorn är det, enligt Dix (98), framför allt fingrarna som används genom att använda tangentbord och mus. Det finns även andra sätt att skicka information, exempelvis via rösten, men dessa är ej lika vanligt förekommande.

Synen kan enligt Dix (-98) grovt delas upp i två delar dels den fysiska representationen av data från omvärlden samt behandlingen och tolkningen av data. För att förenkla det hela kan det sägas att den fysiska representationen sker i ögat när det träffas av reflekterat ljus från objekt i omvärlden. En bild av objektet fokuseras upp och ned i bakre delen av ögat. Där finns receptorer som omvandlar bilden till elektriska signaler som skickas till hjärnan. Informationen som tas emot av ögat filteras och behandlas och gör så att vi ser storlek och djup, färger och ljusstyrka. Dessa är enligt Dix (-98) viktiga att ta hänsyn till för att skapa ett, ur visuell synpunkt, effektivt gränssnitt.

Djup och storlek

För att förstå hur vi kan uppleva storlek djup och distans måste vi förstå hur en bild formas på näthinnan (retinan). Som tidigare nämnts reflekteras ljus från ett objekt och bildar en upp och nervänd bild på näthinnan. Storleken på bilden bestäms av synvinkeln. Om vi drar en linje från toppen av objektet till en central punkt på ögat och en andra linje från botten på objektet till samma punkt bildar vinkeln mellan dessa båda linjer synvinkeln. Storleken på vinkeln påverkas både av avståndet till objektet och av storleken på detta. Då två olika stora objekt befinner sig på samma avstånd kommer det större objektet att ha den största synvinkeln. Två lika stora objekt på olika avstånd kommer på samma sätt ha olika stora vinklar. Den på längst avstånd kommer ha den minsta vinkeln. Om vinkeln är för liten kan vi inte uppfatta objektet alls. Synvinkeln av ett objekt minskar med avståndet. Desto längre bort objektet befinner sig, ju mindre blir vinkeln.

Uppfattning om objekts storlek ligger dock till grund på andra faktorer än synvinkeln. En är vår uppfattning av djup. Det är en del ledtrådar som vi har till vår hjälp att uppfatta relativa positioner och avstånd. Om ett objekt vi ser delvis täcker ett annat uppfattas det objekt som täcks vara i bakgrunden och därför längre ifrån (Figur 3). På liknande sätt kan storleken och höjden av ett objekt ge oss en ledtråd om avståndet. En tredje ledtråd kan vara om vi känner till eller igen ett objekt. Om vi förväntar oss att ett objekt är av en viss storlek kan vi bestämma avståndet till denna utifrån dess relativa storlek. Dix (-98)



Figur 3. En illustration av relativa positioner och avstånd. Om ett objekt delvis täcker ett annat uppfattas det objekt som täcks vara i bakgrunden och därför längre bort. Baserad på Dix (-98)

Ljus

Ljusstyrka är, enligt Monk (-84), en subjektiv bedömning av illuminansen. Illuminans är den mängd ljus som strålar från ett objekt och är beroende av den mängd ljus som faller på objektet och hur mycket ljus om objektet i sig reflekterar. Kontrast, som är relaterad till illuminansen, är en funktion av objektets och bakgrundens illuminans. Dix (-98) säger att om det finns två likadana objekt med lika illuminans men med olika bakgrunder med olika illuminans kommer ett av objekten att synas tydligare. Enligt Monk (-84) finns det vissa fördelar med att ha en hög illuminans på en display. Skärpan blir bättre, pupillens diameter minskar och detta medför bättre djup seende, obehag från bländande skarpt ljus som reflekterat minskas. Men när illuminansen ökar, tilltar även flimret på displayen och obehaget från direkt ljus kan öka. Enligt Rajan (-97) kan olika illuminans användas för att framhäva viss viktig information. Mer än två nivåer bör ej användas för att människan skall kunna skilja mellan dessa på ett effektivt sätt. Ett problem som kan uppstå, enligt Danielsson (-01), om ej hänsyn tas till kontrasterna i displayen kan vara att information från en display kan bli svår att se om inte ljusförhållandena är ideala.

Färg

Färg består, enligt Dix (-98), av tre beståndsdelar. Nyans, som är den våglängd som ljuset har, intensiteten hos färgen och mättnad. Mättnaden anger, enligt Sällström (-96), nyansens styrka och klarhet, och är relationen mellan mängden grått och nyansen. Desto mer grått i nyansen, desto mer mättnad, vilket gör att färgen blir svagare. Om färgen innehåller mindre grått blir den klarare och renare. Enligt Dix (-98) kan människan genom att kombinera dessa tre uppfatta upp till 7 miljoner färger. Vi upplever färger när ljus av olika våglängd träffar ögat.

Ett problem med att använda färger som informationskälla är enligt Monk (-84) att relativt många är färgblinda, ungefär 8% av det manliga könet och ungefär 1% av det kvinnliga könet. Vanligaste är, enligt Dix (-98), att personer har svårt att skilja mellan rött och grönt. Färg kan, enligt Rajan (-97), användas för att visa skillnader mellan saker på en display. Till exempel för att visa fara, för att framhäva saker eller för att visa att något ändrad status. Men det är då viktigt att färgen inte är det enda som talar om detta utan ytterligare indikatorer bör användas.

Om färger används är det viktigt att använda de på ett sådant sätt att det motsvarar den allmänna uppfattningen av färgens betydelse. Rött associeras ofta med stopp eller fara och grönt associeras med kör eller att allt fungerar som det ska. Dessa färgers betydelse bör ej frångås. Shneiderman (-98)

Hörseln

Genom hörseln uppfattar vi ljudvågor som är vibrationer i luften. Dessa träffar vårt öra och genom olika sensorer omvandlas vibrationerna till elektriska signaler som transporteras via nervsystem till hjärnan. Det mänskliga örat kan uppfatta ljud mellan intervallet 20 Hz – 15 kHz. Via hörseln kan människan utföra viss avståndsbedömning samt lokalisera riktningen till en ljudkälla. Denna förmåga försämras i bullriga miljöer där vi utsätts för en mängd olika ljudkällor samtidigt. Men det auditiva systemet utför viss filtrering som gör det möjligt att ignorera viss bakgrundsljud och fokusera på viktig information. Detta kan enligt Dix (-98) liknas vid ett cocktailparty där ljudnivån är hög, men om någon ropar ditt namn uppfattar du det trots allt bakgrunds ljud. Dix (-98)

3.4.2 Minne

Människan har begränsade möjligheter när det gäller minnessystemet och därför är det viktigt att designa ett system med hänsyn till dessa begränsningar Allwood (-98).

Sensoriska minnet

Det sensoriska minnet som Allwood (-98) kallar för sensoriska informationsbuffrar agerar som buffertar för den information som tagits in via sinnen. Synens sensoriska buffert kallas det ikoniska minnet. Det är placerat på näthinnan som är ögats mottagnings yta. Den tid som ögats ikoniska minne kan hålla information är ca: en fjärdedels sekund. Läsningstakten till de processer som kategoriserar informationen är också begränsad. Hörselns sensoriska buffert

kallas enligt Dix (-98) och Monk (-84) för det "ekoniska" minnet. Det ekoniska minnet lagrar information som tas in via öronen i ungefär 2-4 sekunder. Enligt Dix (-98) tillåter det ekoniska minnet korta "uppspelningar" av informationen. Exempel: Person A ställer en fråga till person B, person B säger: vad sade du? Men när person B ställt frågan kommer han på vad person A har sagt. Överstimulering av det sensoriska minnet är enligt Danielsson (-01) en faktor som kan leda till att människan blir stressad. Med överstimulering menas att för många eller för starka sinnesintryck belastar det sensoriska minnet.

Mycket av den input som tas in via sensorerna behandlas aldrig och är mycket kortvarig. Vi utsätts hela tiden för en oerhörd mängd av stimuli som tas in via våra sensorer. Bara en liten del av allt som vi tar in är väsentliga för oss och resterande kommer omedelbart att försvinna. Smith (-97)

När ny information tas in till de sensoriska buffrarna kan det störa information som redan finns där. Om människan utsätts för mycket information samtidigt finns risken att denne inte hinner kategorisera all informationen och en del kan gå förlorad. Allwood (-98)

Informationen lagras i det sensoriska minnet under en kort tid i otolkad form. I nästa steg relateras informationen till våra förkunskaper som finns i långtidsminnet. När informationen på detta sätt tolkas och kategoriseras når en stor del av denna korttidsminnet. När informationen finns i korttidsminnet innebär det en medveten upplevelse av den tolkade informationen. Allwood (-98)

Enligt Dix (-98) kan människan selektivt välja ut vilken information, som når våra sensoriska informationsbuffrar. Detta görs utifrån för våra intressen och behov och detta förklarar fenomenet med cocktailpartyt som nämndes tidigare, där individen i en bullrig miljö kan urskilja sitt namn om det nämns i en annan del av rummet.

Korttidsminnet

Korttidsminnet används, enligt Dix (-98), för att lagra information som endast behövs flyktigt. När vi läser använder vi exempelvis korttidsminnet för att komma ihåg början av meningens medan vi läser resten, så att vi får ett sammanhang av hela meningens. Informationen i korttidsminnet har en snabb åtkomsttid ca 70 ms och finns bara där temporärt innan det förstörs. Informationen lagras endast 200 ms innan den försvinner från korttidsminnet. Korttidsminnet har en begränsad kapacitet på ca 7 +/-2 enheter, som kan hållas i minnet samtidigt. Om en individ tittar på en rad siffror, 0703950722, kommer denne i medeltal ihåg 5-9 siffror. Man kan dock utöka korttidsminnets kapacitet genom att till exempel gruppera siffrorna. 070 395 07 22. Detta upplevs troligtvis lättare att komma ihåg än föregående sifferexempel.

På grund av korttidsminnets begränsade kapacitet har det en tendens att tömmas när det är klar med en uppgift för att kunna gå vidare till nästa uppgift. Detta kan exemplifieras med bankomatexemplet. Tidiga bankomater gav pengar innan användarna fick ut bankomat kortet. När användarna fått ut pengarna, det vill säga fullgjort sitt syfte med besöket vid automaten, så tenderade dessa att glömma kvar bankkortet. Dix (-98)

Långtidsminnet

Enligt Smith (-97) finns det i långtidsminnet inte några begränsningar för hur mycket information som kan lagras. Självklar minns vi människor inte allt som kommer till långtidsminnet utan vissa saker verkar glömmas bort. Problemet är relaterat till de mekanismer som vi använder för att plocka fram information och inte att informationen har försvunnit från minnet. Accesstiden i långtidsminnet är relativt långsam, ungefär 1/10 sekund.

För att ta fram information som finns lagrat i minnet använder sig människan främst av två tekniker, igenkänning och återgivning. Återgivning ställer högre krav på människans minne. Dessa begrepp kan beskrivas med två exempel. En kvinna visas upp och en person frågar: "Var det denna kvinna du såg på affären?". I denna situation arbetar minnet med igenkänning. En person uppmanar dig: "Beskriv den kvinna du såg på affären!". För att beskriva personen använder sig människan av återgivning. Allwood (-98)

I långtidsminnet finns på två typer av kunskap representerat, deklarativa och proceduella. Deklarativa kunskaper består av sakförhållanden, föreställningar om objekt och förhållanden. Proceduella kunskaperna består av färdigheter av olika slag, såsom motoriska och mentala färdigheter. Skillnaderna mellan dem kan beskrivas som skillnaden mellan att veta vad något är och att veta hur något görs. Allwood (-98)

Med hjälp av deklarativa kunskaper kan användaren bygga upp en förståelse av hur systemet fungerar. Denna förståelse kallas ofta för användarens mentala modell av systemet. Det är möjligt för användare att integrera med ett system enbart utifrån de proceduella kunskaperna, men flera studier har visat att det är viktigt att användarna har en korrekt förståelse av systemet. Om användarens proceduella kunskaper om systemet är bristfälliga så kan de deduktiva kunskaperna hjälpa till att dra rätta slutsatser om hur de saknade kunskaperna kan kompletteras. Om en användare av ett system exempelvis matar in fel värden och får ett oönskat tillstånd på systemet kan användare om denna har goda deklarativa kunskaper räkna ut vad som har blivit fel. Allwood (-98)

3.4.3 Mentala modeller

Mentala modeller definierar Preece (-94) som en modell som människor har av sig själva, av andra, av miljön och av de saker som människan integrerar med. Människan formar mentala modeller genom erfarenhet, träning och instruktioner. En mental modell är enligt Danielsson (-01) ett sätt att organisera kunskap så att den hjälper oss att utföra en uppgift. Men hjälp av en mental modell över ett system kan användaren av systemet dra slutsatser och pröva olika handlingsalternativ "i huvudet", innan denne utför dem. En mental modell styr vår uppmärksamhet och hjälper oss att förstå vad som hör ihop med vad.

3.5 Stress

Det är viktigt att designa systemet så att det blir lättare för operatören att hantera de negativa sidorna som stress innebär. Stress har långsiktiga effekter på människans hälsa, men stress har även direkta effekter på människans prestationsförmåga. Det är ett välkänt faktum att människan ofta gör fel under stress och speciellt är det en viss typ av fel som blir med sannolika.

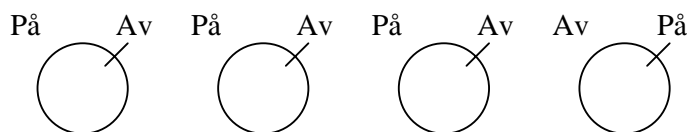
Detta beror på att stress påverkar minnet, uppmärksamheten, perceptionen och reaktionstiden. Danielsson (-01)

Danielsson (-01) nämner fem faktorer som kan leda till en stressig miljö. Dessa är sensorisk över och understimulering, kognitiv över och understimulering och fysiska hot. Sensorisk överstimulering handlar om för många eller för starka sinnesintryck som till exempel buller, drag och vibrationer. Buller är en vanlig stressfaktor på arbetsplatser. Sensorisk understimulering är vanligt vid renodlade övervakningsarbeten, för individer är beroende av att sinnesintryck från omvärlden växlar och förändras. En extremt oföränderlig miljö kan därför utgöra en stressfaktor. Kognitiv överstimulering har med uppgiften att göra och kan vara både kvantitativ och kvalitativ. Med kvalitativ överstimulering menas att uppgiften är för svår och med kvantitativ menas att det är för många uppgifter. Ofta finns även en tidsfaktor med i bilden. Kognitiv understimulering kan leda till olust och leda. Detta genom för få, enkla och repetitiva uppgifter. Fysiska hot är även det en faktor till stress, exempelvis i en situation som innebär risker för egen eller andras säkerhet.

3.6 Riktlinjer

Enligt Rajan (-97) finns det tre viktiga principer vid strukturering av information på en display. Hur utvecklarna fördelat informationen när denne skapat sidorna, förhållandet mellan sidorna och strukturen av informationen samt hur användarna kan navigera mellan sidorna. I ett säkerhetskritiskt system måste operatören kunna lokalisera rätt information, läsa den från skärmen, otvetydigt tolka informationen samt agera på rätt sätt. Det är därför viktigt att bland annat ta hänsyn till följande punkter vid normala och kritiska situationer.

- Vara konsekvent vid utformningen av displayen. Konsekvens försäkras att operatören vet vad han skall söka efter och var han skall söka. Det minskar belastningen på minnet. Genom att vara konsekvent ges, enligt Danielsson (-01), operatören inte falska ledtrådar som kan leda till att operatören handlar fel (Figur 5). En konsekvent terminologi bör användas i alla menyer och ett konsekvent val av färger, layout, teckensnitt och storlekar bör också användas.



Figur 5. Olämplig utformning på ett reglage. Baserad på Danielsson (-01)

- Överbelasta inte korttidsminnet. Operatören skall inte behöva hålla detaljerad information i minnet, till exempel vid byte mellan sidor. I kritiska situationer är en generell princip att en presentation på en skärmbild bör inte innehålla mer, utan snarare mindre, information än vad den gör under normala situationer.
- Är displayen som används under normala förhållanden tillräcklig för att kunna stödja alla kritiska situationer som kan uppstå?

- Behövs några speciella displayer för att ge information som inte är nödvändig under det dagliga arbetet?
- Vilka extra hjälpresurser kan operatören behöva för att klara av en kritisk situation?

4 Empiri

I detta kapitel beskrivs hur den empiriska undersökningen har gått tillväga. Vi beskriver respondenterna och de system som intervjuerna rör samt den insamlade data redovisas.

4.1 Genomförande av fallstudiens intervjuer

Utifrån undersökningens inledande litteraturstudie tog vi fram för undersökningen relevanta intervjufrågor. Dessa finns bifogade som bilaga ett och två i slutet av rapporten. I syfte att finna brister och fel i vårt frågeunderlag så utförde vi en såkallad provintervju, men denna kommer inte att användas i undersökningen. Intervjun innefattade frågor som rörde systemet och bakgrundsfrågor om respondentens roll vid utvecklingen av systemet. Resterande frågor var de som vi tagit fram utifrån vår teori och som används för att försöka svara på forskningsfrågan.

För att kunna fokusera på intervjun och för att kunna gå tillbaka och höra exakt hur respondentens svar löd, valde vi att spela in intervjun på minidisc.

4.2 Fallstudie Banverket

Utifrån vårt val av ämne fick vi tips av en lärare vid Luleå tekniska universitet om att Banverket hade utvecklat säkerhetskritiska system. Vi tog kontakt med Banverkets huvudkontor i Borlänge och fick via dem kontakt med respondenten. Vi gjorde en första kort intervju med honom om systemet och om utvecklingen av det. Detta för att försäkra oss om att respondenten var rätt person för oss att intervjua samt för att få en första överblick av systemet. Vi kom sedan överens med respondenten om datum och tid för att genomföra en intervju.

4.2.1 Beskrivning av respondent

Respondenten är anställd av och arbetar på Banverket i Borlänge. Under utvecklingen av systemet har respondenten varit projektledare och den drivande kraften bakom systemet. Han har även varit projektledare vid införandet av systemet runt om i landet.

4.2.2 Beskrivning av systemet

Systemet som vi undersökte utvecklingen av kallas DPC (DetektorPC) och är utvecklat av Banverket i Borlänge och är baserat på Windows. Systemet är ett övervakningssystem bestående av 100 detektorer som är utplacerade på järnvägsrälsen runt om i landet. Över dessa detektorer passerar varje dygn cirka 5000 tåg.

Det finns åtta tågledningscentraler runtom i landet. Där finns stora bildskärmar över hela spårplanen och dessa är svarta. Spåren är vit/grå och blir röda när ett tåg befinner sig på platsen. Operatören som kallas fjärrtågsdeklararerare har i uppgift att styra tågen via detta system.

Varje tågledningscentral har hand om ett antal detektorer var som operatören övervakar via DPC-systemet. Detta system är skilt från det andra systemet och finns på vanliga pc datorer.

Operatörens uppgift i detta system är att ta emot larm och göra larmrapporter. Operatören använder sig mestadels av musen för att interagera med systemet. Tangentbordet används främst vid ifyllandet av larmrapport som utförs efter ett larm.

Det finns tre typer av detektorer. Dessa hämtar bland annat in information om tågets hastighet och riktning varje gång ett passerar.

Informationen från detektorerna skickas via ett nätverk till operatörernas datorer där den kontinuerligt presenteras i fönster på skärmen. När detektorerna uppfattar något som fel, som till exempel om ett hjul på tåget har gått sönder, får operatören ett larm på sin dator. Larmet artar sig i form av ett fönstret med informationen. Larmet läggs ovanför alla annan information operatören har på skärmen. När ett larm utfärdas ljuder även en signal från datorn som inte tystnar förrän operatören har tryckt på en kvittensknapp för att bekräfta att han har uppmärksammat larmet. När operatören har upptäckt ett larm måste han omedelbart ringa upp lokföraren i det berörda tåget och stoppa det. Lokföraren går sedan ut och kontrollerar om indikationerna om problemet som orsakade larmet var riktiga.

Det skickas även ett larm när någon av detektorerna gått sönder eller om systemet är ur funktion. Dessa larm har samma prioritet som larm om fel på tågen.

Systemet består även av ett reservsystem. Även detta system samlar in information av detektorerna men informationen filtreras via en dator. Datorn skriver ut informationen via en skrivare men bara då ett larm uppstår.

4.2.3 Svarsredovisning av intervju (Banverket)

Nedan redovisar vi den information vi fick fram vid intervjun med respondenten vid Banverket i Borlänge.

Vad betyder begreppet användbarhet för dig?

För respondenten innebär användbarhet att man ska försöka göra det så enkelt som möjligt för dem som använder sig av systemet. Det anser han är särskilt viktigt i stressiga arbetsmiljöer att man där får systemet så användbart som möjligt för användarna.

Vilka åtgärder har in vidtagit under utvecklingen för att systemet skall stödja att människor är olika?

Systemet är baserat på Windows teknologin och, enligt respondenten, medför det att operatören kan välja om denne vill ha stora eller små fönster som presenterar information till operatören. Vidare berättar respondenten att eftersom systemet är baserat på Windows så finns kryssset uppe i högra hörnet på fönstret, men i det här systemet fungerar ej denna funktion, operatören kan alltså ej stänga av systemet.

Vad har operatören för hjälpresurser till hands för att underlätta sin interaktion med systemet?

Systemet har enligt respondenten en hjälppil som användaren kan klicka på för att få upp en text med en del hjälptext. Men denna anser han inte vara så väl utvecklad. Det finns även en

ganska enkel användarmanual som beskriver systemet och hur man använder det vid normala och kritiska situationer. När användarna fyller i larmrapporter finns de även där en hjälp till hands. Fyller operatören inte i riktigt allt så kommer det upp en ruta som meddelar att något ej är ifyllt. Där kan man då, enligt respondenten, fråga vad det är som inte är ifyllt. Men, enligt respondenten, anser operatörerna att denna funktion är svårarbetad.

Vilka mänskliga begränsningar anser ni att man bör ta hänsyn till vid människa – dator – interaktion?

Respondenten anser att man ska tänka på att operatören inte får upp en massa bilder i flera nivåer, respondenten anser att man max ska gå ner till tre nivåer. Blir det för många bilder på skärmen så finns det risk att operatörerna blir förvirrade. Man ska även ta hänsyn till att det inte tar för lång tid att uppdatera den information som man är intresserad utav. Han menar då att operatören kan uppleva att det tar väldigt lång tid.

Vad tycker du är viktigt när man designar gränssnitt?

Respondenten tycker att det är viktigt att man får operatörens synpunkter, att de får ge synpunkter på hur de vill att det ska se ut. Han anser att man ska berätta för operatörerna vilka funktioner som kommer att finnas i systemet samt att operatörerna får ge synpunkter om det finns andra funktioner som de anser borde finnas med.

Använder operatören sig av menyer eller kortkommandon när denne använder systemet?

Respondenten förklarar att systemet är baserat på Windows teknologi och att operatören använder sig av menyer. Vidare säger han att operatören använder musen för att klicka sig runt i systemet.

Finns det situationer när operatören behöver hålla viktig information i minnet?

Respondenten säger att viktig information måste hållas i minnet när operatören får ett larm och sedan ringer till lokföraren och för att be honom att kontrollera om detta är ett riktigt larm. Lokföraren meddelar då operatören vilket vagnsnummer som det handlar om och denna information måste operatören hålla i minnet tills att han har skrivit in larmet i larmrapporten.

Anser du att vissa färgkombinationer bör undvikas i gränssnittet?

Respondenten säger att de har tittat lite på det och att man bland annat skall försöka undvika rött och grönt i kombination. Vidare förklarar han att det används vit bakgrund på pc:n. På tågledningscentralerna finns stora bildskärmar, 20-30 meter långa och tre fyra meter höga, över hela spårplanen och dessa är svarta. Spåren är vit/grå och blir röda när ett tåg befinner sig på platsen. Respondenten menar att det kan bli stora kontraster mellan den svarta bakgrunden och den vita bakgrunden som operatören har på sin pc. Detta kunde, enligt respondenten, operatörerna till en början uppleva som jobbigt.

Har någon användarrepresentant deltagit under utvecklingen av systemet?

Enligt respondenten har en operatör varit med under utvecklingen. Men han anser att när man tittar i "backspegeln" har de fått vara med för lite vid utvecklingen.

På vilka sätt får operatören feedback på sina handlingar från systemet?

Respondenten säger att när ett larm går så ljuder en signal, som inte skall kunna missuppfattas, i operatörens pc. Signalen slutar när operatören har uppmärksammat larmet och tryckt på en kvittens knapp. När operatören tryckt på stäng i larmrutan faller den här informationen ner i ett formulär som kallas för larmrapporten.

Vilken roll eller uppgift har operatören i systemet?

Enligt respondenten är operatörens uppgift att ta emot larm och skriva larmrapporter. Samt att vid larm ringa lokföraren.

Hur interagerar operatören med systemet?

Operatören använder sig, enligt respondenten, framförallt av musen för att klicka sig runt i systemet. Även tangentbordet används när operatören fyller i larmrapporten.

Vad innebär ett larm?

Enligt respondenten skickas ett larm till systemet när detektorerna uppfattar något som fel, som till exempel om ett hjul på tåget har gått sönder, så får operatören ett larm på sin dator. Larmet artar sig i form av ett fönstret med information.

Hur har systemet anpassats så att det i minsta mån stressar operatören?

När man, enligt respondenten, startar igång systemet så är informationsfönstret minimerat. Sedan kan man välja om man vill se det eller inte. Om man inte vill se informationen kan operatören klicka bort den informationen. Men larmet går inte att klicka bort och det läggs alltid överst.

4.3 Fallstudie AerotechTelub

Efter ihärdigt letande efter företag som utvecklade säkerhetskritiska system kom vi i kontakt med AerotechTelub. Företaget är en del i SAAB-gruppen och är ett tjänsteföretag som erbjuder kvalificerade tekniska tjänster, underhåll och kundanpassade systemlösningar inom informationsteknik, elektronik och farkostteknik. Företaget sysslar även med utveckling och analys av säkerhetskritiska system. Vi fick via deras informationsavdelning kontakt med respondenten. För att försäkra oss om att respondenten var rätt person för oss att intervjua samt för att få en första överblick av systemet gjordes en första kort intervju med honom. Vi kom sedan överens med respondenten om datum och tid för att genomföra en utförligare intervju.

4.3.1 Beskrivning av respondent

Respondenten är anställd och arbetar vid AerotechTelub i Göteborg. Till en början arbetade han med mjuk- och hårdvaru konstruktioner. Han har sedan varit projektledare under stora delar av utvecklingen och införandet av systemet med ansvar för den övergripande designen av systemet.

4.3.2 Beskrivning av systemet

Systemet som vi undersökte utvecklingen av är ett flygledarsystem som presenterar radarbilder för flygledarna i tornet och i terminalkontrollen. Det är ett övervakningssystem som ser var flygplanen befinner sig. Det är ett hjälpmedel för flygledaren när denna skall leda in flygplanen som är på väg in för landning eller på väg att starta. Det kritiska i systemet är om det levererar fel information som kan leda till att flygledaren fattar felaktiga beslut. Om systemet lägger av har man procedurer för att kunna hantera detta. Operatören använder mestadels musen för att integrerar med systemet. Bara i undantagsfall används tangentbordet.

4.3.3 Svaresredovisning av Intervju (AerotechTelub)

Här följer en redovisning av den information vi fick fram vid intervjun med respondenten vid AerotechTelub.

Vad betyder begreppet användbarhet för dig?

Respondenten anser att användbarhet innebär att ett system är lätt och intuitivt att lära sig. Systemet ska heller inte ha en massa komplicerade kommandon. Systemet skall vara enkelt.

Vilka åtgärder har in vidtagit under utvecklingen för att systemet skall stödja att människor är olika?

Enligt respondenten så är flygtrafikledning styrt på så sätt att tanken är att alla ska handla på lika sätt. Men i system så finns det, enligt respondenten, möjligheter att göra inställningar och skapa så kallade vyer i systemet. Man kan göra inställningar som operatören själv anser passa sig. Respondenten berättar att systemet är sektionerat så att en vanlig operatör kan göra vissa inställningar och de som kallas för systemoperatörer kan göra andra inställningar. Vidare tog respondenten upp ett exempel angående färgsättning av skärmen. Operatören har då möjlighet att göra vissa val av redan godkända färgkombinationer. Systemoperatören kan göra färgsättningar men dessa måste godkännas av luftfartsverket innan de kan användas. Detta görs, enligt respondenten, för att det är lätt att man väljer färger som kan orsaka missförstånd. Enligt respondenten har till exempel larmkoder en viss färg och om en operatör skulle välja en bakgrund med samma eller liknande färg skulle det vara lätt att missa larmet. Det är, enligt respondenten, därför alla färgkombinationer måste godkännas.

Vad har operatören för hjälpresurser till hands för att underlätta sin interaktion med systemet?

Enligt respondenten har operatörerna en manual till sin hjälp. Respondenten säger att det inte finns några hjälpfunktioner i systemet. Detta för att man inte jobba med systemet om man inte

kan systemet. Det tar man hand om, enligt respondenten, genom utbildning. Det finns även ett väldigt sofistikerat felhanteringssystem. Respondenten säger att om systemet av någon orsak inte fungerar riktigt, till exempel om radarförbindelsen försvinner eller det är fördröjd radar-data, så får operatören upp ett stort felmeddelande som är rött och man kan inte använda sig av systemet.

Vilka mänskliga begränsningar anser ni att man bör ta hänsyn till vid människa – dator – interaktion?

Respondenten säger att det är vanligt att man fokuserar på fel sak. För att motverka detta ”highlightar”, som respondenten säger, det som operatören arbetar med. Man tonar ner det andra som för att skapa en lugnare miljö. Respondenten anser även att man bör ta hänsyn till färgsättningen av arbetsmiljön. Han menar även att man skall tänka på färgsättning beroende på om det är mörkt eller ljust ute.

Vilken typ av åtgärder har ni vidtagit vid utformningen av presentationer på skärmbilder vid kritiska situationer?

Respondenten säger att man har gjort så att operatören ska upptäcka att något är fel väldigt snabbt. Det finns, enligt respondenten, olika symboler och en lampa som blinkar om till exempel ett flygplan befinner sig i kris.

Finns det situationer när operatören behöver hålla viktig information i minnet?

Enligt respondenten så ingår att man håller information i minnet i den operativa rollen att vara flygledare. Men han säger att i systemet finns det inga situationer som operatören måste hålla information i minnet för att kunna använda systemet. Detta, enligt respondenten, för att systemet är ett hjälpmedel för operatören, ett hjälpmedel ”som kommer ihåg saker åt operatören” som respondenten uttryckte sig.

Anser du att vissa färgkombinationer bör undvikas i gränssnittet?

Som respondenten sagt tidigare är alla färger som används i systemet godkända av luftfartsverket.

Hur har ni anpassat systemet så att det i minsta mån stressar operatören?

Respondenten säger att man ”highlightar” det som operatören ska se och har ansvar för. Enligt respondenten använder de färger som svart eller blått när någon skall göras och grått om det bara är information. Enligt respondenten så har de försökt tona ner det för att inte få så mycket brus i bilden. Respondenten anser att detta är till hjälp för operatörerna för att det lätt att se vad det är de arbetar med.

Är displayen som används under normala förhållanden tillräcklig för att kunna stödja alla kritiska situationer som kan uppstå?

Enligt respondenten så finns det ingen extra display utan de som används är tillräckligt för att stödja alla situationer. Han säger även att det finns ett övervakningssystem som övervakar hela systemet. Detta system larmar om det inträffar något i systemet som behöver åtgärdas.

Har någon användarrepresentant deltagit under utvecklingen av systemet?

Enligt respondenten har grupper från svenska, danska och schweiziska luftfartsverket deltagit samt representanter från euro controll. Han säger även att MDI experter från luftfartsverket i Sverige deltagit samt flygledare. Enligt respondenten har de alltid sett det som väldigt viktigt att ha med operatörerna för att på så vis kunna förstå och veta hur de arbetar.

Var representanten representativ för användarna och varför valdes just denna?

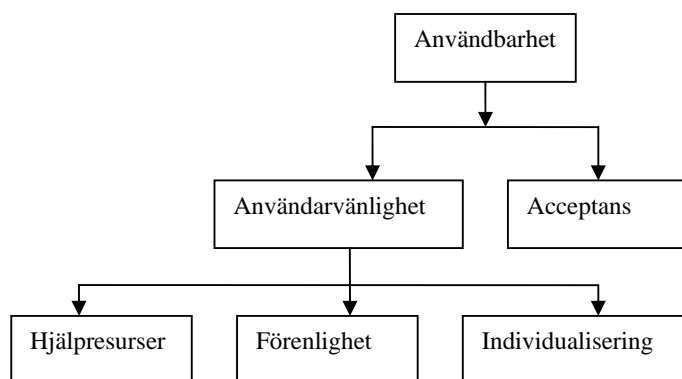
Respondenten anser att de som deltagit under utvecklingen varit representativa. Detta för att det var operatörer som även är systemoperatörer och dessa har, enligt respondenten, djupa kunskaper om tekniken. Systemoperatörerna arbetar, enligt respondenten, även operativt med systemet.

Har externa experter inom MDI tagits in under utvecklingen av systemet, eller finns denna kompetens i företaget?

Enligt respondenten har extern expertis tagits in men även internt finns denna typen av kunskap.

5 Analys

I detta kapitel presenteras den analys vi gjort av det insamlade data från empirin. De faktorer som ingår i vår analys syns i figur 6. Vi analyserar användbarheten utifrån att analysera användaracceptansen samt de tre egenskaperna som bildar användarvänligheten.



Figur 6. Användbarhetsfaktorer som ingår i vår analys

5.1 Användaracceptans

Enligt Allwood (-98) är det en viktig uppgift att användaracceptansen säkerställs under utvecklingen av systemet. Ett sätt att öka acceptansen hos användarna är att låta dem vara med under utvecklingsarbetet av systemet. Allwood (-98) säger även att genom att ha med användarna under utvecklingen skapas förutsättningar för ett användarvänligt system.

Under utvecklingen av DPC-systemet har en operatör varit till viss del delaktig. Utvecklarna vid Banverket har tagit in användarnas synpunkter på hur gränssnittet skall utformas och hur information skall presenteras. De har även tagit in användarnas synpunkter på vilka funktioner som de tycker bör finnas i systemet.

Genom att användarrepresentanter deltagit vid utvecklingen av DPC-systemet har utvecklarna skapat en bra grund för acceptans av systemet. Men som respondenten själv säger kunde användarna fått vara med mer under utvecklingen och därigenom skapa ytterligare acceptans för systemet.

Vid utvecklingen av flygledarsystemet har de blivande användarna av systemet deltagit under utvecklingen. Respondenten anser att det är väldigt viktigt att ha med en operatör vid utveckling och att försöka förstå och ta reda på hur de arbetar när de använder systemet. De användare som var med under utvecklingen var systemoperatörer. Dessa har djupa kunskaper om tekniken samt att de även arbetar operativt som flygledare.

Genom att utvecklarna på AerotechTelub vid utvecklingen av flygledarsystemet haft med användarrepresentanter har de skapat en bra grund för acceptans av systemet. Utvecklarna har även kunskap och förståelse om att det är viktigt att slutanvändarna är delaktiga vid utvecklingen av systemet.

5.2 Individualisering

Alla användare av program är olika. Om programmet ger stöd åt olika typer av användare att integrera med programmet, desto större är chansen att det passar den enskilde användaren och programmet blir mer användarvänligt. Det är även viktigt att tänka på att begränsa användarens möjlighet att ändra i systemet där det kan leda till att problem uppstår. Allwood (-98)

Eftersom att DPC-systemet är baserat på Windows finns det redan i operativsystemet möjlighet att göra inställningar i datorn såsom färginställningar och storleken på fönstret. Utvecklarna har begränsat att användarna inte kan stänga systemet genom att trycka på krysset upp i högra hörnet. Genom detta har de begränsat att användaren av systemet inte kan av oaksamhet eller genom att inte tänkt igenom sina handlingar stänga ner systemet och missa viktig information. Operatören har även möjlighet att välja om denne vill ha framme ett fönster som presenterar information från detektorerna, om operatören inte vill det finns möjlighet att minimera fönstret.

Utvecklarna på Banverket har tagit hänsyn till individualisering genom att operatörerna av DPC-systemet har möjlighet att i vissa fall själv bestämma utformningen på skärmen. Till följd av detta kan operatören individuellt anpassa sin interaktion med datorn och genom detta påverka sin arbetsmiljö.

I flygledarsystemet har utvecklarna på AreotechTelub designat så att det finns vissa möjligheter för operatören att påverka sin arbetsmiljö. Det går att skapa vyer i systemet och när man gör en vy kan operatörerna göra inställningar som denne anser passa en själv.

Utvecklarna har designat flygledarsystemet så att operatören kan välja att färgsätta gränssnittet med olika godkända färgkombinationer. Systemoperatören kan skapa färgsättningar men dessa måste godkännas av luftfartsverket innan de kan användas. Detta görs för att användarna inte ska kunna välja en färg som kan förväxlas med den färg som används av till exempel larmkoder.

Trots att flygledarsystem används i en strikt reglerad och kontrollerad miljö har utvecklarna av systemet tagit hänsyn till att användarna av systemet är olika. Detta genom att användarna av systemet har möjlighet att skapa en vy, under vissa begränsningar, som passar ens eget tycke och smak. Genom detta har användaren möjlighet att påverka sin personliga arbetsmiljö.

5.3 Hjälpresurser

De flesta program är svåra att använda och användaren behöver olika sorters hjälp och stöd, för att bättre kunna utnyttja programmet. Allwood (-98)

Till DPC-system har utvecklarna på Banverket tagit fram tre olika hjälpresurser för att hjälpa operatören. Det finns en enkel manual, som beskriver systemet och hur man använder systemet både vid normala och kritiska situationer. Det finns även hjälpfunktioner såsom en hjälpfil och ett felmeddelande i larmrapporten. Hjälpfilen är enligt respondenten inte särskilt väl utvecklad och felmeddelande i larmrapporten anser operatörerna vara svårarbetad.

Utvecklarna av DPC-systemet har genom att skapa tre olika hjälpresurser till användarna försökt att underlätta interaktionen med systemet. Men som respondenten själv säger kunde de lagt ner mer tankekraft och tid på hjälpfilen för att utveckla den mer. När denna inte är välutvecklad kanske den ej används som det är tänkt.

Enligt Allwood (-98) ska en hjälpfunktion hjälpa användaren att snabbt komma ur de aktuella svårigheterna.

Men om felmeddelandet i felrapporten i DPC-systemet, som respondenten säger, är svårarbetad kanske den inte uppfyller dessa krav.

I flygledarsystemet har utvecklarna på AerotechTelub tagit fram en manual samt ett väldigt sofistikerat felhanteringssystem. Felhanteringssystemet gör att om något i systemet är fel går systemet inte att använda. Detta för att det är av största vikt att operatören inte får fel information och fattar felaktiga beslut som kan leda till katastrof.

Genom att utvecklarna av flygledarsystemet tagit fram dessa hjälpresurser har de försökt underlätta operatörens interaktion med systemet. Främst genom att operatören klart och tydligt ska veta om systemet inte fungerar som det ska och levererar felaktig information.

Utvecklarna på AerotechTelub har däremot inte tagit fram några övriga hjälpfunktioner i systemet, som till exempel en hjälptext. Detta för att de som arbetar med systemet måste kunna systemet för att få jobba med det. Detta tas om hand genom utbildning.

5.4 Förenlighet med människans mentala funktionssätt

För att skapa ett bra gränssnitt med hög användbarhet är det viktigt att ta hänsyn till människan och dennes begränsningar. Allwood (-98)

I DPC-system använder operatören sig av menyer för att interagera med systemet. Vid utvecklingen har utvecklarna på Banverket designat systemet så att operatören inte skall få upp för många fönster som riskerar att förvirra denne. Detta minskar belastningen på människans lång- och korttidsminne. Genom att utvecklarna valt att använda sig av menyer blir det lättare för operatören att plocka fram information ur långtidsminnet.

Allwood (-98) säger att om människan måste hålla information i minnet belastar det korttidsminnet.

DPC-systemet är utvecklat på så sätt att det inte presenterar fönster i flera nivåer och genom detta behöver inte operatören lagra mycket information i korttidsminnet. På grund av detta belastas inte operatörens korttidsminne i någon högre grad. Däremot belastas korttidsminnet när ett larm kommer in till DPC-systemet. Operatören måste då hålla viktig information i minnet, såsom vagnsnummer, som han skall föra in i en larmrapport..

Enligt Shneiderman (-97) är det viktigt att inte frånga en färgs allmänna betydelse när färgen används som indikator.

Vid utvecklingen av DPC-systemet har utvecklarna beaktat valet av färger för att färgsätta gränssnittet genom att de tagit hänsyn till att vissa färgkombinationer bör undvikas. Genom detta har de minskat risken för att operatören skall få svårt att skilja färger åt.

Vid larm i DPC-systemet, det vill säga vid kritiska situationer, ändvänder både synen och hörseln för att bättre uppmärksamma operatören. En röd färg använd för att indikera larmet och en varningssignal, som inte skall kunna missuppfattas, ljuder från pc:n. Till följd av att utvecklarna på Banverket valt att använda en röd färg för att indikera fara så har de använt den färgens allmänna betydelse.

Överstimulering av det sensoriska minnet är enligt Danielsson (-01) en faktor som kan leda till att människan blir stressad.

Utvecklarna på Banverket har designat DPC-systemet så att operatören kan välja att minimera fönstret som innehåller information från detektorerna. Detta kan vara bra om operatören tar in mycket information från övriga miljön, exempelvis när denne har mycket att göra vid styrningen av tågen. Genom att operatören har möjlighet att minimera fönstret minskar risken för överstimulering av det sensoriska minnet som kan leda till stress.

Utvecklarna vid Banverket har vid designen av DPC-systemet varit medvetna om människans olika begränsningar och tagit hänsyn till dessa vid utvecklingen av systemet.

Enligt Rajan (-97) är det en viktig inte överbelasta korttidsminnet. Hon säger även att utvecklare av system bör göra den display som används under normala situationer tillräcklig för att stödja även kritiska situationer.

Utvecklarna på AerotechTelub har i flygledarsystemet designat systemet på ett sådant sätt att operatören i minsta mån ska behöva hålla information i minnet vid interaktionen med systemet. Detta för att operatören i sin aktiva roll som flygledare har mycket information som denne måste hålla i minnet. För interaktionen med flygledarsystemet finns det inga situationer där operatören måste hålla information i korttidsminnet. Den display som används vid normala förhållanden används även vid kritiska situationer vilket gör korttidsminnet inte belastas. Detta genom att operatören inte måste hålla information i minnet vid byte mellan displayer.

Genom att utvecklarna på AerotechTelub designat flygledarsystemet på detta sätt belastas inte operatörens korttidsminne som redan kan vara under stor belastning.

Om människan utsätts för mycket information samtidigt finns, enligt Allwood (-98), risken att denne inte hinner kategorisera all informationen och en del kan gå förlorad. Överstimulering av de sensoriska inputbuffrarna kan, enligt Danielsson (-01), även leda till stress.

För att underlätta för operatören att hantera stressade situationer har utvecklarna designat flygledarsystemet så att risken att operatören fokuserar på fel saker ska minska. Detta har de gjort genom att markera med vissa färger det som operatören arbetar med och det som denne har ansvar för. Utvecklarna har designat så att de tonar ner den information som inte operatören arbetar med eller har ansvar för och på så sätt skapat en lugnare miljö. Detta minskar risken att operatören får för mycket information från systemet som kan leda till överbelastning av de sensoriska inputbuffrarna.

I flygledarsystemet finns det, som vi nämnt tidigare, möjlighet för operatörerna att göra vissa färginställningar. Alla färgkombinationer som skall användas i systemet har prövats ut och måste godkännas av luftfartsverket. I och med att det finns strikta regler för färgsättning har utvecklarna tänkt på och tagit hänsyn till hur människan varseblir färg. Utvecklarna på Aero-techTelub har även vid utvecklingen av flygledarsystemet beaktat hur man ska färgsätta skärmen vid olika yttre ljusförhållanden. Genom detta har de minskat risken att displayen skall bli svår att läsa av vid sämre ljusförhållanden.

Utvecklarna av flygledarsystemet har visat en väldigt god förståelse för hur människan fungerar mentalt och har därmed vid utvecklingen av systemet tagit hänsyn till detta. Detta kan tänkas bero på att de både tagit in externa experter inom MDI samt att den kunskapen finns intern i företaget.

6 Resultat

I detta kapitel redovisar vi de slutsatser vi har kommit fram till utifrån analyserna av empirin och teorin, en diskussion runt det resultat vi nått samt runt arbetets gång.

6.1 Slutsatser

De slutsatser vi kan dra utifrån analysen när det gäller utvecklingen av systemet vid Banverket är att de tagit hänsyn till användbarheten för slutanvändarna. Detta genom att de har tagit hänsyn och designat i enlighet med egenskaper som, Allwood (-98) anser, krävs för att ett system ska ha hög användbarhet. I och med detta kan vi utifrån vår definition av eftersatt dra slutsatsen att designen mot användbarhet för slutanvändarna inte var eftersatt vid utvecklingen. Men som det framkom i analysen kunde utvecklarna lagt ner mer resurser vid utvecklingen av hjälpresurserna samt låtit användarna av systemet vara mer delaktiga vid utvecklingen.

Utifrån analysen när det gäller utvecklingen av systemet vid AerotechTelub kan vi konstatera att de tagit hänsyn till användbarheten för slutanvändarna. Detta eftersom analysen visar att utvecklarna under utvecklingen har tagit hänsyn och designat i enlighet med egenskaper som, Allwood (-98) anser, krävs för att ett system ska ha hög användbarhet. Utifrån vår definition av eftersatt drar vi då slutsatsen att designen mot användbarhet för slutanvändarna inte var eftersatt vid utvecklingen.

Syftet med rapporten var bland annat att undersöka om designen mot användbarhet för slutanvändarna är eftersatt vid utvecklingen av säkerhetskritiska system. Efter vår fallstudie på dessa två företag som utvecklar säkerhetskritiska system kan vi dra slutsatsen att designen mot användbarhet för slutanvändarna inte är eftersatt vid utvecklingen av säkerhetskritiska system.

6.2 Diskussion

Utifrån de slutsatser som vi dragit att designen mot användbarhet inte är eftersatt vid utvecklingen, ska man ha i åtanke att undersökningen är utförd på ett begränsat antal system. Därmed vågar vi inte dra några generella slutsatser vad gällande designen mot användbarheten i alla typer av säkerhetskritiska system. Men vi tror inte att det skulle påverka resultatet beroende på vilket typ av system det är. Utan vi tror snarare att det är den miljö och krav på säkerhet som finns där systemet skall användas som påverkar designen mot användbarheten. Men för att kunna säga något säkert om detta behövs vidare studier.

Utifrån de slutsatser vi dragit från vår undersökning borde de system som vi tittat på ha en hög användbarhet. Detta för att de som utvecklat systemen under utvecklingsprocessen tagit väl hänsyn till de egenskaper som krävs för att ett system ska ha hög användbarhet.

Att vi har fått fram dessa resultat kan visa på att det under de senaste åren har skett en ökad medvetenhet bland utvecklare av den här typen av system att det är viktigt att ta hänsyn till operatören.

Undersökningen tyder på att utvecklarna har tagit god hänsyn till operatören vid designen av systemen. I teorin beskrivs att det ofta är hård- och mjukvara som utvecklarna fokuserar på att

göra säker vid utvecklingen av säkerhetskritiska system. Genom att utvecklarna i dessa fall även har tagit god hänsyn till den tredje delen av systemet, operatören, tyder det på att de har designat ett säkrare system.

Den teori vi har studerat under undersökningen har visat att användarmedverkan är väldigt viktigt när det gäller att skapa ett system med hög användbarhet. Användarmedverkan skapar en bra grund för acceptans av systemet. Teorin beskriver även att användarmedverkan påverkar hur användarvänligt systemet blir. Detta bekräftades via vår empiriska undersökning där respondenterna tydligt påpekade vikten av att ha med användare under utvecklingen.

Det har även framkommit i det empiriska materialet att utvecklingen av hjälpresurser, särskilt då pappers manualer, verkar vara lite mindre viktigt i den här typen av system än i icke säkerhetskritiska system. Det kan tänkas bero på att det i säkerhetskritiska system speciellt i kritiska situationer inte finns tid till att använda dessa. Utbildningen av användarna får då en viktigare roll för att de skall kunna hantera dessa kritiska situationer. I den här typen av system verkar felmeddelanden och felhanteringssystem vara av större vikt än övriga hjälpresurser.

6.3 Metoddiskussion

En alternativ metod kunde ha varit att bara välja ett system och undersöka detta system från olika vinklar. Hur utvecklarna tagit hänsyn till användbarheten och hur användarna upplever användbarheten av systemet och utifrån detta dra slutsatser om användbarheten vid utvecklingen är eftersatt.

Vid val av teori som beskriver användbarheten valde vi att utgå från Allwood (-98) och hans syn på användbarhet. Detta eftersom han tydligt lyfter fram egenskaper som anses viktiga för att ett system ska vara användbart. Det finns andra författare som har en lite annan syn på användbarhet än Allwood (-98) och vi hade kunna valt en annan modell av användbarhet. Men av dem som vi tittat närmare på ansåg vi att Allwood var den som passade oss bäst. Detta eftersom Allwood (-98) tydligt pekar på viktiga egenskaper som krävs för att ett system ska ha hög användbarhet. Genom att undersöka om de tagit hänsyn till dessa egenskaper vid utvecklingen kan vi se om utvecklarna designat mot användbarhet under utvecklingsprocessen utan att gå in på hur vida systemet blev användbart. I och med att vi bara har använt oss av en modell av användbarhet kan validiteten i rapporten ha blivit påverkad. Men vi tror att med en annan teori skulle vi ha nått samma resultat för att synen på användbarhet i stora drag är densamma.

Vi har valt att använda oss av väl beprövade metoder och de personer som vi har intervjuat har varit representativa för vår undersökning. Vi anser därför att reliabiliteten i det avseendet är relativt hög.

I våra intervjuer som genomförts kan vi nu i efterhand konstatera att vi fått svar på vår frågeställning. De personliga intervjuerna var innehållsrika och gav oss en klar bild över hur utvecklingen av de två system vi analyserat gått till. De frågor vi har ställt till respondenterna var de samma, men det skiljde sig i vissa avseenden gällande följdfrågor.

Till våra respondenter har vi ställt de frågor vi velat ha svar på och förhoppningen är att de svarat ärligt. Vi har försökt undvika att inte göra felaktiga tolkningar genom att vi spelat in intervjuerna på minidisc. Detta tror vi ska höja reliabiliteten i uppsatsen.

Det som kan ha påverkat reliabiliteten negativt är att vi inte kunnat närvara vid intervjuerna på grund av det geografiska avståndet, utan att vi gjorde dem via telefon. Vi missar då potentiellt viktig information via till exempel kroppsspråket.

6.4 Förslag till vidare studier

Här nedan följer några frågor som har väckts hos oss under skrivprocessens gång som kan vara utgångspunkt till vidare forskning.

- Känner användarna av säkerhetskritiska system att de är åsidosatta vid utvecklingen av säkerhetskritiska system?
- Påverkas synen på användbarhet av kraven på säkerhet hos systemet?
- Är synen på användbarhet vid utvecklingen beroende av vilken typ av säkerhetskritiskt system det är?
- Har det under senare år skett en generell ökad medvetenhet om människa – dator – interaktion?

7 Referenslista

- Allwood Carl Martin, *Människa-datorinteraktion*, Studentlitteratur 1998
- Andersson J Ross, *Security Engineering: a guide to building dependable distributed systems*, Wiley 2001
- Danielsson Mats, *Teknisk psykologi*, Natur och kultur 2001
- Dix Alan, Finlay Janet, Abowd Gregory, Beale Russel, *Human-Computer Interaction*, Prentice Hall 1998
- Monk Andrew, *Fundamentals of Human-Computer Interaction*, Academic Press 1984
- Preece Jenny, *Human-computer interaction*, Addison-Wesley 1994
- Rajan Jane, Redmill Felix, *Human Factors in Safety-Critical systems*, Reed Education and professional publishing 1997
- Repstad, Pål, *Närhet och distans: Kvalitativa metoder i samhällsvetenskap*, Studentlitteratur 1993
- Shneiderman Ben, *Designing the user interface – strategies for effective human-computer interaction*, Addison Westley Longman 1997
- Smith Andy, *Human Computer factors – A study of users and information systems*, McGraw-Hill Publishing Company 1997
- Storey Neil, *Safety-Critical computer systems*, Addison Westley Longman 1996
- Sällström Pehr, *Goethes färglära*, Kosmos 1996
- Wichmann Brian A, *Software in safety-related systems*, Wiley 1992
- Yin Robert K, *Case study Research- Design and Methods*, Sage 2003

Bilaga I

Intervjufrågor Banverket

Bakgrund frågor:

- Vilken är var din roll vid utvecklingen av systemet?
- Vilken omfattning hade projektet?
- Var företaget ensam om att utveckla systemet eller var flera företag inblandade vid utvecklingen av systemet?
- Har företaget tidigare erfarenhet av utveckling av säkerhets- kritiska system?

Systemet:

- Vad är det för typ av system?
 - Vilken information hämtas in via detektorerna?
 - Vad innebär ett larm?
- Vad är dess huvudsakliga uppgift?
- Var i ligger det kritiska i systemet?
- Vilken roll eller uppgift har operatören i systemet?
- Har operatören någon annan uppgift?
- Hur interagerar operatören med systemet?.

Teori:

- Vad betyder begreppet användbarhet för dig?
- Vilka faktorer vid interaktionen mellan operatören och datorn ansåg ni som viktiga att ta hänsyn till vid utvecklingen av systemet?
- Vilka åtgärder har in vidtagit under utvecklingen för att systemet skall stödja att människor är olika?
- Vad har operatören för hjälpresurser till hands för att underlätta sin interaktion med systemet?
 - Hur stödjer dessa användaren vid kritiska situationer, det vill säga. när fel uppstått?
- Vilka mänskliga begränsningar anser ni att man bör ta hänsyn till vid människa – dator – interaktion?
- Vad tycker du är viktigt när man designar gränssnitt? 5:40
- Har ni tagit hänsyn till människans begränsningar när ni presenterar information till operatören?
- Använder operatören sig av menyer eller kortkommandon när denne använder systemet?
- Vilken typ av åtgärder har ni vidtagit vid utformningen av presentationer på skärmbilder vid kritiska situationer?
- Finns det situationer när operatören behöver hålla viktig information i minnet?
 - Vilka situationer?
- Anser du att vissa färgkombinationer bör undvikas i gränssnittet?
- Hur har anpassat systemet så att det i minsta mån stressar operatören?

Utveckling:

- Har någon användarrepresentant deltagit under utvecklingen av systemet?

- Var representanten representativ för användarna och varför valdes just denna?
- Har ni vid utvecklingen gjort någon användbarhets-specifikation?
 - Vad togs upp i denna
- Har externa experter inom MDI tagits in under utvecklingen av systemet?

Bilaga II

Intervjufrågor AerotechTelub

Bakgrund

- Vilken är var din roll vid utvecklingen av systemet?
- Har ni varit ensamma vid utvecklingen av systemet?
- Har företaget tidigare erfarenhet av utveckling av säkerhets- kritiska system?

Systemet:

- Vad är det för typ av system?
- Vad är dess huvudsakliga uppgift?
- Var i ligger det kritiska i systemet?
- Vilken roll eller uppgift har operatören i systemet?
- Hur interagerar operatören med systemet?.

Teori:

- Vad betyder begreppet användbarhet för dig?
- Vilka faktorer vid interaktionen mellan operatören och datorn ansåg ni som viktiga att ta hänsyn till vid utvecklingen av systemet?
- Vilka åtgärder har in vidtagit under utvecklingen för att systemet skall stödja att människor är olika?
- Vad har operatören för hjälpresurser till hands för att underlätta sin interaktion med systemet?
 - Hur stödjer dessa användaren vid kritiska situationer, dvs. när fel uppstått?
- Vilka mänskliga begränsningar anser ni att man bör ta hänsyn till vid människa – dator – interaktion?
- Vilken typ av åtgärder har ni vidtagit vid utformningen av presentationer på skärmbilder vid kritiska situationer?
- Finns det situationer när operatören behöver hålla viktig information i minnet?
 - Vilka situationer?
- Anser du att vissa färgkombinationer bör undvikas i gränssnittet?
 - Vilka?
- Hur har anpassat systemet så att det i minsta mån stressar operatören?
- Är displayen som används under normala förhållanden tillräcklig för att kunna stödja alla kritiska situationer som kan uppstå?
- Behövs några speciella displayer för att ge information som inte är nödvändig

Utveckling:

- Har någon användarrepresentant deltagit under utvecklingen av systemet?
- Var representanten representativ för användarna och varför valdes just denna?
- Har ni vid utvecklingen gjort någon användbarhetspecifikation?
- Har externa experter inom MDI tagits in under utvecklingen av systemet, eller finns denna kompetens i företaget?