



	Effekt	Användning	Arkitektur	Interaktion	Element
Problem	<i>Huvudproblem</i>	<i>Problem användning</i>	<i>Problem teknisk arkitektur</i>	<i>Problem interaktion</i>	<i>Problem element</i>
Struktur	<i>Användare, intressenter och kontext</i>	<i>Människa-maskinsystem</i>	<i>Logisk arkitektur maskin</i>	<i>Detaljerad uppdelning maskin</i>	<i>Logisk arkitektur element</i>
Funktion	<i>Värden och förmågor</i>	<i>Systemfunktioner</i>	<i>Maskinfunktioner</i>	<i>Styrning och information</i>	<i>Elementfunktioner</i>
Aktivitet	<i>Avsedd användning och livscykel</i>	<i>Användaruppgifter</i>	<i>Övergripande interaktion</i>	<i>Detaljerad interaktion</i>	<i>Maskinprocess</i>
Realisering	<i>Möjligheter och begränsningar</i>	<i>Teknisk princip och införande</i>	<i>Övergripande design</i>	<i>Fysisk form och användargränssnitt</i>	<i>Implementering element</i>
Krav	<i>Behov</i>	<i>Användningskrav</i>	<i>Maskinkrav</i>	<i>Delsystemkrav</i>	<i>Tillverkningskrav</i>

ACD³

Utvecklingsprocessen ur ett människa-maskinperspektiv

LARS-OLA BLIGÅRD

ACD³

Utvecklingsprocessen ur ett människa- maskinperspektiv

Andra upplagan

Lars-Ola Bligård

Med stöd av Eva Simonsen

**Avdelning Design & Human Factors
Institutionen för produkt och produktionsutveckling
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA**

Göteborg, 2015

ACD³
Utvecklingsprocessen ur ett människa-maskinperspektiv

Upplaga 2.1

Lars-Ola Bligård
lars-ola.bligard@acd3.se
www.acd3.se

© Lars-Ola Bligård 2015

Teknisk rapport, nr 96
ISSN 1652-9243

DOI: 10.13140/RG.2.1.1954.4400

Göteborg 2015

Förord

En av de första reflektionerna jag gjorde, när jag kom i kontakt med ergonomi och human factors i kurser om människa-maskinsystem och människa-datorinteraktion, var att det finns mycket outnyttjad kunskap inom området. När vi i våra liv stöter på problem med produkter som inte är anpassade till människans förmågor och begränsningar, beror det alltså inte på att kunskap saknas, utan på att kunskapen inte når fram och/eller inte får effekt under produktutvecklingen.

Jag presenterar här min syn på hur en utvecklingsprocess ur ett människa-maskinperspektiv kan se ut, vilken fått namnet ACD³-processen. Processidéerna är baserade på mina erfarenheter inom akademi och industri och sträcker sig från mitt eget examensarbete fram till och med mitt senaste forsknings- och tillämpningsprojekt. Innehållet i boken vilar på tre grundidéer: den första är att HFE-aktiviteter styr utvecklingsprocessen, den andra är en sammanhållen modell av processen och den tredje är en anpassningsbar process.

Boken lyfter upp och för fram HFE-aktiviteter ett steg längre. Längre beaktades inte HFE-aktiviteter i utvecklingsarbetet, utan fokus låg på den tekniska konstruktionen. Senare tillkom HFE-aktiviteter som ett lite udda område vid sidan om utvecklingsprocessen, för att idag ha blivit en del av ingenjörsarbetet. I ACD³-processen har HFE-aktiviteter integrerats med övriga delar, men de har fått en framträdande roll för att på så sätt kunna styra hela utvecklingsarbetet. Utvecklingsprocessen har på det sättet blivit mer användningscentrerad.

Många beskrivningar av utvecklingsprocesser försöker beskriva det bästa sättet att genomföra utvecklingen och presenterar därför ofta en detaljerad modell. ACD³-processen som presenteras här i boken är visserligen detaljerad, men är gjord för att passa många olika utvecklingsprocesser och för att vara anpassningsbar till många olika typer av projekt. Det kan handla om allt från att ta fram en vattenflaska till att ta fram ett kontrollrum för kärnkraftverk.

Boken ger också en sammanhållen modell för teorier och termer inom området human factors engineering. Jag har valt ut teorier och integrerat dem så att de nu utgör en helhet och därmed finns det en systematisk struktur för utvecklingsprocessen.

Skrivandet har framskridit med mycket bra stöd av Eva Simonsen vid Vattenfall AB, som har kommit med kommentarer, förslag på innehåll samt egna idéer och tankar som har hjälpt till att lyfta boken och få den att passa än bättre i en företagskontext.

Förändringar i andra upplagan

Boken har nu använts i kandidatarbeten och examensarbeten samt blivit spridd via internet. Det har framkommit flera bra synpunkter och det märktes att den inre strukturen för utvecklingsprocessen behövde vidareutvecklas. En möjlighet uppdragades i och med PU²B-modellens framkomst och det blev startpunkten för att skriva andra upplagan. Vidare har utvecklingsprocessen som presenteras i boken fått ett namn: ACD³-processen.

Större förändringar i andra upplagan

- Utvecklingsprocessen har fått en uppdaterad inre struktur
- Kapitlet om designarbete och kravsättning har lagts tidigare och utökats
- Ett kapitel om produktion har lagts till
- Teori- och metodtexterna har samlats i en egen del och kompletterats med ekologisk interaktion

Första upplagan

Tack till:

Jonas Andersson, Anna-Lisa Osvalder och Anna Thunberg för samarbete i projekt och undervisning, vilket delvis utgör bokens grund.

Eva Simonsen och Ulrika Millgård för kommentarer, förslag på innehåll samt egna idéer och tankar för att få boken att passa bättre i en företagskontext.

Cecilia Österman och Malin Mårtensson för kommentarer angående språk och innehåll.

Robert Nilsson och Therese Samuelsson för kommentarer angående innehåll.

Lars Haakon Simonsen för illustrationerna av vattenflaskan.

Alla examensarbetare och kandidatarbetare, vilka genom att tillämpa processen eller på annat sätt använt boken och kommit med bra synpunkter.

Andra upplagan

Tack till:

Robert Nilsson för initiativet till och arbetet med PU²B-modellen.

Eva Simonsen för bra diskussioner och bidrag till processens struktur, samt för alla kommentarer angående bokens innehåll, struktur och språk.

Christina Maack för kommentarer angående språk och innehåll.

Maria Ernfors, Sofie Weidenlöv, Sofia Alvenby, Mikaela Rehnmark, Ida Aasa och Gesa Praetorius för kommentarer angående språk, innehåll och upplägg.

Per-Åke Bligård, Alexander Kruuse och Jesper Kullgren för diskussion om Agile systemutveckling.

Alla examensarbetare och kandidatarbetare, vilka genom att tillämpa processen eller på annat sätt använt boken och kommit med bra synpunkter. Utan er hade detta arbete aldrig varit möjligt!

Innehållsförteckning

1	Introduktion.....	1
1.1	Människor och maskiner.....	1
1.2	Mål, innehåll och målgrupp.....	1
1.3	Innehåll ACD ³ -processen.....	2
1.4	Summering av de fem första faserna.....	6
1.5	Användning av ACD ³ -processen.....	8
1.6	Införande av ACD ³ -processen.....	11
1.7	Bokens disposition.....	13
Del 1 – ACD³-processen övergripande		15
2	Ämnesområden relaterade till ACD ³ -processen.....	17
2.1	Human factors engineering.....	17
2.2	Produktutveckling.....	19
2.3	Systems Engineering.....	21
3	Grundläggande om utvecklingsarbete.....	23
3.1	Designarbete.....	23
3.2	Kravsättning.....	27
3.3	Systemsynsätt.....	28
3.4	Användningscentrerad design.....	30
3.5	Styrning av utvecklingsarbete.....	32
3.6	Iterativitet i utvecklingsarbetet.....	35
3.7	Metodanvändning.....	37
3.8	Summering.....	39
4	Design och krav.....	41
4.1	Dimensioner för beskrivning av design.....	41
4.2	Abstraktionsnivåer design och krav.....	42
4.3	Designperspektiven.....	45
4.4	Kategorier och typer av mål, krav och riktlinjer.....	49
4.5	Samspel mellan designarbete och kravsättning.....	59
5	ACD ³ -processens uppbyggnad.....	61
5.1	Grundläggande struktur.....	61
5.2	Horisontell dimension.....	63
5.3	Vertikal dimension.....	66
5.4	Tvådimensionell modell.....	67
5.5	Inre struktur.....	69
6	Relationer i utvecklingsarbete.....	71
6.1	Relationen utvecklare och användare.....	71
6.2	Relationen utvecklingsfunktion och marknadsfunktion.....	72
6.3	HFE-aktiviteternas relation i utvecklingsarbetet.....	73
Del 2 – ACD³-processens delar detaljerat		75
7	Planering.....	77
7.1	Klargöra syfte, mål och resurser.....	77
7.2	Skapa en HFE-grupp.....	77
7.3	Övergripande planering.....	77
7.4	Involvering av användarna.....	78
7.5	Samordning med övrigt utvecklingsarbete.....	78
7.6	Metoder.....	79
8	Datainsamling.....	81
8.1	Datateori.....	81
8.2	Fokus för insamling.....	83
8.3	Metoder.....	84

9	Utvärdering	87
9.1	Formativ utvärdering.....	87
9.2	Summativ utvärdering.....	88
9.3	Metoder.....	90
10	Dokumentering.....	93
10.1	Dokumentkategorier.....	93
10.2	Dokumentstrukturer för maskindokumentationen	94
10.3	Trippel –V–modellen	95
11	Behovsidentifiering	101
11.1	Genomförande.....	103
11.2	Metoder i behovsidentifieringen	106
11.3	Exempel vattenflaska – behovsidentifiering	114
12	Användningsutformning.....	117
12.1	Genomförande.....	119
12.2	Metoder användningsutformning.....	122
12.3	Exempel vattenflaska - användningsutformning.....	128
13	Övergripande utformning.....	133
13.1	Genomförande.....	135
13.2	Metoder övergripande utformning	139
13.3	Exempel vattenflaska - övergripande utformning.....	141
14	Detaljerad utformning	147
14.1	Genomförande.....	149
14.2	Metoder detaljerad utformning	152
14.3	Exempel vattenflaska - detaljerad utformning	154
15	Konstruktion.....	157
15.1	Genomförande av HFE-aktiviteter.....	159
15.2	Metoder konstruktion.....	161
15.3	Exempel vattenflaska - konstruktion.....	162
16	Produktion	165
16.1	Genomförande av HFE-aktiviteter.....	165
16.2	Exempel vattenflaska - produktion	166
17	Driftsättning	167
17.1	Genomförande av HFE-aktiviteter.....	167
17.2	Metoder driftsättning.....	170
17.3	Exempel vattenflaska - driftsättning	171
18	Relation till andra processer och till upphandling.....	173
18.1	ACD ³ -processens relation till andra processer.....	173
18.2	ACD ³ -processen och extern upphandling	186
19	ACD ³ -processen kortfattat	189
19.1	Summering av de fem första faserna.....	190
19.2	Centrala aktiviteter i utvecklingsprocessen.....	192
19.3	Designvariabler och kravtyper i de fem första faserna	194
19.4	Metodlista.....	196
19.5	Metoder i processfaserna	198
19.6	Engelsk översättning av processdelarna	200
Del 3 – Teori och metod		201
20	Människan i systemet	203
20.1	Generell systemteori	203
20.2	Aktivitetsteori.....	204
20.3	Människa-maskinsystem.....	205
20.4	Sociotekniska system	208
20.5	Automation.....	209

21	Användning och interaktion	213
21.1	Användning och användare.....	213
21.2	Interaktionen människa-maskin	218
21.3	Ekologisk interaktion	220
21.4	Kvaliteten på interaktionen	224
22	Användbarhet	225
22.1	Användarvänlighet och nytta	225
22.2	Användarupplevelse.....	227
22.3	Usability – användarvänlighet eller användbarhet?	228
23	Fel och risker.....	231
23.1	Användningsfel och användarvänlighetsproblem	231
23.2	Olycka, fara, risk och säkerhet.....	233
24	Utformning av användargränssnitt	237
24.1	Grundläggande teori.....	237
24.2	Dekomposition användargränssnitt.....	239
24.3	Abstraktion användargränssnitt.....	244
24.4	Designprocess användargränssnitt	248
24.5	Specificering av information och styrningsmöjligheter	250
25	Metoder	253
25.1	Systembeskrivning	253
25.2	Interaktionsbeskrivning.....	255
25.3	CW/ECW som designstöd	257
25.4	Modell för att utforska "Ergonomins Infrastruktur"	258
26	Utvecklingen av ACD ³ -processen.....	265
26.1	Designprocesser	265
26.2	Reflektion över teorierna	269
26.3	Förslag på process	270
26.4	ACD ³ för produktionssystem	281
26.5	Sammanfattning termer för ACD ³ -modellens uppbyggnad	282
27	Ordlista.....	283
28	Referenslista.....	293

1 Introduktion

Bokens syfte, mål och målgrupp redovisas i det här kapitlet och det avslutas med att utgångspunkter och disposition presenteras.

1.1 Människor och maskiner

Människan har sedan urminnes tider använt sig av redskap och verktyg för att göra livet enklare att leva. Till att börja med var det stenar och pinnar, som naturen försåg oss med, men rätt snart började människan tillverka egna verktyg, så kallade artefakter. Artefakterna har sedan blivit mer och mer avancerade fram till de tekniska lösningar som vi lever med idag. Syftet med tekniken är att förbättra våra tillkortakommanden, eller som Donald Norman (1993) uttryckt det "*Things that make us smart*". De tekniska lösningarna finns i skiftande form såsom produkter, verktyg, produktionssystem, arbetsplatser, IT-system, fordon, kläder, möbler, tjänster etc. I boken kommer termen **maskin** att användas som samlingsnamn för dem. Maskiner kan skapas av den enskilda människan, men då maskiner skapas under mer organiserade och ordnade former behövs och används en **utvecklingsprocess**. Mycket utvecklingsarbete sker iterativt och parallellt och har ofta lätt för att bli oordnat. Det finns därför ett behov att koppla utvecklingsarbetets innehåll till ett strukturerat och systematiskt skelett, på vilket resultaten från utvecklingen kan hängas upp.

1.2 Mål, innehåll och målgrupp

Bokens mål är att beskriva en utvecklingsprocess som utgår från det samspel som sker mellan människan och maskinen under själva användandet, alltså när människan utför uppgifter med maskinen. Den specifika utvecklingsprocess som boken beskriver har fått namnet **ACD³-processen**, där ACD står för aktivitetscentrerad design och 3:an syftar på de tre strukturerna för processen: designnivåer, designperspektiv och designaktiviteter. Centralt för ACD³-processen är att den innehåller och beskriver de aktiviteter i utvecklingsarbetet som avgör hur framgångsrikt samspelet mellan människan och maskinen till slut blir under själva användandet. De här aktiviteterna benämns i fortsättningen **HFE-aktiviteter**^a, där HFE står för human factors engineering vilket presenteras mer i avsnitt 2.1.

ACD³-processen har sin grund i väletablerade modeller över utvecklingsprocesser, som exempelvis de av Johannesson et al. (2013), Ullman (2010), Ulrich och Eppinger (2011) respektive ISO 13407 / 9241-210 och är sedan anpassad efter författarens erfarenheter från utvecklingsprojekt i industrin, forskningsprojekt inom akademien, samt från handledning av kandidatarbeten och examensarbeten inom människa-maskinsystem och teknisk design. ACD³-processen är inte tänkt att helt ersätta de mer etablerade utvecklingsprocesserna, utan är tänkt att vara ett komplement och en utökning med avseende på HFE-aktiviteter. Den ska visa på hur kunskap om samspelet mellan människan och maskinen kan integreras i utvecklingsarbetet, eftersom det är viktigt för en designmetodik att beakta kunskap från kognitiv psykologi och ergonomi för att nå ett framgångsrikt resultat (Pahl et al., 1996).

Det behövs tre komponenter för ett lyckat utvecklingsarbete (Kaulio et al., 1999): processer, metoder och bemanning. Boken fokuserar på själva processen, men har inte som mål att ge en specifik beskrivning av hur arbetet ska gå till, utan ska ses mer som en generell process som med fördel anpassas för det aktuella utvecklingsprojektet, eller som en karta som visar viktiga aspekter i utvecklingsarbetet. Ingen process kan följas bokstavligt till följd av utvecklingsarbetets dynamiska och varierande karaktär. Boken kommer i hög grad att beskriva *vad* som ska göras, men inte gå in i detalj *hur*; de specifika aktiviteterna är individuella för varje utvecklingsprojekt. Exempel på och referenser till användbara metoder kommer att ges i texten. Eftersom boken fokuserar mest på själva processen, måste ACD³-processen

^a De benämndes människa-maskinaktiviteter i första upplagan, men namnet har blivit ersatt för att undvika förväxling i den nya inre strukturen hos ACD³-processen.

kompletteras med metoder samt bemannas av personer med kunskap om att arbeta med HFE-aktiviteter, för att ett lyckat utvecklingsarbete ska uppnås.

För att ge tydlighet och undvika förvirring, är det viktigt att definiera och förklara termer som är relaterade till HFE-aktiviteter i utvecklingsprocessen. Det finns i litteraturen många olika sätt att använda och att definiera termerna, men här har bara en definition tagits med och tanken är att skapa ett ramverk där termerna fungerar tillsammans, konsekvent och samstämmigt. Boken har alltså inga ambitioner att täcka de variationer och varianter som finns inom ämnesområdet, utan vill istället presentera en sammanhängande bild av teorin kring utvecklingsprocesser och föreslå en övergripande utvecklingsprocess: ACD³-processen.

Boken riktar sig till personer med grundläggande kunskap inom både kognitiv och fysisk ergonomisk teori och kunskap då det gäller metoder inom human factors engineering. Läsaren behöver ha den grunden för att till fullo kunna förstå och ta till sig innehållet. Boken är till stor hjälp för den som ska genomföra ett utvecklingsprojekt inom industrin eller inom akademien. Den är följaktligen till stor hjälp för studenter vid kandidat- och examensarbeten och för ingenjörer som arbetar med utvecklingsarbete i näringslivet och i andra organisationer.

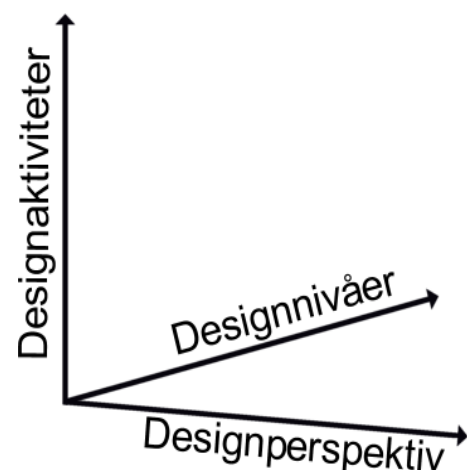
1.3 Innehåll ACD³-processen

ACD³-processen är ett nyutvecklat sammanhängande ramverk för utvecklingsarbete, vilket syftar till att ge en tydlig och trygg struktur som synliggör designbesluten, men inte är så strikt att det kan hämma nyskapande och innovation. Vidare syftar ACD³-processen till att stödja designarbete och kravsättning i abstraktionsnivåer och till att lyfta fram aktivitetens och användningens roll för utformningen. De övergripande målen med ACD³-processen är därmed:

- Tydliggöra aspekter som behöver beaktas i utvecklingsarbetet, både styrande förutsättningar som behöver kartläggas och styrande designbeslut som behöver fattas.
- Ge en sammanhållen helhetssyn på innehållet i utvecklingsarbetet genom att integrera delar i utvecklingsarbetet, som annars lätt behandlas separat, och erbjuda en systematisk och systemisk struktur att bygga upp utvecklingsarbetet kring.

För att uppnå målen bygger ACD³-processen på några centrala utgångspunkter. Den första är att kombinera fördelar med sekventiella modeller för utvecklingsarbete, ihop med fördelar från iterativa utvecklingsmodeller. ACD³-processen implementerar också ett växelverkande förhållande mellan designarbete och kravsättning. Det vill säga att både krav och design växer fram successivt under utvecklingsarbetet. Slutligen så förenar ACD³-processen designarbete på olika abstraktionsnivåer med designarbete ur olika perspektiv, för att sträva efter en heltäckande beskrivning av designen.

Ramverket i ACD³-processen byggs upp av tre dimensioner: designnivåer, designperspektiv och designaktiviteter (figur 1.1), för att tydliggöra aspekter som behöver beaktas i utvecklingsarbetet och för att ge en sammanhållen helhetssyn på innehållet. Designnivåer är ett sätt att beskriva lösningen med skiftande grad av precisering och specificering; där detaljeringen successivt ökar och designrymden minskar, så kallade abstraktionsnivåer. Designnivåerna beskrivs mer utförligt i avsnitt 4.2, sidan 42f.



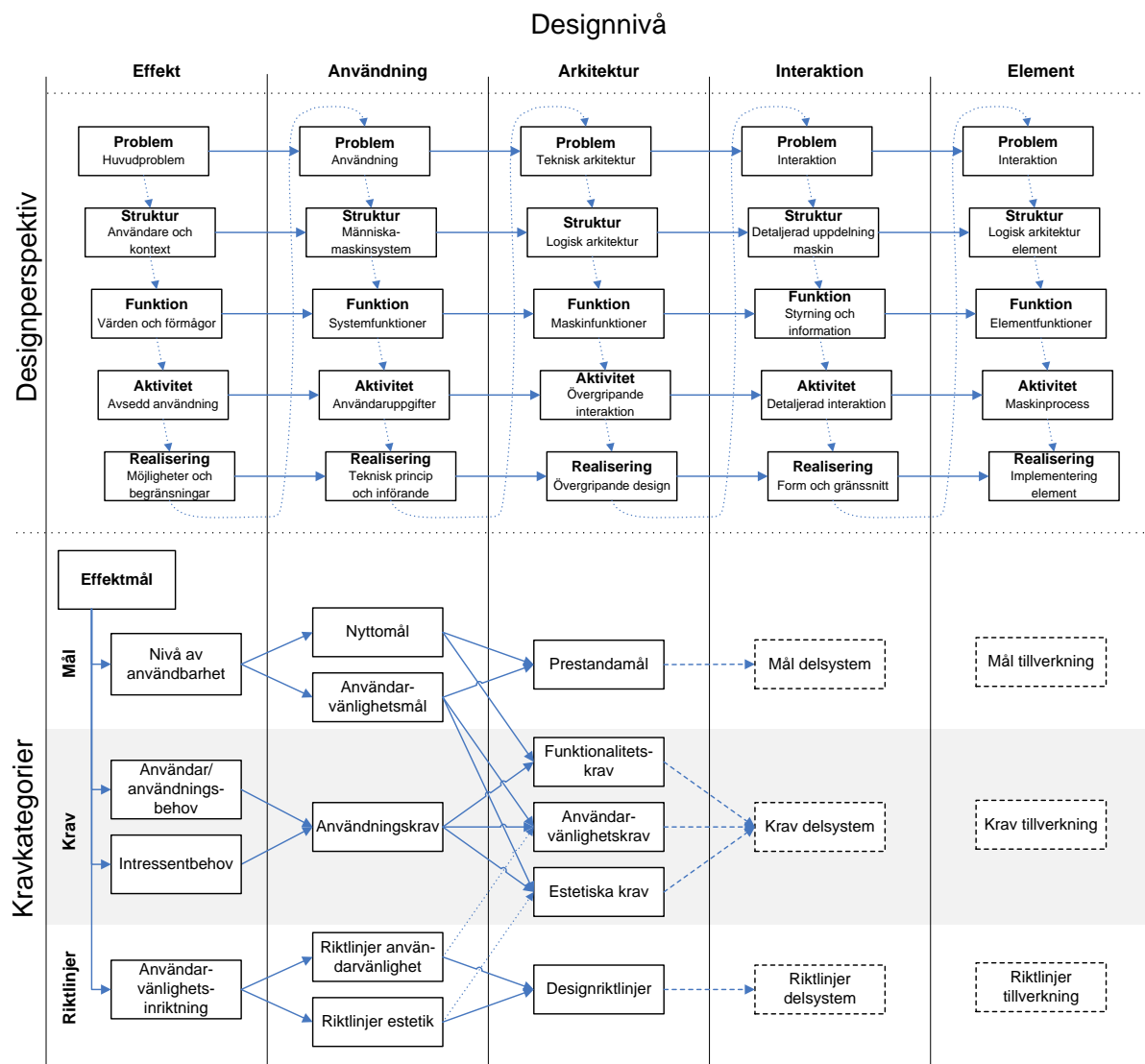
Figur 1.1 De tre dimensionerna i ACD³-processen

Designperspektiv innebär att samma lösning går att beskriva på skilda sätt, där de olika beskrivningssätten lyfter fram olika aspekter. Designperspektiven beskrivs mer utförligt i avsnitt 4.3, sidan 45 ff.

Designaktiviteter beskriver det arbete som utförs för att identifiera och bestämma de designvariabler som tillsammans utgör lösningen. En designvariabel är något som måste bestämmas, eller som blir bestämt av designbeslut, under utformningen och konstruktionen av maskinen, exempelvis materialtjocklek, menysystems djup och höljets färg. Designaktiviteterna beskrivs mer utförligt i avsnitt 3.6, sidan 36.

För att tillämpa de tre dimensionerna, består ACD³-processen i grunden av tre sammanhängande modeller relaterade till utvecklingsarbete;

- Den första är en modell som i två dimensioner beskriver organisationen av designvariabler och kravtyper (figur 1.2).
- Den andra är en modell som beskriver växelverkan mellan designarbete och kravsättning under utvecklingsarbetets framskridande (figur 1.4, sidan 4).
- Den tredje är en modell av iterativ arbetsprocess för produktutveckling (figur 1.5, sidan 5).



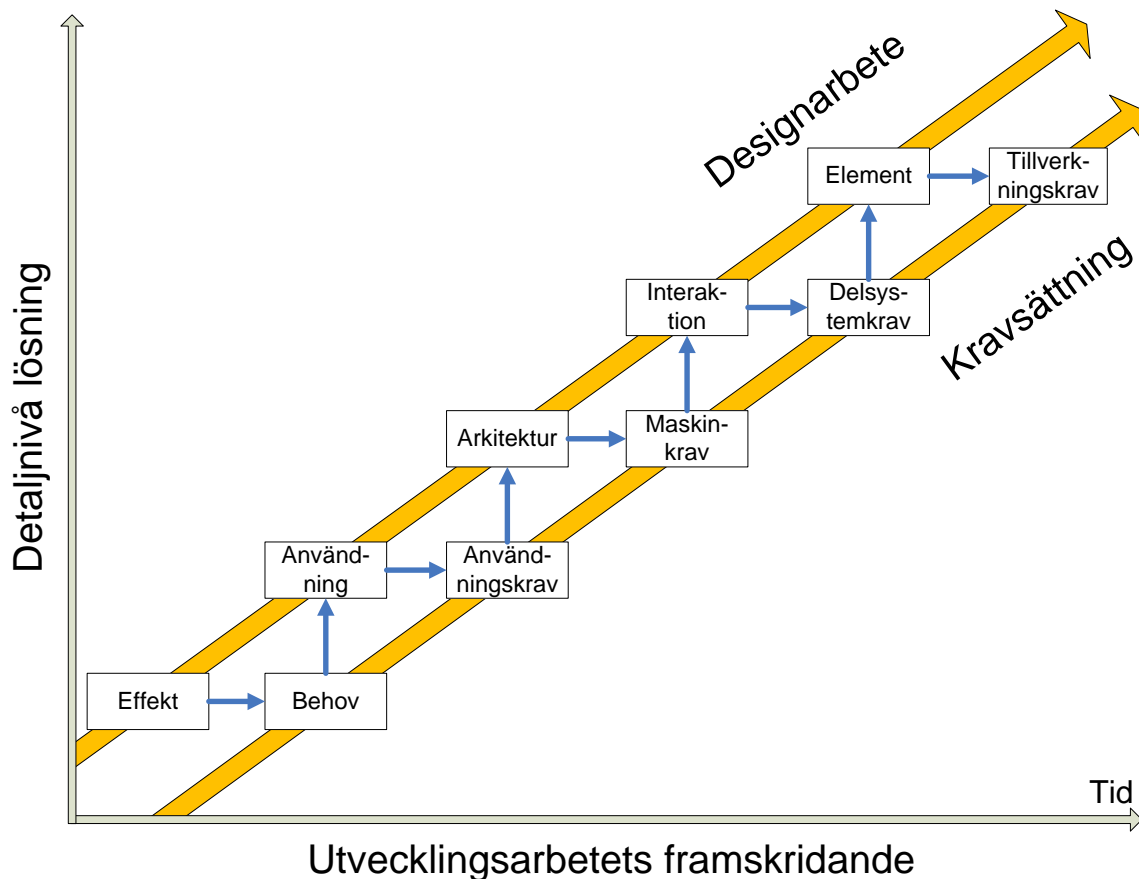
Figur 1.2 Tvådimensionell organisation av designvariabler och kravtyper

Den första modellen (figur 1.2) organiseras i två dimensioner. I den ena dimensionen organiseras designvariablerna och kravtyperna utifrån designnivå (effekt, användning, arkitektur, interaktion och element). I den andra dimensionen organiseras designvariablerna

efter designperspektiv (problem, struktur, funktion, aktivitet och realisering), medan kravtyperna organiseras utifrån kravkategorier (mål, krav och riktlinje). För organisationen av designvariabler och kravtyper finns det också en förenklad beskrivning i form av en matrismodell (figur 1.3), som har designnivåer och designperspektiv på respektive axel.

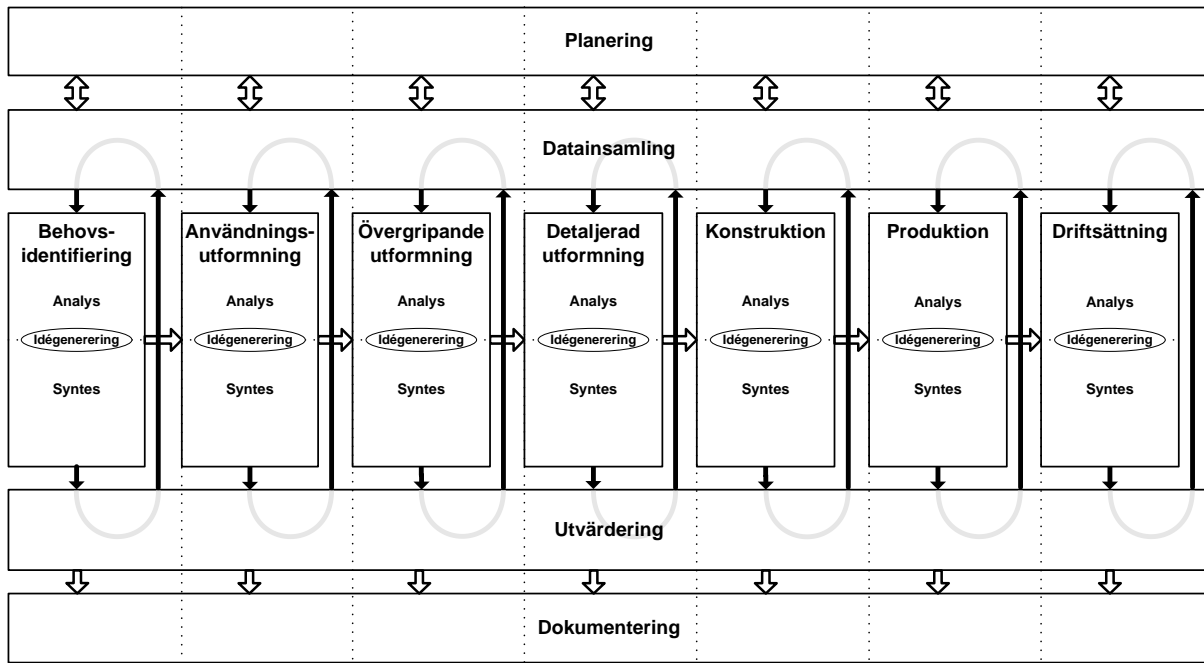
		Designnivåer				
		Effekt	Användning	Arkitektur	Interaktion	Element
Designperspektiv	Problem	Huvudproblem	Problem användning	Problem teknisk arkitektur	Problem interaktion	Problem element
	Struktur	Användare, intressenter och kontext	Människa-maskinsystem	Logisk arkitektur maskin	Detaljerad uppdelning maskin	Logisk arkitektur element
	Funktion	Värden och förmågor	Systemfunktioner	Maskinfunktioner	Styrning och information	Elementfunktioner
	Aktivitet	Avsedd användning och livscykel	Användaruppgifter	Övergripande interaktion	Detaljerad interaktion	Maskinprocess
	Realisering	Möjligheter och begränsningar	Teknisk princip och införande	Övergripande design	Fysisk form och användargränssnitt	Implementering element
	Krav	Behov	Användningskrav	Maskinkrav	Delsystemkrav	Tillverkningskrav

Figur 1.3 Matrismodell över en maskins design



Figur 1.4 Samspel mellan designarbete och kravsättning

Den andra modellen (figur 1.4) beskriver samspelet mellan designarbete och kravsättning under utvecklingsarbete. Då en lösning beskrivs i form av krav och design, behöver båda följas åt genom hela processen. Det blir alltså en kontinuerlig växelverkan, där design och krav är en förutsättning för varandra, när maskinen successivt växer fram. Uppdelningen i designnivåerna från den första modellen, ger en tydlig uppdelning av designen, medan kraven binder samman designnivåerna. Varje nivå av krav ger då en insnävning av designrymden för det kommande designarbetet. Kraven beskriver alltså hur de designbeslut som har fattats på nivån ovan avgränsar och sätter villkor för de designbeslut som ska fattas i nivån under.

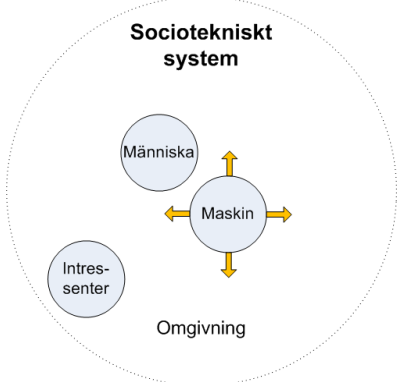
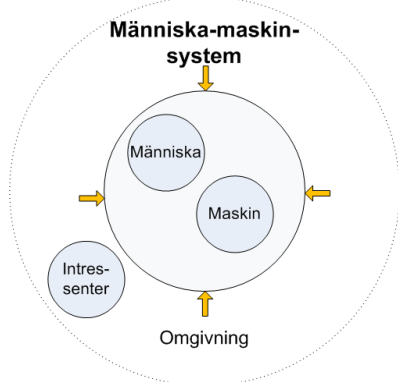


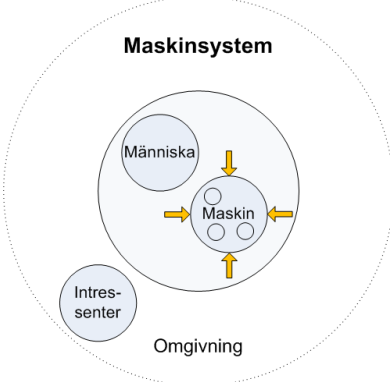
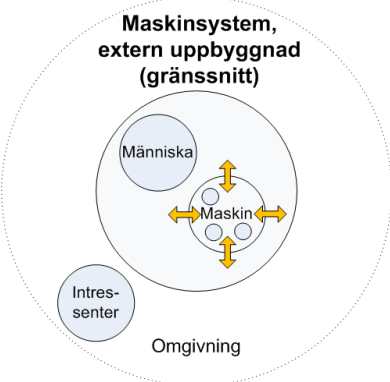
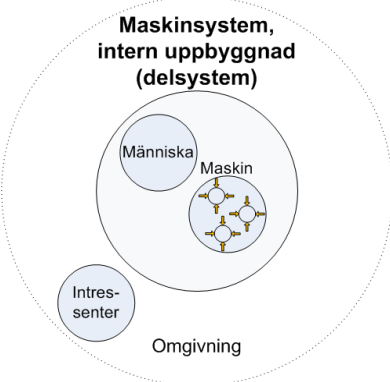
Figur 1.5 ACD³-processens struktur med elva block.

Till designvariablerna och kravtyperna finns sedan en arbetsprocess som tydligt placerar dem i utvecklingsarbetet. Modellen över arbetsprocessen består av elva block (figur 1.5), varav fyra är designaktiviteter som pågår kontinuerligt: planering, datainsamling, utvärdering och dokumentering. Processen består vidare av sju sekventiella block: behovsidentifiering, användningsutformning, övergripande utformning, detaljerad utformning, konstruktion, produktion och driftsättning. Var och ett av de sju sekventiella blocken består i sin tur av tre centrala designaktiviteter: analys, idégenerering och syntes. ACD³-processen ska tolkas som att den innehåller sju faser, där varje fas innehåller sju designaktiviteter som itereras inom fasen. Faserna får sina namn från de sekventiella blocken och de fem första faserna är relaterade till de fem designnivåerna i figur 1.2 - 1.4.

På nästa uppslag presenteras en summering av innehållet i var och en av de fem första faserna. Faserna presenteras mer utförligt i kapitel 11 - 15.

1.4 Summering av de fem första faserna

Fas	Behovsidentifiering	Användningsutformning
Syfte	att undersöka hur omgivningen inverkar på den kommande lösningen och hur lösningen ska påverka omgivningen, samt vad användaren värderar i en lösning	att undersöka vilken användning som uppfyller behoven och ger avsedda effekter och att undersöka vilka övergripande (tekniska) lösningar som uppfyller användningen
Mål	att utforma den effekt som lösningen ska ha på det sociotekniska systemet och välja princip för användningen (sätta ramverket och basen för det kommande utvecklingsarbetet)	att utforma användningen och välja teknisk lösningsprincip (sätta de yttre ramarna för maskinens utformning)
Fokus för arbetet	användaren användarcentrerat arbete	användningen användningscentrerat arbete
System att beakta	sociotekniskt system	människa-maskinsystem
Betraktningssvy	omgivningen betraktad utifrån perspektivet hos den maskin som ska utvecklas	människa-maskinsystemet betraktat utifrån omgivningen
	 <p>The diagram shows a central circle labeled 'Maskin' with four arrows pointing outwards to 'Människa' (top), 'Intressenter' (left), 'Omgivning' (bottom), and another 'Maskin' (right). This central circle is enclosed within a larger dashed circle labeled 'Sociotekniskt system'.</p>	 <p>The diagram shows a central circle labeled 'Människa-maskin-system' containing 'Människa' and 'Maskin' circles. Four arrows point outwards from this central circle to 'Intressenter' (left), 'Omgivning' (bottom), and two other directions. This central circle is enclosed within a larger dashed circle labeled 'Människa-maskin-system'.</p>
Motiv	i det sociotekniska systemet kommer användaren att försöka uppnå effekter med hjälp av maskinen	i människa-maskinsystemet sker användningen för att uppnå effekter i omgivningen
Designnivå	Effekt de effekter som maskinen har för avsikt att uppnå i sin omgivning	Användning användningen av maskinen
Kravnivå	Behov behov som människa-maskinsystemet förväntas uppfylla	Användningskrav krav från användningen för att uppnå systemmål (och effekter)

Övergripande utformning	Detaljerad utformning	Konstruktion
att undersöka vilken teknisk uppbyggnad av maskinen som ger avsedda effekter och undersöka hur samspelet mellan människan och maskinen bör ske	att undersöka hur maskinen i detalj ska uppföra sig gentemot användaren och gentemot andra delar i det sociotekniska systemet, samt att undersöka hur maskinens delsystem ska fungera tillsammans	att undersöka hur maskinens delsystem (element) i detalj bör vara konstruerade och hur maskinen ska produceras
att utforma teknisk arkitektur och välja princip för interaktion, estetik och form (sätta ramar för teknisk konstruktion)	att utforma maskinens samspel med användaren och omgivningen och att välja principer för detaljkonstruktion (ta fram ett underlag för konstruktion)	att utforma maskinens tekniska element (delsystem) och att välja princip för produktion (ta fram ett underlag för produktion)
teknisk arkitektur teknikcentrerat arbete	interaktion mellan omgivningen och maskinens delsystem interaktionscentrerat arbete	maskinens insida (interna uppbyggnad) teknikcentrerat arbete
maskinen som helhet	maskinsystemets externa uppbyggnad (gränssnitt)	Maskinsystemets inre uppbyggnad (delsystem)
maskinen betraktad utifrån omgivningen	maskinen uppdelad i delsystem betraktad utifrån det samspel som sker med människa och omgivning	maskinen i sina minsta element (internt)
 <p>Maskinsystem</p> <p>Människa, Maskin, Intresser, Omgivning</p>	 <p>Maskinsystem, extern uppbyggnad (gränssnitt)</p> <p>Människa, Maskin, Intresser, Omgivning</p>	 <p>Maskinsystem, intern uppbyggnad (delsystem)</p> <p>Människa, Maskin, Intresser, Omgivning</p>
den tekniska arkitekturen ska möjliggöra användningen	samspelet mellan människan/omgivningen och maskinen är viktigt för att användningen ska kunna ske	de tekniska detaljerna är en förutsättning för den funktionalitet som behövs
Arkitektur maskinens uppbyggnad i delar	Interaktion samspelet mellan maskinen och användaren	Element maskinens minsta beståndsdelar
Maskinkrav krav som maskinen ska uppfylla	Delsystemkrav krav på maskinens delar	Tillverkningskrav krav som produktionsprocessen ska uppfylla

1.5 Användning av ACD³-processen

Vid användning av ACD³-processen är det bra att ha kännedom om de grundantaganden som processen bygger på, för att få ut full nytta av den. Kännedom om grundantagandena är också bra för att upptäcka ifall de inte stämmer överens med filosofin i den organisation där processen ska implementeras, då det kan leda till konflikter och svårigheter. De grundantaganden som ACD³-processen bygger på är följande:

- En maskin eller ett tekniskt system ger upphov till nytta när de används – en maskin kan alltså inte ha inbyggd nytta, utan nyttan uppkommer när maskinen används i ett system för att uppnå relevanta mål. Användningen, aktiviteten, är alltså i centrum för utvecklingsarbetet.
- Artefakter påverkar mänskligt beteende – med utformningen av en maskin är det alltså möjligt att influera vad och hur användaren gör, vilket gör användningen till en viktig del av utformningsarbetet.
- Människan använder redskap för att distribuera kraft och kognition – maskiner agerar alltså som en förlängning av våra förmågor, därför behöver människan och maskinen betraktas som en helhet.
- Pragmatism för metoder och teorier – teorier är verktyg i utvecklingsarbetet, precis som metoder. Värdet med användning av teorier och metoder ligger även i den kunskap, kommunikation och samsyn vilka uppkommer under användningen, alltså inte bara i det dokumenterade resultatet.
- Arbete med ergonomi och human factors i en utvecklingsprocess handlar inte om att göra det som användaren vill ha, utan om en bredare systemsyn. ACD³-processen utgår ifrån synsättet att utveckling sker med användaren och inte av användaren eller för användaren.

ACD³-processen är avsedd att kunna användas på olika sätt: (1) Som en inspiration till att förändra de egna utvecklingsprocesserna, där tankar från ACD³-processen används för att förbättra arbetet. (2) Som en övergripande modell för utvecklingsarbetet, där de grundläggande delarna i ACD³-processen anammas i de egna processerna. (3) Som en detaljerad modell för utvecklingsarbetet, där utvecklingsarbetet följer ACD³-processen i sin helhet.

Ett specifikt sätt att börja använda ACD³-processen på, som passar alla tre sätten ovan, är som en karta eller ett ramverk att orientera efter i utvecklingsarbetet - en översikt över vad som behöver göras. Användning av ACD³-processen som karta är speciellt lämpligt för organisationer med en väl etablerad utvecklingsprocess, vilka vill komma igång med ACD³-processen. Matrismodellen (figur 1.3, sidan 4) tar upp olika delar (designvariabler), vilka man antingen behöver känna till eller som behöver bestämmas/utformas. I ett utvecklingsarbete är varje del i ramverket antingen redan gjord, behöver göras eller i vissa fall inte vara applicerbar.

Projekten där ACD³-processen används kan vara av skiftande omfattning rörande hur stora möjligheterna är till förändring i det som ska utvecklas; allt från nyutveckling av maskiner till mindre förändringar i existerande maskin. Matrismodellen kan användas för att tydligt visa vilka delar i utvecklingsarbetet som är givna och i vilka delar nya designbeslut kan fattas och nya krav kan ställas. I ett projekt som handlar om att skapa en ny maskin kan huvudproblemet vara fast, medan alla andra delar i ACD³-processen måste bestämmas i projektet, se vidare figur 1.6. Om det istället gäller utveckling av en befintlig maskin kan flera delar vara fasta eller bestämmas tidigt, medan den mer omfattande utvecklingen gäller arkitektur och interaktion, se figur 1.7. I figur 1.8 ges ännu ett exempel på rollen hos de olika delarna i ett utvecklingsprojekt, i detta fall vid uppdatering av användargränssnitt. Vit färg i rutorna anger att designvariablerna bestäms av utvecklingsprojektet. Mörkgrå färg anger att designvariablerna är bestämda eller givna innan projektstarten och ljusgrått anger att vissa designvariabler är givna på förhand, medan vissa andra bestäms under utvecklingsarbetets

gång. Viktigt att poängtera är, att bara för att en del är gråmarkerad innebär det inte att den är oviktig och att arbetet kan påbörjas mitt i, utan det innebär att det finns ett behov av att kartlägga faktorer som påverkar designbeslut i de vita delarna.

	Effekt	Användning	Arkitektur	Interaktion	Element
Problem	Huvudproblem	Problem användning	Problem teknisk arkitektur	Problem interaktion	Problem element
Struktur	Användare, intressenter och kontext	Människa-maskinsystem	Logisk arkitektur maskin	Detaljerad uppdelning maskin	Logisk arkitektur element
Funktion	Värden och förmågor	Systemfunktioner	Maskinfunktioner	Styrning och information	Elementfunktioner
Aktivitet	Avsedd användning och livscykel	Användaruppgifter	Övergripande interaktion	Detaljerad interaktion	Maskinprocess
Realisering	Möjligheter och begränsningar	Teknisk princip och införande	Övergripande design	Fysisk form och användargränssnitt	Implementering element
Krav	Behov	Användningskrav	Maskinkrav	Delsystemkrav	Tillverkningskrav

Figur 1.6 Projekt som ska utveckla en helt ny maskin med få i förväg bestämda designvariabler. Mörkgrått = delar som är bestämda vid projektstart. Vitt = delar som ska bestämmas i projektet. Ljusgrått = finns både delar som är bestämda vid projektstart och som ska bestämmas av projektet.

	Effekt	Användning	Arkitektur	Interaktion	Element
Problem	Huvudproblem	Problem användning	Problem teknisk arkitektur	Problem interaktion	Problem element
Struktur	Användare, intressenter och kontext	Människa-maskinsystem	Logisk arkitektur maskin	Detaljerad uppdelning maskin	Logisk arkitektur element
Funktion	Värden och förmågor	Systemfunktioner	Maskinfunktioner	Styrning och information	Elementfunktioner
Aktivitet	Avsedd användning och livscykel	Användaruppgifter	Övergripande interaktion	Detaljerad interaktion	Maskinprocess
Realisering	Möjligheter och begränsningar	Teknisk princip och införande	Övergripande design	Fysisk form och användargränssnitt	Implementering element
Krav	Behov	Användningskrav	Maskinkrav	Delsystemkrav	Tillverkningskrav

Figur 1.7 Projekt som ska utveckla en ny version av en redan befintlig maskin. Mörkgrått = delar som är bestämda vid projektstart. Vitt = delar som ska bestämmas i projektet. Ljusgrått = finns både delar som är bestämda vid projektstart och som ska bestämmas av projektet.

	Effekt	Användning	Arkitektur	Interaktion	Element
Problem	Huvudproblem	Problem användning	Problem teknisk arkitektur	Problem form och gränssnitt	Problem element
Struktur	Användare, intressenter och kontext	Människa-maskinsystem	Logisk arkitektur maskin	Detaljerad uppdelning maskin	Logisk arkitektur element
Funktion	Värden och förmågor	Systemfunktioner	Maskinfunktioner	Styrning och information	Elementfunktioner
Aktivitet	Avsedd användning och livscykel	Användaruppgifter	Övergripande interaktion	Detaljerad interaktion	Maskinprocess
Realisering	Möjligheter och begränsningar	Teknisk princip och införande	Övergripande design	Fysisk form och användargränssnitt	Implementering element
Krav	Behov	Användningskrav	Maskinkrav	Delsystemkrav	Tillverkningskrav

Figur 1.8 Projekt som bara ska uppdatera användargränssnittet.

Mörkgrått = delar som är bestämda vid projektstart. Vitt = delar som ska bestämmas i projektet.

Ljusgrått = finns både delar som är bestämda vid projektstart och som ska bestämmas av projektet.

Den stora nyttan med att använda ACD³-processen som en mall eller karta, är att den beaktar delar som ofta kan falla:

- Integrerar HFE-aktiviteterna i produktutvecklingsprocessen i stort
- Beaktar funktioner och aktiviteter kontinuerligt i varje fas av utvecklingsarbetet
- Förtydligar HF-kravställande
- Lyfter fram kontinuerlig planering, datainsamling, utvärdering och dokumentering

1.6 Införande av ACD³-processen

När det gäller implementering av ACD³-processen är det viktigt att tänka på att den är gjord för att kunna implementeras på olika sätt och i olika omfattning, även om det kan ses som att processen är av en omfattande och komplicerad struktur. Föregående avsnitt har redogjort för att ACD³-processen dels kan vara en mall som styr hela arbetet och dels kan vara en inspiration för att utveckla ett eget arbetssätt och givetvis alla varianter där emellan. Det första att beakta vid implementering, är på vilket sätt som ACD³ är tänkt att användas i organisationen.

Därefter behöver det beaktas vilket arbetssätt som organisationen har idag. ACD³-processen, som den är beskriven här i boken, tar inte hänsyn till att det i de flesta utvecklande organisationer redan finns någon form av dokumenterad och/eller använd utvecklingsprocess. Ofta kan många delar av ACD³-processen redan finnas i befintligt utvecklingsarbete och det nya som ACD³ i så fall tillför är hur de befintliga delarna kan organiseras för att samspela bättre.

Det är ofta svårt, eller rent av omöjligt, att få en organisation att byta utvecklingsprocess rakt av, vilket innebär att det måste till ett mer strukturerat och systematiskt arbete för att införa en mer användningsfokuserad utvecklingsprocess. Hur arbetet i detalj ska gå till är svårt att beskriva, då varje organisation med sin utvecklingsprocess är unik och införandet av ACD³-processen kan ske på många olika sätt. Men generellt att beakta, är vilka delar av processen som ska införas och i vilken ordning som det bäst sker. Ett annat sätt är att anpassa den existerande processen utifrån de grundläggande antaganden som beskrivits tidigare i kapitlet.

Men varje införande av en ny utvecklingsprocess i en organisation är en unik händelse och här följer åtta huvudpunkter för att ACD³-processen i ett projekt ska kunna fungera fullt ut och hela nyttan ska komma projektet tillgodo.

Anpassning av processen

Första viktiga punkten är att alltid anpassa ACD³-processen till det aktuella utvecklingsprojektet. Anpassningen beror främst på hur mycket som är känt och bestämt på förhand och hur mycket som behöver undersökas och bestämmas i det aktuella projektet, samt vilka resurser som finns tillgängliga. Modifieringarna görs främst genom att anpassa omfattningen av arbetet i varje del och att välja passande metoder för arbetet. Man ska dock undvika att hoppa över några av designnivåerna, då den stegvisa detaljökningen av designen är väsentlig för ACD³-processens funktion. Vid stora eller komplexa projekt kan det behöva läggas in flera faser mellan övergripande och detaljerad utformning, eller mellan detaljerad utformning och konstruktion.

Bemanning och kompetens

De tre tidigare nämnda komponenterna, vilka behövs för ett lyckat utvecklingsarbete är processer, metoder och bemanning (Kaulio et al., 1999). Bokens fokus ligger på själva utvecklingsprocessen, även om kortfattade beskrivningar av lämpliga metoder ges i samband med beskrivningen av processens delar. För att kunna utföra processen med lyckat resultat, behövs också kunskap om metoder och framförallt kunskap inom ergonomi/human factors. Vid utvecklingsprojekt är bemanning med kompetenta mänskliga resurser inom HFE grundläggande för att den föreslagna utvecklingsprocessen ska komma till sin rätt. Processen är alltså inte utformad för att kunna användas av personer utan kunskap inom HFE.

Styrande HFE-aktiviteter

Utvecklingsarbete startas ofta beroende på att det har kommit fram en ny teknisk lösning, en möjlig ny marknad och/eller att ett nytt problem/behov har uppkommit. Men oavsett initieringen har HFE-aktiviteterna en central roll. De innefattar arbetet med att klargöra och beskriva det övergripande syftet med maskinen, vilket är gränssättande för hela utvecklings-

arbetet. HFE-aktiviteter ger därför väsentlig indata till de andra disciplinerna i utvecklingsprocessen och ska därför utföras tidigt i varje fas av processen, sett till hela utvecklingsarbetet. HFE-aktiviteter behöver därför vara styrande för hela arbetet i utvecklingsprocessen. Det är också viktigt att alla discipliner i lämplig omfattning är involverade i dessa aktiviteter för att säkerställa kvaliteten på och acceptansen för resultaten.

HF-ingenjörens roll

Viktigt här är att se HFE som en ingenjördisciplin då det är skapandet som står i centrum och inte som en disciplin tillhörande Human Resource (HR) eller att HFE likställs med driftkompetens. HF-ingenjören bör i projekt arbeta nära och tillsammans med systemingenjörer och systemarkitekter, för att nyttan av HFE-aktiviteterna ska bli stor. HFE har en roll att spela i Quality Assurance (QA) i en organisation, men boken kommer inte att fokusera på den rollen. HF-ingenjören har dock en generell roll att koppla samman marknad/myndighet/ledning med övriga ingenjördiscipliner. När det gäller HF-ingenjörens roll specifikt i ACD³-processen, så är inte tanken att hon/han ska göra alla HFE-aktiviteter själv, utan det mesta arbetet i processen är integrerat i utvecklingsarbetet och utförs tillsammans i projektgruppen.

Iterativitet

Ytterligare en grundläggande egenskap för ACD³-processen är iterativiteten och att den sker inom varje fas av processen. Samtliga faser börjar med en ny datainsamling och slutar med att resultatet av syntesen (krav och design) utvärderas. Det är först när utvärderingen visar att lösningen är tillräckligt bra, som fasen anses vara avslutad. Men iterativiteten innebär inte att utvecklingsarbetet behöver invänta att lösningen är tillräckligt bra, utan arbetet i nästa fas kan påbörjas tidigare. Det finns en parallellitet i ACD³-processen, vilken kommer att beskrivas mer i nästa stycke.

Parallellitet

Även om beskrivningen av ACD³-processen i teorin är väldigt linjär och sekventiell, är det sällan att den i praktiken går att utföra på det här sättet. Man måste därför vara beredd på att kunna jobba parallellt både inom och mellan faserna i processen för att arbetet ska bli effektivt. En utvecklingsprocess får inte bli ett byråkratiskt hinder, utan den behöver vara flexibel för att klara av utvecklingsarbetets dynamik.

Användarinvolvering

Under hela ACD³-processen och i varje fas behöver maskinens användare involveras. Användarna är en fundamental källa för information, men också en utmärkt källa för att granska och utvärdera de krav och den design som tas fram. Det är ofta på grund av praktiska skäl svårt att få tag på så många användare som man skulle önska. Användarinvolveringen behöver därför ske på ett genomtänkt sätt, så att inte användarna "förbrukas" i onödan.

Utformning av användningen

ACD³-processen är användningscentrerad, vilket sätter fokus på själva användningen av maskinen. Det är därför grundläggande att utforma själva användningen, innan utformningen av den fysiska maskinen (eller tjänsten) sker. Användningen ska styra utformningen av maskinen och inte tvärt om. Att bestämma användningen är alltså en mycket viktig designaktivitet i ACD³-processen. Användningen ligger sedan till grund för all annan utformning; om preciseringen av den framtida användningen är bristfällig kommer det att få negativa effekter på den slutliga maskinen.

1.7 Bokens disposition

Boken är indelad i tre huvuddelar. I den första delen presenteras bakgrunden till ACD³-processen och centrala aspekter som berör alla delar i processen. I den andra delen presenteras och beskrivs i detalj de olika delarna av ACD³-processen. I den tredje delen följer en genomgång av teori som är användbar vid själva genomförandet av HFE-aktiviteter i utvecklingsarbete och avslutas med ordlista och referenser. Boken är skriven så att de olika kapitlen kan läsas relativt fristående, detta gör att den läsare som sträckläser boken kommer att uppleva upprepningar.

- **Kapitel 1:** Introduktion (sidan 1)
sätter in boken i sitt sammanhang och introducerar till ACD³-processen

Del 1 – ACD³-processen övergripande

Grunder för processen och hur den är strukturerad och organiserad.

- **Kapitel 2:** Ämnesområden relaterade till ACD³-processen (sidan 17)
de ämnesområden som ACD³-processen utgår ifrån
- **Kapitel 3:** Grundläggande om utvecklingsarbete (sidan 23)
teori om aktiviteterna i en utvecklingsprocess
- **Kapitel 4:** Design och krav (sidan 41)
genomgång av modell för att beskriva designvariabler ock kravtyper
- **Kapitel 5:** ACD³-processens uppbyggnad (sidan 61)
beskrivning av processens uppbyggnad och struktur
- **Kapitel 6:** Relationer i utvecklingsarbete (sidan 71)
relationen till användare, marknadsavdelning och andra ingenjördiscipliner

Del 2 – ACD³-processens delar detaljerat

Genomgång av processens faser i detalj samt passande metoder för varje fas.

- **Kapitel 7:** Planering (sidan 77)
beskrivning av innehåll, aktiviteter och metoder i planeringen
- **Kapitel 8:** Datainsamling (sidan 81)
beskrivning av innehåll, aktiviteter och metoder i datainsamlingen
- **Kapitel 9:** Utvärdering (sidan 87)
beskrivning av innehåll, aktiviteter och metoder i utvärderingen
- **Kapitel 10:** Dokumentering (sidan 93)
beskrivning av innehåll, aktiviteter och metoder i dokumenteringen
- **Kapitel 11:** Behovsidentifiering (sidan 101)
beskrivning av innehåll, aktiviteter och metoder i behovsidentifieringen
- **Kapitel 12:** Användningsutformning (sidan 117)
beskrivning av innehåll, aktiviteter och metoder i användningsutformningen
- **Kapitel 13:** Övergripande utformning (sidan 133)
beskrivning av innehåll, aktiviteter och metoder i den övergripande utformningen
- **Kapitel 14:** Detaljerad utformning (sidan 147)
beskrivning av innehåll, aktiviteter och metoder i den detaljerade utformningen
- **Kapitel 15:** Konstruktion (sidan 157)
beskrivning av innehåll, aktiviteter och metoder i konstruktionen
- **Kapitel 16:** Produktion (sidan 165)
beskrivning av innehåll, aktiviteter och metoder i produktionen
- **Kapitel 17:** Driftsättning (sidan 167)
beskrivning av innehåll, aktiviteter och metoder i driftsättningen
- **Kapitel 18:** Relation till andra processer och till upphandling (sidan 173)
beskrivning av hur ACD³-processen förhåller sig till standarder och upphandling
- **Kapitel 19:** ACD³-processen kortfattat (sidan 189)
kortfattade beskrivningar av ACD³-processen

Del 3 – Teori och metod

Teori som är användbar vid arbete med samspelet mellan människa och maskin, samt några användbara metoder

- **Kapitel 20:** Människan i systemet (sidan 203)
systemteori för relationen mellan människan och maskinen
- **Kapitel 21:** Användning och interaktion (sidan 213)
teori relaterad till användningen och interaktionen
- **Kapitel 22:** Användbarhet (sidan 225)
teori om användbarhet, nytta och användarvänlighet
- **Kapitel 23:** Fel och risker (sidan 231)
teori om felhandlingar, risker och olyckor
- **Kapitel 24:** Utformning av användargränssnitt (sidan 237)
teori relaterad till design av användargränssnitt
- **Kapitel 25:** Metoder (sidan 253)
beskrivning av några metoder inom ergonomi och human factors
- **Kapitel 26:** Utvecklingen av ACD³-processen (sidan 265)
den teoretiska grunden för ACD³-processen innehåll och struktur
- **Kapitel 27:** Ordlista (sidan 283)
förklaring och engelsk översättning av termer
- **Kapitel 28:** Referenslista (sidan 293)
referenser använda i boken

Del 1 – ACD³-processen övergripande

Den första delen beskriver grunderna för ACD³-processen samt hur den är strukturerad och organiserad.

2 Ämnesområden relaterade till ACD³-processen

Innan ACD³-processen börjar beskrivas är det på sin plats att placera boken i sitt ämnesområde, eller snarare ämnesområden. Boken relaterar främst till human factors engineering, men har också tydliga kopplingar till områdena produktutveckling och systems engineering.

2.1 Human factors engineering

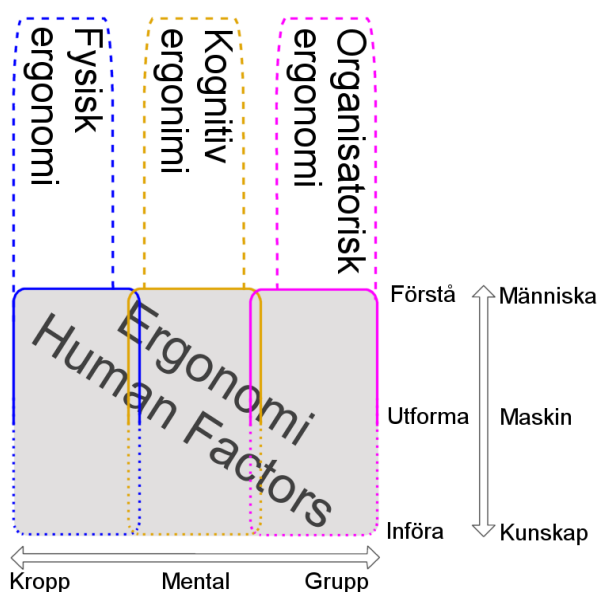
Arbetet med HFE-aktiviteter i en utvecklingsprocess är en ingenjörsvetenskap, internationellt benämnd **Human Factors Engineering** (HFE). En ofta använd definition är skriven av Chapanis (1985) som skrev att HFE "... applies information about human abilities, limitations, and other characteristics to the design of tools, machines, systems, tasks, jobs, and environments for safe, comfortable and effective human use". HFE innebär att utforma och konstruera maskiner som är anpassade efter människans förmågor och som samtidigt är både effektiva och produktiva. Fokus ligger alltså på det ingenjörsmässiga skapandet.

HFE är en del av ett större ämnesområde benämnt **ergonomi** eller **human factors**, vilket enligt International Ergonomic Society (IEA, 2014) definieras: "*Ergonomics (or human factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory, principles, data and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance*". Ergonomi i stort handlar alltså både om att optimera människans välbefinnande och att optimera övergripande systemprestanda. De båda begreppen ergonomi och human factors används parallellt. Ergonomi har sitt ursprung i Europa och i människan, främst som fysisk varelse, medan human factors har sitt ursprung i USA och i människan, främst som kognitiv varelse.

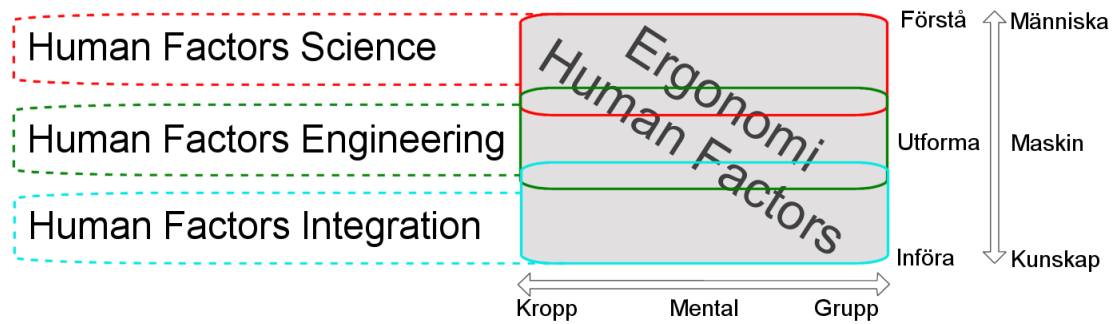
Ämnesområdet ergonomi/human factors kan beskrivas med hjälp av två uppspända axlar. Horisontellt går fokus från kroppen via det mentala till gruppen. Ergonomin brukar delas upp i fysisk, kognitiv och organisatorisk ergonomi (figur 2.1). **Fysisk ergonomi** handlar om mänskliga anatomiska, antropometriska, fysiologiska och biomekaniska egenskaper i relation till de uppgifter som utförs och människans fysiska reaktion på fysikaliska omgivningsfaktorer. **Kognitiv ergonomi** handlar om människans mentala processer såsom perception, minne, resonering och motorisk respons i relation till de uppgifter som utförs och människans kognitiva reaktion på fysikaliska omgivningsfaktorer. **Organisatorisk ergonomi** handlar om optimering av sociotekniska system, inklusive deras organisatoriska strukturer, riktlinjer och processer.

Vertikalt går fokus från att förstå människan via utformning av maskinen till att införa kunskap (hos producenten). Human factors brukar delas in i human factors science, engineering och integration (figur 2.2).

Human Factors Science (HFS) fokuserar på människan och är vetenskapen som handlar om att förstå och beskriva människans kapacitet (förmågor, begränsningar, karaktäristik, beteende etc) i relation till system av olika slag (tekniska, mänskliga etc). **Human Factors Integration** (HFI) handlar om hur kunskap inom human factors science & engineering blir tillämpad och applicerad i en verklig kontext hos producenter av maskiner, organisationer, system etc.



Figur 2.1 Undergrupperna inom ergonomin



Figur 2.2 Undergrupperna inom human factors

Beskrivningen av ämnesområdet utifrån både ergonomi och human factors innebär en överlappning mellan de två beskrivningssätten. Både HFE (engineering), HFS (science) och HFI (integration) sträcker sig från det fysiska, via det mentala, till det organisatoriska (x-axeln i figur 2.1 och 2.2), medan ergonomin jobbar både med att förstå och att ta fram lösningar och även med att införa kunskap (y-axeln i figur 2.1 och 2.2). HFE använder sig både av kunskap från ergonomiområdena och från HFS i arbetet med att utforma maskinerna. Boken kommer mest att beröra övergripande delar inom HFE (utvecklingsarbete), men även beröra hur ACD³-processen kan införas och tillämpas i en organisation. Däremot fokuseras ej vidare på HFI-aspekter, dvs hur man gör för att ett företag ska ta till sig ergonomikunskap och börja tillämpa den i utvecklingsarbetet. Utifrån ergonomibeskrivningen är fysisk ergonomi och kognitiv ergonomi mest betydelsefulla för ACD³-processen, eftersom den organisatoriska ergonomin till stor del behöver behandlas av den operativa organisationen där maskinen kommer att användas.

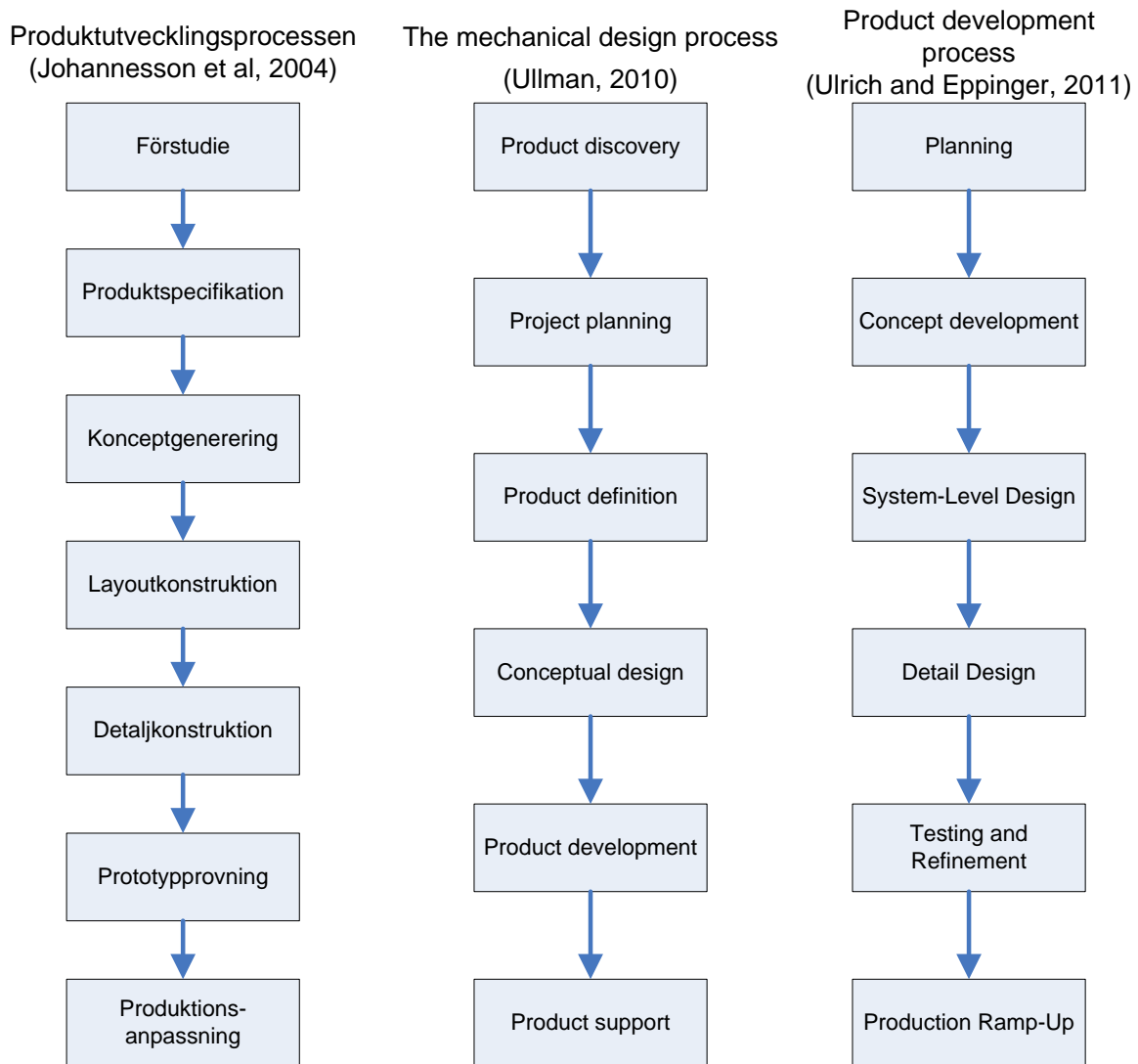
Inom ämnesområdet ergonomi och human factors finns också ett flertal underområden (specialområden). Områden som nämns i litteraturen är:

- human-computer interaction (människa-datorinteraktion)
- human-system interaction
- human-machine system (människa-maskinsystem)
- interaction design (interaktionsdesign)
- macro ergonomics (makroergonomi)
- occupational health and safety (arbetsmiljö)
- usability engineering
- user-centered design (användarcentrerad utformning)
- user experience design
- user interface design (användargränssnittsdesign)

Boken kommer inte att relatera mer till de här specialområdena, utan ger istället ett helhetsperspektiv för att undvika onödig uppdelning i delområden. Specialområdena överlappar i många fall varandra och gör det svårt att beskriva relationer och avgränsningar. Mycket av tankar, teorier och metoder som förekommer i specialområdena kommer att tas upp, för att de är en del av helheten inom ämnesområdet ergonomi och human factors.

2.2 Produktutveckling

Nästa ämnesområde är produktutveckling, vilket är en naturlig följd, då syftet med boken är att integrera ergonomi och human factors i utvecklingen av maskinen (och andra tekniska system). Ämnesområdet produktutveckling brukar beskrivas som de processer, metoder och tekniker, vilka behandlar hur produkter ska utvecklas på ett tillfredsställande sätt. Produkter är här ett brett begrepp och täcker både in fysiska produkter (artefakter) och tjänster som utbyts mellan kund och leverantör (och kombinationer av dessa).



Figur 2.3 Tre ofta använda utvecklingsprocesser i ingenjörutbildningar

Generellt för produktutveckling är att arbetet går igenom ett antal olika faser eller steg, vilka kan ha linjär eller cirkulär uppbyggnad beroende på processen. Tre utvecklingsprocesser som har varit utgångspunkt för arbetet med ACD³-processen är Johannesson et al.(2013), Ullman (2010) och Ulrich and Eppinger (2011). Figur 2.3 visar innehållet i de tre processerna.

En inriktning inom produktutveckling är Lean Product Development (LPD), vilken innebär att principer från lean-tänkandet appliceras på produktutvecklingsarbetet (Liker, 2004; Morgan och Liker, 2006). Grundtanken går ut på att i arbetet fokusera på de aktiviteter som ger kundvärde och reducera de aktiviteter i utvecklingsprocessen som inte bidrar till ökat kundvärde (så kallat waste). LPD tar också ett helhetsgrepp på hur en utvecklande organisation ska arbeta, både övergripande och i detalj. Morgan och Liker (2006) anger tretton principer som centrala för LPD^b.

^b Författarens översättning

Processer och flöden:

1. Bestämna kundvärde för att kunna särskilja värdeskapande från slöseri
2. Göra utvecklingsprocessen framtung för att grundligt kunna undersöka alternativa lösningar, när det finns maximalt utrymme för förändringar
3. Skapa ett jämnt flöde i produktutvecklingsprocessen
4. Använda en omfattande standardisering för att minska variation, skapa flexibilitet och förutsägbara resultat

Skickliga människor:

1. Skapa en chefsingenjörsfunktion för att från början få en integrerad utveckling
2. Organisera arbetet så att det blir balans mellan specialexpertis och tvärfunktionell integrering
3. Utveckla en hög kompetens hos alla ingenjörer
4. Fullständigt integrera underleverantörer i produktutvecklingen
5. Bygga in lärande och ständig förbättring i organisationen
6. Stötta en kultur som stödjer excellens och ihärdigt förbättringsarbete

Verktyg och teknik:

1. Anpassa teknologier så att de passar människor och processer
2. Samordna organisationen genom enkel, visuell kommunikation
3. Använda kraftfulla verktyg för standardisering och för organisationens lärande

Kopplingen mellan HFE och LPD ligger främst i princip 1 och 2 från processer och flöden (Institoris och Bligård, 2014). HFE kan generellt stödja LPD genom att utformade produkter blir bättre anpassade till människor, med högre systemprestanda och mänskligt välbefinnande som resultat. HFE kan alltså bidra till att minska slöseri (waste) i användningssituationen och därmed öka användarvärde och kundvärde. Det praktiska bidraget från HFE är ett tillvägagångssätt som kontinuerligt integrerar användaren och användningen i hela produktutvecklingsprocessen.

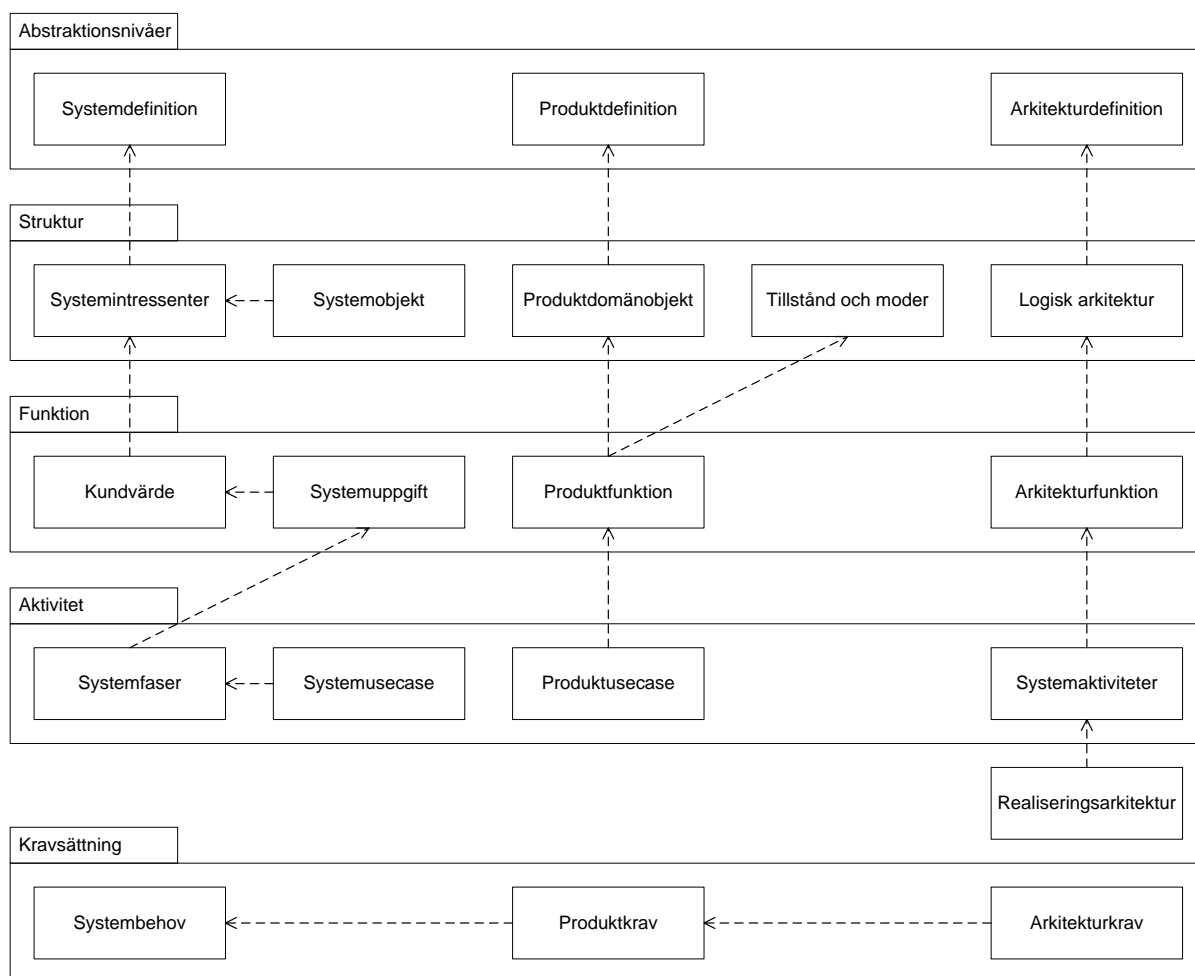
Fyra områden inom HFE är av särskilt intresse för LPD (Institoris och Bligård, 2014):

- Metoder för att dokumentera och kommunicera användarnas behov
- Teori för att utforma produkter anpassade till människan
- Metoder för att involvera användarna i utformningen
- Metoder för att utvärdera produkten ur användarperspektiv

2.3 Systems Engineering

För att integrera HFE i utvecklingsarbetet har tankegångar från Systems Engineering (SE) använts i framtagningen av ACD³-processen. SE är ett tvärvetenskapligt ingenjörämne och fokuserar på hur komplexa tekniska system kan utformas och hanteras under sin livscykel. Aspekter såsom tillförlitlighet, logistik, samordning, mätning, utvärdering med flera blir svårare att hantera vid arbete med stora eller komplexa projekt. SE innefattar därför bland annat arbetsprocesser, optimeringsmetoder och verktyg för riskhantering för att överkomma svårigheten med komplexitet. Innehållet i SE överlappar både discipliner inom teknik och organisation såsom reglerteknik, industriell ekonomi och projektledning. Avsikten med SE är att garantera att alla relevanta aspekter av ett projekt eller ett system beaktas och integreras till en helhet.

Ett av områdena inom systems engineering är Model-Based Systems Engineering (MBSE), vilket definieras av INCOSE (INCOSE, 2007) som "*the formalized application of modeling to support system requirements, design, analysis, verification and validation activities beginning in the conceptual design phase and continuing throughout development and later life cycle phases*". Målet med MBSE är att ersätta en utvecklingsprocess som är dokumentcentrerad med en serie integrerade modeller^c som sträcker sig genom hela utvecklingsprocessen. Avsikten är att ge bättre insyn i utformningen av det tekniska systemet och en effektivare hantering av utvecklingsprocessen. MBSE stöds av Systems Modeling Language (SysML) vilket är ett generellt modelleringspråk som tillhandahåller en grafisk representation som grund för en integrerad modellering av systemkrav, beteenden och struktur.



Figur 2.4 Product Utility Usability Business Model

^c Med modell menas en representation av verkligheten.

ACD³-processens direkta relation till model-based systems engineering går via PU²B-modellen (Product Utility Usability Business) (Bligård och Nilsson, 2015) vilken har utvecklats för att bättre binda samman HFE med SE. PU²B-modellen har en huvudsaklig struktur (figur 2.4), där ett antal grundläggande systemelement successivt återkommer, för att säkerställa att aspekter från kunden och användaren beaktas och integreras i produktutvecklingen.

PU²B-modellen har fem typer av modellobjekt:

- Struktur: vilka strukturelement som ingår i ett system för att det ska kunna analyseras och hanteras
- Funktion: hur elementen påverkar varandra och ändrar systemets tillstånd
- Aktiviteter: hur systemet uppnår målen och samverkar med sin kontext
- Realisering: hur produkten i systemet fysiskt existerar
- Kravsättning: vad som är väsentligt att beakta för att kunna hantera produktfrågor på olika abstraktionsnivåer och ge stöd för fortsatt utveckling

Modellobjekten finns sedan i tre abstraktionsnivåer för ett system:

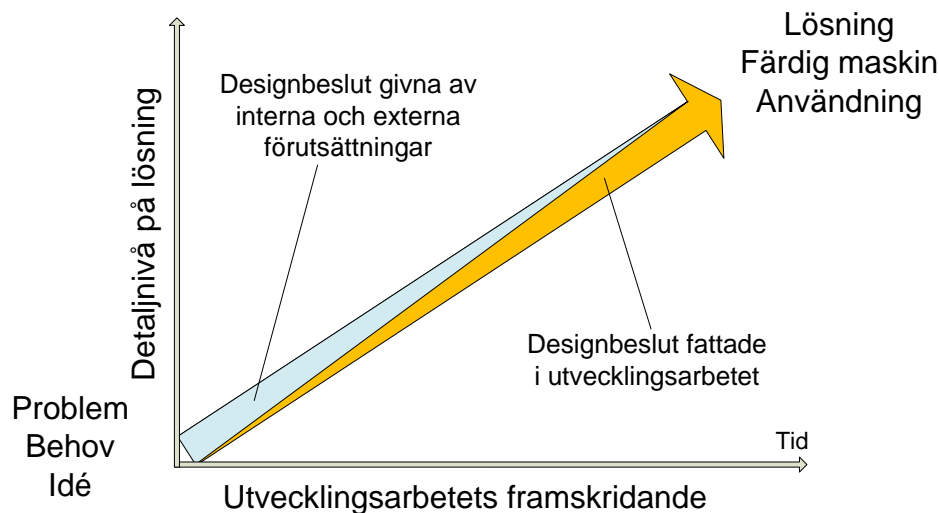
- Systemdefinition: fokus på kundvärde och användarbehov samt gränssnitt mellan systemet och dess omvärld
- Produktdefinition: fokus på användningen samt systemets huvudbeståndsdelar och systemets övergripande interna gränssnitt
- Arkitekturdefinition: fokus på de tekniska principerna, detaljer för komponenter och interna gränssnitt

Elementen: struktur, funktion och aktivitet har blivit utgångspunkten för den inre strukturen av ACD³-processen och abstraktionsnivåerna motsvarar de tre första designnivåerna.

Efter genomgången av de ämnesområden som ACD³-processen grundar sig på, presenterar nästa kapitel designarbete och kravsättning.

3 Grundläggande om utvecklingsarbete

Utvecklingsarbete är en resa som börjar som ett problem, ett behov eller en idé och som slutar i en maskin och användningen av den (figur 3.1). En grundläggande egenskap för en utvecklingsprocess är att lösningen i början är abstrakt för att sedan under processens gång bli mer och mer definierad, för att slutligen bli helt konkret. (Är lösningen redan från början fullt definierad behövs ingen utveckling.) Under resans gång behöver ett stort antal designbeslut identifieras. I vissa fall kan besluten sedan fattas under själva utvecklingsarbetet, medan i andra fall kan besluten helt bero på interna och externa förutsättningar för projektet, till exempel existerande tillverkningsutrustning i företaget (internt) eller gällande lagkrav (externt).



Figur 3.1 En utvecklingsprocess från början till slut

ACD³-processen är ett ramverk för att tydliggöra innehållet i och aktiviteterna under resan från problem till lösning. Innan ACD³-processen kan beskrivas i sin helhet, behöver de grundläggande byggstenarna gås igenom. Kapitlet börjar med att presentera den grundläggande teorin om designarbete och kravsättning, för att sedan beröra systemsyn och användningscentrerad design. Kapitlet avslutas med att beskriva tankegångar om styrning av utvecklingsarbete, iterativitet och metodanvändning. Alla är olika delar som ACD³-processen vilar på.

3.1 Designarbete

Ordet design har olika tolkningar i engelskan och svenskan, men den definition som kommer att användas i boken är: *Bestämmande av form, struktur, funktion, organisation etc för en konkret eller abstrakt artefakt*. Det centrala för designarbetet är följaktligen att fatta beslut som preciserar och specificerar en lösning.

Designstermer

Innan boken går in på hur designarbetet sker, behöver termer som används för att beskriva hur en maskin fungerar och realiserar både presenteras och definieras.

Funktion, aktivitet, uppgift och operation

Termerna funktion, aktivitet, uppgift och operation används för att beskriva hur ett system uppför sig. En **funktion** är en förmåga hos ett system, vilken relaterar något till någonting annat och definieras som en process av transformation eller ekvilibrium (alltså upprätthålla nuvarande tillstånd). En funktion har så att säga ett mål men inget eget syfte och tid/rum är därmed inte relevant.

En **aktivitet** uppstår när en eller flera funktioner relateras till ett syfte i tid och rum av en aktör (någon eller något). I aktiviteten ingår alltså, att den som utför (eller avses utföra) funktionerna har för avsikt att uppnå en effekt med dem.

Termen **operation** beskriver de enskilda handlingarna som en aktör behöver utföra i en aktivitet. En grupp av operationer som utförs tillsammans mot ett mål benämns **uppgift**. Den direkta skillnaden mellan en aktivitet och en uppgift, är att aktiviteten intar ett systemperspektiv, medan uppgiften intar ett aktörsperspektiv. En aktivitet kan därför bestå av en eller flera uppgifter som aktören utför.

Designvariabler

En designvariabel är något som måste bestämmas under utformningen och konstruktionen av maskinen, vilket gör att det finns ett otal designvariabler i en utvecklingsprocess. Exempel på generella designvariabler är färg, form och material, men det finns även mer specifika som typ av knappar, antal alternativ i varje meny, storlek på bildskärm, kapacitet på batteri och spänningsnivå. Designvariabler kan också vara mer abstrakta såsom funktioner och arbetssekvenser. Designvariabler är ofta beroende av varandra, som till exempel att en maskins vikt beror på hur mycket intern batterikapacitet den ska ha.

En designvariabel kan bestämmas antingen genom att den sätts till en nivå (till exempel längd 10 cm) eller ett innehåll (färg gul), eller att den kopplas till en eller flera andra designvariabler, som bestäms senare i utvecklingsarbetet. Ett exempel är att variabeln *storleken på bildskärmen* delas upp i variablerna *information i bildskärmen* och *storleken på tecknen i bildskärmen* (alltså att kombinationen av informationen som ska visas och storleken på tecknen, bestämmer hur stor skärmen behöver vara). Viktigt att komma ihåg är att en designvariabel alltid blir bestämd i en utvecklingsprocess, även om det inte fattas något aktivt beslut eller om den inte alls är identifierad. Den blir en följd effekt av de aktiva beslut som fattas.

Designbeslut

De aktiviteter i utvecklingsarbetet som leder till att designvariabler identifieras och bestäms benämns designbeslut. I utvecklingsarbete är det viktigt att uppmärksamma att utfallet av vissa designbeslut är givna av förutsättningarna, medan det i andra fall sker ett aktivt beslut i designarbetet. Under utvecklingsarbetet måste det därför undersökas vilka designbeslut som är fattade på förhand och vilken frihet som finns för de beslut som behöver fattas senare. Ofta är båda otydliga vid uppstarten av utvecklingsarbetet.

Designrymd

Designrymden är summan av alla möjliga kombinationer och varianter av bestämda designvariabler, som uppfyller de ställda kraven. Alltså anger designrymden i designarbetet inom vilka ramar som lösningar behöver existera för att fungera. Under utvecklingsarbetet krymper designrymden successivt i och med de designbeslut som fattas, för att till slut landa i den slutliga utformade lösningen.

Koncept

I litteraturen kan koncept definieras på olika sätt, men här är det en tänkt lösning på ett givet problem, där lösningen vilar på en eller flera bärande idéer. Koncept är alltså ett antal designvariabler som har bestämts tillsammans utifrån en eller flera teman. Koncept kan därför förekomma i alla delar av en utvecklingsprocess och behöver alltså inte ha en fysisk representation, utan kan vara allt från en lösningsidé eller ett användningsförslag ända ned till varianter för tekniska detaljlösningar.

Modell

Modeller är representationer av verkligheten, där vissa bestämda egenskaper eller förhållanden framhävs (Birkler, 2008). Modeller är alltid en förenkling av verkligheten och används som en hjälp för att bättre förstå verkligheten och/eller representera verkligheten. I utvecklingsarbete utgörs modellerna främst av två typer av innehåll (eller en kombination av dem):

- Fysiskt/spatialt – en direkt representation av verkligheten, till exempel:
 - Skalmodell
 - CAD-modell
 - Ritning
 - Skiss
- Teoretiskt/språkligt – en indirekt representation av verkligheten, till exempel:
 - Matematisk modell
 - Abstrakt/vetenskaplig modell
 - Flödesschema

Prototyper

En typ av modell är prototyp, vilken kan beskrivas som en konkretisering av ett koncept och används för kommunikation och/eller lärande. Prototyper ger möjlighet till kommunikation genom att förevisa resultat från utvecklingsarbetet för användare och andra intressenter. För lärande ger prototyper möjligheter att utforska designalternativ, testa teorier och utvärdera prestanda och lösningar. Prototyper kan finnas i alla faser av en utvecklingsprocess. De olika prototyperna nedan namnges efter sitt syfte, men en specifik prototyp kan samtidigt passa in på flera typer. Exempel på prototyper är:

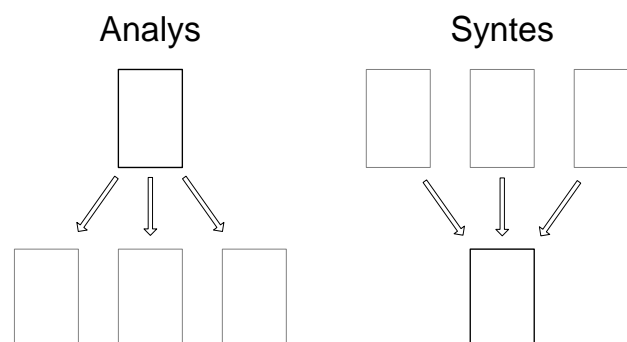
- **Principprototyper:** byggs för att beskriva, utforska eller testa en specifik aspekt eller funktion
- **Visuella prototyper (mock-up):** byggs för att utforska och testa den fysiska utformningen såsom form, ytegenskaper och färgsättning
- **Simulering:** byggs för att utforska och testa dynamiska och temporala egenskaper hos maskinen
- **Funktionella prototyper:** byggs för att efterlikna den färdiga maskinen så att tester och utvärderingar kan utföras, speciellt för tekniska funktioner
- **Nollserie:** är i princip en färdig maskin och används för fälttest, men även för marknadsföring

Aktiviteter i designarbetet

De aktiviteter som sker i designarbetet kan beskrivas i två dimensioner av kompletterande angreppssätt: analys och syntes samt divergens och konvergens.

Analys och syntes

Termerna analys och syntes kommer från grekiskan och betyder att lösa upp respektive att sätta ihop (figur 3.2). Analys definieras i allmänhet som att dela upp ett fenomen eller problem i delar och sedan undersöka delarna var för sig. I designarbetet innebär analysen att bryta ned både problemet och lösningen i mindre delar för att bättre förstå dem, speciellt när det gäller att utforska designrymden och identifiera de viktiga designvariablerna. Dock är det viktigt att inte missa systemsynen under analysarbetet, då en helhet kan ha andra egenskaper än summan av delarna och att egenskaper kan försvinna när helheten delas upp (holism).

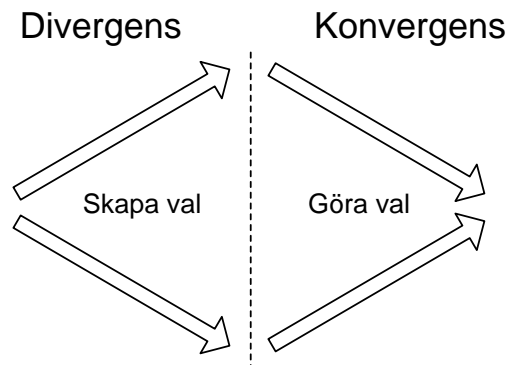


Figur 3.2 Grundläggande tanke för analys och syntes

Syntes definieras i allmänhet som att kombinera ihop separata element och på så sätt åstadkomma en sammanhängande helhet. I designarbetet innebär syntesen både att kombinera insamlad information till ny kunskap och att kombinera dellösningar till en helhetslösning. Även här är det viktigt att beakta systemsynen och att en helhet kan få andra egenskaper än summan av delarna (holism). I designarbetet går analys och syntes hand i hand. Analysen utförs för att dela upp det undersökta i delar, medan syntesen utförs för att kombinera ihop delarna på ett bättre sätt.

Divergens och konvergens

I designarbetet finns också divergens och konvergens (figur 3.3). Begreppet divergens syftar på att generera och utforska många möjliga lösningar på ett givet problem. I designarbetet innebär det att föreställa sig och undersöka många möjliga (och omöjliga) designförslag som har olika och unika sätt att angripa problemen och nå målen, dvs att försöka utforska och vidga designrymden. Att utforska designrymden innebär att utvärdera olika designalternativs möjligheter och att med avseende på särskilda begränsningar optimera exempelvis kraft, flexibilitet eller kostnad. I divergens och divergent tänkande är kreativitet det centrala och syftet är att låta tankarna flyta och vara spontana, för att generera en större mängd möjliga lösningar att senare kunna välja mellan.



Figur 3.3 Grundläggande tanke för divergens och konvergens

Konvergens är ett begrepp som beskriver arbetet med att hitta den korrekta eller rätta lösningen på ett givet problem. I designarbetet så innebär det att utvärdera och välja ut den lösning som är mest fördelaktig i avsedd situation, dvs att krympa designrymden mot en specifik lösning genom att bestämma designvariabler. I konvergens och konvergent tänkande är det centrala logik, struktur och systematik för att undvika tvetydigheter och nå ett entydigt och tydligt svar. Divergens och konvergens går hand i hand under designarbetet, där divergent tänkande används för att skapa många lösningar att välja mellan och konvergent tänkande används för att välja ut de bästa lösningarna som ska gå vidare i processen (figur 3.3). Analys och syntes används bägge generellt inom divergens, för att generera nya lösningar och inom konvergens, för att välja och sätta ihop den bästa lösningen.

Tankesättet med divergens och konvergens har utvecklats vidare av Jones (1992). Han har infört ett led mellan divergens och konvergens, nämligen transformation. Här tolkas delarna som:

1. **Divergens:** utforska designrymden - undersöka vilka lösningar som är möjliga inom de ramar som tidigare satts upp i arbetet med utvecklingsprocessen
2. **Transformation:** identifiera - urskilja i designrymden vilka designbeslut som är bärande och avgörande för slutresultatet
3. **Konvergens:** bestämma designvariablerna - kan vara en bestämd design eller en eller flera nya designvariabler

Under designarbetet behöver divergens, transformation och konvergens genomlöpas flera gånger för att täcka designrymden på flera abstraktionsnivåer^d och med flera perspektiv, vilket kommande kapitel kommer att behandla.

^d Grad av generalisering

3.2 Kravsättning

Kravsättningen är en central del av utvecklingsarbetet för att kunna beskriva och kommunicera vad som ska uppnås. Ett krav är en bestämning av något som är önskvärt (eller icke önskvärt) och har som syfte att styra och ange ramarna för designarbetet. Krav ska också vara entydiga och lösningsoberoende^e, men även vara verifierbara. Ett krav ska alltså direkt eller indirekt ange vad som ska göras för att det ska gå att avgöra om det är uppfyllt. Ett krav ska också ange vid vilken nivå som det kan anses vara uppfyllt (undantag brukar göras för behov).

Kraven sträcker sig från användarnas ibland vaga behov, som att maskinen ska vara stadig, vilket gör det svårt att sätta nivån - till en detaljerad specificering av tekniska egenskaper, såsom hållfasthet och vridstyvhet hos monteringskruvar - och vidare till kvalitetskrav under produktionen, som till exempel hur mycket avstånden mellan två hål får variera. Två viktiga implikationer följer av faktumet att krav finns på olika sätt i olika grad av abstraktion:

1. Krav är något som utvecklas successivt under utvecklingsarbetet
2. Krav finns på olika detaljnivåer och med olika specificerings-/preciseringsgrader

Kravsättningen sker alltså kontinuerligt genom hela utvecklingsprocessen, där detaljgraden och specificeringsgraden successivt ökar. Det går inte att tidigt i en utvecklingsprocess känna till alla de aspekter som behöver kravsättas. Att skapa en för stor och en för detaljerad kravmassa i början av arbetet riskerar både att försvåra arbetet och att motverka innovativa och oväntade lösningar. En komplex fråga är därför hur omfattande kravsättningen ska vara på varje abstraktionsnivå, då det som sagt är väldigt lätt att mängden krav skenar iväg och riskerar att bli ohanterliga. En tumregel är att kraven ska sätta ramen så snävt att maskinen inte kan utformas och konstrueras fel. Nancy Leveson uttryckte det på följande sätt vid ett seminarium i Stockholm 2008: "*Completeness: Requirements are sufficient to distinguish the desired behaviour from that of any other undesired program that might be designed*".

Traditionellt och av praktiska skäl har kravsättning fokuserat på funktionalitet och på hårdvara. Men för att få den helhetssyn som är viktig för HFE-aktiviteterna, måste kraven också lika mycket beakta mjukvara och upplevelser. För att aspekter från ergonomi och human factors ska integreras i kravsättningen är det centralt att de beaktas tidigt i en utvecklingsprocess, så att de kan styra designarbetet. Det kan förenklat sägas att kravsättningen utifrån ergonomi handlar om att transformera krav från användare och användning till krav på maskinen.

Krav och designvariabler är alltså de två stora typerna av resultat i utvecklingsprocessen. Den generella skillnaden mellan dem är att ett krav beskriver maskinen utifrån sett (vad som ska uppnås), medan en designvariabel beskriver maskinen inifrån sett (hur det uppfylls). I vissa fall kan dock en designvariabel vara identisk med ett krav. Ett bra exempel på detta är vikten på maskinen. Kravet beskriver vilken vikt som behövs, medan designvariabeln beskriver den vikt maskinen får. Uppmärksammas måste dock, att medan nivån på kravet är bestämt, kan nivån på designvariabeln bero på andra designvariabler. I fallet med vikten beror den bland annat på designvariabeln material. För att matcha kraven mot designvariablerna används ofta en matris, som visar vilka variabler och krav som påverkar varandra.

^e Med lösningsoberoende menas att alla möjliga lösningar, oberoende av design, ska uppfylla kravet. Krav kan specificera detaljlösningar i designen om det är nödvändigt för att få en användbar lösning, exempelvis vid standard för kopplingar eller märkningar. Att sätta specifika detaljlösningar som krav är ofta inte att rekommendera, då de onödigt kan begränsa kreativiteten.

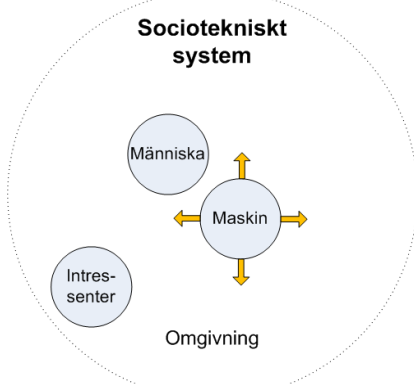
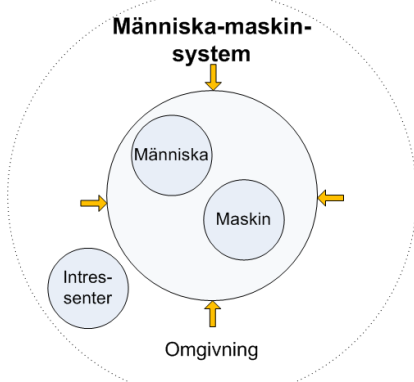
3.3 Systemsynsätt

En maskin kan alltid betraktas som ett system i sig, dvs bestående av olika delar, men en maskin kan också betraktas som ett delsystem i ett större system och båda systemen kan variera i storlek beroende på den specifika maskinen (se kapitel 20). Det innebär att maskinen kan betraktas på olika sätt beroende på vilket system som sätts i fokus; allt från att maskinen är en liten kugge i det stora systemet, eller till maskinen som eget helt system, eller till fokus på de enskilda delarna som utgör maskinen.

I ACD³-processen är systemsynen skiftande för att stödja designarbetet; genom att erbjuda olika betraktningssätt, nås en mer heltäckande lösning. Processen har fem olika betraktningssätt för utvecklingsarbetet (tabell 3.1), vilka integrerar ergonomi och human factors på ett medvetet och strukturerat sätt.

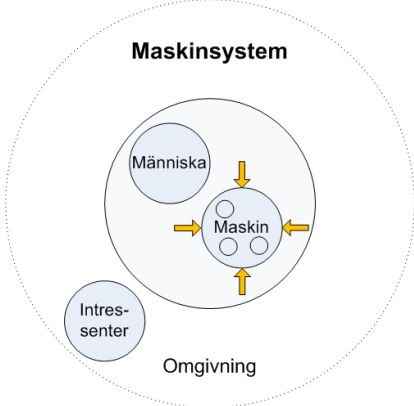
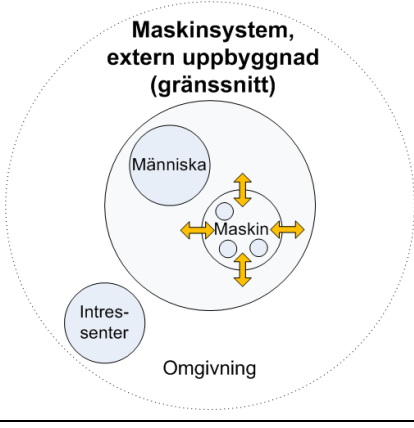
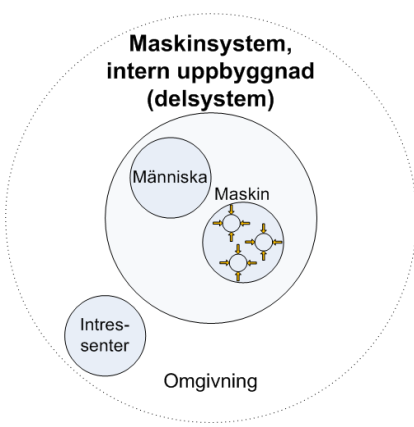
Utgångspunkten är att både människan och maskinen finns i ett större system, benämnt det sociotekniska systemet och att människan där i sin roll som användare försöker uppnå specifika effekter med hjälp av maskinen. Fokus i det första betraktningssättet är följaktligen det sociotekniska systemet. Sedan förflyttas fokus till människa-maskinsystemet, där själva användningen sker för att nå effekterna. Det följande betraktningssättet är på maskinen som helhet, då den ska ha en teknisk arkitektur^f som möjliggör användningen. Det fjärde betraktningssättet är maskinsystemets externa uppbyggnad, det vill säga gränssnittet mellan människan/omgivningen och maskinens inre uppbyggnad. Det är maskinsystemets externa uppbyggnad som ska samspela med människan/omgivningen för att nå effekterna. Fokus för det femte betraktningssättet är slutligen maskinsystemets inre uppbyggnad, då det är konstruktionen i detalj som möjliggör de slutliga effekterna.

Tabell 3.1 Olika nivåer av system i fokus för utvecklingsarbetet

<p>System i fokus: Sociotekniskt system</p> <p>Betraktningssvyg: Omgivningen betraktad från den maskin som ska utvecklas</p> <p>Motiv: I det sociotekniska systemet kommer användaren att försöka uppnå effekter med hjälp av maskinen</p>	 <p>The diagram shows a large dashed circle labeled 'Sociotekniskt system'. Inside, there is a smaller solid circle labeled 'Omgivning'. Within 'Omgivning', there are three smaller circles: 'Människa' at the top, 'Maskin' in the center, and 'Intressenter' at the bottom left. Yellow arrows point from 'Maskin' to 'Människa', 'Maskin' to 'Intressenter', and 'Maskin' to 'Omgivning'.</p>
<p>System i fokus: Människa-maskinsystem</p> <p>Betraktningssvyg: Människa-maskinsystemet betraktat från sin omgivning</p> <p>Motiv: I människa-maskinsystemet sker användningen för att uppnå effekter i omgivningen</p>	 <p>The diagram shows a large dashed circle labeled 'Människa-maskin-system'. Inside, there is a smaller solid circle labeled 'Omgivning'. Within 'Omgivning', there are two smaller circles: 'Människa' at the top and 'Maskin' at the bottom. Yellow arrows point from 'Omgivning' to 'Människa', 'Omgivning' to 'Maskin', and from 'Människa' to 'Maskin'.</p>

^f Med arkitektur avses här en konceptuell modell som definierar struktur, beteende och andra relevanta aspekter av ett system.

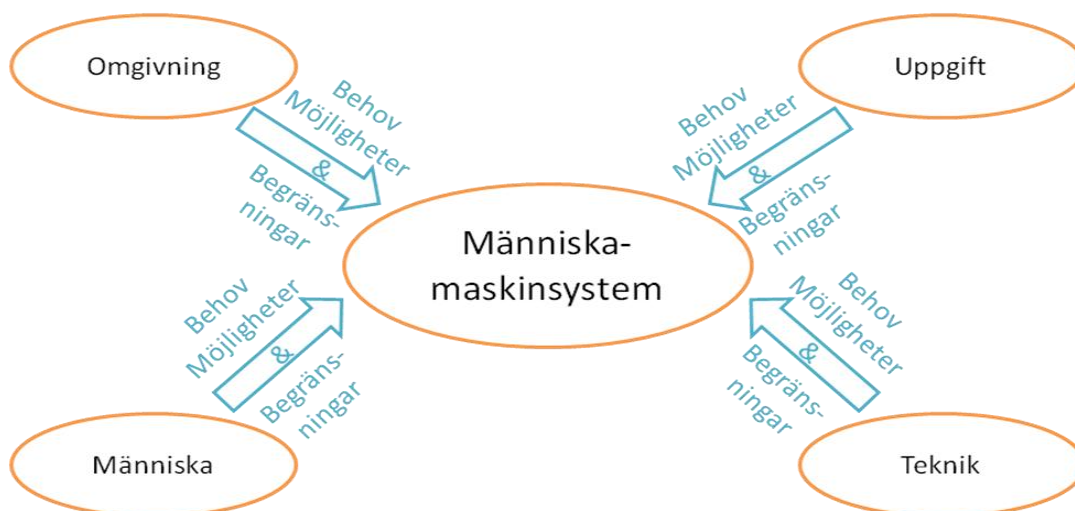
^g Med betraktningssvyg avses de delar i hela system som är intressanta att studera för tillfället och från vilket perspektiv det behöver göras.

<p><u>System i fokus:</u> Maskinsystemet</p> <p><u>Betraktningssvy:</u> Maskinen som helhet betraktad från omgivningen</p> <p><u>Motiv:</u> Den tekniska arkitekturen ska möjliggöra användningen</p>	
<p><u>System i fokus:</u> Maskinsystemets externa uppbyggnad (gränssnitt)</p> <p><u>Betraktningssvy:</u> Maskinen uppdelad i delsystem betraktad utifrån det samspel som sker med människan och omgivningen</p> <p><u>Motiv:</u> Samspelet mellan människan/omgivningen och maskinen är viktigt för att användningen ska kunna ske</p>	
<p><u>System i fokus:</u> Maskinsystemets inre uppbyggnad (delsystem)</p> <p><u>Betraktningssvy:</u> Maskinen uppdelad i sina minsta beståndsdelar</p> <p><u>Motiv:</u> De tekniska detaljerna är en förutsättning för den funktionalitet som behövs</p>	

Nyttjandet av olika systemfokus i utvecklingsarbetet gör det enklare att beakta alla de aspekter som är relevanta i framtagandet av maskinen. De fem fokus ovan är grunden för ACD³-processen, dels i uppdelning av designnivåer (avsnitt 4.2) och dels i uppdelningen av arbetsprocessen i faser (avsnitt 5.2).

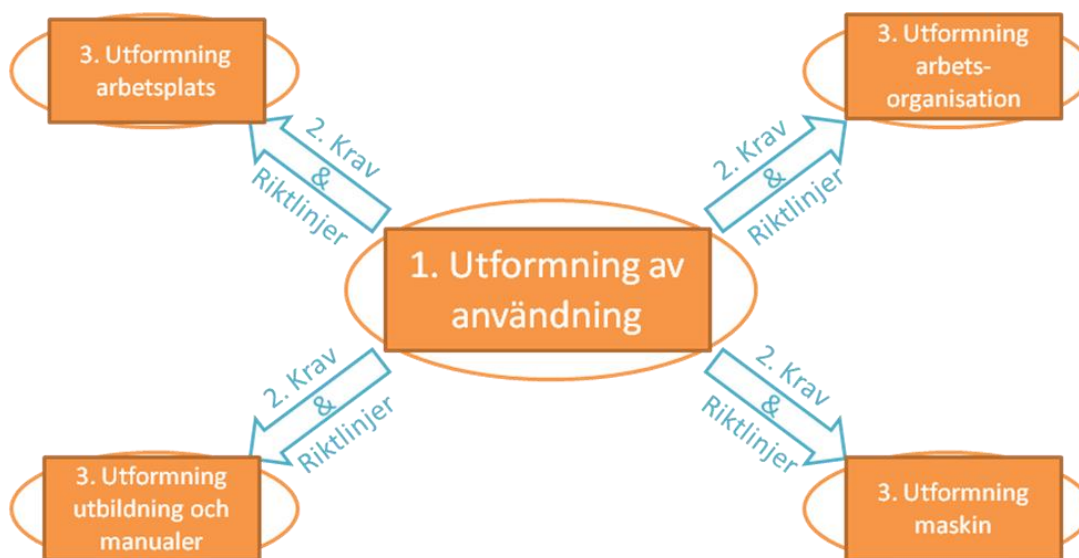
3.4 Användningscentrerad design

Nästa tanke som ACD³-processen vilar på är användningscentrerad utveckling, dvs att det är själva användningen som är den centrala utgångspunkten. Det som skiljer mot den mer klassiska användarcentrerade utvecklingen är att den användningscentrerade utvecklingen har fokus på mål och uppgifter, vilka utförs inom den specifika domänen där problemen finns (Bennett och Flach, 2011)^h. I den användningscentrerade utvecklingen är alltså matchningen mellan människan, uppgiften och omgivningen central för att uppnå en bra utformning av maskinen. Uppgiften är det som människan utför med maskinen för att lösa problemen.



Figur 3.4 Informationsflöde behovsidentifieringen

Arbetsgången i ACD³-processen baseras på strukturen för människa-maskinsystemet, alltså uppdelning i människa, maskin, omgivning och uppgift (se avsnitt 20.3). I början av utvecklingsarbetet undersöks och dokumenteras behov, begränsningar och möjligheter relaterade till människan, uppgiften, omgivningen och tekniken, utifrån det problem som ska lösas (figur 3.4). Arbetet här brukar benämnas **behovsidentifiering** i produktutvecklingsprocesser.



Figur 3.5 Informationsflöde och centrala aktiviteter under utformningen

^h I den användarcentrerade designen är fokus på behoven, önskingarna och begränsningarna hos slutanvändaren.

I det efterföljande utvecklingsarbetet, ofta benämnt **utformning**, bestäms sedan avsedd användning utifrån behov, begränsningar och möjligheter, vilka kommer från behovsidentifieringen (1 i figur 3.5). Denna avsedda användning ställer sedan krav på maskinen, uppgiften, omgivningen och människan och ger riktlinjer för utformningen (2 i figur 3.5). Sedan utformas maskinen, arbetsplatsen, arbetsorganisationen samt manualer och träningsprogram (3 i figur 3.5).

I beskrivningen av ACD³-processen ligger tyngdpunkten på utformningen, men behovsidentifieringen är förstås viktig för att veta att rätt problem blir löst. I utformningsfasen är det utformningen av maskinen (inklusive manual och träningsprogram) som står i centrum. Själva arbetet med att skapa och utforma arbetsplatsen och arbetsorganisationen kommer inte att beröras så detaljerat, då de bitarna ofta vilar på den operativa organisationen och inte på den utvecklande eller tillverkande.

Men bara för att arbetsplatsen och arbetsorganisationen inte ska utformas, så innebär det inte att de är mindre viktiga att beakta. Det är istället otroligt viktigt att studera arbetsmiljön och arbetsorganisationen där användningen kommer att ske, för att kunna utforma maskinen så att den passar för att få hela det stora systemet att fungera på bästa sätt.

Inom användningscentrerad design är begreppen användbarhet, användarvänlighet och nytta centrala. För att få en bra, samstämmig och konsekvent terminologi i ACD³-processen används följande enkla definitioner av begreppen:

- **Användbarhet:** Är ett mått på hur bra ett människa-maskinsystem som helhet kan uppnå avsedda systemmål. Huvudkomponenterna för användbarhet är användarvänlighet och nytta.
- **Användarvänlighet:** Är ett mått på hur bra maskinen hjälper en användare att utföra den för maskinen avsedda uppgiften. Användarvänlighet är alltså ett mått på kvaliteten på interaktionen mellan människan och maskinen.
- **Nytta:** Är ett mått på förmågan hos maskinen att utföra de uppgifter som krävs för att uppnå systemmålen. För att uppnå rätt nytta måste maskinen innehålla erforderlig och ändamålsenlig funktionalitet.

Användarvänlighet delas sedan i sin tur in i följande komponenter:

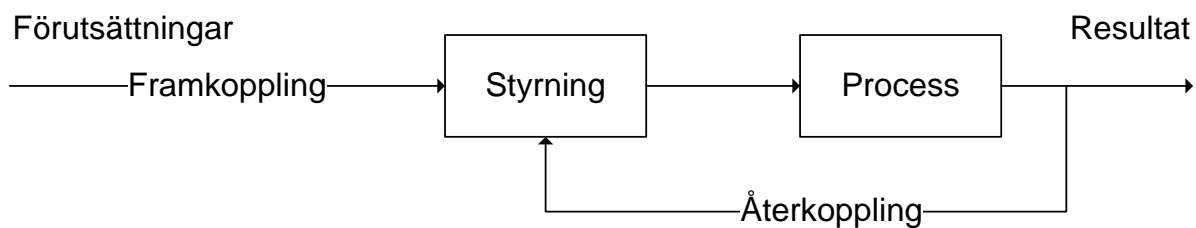
- **Måluppfyllnad:** Kommer människan att kunna utföra interaktionen med maskinen? Är maskinen fysiskt och kognitivt anpassad efter människan?
- **Effektivitet:** Sker interaktionen på ett resursmässigt sätt i förhållande till tid, steg i interaktionen, fysisk och mental arbetsbelastning?
- **Säkerhet:** Sker interaktionen utan att människor, maskiner, miljö eller samhälle utsätts för fara (fysisk, psykisk, social eller ekonomisk)?
- **Tillfredsställelse:** Är människan nöjd och har fått en positiv upplevelse, utan diskomfort och på en lagom stressnivå, före, under och efter interaktionen?

En mer utförlig beskrivning av och motivering till definitionerna presenteras i kapitel 22 på sidan 225 ff.

3.5 Styrning av utvecklingsarbete

Kapitlet har i stort beskrivit det arbete som sker i en utvecklingsprocess, men har inte mycket berört hur processen styrs mot sitt mål. Det kan förenklat sägas att det finns två sätt att styra alla de aktiviteter som pågår i både utvecklingsarbete och i vardagliga aktiviteter, nämligen återkoppling och framkoppling.

Återkoppling (feedback) innebär att en process styrs baserad på resultatet (utdata), exempelvis att man knäpper upp jackan om det blir för varmt och stänger den igen om det blir för kallt. Framkoppling (feedforward) innebär att en process styrs på förutsättningar (indata), exempelvis att man läser av utetermometern för att avgöra hur mycket kläder som behövs för att hålla sig lagom varm, eller att man tar med sig ett paraply för att väderprognosen förutspår regn. En modell över framkoppling och återkoppling finns i figur 3.6.



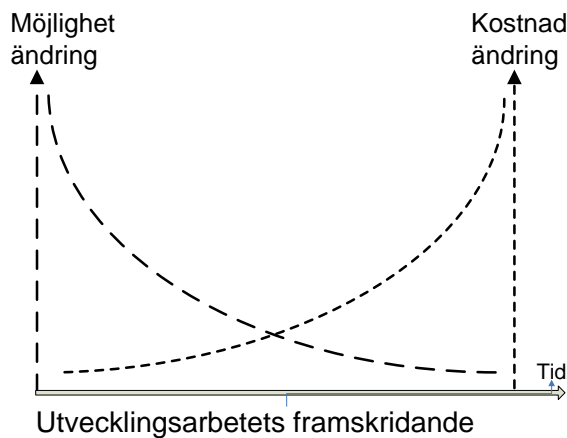
Figur 3.6 Styrning med framkoppling och återkoppling

Det finns tydliga inbyggda för- och nackdelar med framkoppling respektive återkoppling. Framkoppling ger en snabb respons på yttre förändringar, medan det faktiska resultatet från processen inte påverkar styrningen. Återkoppling ger en noggrann respons baserad på processens resultat, medan responsen på yttre förändringar är långsam (då resultatet först måste påverkas). Både framkoppling och återkoppling behövs, för att få en bra styrning på en process. Det går förenklat att säga att framkoppling behövs för att komma så rätt som möjligt från början, medan återkoppling behövs för att slutresultatet ska bli så bra som möjligt.

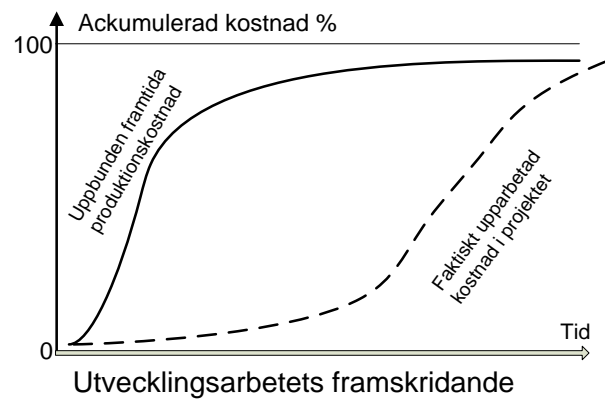
I utvecklingsarbete används både återkoppling och framkoppling för att styra designarbetet. Styrning med återkoppling innebär att lösningar utvärderas och sedan förändras utifrån resultatet av utvärderingen, till exempel att låta användare testa en lösning. Styrningen med framkoppling innebär att framtagandet av lösningen sker utifrån framtagna ramar och riktlinjer, till exempel att undersöka användares behov och låta dem styra designarbetet. Båda dessa styrningssätt behövs för att nå en bra lösning i utvecklingsarbetet. Utan framkoppling är det svårt att veta var arbetet ska börja och utan återkoppling är det svårt att veta när arbetet är färdigt.

Krav, som är de främsta styrande verktygen i utvecklingsarbetet, kan användas både i framkoppling och återkoppling, i framkoppling genom att de styr framtagandet av lösningarna och i återkoppling när framtagna lösningar utvärderas mot kraven.

Två andra egenskaper för en utvecklingsprocess som påverkar hur den styrs är relaterade till kostnader. Den första egenskapen är möjligheten att ändra (figur 3.7). I början av en utvecklingsprocess finns det stora möjligheter till ändringar, samtidigt som kostnaden för ändringarna är låga. Ju längre arbetet framskrider, ju mer minskar möjligheten till ändringar, samtidigt som kostnaden för ändringarna ökar. Sambandet beror i princip på den mängd arbete som behöver göras vid ändringar. Den andra egenskapen är uppbunden kostnad mot upparbetad kostnad (figur 3.8).

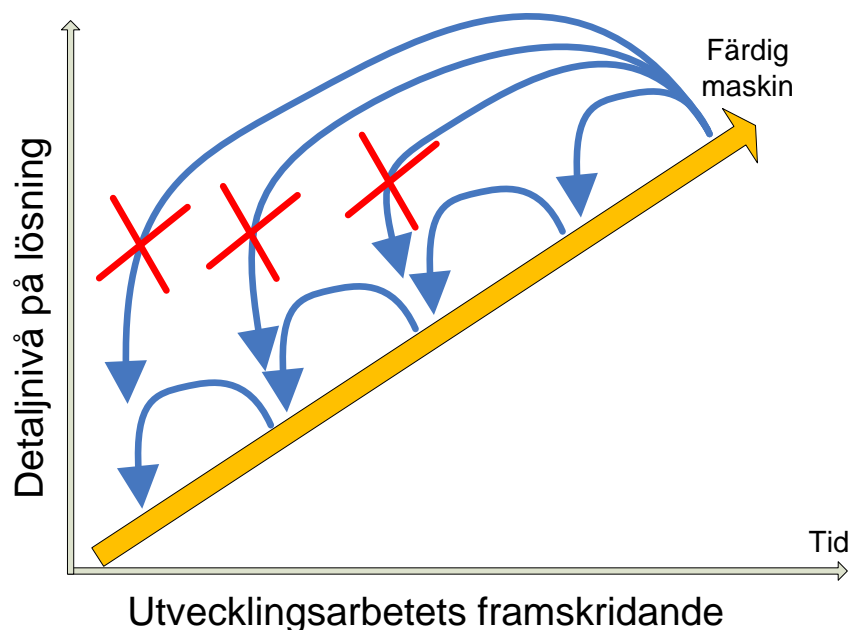


Figur 3.7 Möjlighet att ändra mot kostnaden för ändring, efter Johannesson et al. (2013)



Figur 3.8 Uppbunden kostnad mot upparbetad kostnad, efter Johannesson et al. (2013)

Arbetet som sker i början av en utvecklingsprocess är ofta inte så resurskrävande jämfört med arbetet som sker i slutet av utvecklingsarbetet. Men arbetet i början av utvecklingen bestämmer i hög grad den slutliga kostnaden för maskinen som utvecklas, medan arbetet som sker i slutet av processen påverkar den slutliga produktionskostnaden relativt lite. Det beror på att de beslut som fattats i början av utvecklingen ofta styr hela inriktningen på lösningen, men som tidigare nämnts, är det svårare att göra stora ändringar i slutet av utvecklingsarbetet.



Figur 3.9 Utvärderingar under en utvecklingsprocess

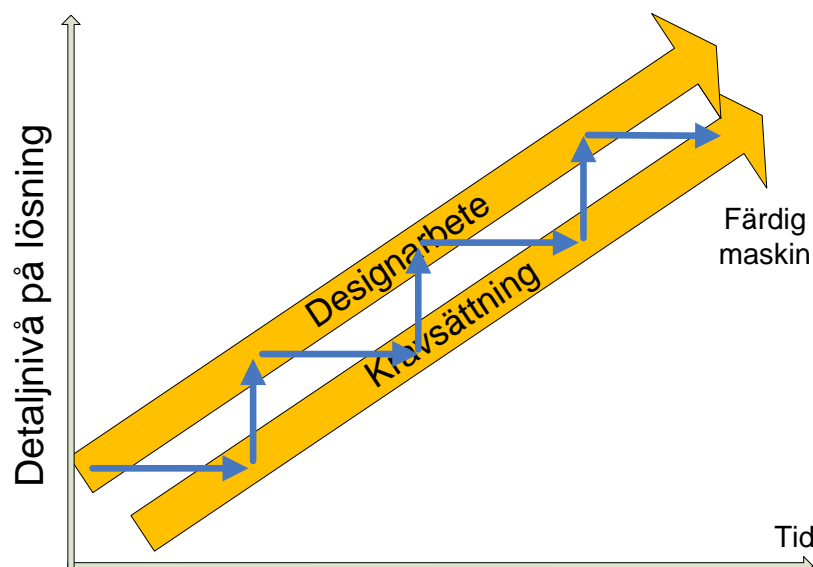
De två centrala egenskaperna (figur 3.7 och 3.8) får många effekter på arbetet under en utvecklingsprocess. Den främsta effekten, som är relevant här, är relaterad till utvärderingen. En utvecklingsprocess bör inte helt genomlöpas innan man ändrar maskinen, om den inte skulle vara tillräckligt bra (till exempelvis inte uppfylla kraven), utan utvärderingar behöver genomföras kontinuerligt.

Det är mer effektivt och kostnadsbesparande att i början av arbetet upptäcka det som behöver ändras. Det är inte bara enklare och billigare; utan det finns dessutom stora möjligheter att påverka den slutliga kostnaden för maskinen. Istället för att spara utvärderingarna till slutet, måste de alltså ske under själva utvecklingsarbetet, så att det som behöver rättas till inte blir

allt för omfattande (figur 3.9). Speciellt viktigt är att utvärderingarna sker i början av utvecklingsarbetet, då resultatet där i hög grad styr hela utvecklingsarbetet och det då finns stora möjligheter till förändringar. Således ligger konsekvenserna av de två kostnadsrelaterade egenskaperna hos utvecklingsprocesser (figur 3.7 och 3.8) i linje med den generella nödvändigheten av iterativitet i utvecklingsarbetet. Det kontinuerliga utvärderingsarbetet ger utvecklaren/designern möjlighet att analysera den framtagna lösningen, vilket är en viktig del av processen enligt Cross (2008).

Då det inte är praktiskt att hela tiden utvärdera, måste en utvecklingsprocess innehålla avstämningpunkter där utvärderingen kan ske och som utvecklingsarbetet kan iterera kring. Det är alltså en nödvändighet att dela upp arbetet i någon form av faser. Om vi följer utvecklingsarbetets framskridande från problem till fysisk realisering, så sker det alltså successivt i steg. Utifrån det synsätt på utvecklingsarbete som presenterades i figur 3.4 och 3.5 framkommer en grundläggande struktur; behoven blir till avsedd användning, som sedan blir krav och leder fram till utformningen. I utformningsarbetet upprepas detta sedan flera gånger tills lösningen/maskinen har uppnått den önskade realiseringen och detaljgraden.

Då lösningen under utvecklingsarbetet beskrivs i form av krav och design, behöver dessa båda följa varandra åt genom hela processen (figur 3.10). Det blir alltså en kontinuerlig växelverkan, där design och krav är en förutsättning för varandra, när maskinen växer fram successivt i faserna. Denna nödvändiga stegvisa växelverkan i utvecklingsarbetet brukar benämnas function-means law eller Hubkas lag (Hansen och Andreasen, 2002).



Utvecklingsarbetets framskridande

Figur 3.10 Samspel mellan designarbete och kravsättning

Det som sker med kraven och designen genom processen är att de preciserasⁱ och/eller specificeras^j mellan avstämningpunkter i processen, där lösningen utvärderas. Exempel på precisering av ett krav är att gå från "att passa handbredden på 5-percentil användare" till "att passa en 8 cm bred hand", medan specificering av ett krav är att gå från "att kunna läsas på 2 meters avstånd" till "att bokstäverna ska vara minst 8 mm höga". Detsamma gäller för design, där precisering kan vara att måttätta en skiss, medan specificering kan vara att gå från att veta att det ska vara ett gränssnitt med knappar, till att bestämma hur många knappar det ska vara och vilken funktion de ska ha.

ⁱ Precisering innebär att något anges noggrannare utan att någon mer information tillförs (Allwood och Andersson, 1987)

^j Specificering innebär att något anges noggrannare genom att ytterligare information tillförs (Allwood och Andersson, 1987)

3.6 Iterativitet i utvecklingsarbetet

Genomgången tidigare i kapitlet har visat att utvecklingsarbetet bör bedrivas iterativt, med utvärderingar integrerat i arbetet (återkoppling) och med styrning i form av framkoppling innan designbesluten fattas. Ett sätt att beskriva iterativiteten är som en problemlösningsprocess i sju olika aktiviteter: planering, datainsamling, analys, idégenerering, syntes, utvärdering och dokumentering. Problemlösningsprocessen är generell och i tabell 3.2 är den exemplifierad med tre allmogliga situationer, där problemlösning sker i olika form.

Tabell 3.2 Dagligt iterativt arbete

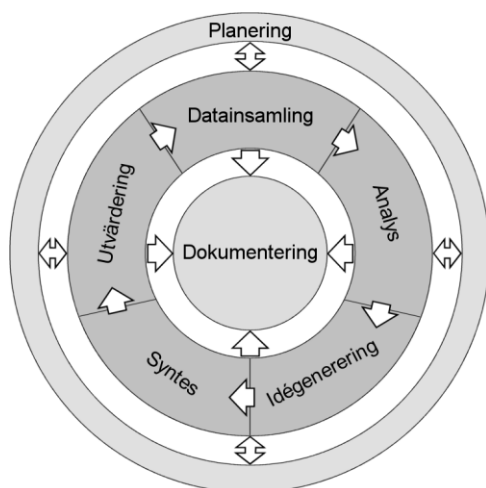
Problemlösningsprocess	Aktiviteter		
	Tända ljuset	Laga mat	Lösa mekaniktal
Planering	1. Vill tända ljuset för att det är mörkt i rummet	1. Vill laga något gott för att man är hungrig	1. Vill lösa talet för att klara tentamen
Datainsamling	2. Leta efter strömbrytare	2. Se vad som finns i kylskåpet	2. Läsa talet från tentamenstesen
Analys	3. Fundera på hur strömbrytarna fungerar	3. Fundera på vilka maträtter som går att tillaga	3. Fundera på möjliga angreppssätt
Idégenerering	4. Komma på vilken strömbrytare som ska väljas	4. Komma på vilken maträtt som ska tillagas	4. Komma på vilket angreppssätt som ska användas
Syntes	5. Trycka på strömbrytare	5. Tillaga maträtten	5. Lösa talet
Utvärdering <i>Iterera</i>	6. Notera om ljuset blev tänd <i>Om inte tänd, gå till 2,3 eller 4</i>	6. Smaka av <i>Om inte smakligt, gå till 2,3 eller 4</i>	6. Göra rimlighetskontroll <i>Om inte rimligt, gå till 2,3 eller 4</i>
Dokumentering	7. Komma ihåg vilken knapp som var rätt	7. Skriva ned receptet	7. Renskriva uppgiften

Problemlösningsprocessen kan också förklaras som följer. Först formulerar vi ett mål för vad vi vill uppnå (planering). Därefter samlar vi in data från omvärlden för att kunna skaffa oss aktuell kunskap om situationen. Vi analyserar och tolkar data till information och funderar sedan ut vilket mål som vi ska nå. Sedan bestämmer vi ett sätt, det bästa sättet, för att nå målet. Därefter utför vi olika handlingar för att nå vårt mål. Till sist utvärderar vi vårt resultat i förhållande till det uppsatta målet. Om vi inte nått målet, börjar vi om från början och samlar in ytterligare data; en iterativ process har startat. När vi är nöjda med resultatet, dokumenterar vi det på papper eller i minnet för att åter kunna använda kunskapen längre fram.

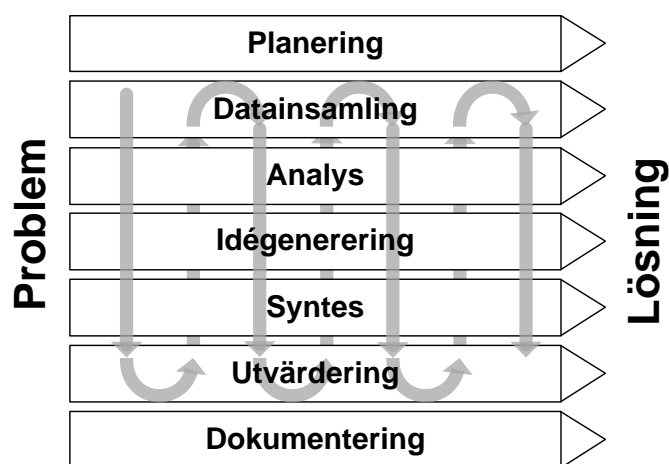
För utvecklingsarbetet blir aktiviteternas innehåll mer generellt (tabell 3.3). Planering och datainsamling är två aktiviteter som pågår kontinuerligt, vilket förtydligas i figur 3.11.

Tabell 3.3 Problemlösningsprocessens delar i utvecklingsarbete (designaktiviteter)

Aktivitet	Förklaring
Planering	Kontinuerlig planläggning av hur aktiviteterna ska utföras
Datainsamling	Insamling av den information som behövs för utvecklingsarbetet
Analys	Klarlägga vilka faktorer som påverkar den kommande lösningen och hur stor designrymden är
Idégenerering	Ta fram de bärande idéer som det vidare utvecklingsarbetet ska vila på
Syntes	Skapa de lösningar som utvecklingsarbetet ska resultera i
Utvärdering	Utvärdera de framtagna lösningarna för att avgöra om de är tillräckligt bra. Vid behov iterera till datainsamling
Dokumentering	Kontinuerlig dokumentering av hur aktiviteterna genomförs och vad de resulterar i



Figur 3.11 Iterativa processen i utvecklingsarbete



Figur 3.12 Iterationerna i utvecklingsprocessen

När problemlösningsprocessen appliceras på beskrivningen av utvärderingar i utvecklingsarbetet (figur 3.9, sidan 33), får den en modell i form av figur 3.12. Utvecklingsarbetet har sju aktiviteter som återfinns under hela resan från problem till lösning, där den aktivitet som är i fokus den aktuella stunden skiftar i ett cykliskt förlopp. Planering och dokumentering är som innan kontinuerliga aktiviteter till det cykliska förloppet (figur 3.11). Aktiviteterna kommer fortsättningsvis att benämnas med samlingsnamnet designaktiviteter.

3.7 Metodanvändning

En aktivitet som är central inom utvecklingsarbete är användning av metoder. Ordet metod definieras av NE^k som "*planmässigt tillvägagångssätt för att uppnå visst resultat*". Det övergripande syftet med metoderna i utvecklingsarbetet är att ge en struktur till det arbete som genomförs. Arbetet blir gärna komplext, vilket gör att det behövs ett systematiskt arbetssätt för att underlätta arbetet. Metoderna hjälper till med att ha kontroll över vad man behöver ta hänsyn till, så att slutresultatet kopplar till sina omgivande system och kommer att fungera i sitt sammanhang.

Under utvecklingsarbetet är det också ofta svårt att fullt ut enkelt testa av slutsatser och lösningar under verkliga förutsättningar, vilket gör att det finns ett behov av att solitt kunna underbygga designbeslut och designval. Metoder bidrar till att ge en sådan underbyggnad genom att ge systematik och struktur i arbetet. Dessutom kan ett strukturerat arbetssätt minska faran med subjektivitet genom att göra vägen som lett fram till lösningen transparent, så att det är lättare för utomstående att bedöma kvaliteten. Det är speciellt viktigt för HFE-aktiviteterna, vilka lätt annars kan uppfattas alltför abstrakta och spekulerande. Tre ytterligare fördelar med metodanvändning inom utvecklingsarbete är:

- Säkra och höja kvaliteten
- Frambringande av kunskap
- Kunskapsöverföring och konsensus

Säkring och höjande av kvaliteten

Användning av metoder är ett sätt att säkerställa kvaliteten i arbetet, då de gör att resultat blir jämförbara och att arbetet inte utförs på första och enklaste tänkbara sätt, utan eftertanke. Det blir alltså en form av standardiserat arbetssätt. Metoder hjälper också till genom att få fram önskad/rätt information med ett passande format. Metoder måste dock alltid anpassas och mer om det i slutet på avsnittet.

Att arbeta efter en metod kan också tvinga utföraren att tänka utanför de ordinära tankebanorna och då uppkommer förhoppningsvis nya insikter och nya idéer. Det är därför viktigt att ibland pröva mindre välbekanta metoder inom området, i syfte att finna nya infallsvinklar.

Frambringande av kunskap

Användning av metoder innebär nästan alltid att kunskap framkommer, både den som behövs för att utföra metoden och den som är resultatet av metoden. Ibland är det inte det dokumenterade resultatet som är den stora nyttan, utan den ökade kunskap om och förståelse för ämnet som uppkommit under metodens genomförande. Resan kan då så att säga vara viktigare än målet, alltså att den utökade kunskap och förståelse som metoden har gett upphov till ger mer nytta i utvecklingsarbetet än det enskilda resultatet.

Kunskapsöverföring och konsensus

En ofta bortsedd nytta med metodanvändning är den kunskapsöverföring som sker inom den utförande gruppen och den konsensus som uppkommer i gruppen. För ett framgångsrikt produktutvecklingsprojekt är kunskapsbearbetning, kommunikation och samarbete viktiga byggstenar (Cross och Clayburn Cross, 1995; Westling, 2002; Persson, 2005; Sun et al., 2010; Büyükcikan och Arsenyan, 2012), och användning av metoder bidrar till detta.

Under metodanvändningen sker ett naturligt kunskapsutbyte mellan utförarna. Det blir en dialog där gruppen tillsammans lär sig mer om till exempel användarna, användningen och maskinen. Detta leder till att det skapas en gemensam bild, konsensus, som gruppen kan utgå ifrån under det fortsatta arbetet under produktutvecklingen. Deltar slutanvändare i

^k National Encyklopedin

metodanvändningen medför det att de förmedlar sin kunskap direkt till utvecklarna, medan utvecklarna i sin tur kan förmedla kunskap om teknikens möjligheter och begränsningar. Det leder till en lärandeprocess för alla inblandade, vilket Norell (1992) lyfter fram som en viktig egenskap hos en metod. Norell (1992) lyfter också fram vikten av att ha en referens och en samsyn i ett utvecklingsprojekt, vilket också metodanvändning bidrar till. Främst beror detta på att metoder ofta kräver sammanställande av inledande information, som då blir synlig och möjlig att relatera till, för projektdeltagarna.

Metodanpassning och tolkning av resultat

Men bara för att metoder används i utvecklingsarbetet, innebär det inte per automatik att resultatet blir bra. Det behövs förstås kunskap för att veta vilka metoder som passar bäst till vad. Det finns två aspekter som alltid måste beaktas: metodanpassning och tolkning av resultat.

Vidare behöver alla metoder i princip alltid anpassas för det tillfälle då de ska användas. En anpassning kan vara större eller mindre, beroende på omständigheterna. Men som vid all anpassning är det centralt att veta vilken påverkan på resultatet anpassningen har. Det gäller att till fullo försöka ha förstått vad en metod syftar till, dess bakomliggande idé och teori, de antaganden om världen som den förutsätter etc. Det är information som sällan finns med i enklare steg-för-steginstruktioner till metoder, varför det ofta krävs mer djupa studier i litteratur om vad som ligger bakom en metod, för att kunna förändra och anpassa den på ett adekvat sätt.

Ett generellt tips är att alltid försöka följa metodbeskrivningen så nära som möjligt, då en metod utförs för första gången. Erfarenheterna kan sedan användas för anpassning vid de kommande tillfällena när metoden ska användas. Det är följaktligen viktigt att dokumentera vilka anpassningar som har gjorts och varför de har gjorts, för att kunna följa upp och utvärdera metoden. Ju mer erfaren metodanvändare man blir, ju större förändringar och anpassningar är man ofta beredd att göra.

När väl resultaten från metoden är klara så behöver de ofta tolkas inom ramarna för utvecklingsarbetet, vilket också blir enklare om utföraren har satt sig in i bakgrunden till metodens uppbyggnad och funktion. Metoder kan ibland skapa resultat som mer beror på metodens antagande och uppbyggnad, än på det som metoden appliceras på, vilket gör att rimligheten i resultaten alltid måste bedömas i den kontext där utvecklingsarbetet sker och där den slutliga maskinen ska användas.

3.8 Summering

Genomgången av design, krav och utvecklingsarbete kan beskrivas i följande punkter, vilka också anger de grundläggande tankarna för ACD³-processen:

- **Skiftande av fokus:** en maskin under utveckling kan betraktas utifrån skiftande systemperspektiv
- **Utformning av användningen:** ett steg i utvecklingsprocessen är att utforma användningen och att det sedan är användningen som styr utformningen av maskinen
- **Successiv framväxt:** utformningen av maskinen sker i steg där lösningen successivt blir mer preciserad och specificerad
- **Samspel mellan kravsättning och designarbete:** krav och design följs åt och ger indata till varandra
- **Iterativitet i utvecklingen:** utvecklingsprocessen ger kontinuerliga möjligheter att utvärdera förslag och sedan möjlighet att förbättra lösningarna utifrån utvärderingarna
- **Involvering av användare:** användarna är med genom hela processen som en källa för information och för att utvärdera lösningar
- **Användning av metoder:** genom att använda metoder i utvecklingsarbetet förbättras kvaliteten och kommunikationen

En följd av resonemanget blir att HFE-aktiviteter i utvecklingsarbetet blir styrande för övrig utveckling. HFE-aktiviteter ger väsentlig indata till övriga discipliner i en utvecklingsprocess och ska därför utföras tidigt i varje delsteg i processen, sett till hela utvecklingsarbetet. Anledningen är att HFE-aktiviteter innefattar klargörande och beskrivande av det övergripande syftet med maskinen. De ger alltså styrning till de övriga disciplinerna som ingår i utvecklingsarbetet. Men som alltid i utvecklingsarbete måste ett pragmatiskt förhållningssätt råda och HFE-aktiviteterna måste integreras med övriga delar av utvecklingsprojektet, för att kunna bidra till en bra avvägning mellan alla de designbeslut som behöver tas.

HFE-aktiviteterna behöver alltså med nödvändighet vara ledande i utvecklingsarbetet, men det innebär inte att de ska vara allenarådande. Alla discipliner behöver integreras för att nå en helhet i innehållet och en acceptans för resultatet.

4 Design och krav

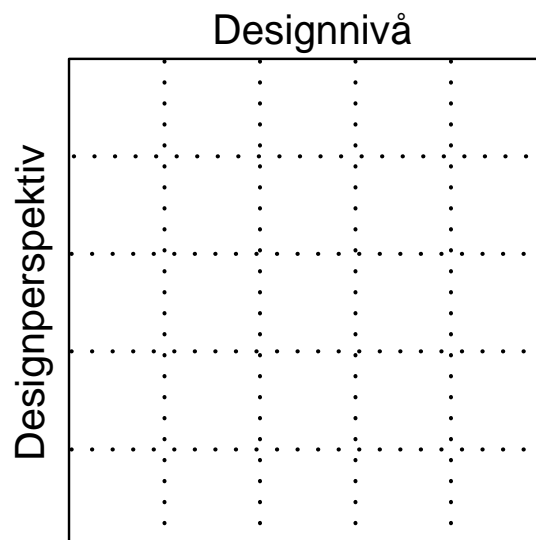
Kapitlet redogör för den struktur av design och krav som ligger till grund för ACD³-processen. Inledningsvis beskrivs dimensioner och abstraktionsnivåer och därefter presenteras designperspektiv och olika typer av krav.

4.1 Dimensioner för beskrivning av design

Designarbetet i en utvecklingsprocess går ut på att identifiera de designvariabler för maskinen, vilka behövs för att uppnå de önskade effekterna i det sociotekniska systemet. Därefter ska designvariablerna bestämmas, till exempel storlek, så att effekterna uppnås. En central fråga blir då hur alla designvariablerna ska organiseras. Varje maskin eller tekniskt system kan beskrivas utifrån skiftande perspektiv med skiftande detaljnivå. Varje beskrivningssätt lyfter fram vissa designvariabler hos maskinen, medan det gör andra designvariabler mindre tydliga. Exempelvis kan maskinen beskrivas med:

- Fysisk form
- Logisk relation mellan element
- Inre funktion
- Användningssätt
- Effekt på omgivningen

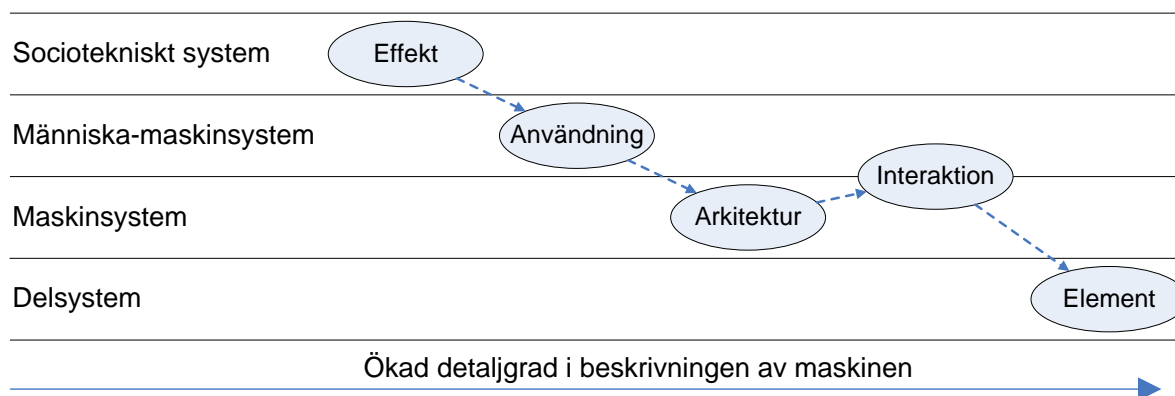
För att uppnå en heltäckande beskrivning över den lösning som ska utvecklas, nyttjar ACD³-processen en tvådimensionell beskrivning av maskinens design, inspirerad från Work Domain Analysis (Rasmussen et al., 1994; Naikar, 2013). Den första dimensionen i beskrivningen av maskinen ger abstraktionsnivåer för designen, alltså ett sätt att beskriva lösningen med varierande grad av generalisering; där detaljeringen successivt ökar och designrymden minskar. Den andra dimensionen utgår ifrån tanken att samma abstraktionsnivå går att betrakta utifrån helt olika perspektiv, vilka beskriver lösningen på skilda sätt. Figur 4.1 visar den tvådimensionella modellen av design som ACD³-processen kommer att använda sig av och där varje ruta innehåller specifika designvariabler av olika typ.



Figur 4.1 Två dimensioner att beskriva designen med

4.2 Abstraktionsnivåer design och krav

Uppdelning i abstraktionsnivåer för ACD³-processen bygger på de systemfokus som presenteras i avsnitt 3.3 och ger en uppdelning i fem nivåer: effekt, användning, arkitektur, interaktion och element (tabell 4.1). Figur 4.2 visar den systemabstraktion som är i fokus för respektive designnivå och leder till en successivt ökad detaljgrad i beskrivningen av maskinen.



Figur 4.2 Designnivåerna i relation till systemabstraktioner

Tabell 4.1 Designnivåer i utvecklingsarbetet

<p>Designnivå: Effekt <u>System i fokus:</u> Sociotekniskt system <u>Frågeställning:</u> Hur inverkar omgivningen på den kommande lösningen? Hur ska lösningen påverka omgivningen? Vad har användaren för behov och vad värderas i en lösning? <u>Primär design:</u> Den effekt som lösningen ska ha på det sociotekniska systemet</p>
<p>Designnivå: Användning <u>System i fokus:</u> Människa-maskinsystem <u>Frågeställning:</u> Vilken användning uppfyller behoven? Vilken användning ger de avsedda effekterna? Vilka övergripande (tekniska) lösningar uppfyller användningen? <u>Primär design:</u> Maskinens användning av människan i systemet</p>
<p>Designnivå: Arkitektur <u>System i fokus:</u> Maskinsystemet som helhet <u>Frågeställning:</u> Vilken teknisk uppbyggnad av maskinen ger de avsedda effekterna? Hur bör samspelet mellan människan och maskinen ske? <u>Primär design:</u> Maskinens uppbyggnad av delar och hur delarna förhåller sig till varandra</p>
<p>Designnivå: Interaktion <u>System i fokus:</u> Maskinsystemets externa uppbyggnad (gränssnitt) <u>Frågeställning:</u> Hur ska maskinen i detalj uppföra sig gentemot användaren och andra delar i det sociotekniska systemet? <u>Primär design:</u> Maskinens samspel med användaren och omgivningen</p>
<p>Designnivå: Element <u>System i fokus:</u> Maskinsystemets inre uppbyggnad (delsystem) <u>Frågeställning:</u> Hur ska maskinens delsystem i detalj vara konstruerade? Hur ska maskinen produceras? <u>Primär design:</u> Maskinsystemets tekniska element</p>

Den första designnivån är effekten (även kallad *avsett syfte* för maskinen), alltså den påverkan som människan vill uppnå med hjälp av maskinen. (Påverkan kan vara både på människan eller på omgivningen i det sociotekniska systemet.) Den andra designnivån är själva användningen och det är den som utförs för att uppnå de önskade effekterna. Den tredje nivån är arkitekturen för maskinen. Det är den tekniska funktionaliteten och uppbyggnaden som ska möjliggöra användningen. Den fjärde designnivån är interaktionen, då maskinens arkitektur ska samspela med människan och omgivningen för att uppnå de slutliga effekterna. Den femte designnivån är maskinens tekniska delsystem, alltså hur maskinen ska konstrueras i detalj för att kunna utföra det som har designats i alla de föregående nivåerna.

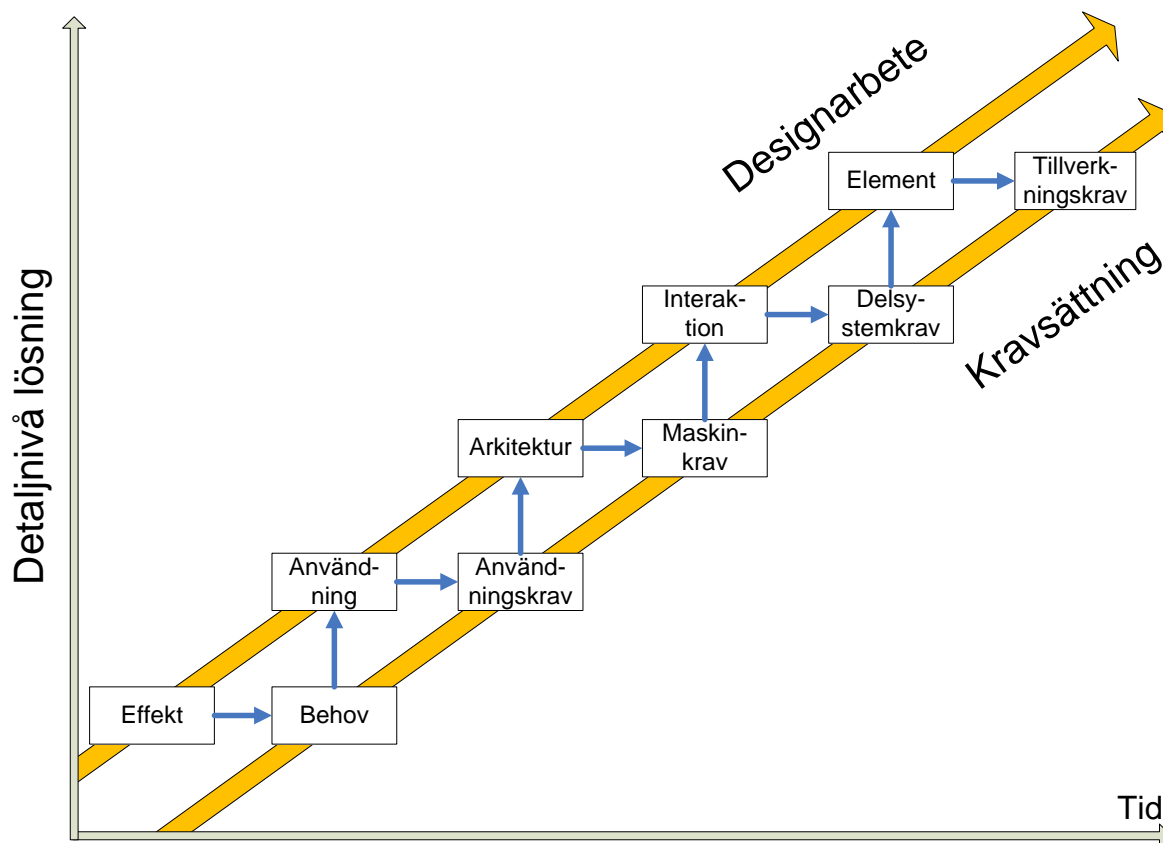
De fem designnivåerna som har beskrivits, kan både ses som parallella sätt att betrakta maskinen under utvecklingsarbetet (alltså maskinen växer fram successivt på alla nivåer samtidigt) och som en sekvens att betrakta maskinen utifrån längs utvecklingsarbetets framskridande. Oavsett betraktningssätt, behöver dock nivåerna avslutas i fallande ordning för att få en bra systematik i utvecklingsarbetet (undvika oändliga loopar). Effekten är den första nivån som behöver bestämmas, medan designnivån element är den sista. Men en designnivå behöver inte vara helt klar innan arbetet på nästa nivå påbörjas. I vissa fall kan det vara en fördel att utforska den kommande designnivån, för att få bättre koll på vad den nuvarande designnivån ska innehålla.

Avsnitt 3.5 tog upp samspelen mellan krav och design och att de har en successivt ökande grad av precisering och specificering av maskinen i framskridandet av en utvecklingsprocess. Uppdelningen i designnivåer ger en tydlig uppdelning av designen, men behöver kompletteras med en uppsättning krav, vilka binder samman designnivåerna. Det behövs således en uppdelning i kravnivåer, vilka successivt följer den ökande graden av precisering och specificering av designen. Varje kravnivå ger då en insnävning av designrymden för det kommande designarbetet. Alltså, kraven beskriver hur de designbeslut som har fattats på nivån ovan avgränsar och sätter villkor för de designbeslut som ska fattas i nivån under. Tabell 4.2 visar en möjlig uppdelning i kravnivåer, baserad på designnivåerna i utvecklingsarbetet.

Tabell 4.2 Designnivåer och kravnivåer i utvecklingsarbetet

Designnivå	Kravnivå	Förklaring kravnivå
Effekt	Behov	Behov som människa-maskinsystemet förväntas uppfylla
Användning	Användningskrav	Krav från användning
Arkitektur	Maskinkrav	Krav som maskinen som helhet ska klara av
Interaktion	Delsystemkrav	Krav på maskinens delar separat
Element	Tillverkningskrav	Krav på tillverkningsprocessens kvalitet

Det blir ett tydligt samspel mellan innehållet i nivåerna för krav och design, vilket beskrivs grafiskt i figur 4.3 (vilken är en utveckling av figur 3.10). Längst ned till vänster finns effekten som först måste specificeras och beskrivas. Därefter följer krav i form av behov från användare och användning. Behoven är designberoende mot de underliggande nivåerna, men styrda av den överliggande nivån, effekten. Utifrån behov och effekt skapas den första delen av utformningen, en användning som uppfyller behoven. Utifrån användningen skapas sedan användningskraven. Användningskraven är i sin tur baserade på användningen, men är designberoende gentemot nästa nivå, arkitekturen. Sedan utformas den tekniska arkitekturen, som uppfyller de ställda användningskraven. Arkitekturen är sedan utgångspunkt för maskinkraven, som beskriver vad maskinens delar som helhet ska klara av. För att möta maskinkraven utformas interaktionen (användargränssnitt och fysisk form) för maskinen. När de är bestämda går det att ta fram de krav (delsystemkrav) som behöver vara uppfyllda för att interaktionen ska vara möjlig. Kraven uppfylls genom att de olika elementen (delsystemen) konstrueras. Vid behov adderas ytterligare en nivå under delsystemkraven (deldelsystemkrav) med efterföljande konstruktion.

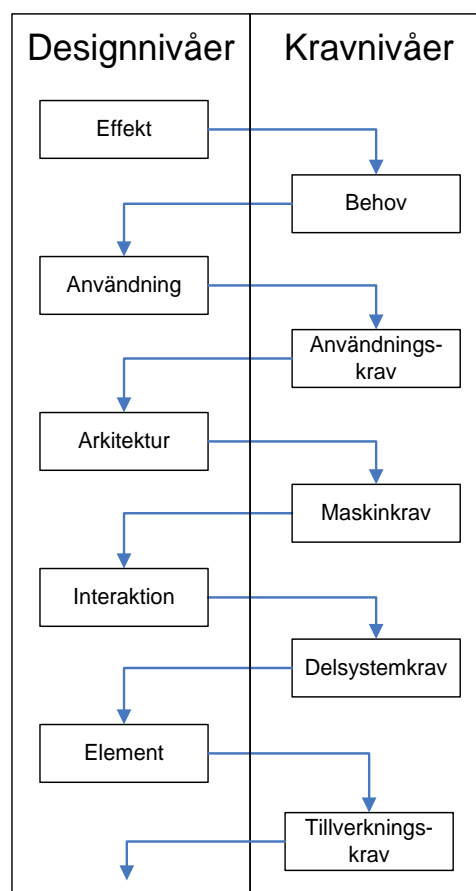


Utvecklingsarbetets framskridande

Figur 4.3 Samspel mellan designarbete och kravsättning

Den sista nivån för kravsättningen i ACD³-processen är tillverkningskraven, som anger villkoren för produktionen, till exempel hur mycket avståndet mellan två hål får variera.

Även om det här beskrivs som en helt sekventiell relation, så styrs en nivå av alla överliggande design- och kravnivåer och på samma sätt kommer en nivå att styra alla underliggande design- och kravnivåer. Det går att likna vid en slingrande orm¹, som sträcker sig över flera nivåer samtidigt och successivt förflyttar sig framåt i och med att utvecklingsarbetet framskrider. Kommande avsnitt kommer att mer i detalj beskriva innehållet i designnivåerna och kravnivåerna. Figur 4.4 visar en förenklad modell över relationen mellan designnivåer och kravnivåer.



Figur 4.4 Förenklad beskrivning av samspillet design och krav

¹ Tack till Ewa Gustafsson för den liknelsen

4.3 Designperspektiven

Den andra dimensionen för att beskriva designen är med hjälp av olika perspektiv. Designperspektiven i ACD³-processen bygger på objektstyperna från PU²B-modellen (Bligård och Nilsson, 2015) och delas in i följande kategorier: problem, struktur, funktion, aktivitet och realisering. Det blir en inre uppdelning av varje designnivå, där designarbetet resulterar i en identifiering och bestämning av designvariabler i varje perspektiv. Det kommer alltså att finnas problemdel, strukturdelen, funktionsdel, aktivitetsdel och realiseringsdel för varje designnivå av ACD³-processen, se figur 4.5.

	Effekt-nivå	Användnings-nivå	Arkitektur-nivå	Interaktions-nivå	Element-nivå
Problem-perspektiv	Designvariabler	Designvariabler	Designvariabler	Designvariabler	Designvariabler
Struktur-perspektiv	Designvariabler	Designvariabler	Designvariabler	Designvariabler	Designvariabler
Funktions-perspektiv	Designvariabler	Designvariabler	Designvariabler	Designvariabler	Designvariabler
Aktivitets-perspektiv	Designvariabler	Designvariabler	Designvariabler	Designvariabler	Designvariabler
Realiserings-perspektiv	Designvariabler	Designvariabler	Designvariabler	Designvariabler	Designvariabler

Figur 4.5 Designperspektiven i relation till designnivåerna

Problem

Det kan kännas lite oväntat att problem är ett perspektiv för designarbetet, men problem är något som designas genom att de väljs ut och avgränsas i utvecklingsarbetet. Problemperspektivet beskriver det som behöver uppfyllas och det som driver utvecklingsarbetet framåt. Här innefattas också identifierande och besvarande av de frågor som är relevanta för det kommande designarbetet i respektive designnivå av utvecklingsprocessen. Tabell 4.3 visar på perspektiv för respektive designnivå i ACD³-processen.

Tabell 4.3 Uppdelning av problemperspektivet för respektive designnivå

Designnivå	Designperspektiv
Effekt	Problem: Huvudproblem
	Beskrivning av de problem som utvecklingsarbetet har som mål att lösa och de effekter som lösningen ska uppnå
Användning	Problem: Användning
	Beskrivning av den problematik som är central i användningen och besvarande av frågor för kommande design
Arkitektur	Problem: Teknisk arkitektur
	Beskrivning av den problematik som är central för den tekniska arkitekturen och besvarande av frågor för kommande design
Interaktion	Problem: Interaktion
	Beskrivning av den problematik som är central för fysisk form och användargränssnitt samt besvarande av frågor för kommande design
Element	Problem: Element
	Beskrivning av den problematik som är central för respektive element (delsystem) i maskinsystemet

Struktur

Strukturperspektivet beskriver de element som ingår i det aktuella systemet och som är relevanta att beakta för respektive designnivå och hur elementen är relaterade sinsemellan. En viktig del i strukturperspektivet är de olika flöden som finns i systemet, alltså hur utbyter elementen information, materia och kraft/energi. Även i strukturperspektivet sker en design genom att gränser för system sätts samt att relationer och flöden bestäms. Ju längre arbetet kommer i processen, ju mer blir det möjligt att påverka strukturen med designarbetet. Viktigt att påpeka är att beskrivningarna inte gäller den fysiska konkretiseringen av lösningen, utan håller sig på en mer abstrakt och logisk nivå. Tabell 4.4 visar på perspektiv för respektive designnivå i ACD³-processen.

Tabell 4.4 Uppdelning av strukturperspektivet för respektive designnivå

Designnivå	Designperspektiv
Effekt	Struktur: Kontext, användare och intressenter (Sociotekniskt system)
	Beskrivning av de entiteter som påverkar eller påverkas av maskinen som ska utvecklas, såsom användare, kontext och intressenter
Användning	Struktur: Människa-maskinsystem
	Beskrivning av de element som aktivt är involverade i att lösa problemet
Arkitektur	Struktur: Logisk arkitektur maskin
	Beskrivning av hur den tekniska principen omvandlas till ett tekniskt system
Interaktion	Struktur: Detaljerad uppdelning maskin
	Beskrivning av maskinen i delar och delarnas relation
Element	Struktur: Logisk arkitektur element
	Beskrivning av den logiska uppbyggnaden för respektive element (delsystem)

Funktion

Funktionsperspektivet beskriver vad det är som det relevanta systemet, i respektive designnivå, behöver utföra. Det vill säga vad som behöver förändras eller bevaras i eller utanför systemet, för att lösa de problem som tidigare har beskrivits. Tabell 4.5 visar på perspektiv för respektive designnivå i ACD³-processen.

Tabell 4.5 Uppdelning av funktionsperspektivet för respektive designnivå

Designnivå	Designperspektiv
Effekt	Funktion: Förmågor och värden
	Beskrivning av de förmågor som lösningen behöver ha för att påverka det sociotekniska systemet så att huvudproblemen blir lösta, samt vad i en lösning som användare och andra intressenter värderar som fördelaktigt
Användning	Funktion: Systemfunktioner
	Beskrivning av det som människa-maskinsystemet behöver utföra för att huvudproblemen ska lösas och systemmålen ska uppnås
Arkitektur	Funktion: Maskinfunktioner
	Beskrivning av det som maskinen behöver utföra för att huvudproblemen ska lösas och systemmålen ska uppnås
Interaktion	Funktion: Styrning och information
	Beskrivning av den informationspresentation och de styrningsmöjligheter som behövs för att människan ska kunna uppnå systemmålen och därmed lösa huvudproblemen, samt den kommunikation maskinen har med omgivningen
Element	Funktioner: Elementfunktioner
	Förfining och precisering av funktionaliteten för respektive element (delsystem)

Aktivitet

Aktiviteten hanterar det som människan (eller den aktiva agenten) uträttar i systemet för respektive designnivå av utvecklingsprocessen. I vissa fall kan det vara svårt att särskilja funktion och aktivitet (uppgift). Ett sätt är att se aktiviteten som en typ av instansiering^m av funktionen, alltså i det här fallet att tilldela funktionen tid och rum samt ett yttre syfte. Tabell 4.6 visar på perspektiv för respektive designnivå i ACD³-processen. Genom att den här kategorin finns med i varje fas av processen ökar sannolikheten att användningen och användaren inte förbises i designarbetet.

Tabell 4.6 Uppdelning av aktivitetsperspektivet för respektive designnivå

Designnivå	Designperspektiv
Effekt	Aktivitet: Avsedd användning och livscykel
	Beskrivning av de verksamheter som behöver ske i det sociotekniska systemet (för att problemen ska lösas och funktioner ska utföras)
Användning	Aktivitet: Användaruppgifter
	Beskrivning av de aktiviteter som vilar på människan i systemet att utföra (för att problemen ska lösas och funktioner ska uppfyllas)
Arkitektur	Aktivitet: Övergripande interaktion
	Beskrivning av människans samspel med maskinen i stort (för att problemen ska lösas och funktioner ska utföras)
Interaktion	Aktivitet: Detaljerad interaktion
	Beskrivning av människans och omgivningens reella och konkreta interaktion med maskinen (för att problemen ska lösas och funktioner ska utföras)
Element	Aktivitet: Maskinprocess
	Beskrivning av hur elementens processer dynamiskt samverkar när maskinen används

Realisering

I det sista perspektivet, realisering, sker kopplingen till fysiskt förverkligande av lösningen (maskinen). Realisering finns i alla designnivåer i ACD³-processen, då möjligheterna till realisering behöver beaktas genom hela utvecklingsarbetet, så att processen inte styrs mot lösningar som inte går att praktiskt realisera. Tabell 4.7 visar på perspektiv för respektive designnivå i ACD³-processen.

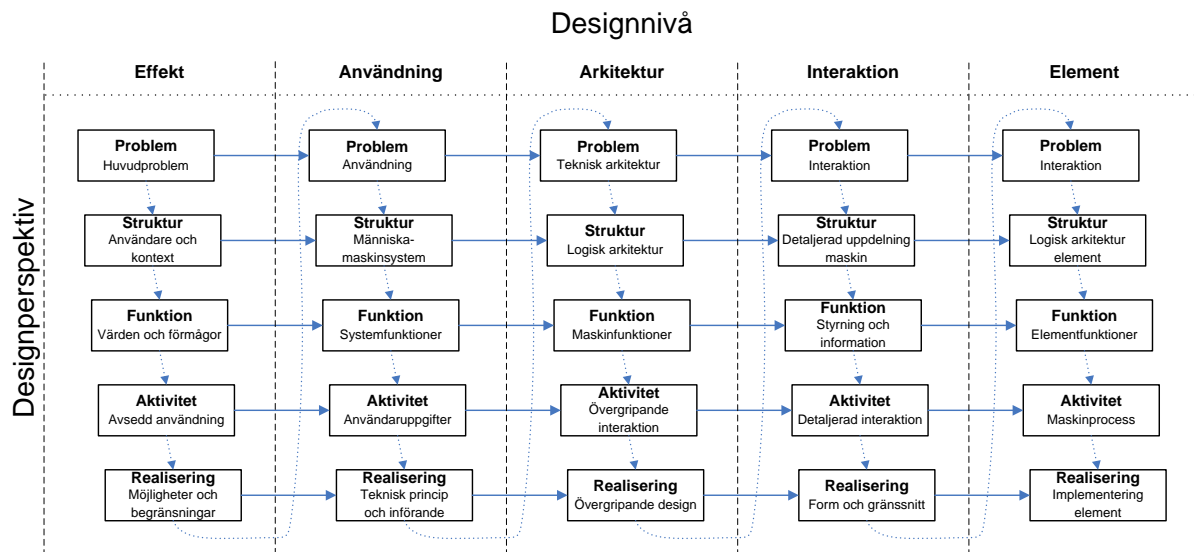
Tabell 4.7 Uppdelning av realiseringsperspektivet för respektive designnivå

Designnivå	Designperspektiv
Effekt	Realisering: Möjligheter och begränsningar
	Beskrivning av hur problemen konkret kan lösas och av de ramar som avgränsar utförbarheten
Användning	Realisering: Teknisk princip och införande
	Beskrivningar av tänkbara principiella lösningar, vald teknisk princip och centrala faktorer relaterade till införande av lösningen
Arkitektur	Realisering: Övergripande design
	Beskrivning av hur maskinen realiserar för att uppfylla struktur, funktion och aktivitet
Interaktion	Realisering: Fysik form och gränssnitt
	Beskrivning av hur maskinen ska se ut och uppföra sig sett utifrån användaren och omgivningen
Element	Realisering: Implementering element
	Beskrivning av hur maskinens element (delsystem) konkret realiserar (ritningar, programkod, CAD-modeller etc)

^m Med instansiering menas att gå från en abstrakt eller generell representation till en representation som är konkretare och mer handgriplig.

Kopplingar mellan perspektiven

När de olika perspektiven i designnivåerna grupperas tillsammans syns kopplingarna mellan dem tydligt (figur 4.6). Inom varje nivå bygger perspektiv på de ovan designade perspektiven och styr sedan de perspektiv som kommer under. Vidare sker det en precisering och specificering av ett perspektiv för varje designnivå.



Figur 4.6 Relationen mellan delarna i designarbetet

Vart och ett av dessa designperspektiv kommer att innehålla ett antal designvariabler, av en eller flera typer. I varje fas av utvecklingsprocessen går det också att dela in designvariablerna i tre grupper. Först kommer de variabler som är bestämda i nivån innan, sedan kommer de variabler som behöver bestämmas i den aktuella nivån. Sist kommer de variabler som har identifierats, men som inte behöver bestämmas förrän i kommande nivå. Det är viktigt att designvariablerna bestäms vid rätt tillfälle. Bestäms de för tidigt kan det innebära onödiga lösningar, men om en designvariabel bestäms för sent innebär det att designen blir för obestämd och inte nog konkretiserad. Exakta färger är ett exempel på designvariabler som ofta kan bestämmas väldigt sent.

Det behöver också klargöras hur starkt kopplad en designvariabel är till andra designvariabler, då det påverkar hur lätt eller svårt det är att ändra innehållet i den. Det är viktigare att bestämma en designvariabel som påverkar många andra designvariabler tidigt i en utvecklingsprocess, än att bestämma en variabel som inte har så stor påverkan. Exempelvis är det ofta svårt att senare ändra storleken på maskinen i en utvecklingsprocess, medan ytbehandlingen ofta är betydligt enklare att ändra. Kvalitetshuset (Bergman och Klefsjö, 2012) är ett verktyg som är användbart för att relatera designvariabler till varandra (och till andra aspekter), där taket anger relationen.

4.4 Kategorier och typer av mål, krav och riktlinjer

I själva kravsättningen finns främst tre kategorier: mål, krav och riktlinjer. Målen anger vad människa-maskinsystemet ska uppnå (när människan och maskinen arbetar tillsammans). Måluppfyllandet testas genom validering. Kraven sätter ramarna för utvecklingsarbetet och hur kraven uppfyllts utvärderas genom verifiering. Riktlinjernas uppgift är att styra utvecklingsarbetet i rätt riktning och uppfyllandet utvärderas med heuristisk utvärdering. Mer om utvärdering, validering, verifiering och heuristisk utvärdering finns i kapitel 9 (Utvärdering). Tabell 4.10 visar skillnaderna mellan mål, krav och riktlinjer.

Tabell 4.10. Jämförelse mellan mål, krav och riktlinjer

	Mål	Krav	Riktlinjer
Syfte	Beskriver vad människa-maskinsystemet ska uppnå	Anger ramarna för utvecklingsarbetet	Styr utvecklingsarbetet i rätt riktning
Syn	System	Detalj	Både system och detalj
Testas genom	Validering	Verifiering	Heuristisk utvärdering

Inom de tre kategorierna finns ett antal olika typer utifrån nivån av kravsättning som ska beskrivas. De kravtyper som tas upp i genomgången, är de typer som främst är relaterade till HFE-aktiviteterna. För alla kravtyperna är det viktigt att de anpassas för de personer som ska arbeta med dem i utvecklingsarbetet.

Mål

Med mål avses de mätbara resultat som människa-maskinsystemet ska uppnå och de härrör utifrån den effekt som maskinen ska ha på det sociotekniska systemet. Målen anger mått på hur bra maskinen behöver fungera som en helhet, när den befinner sig i sitt avsedda system. Med utgångspunkt från bra systemmodeller går det sedan att sätta målen för delar av maskinen, under förutsättning att den tydliga kopplingen till maskinen som helhet kvarstår.

Under utvecklingsarbetet växer målen successivt fram, vilket gör att de finns i olika typer utifrån abstraktionsnivå av designarbete och kravsättning (tabell 4.11). I vissa fall kan det vara svårt att avgöra om en specifik enskild enhet ska räknas som ett mål eller ett krav, då de i vissa fall kan vara snarlika. I de fall de är svåra att skilja åt väljs ett av dem; det viktiga är att det kommer med i specifikationerna. Mål kan ses som en speciell typ av krav, eftersom mål ska uppfylla egenskaperna för krav.

Tabell 4.11 Typer av mål

Kravtyp	Förklaring	Föregående designnivå
Systemmål/effekt mål	Vilka effekter som människa-maskinsystemet ska uppnå	Effekt
Nivå av användbarhet	Ambitionsnivån av användbarhet	Effekt
Nyttomål	Mätbara mål för nyttan	Användning
Användarvänlighetsmål	Mätbara mål för användarvänlighet	Användning
Prestandamål	Mätbara mål för den tekniska prestandan hos maskinen	Arkitektur

Systemmål/effektmål

(System goal)

Systemmål eller effektmål beskriver vad människa-maskinsystemet ska uppnå i det sociotekniska systemet och de här målen formuleras efter att designarbetet i effektnivån är utfört. Systemmål är en beskrivning av vad som ska uppnås för att lösa de problem och uppfylla de behov, som tidigare beskrivits i behovsidentifieringen. Informationen som ligger till grund för systemmålet kommer både från användningsstudier och från det uppdrag som utvecklingsprojektet bygger på. I användningsnivån kommer sedan systemmålet att brytas ner i mer detaljerade mål utifrån designen av användningen. Utvärdering av måluppfyllnaden görs genom validering (se kapitel 9).

Exempel:

- transportera lastpallar horisontellt över markytor inomhus i industrier och kontor
- hjälpa till att hålla användarens vätskebalans på en bra nivå och därigenom förbättra prestation och återhämtning
- slipa cementgolv så att de går att använda som golv utan golvbeläggning
- galvaniskt särkoppla hushållsmaskiner ifrån elnätet
- förse rum i villa/lägenhet med kompletterande punktuppvärmning

Nivå av användbarhet (användarvänlighet och nytta)

(Level of usefulness)

Nivån på användbarheten beskriver ambitionen för projektet rörande nytta, användarvänlighet, ergonomi, estetik etc och det som utvecklingsprocessen ska leda fram till, dvs hur ändamålsenlig maskinen ska vara. Nivån formuleras utifrån systemmålen (effektmålen) och den undersökning av användningen som görs under arbetet med designnivån effekt. För att formulera nivå används också teoretisk kunskap inom människa-maskinsystem, samt även rena marknadskrav. Nivån av användbarhet bör relatera till andra existerande maskiner eller andra mätbara mål för maskinen. Utvärdering av uppfyllandet av nivå görs genom validering (se kapitel 9).

Exempel:

- en vanlig användare ska kunna lyfta och flytta en lastad pall 20 m på en tid under 30 s
- nytta/användarvänligheten/ergonomi/estetiken hos maskinen ska vara bättre eller lika bra som hos den föregående maskinen
- iordningställandet av maskinen för användning ska ta mindre än 2 minuter
- rengöringen av maskinen ska kräva högst 20 manuella operationer

Nyttomål

(Utility goal)

Målen beskriver hur bra maskinen ska vara på att nå sina systemmål och utföra sina funktioner. Målen sätts efter att användningen har utformats (i designnivån användning). Nyttomålen ligger sedan till grund för funktionaliteten hos maskinen. Utvärderingen av uppfyllandet av målen görs genom validering (se kapitel 9).

Exempel:

- kunna transportera en Europapall lastad med 1500 kg över golv med lutning 1:20
- vattenflaskan ska kunna förse 90 % av avsedda användare, som har en medelpuls på 140 slag/min, med vätska under ett träningspass på 45 min
- gräsklipparen ska på högst 30 min kunna klippa en normalstor tomt
- elementet ska kunna värma upp ett rum på 50 m³
- bilens bagageutrymme ska rymma 4 st resväskor av normalstorlek på 70 liter

Användarvänlighetsmål

(Usability goals)

Målen är önskvärda mätbara egenskaper hos interaktionen mellan människa och maskin. De beskriver kvantitativt (både subjektivt och objektivt) den nivå på användarvänligheten som är eftersträvarvärd. Användarvänlighetsmålen är en vidare utveckling av nivån för användbarhet och tas fram efter att användningen har blivit utformad (i designnivån användning). Målen används ofta sedan som en del i basen vid utformningen av användningstesterna under en utvecklingsprocess. För att ta fram målen används mätbara aspekter av användarvänligheten och aspekterna har ofta sin grund i olika definitioner av användarvänlighet. Nedan följer en lista på användbara mätvärden och utvärdering av målen uppfyllande görs genom validering (se kapitel 9).

Mätvärden för måluppfyllnad

- andelen användare som slutför en uppgift
- nyttjande av maskinfunktioner
- antalet problem som användaren upplever
- kvaliteten på resultatet av uppgiften

Mätvärden för effektivitet

- tiden för att utföra uppgiften
- antal handlingar för att utföra uppgiften
- antal tvekanden och vägranden
- tid använd för att studera manual och instruktioner
- tid använd för inbyggd hjälp
- tid använd för att hantera användningsfel

Mätvärden för lärbarhet

- tid som behövs för att lära sig en funktion på maskinen
- tid som behövs för att uppnå specificerad skicklighet
- observerade problem för att uppnå skickligheten
- tiden som behövs för att återlära maskinen efter uppehåll

Mätvärden för säkerhet under användning

- antal inträffade användningsfel
- allvarligheten hos de inträffade användningsfelen
- reducering av fel mellan första och andra användningstillfället
- antal feltolkningar av kontroller och information
- antal inträffade potentiellt farliga situationer

Mätvärden för tillfredsställelse

- bedömning av den generella uppfattningen av maskinen
- bedömning av komforten vid användningen av maskinen
- bedömning av frustrationen vid användningen av maskinen
- bedömning av estetiken vid användningen av maskinen

Exempel:

- 95% av användargruppen ska kunna lyfta en maxlastad pall utan att behöva applicera maximal muskelkraft
- 80 % av användarna ska vid första försöket framgångsrikt kunna kalibrera maskinen på mindre än 5 min

- efter att ha läst igenom lathunden för maskinen, ska 90 % av användarna vid första försöket kunna konfigurera skärmen korrekt så att den visar två EMG-kurvor
- två tredjedelar av användarna ska föredra den nya maskinen jämfört med den gamla, för att utföra uppgiften att ställa in gränsvärden
- i medeltal ska 80 % av användarna gradera den grafiska skärmen som 5 eller bättre, där 1 = mycket svår att läsa och 7 = mycket lätt att läsa

Mätvärdena för användarvänlighetsmålen kan tas fram analytiskt eller empiriskt. Analytiskt genom att de skapas med utgångspunkt i systemmålen och/eller från teorin. Empiriskt genom användningstest på existerande maskiner, vilket ger referensvärden. Nivån på användarvänlighetsmålen bestäms sedan i relation till referensvärdena.

Då användarvänlighetsmålen också innehåller subjektiva bedömningar från användare, kan de även utökas till att innehålla mål för estetiken. De här målen baseras ofta på användarnas känslor för maskinen och vilka associationer som användarna får av maskinen. Vidare finns det ofta olika typer av användare och det kan behövas olika mål för de olika användartyperna.

Prestandamål

(Performance goals)

Målen här anger den tekniska prestandan för maskinen och dess delsystem. De är en vidareutveckling av målen för nytta och användarvänlighet och har preciserats och specificerats utifrån den övergripande designen. Prestandamålen anger hur bra maskinens delar måste fungera tillsammans, för att maskinen som helhet ska kunna uppnå effektmålen. Utvärderingen av uppfyllandet av målen görs genom validering (se kapitel 9).

Exempel:

- lyftmekanismen ska kunna utöva 25 kN lyftkraft vertikalt på lasten
- vattenflaskan ska ha ett flöde på minst x l/min vid applicerat tryck av y N
- gräsklipparen ska klippa x m²/min med gräs av höjden y cm
- elementet ska över x W effekter fördelat 50% konvektion och 50% värmestrålning
- cykeln ska vid en utgångshastighet på 25 km/h kunna rulla 500 m på frihjul på plan asfalt

Krav

Kravens syfte är, som tidigare angivits, att beskriva och kommunicera vad som ska uppnås i de olika abstraktionsnivåerna.

Tabell 4.12 Typer av krav

Kravtyp	Förklaring	Föregående designnivå
Användnings-/användarbehov	Behov som behöver vara uppfyllda för att uppnå användbarhet	Effekt
Intressentbehov	Behov från övriga intressenter som den kommande lösningen behöver uppfylla	Effekt
Användningskrav	Krav på maskinen för att den specificerade användningen ska vara möjlig	Användning
Funktionalitetskrav	Krav på funktionaliteten för att uppnå avsedd nytta	Arkitektur
Användarvänlighetskrav	Krav för att uppnå avsedd användarvänlighet	Arkitektur
Estetiska krav	Krav på estetiken för att möta användarnas behov	Arkitektur

Krav ska på ett designberoendeⁿ sätt ange ramarna för det fortsatta utvecklingsarbetet. Det finns olika typer av krav beroende på designarbetets och kravsättningens abstraktionsnivå (tabell 4.12). Detta gör att det ofta finns en rak koppling mellan krav på olika abstraktionsnivåer. Arbetet med att hålla koll på de här kopplingarna betecknas kravspårning och det finns datorprogram speciellt anpassade för detta. Mer om dokumenttyperna i ett utvecklingsprojekt återfinns i kapitel 10 (Dokumentering).

Användnings/användarbehov

(Use/user needs)

Behoven beskriver förutsättningar som måste vara uppfyllda för att uppnå god användbarhet (användarvänlighet och nytta). De kommer både från synpunkter från användarna och från en mer formell analys av användarna och användningen. Behoven finns inom olika behovsområden och de varierar mellan maskiner och beror på användaren, uppgifterna och omgivningen.

Användnings/användarbehoven tas fram efter arbetet med designnivån effekt och behoven kan inkluderas i första kravspecifikationen (vilken marknadssidan i ett företag kan ansvara för). Utvärdering av uppfyllandet av behoven görs genom validering (se kapitel 9).

Behoven behöver inte skrivas i formell kravform, utan de kan skrivas på ett mer beskrivande och motiverande sätt. När behoven formuleras är det ofta bättre att lyfta upp dem en detaljnivå och beskriva dem mer som en effekt som behöver uppnås, än som en konkret egenskap. Frågan "varför"^o är alltid av största vikt att ställa för varje behov som formuleras, så att behovet hamnar på rätt detaljnivå.

Användnings/användarbehov kan teoretiskt delas in i tre kategorier, beroende på ursprung:

- **Subjektiva användarbehov:** baserade på utsagor från användarna (kunskap och erfarenhet)
- **Objektiva användarbehov:** baserade på kunskap om användarna
- **Användningsbehov:** baserade på kunskap om användningssituationen och konsekvenserna av användningen

De subjektiva användarbehoven kan enligt Kanomodellen (Bergman och Klefsjö, 2012) delas in i tre kategorier (namnen varierar i olika beskrivningar):

- **Basbehov / nödvändiga egenskaper (outtalade)**
Basbehoven beskriver de behov som användarna förväntar sig (ser som självklara) att en kommande lösning uppfyller. Basbehov är så självklara för användarna att de ofta är svåra att få vetskap om genom att direkt fråga användarna.
- **Uttalade behov / förväntade egenskaper (uttalade)**
De uttalade behoven är de behov, vilka användarna uppfattar som viktiga att en kommande lösning uppfyller. De här behoven är de som främst framkommer vid intervjuer med användarna.
- **Omedvetna behov / egenskaper attribut (outtalade)**
Uttalade behov är de behov, vilka användarna inte kan sätta ord på eller inte ens är medvetna om att de har. Även de här behoven är svåra att fånga, men om det lyckas så kan det resultera i en lösning som överträffar användarnas förväntningar.

För att täcka alla användnings-/användarbehov behövs ett angreppssätt med flera olika metoder: intervjuer för de subjektiva användarbehoven, observationer och uppgiftsanalys för

ⁿ Med designberoende menas att alla möjliga lösningar, oberoende av design, ska uppfylla kravet. Krav kan specificera detaljlösningar i designen om det är nödvändigt för att få en användbar lösning, exempelvis vid standard för kopplingar eller märkningar. Det är ofta inte att rekommendera att sätta specifika detaljlösningar som krav, då de onödigt kan begränsa kreativiteten.

^o Det kan vara nyttigt att ställa frågan "varför" flera gånger. Mer än sex gånger anses inte vara nödvändigt enligt Statens haverikommission.

användningsbehoven samt teoretiska studier för de objektiva användarbehoven. Viktigt att beakta är att ett specifikt behov kan härstamma från två eller flera av kategorierna. Vidare kan behov både inom och mellan kategorierna vara i konflikt med varandra, vilket är helt naturligt då det sällan finns en lösning som är optimal ur alla tänkbara synpunkter.

Exempel:

- det ska vara möjligt att montera maskinen på rälsfästena på sängen
- det ska vara möjligt att rengöra maskinen med alkohol
- det ska vara möjligt att använda maskinen i ett rum med dämpad belysning
- det ska vara möjligt för en vanlig användare att hålla maskinen i händerna under användningen

Intressentbehov

(Stakeholder needs)

Behoven beskriver aspekter som behöver beaktas från övriga intressenter i utvecklingsarbetet och de kan komma både från den utvecklande organisationen och från externa aktörer. Inom ett företag kan marknads-, försäljnings- och produktionsfunktionerna ställa villkor som den nya lösningen behöver uppfylla. Utifrån kan det komma villkor från återförsäljare, myndigheter och standarder, vilka behöver uppfyllas för att försäljning och användning ska vara möjlig.

Exempel:

- passa företagets profil
- vara billigare än befintlig vattenflaska
- använda befintliga tillverkningsmaskiner
- använda erkänt miljövänliga material

Användningskrav

(Use requirement)

Användningskraven tas fram efter att användningen har utformats (i designnivån användning). Användningskraven beskriver de krav som användningen (användaren, uppgiften och omgivningen) ställer på maskinen, dvs vilka villkor som måste vara uppfyllda för att den utformade användningen ska vara möjlig. Användningskraven är dels en vidareutveckling från användnings-/användarbehoven, dels har de sitt ursprung direkt från analysen av den utformade användningen. I det första fallet är kraven en vidareutveckling av behoven, fast på högre detaljnivå och dessutom verifierbara. Det kan ibland vara så att vissa behov inte behöver skrivas om, utan de kan direkt bli användningskrav.

Användningskraven dokumenteras i en kravspecifikation (se kapitel 10) och utvärdering av uppfyllandet görs genom verifiering (se kapitel 9).

Exempel:

- maskinen ska kunna lyftas ur sin väska under drift utan att några sladdar behöver kopplas loss
- maskinen ska kunna rengöras med diskmedel X och Y
- maskinen ska kunna monteras på ett 25 mm:s standardfäste
- handtagen på maskinen ska passa händerna från en 5-percentils kvinna upp till en 95-percentils man

Funktionalitetskrav

(Functional requirements)

Kraven beskriver de villkor, vilka måste vara uppfyllda för att maskinen ska uppnå de ställda målen gällande nytta. Funktionalitetskraven är en vidare utveckling av nyttomålen i kombination med användningskraven. Funktionalitetskraven finns i nivån maskinkrav och tas fram efter att teknisk arkitektur har utformats. Det är först då som det är möjligt att ställa krav

med tillräckligt hög detaljnivå gällande funktionaliteten. Den detaljerade utformningen och senare konstruktionen har sedan till syfte att uppfylla de ställda funktionalitetskraven. Funktionalitetskraven är en del av resultatet från syntesen i den övergripande utformningen och kraven inkluderas i specifikation maskinkrav. Utvärderingen av uppfyllandet av funktionalitetskraven görs genom verifiering (se kapitel 9).

Exempel

- maskinen ska ha ett varvtal från 10 rpm till 500 rpm
- maskinens vattenbehållare ska innehålla 1500 ml vatten
- maskinen ska drivas med 100-240 V och 45-64 Hz växelström
- maskinen ska köras i moderna XX, YY och WW

Användarvänlighetskrav

(Usability requirements)

Detta är krav som måste vara uppfyllda för att uppnå inriktningen för användarvänlighet (se nedan) och användarvänlighetsmålen, dvs verifierbara krav från användarvänlighet. Kraven fokuserar på faktorer som påverkar maskinens förmåga att uppnå erforderlig användarvänlighet och är skrivna på en låg nivå med hög detaljgrad.

Kraven härstammar från användar-/användningsbehoven och användningskraven och kan ibland vara identiska i sina skrivningar. Användarvänlighetskraven finns i nivån maskinkrav och tas fram efter att teknisk arkitektur har utformats. Anledningen till att det görs så sent under utvecklingsprocessen är att det är först då som utvecklingsarbetet har kommit så långt att det finns en möjlighet att sätta krav på den detaljnivå som behövs. Användarvänlighetskraven är en del av resultatet från syntesen i den övergripande utformningen och kraven inkluderas i maskinsystemkravspecifikationen för maskinen. Utvärdering av uppfyllandet av användarvänlighetskraven görs genom verifiering (se kapitel 9).

Exempel:

- maximalt 6 olika färger ska användas i det grafiska gränssnittet (foton exkluderade)
- alla kontakter ska vara kodade och nycklade^p
- texten på skärmen ska vara läslig på två meters håll för normalseende
- skärmen ska i förhållande till golvet gå att vinkla 60-90 grader

Estetiska krav

(Esthetic requirements)

Detta är krav som måste vara uppfyllda för att maskinen ska uppnå de mål för estetik som är satta. De estetiska kraven är en vidareutveckling av de användarvänlighetsmål som rör tillfredsställelsen i kombination med de subjektiva användarbehoven. Kraven finns i nivån maskinkrav och tas fram efter att teknisk arkitektur har utformats; det är först då som det är möjligt att ställa krav med tillräckligt hög detaljnivå. De estetiska kraven inkluderas i maskin(system)kravspecifikationen. Utvärderingen av uppfyllandet av de estetiska kraven görs genom verifiering (se kapitel 9).

Exempel

- färgerna på maskinen ska vara grå (165,163,163) röd (211, 35, 35) och gul (233,231,23)
- radierna på maskinen ska vara minst 3 mm
- glanstalet på ytan ska vara mellan 80 och 90
- ytsträvheten ska vara mellan 0,17 och 0,20 mm
- delningslinjer får inte vara bredare än 1 mm
- flaskans tvärsnitt ska vara rotationssymmetriskt

^p För mer information om kodning och nyckling se sidan 235.

Riktlinjer

Under arbetet i en utvecklingsprocess dyker det ofta upp information som bör styra utformningen, men som inte går att uttrycka i den detaljgrad som behövs för att göra den till ett mål eller ett krav. Informationen görs i stället till riktlinjer och syftar till att vara en hjälp i utvecklingsarbetet för att uppfylla målen och kraven. Riktlinjer är speciellt användbara i de fall då resultat från litteraturstudier ska sammanställas och göras tillgängliga i utvecklingsarbetet. Riktlinjer beskrivs ofta i text, men de kan också utgöras av bilder eller andra lämpliga medier.

Riktlinjer finns i olika typer utifrån den abstraktionsnivå av design och kravsättning som de förekommer inom (tabell 4.13). Några riktlinjer som inte har tagits med i tabellen är riktlinjer för maskinens tekniska arkitektur och konstruktion, eftersom de faller utanför bokens innehåll. Riktlinjer kan helt eller delvis gälla för flera projekt, dvs de är allmängiltiga för den specifika produktfamiljen eller företaget. Det är därför viktigt att studera tidigare projekts riktlinjer.

Tabell 4.13 Typer av riktlinjer

Kravtyp	Förklaring	Föregående designnivå
Användarvänlighetsinriktning	Fokus och ledstjärna för arbetet med användarvänlighet inom det specifika utvecklingsarbetet	Effekt
Riktlinjer för användarvänlighet	Riktlinjer för att uppnå användarvänlighet för maskinen	Användning
Riktlinjer för estetik	Riktlinjer för att uppnå estetik för maskinen	Användning
Designriktlinjer	Riktlinjer som hjälp i det praktiska utformningsarbetet	Arkitektur

Användarvänlighetsinriktning

(Aim of usability)

Användarvänlighetsinriktningen beskriver fokus för användarvänligheten och tas fram efter designnivån effekt. Inriktningen försöker fånga det centrala i vad hög användarvänlighet innebär för maskinen; vad det är som får samspelet mellan människa och maskin att fungera bra. Inriktningen kan ses som den övergripande riktlinjen för utformningen av maskinen och bygger på systemmål (effektmål) som tidigare har fastställts. Vidare är inriktningen maskinspecifik, då den beror på delar i människa-maskinsystemet.

Användarvänlighetsinriktningen består ofta av en kärnmening följd av några förklarande meningar. Slutligen finns en koppling till vilka komponenter/attribut hos användarvänligheten som ska prioriteras. Komponenterna/attributen kommer från de teoretiska definitionerna av användarvänlighet. Nedan listas en definition med nio komponenter (Bligård och Wass, 2002) och de är indelade i tre grupper: måluppfyllnad, effektivitet och övergripande komponenter.

Måluppfyllnad (Effectiveness)

- **Gissningsbarhet (Guessability):** förmågan hos maskinen att få användaren att utföra en uppgift korrekt vid första försöket
- **Lärbarhet (Learnability):** förmågan hos maskinen att få användaren att utföra en uppgift korrekt vid andra försöket
- **Memorerbarhet (Memorability):** förmågan hos maskinen att få användaren att utföra en uppgift korrekt, när användaren inte utfört uppgiften under en längre tid

Effektivitet (Efficiency)

- **Novisvänlighet (Novice-ability):** förmågan hos maskinen att få en novis att uppnå hög effektivitet

- **Expertvänlighet** (*Expert-ability*): förmågan hos maskinen att få en expert att uppnå hög effektivitet
- **Maskinpotential** (*Machine potential*): den optimala nivån av effektivitet som uppgiften kan utföras med

Övergripande komponenter (*Overall components*)

- **Fel** (*Errors*): förmågan hos maskinen att motverka uppkomsten av användningsfel och att mildra konsekvenserna om de inträffar
- **Diskomfort** (*Discomfort*): förmågan hos maskinen att motverka uppkomsten av otillfredsställelse och obehag hos användarna
- **Tillfredsställelse** (*Satisfaction*): förmågan hos maskinen att generera positiva känslor hos användaren under användningen

Exempel:

Användarvänlighetsinriktningen för utvecklingsprocessen är att ta fram en maskin för experter, men som även noviser kan använda.

Expertanvändarna ska inte behöva använda sin förmåga till problemlösning för att interagera med maskinen och interaktionen ska kräva ett fåtal operationer. Maskinen ska också vara möjlig för noviser att använda med hjälp av instruktioner och de ska vid första kontakten kunna interagera med maskinen.

Överfört till komponenterna ger detta att expertvänligheten är den viktigaste komponenten att optimera mot, sedan följer gissningsbarheten.

Riktlinjer för användarvänlighet

(Usability guidelines)

Riktlinjerna används för att kunna uppfylla målen och kraven för användarvänlighet. Riktlinjer för användarvänlighet formuleras efter designnivån användning. En riktlinje är en guidande princip som det inte är möjligt att validera eller verifiera, men som ändå är väsentlig för utvecklingsarbetet. Utvärdering av uppfyllandet av riktlinjer för användarvänlighet görs genom heuristisk utvärdering (se kapitel 9).

Exempel:

- Göra potentiellt farliga handlingar svåra eller omöjliga att utföra
- Minimera antalet aktiviteter som är passiva eller innehåller repetitiva handlingar
- Kontinuerligt uppdatera användarna om tillståndet hos den centrala processen
- Minimera avståndet mellan användargränssnittet logik och användarens mentala modell
- Formulera tydliga felmeddelanden
- Stödja känslan av kontroll hos användaren
- Avbilda relationsförhållanden i en referensram

Riktlinjer för estetik

(Esthetical guidelines)

Riktlinjerna används för att uttrycka det formspråk och färgspråk som maskinen ska ha. De kan även inkludera de känslor som maskinen ska väcka hos användaren. Riktlinjer för estetiken formuleras efter designnivån användning. Utvärderingen av uppfyllandet av riktlinjer för estetik görs genom heuristisk utvärdering (se kapitel 9).

Exempel:

- Användaren ska uppfatta maskinen som trygg och robust
- Maskinen ska uttrycka skandinavisk design
- Maskinens form ska härma naturens former

- Flaskans form ska uttrycka en sammanhängande helhet
- Produktens utformning ska innehålla den karaktäristiska kurvan för företaget

Designriktlinjer

(Design guidelines)

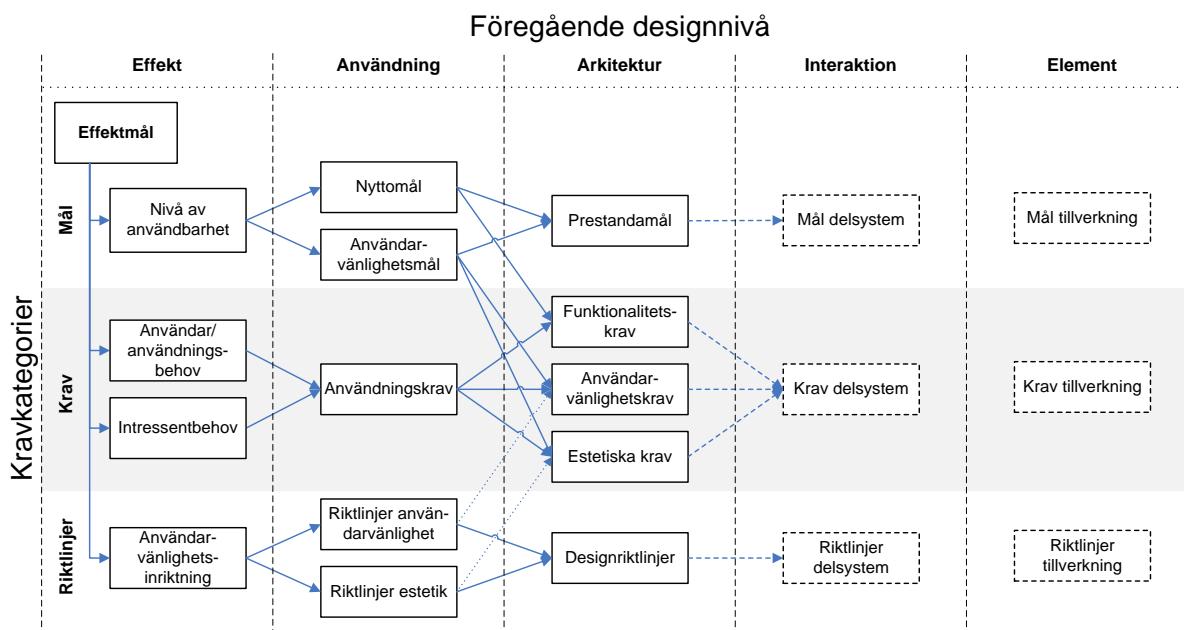
Designriktlinjer ska vara ett direkt och konkret stöd i designarbetet för att nå de uppsatta målen och kraven och för att tillse att utformningen blir samstämmig och konsekvent. De här riktlinjerna är en vidareutveckling av riktlinjerna för estetik och användarvänlighet.

Designriktlinjerna finns i nivån arkitektur och tas fram efter att utformningen av fysisk form, interaktion och teknisk arkitektur är bestämd. Designriktlinjerna kan därmed vara mer specificerade och preciserade än tidigare riktlinjer i ACD³-processen (estetik och användarvänlighet). Men i vissa fall kan en designriktlinje vara en direkt vidareförd riktlinje för estetik och användarvänlighet som inte är specificerad och preciserad. Utvärdering av uppfyllandet av designriktlinjer görs genom heuristisk utvärdering (se kapitel 9).

Exempel:

- Rött uttrycker varmt vatten och blått kallt vatten
- Knapparna ska ha en rund form
- Menysystemet ska efterlikna Windows
- Placera viktig information uppe i vänstra hörnet
- Ge kontinuerlig information om maskinens status
- Märkning med text och symboler ovanför informations- och styrdonen

Summering kravsättning

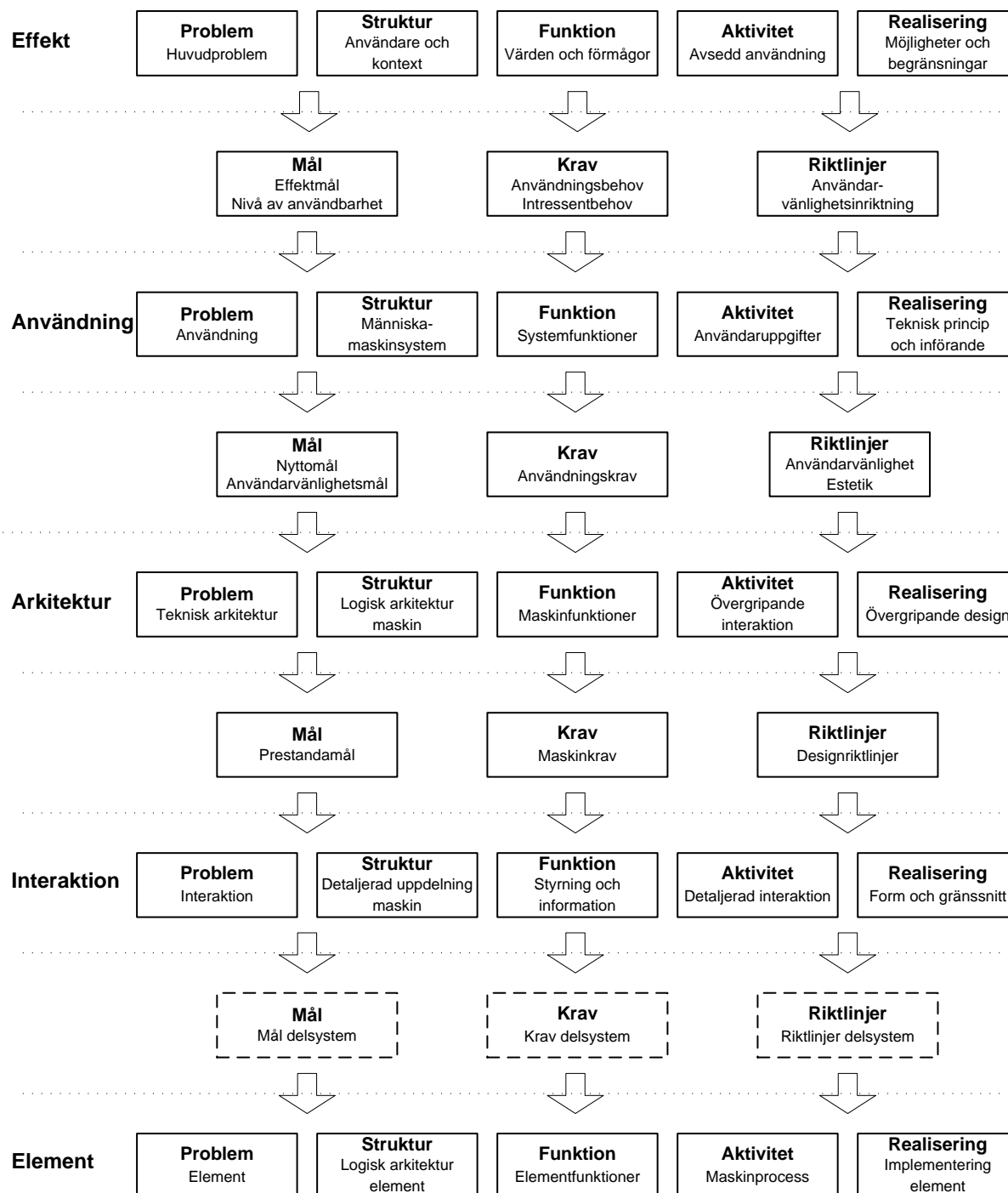


Figur 4.7 Relationen mellan typer av krav i kravsättningen

Figur 4.7 visar relationen mellan de olika kravtyperna i kravsättningen baserad på den designnivå som föregår respektive grupp av krav, med målen överst, kraven i mitten och riktlinjerna längst ned. Kravtyperna som har tagits upp relaterar till de tre första nivåerna, för att det är de kraven som är viktigast för att uppfylla nyttan med HFE-aktiviteterna i ett utvecklingsprojekt. Mål, krav och riktlinjer finns också för efterföljande designnivåer, vilket figuren indikerar, men de har inte i detalj beskrivits här, då det finns mycket bra litteratur inom konstruktionsteknik och produktionsteknik, exempelvis Boothroyd et al. (2011).

4.5 Samspel mellan designarbete och kravsättning

Samspelet mellan kravsättningen och designarbetet går nu att beskriva mer i detalj. Figur 4.8 förtydligar växelverkan mellan krav och nivå i ACD³-processen, där det i varje designnivå fattas beslut som avgränsar designrymden, medan kraven anger de villkor som nästa designnivå behöver uppfylla.



Figur 4.8 Samspel mellan design och krav

Ett verktyg för att relatera kraven till designvariablerna på nivån nedanför är Kvalitetshuset (Bergman och Klefsjö, 2012); mittendelen av matrisen i metoderna anger relationen. För steget från designvariabler till krav finns ingen motsvarande passande metod.

Det går också att göra en mer förenklad matrismodell där nivåerna för krav, designnivåer och designperspektiv kan samlas (figur 4.9). Varje ruta anger de centrala designvariabler och krav

som identifieras och beskrivs med ACD³-processen. Matrismodellen är därför användbar som en form av karta för ett utvecklingsarbete genom att visa på de områden där designbeslut behöver fattas eller där det redan finns styrande villkor. Mer om modellen som karta över utvecklingsarbetet har presenterats i avsnitt 1.5, sidan 8.

	Effekt	Användning	Arkitektur	Interaktion	Element
Problem	Huvudproblem	Problem användning	Problem teknisk arkitektur	Problem interaktion	Problem element
Struktur	Användare, intressenter och kontext	Människa-maskinsystem	Logisk arkitektur maskin	Detaljerad uppdelning maskin	Logisk arkitektur element
Funktion	Värden och förmågor	Systemfunktioner	Maskinfunktioner	Styrning och information	Elementfunktioner
Aktivitet	Avsedd användning och livscykel	Användaruppgifter	Övergripande interaktion	Detaljerad interaktion	Maskinprocess
Realisering	Möjligheter och begränsningar	Teknisk princip och införande	Övergripande design	Fysisk form och användargränssnitt	Implementering element
Krav	Behov	Användningskrav	Maskinkrav	Delsystemkrav	Tillverkningskrav

Figur 4.9 Förenklad bild av nivåerna för krav och design samt designperspektiven

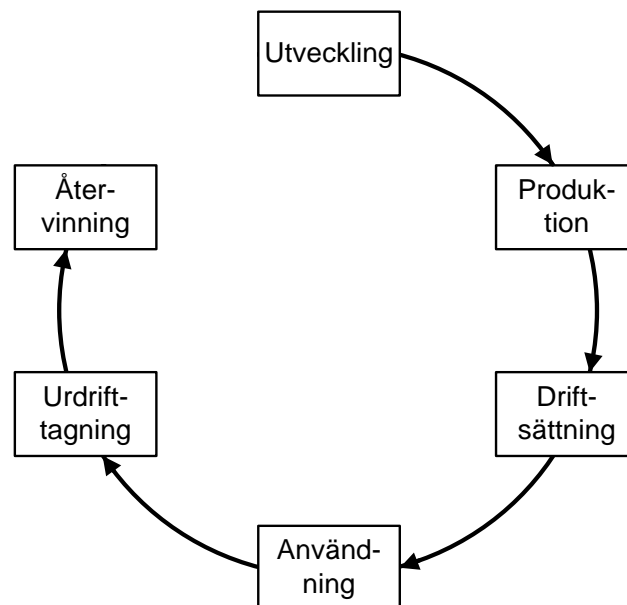
Nästa kapitel kommer att handla om hur modellen överförs till en arbetsprocess. Grundtanken är att det mesta av arbetet på en abstraktionsnivå sker främst under en avgränsad del av utvecklingsarbetet.

5 ACD³-processens uppbyggnad

Fokus här ligger på själva strukturen i tre dimensioner för ACD³-processen, vilken bygger på designnivåerna, problemlösningsprocessen och designperspektiven. Kapitlet inleds med en genomgång av de olika stadierna i livscykeln för en maskin, för att sedan gå in på processens olika faser.

5.1 Grundläggande struktur

Föregående kapitel har i mycket fokuserat på själva utvecklingen av maskinen, men blicken behöver lyftas för att se en maskin över hela dess livstid. Livscykeln beskriver alla stadier en maskin passerar igenom, från idé till slutlig återvinning. Den specifika uppdelningen av och beteckningarna på de olika stadierna i livscykeln varierar något från industri till industri. I figur 5.1 presenteras en ofta använd generell bild av livscykeln för en maskin.



Figur 5.1 Blockschema över livscykeln för en maskin

De olika stadierna i livscykeln för en maskin är:

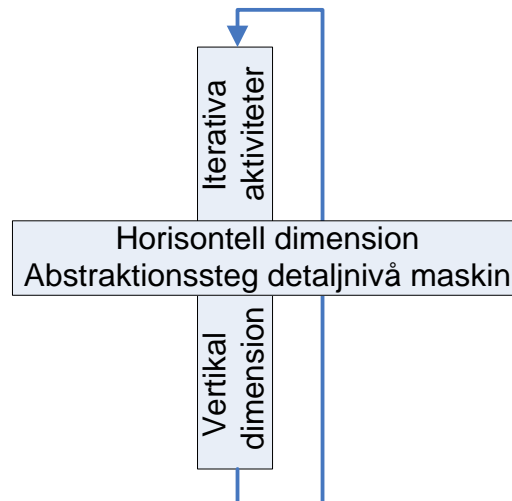
Utveckling	Här sker en transformation från problem och behov via idé till lösning, en lösning som är fullständigt definierad.
Produktion	När utvecklingen väl är klar vidtar produktionen av lösningen (maskinen). Antalet enheter som ska produceras kan variera från enstaka enheter till massproduktion.
Driftsättning	Maskinen installeras där den ska användas, vilket innefattar transport från tillverkare till användare via mellanled. Användaren lär sig själv att använda maskinen eller får utbildning.
Användning	Maskinen används och människa-maskinsystemet uppnår sitt mål. Under användningen behöver maskinen underhållas och repareras för att klara av att utföra sin del i systemet.
Urdrifttagning	Maskinen används eller behövs ej längre, eller dess tekniska/ekonomiska livslängd är passerad. Maskinen tas därmed ur drift.
Återvinning	När maskinen väl är tagen ur drift ska de ingående delarna demonteras och återvinnas eller förstöras.

Tabell 5.1 Livscykelbeskrivning för tre maskiner: fogsvens, mobiltelefon och kontrollrum

Fas i livscykeln	Fogsvens	Mobiltelefon	Kontrollrum värmekraftverk
Utveckling	Utveckla en ny typ av fogsvens	Utveckla en ny typ av mobiltelefon	Utveckla ett nytt kontrollrum
Produktion	Massproduktion	Massproduktion	Montera ett exemplar hos leverantören
Driftsättning	Köpa i affären, packa upp och placera bland de andra verktygen	Köpa i affären, packa upp och lära sig att använda	Inmontering i kraftverk, testkörning och utbildning av operatörer
Användning	Såga brädor	Kommunicera	Styra och övervaka produktion av värme
Urdrifttagning	Flytta från de andra verktygen	Flytta information till ny telefon, lämna in gammal telefon i affären	Montera ned kontrollrummet
Återvinning	Separering av detaljer och åter till råvara	Separering av detaljer och åter till råvara	Separering av detaljer och åter till råvara

I tabell 5.1 ges exempel på livscykeln för tre maskiner med ökad komplexitet vad gäller teknik och användning. Även om maskinerna är olika, så är samma faser i livscykeln generellt relevanta att beskriva dem med. Generaliserbarheten här ger grunden för de olika faserna i ACD³-processen.

Utvecklingsfasen behöver nu beskrivas mer utförligt för att klargöra maskinens framväxt, alltså när precisionsgraden och specificeringsgraden på lösningen (maskinen) successivt ökar. Resonemangen i avsnitt 3.5 tydliggjorde nödvändigheten med avstämningpunkter för iteration och att den successiva framväxten gör det enklare att testa av lösningar under processen. De behöver vara testbara i sin abstraktionsnivå, vilket gör det lättare att ha en iterativitet i utvecklingsarbetet.



Figur 5.2 De två dimensionerna för en utvecklingsprocess

Synsättet med avstämningpunkter för iteration gör att en utvecklingsprocess behöver en tvådimensionell struktur, där det finns en horisontell dimension som delar upp processen i avstämningpunkterna (designnivåer, dvs abstraktionssteg på detaljnivån i beskrivningen av maskinen) och en vertikal dimension som beskriver den iteration som sker kring avstämningpunkterna (figur 5.2). Förfarandet att dela upp en utvecklingsprocess i två dimensioner är ingen ny idé, utan har bland annat föreslagits av Hall (1962) för att på så sätt kunna hantera komplexa system.

5.2 Horisontell dimension

En utvecklingsprocess behöver alltså delas upp i ett antal faser för att förtydliga transformationen från identifiering av problem eller behov, till en maskin klar för användning. Dessutom tydliggör en uppdelning i faser var i processen avstämningpunkter finns. Exempel på olika sätt att beskriva denna process finns dokumenterat i Johannesson et al. (2013), Ullman (2010), respektive Ulrich och Eppinger (2011), se avsnitt 2.2, sidan 19. Utvecklingsprocessen som presenteras här är inspirerad av de här processmodellerna och tar sin utgångspunkt i de abstraktionsnivåer som presenteras i kapitel 4.

ACD³-processen är uppdelad i tre huvudfaser. Den första är arbetet med att förstå problemet och behoven för maskinen (behovsidentifiering). Den andra är arbetet med att ta fram hur maskinen ska uppföra sig sett ur användarens perspektiv (utformning). Den tredje är arbetet med hur maskinen internt ska se ut och fungera (konstruktion). Utformningen har sedan i sin tur delats upp i tre faser för att tydligt visa på den successiva framväxten av maskinen. Indelningen är gjord utifrån abstraktionsnivåer för designen av maskinen. Nedan följer en mer utförlig förklaring av varje fas. Tabell 5.2 visar de valda processfaserna med fokus och system att beakta.

Tabell 5.2 Processfaserna med respektive designnivå och kravnivå

Processfas	Designnivå	Kravnivå
Behovsidentifiering	Effekt	Behov
Användningsutformning	Användning	Användningskrav
Övergripande utformning	Arkitektur	Maskinkrav
Detaljerad utformning	Interaktion	Delsystemkrav
Konstruktion	Element	Tillverkningskrav

Behovsidentifiering

Syftet med den första fasen i ACD³-processen är att undersöka hur omgivningen inverkar på den kommande lösningen och hur lösningen ska påverka omgivningen, samt vad användaren har för behov och värderar i lösningen. Målet är att utforma den effekt som lösningen ska ha på det sociotekniska systemet och välja princip för användningen, det vill säga att sätta ramverket och basen för det kommande utvecklingsarbetet.

Fokus är på de effekter som användaren vill uppnå och de problem användaren har för att nå dem, så att arbetet blir användarcentrerat. System att beakta är det sociotekniska systemet med ett speciellt fokus på lösningens användare (med användare avses här både de som direkt använder lösningen och de som får nytta av dess effekter). Beträktningsvyn under behovsidentifieringen är följaktligen omgivningen betraktad från den maskin som ska utvecklas. Designarbetet resulterar här främst i en beskrivning av den effekt som maskinen har för avsikt att uppnå i sin omgivning och kravsättningen ger de behov som människa-maskinsystemet i nästa fas förväntas uppfylla.

Användningsutformning

Syftet med andra fasen är att undersöka vilken användning som uppfyller behoven och ger avsedda effekter, samt att undersöka vilka övergripande (tekniska) lösningar som uppfyller användningen. Målet är att utforma användningen och välja teknisk lösningsprincip, det vill säga att sätta de yttre ramarna för maskinens utformning.

Fokus är på användningen, så att arbetet blir användningscentrerat och systemet att beakta är människa-maskinsystemet som helhet. Beträktningsvyn under användningsutformningen är människa-maskinsystemet betraktat från omgivningen. Designarbetet resulterar i en beskrivning av användningen av maskinen och kravsättningen ger krav från användningen för att nå systemmålen (och effekterna).

Övergripande utformning

Syftet med den tredje fasen i ACD³-processen är att undersöka vilken teknisk uppbyggnad av maskinen som ger avsedda effekter samt att undersöka hur samspelet mellan människan och maskinen bör ske. Målet är att utforma teknisk arkitektur och välja princip för interaktion, estetik och form, det vill säga att sätta ramar för teknisk konstruktion.

Fokus är på den tekniska arkitekturen, så att arbetet blir teknikcentrerat. Systemet som behöver beaktas är maskinen som helhet och betraktningssyn blir maskinen betraktad från sin omgivning. Designarbetet resulterar i en beskrivning av den tekniska arkitekturen (maskinens uppbyggnad i delar) som uppfyller användningen från föregående fas och kravsättningen resulterar i de krav som maskinen måste uppfylla för att medge den avsedda användningen.

Detaljerad utformning

Syftet med den fjärde fasen är att undersöka hur maskinen i detalj ska uppföra sig gentemot användaren och gentemot andra delar i det sociotekniska systemet, samt att undersöka hur maskinens delsystem ska fungera tillsammans. Målet är att utforma maskinens samspel med användaren och omgivningen och att välja principer för detaljkonstruktionen, det vill säga att ta fram ett underlag för konstruktionen.

Fokus är följaktligen maskinens utsida och arbetet blir därför interaktionscentrerat. Systemet att beakta är maskinens externa struktur och betraktningssyn blir då maskinen uppdelad i delsystem, betraktad från omgivningen. Designarbetet resulterar i en beskrivning av användargränssnitt och fysisk form för maskinen och kravsättningen ger krav på maskinens olika delar, för att de ska fungera i interaktionen och i den tekniska helheten.

Konstruktion

Syftet med den femte fasen i ACD³-processen är att undersöka hur maskinens delsystem bör vara konstruerade i detalj och hur maskinen ska produceras. Målet är att utforma maskinens tekniska element (delsystem) och att välja princip för produktion, det vill säga att ta fram ett underlag för produktionen.

Fokus är på maskinens insida och systemet att beakta här är maskinens alla inre delsystem. Betraktningssyn blir följaktligen maskinen uppdelad i sina minsta beståndsdelar. Designarbetet resulterar både i en fullständig teknisk konstruktion och i produktionsunderlag i form av ritningar, detaljlistor, monteringsanvisningar etc.

Under konstruktionen testas också flera prototyper samt hela maskinen och dess enskilda delar för att säkerställa korrekt utformning och funktion. Ofta krävs större eller mindre modifikationer. Konstruktionen kan i sin tur delas upp i layoutkonstruktion, detaljkonstruktion, prototypprovning och produktionsanpassning (Johannesson et al., 2013). Den uppdelningen beskrivs ej vidare här.

Produktion och driftsättning

I ACD³-processen tas också produktionen och driftsättningen med, eftersom sekundära användare är involverade i tillverkningen och installationen. Vidare ska de primära användarna utbildas och användningen startas upp under driftsättningen. Produktionen och driftsättningen räknas normalt inte till utvecklingsprocessen, men det beror på bransch och företag. De har tagits med här för att lyfta fram ett helhetsperspektiv.

Summering horisontell dimension

Den horisontella dimensionen för ACD³-processen delas alltså upp i sju faser: (1) behovsidentifiering, (2) användningsutformning, (3) övergripande utformning, (4) detaljerad utformning, (5) konstruktion, (6) produktion och (7) driftsättning.

Tabell 5.3 Beskrivning av ACD³-processens faser för tre maskiner: fogsvans, mobiltelefon och kontrollrum

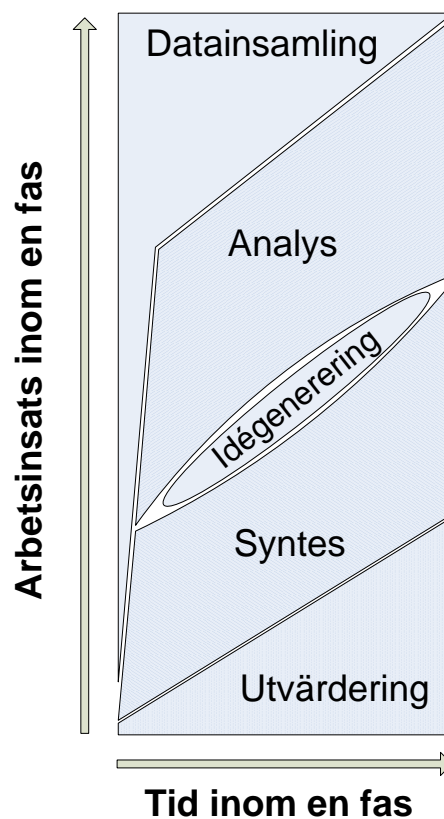
Faserna i ACD³-processen	Fogsvans	Mobiltelefon	Kontrollrum värmekraftverk
Behovs-identifiering	Det har utvecklats ett nytt material som gör det lättare att såga. Undersöka användarnas behov.	Företaget behöver en ny telefon för att möta konkurrenternas modeller. Undersöka användarnas behov.	Kommunen ska börja med fjärrvärme och behöver ett nytt kraftverk. Undersöka användarnas behov.
Användnings-utformning	Bestämna vad den nya sågen ska kunna såga i och vilka som ska vara användarna.	Bestämna användargrupp för telefonen, vilken funktionalitet som ska vara med och vilka uppgifter som ska kunna utföras.	Bestämna vad kontrollrummet ska lösa för uppgifter. Bestämna automationsnivå för kontrollsystemet.
Övergripande utformning	Bestämna teknik för sågen, vilka delar den ska bestå av och material.	Välja grundläggande form, interaktion och material.	Bestämna kontrollrummets organisation, bemanning och grundläggande interaktion.
Detaljerad utformning	Bestämna sågens slutliga utformning.	Bestämna telefonens form och användargränssnittets utseende i detalj.	Bestämna fysisk layout och skärmbildernas utseende i detalj.
Konstruktion	Lösa mekaniska problem. Ta fram produktionsunderlag.	Konstruera elektronik och programmera mjukvaran. Ta fram produktionsunderlag.	Konstruera inredningen, rita elschema och programmera styrsystemet. Ta fram produktionsunderlag.
Produktion	Tillverkning av blad och handtag och ihopmontering.	Inköp av komponenter, tillverkning av hölje. slutmontering.	Inköp av komponenter och testning i egen fabrik.
Driftsättning	Köpa i affären, packa upp och placera bland de andra verktygen.	Köpa i affären, packa upp och lära sig att använda.	Inmontering i kraftverk, testkörning och utbildning av operatörer.

Tabell 5.3 ger exempel på aktiviteter som kan ske i de olika faserna för maskiner med olika komplexitet. Precis som i tabell 4.2, så är samma grundläggande beskrivning relevant att använda för utvecklingsarbetet. Tanken med ACD³-processen är att den ska gå att applicera oberoende av storlek och komplexitet hos den produkt eller tekniskt system som utvecklas.

5.3 Vertikal dimension

I varje fas, de horisontella delarna av en utvecklingsprocess, behövs en vertikal struktur för det iterativa arbetet. ACD³-processen utgår ifrån den problemlösningsprocess i sju olika aktiviteter (planering, datainsamling, analys, idégenerering, syntes, utvärdering och dokumentering), vilka beskrivs i avsnitt 3.6. Problemlösningsprocessen är av flera skäl lämplig för den vertikala strukturen hos ACD³-processen.

Utvecklingsarbete innehåller mycket problemlösning, där det i varje fas är nya problem som behöver lösas, vilket gör att de sju aktiviteterna är passande som beskrivning. Strukturen lyfter fram analys och syntes, vilka också är viktiga designaktiviteter, med idégenereringen som överbryggare dem emellan. Strukturen har också med både förarbete (planering) och efterarbete (dokumentering), vilka är betydelsefulla för att utvecklingsarbetet behöver ett genomtänkt tillvägagångssätt och att designbesluten sammanställs för kommande utvecklingsarbete. Slutligen innehåller strukturen utvärdering och iterativitet, vilka är efterfrågade i det användningscentrerade utvecklingsarbetet.



Figur 5.3 Överlapp mellan de iterativa aktiviteterna i tid i ett varv på iterationen

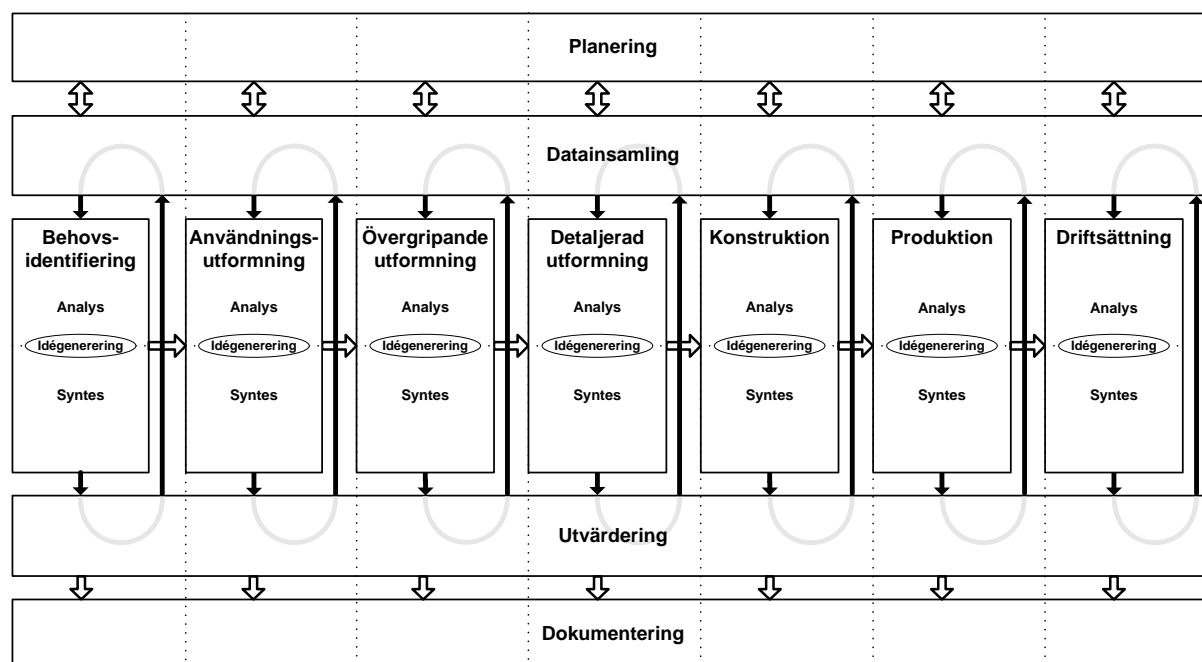
I verkligheten är inte heller de aktiviteterna i problemlösningsprocessen så strikt uppdelade som tabell 5.3 anger, utan datainsamlingen, analysen, idégenereringen, syntesen och utvärderingen sker mer parallellt inom en fas i ACD³-processen. Figur 5.3 visar hur de olika aktiviteterna överlappar varandra och arbetar parallellt. I början av fasen sker mycket datainsamling; utvärderingen sker mest i slutet av fasen.

5.4 Tvådimensionell modell

När de sju faserna från ACD³-processens horisontella struktur kombineras med de iterativa aktiviteterna i den vertikala strukturen, skapas en arbetsprocess med elva block för utvecklingsarbetet (figur 5.4). ACD³-processen utgår alltså ifrån befintliga processer, men kombinerar ihop dem och har huvudfokus på hur maskinen ska utformas för att bli anpassad till användarna och användningen.

Aktiviteter i ACD³-processen

Det finns fyra kontinuerliga aktiviteter som pågår under hela processen: planering, datainsamling, utvärdering och dokumentering. Datainsamling och utvärdering har placerats här för att betona att datainsamling och utvärdering (främst med användare och mot användningen) berörs i var och en av delarna, alltså kontinuerligt under processen i större eller mindre grad. Var och en av de sju sekventiella faserna består sedan av aktiviteterna: analys, idégenerering och syntes, vilka är mer specifika för respektive fas.

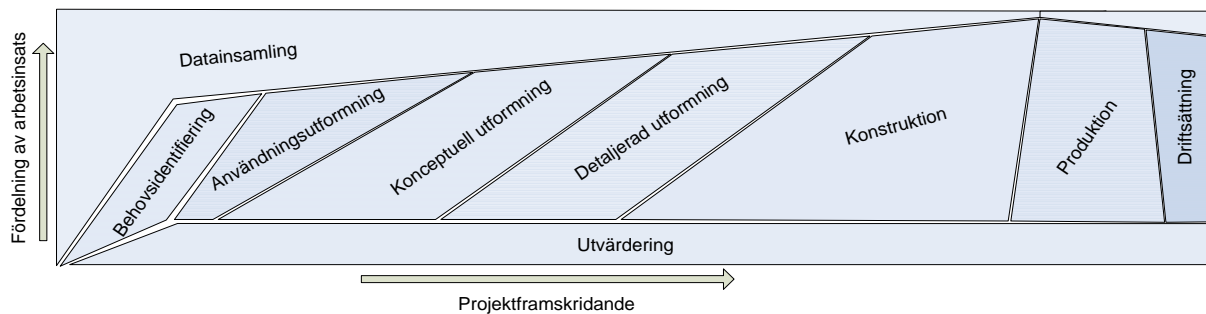


Figur 5.4 Process för utvecklingsarbetet (kvadratisk form)

Innehållet i var och en av de sju faserna i processen kan alltså beskrivas enligt modellen för iterativt arbete. Först sker en planering av vad som ska ske i fasen (planeringen anpassas sedan kontinuerligt under hela utvecklingsprocessen). Datainsamling innebär att aktuell information samlas in från omvärlden. Analys innebär att det insamlade materialet bearbetas för att skapa en förståelse. Under syntesen skapas något nytt med utgångspunkt från analysen. Mellan analys och syntes verkar idégenereringen där de bärande förslagen tas fram. Därefter utvärderas det som skapats och slutligen dokumenteras hela arbetet (bättre är om detta sker kontinuerligt). Iterationen inom varje enskild fas fortskrider tills utvärderingen visar att resultatet är tillfredsställande och steget därmed anses avslutat.

Fördelning av arbetsinsats inom ACD³-processen

Även om de olika faserna i processen ser ut att vara strikt sekventiellt uppdelade ska givetvis utvecklingsarbetet ske kontinuerligt och parallellt. Figur 5.5 visar exempel på hur arbetet kan fördelas tidsmässigt mellan de olika blocken under ett utvecklingsprojekt. Även inom de sju sekventiella faserna sker arbetet ofta parallellt, jämför med figur 5.3 som visar att analys, idégenerering och syntes i viss mån kan ske samtidigt.



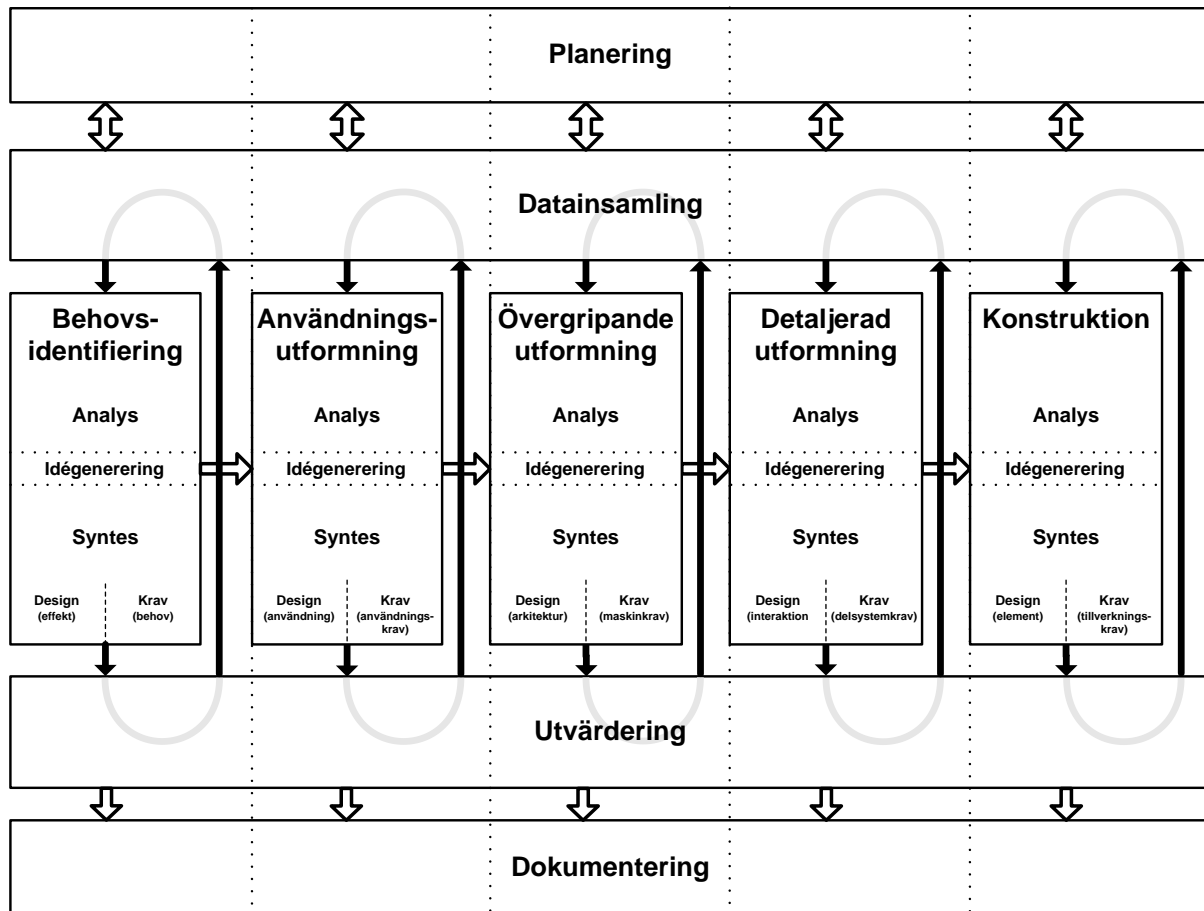
Figur 5.5 Exempel på fördelning av arbetsinsatsen under ett utvecklingsprojekt

Det kan ses som lite märkligt att en struktur för utvecklingsarbete genererar ett sådant komplicerat mönster med parallellitet och iterativitet i flera dimensioner, men utvecklingsarbete har detta i sin natur. Aktiviteter behöver ofta pågå samtidigt och lösningar testas och förfinas successivt. ACD³-processen har därför sin struktur för att kunna följa detta och inte behöva kämpa emot karaktäristiken för utvecklingsarbetet. Avsikten med ACD³-processen är att den ska fungera som en sorts skelett för alla aktiviteter, där resultaten kan hängas på, men inte i detalj styra hur aktiviteterna i utvecklingsarbetet ska utföras.

För att utvecklingsarbetet ska kunna vara hanterbart och nå sitt mål behöver det stödjas av ytterligare strukturer, teorier, metoder och verktyg för att skapa en heltäckande och summerande bild av vad som bör göras och hur det ska utföras. En sådan bild är viktig för att kunna styra utvecklingsarbetet och uppnå ett gemensamt synsätt. Ett gemensamt synsätt är också viktigt för att fånga helheten och för att inte missa något viktigt. Kapitlet kommer nu att fortsätta med att beskriva integreringen av nivåer av design och krav i processen, vilket är en struktur för att beskriva maskinens successiva framväxt.

5.5 Inre struktur

ACD³-processen har också en inre struktur som bygger på abstraktionsnivåerna och designperspektiven. Figur 5.6 visar hur designnivåerna och kravnivåerna i utvecklingsarbetet skapar en inre struktur för ACD³-processens fem första faser. Syntesaktiviteten i varje fas av utvecklingsprocessen är alltså kravsättningen och designarbetet, vilka resulterar i kraven och designen.

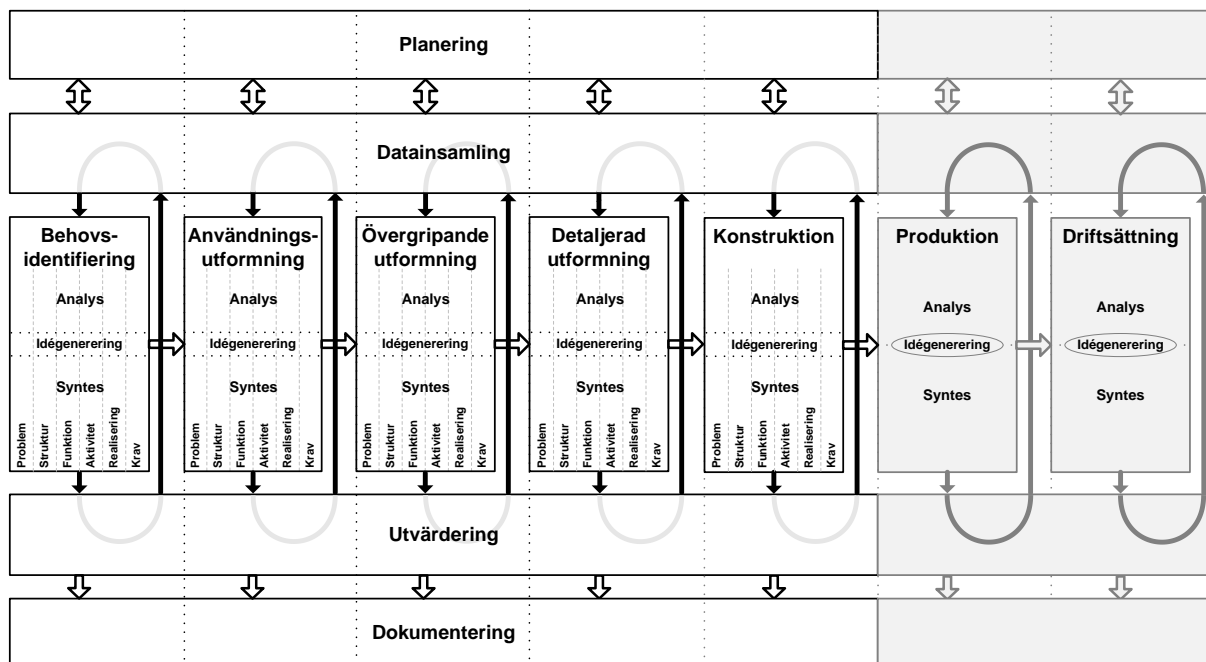


Figur 5.6 Kravnivåer och designnivåer i ACD³-processens första fem faser

Figur 5.7 visar hur processmodellen blir när designperspektiven i de fem första faserna har inkluderats. Även om designvariablerna (i designperspektiven) ser ut att vara jämnt fördelade över processen beror deras tyngd och omfattning på det specifika utvecklingsprojektet. Ofta kan det vara så att arbetets tyngd ligger på problem och struktur i början av utvecklingsarbetet (behovsidentifiering och användningsutformning). Sedan glider arbetets tyngd mer mot funktionen i mitten (användningsutformning, övergripande och detaljerad utformning), medan det mest omfattande arbetet i slutet av projektet är riktat mot aktivitet och realisering (detaljerad utformning och konstruktion). De andra designvariablerna är inte mindre viktiga, men de kräver mindre insats för att besvaras.

En annan relevant reflektion berör vad som kan designas i ett projekt och vad som är bestämt i förväg. I ett mycket styrt projekt eller i ett litet projekt kan många av designvariablerna redan vara bestämda i förväg, exempelvis om ett användargränssnitt ska omdesignas med samma styrningsmöjligheter och information som tidigare. Arbetet i de inledande faserna i ACD³-processen blir då mer att klarlägga och säkerställa att informationen finns, så att design-besluten kan fattas på en bra och tillräcklig grund under den detaljerade utformningen. Avsnitt 1.5, sidan 8 visar exempel på hur ACD³-processen gestaltas för olika typer av projekt. Sammantaget för den inre strukturen går det att säga att designvariablerna används för att uppfylla kraven och målen, där riktlinjerna används som stöd. Designvariablerna och deras

bestämda värden inkluderas i designspecifikationer (kapitel 10) för respektive fas i utvecklingsprocessen. Krav dokumenteras på samma sätt i kravspecifikationer (kapitel 10).



Figur 5.7 Den inre strukturen för ACD³-processens fem första delar

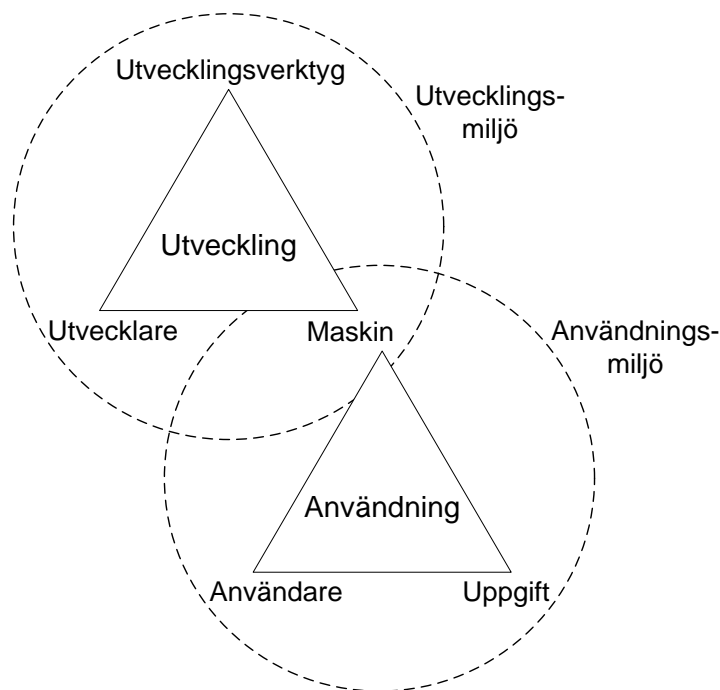
En aktivitet som också förekommer i varje fas är utvärdering mot designspecifikationer och kravspecifikationer. En utvärdering av maskinen mot en kravspecifikation benämns verifiering, medan en utvärdering mot en designspecifikation benämns testning. (Validering är den testning som sker mot effekterna). Vidare kan en designspecifikation verifieras mot en kravspecifikation på samma sätt som mot en färdig maskin. Mer om utvärderingar finns i kapitel 9 (Utvärdering). Utvärdering med användare bör också ske under varje fas och det kommer att beskrivas mer i beskrivningen av respektive fas.

6 Relationer i utvecklingsarbete

I utvecklingsarbetet finns det många relationer att beakta. Här kommer några av de viktigaste för HFE-aktiviteterna att beröras. Först omnämns relationen mellan utvecklare och användare, därefter relationen mellan marknadsfunktion och utvecklingsfunktion. Avslutningsvis behandlas relationen mellan HFE-aktiviteter och andra discipliner i utvecklingsarbetet.

6.1 Relationen utvecklare och användare

Den mest centrala relationen i en utvecklingsprocess är den mellan utvecklaren och användaren. Utvecklarens roll är att utveckla en maskin som användaren ska använda. Syftet med boken är att beskriva ett arbetssätt för utvecklaren, som främjar att användaren kan och vill använda den maskin som tas fram. Relationen användare-utvecklare kan beskrivas utifrån aktivitetsteori (figur 6.1). (Mer om aktivitetsteori, se kapitel 20.2, sidan 204.)



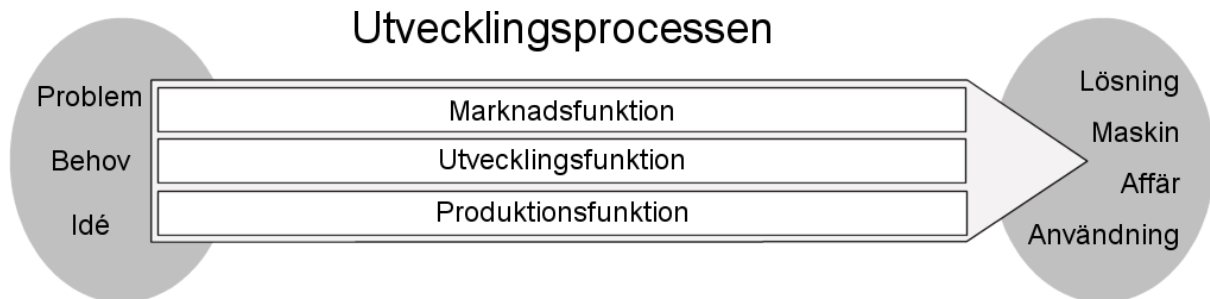
Figur 6.1 Relationen användare och utvecklare, från Engelbrektsson (2004)

Engelbrektsson (2004) skriver att utveckling kan betraktas som en aktivitet där utvecklare (subjekt) använder sig av en utvecklingsmetod (mediator) för att skapa maskinen (objekt). Placeras sedan aktiviteten användning och aktiviteten utveckling tillsammans, blir det tydligt att den sammanfogande faktorn blir maskinen (figur 6.1). Det intressanta är att maskinens roll är olika i de båda aktiviteterna, objekt för utvecklaren och mediator för användaren.

Engelbrektsson (2004) argumenterade vidare att en anledning till att artefakter utvecklas som inte är anpassade till användaren, är att utvecklaren ser artefakten som ett mål, medan användaren ser artefakten som ett medel. De olika synsätten leder till ett glapp mellan maskinen som utvecklas och maskinen som användaren behöver. För att överbrygga glappet behöver utvecklarna få förståelse för användarnas syn på maskinen som en mediator för att kunna lösa uppgiften. Utvecklarna behöver därför komma i direktkontakt med användarna och användningen. De måste alltså både observera och intervjua användarna och om möjligt själva använda maskinen i dess användningsmiljö. För att uppnå direktkontakten är det ytterst viktigt att utvecklaren personligen är i kontakt med användaren och att informationen inte filtreras genom marknadsavdelningar etc.

6.2 Relationen utvecklingsfunktion och marknadsfunktion

Utvecklingsarbetet involverar ofta många delar i företaget: främst marknad, teknisk utveckling och produktion (figur 6.2). De här verksamheterna bör arbeta parallellt och integrerat för att god kvalitet ska uppnås på maskinen. Hur denna integrering utförs kommer dock inte att tas upp här, men det finns en relation mellan marknad/försäljning och teknisk utveckling som är central för HFE-aktiviteter.



Figur 6.2 Integrerad och parallell utveckling

Uppgiften för marknadsfunktionen är, förenklat beskrivit, att undersöka och påverka vad konsumenter/inköpare vill köpa, medan uppgiften för försäljningsfunktionen är att direkt påverka konsumenter/inköpare och att praktiskt genomföra affären. Både marknad och försäljning har då en naturlig koppling till användarna i de fall det är samma personer som är konsumenter/inköpare. Men det finns också många tillfällen då användaren och konsumenten är helt olika personer, med helt skilda behov och krav.

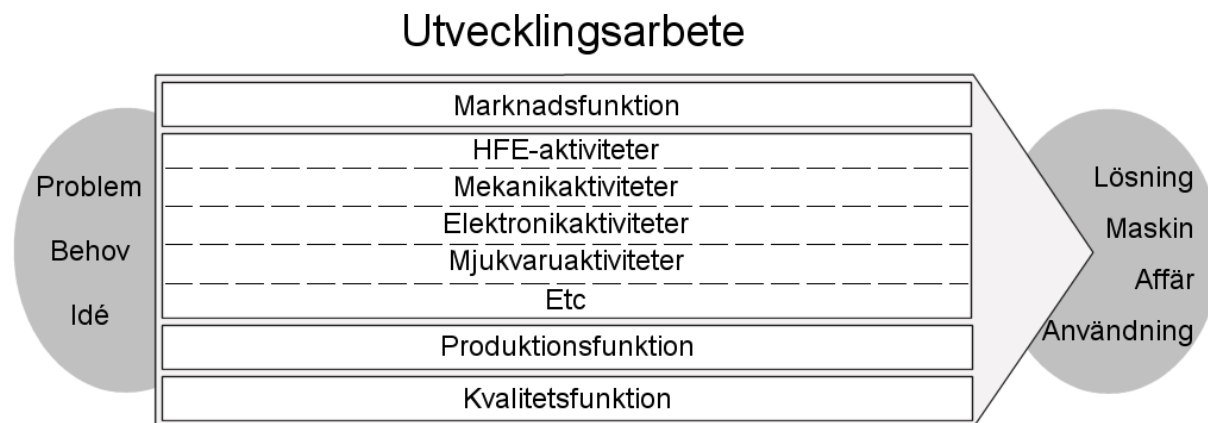
Vissa företag har en organisation och/eller kultur som föreskriver att det är marknadsfunktionen och försäljningsfunktionen som ska ha all kontakt med kunder och användare, medan uppgiften för teknisk utveckling bara är att framställa det som marknad/försäljning vill sälja. Målet för marknadsfunktionens studier är då att avgöra vad konsumenten/inköparen är villig att köpa in och betala för, medan målet för utvecklingsfunktionens studier är att avgöra vilka användarens behov är och vilka krav som finns på maskinen. Denna uppdelning leder ofta till marknadsundersökningar och konkurrentjämförelser som inte inkluderar tillräcklig information till teknisk utveckling om marknaden. För att i utvecklingsprocessen uppnå bra samspel mellan människa och maskin är det synsättet inte framgångsrikt, då den information som marknadssidan använder inte blir tillräcklig för HFE-aktiviteterna.

I organisationen är det viktigt att tydliggöra de två olika syftena för kontakterna med användarna och klargöra att båda behövs och kompletterar varandra. Bra samarbete mellan marknadsfunktionen och utvecklingsfunktionen är nödvändigt för att undvika revirtänkande, alltså suboptimering mot interna fördelar för funktionen, för att istället kunna dra nytta av varandras undersökningar och kompetenser.

Det finns viktiga skäl till att inte kombinera utförande av användarstudier med säljbesök, även om det generellt är bra med samarbete mellan marknadsfunktionen och utvecklingsfunktionen. Vid användarstudier ska inte användarna vara utsatta för några säljförsök, då det kan påverka deras idéer och synpunkter. Det är viktigt att man som utvecklare inte är ute efter att sälja något vid en användarstudie, utan att man bara är intresserad av vad användarna tycker för att i framtiden kunna göra bättre maskiner. Viktigt är att användaren känner sig trygg och att hon/han utan hinder kan kritisera företagets befintliga maskiner.

6.3 HFE-aktiviteternas relation i utvecklingsarbetet

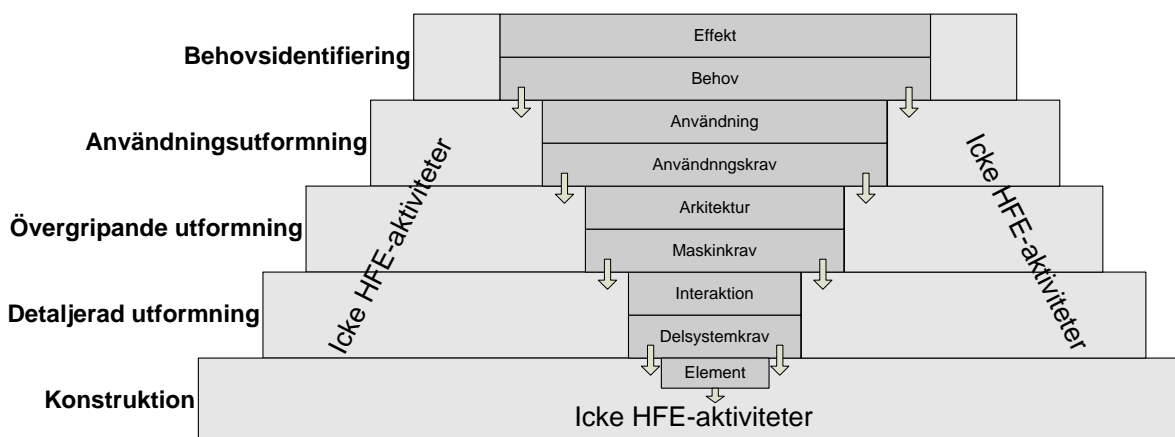
Inom utvecklingsarbetet finns också många parallella och interagerande discipliner som till exempel mekanik, elektronik, mjukvara, kvalitet och HFE-aktiviteter (figur 6.3). Fokus för boken ligger, som tidigare beskrivits, på de aktiviteter som är relaterade till samspillet mellan människan och maskinen. Integreringen mellan HFE-aktiviteterna och de övriga disciplinerna i utvecklingsarbetet, är av största vikt för att garantera framgång i projektet.



Figur 6.3 Parallella och interagerande discipliner i utvecklingsarbetet

HFE-aktiviteterna i utvecklingsprocessen är både kravställande och designande på en övergripande nivå, men däremot ställs inga krav eller görs ingen design med avseende på detaljer som material, elektronik, mekanik, programmering etc för maskinen. HFE-aktiviteterna kan i detta avseende jämföras med kvalitets-, ekonomi- och miljöarbetet, vilka fokuserar på att ställa krav och sedan utvärdera maskinen som är under konstruktion.

Under ett utvecklingsarbete är alltså målet för HFE-aktiviteter att förse de andra disciplinerna med styrning i form av krav och design. Styrningen görs genom att krav och design överlämnas för att uppfyllas av andra discipliner i utvecklingsprocessen (figur 6.4). Bilden visar också tydligt att de delar av en utvecklingsprocess som HFE-aktiviteterna är mest involverade i och ansvariga för, inträffar i början. Ju längre arbetet fortskrider, desto mer ökar de andra disciplinernas involvering. Största andelen i utvecklingsprocessen har HFE-aktiviteterna i behovsidentifieringen, vilken sedan ligger till grund för hela utvecklingsarbetet.



Figur 6.4 Fördelning mellan HFE-aktiviteter och de övriga disciplinerna i en utvecklingsprocess

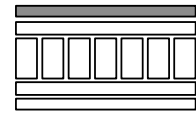
Det kommer alltså att finnas krav- och designbeslut som andra discipliner kommer att arbeta mer aktivt med och där HFE-aktiviteterna snarare har en utvärderande roll. Vissa av de behov/krav som har behandlats i en fas, kommer då inte att finnas med i en design- eller i en kravspecifikation i nästa fas inom ansvarsramarna för HFE-aktiviteterna, utan andra

discipliner jobbar vidare för att uppfylla dem. Ett exempel på detta är att maskinsystemkraven ofta innehåller krav på ljudnivå och ytemperatur för maskinen. Kraven är framtagna som en del i HFE-aktiviteterna, men det är mekanisk design och elektrisk design som har till uppgift att ta fram lösningar som uppfyller kraven.

En förutsättning för detta integrerade arbete i en utvecklingsprocess är att de olika disciplinerna är synkroniserade och att det finns klara rutiner för överlämning av krav och design från HFE-aktiviteter. Det bör lösas genom att det finns en övergripande projektplanering, där alla discipliner är integrerade och kopplingarna mellan disciplinerna är klargjorda. En möjlighet är att ha möten där kravpoolen (de samlade kraven i en fas) och fattade designbeslut går igenom gemensamt av alla discipliner, för att se om vissa krav berör flera områden och därefter dela upp kraven mellan disciplinerna. Designbesluten behöver också kommuniceras under dessa möten för att ge en bakgrund till kravsättningen, så att det är tydligt varför varje krav finns.

Del 2 – ACD³-processens delar detaljerat

Detaljerad genomgång av ACD³-processens delar samt passande metoder för varje del.



7 Planering

I kapitel 7 – 17 kommer de elva blocken i ACD³-processen att presenteras mer i detalj. Den aktivitet som är placerad högst upp i beskrivningen av ACD³-processen är planering och kommer därför att tas upp först. Planeringsarbetet för HFE-aktiviteter i en utvecklingsprocess ska utföras tidigt i förhållande till det övergripande projektet, eftersom resultaten från de tidiga delarna av processen ligger till grund för de övriga aktiviteterna. Planeringen fortsätter och korrigeras och ändras successivt under hela utvecklingsprocessen, baserat på hur arbetet framskrider.

7.1 Klargöra syfte, mål och resurser

Först måste syftet och målet med utvecklingsprocessen klargöras. De kan vara mer eller mindre bestämda och ligga på varierande nivåer, men det är viktigt att de inblandade parterna är överens om vad som gäller. Syftet och målet kan ändras under resans gång beroende på vad som framkommer. I de fall syftet och målet ändras är det väsentligt att de involverade personerna i projektet blir informerade och även blir överens om förändringen. Det är också viktigt att belysa vilka resurser som finns för hela utvecklingsarbetet och även vad som gäller för HFE-aktiviteterna. Som alltid måste balans råda mellan alla aktiviteter i ett projekt och de rätta prioriteringarna måste kunna göras.

7.2 Skapa en HFE-grupp

För att arbetet ska bli effektivt, bör varje utvecklingsprojekt ha en human factors engineering-grupp (HFE-grupp), som utgörs av en mindre grupp från själva projektorganisationen. HFE-gruppens ansvar är att planera och driva arbetet kring samspelet mellan människa och maskin i projektet. Förutom personer med kunskap inom ergonomi och human factors bör det även ingå personer i gruppen som arbetar med maskinen på systemnivå, såsom projektledare, produktchef (marknadssidan) och systemingenjör. Lagom storlek på gruppen är 4-10 personer. Även användare kan ingå i gruppen eller vara representerande i en speciell användargrupp.

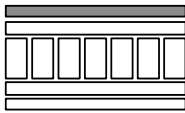
Då mycket av maskinens funktion och utseende ligger inom gruppens arbete är det viktigt att gruppen har befogenhet att bestämma över de här delarna. HFE-gruppen bör alltså jobba nära projektledningen och marknadssidan för att möjliggöra en effektiv beslutsgång. Projektledarens medverkan i HFE-gruppen medför också att synpunkter och aspekter om människa-maskininteraktion lättare når de övriga grupperna i det övergripande utvecklingsprojektet.

7.3 Övergripande planering

HFE-gruppens första uppgift är att medverka vid den övergripande planeringen av utvecklingsprojektet, så att HFE-aktiviteterna får bra möjlighet att verka i kravsättning och designarbete. Därefter görs en planering av HFE-aktiviteter, en sk människa-maskinplan (*human factors engineering plan*). Planering sker när ramarna är satta för hela det övergripande utvecklingsprojektet. Insatserna i HFE-aktiviteterna anpassas till det stora projektet när det gäller behov, tid, omfattning och resurser. Men HFE-aktiviteterna är också input till projektplanen som helhet, så planeringen är alltid iterativ.

Det som initialt ska fastställas i planeringen av utvecklingsprocessen då det gäller HFE-aktiviteterna är:

- när i utvecklingsprocessen aktiviteterna genomförs (deadlines)
- andra aktiviteter i processen som relaterar till HFE-aktiviteterna
- tiden som finns till förfogande



- tillgängliga deltagare
- tid som deltagarna har till förfogande
- resurser, ekonomiska förutsättningar och utrustning
- HFE-gruppmedlemmarnas kunskap och erfarenhet (domänkunskap, teoribas och metodkunnande)

Resultatet av planeringen inom gruppen dokumenteras i en plan. Planen ska beskriva arbetet som ska utföras, vem som ska göra vad, vem som granskar och när arbetet ska vara klart. Utformningen av själva planen kan variera, men den ska utformas på samma sätt som övriga planer i det övergripande projektet. Planen är ett levande dokument, som ska uppdateras hela tiden under projektets gång. När utvecklingsarbetet är klart, utgör planen en dokumenterad beskrivning över hur utvecklingen av maskinen har gått till, sett ur ett människa-maskin-perspektiv.

7.4 Involvering av användarna

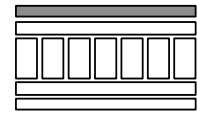
En viktig aspekt att behandla i den initiala planeringen är strategin för involvering av användarna. Användarnas behov, krav och synpunkter är grunden för mycket av arbetet inom HFE-gruppen. Användarna kan ofta också komma med praktiska förslag på hur olika delar bör vara utformade, vilket är värdefullt. De kan involveras på många olika sätt, både vad det gäller datainsamling och utvärdering, vilket kommer att tas upp längre fram. Att kontinuerligt ha med användare i HFE-gruppen som informationskälla kan vara både bra och mindre bra. Fördelen med att ha med användare i gruppen gör att det går väldigt snabbt att få tillgång till kunskap som man själv inte besitter (till exempel vid olika analyser) och att få snabb återkoppling från syntesarbetet. Nackdelen är att användarna i gruppen inte alltid är representativa för hela användargruppen och en allt för stor involvering kan göra dem mer lojala mot projektet än mot användningen. En bra lösning på denna problematik är att nyttja vissa användare i HFE-gruppen eller i en speciell användargrupp, men dessutom att ha andra användare som utgör basen för datainsamling och utvärdering.

7.5 Samordning med övrigt utvecklingsarbete

Som beskrivits i kapitel 6 (Relationer i utvecklingsarbete) behöver HFE-aktiviteterna samordnas eller integreras med projekt som hanterar den tekniska utvecklingen. Ofta är det aktiviteterna som är relaterade till samspelet människa-maskin som ger indata till det övriga utvecklingsarbetet och därför måste planeras för att ligga steget före. I denna samordning är det centralt att även definiera överlämningspunkter mellan HFE-aktiviteterna och de andra delarna i utvecklingsarbetet. Naturliga punkter för detta är design- och kravspecifikationerna. Viktigt är att lämna över informationen på ett sådant sätt att den kan användas av personer utan kunskap inom ergonomi och human factors, dvs man måste alltså kunna tala ingenjörernas språk⁹ för att lyckas kommunicera i utvecklingsarbetet.

Ett praktiskt tips är att någon person kopplad till HFE-aktiviteterna ska delta på projektmötena som gäller hela utvecklingsprojektet, för att få på så sätt veta vad som är på gång i det tekniska utvecklingsarbetet och kunna föra en dialog med konstruktörerna. Är det ett så stort projekt att det är uppdelat i mindre grupper som hårdvarugrupp, mjukvarugrupp och mekanikgrupp, bör man sträva efter att också skapa en systemgrupp, där de som jobbar på systemnivå kan mötas. En systemgrupp kan, förutom de som arbetar med HFE-aktiviteter, utgöras av projektledare, systemingenjör, riskanalytiker med flera.

⁹ Jag (Lars-Ola) är utbildad elektroingenjör, vilket visade sig vara mycket värdefullt när jag jobbade som Usability Engineer på Breas Medical AB. Utbildningen gjorde att jag hade möjlighet att hänga med i mjukvaruutvecklarnas och hårdvaruutvecklarnas diskussioner och föra in aspekter om människa-maskin på arenan genom att prata samma språk.



7.6 Metoder

För att planera och beskriva aktiviteter i en utvecklingsprocess finns många mer eller mindre avancerade metoder. Tre stycken enkla men kraftfulla metoder är:

- Flödesschema
- Gantt-schema
- "Visuell plan"

Flödesschema

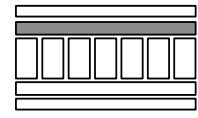
Ett flödesschema är en grafisk beskrivning av en process eller ett arbetssätt och den grafiska strukturen kan bestå av ovaler, rektanglar, romber etc. Innehållet i figurerna består ofta av instruktioner och villkor, och för att binda samman dem används pilar. När flödesschemat används för planering, innehåller rutorna de aktiviteter som ska utföras i processen, medan pilarna beskriver informationsflödet mellan aktiviteterna. Syftet med flödesschemat är främst att undersöka vilka aktiviteter som är beroende av varandra samt att visualisera informationsflödet.

Gantt-schema

Ett Gantt-schema är en form av flödesschema insatt i ett koordinatsystem, där x-axeln representerar tiden, medan y-axeln representerar aktiviteter i processen. I schemat visas när en aktivitet inträffar och hur lång tid den tar. Schemat kan också visa vilka aktiviteter som är beroende av varandra. Syftet med Gantt-scheman är främst att tidsplanera, eftersom de visar hur lång tid varje aktivitet tar.

"Visuell plan"

En visuell plan är ett schema insatt i ett koordinatsystem, där x-axeln är tiden, medan y-axeln är tillgängliga resurser i utvecklingsprojektet. I schemat visas vilken resurs som utför en aktivitet och när det sker. En visuell plan används främst för resursfördelningen.



8 Datainsamling

Den andra parallella och kontinuerliga aktiviteten i ACD³-processen är datainsamlingen. En kontinuerlig datainsamling är en av grundpelarna i processen. Insamlingen av data görs under hela utvecklingsarbetet för att det är näst intill omöjligt att tidigt i projektet veta vilken information som behöver samlas in. Informationsbehoven uppkommer successivt under processens framskridande.

Den främsta källan till information för HFE-aktiviteterna är studier av verkliga användare och användning, eftersom det är där som maskinen (som är under utveckling) hör hemma när den blir färdig. Utan kunskap om den kommande användningen är det svårt att konstruera maskinen rätt. Redan existerande kunskap, till exempel tidigare studier och standarder, är också av stor vikt för arbetet.

8.1 Datateori

Innan en teorifördjupning om data, är det på sin plats att tydliggöra skillnaden mellan data, information och kunskap. Data är otolkad fakta som erhålls vid studier eller som finns dokumenterad; där rådata betecknar data som ej har blivit behandlad på något sätt.

I utvecklingsarbetet finns både primär- och sekundärdata. Primärdata är insamlad under själva utvecklingsarbetet i syfte att stödja arbetet. Sekundärdata är insamlad av någon annan person utanför projektet och kan vara insamlad i annat syfte än det som är tänkt i det aktuella utvecklingsarbetet.

Information uppstår när datan tolkas i en kontext, alltså i ett sammanhang. Det sker följaktligen både en tolkning av data och en tolkning av kontext i skapandet av information. Kunskap i sin tur uppstår när informationen ges en mening eller ett syfte, så att informationen kan användas fysiskt eller socialt.

I utvecklingsarbetet är det alltid data som samlas in, för att bearbetas till information och bli till kunskap som är användbar i utvecklingsarbetet. Datan som samlas in kan kategoriseras utifrån ett antal aspekter. Kategoriseringen underlättar analysen och tolkningen av datan. De främsta kategorierna är:

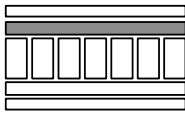
- relation till fenomen
- källa för datan
- typ för datan

Relation till fenomen

Datan har alltid en direkt eller indirekt relation till det fenomen den beskriver, beroende på om datan kommer från empiriska studier eller analytiska studier. Empirisk data kommer från direkta studier av verkliga fenomen. Empirisk data kommer exempelvis från observationer och intervjuer med användare, mätning av fysiska mått och omgivningsfaktorer, samt praktiska hållfasthetstester. Analytisk data kommer från indirekta studier, dvs studier som inte direkt samlar data från verkligheten utan i stället representerar den teoretiskt. Analytisk data kommer från hållfasthetsberäkningar, utvärderingar från mallar och andra analytiska metoder som till exempel formanalys.

Källa för datan

Nästa kategorisering gäller källan för datan. Kategorierna är: objektivt, semiobjektivt och subjektivt. Objektivt insamlad data erhålls genom direkta mätningar av verkliga fenomen, som exempelvis människors längd och vikt, men också deras puls, EMG eller syreupptagning.



Vidare kan objektiv data handla om observation av hur många gånger en person hoppar in och ut ur en truck under ett arbetspass eller hur ofta en operatör återgår till huvudmenyn i ett gränssnitt, när hon/han löser en fördefinierad uppgift.

Subjektiv data erhålls när människor själva verbalt eller skriftligt uttrycker vad de tycker, känner eller tror om någonting. Subjektiv data är alltså användarens upplevelse av till exempel fysisk belastning på en muskelgrupp, total ansträngning, diskomfort eller mental arbetsbelastning. Semiobjektiv data erhålls när en person (dock ej försöksobjektet) gör en skattning eller bedömning av ett fenomen utifrån en mall.

Typ för datan

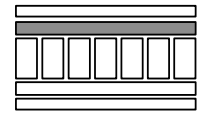
Den sista kategorin beskriver typen av data och de tre är: kvantitativ, semikvantitativ och kvalitativ. Kvantitativ data är direkta siffror från en mätning eller en observation. Semikvantitativ data är kategoriseringar eller rankning från skalor, till exempel hur obekvämt en viss förarstol upplevs på en skala eller hur allvarliga konsekvenser ett användningsfel får, på en annan skala. Kvalitativ data är beskrivning och förståelse av omvärlden och sammanhang i form av ord och bilder. Kvalitativ data besvarar frågor av typen vad, vem, hur, när och var.

Kombination av kategorier

Den data som samlas in går alltid att kategorisera utifrån de tre ovannämnda kategorierna: ursprung, källa och typ. Ett exempel som kan belysa det är en filmrecension, såsom den återges i en tidning. Recensionen består av en betygssättning på en skala 1-5 (semikvantitativ data) och ett fritt nedskrivet omdöme i ord (kvalitativ data). Eftersom det är det egenupplevda som beskrivs av recensenten, är det subjektiv data som presenteras i recensionen. Datan är empirisk eftersom recensenten såg filmen i verkligheten. Det finns dock kombinationer som inte är möjliga. Objektiv data kan inte vara kvalitativ och subjektiv data kan inte vara analytisk. Många metoder för insamling av data innehåller dock data från flera kategorier i olika kombinationer.

Validitet och reliabilitet

Två andra grepp rörande data är validitet och reliabilitet. Med validitet menas hur väl den insamlade datan överensstämmer med det sanna värdet. För att få valid data krävs att både systematiska fel saknas eller är små och att de slumpmässiga felen är små vid insamlingen. Validitet för datan handlar också om att kunna ange i vilken situation och för vilken målgrupp resultaten är giltiga. Med reliabilitet menas hur väl data överensstämmer vid upprepade insamlingar (oberoende av det sanna värdet). Är överensstämmelsen god är reliabiliteten hög. Ofta är det validiteten som är det intressanta, då hög validitet för det mesta innebär hög reliabilitet, men hög reliabilitet behöver inte betyda att validiteten är hög.



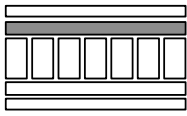
8.2 Fokus för insamling

Under datainsamlingen i ett utvecklingsprojekt samlas främst information in om:

- användare
- uppgift
- omgivning (fysisk, psykisk och social)
- tekniska lösningar

Mer specifika aspekter att få in information om är listade nedan:

- vilka effekter maskinen ska uppnå (systemmål)
- vilka funktioner maskinen ska innehålla
- vilka andra maskiner som maskinen ska användas tillsammans med
- var maskinen ska användas
- vilka behov/krav användarna har på maskinen och användningen
- vad det finns för krav och riktlinjer från standarder, både interna och externa, samt referenslitteratur
- vad det finns för positiva erfarenheter och problem med den äldre maskinen
- vilka tekniska lösningar som idag används för att utföra uppgiften
- vilka framtida tekniska lösningar som finns eller förväntas finnas
- resultat från de kontinuerliga utvärderingarna under projektets gång



8.3 Metoder

För datainsamling finns många användbara typer av metoder. Nedan följer en kort beskrivning av de grundläggande typerna. För varje metodtyp har referenser angivits för vidare och fördjupad läsning. Det finns mer specifika metoder som bygger på grundmetoderna eller en kombination av dem. De specifika metoderna presenteras i referenserna och några introduceras i metodavsnitten i de kommande delarna av ACD³-processen.

Litteraturstudier

Litteraturstudier används ofta för att samla in bakgrundsinformation till ett projekt och/eller för att beskriva det nuvarande kunskapsläget. Källorna till en litteraturstudie kan vara av olika slag, men vanliga är:

- Tidigare projektdokumentation
- Vetenskapliga publikationer (via databaser)
- Manualer och instruktioner
- Incident-, olycks- eller avvikelserapporter (se nedan)
- Handböcker och läroböcker
- Loggar (se nedan)

Studier av incident-, olycks- eller avvikelserapporter

En speciell typ av dokumentation är rapporter som gäller avvikelser, incidenter och olyckor. I vissa branscher, särskilt de som har fokus på säkerheten, finns rapporteringssystem när något är fel eller något oväntat har inträffat. Händelserna dokumenteras ofta för att kunna vara underlag för att skapa bättre rutiner och bättre utbildning. De är också användbara som information till utvecklingsprocessen, då de ger en beskrivning över vad som faktiskt kan hända med en maskin. Speciellt användbara är rapporterna som grundmaterial för riskanalysen.

Loggstudier

En annan speciell typ av dokumentation är loggar av olika slag som förts av användare eller är automatgenererade av maskinen, till exempel patientbokningen för en medicinsk utrustning eller logg över larm från en maskin. Till skillnad från studier av incidenter etc, ger loggstudier information om hur det går till i normalfallet med en maskin. Det går även att förse användare under kortare tid med en loggbok (dagbok) att fylla i, för att på sätt kunna få information om den normala användningen.

Observationer

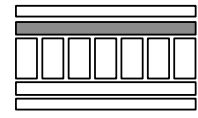
Vid en observation iakttar undersökaren med egna ögon de skeenden hon/han är intresserad av. Observationer kan genomföras i verkliga användningssituationer ("i fält") eller i en arrangerad försökssituation ("i labb"). Vid observationer i fält studeras användare i verklig miljö, när de hanterar verkliga maskiner och löser aktuella uppgifter. Observationer av försökssituationer utförs ofta för att få mer detaljerad kunskap om hur en specifik lösning fungerar för den specifika uppgiften. (Den arrangerade försökssituationen gör det möjligt att kontrollera de faktorer som påverkar situationen.)

Syftet generellt med observationer är att uppnå en förståelse för användarsituationen, utan att påverka användarens beteende. Observation används alltså för att ta reda på vad människorna faktiskt gör, inte bara vad de säger att de gör.

- Jorgensen, DL. (1989). *Participant Observation*
- Kylén, J-A. (2004). *Att få svar: intervju, enkät, observation*

Intervjuer

Intervjuer är den mest grundläggande metoden för att samla in användarinformation och används för att skapa en förståelse för hur användarna tänker och resonerar och inte bara hur de gör. Resultatet av intervjuer ger subjektiva data från användarna. Intervjuer kan vara strukturerade, semistrukturerade eller ostrukturerade. En strukturerad intervju innebär att man



ställer frågor som formulerats i förväg. I en ostrukturerad intervju diskuterar man fritt med intervjupersonen kring ett ämne. Semistrukturerad intervju är ett mellanting, där man på förhand har en struktur över vilka frågeområden som ska tas upp, men man pratar mer fritt kring dem. En strukturerad intervju är att föredra när kvantitativ data efterfrågas, medan en ostrukturerad intervju fungerar bäst när kvalitativ data efterfrågas.

- Lantz, A. (2007). *Intervjumetodik*
- Kylén, J-A. (2004). *Att få svar: intervju, enkät, observation*

Enkäter

Enkät är egentligen en sorts strukturerad intervju, där intervjuaren inte är närvarande, utan ett formulär innehållande ett antal frågor lämnas över och besvaras skriftligt. En enkät är en indirekt metod, dvs ingen personlig kontakt finns mellan den som ansvarar för enkäten och de som svarar. De främsta användningsområdena för enkäter är:

- samla in data från ett stort antal personer
- samla in data från personer som är svåra eller resurskrävande att nå personligen
- validera tidigare resultat från intervjuundersökningar
(ett resurseffektivt sätt att bekräfta eller dementera tidigare insamlad data)

Frågeformuleringen är mycket viktig när det gäller enkäter, för att erhålla svar på det som faktiskt efterfrågas. Bra är att göra pilotutvärderingar av enkäten, dvs testa den på några relevanta personer, innan den skickas ut till den stora gruppen. Vidare är det viktigt att enkäten konstrueras så att önskade analyser går att göra.

- Trost, J. och Hultåker, O. (2007) *Enkätboken*
- Kylén, J-A. (2004). *Att få svar: intervju, enkät, observation*

Fokusgrupper

Metoden fokusgrupp är en form av gruppintervju med ca 6-12 deltagare. Gruppen diskuterar till exempel erfarenheter av en maskin, en arbetssituation, eller ett tillvägagångssätt vid lösandet av en uppgift. En fokusgrupp ska ha en lös struktur för att ge utrymme för stor spontanitet. En moderator (ordförande) ansvarar för att alla frågeställningar diskuteras och att alla deltagare är aktiva och får möjlighet att uttrycka sina åsikter. Moderatoren har ibland en medhjälpare som för anteckningar under mötet. Ofta spelas diskussionen också in för vidare analys vid ett senare tillfälle.

- Obert, C. och Forsell, M. (2000). *Fokusgrupp: ett enkelt sätt att mäta kvalitet*

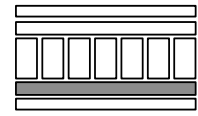
Contextual inquiry (CI)

En metod speciellt lämplig för datainsamling under behovsidentifieringen är Contextual Inquiry. CI har sin grund i etnografi och metoden utförs genom att man skuggar en användare under verklig användning och genom intervju och observation skaffar sig förståelse för användarens behov. Metoden är speciellt lämplig för att få fram information som är implicit och svår att få fram med vanliga intervjuer.

- Beyer, H. och K. Holtzblatt (1998) *Contextual Design: Defining Customer-Centered Systems*

Objektiva mätningar

En annan typ av metod för datainsamling är objektiva mätningar. Med objektiv menas att mätningen görs med instrument som inte är beroende av subjektiv data. Exempel på faktorer att undersöka med objektiva mätningar är längd, vikt, temperatur, puls, EMG och syreupptagning.



9 Utvärdering

Nästa parallella aktivitet i ACD³-processen är utvärderingen. Kontinuerliga utvärderingar är en av grundpelarna i utvecklingsarbetet och de görs för att säkerställa kvaliteten på maskinen genom hela processen. Ju tidigare brister och svagheter uppmärksammas under utvecklingsprocessen, desto enklare och billigare är det att åtgärda dem. De utvärderingar som görs under en utvecklingsprocess kan utifrån syfte delas in i två kategorier: *formativa utvärderingar och summativa utvärderingar*.

Formativa utvärderingar görs för att hitta svagheter och problem i maskinen, så att den kan förbättras. De summativa utvärderingarna görs för att undersöka om maskinen når upp till de mål, krav etc som har ställts under processen. I det praktiska utvecklingsarbetet kan det ibland under själva utvärderingen vara svårt att dra en klar gräns mellan vad som är summativ respektive formativ utvärdering.

Det finns olika metoder för formativa och summativa utvärderingar. En del metoder fungerar både för att göra en summativ utvärdering eller en formativ utvärdering, men skillnaden ligger främst i hur resultatet används. Både formativa och summativa utvärderingar kan göras kontinuerligt under utvecklingsarbetet och i varje fas, men vad som utvärderas och hur utvärderingar utförs beror på fas och specifikt projekt.

9.1 Formativ utvärdering

De formativa utvärderingarna är till för att förbättra maskinen. Den kontinuerliga utvärderingen i utvecklingsarbetet har till uppgift att utvärdera fem centrala aspekter, vilka är listade nedan. I en och samma utvärdering kan två eller flera aspekter samtidigt undersökas:

- användbarhet
- nytta
- användarvänlighet
- funktion/prestanda
- risker

De formativa utvärderingarna kan i stort delas in i två grupper, dels de utvärderingar som görs på kravspecifikationer och designspecifikationer och dels de utvärderingar som görs på gjorda konstruktioner. De senare sker ofta mot prototyper av olika slag.

Användbarhet

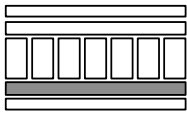
Den första aspekten är relaterad till samspelet som helhet i människa-maskinsystemet, dvs fokus på samspelet mellan människa, maskin, uppgift och omgivning. Utvärderingen undersöker om användaren kan utföra uppgifterna på ett effektivt sätt med maskinen och uppnå systemmålen. Frågor att beakta vid denna typ av utvärdering är:

- Löser vi rätt problem (för att uppnå effekten)?
- Utvecklas rätt maskin (för att nå systemmålen)?

Nytta

Den andra aspekten är relaterad till om användningen av maskinen uppnår de effekter som specificerats, dvs fokus på samspelet mellan maskinen och uppgiften. Utvärderingen undersöker om maskinen kan utföra sin uppgift som avsett. Frågor att beakta vid denna typ av utvärdering är:

- Löser vi problemen på rätt sätt (tekniskt och funktionellt)?
- Har maskinen utformats på rätt sätt (effektivt och ändamålsenligt)?



Användarvänlighet

Den tredje aspekten är relaterad till det specifika samspelet mellan användare och maskin, dvs fokus på samspelet mellan människan och maskinen. Utvärderingen undersöker om operatörerna kan förstå och hantera maskinen på det sätt som är avsett. Frågor att beakta vid denna typ av utvärdering är:

- Löser vi problemen på rätt sätt (i designnivå arkitektur och interaktion)?
- Har människa-maskininteraktionen utformats tillräckligt bra?

Funktion/prestanda

Den fjärde aspekten är relaterad till om maskinen är konstruerad/implementerad på det sätt som den är designad. Utvärderingen undersöker om maskinen fungerar på det sätt som är avsett, alltså kontroll mot specifikation. En fråga att beakta vid denna typ av utvärdering är:

- Uppfyller maskinen specifikationerna (krav och design)?

Risker

Den femte aspekten är relaterad till de kritiska situationer som kan uppkomma när maskinen används. De kan uppkomma när maskinen fallerar eller när samspelet mellan människa och maskin blir fel. Utvärderingen av det senare besvarar frågan om vad det finns för användningsfel som är sannolika att uppkomma och vilka konsekvenser de kan få. Frågor att beakta vid denna typ av utvärderingar är:

- Har maskinen utformats tillräckligt^f säkert?
- Har människa-maskininteraktionen utformats tillräckligt säkert?

9.2 *Summativ utvärdering*

Under hela utvecklingsprocessen är det viktigt att säkerställa att resultatet av syntesen i respektive fas uppfyller de mål och krav som har ställts. De summativa utvärderingarna delas upp i fyra grupper, vilka listas nedan. Grupperingen skiljer sig från den formativa, men är i praktiken ofta en fortsättning på det kontinuerliga utvärderingsarbetet i utvecklingsprocessen, dvs de formativa utvärderingarna betraktas som summativa, när de visar att mål och krav är uppfyllda. De summativa utvärderingarna delas in i följande:

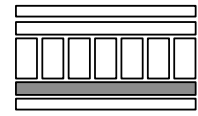
- testning
- verifiering
- validering
- slutlig riskanalys

De summativa utvärderingarna kan göras dels hos utvecklaren och tillverkaren (under simulerade förhållande) och dels göras på fältet hos användaren (under verkliga förhållanden). I större projekt som ska leverera specifika maskiner, är ett Factory Acceptance Test (FAT) ett exempel på en summativ utvärdering hos tillverkaren, medan en Site Acceptance Test (SAT) är ett exempel en summativ utvärdering hos användaren.

Testning

Testning innebär att utvärdera om specificerad design har uppfyllts i konstruktionen, dvs testning är en utvärdering som sker mot designspecifikationen. Ett exempel är att utvärdera om ett hus har byggts efter ritningen. Testning görs på alla nivåerna i utvecklingsprocessen, där syntesen har resulterat i en design av något slag.

^f Vad som är tillräckligt säkert för en maskin bestäms i det övergripande riskarbetet.



Verifiering

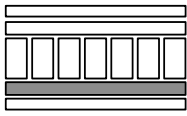
Verifiering innebär att utvärdera om uppställda krav uppfylls, dvs verifiering är utvärdering mot kravspecifikationen. Verifieringen kan alltså både göras mot designspecifikationer och mot färdig konstruktion, då båda beskriver hur maskinen slutligen ska fungera. Verifiering utförs i alla nivåerna i utvecklingsprocessen, där syntesen har resulterat i en kravspecifikation.

Validering

Validering innebär att utvärdera om uppställda mål har uppnåtts och rent formellt kan validering ses som en testning mot de effekter som maskinen ska uppnå i det sociotekniska systemet. Valideringens syfte är att undersöka om maskinen som helhet fungerar i avsedd kontext. Därför behöver valideringen göras på en så komplett maskin som möjligt, sett utifrån det omgivande systemet. Maskinen behöver inte innehålla den färdiga tekniska lösningen, utan kan representeras av en prototyp eller en simulering som uppför sig på det sätt som den färdiga maskinen kommer att göra.

Slutlig riskanalys

Den slutliga riskanalysen inom HFE-aktiviteterna görs för att utvärdera om risken för användningsfel är acceptabelt låg. Denna riskanalys är en rak fortsättning och uppsummering av de riskanalyser som har gjorts kontinuerligt under utvecklingsarbetet. Precis som vid valideringen, behövs vid den slutliga riskanalysen en mer eller mindre komplett maskin för att ett tillförlitligt resultat ska uppnås. En komplett maskin i sin enklaste form, är en prototyp med full funktionalitet.



9.3 Metoder

Det finns många olika metoder att använda för utvärdering under olika skeden av en utvecklingsprocess. Nedan presenteras grundläggande typer av metoder. Referenser har angivits för varje metodtyp för vidare och fördjupad läsning. Det finns mer specifika metoder, vilka bygger på grundmetoderna eller en kombination av dem. De specifika metoderna presenteras i referenserna och några introduceras i de kommande metodavsnitten.

I många fall sker datainsamling som en del av utvärderingen, vilket medför att vissa av datainsamlingsmetoderna kommer till användning även här. De typer av utvärderingsmetoder som är presenterade nedan förekommer i vissa fall som en del av en annan mer omfattande metod.

Granskning

En ofta förekommande och användbar formativ utvärdering är granskning. Granskning innebär att intressenter i utvecklingsprojektet får granska dokument och designförslag för att komma med kommentarer. Intressenterna är personer som användare, marknadspersoner, ledningspersoner, säljare och teknikutvecklare. Granskningen har en viktig roll att fylla i och med att den förankrar och säljer in maskinen hos intressenterna, samt att de får komma med synpunkter. Ett formellt granskningsförfarande av kravspecifikationer och designspecifikationer är vanligt inom många organisationer. Datainsamlingen från granskningen kan ske via intervju, fokusgrupp eller enkät.

Genomgång

Ett mer strukturerat utvärderingssätt än granskning, är att genomföra utvärderingen med en genomgång. Vid ett sådant tillfälle samlas ett antal personer, oftast med olika kompetens, för att gå igenom det som skapats under utvecklingsprocessen. En moderator leder genomgången och säkerställer att hela materialet studeras. Synpunkterna från deltagarna sammanställs i ett protokoll. En genomgång kan med fördel utföras i form av en fokusgrupp.

Kano-enkät

En Kano-enkät är en metod baserad på Kano-modellen och den används för att utvärdera insamlade behov med hjälp av kunder och användare. I enkäten används frågor i par, där respondenten^s bedömer en fiktiv lösning, dels om behovet kommer att uppfyllas och dels om behovet inte kommer att uppfyllas. Svaren analyseras sedan efter en specifik systematik för att kategorisera behoven utifrån hur viktiga de är för lösningen.

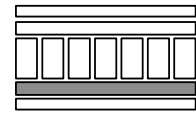
- Bergman, B. och Klefsjö, B. (2012) *Kvalitet från behov till användning*

Standardinspektion (SI)

För att underlätta granskningen eller genomgången kan materialet granskas mot en mall. Standardinspektion går i korthet ut på att en maskin granskas utifrån en lista med gällande standarder för att avgöra om de följs eller inte. Detta kan bland annat göras utifrån interna företagsstandarder, nationella standarder (till exempel Arbetsmiljöverkets föreskrifter) eller internationella standarder (till exempel ISO och IEC).

- Faulkner, X.(2000) *Usability Engineering*

^s En person som besvarar frågor i en undersökning.



Heuristisk utvärdering (HE)

En heuristisk utvärdering liknar en standardinspektion, men i stället för en mall används en lista över tumregler/principer/riktlinjer, en sk heuristik. Exempel på principer är att "dialogen i menyerna ska vara enkel och naturlig" och "användarens mentala belastning ska minimeras vid interaktionen". En heuristika för en utvärdering innehåller ofta 5-20 centrala riktlinjer, eftersom flera kan göra utvärderingen krånglig att utföra. Under den heuristiska utvärderingen noteras maskinens avsteg från riktlinjerna och de eventuella problemen allvarlighetsgrad värderas. I litteraturen finns heuristikor för olika typer av maskiner, men en heuristika kan också utvecklas utifrån teori specifikt för ett projekt. En heuristika kan fokusera både på fysisk och kognitiv ergonomi (mer om det i kommande stycken), så väl som på själva uppgiften. Heuristisk utvärdering kan göras inom ramen för en granskning eller en genomgång.

- Nielsen, J. and Mack, RL. (1994) *Usability inspection methods*

Utvärdering kognitiv ergonomi

De metodtyper för utvärdering som har beskrivits ovan är generella, men det behövs ofta metoder för att specifikt utvärdera den kognitiva ergonomin i människa-maskinsystemet. Utvärdering av kognitiv ergonomi har fyra centrala delar:

- **Användarvänlighetsproblem:** vad som hindrar användare från att göra rätt
- **Användningsfel:** vilka fel som kan uppkomma vid användningen
- **Mental belastning:** vilka belastningar som hjärnan utsätts för och hur belastningar verkar
- **Problemlösning/beslutfattande:** hur användaren tänker i interaktionen

Metoderna inom detta område utvärderar ofta flera aspekter samtidigt. En speciell grupp metoder för utvärdering av kognitiv ergonomi är riskanalys av användande. Gruppen av metoder beskrivs mer i detalj på nästa sida.

- Helander M., Landauer, TK. och Prabhu, P. (Eds.) (1997) *Handbook of Human-computer Interaction*

Utvärdering fysisk ergonomi

Det behövs också mer specifika metoder som utvärderar den fysiska ergonomin vid användning av maskiner, då den fysiska ergonomin också påverkar samspelet i människa-maskinsystemet. Utvärdering av fysisk ergonomi har fyra centrala delar:

- **Fysisk belastning:** vilka belastningar utsätts kroppen för och hur de verkar
- **Kroppsställning:** vilka ställningar intar kroppen under användningen
- **Antropometri:** hur maskinen förhåller sig till kroppens storlek
- **Frekvens och repetition:** hur varierande är uppgiften för kroppen

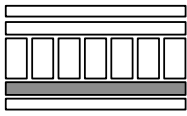
Ofta utvärderar metoderna inom detta område flera delar samtidigt.

- Wilson, JR. och Corlett, NC. (1995) *Evaluation of human work*

Riskanalys teknisk/funktionell

Teknisk och funktionell riskanalys undersöker vilka faror som finns i maskinen och vilka faror som finns vid användningen. Syftet är att identifiera faror och deras uppkomst och konsekvenser, så att åtgärder kan vidtas för att få maskinen tillräckligt säker. Mycket av den tekniska/funktionella riskanalysen ligger utanför HFE-aktiviteterna, men det finns också delar som ligger klart inom, som till exempel risker och faror relaterade till användning och användare. Vanliga metoder inom området är Hazard and Operability Analysis (HAZOP), Fault Tree Analysis (FTA), Event Tree Analysis (ETA) och Failure Modes and Effects Analysis (FMEA).

- Harms-Ringdahl, L. (1987) *Säkerhetsanalys i skyddsarbetet – en handledning*



Risakanalys av användande

Risakanalys av användande går ut på att identifiera de operatörshandlingar, vilka kan leda till allvarliga konsekvenser. Analysen fokuserar på användningsfel och dess följder.

Handlingarna kan sedan motverkas med en väl genomtänkt utformning av maskinen och/eller träning av användaren. Även om det inte är möjligt att förutsäga allt som kan hända, är det viktigt för säkerhetsarbetet att motverka det som faktiskt går att förutsäga. En risakanalys av användande görs ofta som en genomgång, i form av en fokusgrupp.

- Sandom, C. och Harvey, R. (2004) *Human Factors for Engineers*

Användningstest

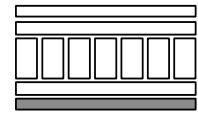
Ett mer experimentellt sätt att utvärdera en maskin på är att låta en användare utföra förutbestämda handlingar under kontrollerade former, ett sk användningstest (*usability test*). Det som visar sig vara problem vid ett sådant test, kan med stor sannolikhet också utgöra ett problem när användaren arbetar med maskinen i fält. Ett användningstest behöver inte ske med en färdigutvecklad maskin, utan det går utmärkt att använda enklare varianter som till exempel ett läggspe¹ för att visa användargränssnittet. Användningstest går ut på att användarnas interaktion studeras (ofta genom att videofilmas), för att till exempel kunna analysera tider, antal knapptryckningar, antal fel, antal rättade fel, antal tvekingar, hjälp av manual eller om försökspersonerna ger upp. Under testet ber man ofta försökspersonerna att tala högt och beskriva vad de gör och hur de tänker. Det är inte bara den kognitiva ergonomin som kan studeras vid ett användningstest, utan även den fysiska ergonomin kan studeras baserat på användarens kroppsställningar under användningen. Ofta efterföljs testet av en intervju och/eller ett frågeformulär om hur interaktionen med maskinen upplevdes (både fysiskt och kognitivt).

- Jordan, PW. (1998). *An introduction to usability*
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*

Fälttest

Ett fälttest innebär att en maskin studeras när den används i verklig miljö och av verkliga användare som löser verkliga uppgifter. Användningen kan studeras direkt genom observation, men användarnas uppfattningar kan också studeras med hjälp av intervjuer och enkäter.

¹Ett antal kort används som visar användargränssnittet i olika tillstånd. Försöksledaren visar sedan olika kort för testpersonen baserat på dennes spelade interaktion med gränssnittet på föregående kort.



10 Dokumentering

Dokumenteringen är den del av de parallella delarna som är placerad längst ned i modellen. Den syftar till att klarlägga och kommunicera det utvecklingsarbete som framskrider. I större projekt används ofta speciella datorprogram (dokumenthanteringssystem) för att hålla ordning på vilka dokument som förekommer i ett projekt och för att versionshantera dem. I större och/eller längre projekt finns också mer information att sprida och det gäller dessutom att göra dokumenten tillgängliga för inblandade personer. De dokument som redogör för HFE-aktiviteterna i ett projekt brukar tillsammans betecknas HFE-dokumentation eller motsvarande.

10.1 Dokumentkategorier

Dokumentationen kan grovt delas in i följande kategorier:

- plan och instruktion
- mötes- och beslutsprotokoll
- arbetsprotokoll
- specifikationer
 - kravspecifikation
 - designspecifikation

Plan och instruktion

I denna grupp finns dokument som beskriver hur något ska utföras. Exempel på detta kan vara projektplaner, metodbeskrivningar, testinstruktioner och monteringsinstruktioner.

Mötes- och beslutsprotokoll

Här innefattas protokoll från möten och andra tillfällen där beslut har behandlats rörande arbetet inom utvecklingsprocessen.

Arbetsprotokoll

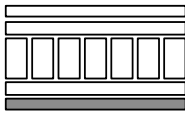
I denna grupp finns den primära dokumentationen från det utvecklingsarbete som sker. Exempel är protokoll från intervjuer och observationer, skisser och lösningsförslag, samt resultat från utvärderingar, riskanalyser och tester. Gränsen mellan denna grupp och den föregående kan ibland vara svår att dra och vissa dokument kan passa i båda, exempelvis dokument från granskningsmöten.

Specifikationer

En specifikation är en teknisk beskrivning som explicit beskriver egenskaperna hos en maskin på en viss detaljnivå. Detaljnivån kan vara olika för olika specifikationer. Ett syfte med en specifikation är att göra det möjligt att jämföra detaljer i den tilltänkta maskinen med den realiserade maskinen. I utvecklingsprocessen används främst två typer av specifikationer: kravspecifikationer och designspecifikationer. Kravspecifikationerna och designspecifikationerna är de styrande dokumenten i en utvecklingsprocess.

Kravspecifikation

Kravspecifikationer innehåller de fastställda krav som finns på olika nivåer inom utvecklingsprocessen. Kravspecifikationer ska, som tidigare tagits upp, vara designoberoende för nivåerna under. Arbetet med att kontrollera att kravspecifikationerna har uppfyllts benämns verifiering.



En kravspecifikation kan se ut som följer:

ID	Krav	Orsak/effekt	Källa	Uppfyllande

- **ID:** individnummer på kravet
- **Krav:** själva kravtexten
- **Orsak/effekt:** anger orsaken och/eller effekten av kravet
- **Källa:** anger källan till kravet (del av kravspårning)
- **Uppfyllande:** anger hur kravet uppfylls (del av kravspårning och verifiering)

Källan är ofta ett dokument och kan vara en annan kravspecifikation, ett mötes- och beslutsprotokoll, ett metod- och arbetsprotokoll eller en designspecifikation.

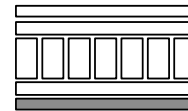
På samma sätt är *uppfyllande* ofta ett dokument och det kan ha en utvecklad kravspecifikation på nästa nivå, ett mötes- och beslutsprotokoll (att ej beakta kravet), en designspecifikation eller ett arbetsprotokoll (på tester av kravet).

Designspecifikation

I denna grupp finns de dokument som beskriver hur maskinen ska se ut, fungera etc. Exempel är funktionsbeskrivningar, uppgiftsbeskrivningar, systemarkitektur, gränssnittsdesign, ritningar, CAD-modeller, kretsschema etc. En designspecifikation är i princip ett antal designvariabler som är identifierade och sedan bestämda. Arbetet med att kontrollera att designspecifikationer har uppfyllts benämns testning.

10.2 Dokumentstrukturer för maskindokumentationen

De dokument som tas fram under utvecklingsarbetet är alla relaterade till varandra, eftersom de presenterar resultat av aktiviteterna i processen, vilka bygger på varandra. Dokumenten organiseras sedan i en struktur för att beskriva deras relation till varandra. Hur strukturen av dokument ser ut är unik för varje utvecklingsprojekt, då varje projekt har specifika aktiviteter. Trippel-V-modellen (figur 10.1) ger exempel på en sådan möjlig struktur för att ange relationen mellan dokumenten och samtidigt visa på de abstraktionsnivåer som finns i ACD³-processen.



10.3 Trippel – V – modellen

Trippel-V-modellen (figur 10.1) är en utveckling av Enkel-V-modellen (Forsberg et al., 2005) och beskriver relationen för viktiga och centrala dokument i maskindokumentationen. Modellen fokuserar på de dokument som är styrande i ACD³-processen. Trippel-V-modellen har, som namnet antyder, sex vinklade spår för dokumenten. Från vänster är spåren:

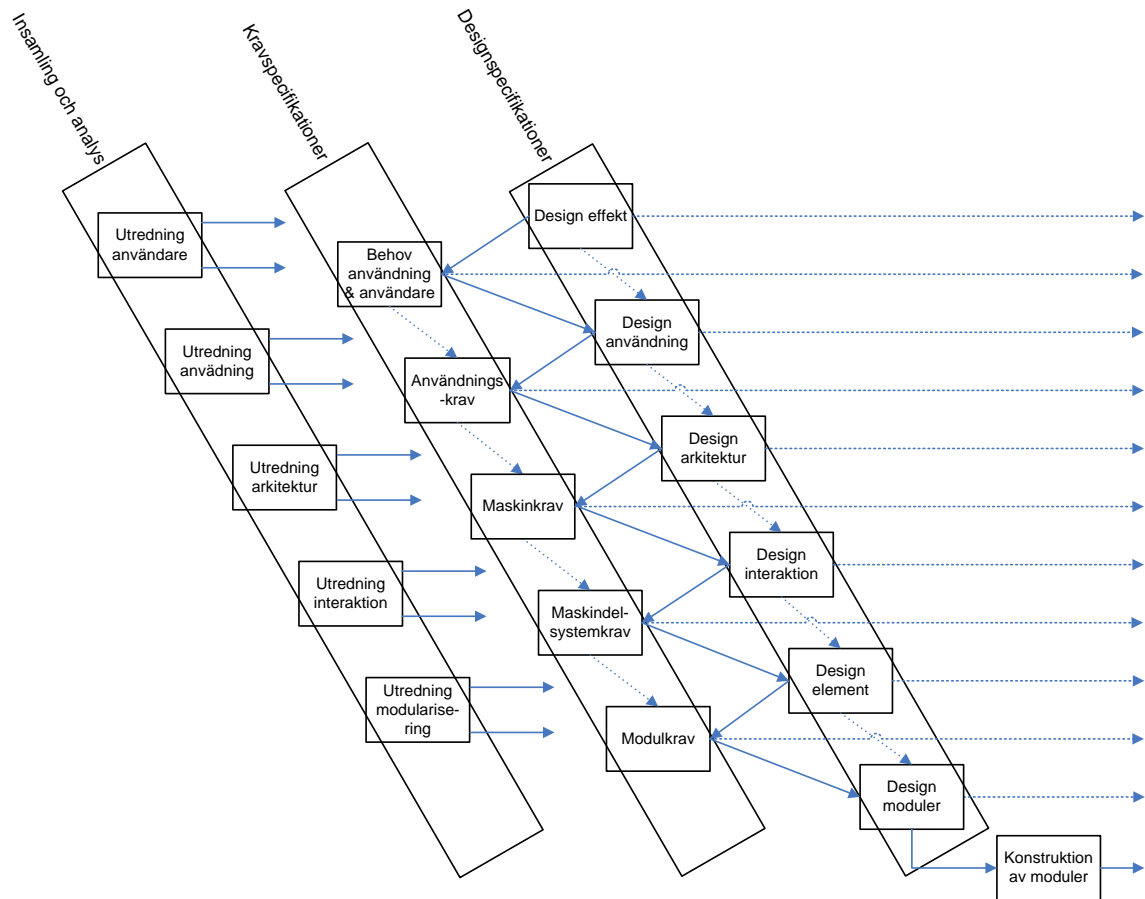
- **Insamling och analys:** här finns mötes- och beslutsprotokoll samt arbetsprotokoll
- **Kravspecifikationer:** här finns kravspecifikationer
- **Designspecifikationer:** här finns designspecifikationer
- **Resultat testresultat:** här finns arbetsprotokoll
- **Resultat verifiering:** här finns arbetsprotokoll
- **Designbeskrivningar:** här finns och arbetsprotokoll

Insamling och analys

Här samlas dokument, vilka beskriver resultatet från den datainsamling och den analys som har gjorts under utvecklingsprocessen. Dokumenten är uppdelade i olika grupper beroende på den abstraktionsnivå där de verkar (tabell 10.1). Dokumenten ligger sedan till grund för krav- och designspecifikationerna.

Tabell 10.1 Generella dokument för insamling och analys

Dokumentnamn	Innehåll	Fas i processen
Utredning användare	Utredningsarbete relaterat till användarna	Behovs-identifiering
Utredning användning	Utredningsarbete relaterat till användningen	Användnings-utformning
Utredning arkitektur	Utredningsarbete relaterat till maskinsystemet som helhet och övergripande tekniska lösningar	Övergripande utformning
Utredning interaktion	Utredningsarbete relaterat till människans och omgivningens interaktion till maskinen samt maskinens fysiska form (industri-design)	Detaljerad utformning
Utredning modularisering	Utredningsarbete relaterat till maskinens olika delsystem, till exempel bildskärm, motor, mjukvara etc	Konstruktion



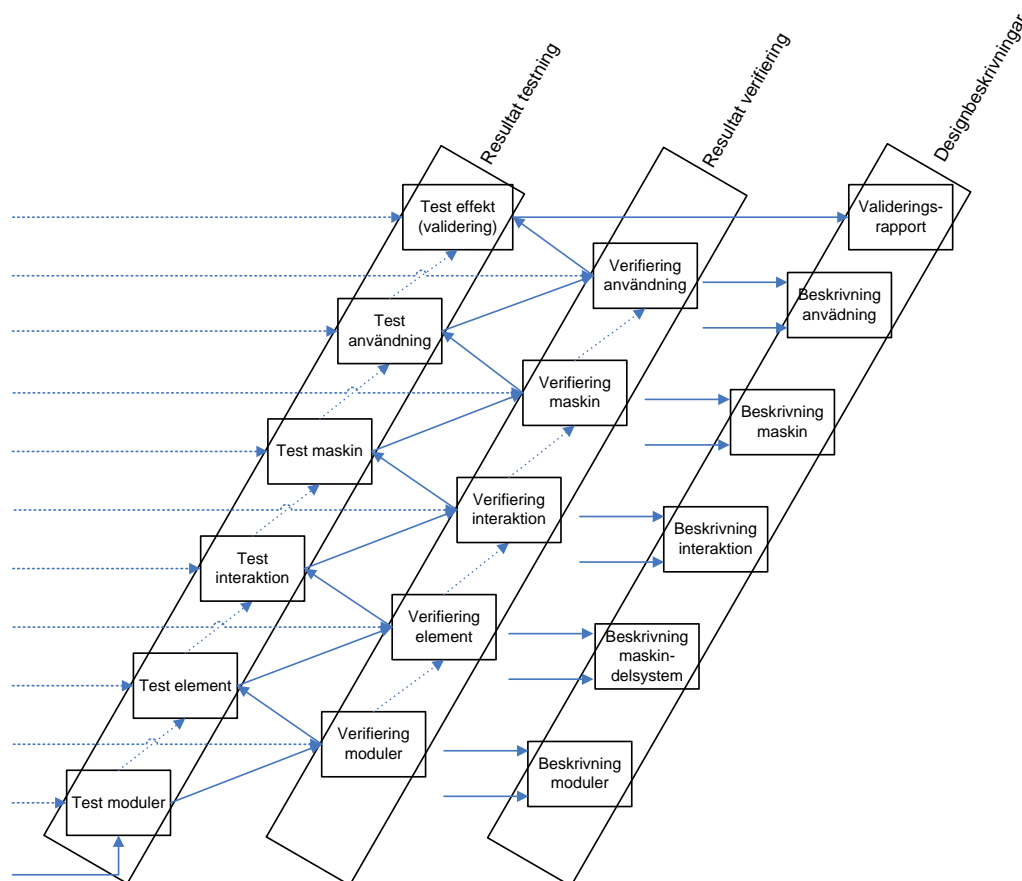
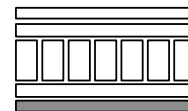
Figur 10.1 Trippel-V-modellen

Kravspecifikationer

Här samlas dokument, vilka beskriver resultatet från den kravsättning som har skett under ACD³-processen. Dokumenten är uppdelade i olika grupper beroende på den abstraktionsnivå där de verkar (tabell 10.2). Kravspecifikationerna ger sedan indata till designspecifikationerna, men är även kopplade nedstigande till varandra.

10.2 Generella dokument för kravspecifikationer

Dokumentnamn	Innehåll	Fas i processen
Specifikation behov användning/ användare	Behov från användarna och användningen	Behovs-identifieringen
Specifikation användningskrav	Krav från användningen	Användnings-utformningen
Specifikation maskinkrav	Krav på maskinen	Övergripande utformning
Specifikation delsystemkrav	Krav på delsystem (krav på exempelvis bildskärm, motor och mjukvara)	Detaljerad utformning
Specifikation modulkrav	Krav på modulerna (krav på exempelvis delarna i en motor eller i en bildskärm)	Konstruktion

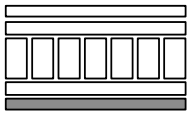


Designspecifikationer

Här samlas dokument som beskriver resultatet från den design som har skett under ACD³-processen. Dokumenten är uppdelade i olika grupper beroende på den abstraktionsnivå där de verkar (tabell 10.3). Designspecifikationerna ger sedan indata till kravspecifikationerna inom samma nivå, men är även kopplade nedstigande till varandra.

10.3 Generella dokument för designspecifikationer

Dokumentnamn	Innehåll	Fas i processen
Designspecifikation effekt	Bestämmer vilken effekt maskinen ska uppnå på det sociotekniska systemet	Behovs-identifiering
Designspecifikation användning	Bestämmer användningen av maskinen	Användnings-utformning
Designspecifikation arkitektur	Bestämmer maskinens övergripande uppbyggnad	Övergripande utformning
Designspecifikation interaktion	Bestämmer användargränssnittet, den fysiska formen och de tekniska gränssnitten för maskinen	Detaljerad utformning
Designspecifikation element	Bestämmer hur de olika delsystemen ska se ut och fungera, exempelvis bildskärm, motor, mjukvara etc	Konstruktion
Designspecifikation moduler	Bestämmer hur de olika modulerna i delsystemen ska vara beskaffade och fungera tillsammans	Konstruktion



Resultat testning

Här samlas dokument, vilka visar resultatet av testerna mot designspecifikationer.

- resultat test av effekt, validering
- resultat test av användning
- resultat test av maskin
- resultat test av interaktion
- resultat test av element
- resultat test av modul

Ett speciellt dokument från testningen är **valideringsrapporten**, vilken visar att maskinen kommer att fungera som avsett. Valideringen sker mot de uppsatta målen i utvecklingsarbetet.

Resultat verifiering

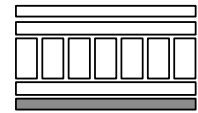
Här samlas dokument, vilka visar resultatet av verifieringarna mot kravspecifikationer.

- resultat verifiering av användning
- resultat verifiering av maskin
- resultat verifiering av interaktion
- resultat verifiering av element
- resultat verifiering av modul

Designbeskrivningar

Designbeskrivningarna dokumenterar hur den färdigutvecklade maskinen är utformad och konstruerad och ger motiveringar till den fullgjorda utformningen och konstruktionen. Det är följaktligen här som det slutliga resultatet av utvecklingsarbetet dokumenteras, inklusive beskrivningar varför det blev som det blev. Dokumenten befinner sig längst till höger i modellen, men bearbetas kontinuerligt under hela utvecklingsarbetet.

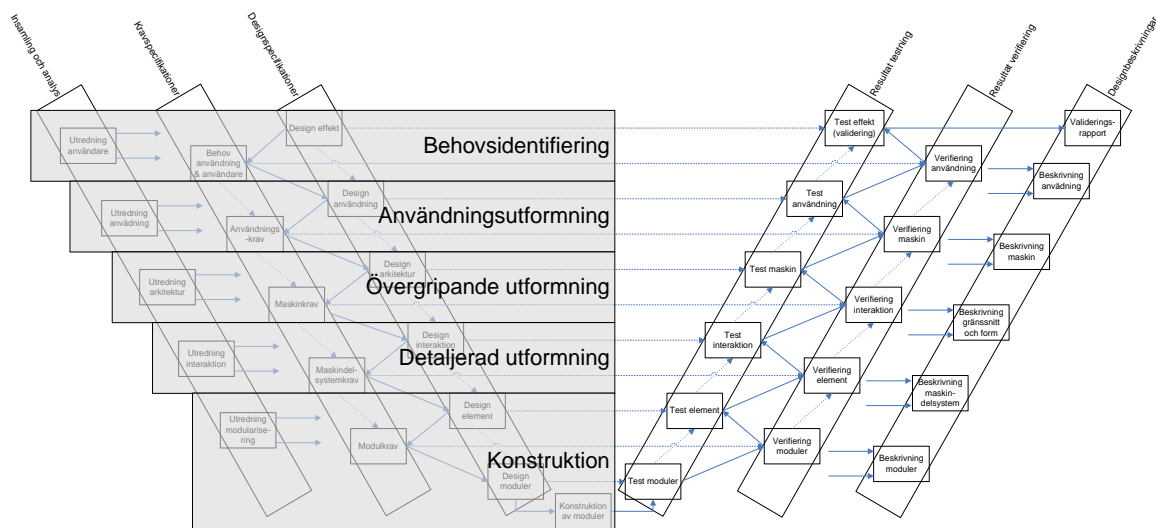
- **Valideringsrapport:** visar att maskinen kommer att fungera som avsett
- **Designbeskrivning användning:** beskriver hur användningen av maskinen går till (ofta en utgångspunkt för manualer och utbildningsmaterial)
- **Designbeskrivning maskin:** beskriver hur maskinen fungerar och motiveringar till designbesluten
- **Designbeskrivning interaktion:** beskriver användargränssnittet, den fysiska formen och de tekniska gränssnitten och motiveringar till designbesluten
- **Designbeskrivning element:** beskriver hur maskinens olika delsystem fungerar och motiveringar till designbesluten
- **Designbeskrivning moduler:** beskriver hur de olika modulerna i delsystemen är beskaffade och fungerar tillsammans och motiveringar till designbesluten



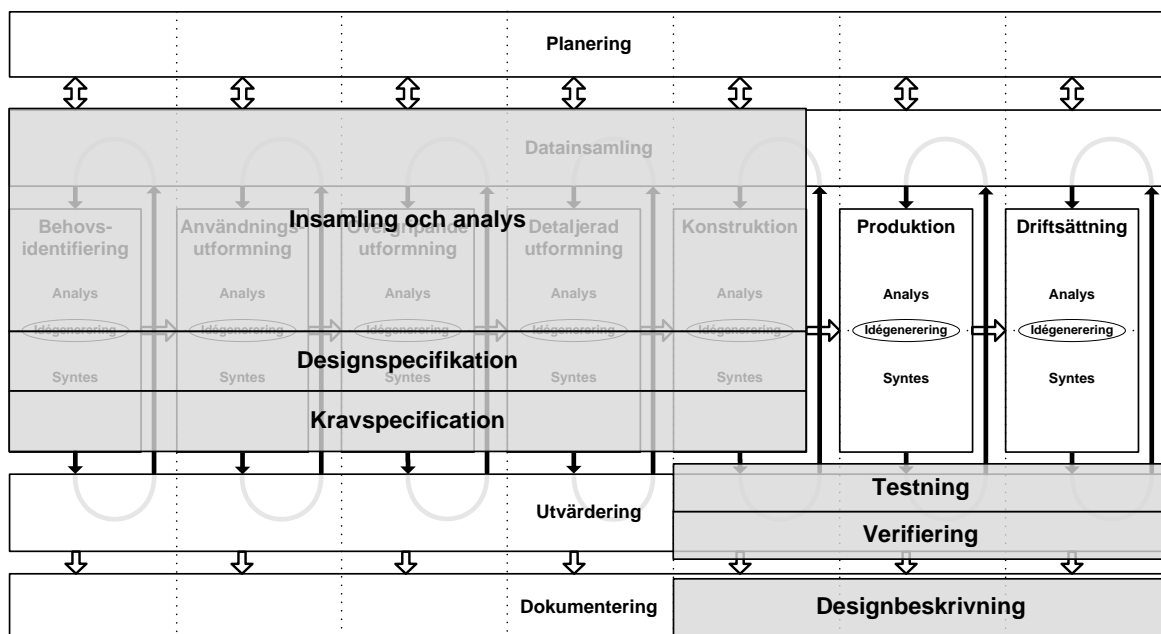
Trippel-V-modellen och ACD³-processen

Trippel-V-modellen är, som ovan beskrivits, en modell för att visa relationen mellan dokumenten i utvecklingsprocessen. I figur 10.2 är det markerat i modellen när under ACD³-processen som de olika dokumenten skapas. Högersidan har inga specifika processdelar markerade, eftersom arbetet här sker kontinuerligt. Det kan slutföras tidigt i produktionsfasen, för då finns de första serietillverkade enheterna att göra en slutlig utvärdering på.

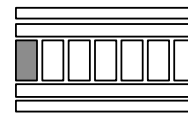
Den slutliga utvärderingen kan också ske under driftsättning efter att en maskin har installerats. Figur 10.3 visar modellens delar insatta i processen och figuren visar när dokumenten skapas. Det sker förstås både utvärderingar i början av processen (ofta formativa snarare än summativa) och insamling och analys av data i slutet av processen. Dokumentationen från det arbetet ryms inte i trippel-V-modellen, då den fokuserar på kopplingarna mellan de direkt styrande dokumenten.



Figur 10.2 ACD³-processens delar markerade i trippel-V-modellen



Figur 10.3 Trippel-W-modellens delar markerade i ACD³-processen



11 Behovsidentifiering

Den första av de sekventiella faserna av ACD³-processen är behovsidentifieringen. Utgångspunkten för behovsidentifieringen är det uppdrag som startat upp utvecklingsarbetet. Uppdraget styr också innehållet och omfattningen. Syftet är att undersöka hur omgivningen inverkar på den kommande lösningen och hur lösningen ska påverka omgivningen, samt vad användaren värderar i en lösning. Målet är att utforma den effekt som lösningen ska ha på det sociotekniska systemet och välja princip för användningen (sätta ramar och basen för det kommande utvecklingsarbetet). Med ramar menas aspekter som utvecklingsprojektet måste förhålla sig till och som inte utvecklingsprojektet kan påverka i någon större omfattning. Behovsidentifieringen ska alltså klargöra vad den kommande lösningen ska uppnå i förhållande till sin omgivning. Tabell 11.1 visar en kortfattad beskrivning av behovsidentifieringen.

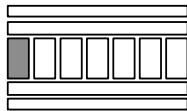
Tabell 11.1 Behovsidentifieringen kortfattat

<p>Syfte: att undersöka hur omgivningen inverkar på den kommande lösningen och hur lösningen ska påverka omgivningen, samt vad användaren värderar i en lösning</p> <p>Mål: att utforma den effekt som lösningen ska ha på det sociotekniska systemet och välja princip för användningen (sätta ramar och basen för det kommande utvecklingsarbetet)</p> <p>Fokus för arbetet: användaren användarcentrerat arbete</p> <p>System att beakta: sociotekniskt system</p> <p>Betraktningssvy: omgivningen betraktad utifrån perspektivet hos den maskin som ska utvecklas</p>	
--	--

Under behovsidentifieringen beaktas hela det sociotekniska systemet och den vy som behövs är omgivningen betraktad utifrån perspektivet hos den maskin som ska utvecklas. Fokus ligger på hur användaren påverkas av maskinen och/eller påverkar resten av systemet med maskinen; det finns så att säga ett användarcentrerat angreppssätt.

Tabell 11.2 Centrala aktiviteter i behovsidentifieringen

Planering	Planera hela utvecklingsprocessen övergripande Detaljplanera behovsidentifiering
Datainsamling	Övergripande om problem, användare, användning och existerande maskiner och lösningar
HFE-aktiviteter	Övriga projektaktiviteter
<ul style="list-style-type: none"> -undersöka och beskriva huvudproblem -undersöka ramarna för utvecklingsarbetet -undersöka och beskriva intressenter -undersöka existerande maskiner -undersöka existerande användning -undersöka existerande användare -beskriva avsedd användning -beskriva avsedda användare -sätta systemmål (effektmål) -undersöka och ta fram behov från användning -undersöka och ta fram behov från användare 	<ul style="list-style-type: none"> -undersöka ramarna för utvecklingsarbetet -undersöka och ta fram behov från marknaden (marknadsanalys) -undersöka och ta fram behov från varumärket (varumärkesanalys) -undersöka och ta fram behov från produktionen (företagsinternt) -undersöka övriga företagsinterna behov -undersöka existerande maskiner -specificera icke möjliga tekniska lösningar
Utvärdering	Utvärdering av att problemet, behoven och systemmålen är korrekta

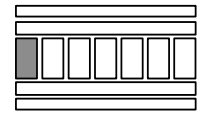


Den huvudsakliga designen under behovsidentifieringen är den effekt som maskinen förväntas få på det sociotekniska systemet. Fasen avslutas med kravsättningen, vilken resulterar i de behov som lösningen ska uppfylla. Tabell 11.2 sammanfattar de centrala aktiviteterna i ACD³-processens första fas. Det sker dock arbete även i andra faser, beroende på utvecklingsprocessens iterativa och parallella karaktär.

Syftet med de övriga aktiviteterna under behovsidentifieringen är att rama in utvecklingsprojektet utifrån ett företagsperspektiv. Tabell 11.3 visar den slutliga syntesen från designarbetet och kravsättningen i behovsidentifieringen. Tabellen visar också var fokus i behovsidentifieringen ligger i förhållande till samspelet mellan kravsättning och designarbete. Aktiviteterna i behovsidentifieringen kommer att presenteras mer i detalj i kommande avsnitt (11.1).

Tabell 11.3 Resultat av behovsidentifieringens syntesaktiviteter

Syntes designarbete (Systemspecifikation)	Fokus för utvecklingsarbetet
<p>Problem: Huvudproblem Identifiera och beskriva det problem som utvecklingsarbetet har som mål att lösa -<u>Specificerat och beskrivet huvudproblem</u></p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Designnivåer</p> <p>Effekt</p> <p>Användning</p> <p>Arkitektur</p> <p>Interaktion</p> <p>Element</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Kravnivåer</p> <p>Behov</p> <p>Användningskrav</p> <p>Maskinkrav</p> <p>Delsystemkrav</p> <p>Tillverkningskrav</p> </div> </div>
<p>Struktur: Kontext, användare och intressenter Identifiera och beskriva de entiteter som påverkar eller påverkas av maskinen som ska utvecklas -<u>Specificerad och beskriven avsedd kontext</u> -<u>Specificerade och beskrivna avsedda användare</u> -<u>Specificerade och beskrivna intressenter</u></p>	<p>Syntes kravsättning (Behov)</p> <p>Sätta de ramar som utvecklingsarbetet ska verka inom</p> <ul style="list-style-type: none"> -<u>Systemmål/effekt mål</u> -<u>Nivå av användbarhet</u> -<u>Behov användare och användning</u> -<u>Behov intressenter (marknad, produktion etc)</u> -<u>Användarvänlighetsinriktning</u>
<p>Funktion: Förmågor och värden Beskrivning av hur det sociotekniska systemet ska påverkas i stort -<u>Specificerade och beskrivna förmågor</u> -<u>Specificerade och beskrivna kund- och användarvärden</u></p>	
<p>Aktivitet: Avsedd användning och livscykel Beskrivning av de verksamheter som behöver ske i det sociotekniska systemet för att problemen ska lösas och funktioner utföras -<u>Specificerad och beskriven avsedd användning inklusive primäranvändning, sekundär-användning, sidoanvändning och co-användning</u></p>	
<p>Realisering: Möjligheter och begränsningar Hur problemet kan lösas och vad som avgränsar utförbarheten -<u>Specificerade och beskrivna marknadsaspekter</u> -<u>Specificerade och beskrivna organisatoriska aspekter</u> - <u>Analyserade existerande lösningar</u></p>	



11.1 Genomförande

Genomförandet av behovsidentifieringen, efter planeringen, kan delas in i: datainsamling, analys- och syntesaktiviteter samt utvärdering.

Datainsamling

För att kunna utföra aktiviteterna i behovsidentifieringen behöver ofta en stor datainsamling göras. Insamlingen omfattar främst studier av de problem som människa-maskinsystemet ska lösa och studier av användare och användning. Även existerande maskiner kan studeras. Att studera användare och användning benämns användningsstudie. Under en användningsstudie behöver både vanliga och kritiska användare studeras i användningssituationen. Kritiska användare kan vara expertanvändare med särskilda behov, men också personer med fysiska eller kognitiva funktionsnedsättningar^u och som därför har speciella behov.

Analys och syntesaktiviteter (inkl idégenerering)

Nedan följer en beskrivning av det arbete som sker i analysen, idégenereringen och syntesen under behovsidentifieringen. Beskrivningen är uppdelad efter de fem designnivåerna och kravsättningen, för att lyfta fram att utvecklingsarbetet sker inom alla de delarna. De sammantagna resultaten av syntesen under behovsidentifieringen betecknas systemspecifikation och sammanställning av den har tidigare visats i tabell 11.3.

Problem: Huvudproblem

Analysaktiviteterna under behovsidentifieringen börjar med att identifiera och undersöka det problem som utvecklingsarbetet har som mål att lösa och att påbörja beskrivningen av de effekter som lösningen ska uppnå. (Effekterna kommer sedan att successivt växa fram i de designbeslut som fattas inom de följande designperspektiven.) Intressant att undersöka för analysen av huvudproblemet är vilka situationer som kan förbättras och vilka svårigheterna är. Syntesen resulterar i att de centrala problemen blir specificerade och beskrivna.

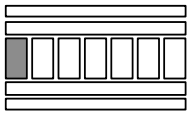
Struktur: Kontext, användare och intressenter

Arbetet går sedan vidare med att identifiera och undersöka de entiteter som påverkar eller påverkas av maskinen som ska utvecklas. Det är viktigt för utvecklingsarbetet att få en förståelse för dem. Att beakta i analysen är var problemet som ska lösas finns, vilka avsedda användare som är inblandade och vilka övriga intressenter är. Intressenterna är de som har en relation till maskinen (och inte är användare) och är tänkbara kravställare i utvecklingsarbetet. Intressenterna finns både inom och utom företaget och är exempelvis marknads- och försäljningsavdelningar, produktionsavdelning och myndigheter. Viktigt är att inte missa sekundära användare hos intressenterna, exempelvis de som ska montera eller demontera en kommande maskin. Syntesen här i strukturperspektivet är en specificering och en beskrivning av avsedd kontext, avsedda användare och intressenter.

Funktion: Förmågor och värden

Vid analysen av funktion under behovsidentifieringen undersöks hur det sociotekniska systemet ska påverkas i stort. Relevant här är att fokusera på vilka effekter som främst är efterfrågade och vilka förmågor som sedan krävs av lösningen för att uppnå dessa effekter. Vidare bör arbetet fokusera på vad det är som köparen och användaren primärt värderar i en kommande lösning, för att de ska vilja och kunna köpa och använda den. Syntesen resulterar i specificerade och beskrivna förmågor och kund-/användarvärden.

^u Den här texten kommer inte explicit att ta upp tillgänglighetsaspekter, utan grundtanken är att de tas med i processen i och med att kritiska brukares behov identifieras.



Aktivitet: Avsedd användning och livscykel

Analysen här fokuserar på de verksamheter som behöver ske i det sociotekniska systemet för att problemen ska lösas och för att förmågorna ska kunna verka. Analysen innefattar också att undersöka vilka andra verksamheter som kan komma att påverkas av lösningen.

Syntesarbetet resulterar i specificering och beskrivning av avsedd användning: primär, sekundär, co- och sidoanvändning. Primäranvändning beskriver hur lösningen ska användas i stort, medan sekundäranvändningen beskriver andra aktiviteter som kommer att uppkomma med lösningen under dess livscykel. Co-användningen och sidoanvändningen beskriver andra verksamheter som kan påverkas av primäranvändningen och hur i sådana fall påverkan sker.

Realisering: Möjligheter och begränsningar

För realiseringsperspektivet i behovsidentifieringen ligger fokus på hur problemet kan lösas rent praktiskt och på de ramar som avgränsar utförbarheten av utvecklingsarbetet. Analysen går in på vilka möjligheter som finns att lösa problemet och vad som talar för dem, samt vad det finns för begränsningar i realiseringen som kan tala emot vissa lösningar och därför måste beaktas. Framförallt är det tre områden som behöver studeras: marknadsaspekter, organisatoriska aspekter och existerande lösningar.

Marknadsaspekter studeras för att identifiera möjligheter och begränsningar, vilka påverkar att en kommande lösning ska nå användning. Det blir det speciellt viktigt i de fall där kunden är en annan person eller organisation än användaren eller om införskaffandet sker genom offentlig upphandling.

Organisationen som ska komma att använda lösningen analyseras, för att identifiera faktorer som kommer att påverkas av den kommande lösningen. Speciellt undersöks om det finns egenskaper hos organisation och personer, som speciellt måste beaktas i utvecklingsarbetet. En ytterligare fråga att ställa är om införandet av en lösning kommer att innebära förändringar i organisationen, exempelvis då det gäller arbetsuppgifter eller ansvar för de direkta användarna eller andra personer.

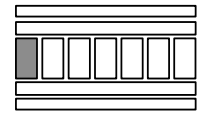
Existerande lösningar i drift analyseras för att ta fram för- och nackdelar med dem, samt för att kartlägga deras nivå av användarvänlighet och nytta. Analysen av existerande lösningar kan också ge många bra idéer till hur den kommande lösningen bör vara (så man inte uppfinner hjulet igen).

Syntesen för realiseringen är specificerade och beskrivna möjligheter och begränsningar, vilka bedöms påverka det kommande utvecklingsarbetet. Även vissa beslut som avgränsar det problem som ska lösas, behöver i vissa fall fattas inom realiseringsperspektivet.

Innan arbetet fortsätter i kravsättningen, behöver designperspektiven (problem, struktur, funktion, aktivitet och realisering) itereras några gånger, då relevanta aspekter som uppkommer i senare perspektiv kan påverka innehållet i tidigare perspektiv. Avsikten är att uppnå en samstämmig beskrivning av designen.

Kravsättning: Systemmål och behov

Tanken med kravsättningen under behovsidentifieringen är att sätta de ramar som utvecklingsarbetet ska verka inom. Den inledande aktiviteten i kravsättningen är att klargöra och bestämma systemmålen (effektmålen) för människa-maskinsystemet, dvs vilka mål systemet har i stort. Anledningen till att detta görs nu är att det föregående arbetet i behovsidentifieringen först behöver utföras för att kravsättningen ska kunna göras med tillräcklig exakthet. Det är nödvändigt att ha ett brett angreppssätt under behovsidentifieringen

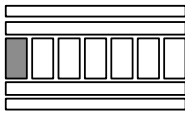


och det kan också bli så att de systemmål som designas inte täcker in alla de problem som ursprungligen identifierades. Ofta behövs det flera iterationer genom behovsidentifieringen innan resultatet av syntesen är helt samstämmigt och konsekvent. I samband med att systemmålen bestäms, så bestäms också nivån av användbarhet (se sidan 50).

Den följande aktiviteten i kravsättningen är att ta fram och beskriva behoven från användare och användningen (uppgift och omgivning), vilket görs utifrån de satta systemmålen. Vidare tas det också fram behov från andra intressenter i en utvecklingsprocess, exempelvis marknadsfunktion och produktionsfunktion i företaget. För att få en god ergonomi för alla som hanterar den kommande lösningen, får produktionsergonomi och liknande inte missas i behovsidentifieringen. Slutligen görs i kravsättningen en generell beskrivning över vad som i det specifika fallet skapar användarvänlighet, en så kallad användarvänlighetsinriktning. Beskrivningen blir en ledstjärna att rikta utvecklingsarbetet emot.

Utvärdering

De framtagna behoven måste utvärderas tillsammans med användare för att säkerställa att de är korrekt uppfattade och korrekt specificerade. Även beskrivningen av problemet som ska lösas med maskinen, samt beskrivningen av avsedda användare och av avsedd användning, bör av samma anledning utvärderas med användare. Det är viktigt att stämma av resultatet av behovsidentifieringen gentemot projektledning och projektägare, så att det finns en samsyn gällande avsedda användare och avsedd användning, samt gällande de effekter som lösningen ska uppnå i omgivningen.



11.2 Metoder i behovsidentifieringen

Under behovsidentifieringen används metoderna för att studera och beskriva den verklighet där maskinen ska komma att användas. Metoderna kan också användas längre fram under ACD³-processen för att beskriva maskinens utformning eller för att utvärdera maskinen.

Metoder användbara i behovsidentifieringen finns inom följande områden:

- datainsamling
- analys av data
- systemmodellering
- användarbeskrivning
- uppgiftsanalys
- kroppsställningsanalys
- interaktionsanalys
- riskanalys
- utvärdering

Datainsamling

För datainsamlingen under behovsidentifieringen är alla de metoder som beskrivits på sida 84f användbara:

- Litteraturstudier
- Studier av incident-, olycks- eller avvikelserapporter
- Loggstudier
- Observationer
- Intervjuer
- Enkäter
- Fokusgrupper
- Objektiva mätningar
- Contextual inquiry

Analys insamlad data

Målen med de här metoderna är att skapa struktur och sammanhang, samt även att integrera resultatet från datainsamlingsmetoderna, dvs omvandla datan till information som blir användbar i en utvecklingsprocess.

Tabeller, matriser och diagram

Ett av de enklaste sätten att sammanställa data och få en överblick är att använda olika typer av tabeller, matriser eller diagram. I en tabell sammanställs datan uppdelad i rader och kolumner, där varje rad och kolumn ofta är försedd med en rubrik. Innehållet kan både vara kvantitativt (siffror) och kvalitativt (text). En matris är en speciell tabellform, där två kategorier av data relateras till varandra. Det är analysen av relationen som är poängen med att använda en matris. Ett diagram är en grafisk framställning av relationen mellan kvantitativ data och någon form av aspekt(er), som både kan vara kvalitativa eller kvantitativa.

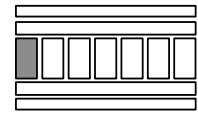
KJ-analys (Släktskapsdiagram)

KJ-analys, uppkallat efter den japanske antropologen Jiro Kawakita, är en metod för att sammanställa och få en helhetsbild över en stor mängd data. Metoden går i korthet ut på att resultatet från datainsamlingen skrivs ned på lappar, där varje lapp bara innehåller en enhet av data. Lapparna placeras sedan i grupper utifrån lapparnas teman och slutligen ges varje grupp en rubrik. KJ-analys bygger på en "bottom-up" strategi, det vill säga metoden inleds med att detaljerna studeras, därefter rör sig analysen mot helheten. Fördelen med metoden är att grupperingen av data inte behöver finnas från början, utan att den växer fram under analysen. Då post-it-lappar ofta används vid KJ-analys kallas metoden ibland för "gula-lapparna-metoden".

- Kaulio, M. et al (1999) *PRE- kundförståelse i produktutvecklingen*

Fiskbensdiagram (Ishikawadiagram)

Fiskbensdiagram är ett grafiskt verktyg som används för att strukturera och presentera samband i form av orsak-verkan. Metoden är användbar för att förstå kopplingen mellan problem och (möjliga) orsaker, men också till att identifiera faktorer som leder till en önskad lösning. Metoden startar med att det som ska undersökas (till exempel problemet) tydligt



definieras (rygggraden i fiskbenet). Därefter identifieras huvudaspekter/huvudorsaker, vilka kan påverka slutresultatet (blir huvudbenen) och slutligen identifieras delasppekter/delorsaker (blir småbenen) till huvudaspekterna. Resultatet blir en grafisk presentation av orsak-verkan-samband, som med lite fantasi har formen av ett fiskskelett.

- Bergman, B. och Klefsjö, B. (2012) *Kvalitet från behov till användning*

Träddiagram

I ett träddiagram sker en systematisk nedbrytning av någon aspekt (problem, idé, lösning etc) i sina beståndsdelar på olika nivåer. Tanken med metoden är att den successiva nedbrytningen och specificeringen av aspekten ska leda fram till en djupare förståelse av innebörd och innehåll i den analyserade aspekten. Metoder som utgår ifrån ett träddiagram är till exempel hierarkisk uppgiftsanalys (s 109) och felträdsanalys (s 127).

- Bergman, B. och Klefsjö, B. (2012) *Kvalitet från behov till användning*

AIM (The Affinity- Interrelationship Method)

AIM är ett strukturerat sätt att gå igenom kvalitativa data för att analysera en specifik fråga (en fråga eller ett problem) och på så sätt underlätta förståelsen av grundorsaken till problemet. Metoden nyttjar till stor del visuella verktyg, såsom post-it-lappar, för att grafiskt presentera resultaten. Det grundläggande arbetssättet med metoden är att gruppera olika aspekter och att sedan relatera dem till varandra (hur de är beroende av varandra).

- Alänge, S. (2009) *The Affinity-Interrelationship Method*

Systemmodellering

Metoderna används för att redogöra för relationer i ett system. Relationerna kan vara av olika karaktärer såsom strukturella, funktionella eller också baserade på informationsflöden.

Systembeskrivning

Systembeskrivning är en metod för att beskriva elementen i ett människa-maskinsystem och kopplingarna dem emellan. Metoden genomförs i fyra steg;

- (1) Identifiera de ingående elementen.
- (2) Beskriva deras relevanta egenskaper.
- (3) Identifiera kopplingar mellan elementen.
- (4) Skapa en grafisk systemmodell.

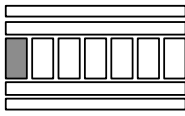
En systembeskrivning hjälper till i besvarandet av frågor som:

- Vilka gränser är relevanta för systemet där maskinen verkar?
 - Vilka delar ingår i människa-maskinsystemet?
 - Vilka är systemmålen?
 - Vilka gränssnitt finns inom systemet och över systemgränsen?
- Kapitel 25.1 Systembeskrivning på sidan 253.

IDEF0

IDEF0 står för Icam DEFinition for Function Modeling (där ICAM i sin tur står för Integrated Computer Aided Manufacturing) och är en metod för att beskriva beslut, handlingar och aktiviteter i en organisation eller i ett system. Metoden utgår ifrån att beskriva de aktiviteter som sker i system med hjälp av boxar, där pilar visar på indata, utdata, styrningar och mekanismer. Boxar kopplas sedan samman för att beskriva hur systemet fungerar i stort och vilka samband som finns.

- NIST (1993) *Integration definition for function modeling (IDEF0)*



Functional Resonance Analysis Method (FRAM)

FRAM är en metod som har utvecklats för att ge en systemisk ram att kunna beskriva komplexa system med, främst för riskanalys och olycksanalyser. Metoden bygger på att identifiera de centrala funktionerna i systemet och sedan beskriva sex aspekter för varje funktion: input, output, förutsättningar, resurser, styrning och tid. Funktionerna kopplas sedan samman i en modell för att beskriva hur systemet uppför sig i stort. Modellen kan sedan användas för att analysera systemegenskaper, såsom variation i prestation och resonans.

- Hollnagel et al (2014) *FRAM – the Functional Resonance Analysis Method*

Work Doman Analysis (WDA)

WDA är en metod för att beskriva de begränsningar som styr hur ett system kan agera och metoden är en del av det större ramverket Cognitive Work Analysis (CWA). Metoden utgår från en abstraktionshierarki i fem nivåer, från den mest abstrakta nivån, systemets ändamål, till den mest konkreta nivån, systemets fysiska komponenter. De olika nivåerna binds sedan samman med "medel-mål"-länkar, vilka gör att systemet kan beskrivas uppifrån och ned, utifrån systemets mål och nedifrån och upp, utifrån systemets kapacitet.

- Naikar, N. (2013) *Work domain analysis: concepts, guidelines, and cases*

Systems-Theoretic Accident Model and Processes (STAMP)

STAMP är en metod framtagen för att förstå olyckor ur ett systemperspektiv, där olyckor betraktas som en brist av kontroll som uppkommer på grund av komponentfel, yttre störningar och / eller dysfunktionella interaktioner mellan systemkomponenter. Grunden för STAMP är skapandet av en systemmodell över det sociotekniska systemet, som visar hur det hålls i dynamisk jämvikt genom återkopplingar av information och styrning. Modellen byggs upp av begränsningar, reglerloopar, processmodeller och kontrollnivåer.

- Leveson, N. (2004) *A new accident model for engineering safer systems.*

Användarbeskrivning

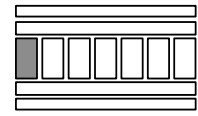
Syftet med användarbeskrivningar är att göra användaren mer synlig och konkret under en utvecklingsprocess. Användarbeskrivningar är även ett ordnat sätt att redovisa en del av resultaten från datainsamlingen.

Användarprofil

En användarprofil (user profile) beskriver förmågor, karaktäristikor och begränsningar hos användaren. Aspekter vilka är relevanta för den övergripande prestandan i människa-maskinsystemet är exempelvis information om mentala, fysiska och demografiska data hos användarpopulationen. Profilen beskriver också övriga karaktäristikor hos gruppen som är intressanta för studien: yrke, kompetens och om de formella kraven är uppfyllda för att få utföra en viss sorts arbete (exempelvis olika typer av körkort för maskiner). Viktigt för profilen är att den ska innefatta kritiska användare och fånga variationen hos användargruppen. En användarprofil kan även kompletteras med en beskrivning av relationer mellan olika användare, om det är aktuellt i studien.

Persona

Till skillnad mot en användarprofil, som objektivt beskriver variationen hos användaren, är en persona en beskrivning av en fiktiv typisk användare. En persona ska vara beskriven så fylligt att användaren uppfattas som en verklig person. Persona används för att göra användaren mer konkret och personlig och inte vara så abstrakt som i en användarprofil, i syfte att hjälpa utvecklarna att möta användares behov och preferenser. (För att göra själva användningen mer levande används scenarior, se sidan 110.)



Uppgiftsanalys

Uppgiftsanalys är ett systematiskt sätt att beskriva uppgiften som utförs i människa-maskinsystemet. Analysen är en mycket användbar metod i många sammanhang för att tydliggöra och synliggöra de handlingar som sker i interaktionen. Det finns många metoder för uppgiftsanalys. Den stora skillnaden mellan dem är hur många aspekter av människa-maskinsystemet som tas med.

Hierarkisk uppgiftsanalys

Hierarkisk uppgiftsanalys (Hierarchical Task Analysis, HTA) används för att beskriva vilka steg en användare måste gå igenom för att utföra en uppgift för att nå ett visst mål. Analysen börjar med att det övergripande målet för uppgiften identifieras. Detta övergripande mål delas sedan in i de underordnade handlingar, vilka måste utföras för att uppfylla målet. När inga fler underordnade handlingar kan hittas, avgörs om någon av de underordnade handlingarna kan delas upp i ytterligare delsteg. På detta sätt fortgår analysen till dess att en tillräcklig detaljgrad erhållits. Hierarkisk uppgiftsanalys är en mycket användbar metod för att strukturera och förstå en handlingssekvens.

- Kirwan, B. och Ainsworth, LK. (1992) *A guide to task analysis*

Länkanalys

Länkanalys även kallad sambandsanalys (Link Analysis, LA) används för att kartlägga samband mellan aktiviteter, exempelvis i handhavandet av maskiner, manöverpaneler och knappar. Ett samband i det här fallet är till exempel en förflyttning mellan maskin A och B eller från knapp A till knapp B. Metoden bygger alltså på att samband kartläggs. Sambanden kan även viktas, till exempel efter hur viktiga de är eller utifrån vilken typ de representerar. Resultatet blir ett mått på hur ofta varje samband används och i vilken ordning de används. De presenteras oftast i grafisk form. Metoden lämpar sig för analys av layouter, där man vill åstadkomma en så effektiv placering som möjligt av olika informations- och manöverdon. Metoden kan också användas för att se hur blicken förflyttas och därmed var uppmärksamheten är fokuserad under lösandet av uppgiften.

- Kirwan, B. och Ainsworth, LK. (1992) *A guide to task analysis*

Tabulär uppgiftsanalys

Tabulär uppgiftsanalys (Tabular Task Analysis, TTA) är en enkel metod för uppgiftsanalys. I tabellform presenteras olika aspekter för en operation eller för en hel uppgift. Aspekterna för tabellen väljs ut efter vad som behövs för resultatens fortsatta användning.

- Bohgard, M. (2008) *Arbete och teknik på människans villkor*

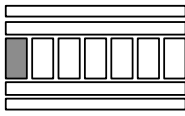
Generic Task Specification

Generic Task Specification (GTS) är en form av tabulär uppgiftsanalys med bestämda kategorier inom områdena:

- Krav från uppgiften - Vilka krav ställer uppgiften på användaren?
- Mental arbetsbelastning - Vilka effekter har uppgiften på användarens mentala förmågor?
- Fysisk arbetsbelastning - Vilka effekter har uppgiften på användarens fysiska förmågor?

Inom varje kategori finns sedan underkategorier där en semikvantitativ klassificering sker. Syftet med GTS:en är att tydliggöra uppgifts krav och arbetsbelastning, antingen för egen analys eller som indata för andra metoder.

- Bligård, L-O. och Osvalder, A-L. (2008) *Generic Task Specification*



Interaktionsbeskrivning

Interaktionsbeskrivning är en metod som syftar till att ge en överblick över interaktionen mellan människa och maskin. Den ger en överblick som underlättar både vid utvärdering av maskiner och vid utformning av nya användargränssnitt. Syftet med en interaktionsbeskrivning är inte att analysera gränssnittet, utan att se till att alla delar av interaktionen blir belysta. Metoden bygger på att dela upp interaktionen i två enkelriktade vägar, handlingar (människa till maskin) och information (maskin till människa) och att utförligt beskriva dem med hjälp av ett antal frågor. Till skillnad från GTS försöker också interaktionsbeskrivningen fånga intentionen hos användaren och designern (via gränssnittet).

- Kapitel 25.2 Interaktionsbeskrivning på sidan 255

User-Technical Process

User-Technical Process (UTP) beskriver samspelet mellan människa och maskin parallellt på flera nivåer utifrån en tidsaxel. Syftet med UTP är dels att förstå hur användarens preferenser påverkar utformningen, men också att tydligt koppla ihop användarens handlingar med de tekniska funktionerna hos maskinen. Nivåerna i UTP:n är:

- **Mentala aktiviteter** - användarens känslor och tankar för att uppnå systemmålet
 - **Användarens handlingar** - de fysiska handlingar som användaren utför
 - **Gränssnittets funktioner** - gränssnittets uppträdande under interaktionen
 - **Tekniska funktioner** - maskinens tekniska aktiviteter för att uppnå systemmålen
- Janhager, J. (2005) *User Consideration in Early Stages of Product Development*

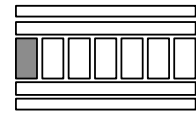
Användningsfall

Användningsfall (Use Case, UC) används för att få en generaliserad beskrivning av en användningssituation och för att få en överblick då det gäller funktionaliteten hos maskinen. Användningsfall beskriver maskinens uppträdande sett utifrån och innehåller en målorienterad uppsättning av interaktioner mellan externa aktörer och maskinen. Termen aktör används för att beskriva en person eller en annan maskin som har ett mål med användningen av maskinen.

Ett användningsfall beskriver först de förutsättningar som gäller för användningen, till exempel vilka som är aktörer, var användningen utspelar sig, vilka de yttre förutsättningarna är, vilka målsystemets gränser är och vilka villkor som måste vara uppfyllda för att användningen ska kunna starta. Efter detta beskrivs själva sekvensen i användningen, när aktören ska uppnå sitt mål. Beskrivningen utgår från den interaktion som sker mellan aktörerna och maskinen. Användningsfallet innehåller också möjliga utvidgningar av sekvensen, till exempel alternativa vägar som uppnår målet. Även sekvenser eller handlingar som leder till att målet inte kan uppnås kan vara med.

Användningsscenario

Metoden scenario eller scenariobeskrivning är en redogörelse för en användningssituation i berättande form. Ett scenario har en tydlig början och ett tydligt slut och där emellan beskrivs över tid hur användningen går till, vilka faktorer som påverkar etc. Det viktiga är att försöka förmedla stämningen vid användningen och de tankar och känslor som användaren har. Målet med scenarior är att göra användningen verklig och levande för utvecklarna. (På samma sätt som en persona används för att göra användaren levande.)



Kroppsställningsanalys

Denna grupp av metoder analyserar den fysiska ergonomin utifrån den kroppsställning som användaren har under användningen och den fysiska belastning användaren utsätts för.

Ovako Working Posture Analysing System

Ovako Working Posture Analysing System (OWAS) är en mycket enkel och snabb, men grov klassificering av kroppspositioner och belastningar. Metoden är främst utformad för att bedöma helkroppsbelastningar vid tunga lyft. OWAS bygger på att en fyrsiffrig kod tas fram för varje statisk arbetsställning i den arbetscykel man valt att studera. Den uppkomna positionen för de tre kroppsregionerna rygg, armar och ben bedöms med olika koder när lasten hanteras. Kroppens position bedöms antingen för varje operation eller med tidsintervall (var 10 sekund är vanligt). Varje siffervärde som framkommer för en given kroppsposition har en förutbestämd gradering i metoden och den baseras på hur skadlig positionen är ur belastningssynpunkt.

- Louhevaara, V. och Suurnäkki, T. (1992) *OWAS: a method for the evaluation of postural load during work*

Rapid Upper Limb Assessment

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) är samma typ av bedömningsmetod som OWAS, men fokuserar mer på överkroppens arbete och då speciellt hand-/armintensiva arbeten. I RULA bedöms positionen för sju olika kroppsregioner med sifferkoder: över- och underarm, handleden och vridningen på handleden, nacke, överkropp och ben. Bedömningen görs både för vänster och höger arm/hand. En totalpoäng räknas fram baserad på kroppsdelbedömningarna, vikten på lasten som hanteras och om rörelserna är statiska eller dynamiska. Ju högre poäng på alla bedömningarna, desto större är skaderisken.

- McAtamney, L. och Corlett, EN. (1993) *RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders*

Rapid Entire Body Assessment

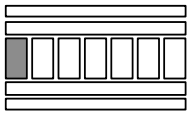
Rapid Entire Body Assessment (REBA) är en metod för att analysera kroppsställningar och är mycket lik RULA, men är mer helkroppsriktad. Analysen i REBA är en vidareutveckling av analysen i RULA och tar till exempel hänsyn till kopplingseffekter, dvs hur bra grepp eller koppling människan har med belastningen. Den tar också hänsyn till om positionen hos de övre extremiteterna orsakas av tyngdkraften (till exempel vid framåtlutande aktiviteter) och om det sker stora dynamiska förändringar i kroppsställningen.

- Hignett, S. och McAtamney, L. (2000) *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*

Rapid Office Strain Assessment

Rapid Office Strain Assessment (ROSA) är en bildbaserad översiktsmetod för att bedöma fysisk ergonomi vid kontorsarbete och påminner mycket om RULA och REBA i sitt upplägg, alltså att olika aspekter bedöms efter skalor, och tabeller används för att ge en slutpoäng. Metoden används för att göra en snabb och systematisk bedömning av faran för belastningsskador under datorarbete vid skrivbord.

- Sonne, MWL., Villalta, DL. och Andrews, D.(2012) *Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: the Rapid Office Strain Assessment (ROSA)*



Workplace Ergonomic Risk Assessment

Workplace Ergonomic Risk Assessment (WERA) påminner om tidigare metoder, då det är ett observationsverktyg för att bedöma fysisk ergonomi av en arbetsplats. Metoden täcker ett brett spektrum av fysiska faktorer, inklusive hållning, upprepning, kraft, vibration, kontakt stress och uppgiftens varaktighet. Metoden innehåller bedömningar av fem viktiga kroppsdelar: skuldra, handled, rygg, nacke och ben. Bedömningen görs med ett poängsystem och ger en guide till risknivån och beskriver behovet av mer detaljerade utvärderingar.

- Rahman, M.N.A., Rani, M.R.A., and Rohani, J.M. (2011) *WERA: An observational tool develop to investigate the physical risk factors associated with WMSDs*

Key Indicator Method

KIM är en tvåstegsmetod för bedömning av fysisk ergonomi. Metoden finns i tre varianter: Manual Handling Operations (KIM-MHO), Lifting/Holding/Carrying (KIM-LHC) och Pulling/Pushing of loads (KIM-PP). Alla tre varianterna utförs med hjälp av ett tvåsidigt kalkylblad, instruktioner och penna. Först ges en beskrivning av olika relevanta aspekter utifrån specifika skalor. Sedan används beskrivningarna för att räkna ut en övergripande riskpoäng.

Interaktionsanalys

Metoder för interaktionsanalys används för att upptäcka användarvänlighetsproblem och användningsfel; det vill säga svårigheter i interaktionen (samspelet) mellan användare och maskin. Innan analysen kan utföras måste tillräcklig kunskap samlas in om användaren, maskinen, omgivningen och framför allt om arbetsuppgifterna som ska utföras. Interaktionsanalys kan genomföras både med eller utan de verkliga eller tänkta användarna. Förutom metoderna nedan, kan även heuristisk utvärdering, standardinspektion och användningstest användas som interaktionsanalys. Riskanalys av användande kan inkluderas i en interaktionsanalys.

Kognitiv genomgång

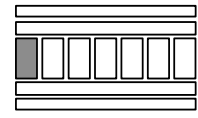
I en kognitiv genomgång simulerar utvärderaren eller utvärderingsgruppen användarens tankeprocess för att förstå hur interaktionen med maskinen kommer att gestalta sig. En känd metod är Cognitive Walkthrough (CW), som bygger på att människor vill lära sig något genom att pröva sig fram. Metoden utgår ifrån det riktiga sättet att utföra något och genom att använda en frågeprocess undersöka vad som avgör om användaren kommer att kunna utföra handlingssekvensen enligt det "rätta sättet". En vidareutvecklad version av CW är Enhanced Cognitive Walkthrough (Bligård och Osvalder, 2013) som innehåller en utökad frågedel och analysdel.

- Lewis, C. and Wharton, C. (1997) *Cognitive walkthroughs*

Felhandlingsanalys

Analysen går ut på att undersöka vilka potentiella felhandlingar som kan inträffa i interaktionen mellan användaren och maskinen samt varför felhandlingarna inträffar. Målet med analysen är att identifiera de delar av användningen, där användningsfel kan påverka prestationen och uppfyllandet av systemmålen. En metod för felhandlingsanalys är Predictive Human Error Analysis (PHEA). PHEA har formen av en tabulär uppgiftsanalys och har stora likheter med klassiska metoder för analys av tekniska system, Failure Modes and Effects Analysis (FMEA). En vidareutveckling av PHEA är Predictive Use Error Analysis (Bligård och Osvalder, 2014) som innehåller en utökad frågedel och analysdel.

- Sandom, C. och Harvey, R (2004) *Human Factors for Engineers*



Analys av fysiska ergonomiska felhandlingar

De två föregående metoderna för interaktionsanalys har haft fokus på användarens mentala aktiviteter och deras konsekvenser för maskinen och omgivningen. Men interaktionsanalysen kan också fokusera på den fysiska ergonomin och konsekvensen för användaren av fysiskt ergonomiska fel. En metod för detta är Predictive Ergonomic Error Analysis (PEEA) som är en modifiering av CW/PHEA. PEEA:n undersöker om moment i interaktionen kommer att utföras på ett fysiskt ergonomiskt riktigt sätt och i så fall varför, samt hur momentet kan utföras på ett fysiskt ergonomiskt dåligt sätt och vilka konsekvenserna då blir.

- Bligård, L-O. och Osvalder A-L (2006) *Predictive Ergonomic Error Analysis*

Risakanalys

En del av risakanalysen som behövs under behovsidentifieringen är en identifikation av de faror som finns kopplade till användningen av maskinen. De faror som finns styr till stor del det kommande utvecklingsarbetet, genom att lyfta fram viktiga designvariabler och genom att vara till grund för centrala krav relaterade till säkerhet.

What if

What if-analys är en strukturerad kreativ metod för att avgöra vad som kan gå fel och för att kunna bedöma sannolikheten och konsekvensen hos de situationer som uppkommer. Metoden går ut på att man försöker komma på vad som kan hända och sedan ställer frågan: Vad händer om...? (What if ...?). Om något farligt verkar kunna inträffa, försöker man bedöma sannolikheten och konsekvensen. Metoden kräver god kunskap om det som ska riskanalyseras.

- Tavlör, JR. (1994) *Risk analysis for process plant, pipelines and transport*

Hazard and Operability Studies

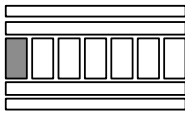
Hazard and Operability Studies (HAZOP) är en vidareutveckling av What if. Metoden styrs av ett antal ledord (inget, mer, mindre, del av, motsats...) applicerade på relevanta delar av maskinen för att upptäcka tänkbara avvikelser. Därefter granskas orsakerna till avvikelserna, samt även de följdverkningar som kan uppstå. Slutligen bedöms sannolikheten och konsekvensen hos situationen.

- Tavlör, JR. (1994) *Risk analysis for process plant, pipelines and transport*

Utvärdering

För att utvärdera resultatet av behovsidentifieringen (design och krav) är följande metoder på sidan 90 lämpliga:

- Granskning
- Genomgång
- Kano-enkät



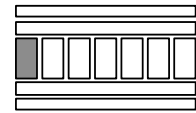
11.3 Exempel vattenflaska – behovsidentifiering

Utvecklingen av en ny vattenflaska för träning kommer att användas som fiktivt exempel genom hela ACD³-processen. Exemplet kommer främst att fokusera på resultatet av syntesarbetet, men även delar av genomförandet kommer att beskrivas. Exemplet har långt ifrån ett komplett innehåll, utan syftar till att ge en illustration av innehållet i en utvecklingsprocess.

Arbetet startade med att utvecklingsarbetet planerades i stort och behovsidentifieringen mer i detalj. Behovsidentifieringen inleddes med intervjuer av användare vilka intar vätska under och efter träning, för att på så sätt få fram information om hur, när och var vätska intas. Därefter besöktes olika typer av träningsanläggningar, där verklig användning observerades och olika kategorier av användare intervjuades för att ta reda på deras behov och upplevda problem. Produkter på marknaden, med syfte att förse tränande med vätska under och efter träningspass, studerades och utvärderades ergonomiskt.

HFE-gruppen tränade också en hel del själva för att uppleva användningen av de här olika produkterna. Designarbete och kravsättning utfördes och därefter granskade projektets användarreferensgrupp dem för att utvärdera om behovsidentifieringen hade gett ett bra resultat. Under hela arbetet dokumenterades det utförda arbetet och alla de beslut som hade fattats (med motiveringar).

Design
Problem: Huvudproblem <u>Specificerat och beskrivet huvudproblem</u> <ul style="list-style-type: none">• Hur skapa en lösning som kan förse personer med vätska under fysisk ansträngning? <u>Specificerad och beskriven effekt</u> <ul style="list-style-type: none">• Tränande med god vätskebalans.
Struktur: Kontext, användare och intressenter (Sociotekniskt system) <u>Specificerad och beskriven kontext</u> <ul style="list-style-type: none">• Avsedd kontext är träningsanläggningar (inom och utomhus), både gym, gruppträning och lagsporter samt löpspår. <u>Specificerade och beskrivna avsedda användare</u> <ul style="list-style-type: none">• Avsedda användare är människor som tränar eller regelbundet utsätter sig för annan fysisk ansträngning. <u>Specificerade och beskrivna intressenter</u> <ul style="list-style-type: none">• tränare och ledare• tillverkare• försäljare• återvinnare
Funktion: Förmågor och värden <u>Specificerade och beskrivna förmågor hos människa-maskinsystemet</u> <ul style="list-style-type: none">• förvara vätska• förse tränande med vätska <u>Specificerade och beskrivna kundvärden och användarvärden</u> <ul style="list-style-type: none">• <u>lätt att dricka ur</u>• <u>lätt att fylla på</u>• <u>lätt att rengöra</u>• <u>se snygg ut</u>• <u>miljövänlig</u>

**Aktivitet: Avsedd användning**Specificerad och beskriven primär användning

- Produkten ska användas vid inomhusträning som gymna, pilates och bollsporter. Vid de träningsstillfällena kommer användaren att ställa/lägga den i träningslokalen och återvända då och då för att dricka.
- Produkten ska också användas vid cykling inomhus eller utomhus
- Produkten ska inte användas vid löpträning i högre tempo (ej konkurrera med vätskebalten som har små flaskor).
- Produkten ska kunna fyllas på i ett vanligt handfat och kunna innehålla vatten och sportdryck.
- Efter användning ska produkten kunna diskas för hand eller i diskmaskin.

Specificerad sekundär användning

- tillverkning
- försäljning
- användning
- förvaring
- återvinning

Ingen relevant sidoanvändning eller co-användning identifierad.

Realisering: Möjligheter och begränsningarSpecificerade och beskrivna marknadsaspekter

- Behöver kunna köpas av många användare – får inte bli en för exklusiv och dyr produkt.

Specificerade och beskrivna organisatoriska aspekter

- Kommer den kommande lösningen att få användare att träna mer?
- Kommer det att bli kortare eller längre kö vid påfyllningen av vatten?
- Kommer användningen av toaletterna att förändras (exempel städbehov)?

Analyserade existerande lösningar

- Det finns redan i dag många produkter med liknande egenskaper som förser tränande med vätska, vilket talar för att utvecklingsarbetet är genomförbart.

Krav**Mål**Systemmål/effekt mål

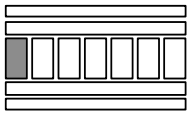
- Den ska hjälpa till att förbättra prestation och återhämtning genom att hålla användarens vätskebalans på en bra nivå.

Nivå av användbarhet

- En användare ska på 20 sekunder kunna greppa produkten, dricka 2 dl och ställa ifrån sig den utan att känna sig stressad.
- En användare ska på 1 min kunna fylla på produkten i ett vanligt handfat utan att känna sig stressad.

BehovBehov användare och användning

- kunna hållas med en hand
- öppnas och stängas med en hand under drickande
- ej droppa på kläder
- innehålla tillräckligt med vatten
- matcha träningskläderna
- fyllas på i vanligt handfat
- monteras på cykel



- bäras med vid gång/joggning
- fästas på ryggsäck
- diskas i diskmaskin
- skydda mot smuts
- inte rulla iväg om den ramlar omkull

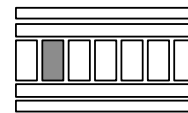
Behov intressenter (marknad, produktion etc)

- passa företagets profil
- passa in i träningsmiljön, såsom gym
- vara billigare än befintlig vattenflaska från företaget
- använda befintliga tillverkningsmaskiner

Riktlinjer

Användarvänlighetsinriktning

- Det som gör produkten användarvänlig är att den ska vara lätt att fylla med vatten och att den ska vara lätt att öppna och att dricka ur.



12 Användningsutformning

Den första utformningsdelen i ACD³-processen är användningsutformningen. Syftet är att undersöka vilken användning som uppfyller behoven och ger avsedda effekter och att undersöka vilka övergripande (tekniska) lösningar som uppfyller användningen. Målet är att utforma användningen och välja princip för teknisk lösning (sätta de yttre ramarna för maskinens utformning). Tabell 12.1 visar en sammanfattning av användningsutformningen.

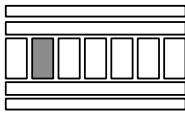
Tabell 12.1 Användningsutformningen kortfattat

<p>Syfte: att undersöka vilken användning som uppfyller behoven och ger avsedda effekter och att undersöka vilka övergripande (tekniska) lösningar som uppfyller användningen</p> <p>Mål: att utforma användningen och välja teknisk lösningsprincip (sätta de yttre ramarna för maskinens utformning)</p> <p>Fokus för arbetet: användningen användningscentrerat arbete</p> <p>System att beakta: människa-maskinsystem</p> <p>Betraktningssvy: människa-maskinsystemet betraktat utifrån omgivningen</p>	
--	--

Under användningsutformningen är det användningen som står i fokus; det finns så att säga ett användningscentrerat angreppssätt. Systemet att beakta är människa-maskinsystemet som helhet och betraktningssyn blir därmed på hela människa-maskinsystemet betraktad utifrån omgivningen. Centralt här är att just beakta människan och maskinen som en helhet och inte skilja på dem för tidigt i arbetet. Den huvudsakliga designen i användningsutformningen är själva användningen av maskinen, vilken görs för att uppnå systemmålen. I tabell 12.2 listas de viktigaste aktiviteterna i användningsutformningen. Under användningsutformningen sker det också arbete relaterat till andra faser, beroende på ACD³-processens iterativa och parallella karaktär.

Tabell 12.2 Centrala aktiviteter i användningsutformningen

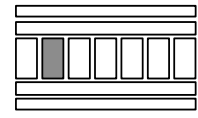
Planering	Uppdatera planen för hela utvecklingsprocessen Detaljplanera användningsutformning
Datainsamling	Detaljerat om användare, användning, existerande maskiner, samt om tekniska och estetiska lösningar
HFE-aktiviteter	Övriga projektaktiviteter
<ul style="list-style-type: none"> -utföra fördjupad analys av systemmål -utforma tänkt användning av maskinen -undersöka tänkbara idéer och lösningar för interaktion -undersöka tänkbara idéer och lösningar för estetik och formspråk -undersöka och specificera krav från användare och användning -ta fram riktlinjer för användarvänlighet och estetik 	<ul style="list-style-type: none"> -undersöka tänkbara idéer och lösningar för tekniska aspekter -analysera principiella lösningar på systemnivå -välja och specificera teknisk princip för lösningen -omvandla behov från marknad till krav -omvandla behov från produktion till krav -omvandla företagets övriga interna behov till krav
Utvärdering	Utvärdering av utformad användning och vald teknisk princip samt specificerade krav och mål



Tabell 12.3 visar var fokus i användningsutformningen ligger i förhållande till samspelet mellan kravsättning och designarbete. Tabellen visar också den slutliga syntesen från designarbetet och kravsättningen i användningsutformningen. Aktiviteterna i användningsutformningen kommer att presenteras mer i detalj i kommande avsnitt.

Tabell 12.3 Resultat av användningsutformningens syntesaktiviteter

Syntes designarbete (Maskinspecifikation)	Fokus för utvecklingsarbetet
<p>Problem: Användning Detaljering av problemet kopplat till användningen - <u>Vidare preciserat och beskrivet problem utifrån användningen</u> - <u>Besvara frågor för den kommande designen</u></p>	
<p>Struktur: Människa-maskinsystem Identifiera och beskriva de entiteter som aktivt kommer att lösa problemet - <u>Specificerat och beskrivet människa-maskinsystem</u></p>	
<p>Funktion: Systemfunktioner Identifiera och beskriva det som människa-maskinsystemet behöver utföra för att problemet ska lösas - <u>Specificerade och beskrivna funktioner för människa-maskinsystemet</u> - <u>Fördelning av funktioner mellan människan och maskinen</u></p>	
<p>Aktivitet: Användaruppgifter Identifiera och beskriva de aktiviteter som vilar på människan att utföra i systemet - <u>Specificerade och beskrivna uppgifter för människan</u></p>	
<p>Realisering: Teknisk princip och införande Undersöka principiella lösningar och välja tekniska principer - <u>Beskrivna tänkbara lösningar teknik</u> - <u>Beskrivna tänkbara lösningar interaktion</u> - <u>Beskrivna tänkbara lösningar estetik</u> - <u>Specificerad och beskriven vald teknisk princip</u> - <u>Specificerade och beskrivna aspekter för införandet</u></p>	
<p>Syntes kravsättning (Användningskrav) Sätta de ramar som människa-maskinsystemet behöver uppfylla för att uppnå systemmålen - <u>Användarvänlighetsmål</u> - <u>Nyttomål</u> - <u>Krav från användning</u> - <u>Krav från marknad, produktion etc</u> - <u>Krav från myndigheter, standarder etc</u> - <u>Riktlinjer estetik</u> - <u>Riktlinjer användarvänlighet</u></p>	



12.1 Genomförande

Användningsutformningen är viktig för hela utvecklingsarbetets framgång och utgör grunden för utformningsarbetet. Blir den inte fullgott gjord, kommer det att avspeglats i det resterande utvecklingsarbetet. Aktiviteterna görs inte alltid i den listade ordningen, utan i den ordning som passar bäst för det aktuella utvecklingsprojektet.

Datinsamling

Datinsamlingen under användningsutformningen är en mer detaljerad insamling av information om användarna, användningen, existerande maskiner och tekniska lösningar än den som görs under behovsidentifieringen. Insamlingen är mer riktad mot den avsedda användningen och de avsedda användarna, vilka definierades sent under behovsidentifieringen.

Analys och syntesaktiviteter (inkl idégenerering)

Nedan följer en beskrivning av det arbete som sker i analysen, idégenereringen och syntesen under användningsutformningen. Beskrivningen är uppdelad efter de fem designnivåerna och kravsättningen, för att lyfta fram att utvecklingsarbetet sker inom alla de delarna. De sammantagna resultaten av syntesen under användningsutformningen betecknas maskinspecifikation och sammanställningen av den har tidigare visats i tabell 12.3.

Problem: Användning

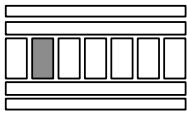
Analysarbetet under användningsutformningen inleds med en vidare undersökning av problemet utifrån de förutsättningar som är satta av behovsidentifieringen. Innebörden av de satta systemmålen analyseras för att leda fram till vilka frågor och problem som är viktigast att besvara och lösa under användningsutformningen. Vidare bör analysen innefatta undersökningar om vad som skapar användarvänlighet för det problem som ska lösas. Syntesen blir då en precisering av problemen relaterat till användningen, dock utan att specificera problem kopplade till den fysiska realiseringen av "maskinen". Dessutom besvaras också andra frågor som identifierats som viktiga för att förstå hur användningen kommer att ske.

Struktur: Människa-maskinsystem

Strukturperspektivet av användningsutformningen går ut på att identifiera och beskriva de element som aktivt kommer att lösa de identifierade problemen. Analysen här fokuserar på vilka element som ska inkluderas i människa-maskinsystemet och vad som ligger utanför systemgränsen. Analysen innehåller uppdelning av systemet i centrala funktionella element och undersökningen av hur elementen är relaterade till varandra och omgivningen. Vidare undersöks vilka egenskaper (karaktistik och begränsningar) hos elementen som behöver beaktas i det kommande arbetet. Arbetet är en fortsättning på det som påbörjades under behovsidentifieringen (strukturperspektivet). Analysen fortsätter sedan med att identifiera relationen mellan systemmålen och elementen i människa-maskinsystemet. Syftet med analysen är att säkerställa att inga betydelsefulla bitar förbises. Syntesen av strukturperspektivet är ett specificerat och beskrivet människa-maskinsystem, vilket är en vidareutveckling av strukturperspektivet från behovsidentifieringen.

Funktion: Systemfunktioner

Arbetet här fokuserar på att identifiera och beskriva det som människa-maskinsystemet behöver utföra för att problemet ska lösas. För att uppnå de i behovsidentifieringen bestämda systemmålen (effekt målen) och nivån av användbarhet behöver maskinen innehålla funktionalitet, vilket analyseras med en funktionsanalys. Utgångspunkt för analysen är värdena och förmågorna från behovsidentifieringen. Vidare behöver det ske en analys av hur ansvaret för funktionerna ska fördelas och/eller delas mellan olika delar i systemet, främst mellan människan och maskinen. Det sker alltså en funktionsallokering som ger en viss nivå av automation i systemet. Viktigt är att allokeringen inte behöver vara absolut, utan både kan vara delad eller beroende av situationen. Syntesen ger en listning av funktioner för systemet



(alltså hela människa-maskinsystemet) och en fördelning av funktionerna mellan människan och maskinen.

Aktivitet: Användaruppgifter

När funktionerna för systemet väl är bestämda och fördelningen till människan är klar, är nästa steg att analysera hur användaren ska arbeta (kombinera sina och maskinens funktioner) för att uppnå systemmålen, alltså vilka uppgifter som människan ska utföra (uppgiftsanalys). Grunden här är den avsedda användningen från behovsidentifieringen, främst primär-användningen. De uppgifter som skall analyseras och bedömas vid utformningen av en maskin bör omfatta (idealt) hela det omfång av uppgifter som man kan stöta på, både vad det gäller normal användning och även vad det gäller störningar och underhåll. I annat fall kommer systemet endast att bli maximerat för ett fåtal tillfällen, vilket totalt sett kan leda till undermålig systemutveckling. Vidare behöver det analyseras så att funktionerna via uppgifterna leder till uppfyllandet av systemmålen. Analysen bör också beakta hur användarnas nuvarande arbetsätt och beteenden kommer att förändras, i de fall lösningen innebär nya användaruppgifter. Syntesen från aktivitetsperspektivet ger den övergripande användningen (med användaruppgifterna) och beskrivs med användningsfall, scenarion och/eller någon annan lämplig metod.

Realisering: Teknisk princip och införande

Under arbetet med realiseringsperspektivet ligger fokus på att undersöka principiella lösningar, välja teknisk princip för maskinen. Sedan följer en undersökning om vilka faktorer från införandet av maskinen (med designad användning och teknisk princip) som kan behöva beaktas i den fortsatta utvecklingen. Arbetet här är en direkt fortsättning på realiseringsperspektiv i behovsidentifieringen.

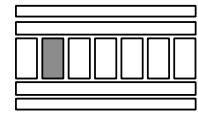
Analysen för teknisk princip innebär en genomgång av möjliga sätt att uppfylla användningen (teknik, interaktion och estetik) och värderingen av dessa gentemot beskriven användning (användningsuppgifter). Analysen bör undersöka hur maskinen bäst ska kunna hjälpa användaren att lösa uppgifterna och att uppnå systemmålen (effektmålen). Vidare måste omgivande miljö, där maskinen ska användas, beaktas såsom temperatur, belysning, buller etc. Det gäller även att begrunda hur den omgivande miljön kan användas i samspelet och hur den kan hindras från att påverka samspelet negativt. Utgående från analysen bestäms sedan den tekniska principen för maskinen, när det är helt klarlagt vilken användningen kommer att vara. Den valda tekniska principen kommer sedan att ligga till grund för arbetet i den övergripande utformningen.

När väl den tekniska principen för maskinen är vald är det läge att mer utförligt analysera hur själva införandet av lösningen kommer att påverka användarna och den användande organisationen. Undersök om andra uppgifter/aktiviteter, än de direkt relaterade till maskinen, kommer att påverkas. Undersökningen bör också beröra införandet, exempelvis om det kommer att ske någon utfasning av en tidigare lösning eller kommer den nya att fungera parallellt med den gamla. En annan relevant fråga är om det kommer att finnas behov av temporära lösningar under införandet.

Syntesen här ger tre resultat:

- (1) beskrivningar av tänkbara lösningar för teknik, interaktion och estetik
- (2) den valda tekniska principen med tydlig motivering
- (3) beskrivning av centrala aspekter vid införandet av maskinen

Innan arbetet fortsätter i kravsättningen, behöver designperspektiven (problem, struktur, funktion, aktivitet och realisering) itereras några gånger, då relevanta aspekter som uppkommer i senare perspektiv kan påverka innehållet i tidigare perspektiv. Avsikten är att uppnå en samstämmig och konsekvent beskrivning av designen.



Kravsättning

Kravsättning syftar till att sätta de ramar som människa-maskinsystemet behöver uppfylla för att nå systemmålen. Arbetet görs utifrån den tekniska princip som har valts under realiseringen.

Mål för nytta och användarvänlighet

Det första steget i kravsättningen är att sätta upp mål för nytta och användarvänlighet. De används sedan som en del av valideringen av den utvecklade maskinen. Målen här är en vidareutveckling av nivån av användbarhet och de anger mål för prestandan för den användning som är designad. Målen för nytta och användarvänlighet kan inte sättas förrän användningen är bestämd, eftersom det är först då som det finns tillräcklig detaljnivå.

Kravsättning från användning och användare

Kravsättningen i användningsutformningen är mycket viktig för att den resterande utvecklingsprocessen ska kunna leverera önskad maskin och därigenom säkerställa en bra prestation hos användaren. Kraven anger de villkor som behöver vara uppfyllda för att målen för nytta och användarvänlighet ska kunna uppnås. Viktigt att beakta vid kravsättningen är:

- Välja ut vilka områden som är relevanta att kravsätta
- Motivera och förklara kraven för att förenkla kommunikationen (viktigt för att synliggöra effekterna om ett krav inte uppfylls)
- Sammanställa kraven i en kravspecifikation

Kraven kommer främst från tre källor. Först från de behov som samlats in från användarna/användningen under behovsidentifieringen. Den andra källan är den utformning av funktion, uppgift och användning som tidigare gjorts. Den tredje är från standarder, till exempel i form av företagsinterna standarder, branschstandarder och förordningar från myndigheter. Andra källor är vidare studier av användning och användare, en fortsättning på arbetet under behovsidentifieringen. Sedan kan även följande områden ge en bra grund för att skapa krav:

- Fysikaliska mätningar för att kartlägga omgivningen (till exempel ljud och ljus)
- Belastningsergonomisk teori ger information om människans fysiska förutsättningar
- Kognitionsergonomisk teori ger information om människans mentala förutsättningar samt risktagande och felhandlingar

Krav från intressenterna

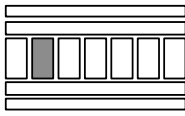
Intressentbehoven behöver också förädlas utifrån den användning som är bestämd. Här kan det också tillkomma krav från standarder och myndigheter, vilka behöver föras in i utvecklingsprojektet. Många branscher har specifika krav som måste uppfyllas för att produkter ska kunna säljas, exempelvis CE-märkning.

Riktlinjer för estetik och användarvänlighet

Efter att målen och kraven är fastställda, är nästa steg att ta fram de riktlinjer som behövs för att uppnå dem. Framtagandet av riktlinjerna följer samma mönster som för kraven och målen, dvs att välja ut områden, motivera riktlinjer från användning och teori, samt sammanställa allt i ett dokument. Ett viktigt syfte för riktlinjerna är att fånga viktiga aspekter, vilka inte kan beskrivas som mål eller krav.

Utvärdering

Utvärderingen i användningsutformningen innebär att den framtagna designen och de framtagna kraven utvärderas gentemot användarna och användningen. Utvärdering internt sker oftast genom granskning av designen och kraven och utvärdering externt mot användarna genom att de också får ta ställning till designen och kraven för att avgöra om de är riktiga. Är resultaten av utvärderingen bra, går processen vidare till den övergripande utformningen.



12.2 Metoder användningsutformning

Metoder användbara i användningsutformningen finns inom följande områden:

- datainsamling
- analys av data
- användarbeskrivning
- uppgiftsanalys
- funktionsanalys
- estetisk analys och syntes
- idégenerering
- utvecklingsmatriser
- syntesmetoder
- utvärderingsmatriser
- riskanalys
- utvärdering

Datainsamling

För datainsamlingen under användningsutformningen är alla de metoder som beskrivs på sidan 84f användbara:

- Litteraturstudier
- Studier av incident-, olycks- eller avvikelserapporter
- Loggstudier
- Observationer
- Intervjuer
- Enkäter
- Fokusgrupper
- Contextual inquiry
- Objektiva mätningar

Analys av data

Användningsutformningen innebär att mer information har samlats in och behöver analyseras. Lämpliga metoder är de som beskrivs i behovsidentifieringen på sidan 106f, främst:

- Tabeller, matriser och diagram
- KJ-analys (Släktskapsdiagram)
- Fiskbensdiagram (Ishikawadiagram)
- Träddiagram

Systemmodellering

Systemet behöver beskrivas mer detaljerat och lämpliga metoder att använda är samma som i behovsidentifieringen, sidan 107f:

- Systembeskrivning
- IDEF0
- Functional Resonance Analysis Method (FRAM)
- Work Doman Analysis (WDA)

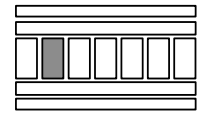
Användarbeskrivning

Metoder för användarbeskrivning: användarprofil och persona (sidan 108), är också användbara och nödvändiga i användningsutformningen. Skillnaden är att metoderna nu ska användas för att beskriva den tänkta användaren och inte som i behovsidentifieringen, den verkliga användaren.

Uppgiftsanalys

De här metoderna (sidan 109f) är centrala för användningsutformningen, men till skillnad mot behovsidentifieringen beskrivs nu den avsedda användningen:

- Hierarkisk uppgiftsanalys
- Länkanalys
- Tabulär uppgiftsanalys
- Generic Task Specification
- Interaktionsbeskrivning
- User-Technical Process
- Användningsfall
- Användningsscenario



Funktionsanalys

Funktionsanalys innebär att mål som systemet ska uppfylla överförs till funktioner som systemet ska innehålla. Utgångspunkten för funktionsanalysen är vad som ska uppnås och inte hur det ska uppnås. Analysen kan sedan övergå i en systemanalys genom att beskriva vilka ingående delar hela systemet har och hur de samverkar för att det ska fungera.

Klassisk (teknisk) funktionsanalys

Klassisk funktionsanalys går ut på att bryta ner funktionaliteten hos maskinen i huvudfunktioner, delfunktioner och stödfunktioner. Huvudfunktioner behövs för att uppnå systemmålet. I regel består huvudfunktioner av ett antal delfunktioner, vilka i sin tur även de kan bestå av delfunktioner. Det finns många olika sätt att utföra en funktionsanalys på och ett klassiskt och användbart upplägg för produktutveckling utgörs av följande steg:

1. identifiera och beskriva huvudfunktioner
 2. bryta ned i delfunktioner
 3. identifiera stödfunktioner (funktioner som hjälper huvudfunktionen, men som inte är absolut nödvändiga)
 4. bestämma prestanda på funktionerna
 5. allokerar funktioner till systemets struktur
 6. relatera funktioner till överliggande behov/mål/krav
- Cross, N. (2008) *Engineering design methods: strategies for product design*

Funktionslistning

Funktionslistning innebär att funktionerna hos en maskin listas utan att de eventuella relationerna mellan funktionerna beskrivs. När alla funktionerna är listade börjar man sedan att organisera upp funktionerna. Funktionerna grupperas i huvudfunktioner, delfunktioner och stödfunktioner baserat på hur de är relaterade till människa-maskinsystemets systemmål. Funktionslistningen kan sedan, när utvecklingsarbetet kommit långt, kompletteras med en listning av tekniska huvudprinciper, delprinciper och stödprinciper.

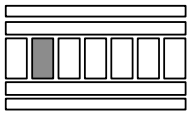
Funktionsträd

Ett funktionsträd används för att grafiskt visa samband och relationer mellan funktioner på olika nivåer. En förflyttning upp i trädet svarar på frågan varför en funktion finns, medan en förflyttning ned i trädet besvarar frågan hur en funktion är uppfylld. De funktioner som behandlas är vanligen huvudfunktioner, delfunktioner och stödfunktioner.

Function-action tree

Ett function-action tree (FAT) utformas genom att en schematisk modell av maskinen kombineras med användarens handlingar och mentala aktiviteter. Ett händelseförlopp bryts ner i små delar och för varje del specificeras om det är användaren eller om det är maskinen som utför handlingen. Även mentala aktiviteter inkluderas i en FAT. Den schematiska modellen får formen av ett hierarkiskt träd. Med hjälp av olika symboler skiljs det grafiskt ut vem eller vad som utför handlingen. Symboler finns för användarhandling, teknisk funktion, mental aktivitet, kombination av användarhandling, teknisk funktion och även vilket medel (means) som används för att uppnå handlingar, funktioner och aktiviteter.

- Janhager, J. (2005) *User Consideration in Early Stages of Product Development*



Estetisk analys och syntes

Metoderna nedan syftar till att analysera och syntetisera det estetiska uttrycket hos maskinen.

Moodboard

En moodboard är ett collage av material (till exempel bilder, texter, färger, foton och materialprover) som beskriver stämningen, känslan, uttrycket, budskapet etc. I bland används namnet imageboard, om collaget bara består av bilder, och ibland namnet expressionboard, om fokus ligger på uttrycket. Syftet med en moodboard är främst att dokumentera och kommunicera både tankar bakom och stilen i den estetiska utformningen och därmed underlätta arbetet med idégenerering och styra in utvecklingsarbetet på rätt spår. Men en moodboard kan också användas för att ur andra synvinklar beskriva användaren, användningen och omgivningen.

Design Format Analysis

Metoden används för att identifiera företagsspecifika estetiska egenskaper hos ett företags maskiner. Egenskaperna är exempelvis geometriska former, material eller färger. I metoden poängsätts varje egenskap med avseende på hur företags- eller varumärkesspecifik den anses vara för var och en av företagets maskiner. Resultaten förs sedan in i en tabell där de analyserade maskinerna kan jämföras. Analysens mål är att på ett relativt enkelt och snabbt sätt beskriva den visuella formgivningen av maskiner, samtidigt som det tydliggörs vilka estetiska egenskaper som det skall tas hänsyn till i utvecklingsarbetet.

- Warell, A. (2006) *Identity recognition in product design: An approach for design management*

Idégenerering

För att komma in på nya tankebanor under en utvecklingsprocess behövs ibland metoder för idégenerering.

Brainstorming

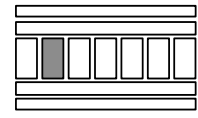
Denna metod går ut på att i grupp ta fram så många lösningsidéer som möjligt, genom att låta tankarna löpa fritt kring ett på förhand givet problem. Idén är att gruppmedlemmarna ska sporra varandra till nya lösningar genom vidare associationer utifrån andras idéer. Även de mest okonventionella idéerna kan efter viss modifiering visa sig ge en utmärkt lösning på problemet. Under en brainstorming går kvantitet före kvalitet och ingen kritik, varken positiv eller negativ, får framföras. Alla förslag dokumenteras för att vid ett senare tillfälle utvärderas.

- Österlin, K. (2010) *Design i fokus för produktutveckling*

Brainwriting

Brainwriting fungerar på samma sätt som brainstorming, men varje gruppmedlem sitter först för sig själv och dokumenterar sina idéer på papper. Viktigt är att idéerna skrivs ned i den ordning de kommer fram och att man inte tar bort någon idé från sitt papper. Syftet här är att undvika likriktning och få fram olikheter, eftersom deltagarna inte kan påverka varandra. Efter en angiven tid får deltagarna studera varandras idéer för att få inspiration och därefter funderar alla vidare. Ett bra sätt är att varje person får läsa upp sin första punkt på listan, sedan sin andra osv. Alla idéerna dokumenteras så att alla kan se dem. Tanken är att alla måste framföra sina idéer i den ordning som de dök upp, för att det inte ska bli någon självzensur, utan att alla idéer kommer fram.

- Österlin, K. (2010) *Design i fokus för produktutveckling*



Osborns idésporrar

Denna metod används för att vidare bearbeta de idéer som har genererats genom att problemet har analyserats. Ett antal frågor ställs runt idéerna för att generera nya förslag:

- ersätta?
- kombinera?
- bearbeta?
- förminska?
- förstora?
- eliminera?
- modifiera?
- göra tvärtom?

Svaren och associationerna som frågorna ger upphov till dokumenteras, för att i ett senare skede utvärderas och se om de med viss modifiering kan leda till användbara lösningar.

- Österlin, K. (2010) *Design i fokus för produktutveckling*

Utvecklingsmatriser

Utvecklingsmatriser används för att kombinera ihop resultat från utvecklingsarbetet. Inom gruppen finns matriser med olika syften, exempelvis för att visa hur dellösningar kan förenas till en helhetslösning eller för att visa sambanden mellan krav och lösningar.

Kvalitetshuset

Kvalitetshuset är en metod i form av ett matrisdiagram där huvuddelen kopplar samman krav, till exempel kundönskemål, med designvariabler, till exempel produkttegenskaper.

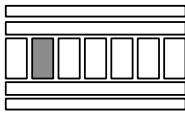
Diagrammet innehåller även en sambandsmatris för designvariablerna, en konkurrentjämförelse, tekniska målvärden samt viktning av ingående delar, vilka tillsammans antar en form som kan liknas vid ett hus. Nyttan med kvalitetshuset är att det samlar många viktiga aspekter, som är relevanta för utvecklingsarbetet, och deras relationer i ett diagram.

- Bergman, B. och Klefsjö, B. (2012) *Kvalitet från behov till användning*

Morfologisk matris

En morfologisk matris används för att kombinera olika lösningsförslag på en maskins delfunktioner. Innan matrisen kan användas måste dels en funktionsanalys vara gjord, dels måste det också ha tagits fram ett antal lösningar för varje delfunktion. I matrisens vänstra kolumn listas delfunktionerna och till höger listas möjliga lösningar för varje delfunktion. Ur matrisen kan sedan olika koncept på totallösningar tas fram genom kombinationer av dellösningarna.

- Johannesson, H., Persson, J-G. och Pettersson, D. (2013) *Produktutveckling: effektiva metoder för konstruktion och design*



Utvärderingsmatriser

Under en utvecklingsprocess tas ofta flera koncept fram parallellt och en del av arbetet är att välja ut ett eller flera av koncepten för att gå vidare med. Ett vanligt sätt att göra detta är att använda utvärderingsmatriser.

För- och nackdelsmatris

I denna matris ställs först alla lösningarna upp och sedan listas alla fördelar respektive nackdelar för varje lösning. Alla nackdelar ger ett minus medan alla fördelar ger ett plus, när utvärdering sker med hjälp av matrisen. Resultatet räknas sedan samman för att lösningarna ska kunna utvärderas gentemot varandra. Den lösning med mest positivt resultat är alltså den bästa. För- och nackdelar kan också rankas eller viktas beroende på hur viktiga de är för helheten.

Elimineringsmatris

Här ställs lösningar upp mot de framtagna kraven och behoven. De förslag som inte håller måttet elimineras i det vidare utvecklingsarbetet. För att skilja de kvarvarande förslagen åt, går det att vikta hur väl varje lösning uppfyller kraven och behoven. Totalsumman för varje lösning blir då beslutsunderlag i den vidare utvecklingen.

- Johannesson, H., Persson, J-G. och Pettersson, D. (2004) *Produktutveckling: effektiva metoder för konstruktion och design*

Pughmatris

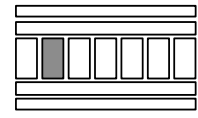
En Pughmatris används för att utvärdera vilket av flera förslag som *bäst* uppfyller en kravspecifikation, under förutsättning att förslagen uppfyller alla ställda krav. Förslagen jämförs gentemot ett referensförslag, vilket kan vara ett av förslagen, befintlig maskin eller konkurrenternas maskin. Om ett förslag uppfyller ett krav bättre än referensen får det ett plus, är det lika bra blir det en nolla och är det sämre blir det ett minus. Kraven viktas också efter hur viktiga de är för att nå systemmålen. Summan räknas sedan samman och utifrån resultaten kan sedan lösningar väljas eller förkastas.

- Johannesson, H., Persson, J-G. och Pettersson, D. (2004) *Produktutveckling: effektiva metoder för konstruktion och design*

Kesselringmatris

En utvärdering med en Kesselringmatris (också kallat kriterieviktning) liknar en utvärdering med Pughmatris, genom att förslag jämförs gentemot ett referensförslag, men i detta fallet är det en ideallösning och utvärderingen sker mot utvalda utvärderingskriterier. Varje kriterium får en viktningsfaktor, exempelvis 1-5, 1-10, 1-100 eller liknande. I matrisen står kriterierna på y-axeln, medan lösningsförslagen står på x-axeln. I matrisens rutor placeras dels betyget för uppfyllande och dels betyget multiplicerat med vikt faktorn. De summeras sedan för att få fram totalsumman för varje förslag och kan sedan jämföras med ideallösningen, som har det teoretiskt högsta värdet.

- Johannesson, H., Persson, J-G. och Pettersson, D. (2013) *Produktutveckling: effektiva metoder för konstruktion och design*



Risikanalys

I riskanalysen under användningsutformningen undersöks vilka inneboende faror som finns i det valda sättet att uppfylla behoven, dvs var i funktionerna och uppgifterna det kan finnas faror. Riskanalysen finns generellt beskriven på sidan 88f och lämpliga metoder är:

- Felhandlingsanalys (PHEA) (sidan 112)
- What if (sidan 113)
- Hazard and Operability Studies (HAZOP) (sidan 113)
- Felträdsanalys (FTA)
- Händelseträdsanalys (ETA)

Felträdsanalys

En felträdsanalys (Fault Tree Analysis, FTA) utgår från en händelse som kan orsaka skada (så kallad slut- eller topphändelse) och tar fram möjliga händelsekedjor som kan leda till topphändelsen eller tillståndet. Analysen visar sambanden mellan olika händelser och hur de i samverkan kan leda till att den valda topphändelsen inträffar. Resultatet från en FTA är ett logiskt felträd.

- Sandom, C. och Harvey, R (2004) *Human Factors for Engineers, Institution of Electrical Engineers*

Händelseträdsanalys

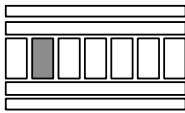
En händelseträdsanalys (Event Tree Analysis, ETA) i sin tur utgår ifrån en ursprungshändelse och metoden beskriver sedan det förlopp som måste inträffa för att ursprungshändelsen ska orsaka skada. Metoden visar också på vilka andra konsekvenser ursprungshändelsen kan få, beroende på hur förloppet utvecklar sig. ETA resulterar också i en trädstruktur.

- Sandom, C. och Harvey, R (2004) *Human Factors for Engineers, Institution of Electrical Engineers*

Utvärdering

För att utvärdera resultatet av användningsutformningen (design och krav) är följande metoder på sidan 90f lämpliga:

- Granskning
- Genomgång
- Heuristisk utvärdering
- Utvärdering kognitiv ergonomi
- Utvärdering fysisk ergonomi



12.3 Exempel vattenflaska - användningsutformning

Användningsutformningen började med att klargöra vilken mer information som behövde samlas in efter att behovsidentifieringen resulterat i en tydlig beskrivning av problemet som skulle lösas (se avsnitt 11.3, sidan 114). Mer observationer och intervjuer gjordes och de kunde nu bli mer detaljerade, eftersom gränserna för projektet var klarare. Designarbetet ledde fram till vilka funktioner flaskan skulle ha och hur den skulle användas. Användningen och funktionerna granskades av användarreferensgruppen för att se om resultatet var rimligt, troligt och genomtänkt. Förslaget för den tänkta flaskan presenterades också för fler användare, för att få deras åsikter. Vidare undersöktes vilka tekniska lösningar som kunde vara tänkbara och dessutom undersöktes tänkbara idéer, då det gäller estetik och formspråk. Utifrån den valda tekniska principen gjordes en riskanalys av användandet för att undersöka vilka faror som fanns och vilka konsekvenser dessa kunde få.

Utifrån den övergripande användningen togs mer detaljerade krav och mål fram. De här kraven och målen måste uppfyllas oavsett vilken teknisk princip, material eller form som valdes. Avslutningsvis i användningsutformningen granskade användarreferensgruppen kraven och målen för att bekräfta att de var rimliga.

Design

Problem: Användning

Vidare preciserade huvudproblem

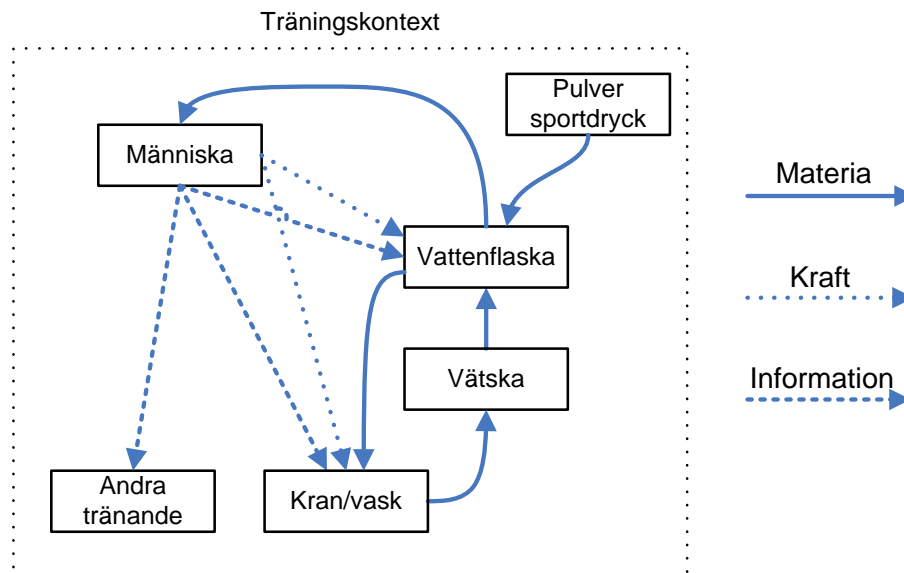
- Hur ska användarna få i sig vätskan på ett bra sätt?

Besvarande av frågor för kommande designdelar

- Hur mycket vätska behövs?
- Vad kan ingå i vätskan?
- Hur ska vätskan bäst intas?

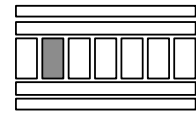
Struktur: Människa-maskinsystem

Specificerat och beskrivet människa-maskinsystem



Specificerade och beskrivna centrala egenskaper hos systemelementen

- människan - synförmåga och handegenskaper (storlek, rörelsefrihet och styrka)
- andra tränande - syn
- kran/vask - avstånd mellan kran och vask, diameter kran
- vätska - viskositet
- pulver - upphällningssätt

**Funktion: Systemfunktioner**Specificerade och beskrivna funktioner för människa-maskinsystemet

- hålla kvar vätska oberoende av position
- inte ge vätskan bismak
- påfyllnad av vätska
- tömning av vätska
- dricka vätska
- monterbar i ställ

Specificerad och beskriven fördelning av funktioner mellan människan och maskinen

Människan	Maskinen
	påfyllnad av vätska
	tömning av vätska
dricka vätska	hålla kvar vätska oberoende av position
monterbar i ställ	inte ge vätskan bismak

Aktivitet: AnvändaruppgifterSpecificerade och beskrivna uppgifter för användaren

- greppa
- fylla på vätska
- transportera vätska
- placera i ställ
- dricka ur
- tömma
- rengöra

Realisering: Tänkbara lösningarBeskrivna tänkbara lösningar teknik

- klassisk vattenflaska
- många små flaskor
- påse
- tvättsvamp

Beskrivna tänkbara lösningar interaktion

- suga ut vätska
- trycka ut vätska
- hålla ut vätska
- pumpa ut vätska

Beskrivna tänkbara lösningar estetik

- opaque - ger en robust känsla
- transparent - ger ett lättare, renare och mer hygieniskt intryck
- konkava delar - ger ökad greppbarhet och visar vart man greppar
- asymmetri - rullar inte om flaskan välter
- markerad ytstruktur - skapar intressant spel i ytan och ökad greppbarhet

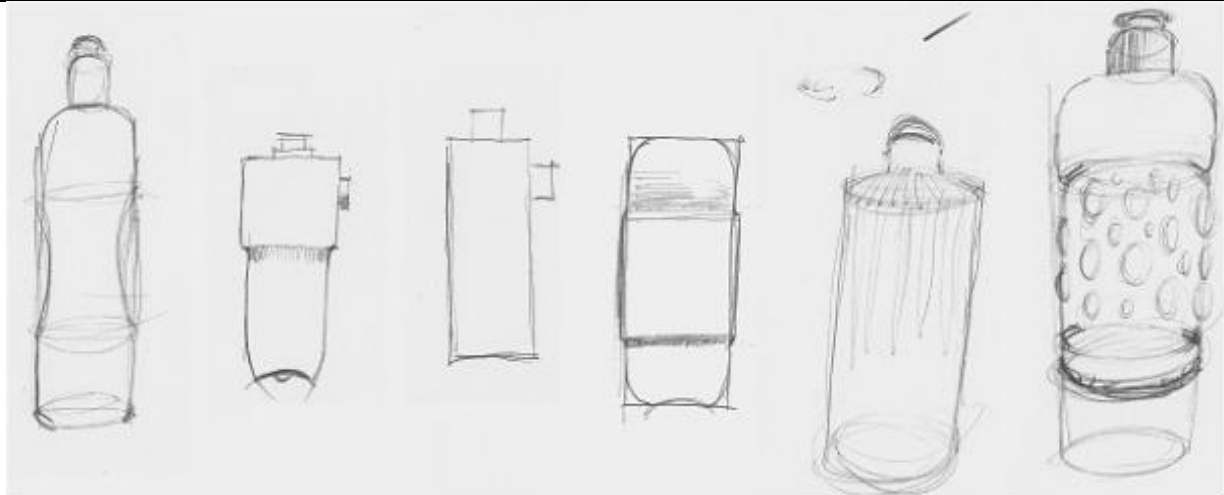
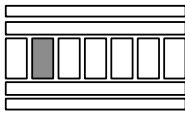


Illustration av Lars Haakon Simonsen

Specificerad och beskriven vald teknisk princip

- en behållare för vätskan

Specificerade och beskrivna aspekter för införandet

- *inga specifika aspekter identifierades*

Kravsättning**Mål**Användarvänlighetsmål

- 8 av 10 förstagångsanvändare ska kunna fylla på flaskan i standardhandfat på mindre än 60 sekunder.
- 8 av 10 förstagångsanvändare ska kunna öppna, dricka 1 dl ur flaskan samt stänga flaskan på mindre än 90 sekunder.
- 9 av 10 tredjegångsanvändare ska kunna öppna, dricka 1 dl ur flaskan samt stänga flaskan på mindre än 30 sekunder.
- 8 av 10 förstagångsanvändare ska på frågan om flaskan är enkel att använda svara 5 eller högre på en 7-gradig skala.

Nyttomål

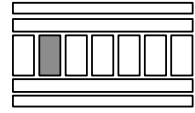
- Vattenflaskan ska kunna förse 90 % av avsedda användare, med en medelpuls på 140 slag/min, med vätska under ett träningspass på 45 min.
- Vattenflaskan ska kunna förse 75 % av avsedda användare, med en medelpuls på 140 slag/min, med vätska under ett träningspass på 75 min.

Krav: AnvändningskravKrav från användning

- kunna fyllas på i handfat XX (utvalt som standard)
- tåla maskindiskmedel såsom XX och YY – för att kunna diskas i diskmaskin
- kunna rengöras med diskborste WW (utvald som standard)
- passa cykelns vattenflaskställ
- innehålla minst XX cl vatten

Krav från användare

- kunna greppas med en hand av en 98 percentil användare
- kunna öppnas med en hand och/eller med mun/tänder
- ha ett flöde på minst QQ cl/min med handkraft för en 50 percentil kvinnlig användare

Krav från marknad

- följa produktlinje PP
för att kunna ersätta befintlig flaska
- varumärket ska visa på prestation under ansträngning
för att följa företagets profil
- kosta max KK kr
för att vara billigare än befintlig flaska
- ej använda lösning TT
den har konkurrenterna

Krav från produktion

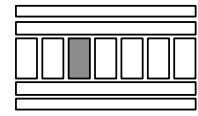
- bestå av högst 7 st olika delar
för att få effektiv lagerhållning i produktionen
- använda tillverkningsmetod DD, GG och/eller HH
det är det som dagens maskiner tillåter

RiktlinjerRiktlinjer för användarvänlighet

- mjukt grepp och mönstrade greppytor
- undvika skarpa kanter för munkontakt
- undvika oergonomiska rörelser vid fyllning och tömning

Riktlinjer för estetik

- markeringar för greppytor
- mjukt formspråk (så den känns trygg att ha med)
- hållfast formspråk (så den känns trygg att ha med)



13 Övergripande utformning

Den andra utformningsdelen i ACD³-processen är den övergripande utformningen (ibland även kallad konceptuell utformning). I den här fasen av processen är det nu maskinen själv som står i centrum för arbetet. Syftet är att undersöka vilken uppbyggnad av de tekniska delarna i maskinen som ger avsedda effekter och att undersöka hur samspelet mellan människan och maskinen bör ske. Målet är att utforma teknisk arkitektur och att välja princip för interaktion, estetik och form (sätta ramar teknisk konstruktion). Tanken med ha en övergripande/konceptuell utformning är att undvika en för tidig låsning i specifika detaljerade lösningar och att även kunna utvärdera möjliga alternativa lösningar. Tabell 13.1 ger en sammanfattning av grunderna för den övergripande utformningen.

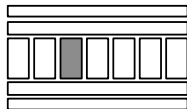
Tabell 13.1 Den övergripande utformningen kortfattat

<p>Syfte: att undersöka vilken teknisk uppbyggnad av maskinen som ger avsedda effekter och undersöka hur samspelet mellan människan och maskinen bör ske</p> <p>Mål: att utforma teknisk arkitektur och välja princip för interaktion, estetik och form (sätta ramar för den tekniska konstruktionen)</p> <p>Fokus för arbetet: teknisk arkitektur teknikcentrerat arbete</p> <p>System att beakta: maskinen som helhet</p> <p>Betraktningssvy: maskinen betraktad utifrån omgivningen</p>	
---	--

Under den övergripande utformningen är det den tekniska principen som står i fokus; det blir alltså här ett teknikcentrerat angreppssätt. Systemet att beakta i analys och syntes är maskinen som helhet. Betraktningssvyn blir då maskinen betraktad utifrån omgivningen och fokus för designen är den tekniska arkitekturen. De centrala aktiviteterna i den övergripande utformningen finns listade i tabell 13.2. HFE-aktiviteterna syftar till få en bra koppling mellan användning och teknisk princip, medan syftet med de övriga aktiviteterna är att identifiera de viktiga tekniska designvariablerna och ta fram en teknisk arkitektur för maskinen. Under den övergripande utformningen sker det också arbete relaterat till de andra faserna, beroende på ACD³-processens iterativa och parallella karaktär.

Tabell 13.2 Centrala aktiviteter i övergripande utformning

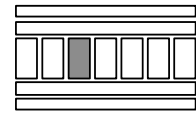
Planering	Uppdatera planen för hela utvecklingsprocessen Detaljplanera övergripande utformning
Datainsamling	Detaljerad angående möjliga lösningar för interaktion och fysisk form Kompletterande om användare och användning, samt om tekniska lösningar
HFE-aktiviteter	Övriga projektaktiviteter
-analysera vad som behövs och möjliga lösningar för att användningen ska vara möjlig -klarlägga centrala designvariabler -generera förslag övergripande utformning av interaktionen -specificera systemkrav för maskinsystem -ta fram designriktlinjer för detaljerad utformning	-undersöka möjliga utformningar av teknisk arkitektur -utföra teknisk funktionsanalys på systemnivå -specificera teknisk arkitektur på systemnivå -specificera maskinkrav utifrån teknisk arkitektur
Utvärdering	Utvärdering av teknisk arkitektur och specificerade krav och riktlinjer



Tabell 13.3 visar var fokus i den övergripande utformningen ligger i förhållande till samspelet mellan kravsättning och designarbete. Tabellen visar också den slutliga syntesen från designarbetet och kravsättningen i den övergripande utformningen. Aktiviteterna i den övergripande utformningen kommer att presenteras mer i detalj i kommande avsnitt (13.1).

Tabell 13.3 Resultat av syntesaktiviteterna i den övergripande utformningen

<p align="center">Syntes designarbete (Arkitekturspecifikation)</p>	<p align="center">Fokus för utvecklingsarbetet</p>
<p>Problem: Teknisk arkitektur Specificering av problemet kopplat till teknisk princip - Vidare preciserat problem utifrån teknisk princip - Besvara frågor för den kommande designen - Identifierade och specificerade centrala designvariabler</p>	
<p>Struktur: Logisk arkitektur maskin Beskrivning av hur den tekniska principen omvandlas till ett tekniskt system - Specificerad och beskriven logisk (abstrakt) maskinmodell</p>	
<p>Funktion: Maskinfunktioner Identifiera och beskriva det som maskinen behöver utföra för att målen ska uppfyllas - Specificerade och beskrivna funktioner för maskinens element - Specificerade och beskrivna styrningsmöjligheter för människan - Specificerad och beskriven information för människan</p>	
<p>Aktivitet: Övergripande interaktion Beskriva människans samspel med maskinen i uppnåendet av målen - Specificerad och beskriven övergripande interaktion - Specificerad och beskriven koppling mellan funktioner och interaktion - Specificerad och beskriven övergripande arbetsorganisation</p>	
<p>Realisering: Övergripande design Hur maskinens delar ska realiseras övergripande för att uppfylla struktur, funktion och aktivitet - Specificerad och beskriven teknisk arkitektur - Specificerad och beskriven fysisk arkitektur - Specificerad och beskriven övergripande fysisk form - Specificerat och beskrivet övergripande användargränssnitt - Specificerad och beskriven tillverkningsbarhet</p>	<p align="center">Syntes kravsättning (Maskinkrav)</p> <p>Sätta de ramar som maskinen behöver uppfylla för att uppnå systemmålen - Prestandamål - Krav för maskinsystem - Krav för funktionalitet - Krav för användarvänlighet - Krav för estetik - Designriktlinjer</p>



13.1 Genomförande

Under den övergripande utformningen syftar arbetet främst till att undersöka och föreslå hur maskinen kan vara utformad för att samspelet mellan människa och maskin ska bli så bra som möjligt.

Datainsamling

Den information som behöver samlas in för den övergripande utformningen är till stor del relaterad till de möjliga tekniska lösningar som finns och till lösningarnas för- och nackdelar. Kompletterande undersökningar av användarna och användningen kan även behöva göras.

Analys och syntesaktiviteter (inkl idégenerering)

Nedan följer en beskrivning av det arbete som sker i analysen, idégenereringen och syntesen under behovsidentifieringen. Beskrivningen är uppdelad efter de fem designnivåerna och kravsättningen, för att lyfta fram att utvecklingsarbetet sker inom alla de delarna. De sammantagna resultaten av syntesen under den övergripande utformningen betecknas arkitekturspecifikation och sammanställning av den har tidigare visats i tabell 13.3.

Problem: Teknisk arkitektur

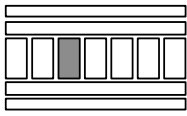
Det inledande arbetet i den övergripande utformningen är specificering av problemet utifrån den valda tekniska principen. Analysen fokuserar således på att vidare undersöka problemen utifrån de förutsättningar som är satta av den föregående användningsutformningen. Analysen innefattar också att undersöka de frågor som behöver beaktas under den övergripande utformningen. En sådan fråga berör vad som är de centrala designvariablerna för den tekniska arkitekturen.

En designvariabel är, som tidigare beskrivits, något som måste bestämmas under utformningen och konstruktionen av maskinen, vilket gör att det finns ett otal designvariabler i en utvecklingsprocess. Arbetet i problemperspektivet under den övergripande utformningen går ut på att identifiera de designvariabler som är centrala för att uppnå systemmålen (effektmålen). De variabler som är viktigast för att utformningen ska bli lyckad måste dokumenteras, så att de kan uppmärksammas genom hela utvecklingsarbetet och bestämmas vid lämpligt tillfälle.

Syntesarbetet under problemdelen resulterar således i en precisering av problemen utifrån teknisk princip, besvarande av viktiga frågor för kommande designarbete, samt identifiering av de viktigaste designvariablerna för den tekniska arkitekturen. Vissa av de problem som identifieras kan inte besvaras direkt, utan svaren arbetas fram i de följande aktiviteterna i den övergripande utformningen.

Struktur: Logisk arkitektur maskin

Strukturperspektivet behandlar hur ett tekniskt system (ett maskinsystem) skapas baserat på den tekniska principen. Analysarbetet i strukturperspektivet fokuserar på vilka funktionella element som ska ingå i maskinen och hur de ska vara organiserade för att uppnå systemmålen. Syntesen resulterar i en specificerad och beskriven logisk (abstrakt) maskinmodell (systembeskrivning), vilket är en vidareutveckling av strukturperspektivet från användningsutformningen. Modellen är en del av arbetet med att ta fram och redovisa arkitekturen för maskinsystemet. Ett viktigt syfte med systembeskrivningen är också att dokumentera helheten för den maskin som ska möjliggöra användningen, så att inga bitar förbises när krav på funktionalitet, användarvänlighet och estetik ska ställas.



Funktion: Maskinfunktioner

Nästa steg i arbetet är att identifiera och beskriva det som maskinen behöver utföra för att målen ska uppfyllas, alltså att vidareutveckla funktionerna för maskinen från användningsutformningen. Analysen här kan delas upp i två olika delar. Den första delen behandlar vilka funktioner som ska finnas i maskinen och hur dessa funktioner ska fördelas mellan elementen i maskinen. Den andra delen behandlar samspelet mellan människan och maskinen. Analysen fokuserar på vilka möjligheter till styrning av maskinen människan behöver och vilken information människan behöver få ifrån maskinen. De båda senare hålls på en mer övergripande nivå, då en detaljeringen görs under interaktionsnivån när maskinens gränssnitt är mer definierade.

Syntesarbetet resulterar således i:

- (1) specificerade och beskrivna funktioner för respektive element i maskinen
- (2) specificerade och beskrivna övergripande styrningsmöjligheter för människan
- (3) specificerad och beskriven övergripande information till människan

Aktivitet: Övergripande interaktion

Under aktivitetsperspektivet integreras funktionerna med människans hantering. Analysen berör hur människan ska interagera med maskinen för att utföra användaruppgifterna och uppnå systemmålen. Startpunkt här är användaruppgifterna från användningsutformningen som förfinas utifrån tidigare perspektiv i den övergripande utformningen. Centralt att analysera är vilka beslut som användarna ska fatta i samspelet med maskinen samt hur användarens uppgifter ska utföras för att nå en lämplig belastning på operatören, både fysiskt och psykiskt. Arbetsbelastningen får inte negativt påverka utförandet av uppgifterna, samtidigt som den ska vara tillräcklig för att upprätthålla uppmärksamheten.

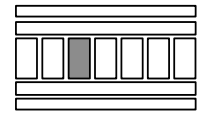
Maskinen har nu blivit tillräckligt specificerad så att det är möjligt att utforma en lämplig arbetsorganisation, vilket är viktigt för maskiner med flera användare. Även användarnas förmågor och utbildningsnivå är nu möjliga att specificera. Ska maskinen kunna användas av alla eller måste det ställas kapacitetskrav (fysiska och psykiska) på användarna och kommer det att krävas utbildning? Syntesen resulterar i en specificerad och beskriven övergripande interaktion, koppling mellan funktioner och interaktion och övergripande arbetsorganisation.

Realisering: Övergripande design

Realiseringensperspektivet berör hur maskinen ska realiseras för att uppfylla designbesluten från struktur-, funktions och aktivitetsperspektiven, vilket innebär ett vidare arbete med att definiera designvariablerna och att utforska designrymden. Utgångspunkten här är den valda tekniska principen från användningsutformningen, vilken har varit en ledstjärna genom hela den övergripande utformningen. Huvuddelen av realiseringen berör (1) den tekniska arkitekturen, men andra viktiga delar av den övergripande designen är:

- (2) fysisk arkitektur
- (3) fysisk form
- (4) användargränssnitt
- (5) tillverkningsbarhet

Arbetet med delarna inom den övergripande designen sker parallellt och ofta behöver interaktioner göras för att nå ett önskvärt resultat. Analysen och syntesen under realiseringsperspektivet görs i nära samarbete med de personer som ansvarar för utvecklingen av elektronik, mjukvara, mekanik etc, för att viktiga aspekter från dem ska komma med i utvecklingsarbetet.



Teknisk arkitektur

Arkitekturen är beroende av vilka tekniska beståndsdelar som maskinen ska bestå av, för att kunna utföra sina funktioner. Beståndsdelarna kan både utgöras av hårdvara, såsom hölje, motor och display, eller mjukvaran, såsom arkitektur och moduler. Det centrala är att analysera vilka delar som behöver finnas och hur de verkar tillsammans. Syntesen blir en beskrivning av maskinens tekniska uppbyggnad.

Arbetet med utformningen av den tekniska arkitekturen för maskinsystemet är tyvärr något som lätt faller utanför HFE-aktiviteterna. HFE-gruppen bör dock aktivt medverka i det arbetet, eftersom maskinens arkitektur både påverkas av och påverkar HFE-aktiviteterna.

Fysisk arkitektur

I arbetet med den fysiska arkitekturen ordnas de tekniska beståndsdelarna i det fysiska rummet, dvs hur de ska placeras i maskinen för att kunna utföra sina funktioner på bästa sätt. Analysen behandlar placeringen av de tekniska delarna och syntesen resulterar i en beskrivning av maskinens fysiska uppbyggnad. För vissa maskiner kan den tekniska arkitekturen och den fysiska arkitekturen vara svåra att separera och i de fallen är det bäst att låta dem vara tillsammans i beskrivningen av den övergripande designen.

Fysisk form

Den fysiska arkitekturen behöver ha en bra fysisk form för att ge användaren goda möjligheter för att vilja och för att kunna utföra arbetsuppgifterna. Maskinens fysiska form behöver därför också analyseras, för att undersöka vilket formspråk som är lämpligt att använda och hur maskinen bäst passar in i den omgivning där den ska verka, samt vilken form som underlättar användningen. Syntesen ska resultera i förslag på den grundläggande formen (industriedesign) för maskinen.

Användargränssnitt

För att användaren ska kunna utföra uppgifterna interagerar hon/han med ett användargränssnitt och för detta behöver interaktionen analyseras. Analysen fokuserar på vilka interaktionsformer som är lämpliga och hur gränssnittet kan vara uppbyggt. Syntesen resulterar i förslag på den övergripande utformningen av användargränssnittet.

Tillverkningsbarhet

Notera att redan här bör aspekter från den tilltänka tillverkningsprocessen beaktas, så att den valda tekniska arkitekturen inte blir svår att producera eller, så att bristande produktionsergonomi skapas. Speciellt viktigt att beakta är om det finns existerande produktionssystem i företaget, vilka är tänkta att användas i tillverkningen av maskinen.

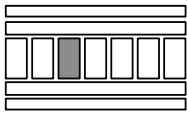
Innan arbetet fortsätter i kravsättningen, behöver designperspektiven (problem, struktur, funktion, aktivitet och realisering) itereras några gånger, då relevanta aspekter som uppkommer i senare perspektiv kan påverka innehållet i tidigare perspektiv. Avsikten är att uppnå en samstämmig och konsekvent beskrivning av designen.

Kravsättning

När maskinsystemets grundläggande komponenter är bestämda och organiserade är det dags att ta fram krav, mål och riktlinjer för maskinsystemet.

Ta fram prestandamål

Prestandamålen här anger den tekniska prestandan för maskinen och dess delsystem, när maskinen fungerar som en helhet för att uppnå effektmålen. Målen här en vidareutveckling av målen för nytta och användarvänlighet utifrån den övergripande design som fastslagits under



den övergripande utformningen. Då målen på föregående nivå utgick ifrån användning av maskinen, utgår prestandamålen ifrån maskinens tekniska arkitektur.

Ta fram krav på maskin(systemet)

Kraven här utgår från allt tidigare syntesarbete under den övergripande utformningen och kraven ska fullständigt beskriva kravbilderna utifrån användningen för maskinsystemet, alltså kraven ska täcka upp allt det som berör maskinens samspel med omgivningen för att uppnå systemmålen. Specifikationen av maskinkraven är ofta ett dokument som alla kommande utformnings- och konstruktionsaktiviteter utgår ifrån.

Det finns tre områden av krav på maskinsystem som berör HFE-aktiviteterna:

- (1) funktionalitet
- (2) användarvänlighet
- (3) estetik

Kraven sätts först nu, eftersom det behövs en bestämd arkitektur på maskinen för att kraven ska kunna bli specificerade på en nivå som är tillräckligt detaljerad.

Ta fram designriktlinjer

I samband med kravsättningen ska också designriktlinjer för den detaljerade utformningen tas fram. Designriktlinjerna är en utveckling av riktlinjerna för användarvänlighet och estetik, men de är mer specificerade och detaljerade, eftersom fysisk form, interaktion och teknisk arkitektur nu är bestämd på övergripande nivå. Riktlinjerna ska vara behjälpliga vid utformningen för att få designen samstämmig och konsekvent. Riktlinjerna är extra viktiga i tre fall:

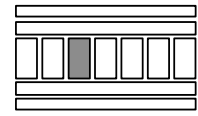
- (1) När en stor och/eller komplex maskin ska utformas.
- (2) När många personer tillsammans utför den detaljerade utformningen.
- (3) När det troligen kommer att ske många framtida förändringar i maskinen, vilka påverkar fysisk form och interaktion (förändringar både under utvecklingsarbetet och efter att maskinen tagits i drift).

I alla dessa tre fallen hjälper designriktlinjer till med att hålla designen samstämmig och konsekvent.

Utvärdering

Under den övergripande utformningen går det att utföra omfattande utvärderingar. Ofta tas det fram två eller flera förslag på den övergripande designen under realiseringen, vilka ska bedömas och utvärderas mot varandra. Därefter ska ett eller flera förslag väljas ut för detaljerad utformning. Utvärderingen bör göras mot användningskraven, men även med direkt involvering av användarna i passande utvärderingsmetoder.

Förutom utvärderingen av förslagen på övergripande design, bör det ske andra utvärderingar under den övergripande utformningen. Resultatet från analysdelarna utvärderas lämpligen mot och med användare, medan systemarkitektur och systemkrav måste utvärderas av de som är tekniskt ansvariga för delsystemen. Allt detta görs för att säkerställa att det som ska konstrueras både motsvarar behoven och är tekniskt möjligt. Utvärderingarna ses som formativa, då de har som uppgift att förbättra utformningen. Innan den övergripande utformningen kan anses vara avslutad, måste en summativ utvärdering göras med verifiering och validering. Verifieringen utförs för att avgöra om utformningen följer de uppställda kraven och valideringen för att avgöra om samspelet mellan människan och maskinen fungerar som avsett. Omfattningen av utvärderingarna måste dock, som alltid, anpassas så att de står i proportion till de övergripande aktiviteterna i utvecklingsarbetet.



13.2 Metoder övergripande utformning

Metoder användbara i den övergripande utformningen finns inom följande områden:

- datainsamling
- analys av data
- uppgiftsanalys
- idégenerering
- utvecklingsmatriser
- syntesmetoder
- utvärderingsmatriser
- riskanalys
- utvärdering

Datainsamling

För datainsamlingen under den övergripande utformningen är dessa metoder, vilka beskrivs på sidan 84f, främst användbara:

- Litteraturstudier
- Observationer
- Intervjuer
- Enkäter
- Fokusgrupper

Analys av data

Den övergripande utformningen innebär att mer information har samlats in och behöver analyseras. Lämpliga metoder är de som beskrivs i behovsidentifieringen på sidan 106f, främst:

- Tabeller, matriser och diagram
- KJ-analys (Släktskapsdiagram)
- Fiskbensdiagram (Ishikawadiagram)
- Träddiagram

Uppgiftsanalys

Här används metoderna på sidan 109f för att mer i detalj analysera och beskriva användarens handlingar i interaktionen:

- Hierarkisk uppgiftsanalys
- Länkanalys
- Tabulär uppgiftsanalys
- Generic Task Specification
- Interaktionsbeskrivning
- User-Technical Process
- Användningsfall
- Scenario

Idégenerering

Fungerande metoder för idégenerering är även här Brainstorming och Brainwriting, vilka beskrivs på sidan 124.

Utvecklingsmatriser

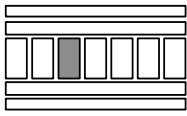
För att systematiskt arbeta vidare med resultaten från idégenereringen är både Kvalitetshuset och Morfologisk matris användbara metoder på sidan 125.

Syntesmetoder

Nedan följer användbara syntesmetoder i den övergripande utformningen. Syntesmetoder har syftet att visa hur lösningar har satts samman till en helhet.

Processflödesschema

I metoden processflödesschema följs flödet från aktivitet till aktivitet genom hela processen, som sker med maskinen under användningen. Syftet med metoden är att kartlägga det totala antalet aktiviteter och den totala transportsträckan, för att skapa en effektivare process för maskinen. Symbolerna används för att beskriva vilken kategori av aktivitet som utförs. De kan kompletteras med uppgifter om tid och avstånd mellan aktiviteterna. Syftet är att minska det totala antalet aktiviteter och den totala transportsträckan.



Skissning

Ett vanligt sätt att åskådliggöra en design är med skissning. Skissningen kan göras både på fri hand eller med hjälp av dator i ett ritprogram. Skissning är också ett bra sätt att utforska designrymden och att reflektera sina idéer kring.

Modellbygge

Modeller är en form av skisser i tre dimensioner, dvs en fysisk avbildning av den tänkta designen eller delar av den. Modeller görs ofta i experimentsyfte eller i presentationsyfte.

Mock-up

En mock-up är en modell i skala eller fullstorlek som används i utvecklingsarbetet för att utvärdera och testa lösningar. Mock-up:er är ofta mycket användbara när synpunkter från användarna efterfrågas.

Gränssnittssimulering

För att dokumentera och presentera övergripande design för användargränssnitt kan verktyg för att bygga enkla datorsimuleringar användas. Det gör att en interaktiv modell av användargränssnittet kan tas fram snabbare och enklare, istället för att göra en verklig implementering med slutlig hårdvara och mjukvara.

Utvärderingsmatriser

För att bedöma lösningar och koncept under den övergripande utformningen kan följande matriser på sidan 126 användas:

- För- och nackdelsmatris
- Pughmatris
- Elimineringsmatris
- Kesselringmatris

Risakanalys

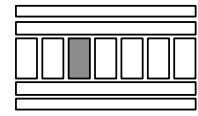
Risakanalysen fokuserar här på hur maskinens övergripande utformning påverkar farornas konsekvenser och sannolikheter. Alla tidigare metoder för risakanalys kan vara lämpliga här, vilka beskrivs på sidorna 112f och 127:

- Felhandlingsanalys (PHEA)
- What if
- Hazard and Operability Studies (HAZOP)
- Felträdsanalys (FTA)
- Händelseträdsanalys (ETA)

Utvärdering

För att utvärdera resultatet av den övergripande utformningen (design och krav) är följande metoder på sidan 90 ff lämpliga:

- Granskning
- Genomgång
- Kano-enkät
- Standardinspektion
- Heuristisk utvärdering
- Utvärdering kognitiv ergonomi
- Utvärdering fysisk ergonomi
- Användningstest



13.3 Exempel vattenflaska - övergripande utformning

När kraven från användningen är ställda, se 12.3, sidan 128, var första steget i den övergripande utformningen att undersöka hur dessa krav kan uppfyllas. Analysen fokuserade på användning, fysisk form och interaktion. Olika varianter på möjliga lösningar undersöktes för att avgöra för- och nackdelar. Även här behövde mer datainsamling göras, för att få en mer detaljerad information och för att möjliggöra en bra bedömning.

I designarbetet under den övergripande utformningen bestämdes först de centrala designvariablerna och sedan togs två förslag fram. De utvärderades dels genom teoretiska utvärderingsmetoder (inkl riskanalyser) och dels genom empirisk utvärdering med användare. Detta ledde fram till att övergripande beslut rörande utformningen av flaskan kunde fattas och utifrån dem sattes mål, ställdes krav och utformades riktlinjer. Kraven är systemkrav för maskinsystemet med funktionalitet, användarvänlighet och estetik. Designriktlinjerna gäller för funktionalitet, användarvänlighet och estetik.

Design

Problem: Teknisk arkitektur

Vidare preciserade huvudproblem utifrån teknisk princip

- Vilken teknisk uppbyggnad av flaskan är mest fördelaktig för att fylla på och dricka ur vid träning?

Besvarande av frågor för kommande designdelar

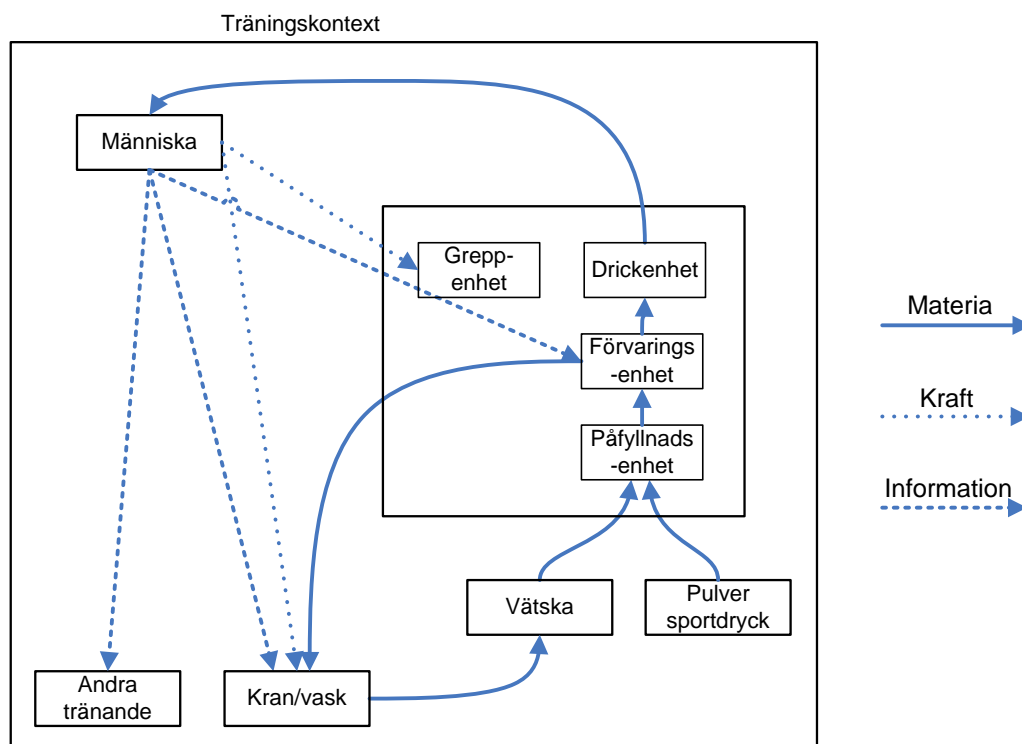
- Hur påverkar formen drickbarheten?
- Hur ska flaskan öppnas och stängas?
- Hur greppas den bäst?

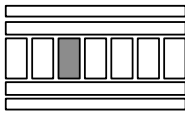
Identifierade och specificerade centrala designvariabler

- vätskemängd
- form på flaskans huvuddel
- metod för att dricka

Struktur: Logisk arkitektur maskin

Specificerad och beskriven logisk (abstrakt) maskinmodell



**Funktion: Maskinfunktioner**Specificerade och beskrivna funktioner för respektive maskinelement

- greppenhet
 - medge grepp för påfyllning, drickande och tömning
 - medge komprimering för att få ut vätska snabbare
- påfyllnadsenhet
 - medge påfyllning från kran och tömning i vask
 - medge öppnande och stängande
- förvaringsenhet
 - förvara X cl vätska
 - medge komprimering för att få ut vätska snabbare
- drickenhet
 - medge flöde på X cl/s
 - medge öppnande och stängande
 - medge undertryck för att få ut vätska snabbare

Specificerade och beskrivna övergripande styrningsmöjligheter för människan

- öppna och stänga påfyllnadsenheten
- öppna och stänga drickenheten
- trycka på flaskan för att skapa övertryck
- suga genom drickenheten för att skapa undertryck

Specificerad och beskriven övergripande information till människan

- hur fylld flaskan är med vätska

Aktivitet: Övergripande interaktionSpecificerad och beskriven övergripande interaktion

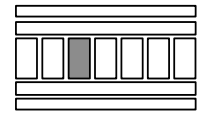
- påfyllning
 - a. användaren öppnar flaskans kork
 - b. öppnar kranen på handfatet
 - c. stoppar flaskan under kranen
 - d. fyller flaskan
 - e. tar bort flaskan från kranen
 - f. stänger av kranen
 - g. sätter tillbaka korken på flaskan
- transporterande
 - a. ...
- drickande
 - a. ...
- diskning
 - a. ...

Specificerad och beskriven koppling mellan funktioner och interaktion

Funktioner	Interaktion
medge grepp för påfyllning, drickande och tömning	Påfyllning, drickande, transporterande
medge påfyllning från kran och tömning i vask	Påfyllning
medge öppnande och stängande	Påfyllning, drickande, diskning
förvara X cl vätska	Transporterande, diskning
medge flöde på X cl/s	Påfyllning, drickande
medge komprimering för att få ut vätska snabbare	Drickande
medge undertryck för att få ut vätska snabbare	Drickande

Specificerad och beskriven övergripande arbetsorganisation

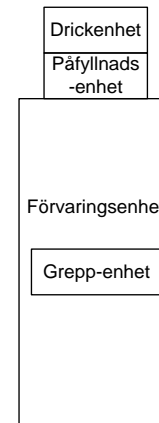
- Ingen arbetsorganisation finns relaterad till flaskan



Realisering: övergripande design - förslag 1

Specificerad och beskriven teknisk och fysisk arkitektur

Förslag 1 bygger på en klassisk flaska med en kork, där både påfyllning och drickande görs ur samma kork/hål i huvudflaskan.



Specificerad och beskriven övergripande fysisk form

Transparent vattenflaska med rotationssymmetrisk form. Ytstruktur i form av spiraler runt huvuddelen av flaskans kropp. Spiraler som ger en känsla av rörelse och aktivitet. Indragning i midjan markerar greppområde. Klassisk flaska som har en sfärisk form där kroppen möter kork/munstycke.

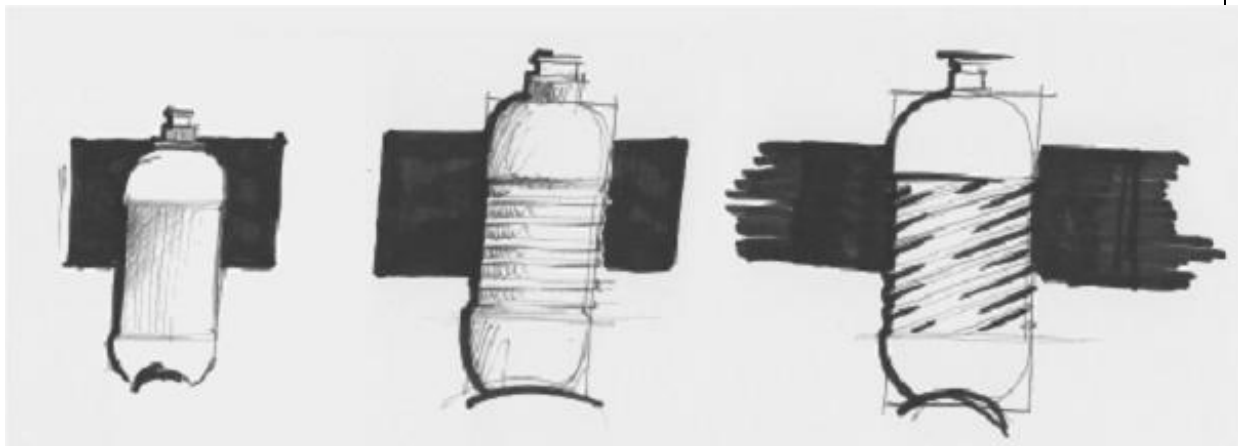
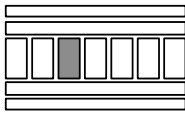


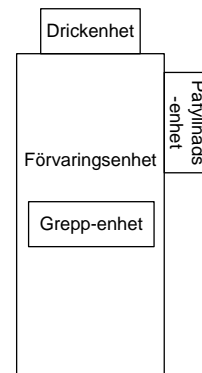
Illustration av Lars Haakon Simonsen

Specificerat och beskrivet övergripande användargränssnitt

Användargränssnittet består av två delar. Första delen är greppet som har en tydlig greppmarkering och som ger ett bra grepp att hålla i. Den andra delen är locket högst upp som både kan öppnas och stängas för att tömma/fylla och för att dricka ur.

**Realisering: övergripande design - förslag 2**Specificerad och beskriven teknisk och fysisk arkitektur

Förslag 2 bygger på en klassisk flaska, men med en öppning för att dricka ur och en annan öppning för att fylla på vätska i.

Specificerad och beskriven övergripande fysisk form

Opak vattenflaska med asymmetrisk form och två korkar. Konkav form mitt i flaskans kropp markerar greppområde - formspråket ger ökad greppbarhet vid påfyllning och drickande. Flaskans asymmetriska form hindrar flaskan från att rulla. Asymmetrin ger en produkt som sticker ut - en modern och ungdomlig form. Flaska och kork har olika färg för att markera dryck och påfyllning.

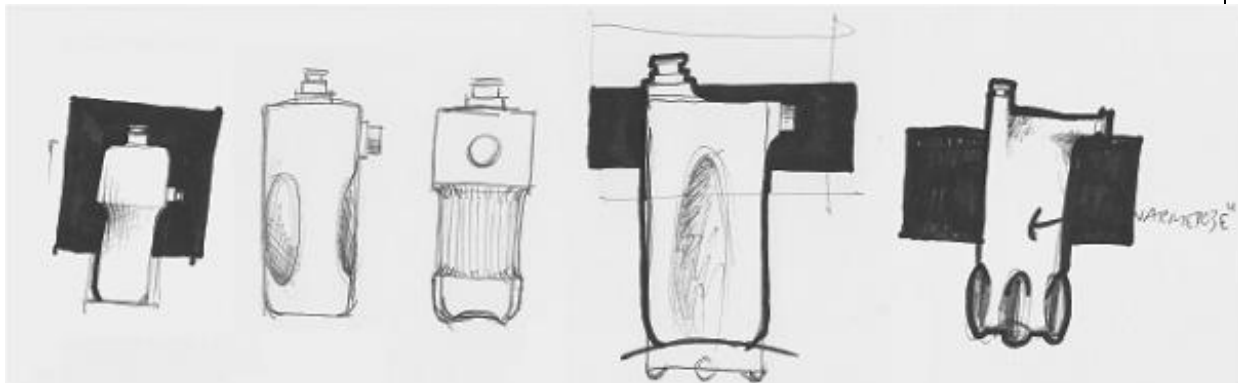
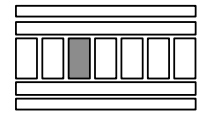


Illustration av Lars Haakon Simonsen

Specificerat och beskrivet övergripande användargränssnitt

Användargränssnittet består av tre delar. Första delen är greppet som har en tydlig greppmarkering, som också ger ett bra grepp att hålla i. Den andra delen är locket högst upp som både kan öppnas och stängas för att tömma/fylla och för att dricka ur. Tredje delen är ett lock som sitter på sidan och kan öppnas och stängas för att tömma/fylla.

**Krav****Mål**Prestandamål

- vattenflaskan ska ha ett egenflöde på x l/min vatten vid 45 graders lutning.
- vattenflaskan ska klara en vertikal belastning på 700 N.
- etc

MaskinkravKrav funktionalitet

- innehålla vätskemängd XX cl vätska
- tåla vätskor: såsom vatten, läsk, sportdryck och 40% sprit
- passa i standardhållare för cykel
- kunna tvättas i standard maskindisk
- etc

Krav användarvänlighet

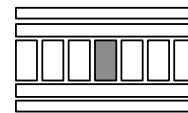
- kraft att trycka ihop tom flaska ska vara mindre än X N
- kraft att öppna eller stänga kork ska vara mindre än Y N
- greppdiametern ska vara mindre än Z mm
- vätskenivån med vatten ska vara synlig med kontrast W i 500 lux på en meters håll
- användaren ska inte behöva vinkla nacken mer än T grader för dricka ur flaskan
- inte använda textmärkning genom upphöjning eller nedsänkning (då det ger bristande synlighet)
- etc

Krav estetik

- opakt material
- olika färg på flaska och kork(ar)
- ytstruktur (t ex glanstal, "mönsterdjup")
- konkavt grepp djup XX-YY mm
- radie på konkavt grepp XX-YY mm
- flaskans höjd XX-YY mm
- flaskans bredd (bredaste stället) XX-YY mm
- flaskans bredd (smalaste stället) XX-YY mm
- etc

RiktlinjerRiktlinjer detaljerad utformning (designriktlinjer)

- tydlig färgskillnad mellan flaska och kork
- inga skarpa hörn
- mjuka naturliga linjer
- möjliggöra grepp på många olika sätt
- etc



14 Detaljerad utformning

Nästa fas i ACD³-processen är den detaljerade utformningen. I andra beskrivningar av utvecklingsprocesser som fokuserar främst på tekniken, benämns denna del ibland utformning på systemnivå (Ulrich and Eppinger, 1995). Syftet är att undersöka hur maskinen i detalj ska uppföra sig gentemot användaren och gentemot andra delar i det sociotekniska systemet och att undersöka hur maskinens delsystem ska fungera tillsammans. Målet är att utforma maskinens samspel med användaren och omgivningen och att välja principer för detaljkonstruktionen (ta fram ett underlag för konstruktionen). Tabell 14.1 visar en sammanställning över grunderna för den detaljerade utformningen.

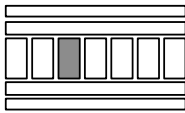
Tabell 14.1 Den detaljerade utformningen kortfattat

<p>Syfte: att undersöka hur maskinen i detalj ska uppföra sig gentemot användaren och gentemot andra delar i det sociotekniska systemet, samt att undersöka hur maskinens delsystem ska fungera tillsammans</p> <p>Mål: att utforma maskinens samspel med användaren och omgivningen och att välja principer för detaljkonstruktion (ta fram ett underlag för konstruktion)</p> <p>Fokus för arbetet: interaktion mellan omgivningen och maskinens delsystem interaktionscentrerat arbete</p> <p>System att beakta: maskinsystemets externa uppbyggnad (gränssnitt)</p> <p>Betraktningssvy: maskinen uppdelad i delsystem betraktad utifrån det samspel som sker med människa och omgivning</p>	
--	--

Under den detaljerade utformningen är det maskinens utsida som är i fokus, alltså hur maskinen samspelar med människan och omgivningen. Arbetet kommer följaktligen att ha ett interaktionscentrerat angreppssätt. Systemet att beakta här är maskinens externa struktur, dvs i de delar där det sker kommunikation över maskinens systemgräns. Beträktningsvyn blir följaktligen maskinen sedd från omgivningen, fast maskinen är nu ett system av delar. Det huvudsakliga designarbetet under den detaljerade utformningen berör användargränssnittet och den fysiska formen.

Tabell 14.2 Centrala aktiviteter i detaljerad utformning

Planering	Uppdatera planen för hela utvecklingsprocessen Detaljplanera detaljerad utformning
Datainsamling	Detaljerat om utformning av användargränssnitt och fysisk form Kompletterande om användare och användning
HFE-aktiviteter	Övriga projektaktiviteter
-utforma interaktion mellan människa och maskin -fysisk form -användargränssnitt -manualer -utbildning	-undersöka möjliga tekniska lösningar för delsystemen -utföra förfinad uppdelning i delsystem (arkitektur och layout) -utföra teknisk funktionsanalys på delsystemnivå -välja och specificera tekniska principer för delsystemen -utforma maskinens tekniska gränssnitt -specificera krav maskinens delsystem
Utvärdering	Utvärdering av användargränssnitt, fysisk form, manualer och utbildningsmaterial samt krav för konstruktionen

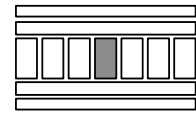


Tabell 14.2 redogör för de centrala aktiviteterna under den detaljerade utformningen. Under den detaljerade utformningen sker det också arbete relaterat till de andra faserna, beroende på ACD³-processens iterativa och parallella karaktär.

Tabell 14.3 visar var fokus i den detaljerade utformningen ligger i förhållande till samspelt mellan kravsättning och designarbete. Tabellen visar också den slutliga syntesen från designarbetet och kravsättningen i den detaljerade utformningen. Aktiviteterna i den detaljerade utformningen kommer att presenteras mer i detalj i kommande avsnitt (14.1).

Tabell 14.3 Resultat av den detaljerade utformningens syntesaktiviteter

<p align="center">Syntes designarbete (Interaktionsspecifikation)</p>	<p align="center">Fokus för utvecklingsarbetet</p>
<p>Problem: Interaktion Specificering av problemet kopplat till interaktionen - <u>Vidare preciserat problem utifrån designbeslut om övergripande utformning</u> - <u>Besvara frågor för den kommande designen</u></p> <hr/> <p>Struktur: Detaljerad uppdelning maskin Beskrivning av maskinen i delar och delarnas relation - <u>Specificerad och beskriven förfinad (konkret) maskinmodell</u></p> <hr/> <p>Funktion: Styrning och information Beskrivning av informationspresentation och styrningsmöjlighet - <u>Detaljspecificerad maskinstyrning för människan</u> - <u>Detaljspecificerad maskininformation för människan</u> - <u>Detaljspecificerad maskinkommunikation med omgivningen</u></p> <hr/> <p>Aktivitet: Detaljerad interaktion Människans reella och konkreta interaktion med maskinen - <u>Specificerad och beskriven detaljerad interaktion</u></p> <hr/> <p>Realisering: Fysisk form och gränssnitt Hur maskinen ska se ut och bete sig sett utifrån användaren och omgivningen - <u>Specificerad och beskriven fysisk form</u> - <u>Specificerat och beskrivet användargränssnitt</u> - <u>Specificerade och beskrivna tekniska gränssnitt</u> - <u>Utformade instruktioner och manualer</u> - <u>Utformade utbildnings- och träningsprogram</u></p>	<div data-bbox="826 636 1362 1585" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p align="center">Designnivåer Kravnivåer</p> <pre> graph TD subgraph Designnivåer E[Effekt] --> A[Användning] A --> AR[Arkitektur] AR --> I[Interaktion] I --> El[Element] end subgraph Kravnivåer B[Behov] --> AK[Användningskrav] AK --> MK[Maskinkrav] MK --> DS[Delsystemkrav] DS --> TK[Tillverkningskrav] end E --> B A --> AK AR --> MK I --> DS El --> TK </pre> </div> <p align="center">Syntes kravsättning (Delsystemkrav)</p> <p>Sätta ramarna för maskinens delsystem och deras samverkan - <u>Mål för delsystemen</u> - <u>Krav för delsystemen</u> - <u>Riktlinjer för delsystemen</u></p>



14.1 Genomförande

Fokus för arbetet under den detaljerade utformningen ligger på att bestämma hur maskinen ska se ut och uppföra sig, sett ur användarens perspektiv.

Datainsamling

Under den detaljerade utformningen görs datainsamling för att stödja de olika aktiviteterna under analysen och syntesen. Kompletterande datainsamling från användarna och användningen kan behöva göras för att kunna bestämma den slutliga funktionen och för att ta fram instruktioner, material för utbildning och träning av användare. Vidare behövs det också mer kunskap om både detaljer i interaktionen och detaljer i den fysiska formen. Här är det också viktigt att ta fram information om hur lätt/svårt det är att konstruera och tillverka olika tekniska lösningar för form och interaktion.

Analys och syntesaktiviteter (inkl idégenerering)

Nedan följer en beskrivning av det arbete som sker i analysen, idégenereringen och syntesen under behovsidentifieringen. Beskrivningen är uppdelad efter de fem designnivåerna och kravsättningen, för att lyfta fram att utvecklingsarbetet sker inom alla de delarna. De sammantagna resultaten av syntesen under den detaljerade utformningen betecknas interaktionsspecifikation och sammanställning av den har tidigare visats i tabell 14.3.

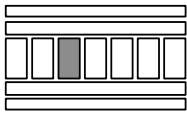
Problem: Interaktion

Analysarbetet inleds med att vidareutveckla problemet utifrån de förutsättningar som är fastställda av den övergripande utformningen och försätter med att undersöka vilka frågor som är viktigast att besvara i denna fas. Vidare bör maskinens utformning analyseras, dels baserat på utvärderingen som gjordes i slutet av den övergripande utformningen och dels baserat på den kompletterande datainsamlingen. Analysen syftar till att avgöra hur de mer specificerade kraven och funktionaliteten ska kunna uppfyllas. Analysen behandlar också vilka möjligheter som finns och hur de påverkar designvariabler, fysisk form och interaktion. Problem att utreda kan också finnas när det gäller hur maskinen ska samverka med andra maskiner i omgivningen.

En viktig faktor att beakta är hur användarna ska få erforderlig kunskap och skicklighet för att kunna använda maskinen på ett effektivt och säkert sätt. Därför undersöks hur instruktioner till användarna ska skrivas och hur utbildning och träning ska ske. Resultaten av den här analysen kan påverka den detaljerade utformningen av maskinen och måste därför göras innan den detaljerade utformningen påbörjas. Syntesen resulterar i ett vidare preciserat problem utifrån interaktion (fysisk form och gränssnitt) och besvarande av frågor för kommande design.

Struktur: Detaljerad uppdelning maskin

Arbetet i strukturperspektivet har ett stort fokus på tekniken och behandlar maskinen i delar och delarnas relation till varandra. Arbetet här utförs främst av representanter från de olika teknik-specialiteterna under ledning av systemingenjören, men resultatet påverkar de kommande HFE-aktiviteterna. Analysen behandlar hur kopplingarna mellan maskinens delar kan göras mer specificerade och preciserade, samt hur maskinen ska delas upp i ytterligare delsystem. Det görs för att systemmålen ska kunna uppnås på ett smidigt och effektivt sätt. Syntes här blir en specificerad och beskriven förfinad maskinmodell, vilken är en vidareutveckling av strukturperspektivet från den övergripande utformningen, fast modellen är nu konkret i sin beskrivning.



Funktion: Styrning och information

För att kunna realisera den detaljerade utformningen måste slutlig styrning och information bestämmas i detalj, då de är utgångspunkten för den interaktion som behöver ske.

Funktionsdelen i den detaljerade utformningen behandlar därför maskinens styrningsmöjlighet och informationspresentation, vilka utgår från maskinfunktionerna från den övergripande utformningen. Analysen utreder exakt vilken styrning maskinen ska ha och exakt vilken information maskinen ska förmedla, för att användaren ska kunna utföra sina uppgifter. Syntesen blir följaktligen en specificering i detalj av maskinstyrning för människan och en specificering i detalj av maskininformation till människan.

Om styrningen eller informationen ändras när syntesen för aktivitet och realisering (nedan) har pågått ett tag, innebär det ofta att resultatet blir dåligt eller att arbetet tar mer resurser, eftersom det då behöver göras om. Syntesarbetet har nått en sådan detaljnivå, att det är svårt att korrigera senare i utvecklingsarbetet. Om det är möjligt bör den slutliga maskinstyrningen och maskininformationen bestämmas, innan analysarbetet i aktivitetsperspektivet och realiseringsperspektivet påbörjas.

Inom styrning och information ryms också detaljspecificering av den kommunikation som maskinen ska ha med andra maskiner i omgivningen. Kommunikation kan bestå av överföring av kraft/energi, massa och information.

Aktivitet: Detaljerad interaktion

När väl styrning och information är bestämda är nästa steg att beakta människans reella och konkreta interaktion med maskinen. Analysen här behandlar hur styrningen och informationen i detalj ska organiseras och sekvenseras för att bäst passa människan och den uppgift som ska utföras. Syntesen blir en specificerad och beskriven detaljerad interaktion, alltså en vidareutveckling av den övergripande interaktionen från fasen innan. Beskrivningen av den detaljerade interaktionen bör också relatera till hur maskinen samspelar med omgivningen.

Realisering: Fysisk form och gränssnitt

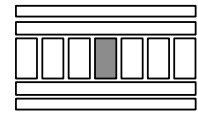
Realiseringsperspektivet, som är den stora delen i den detaljerade utformningen, fastställer hur maskinen ska se ut och uppföra sig sett utifrån användaren. Analysen gäller hur maskinen ska utformas utifrån sett för att bäst uppnå systemmålen, baserat på den övergripande utformningen. Syntesen berör sedan fysisk form, användargränssnitt, tekniska gränssnitt, instruktioner och manualer, samt utbildnings- och träningsprogram.

Fysisk form

Den fysiska formen, färgen och uttrycket hos maskinen, ofta kallat industridesign, är viktigt för att uppnå ett bra samspel mellan människan och maskinen. Vid utformningen av detaljerad fysisk form utgår arbetet från de aktiviteter användaren ska utföra och det övergripande förslag som har tagits fram under den övergripande utformningen. (Struktur och funktioner bygger upp aktiviteten.) Viktigt att beakta är de fysiska förutsättningarna hos användaren, till exempel antropometrin. Resultatet är en beskrivning av den fysiska formen på maskinen. Ur denna fysiska form formuleras sedan krav på maskinens olika delsystem.

Användargränssnitt

Vid den detaljerade utformningen av användargränssnittet utgår arbetet från den tidigare utformade detaljerade interaktionen och det övergripande förslag som tagits fram tidigare i utvecklingsarbetet. Vidare används under utformningen designriktlinjer gällande användargränssnitt. Resultatet är en fullständig beskrivning av hur användargränssnittet fungerar gentemot användaren.



Tekniska gränssnitt

Hur maskinen kommunicerar med omgivningen och med andra maskiner behöver utformas i detalj i den här fasen av utvecklingsarbetet. Tekniska gränssnitt omfattar delar som fysiska kopplingar och protokoll för datakommunikation.

Instruktioner och manualer

De används för att underlätta för användaren att nå avsedda mål med maskinen. För att instruktioner och manualer ska bli användbara måste de vara kompletta, specifika, likformiga och lätta att förstå och att följa. Precis som med de andra delarna av maskinen måste de utformas för att vara anpassade till användarnas förmågor och begränsningar.

Utbildnings- och träningsprogram

När de föregående delarna är relativt färdiga går det att bestämma hur eventuell utbildning och träning av användarna ska genomföras. Komponenter som ska ingå i utbildningen måste bestämmas och uppgifterna delas in i lämpliga enheter, för att effektivast inläring ska kunna uppnås. Utbildningen bör fokusera på det som är svårt att lära in och det som är viktigt att veta för en användare som ska använda maskinen för första gången. Träningen i sin tur bör fokusera på två delar av användningen: för det första de moment som användaren måste bli skicklig på för att kunna utföra den avsedda användningen och för det andra de moment som användaren inte utför så ofta, men som är av central betydelse vid användningen (med tanke på säkerhet).

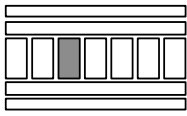
Innan arbetet fortsätter i kravsättningen, behöver designperspektiven (problem, struktur, funktion, aktivitet och realisering) itereras några gånger, då relevanta aspekter som uppkommer i senare perspektiv kan påverka innehållet i tidigare perspektiv. Avsikten är att uppnå en samstämmig beskrivning av designen.

Kravsättning

Kravsättningen syftar främst till att styra utvecklingen av tekniska delsystem i maskinen, utifrån den detaljerade designen som har bestämts under fasen. Kravsättningen resulterar i mål, krav och riktlinjer för delsystemen, vilka ofta skrivs i separata specifikationer för respektive delsystem. Några specifika HF-krav finns inte på den här kravnivån, utan de aspekterna är integrerade i den tekniska kravsättningen.

Utvärdering

Under den detaljerade utformningen sker utvärderingar med användare kontinuerligt under hela analys- och syntesarbetet. Det får den naturliga följd att mycket av arbetet inom den detaljerade utformningen sker iterativt. Förutom de utvärderingar som sker för att förbättra utformningen (formativa) bör också mer summativa utvärderingar ske med verifiering och validering. Verifieringen görs för att avgöra om utformningen följer de uppställda kraven och valideringen görs för att avgöra om samspelet mellan människan och maskinen fungerar som avsett. I många av utvärderingarna med användare är olika former av simuleringar och prototyper användbara.



14.2 Metoder detaljerad utformning

Metoder användbara i den detaljerade övergripande utformningen finns inom följande områden:

- datainsamling
- analys av data
- uppgiftsanalys
- idégenerering
- utvecklingsmatriser
- syntesmetoder
- utvärderingsmatriser
- riskanalys
- utvärdering

Datainsamling

För datainsamlingen under detaljerad utformning är följande metoder, vilka beskrivs på sidan 84f, främst användbara:

- Litteraturstudier
- Observationer
- Intervjuer
- Enkäter
- Fokusgrupper

Analys av data

Även här behöver data analyseras och lämpliga metoder är de som beskrivs på sidan 106f, främst:

- Tabeller, matriser och diagram
- KJ-analys (Släktskapsdiagram)
- Fiskbensdiagram (Ishikawadiagram)
- Träddiagram

Uppgiftsanalys

Här används metoderna som omnämns på sidan 109f för att mer i detalj analysera och beskriva användarens handlingar i interaktionen:

- Hierarkisk uppgiftsanalys
- Länkanalys
- Tabulär uppgiftsanalys
- Generic Task Specification
- Interaktionsbeskrivning
- User-Technical Process
- Användningsfall
- Scenario

Idégenerering

Fungerande metoder för idégenerering är även här Brainstorming och Brainwriting, vilka beskrivs på sidan 124.

Utvecklingsmatriser

För att systematiskt arbeta vidare med resultaten från idégenereringen är både Kvalitetshuset och Morfologisk matris användbara metoder, vilka beskrivs på sidan 125.

Syntesmetoder

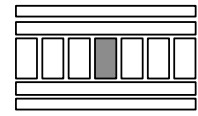
Användbara syntesmetoder listas nedan och beskrivs på sidan 139f:

- Processflödesschema
- Skissning
- Modellbygge
- Mock-up
- Gränssnittssimulering

Utvärderingsmatriser

För att bedöma lösningar och koncept under den detaljerade utformningen kan följande matriser på sidan 126 användas:

- För- och nackdelsmatris
- Elimineringmatris
- Pughmatris
- Kesselringmatris



Risikanalyt

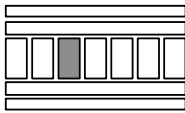
Risikanalyt fokuserar här på hur maskinens detaljerade utformning påverkar farornas konsekvenser och sannolikheter. Alla de tidigare metoderna kan vara lämpliga här, vilka beskrivs på sidan 112f och 127:

- Felhandlingsanalys (PHEA)
- What if
- Felträdsanalys (FTA)
- Händelseträdsanalys (ETA)
- Hazard and Operability Studies (HAZOP)

Utvärdering

För att utvärdera resultatet av den detaljerade utformningen (design och krav) är följande metoder på sidan 90 ff lämpliga:

- Granskning
- Genomgång
- Standardinspektion
- Heuristisk utvärdering
- Utvärdering kognitiv ergonomi
- Utvärdering fysisk ergonomi
- Användningstest
- Fälttest



14.3 Exempel vattenflaska - detaljerad utformning

Under den detaljerade utformningen vidareutvecklades funktion, form och interaktion till sin slutliga nivå. För detta ändamål byggdes olika typer av prototyper som testades och utvärderades av användare.

Design

Problem: Interaktion

Vidare preciserade huvudproblem utifrån fysisk form och användargränssnitt

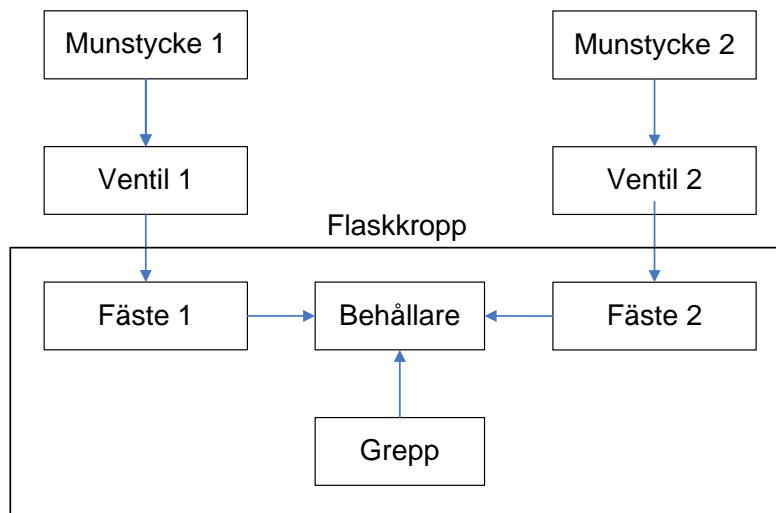
- Vilken form ger bäst grepp och drickmöjligheter?

Besvarande av frågor för kommande designdelar

- Hur öppnas och stängs korkar bäst?
- Hur diskas den valda fysiska formen bäst?
- Vilka material är bra?

Struktur: Detaljerad uppdelning maskin

Specificerad och beskriven förfinad maskinmodell



Funktion: Styrning och information

Specificerade och beskrivna detaljerade styrningsmöjligheter för människan

- öppna och stänga påfyllnadsenhet, två tydliga lägen
- öppna och stänga drickenhet, två tydliga lägen
- trycka på flaska med x N ska skapa ett flöde på y cl/s

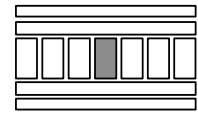
Specificerad och beskriven detaljerad information till människan

- avläsning med 2 cl noggrannhet
- visa läge påfyllnadsenhet (öppen/stängd)
- visa läge drickenhet (öppen/stängd)

Aktivitet: Detaljerad interaktion

Specificerad och beskriven detaljerad interaktion

- **påfyllning:** beskrivning av hur kork och händer arbetar tillsammans
- **drickande:** beskrivning av hur kork och mun arbetar tillsammans
- **diskning:** beskrivning av hur kork, flaska och händer arbetar tillsammans

**Realisering: Fysik form och användargränssnitt**Specificerad och beskriven fysisk form

- material flaska XX
- flaska ska ha färg XX
- korkar ska ha färg XX
- ytstruktur flaska (t ex glanstal XX, "mönsterdjup" XX)
- konkavt grepp djup XX mm
- radie på konkavt grepp XX mm
- flaskans höjd XX mm
- flaskans bredd (bredaste stället) XX mm
- flaskans bredd (smalaste stället) XX mm

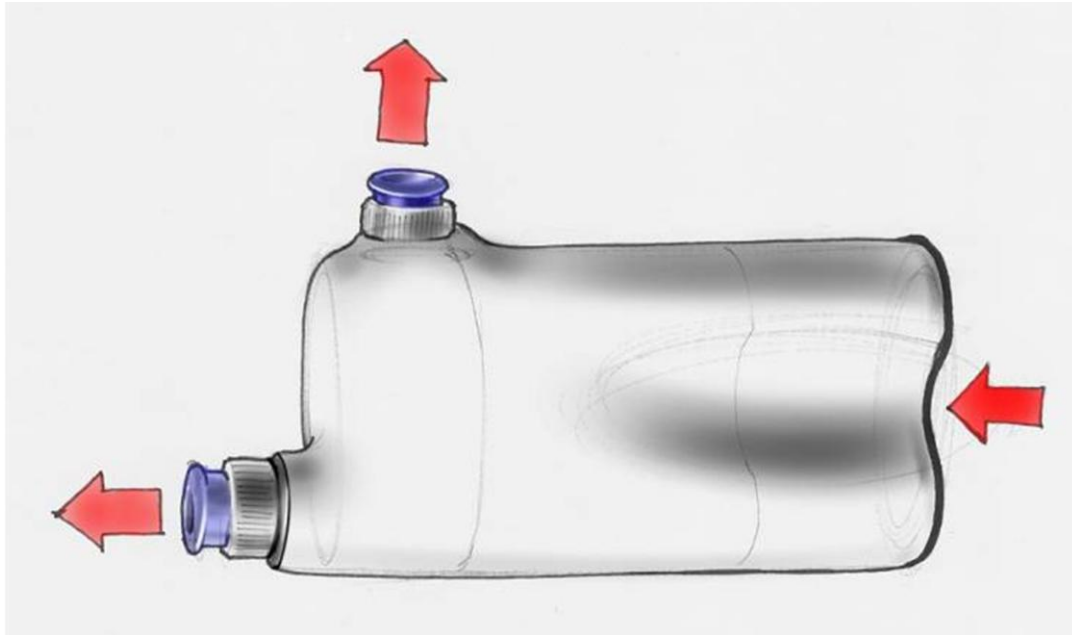


Illustration av Lars Haakon Simonsen

Specificerat och beskrivet användargränssnitt

Användargränssnittet består av tre delar. Första delen är greppet som har en tydlig greppmarkering, som också ger ett bra grepp att hålla i. Det går också att trycka med handen för att skapa ett övertryck i flaskan.

Den andra delen är locket högst upp, vilket både kan öppnas och stängas för att tömma/fylla flaskan eller för att dricka. För att dricka, dras munstycket ut, vilket kan göras med hand eller mun. För att stänga flaskan, trycks munstycket in. Att fylla eller tömma flaskan, görs genom att ventilen med handkraft skruvas av från fästet. För att stänga flaskan, återskruvas ventilen.

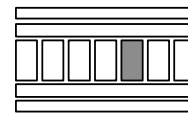
Tredje delen är ett lock som sitter på sidan och kan öppnas och stängas för att tömma/fylla flaskan. Locket fungerar på samma sätt som innan. Ventilerna och munstyckena för de två locken är identiska.

Utformade instruktioner och manualer

Flaskan har ingen separat manual, utan designen på flaskan ger den nödvändiga informationen.

Utformade utbildnings- och träningsprogram

Informationsmaterial till återförsäljarna om hur viktigt det är att inta vätska under träning.



15 Konstruktion

Efter utformningen i ACD³-processen kommer konstruktionen. I andra beskrivningar av utvecklingsprocesser, som fokuserar främst på tekniken, benämns denna del ibland utformning på detaljnivå (Ulrich och Eppinger, 2004). Syftet är att undersöka hur maskinens delsystem bör vara konstruerade i detalj och hur maskinen ska produceras. Målet är att utforma maskinens tekniska element (delsystem) och att välja princip för produktion (ta fram underlag för produktion). Tabell 15.1 visar en kortfattad beskrivning av konstruktionen.

Tabell 15.1 Konstruktionsfasen kortfattat

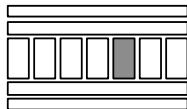
<p>Syfte: att undersöka hur maskinens delsystem bör vara konstruerade i detalj och hur maskinen ska produceras</p> <p>Mål: att utforma maskinens tekniska element (delsystem) och att välja princip för produktion (ta fram underlag för produktion)</p> <p>Fokus för arbetet: maskinens insida (interna uppbyggnad) teknikcentrerat arbete</p> <p>System att beakta: maskinens delsystem</p> <p>Betraktningssvy: maskinen i sina minsta element (internt)</p>	
---	--

Under konstruktionen är det maskinens insida som är i fokus och arbetet har ett teknik- och detaljcentrerat angreppssätt. Systemet att beakta är maskinens delsystem och betraktningssyn blir maskinen uppdelad i sina minsta element. Den huvudsakliga designen är att bestämma maskinsystemets tekniska element. Syftet med HFE-aktiviteterna under konstruktionen är att utvärdera den framtagna maskinen och syftet med övriga aktiviteter är att bestämma en inre struktur på maskinen och att ta fram underlag för produktionen.

Tabell 15.2 Centrala aktiviteter i konstruktionen

Planering	Uppdatera planen för hela utvecklingsprocessen Detaljplanera konstruktion
Datainsamling	Detaljerat tekniska lösningar och produktionsanpassning Detaljerat om utformning och utförande av testning, verifiering, validering och slutlig riskanalys
HFE-aktiviteter	Övriga projektaktiviteter
-test av konstruktion -verifiering av konstruktion -slutlig riskanalys av konstruktion -validering av konstruktion -utvärdering av genomförda HFE-aktiviteter	-förfina maskinens arkitektur -utveckla konstruktionsstruktur -utveckla delsystemens tekniska detaljlösningar -bestämning av toleranser -utveckling av programkod -utveckling av ritningar -testa och förbättra lösningar -skapa detaljritningar och detaljlistor -skapa produktionsinstruktioner -skapa monteringsinstruktioner -skapa transportinstruktioner
Utvärdering	Utvärdering av utvärderingarna genomförda under konstruktionen

Under konstruktionen bestäms alltså uppbyggnaden och sammansättningen av maskinen och de ingående olika delarna. Prototyper testas också i samband med konstruktionen, likaså



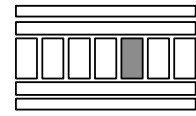
testas hela maskinen och de enskilda delarna för att säkerställa korrekt utformning och funktion. Ofta krävs större eller mindre modifikationer.

Konstruktionen kan delas upp i fyra delar (Johannesson et al., 2004; Johannesson et al., 2013): layoutkonstruktion, detaljkonstruktion, prototypprovning och produktionsanpassning. De separata delarna beskrivs inte i boken, då HFE-aktiviteter inte behöver använda uppdelningen utan arbetar på samma sätt över hela konstruktionen. Resultatet av konstruktionsstadiet är ett produktionsunderlag i form av till exempel ritningar, detaljlister och monteringsanvisningar.

I tabell 15.2 listas de väsentliga aktiviteterna under konstruktionen. Det sker dock utvecklingsarbete även i andra faser beroende på ACD³-processens iterativa och parallella karaktär. Tabell 15.3 visar var fokus i konstruktionen ligger i förhållande till samspelet mellan kravsättningen och designarbetet. Tabellen visar syntesen från designarbetet och kravsättningen i konstruktionen. HFE-aktiviteterna i konstruktionen kommer att presenteras mer i detalj i kommande avsnitt (15.1).

Tabell 15.3 Resultat av syntesaktiviteterna i den detaljerade utformningen

Syntes designarbete (Specifikation element)	Fokus för utvecklingsarbetet	
<p><u>HFE- aktiviteter</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Dokumenterad testning konstruktion -Dokumenterad verifiering konstruktion -Dokumenterad slutlig riskanalys konstruktion -Dokumenterad validering konstruktion -Bevaka produktionsergonomi <hr/> <p><u>Övriga aktiviteter</u></p> <p>Problem: Element Beskrivning av den problematik som är central för respektive element</p> <ul style="list-style-type: none"> -<u>Vidare preciserat problem utifrån designbeslut från detaljerad utformning</u> -<u>Besvarande av frågor för kommande konstruktion</u> <hr/> <p>Struktur: Logisk arkitektur element Beskrivning av den logiska uppbyggnaden för respektive element</p> <ul style="list-style-type: none"> -<u>Specificerad och beskriven förfinad modell för respektive element</u> <hr/> <p>Funktioner: Elementfunktioner Förfining och precisering av funktionaliteten för respektive element</p> <ul style="list-style-type: none"> -<u>Specificerade och beskrivna elementfunktioner</u> <hr/> <p>Aktivitet: Maskinprocess Beskrivning av hur elementens processer dynamiskt samverkar när maskinen används</p> <ul style="list-style-type: none"> -<u>Specificerade och beskrivna processer</u> <hr/> <p>Realisering: Implementering element Beskrivning av hur maskinens element konkret realiseras</p> <ul style="list-style-type: none"> -<u>Specificerad och beskriven konstruktion</u> 	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Designnivåer</p> <p>Effekt</p> <p>Användning</p> <p>Arkitektur</p> <p>Interaktion</p> <p>Element</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Kravnivåer</p> <p>Behov</p> <p>Användningskrav</p> <p>Maskinkrav</p> <p>Delsystemkrav</p> <p>Tillverkningskrav</p> </div> </div>	
	<p style="text-align: center;">Syntes kravsättning</p> <p>Sätta ramarna för maskinens tillverkning</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Mål tillverkning</u> - <u>Krav tillverkning</u> - <u>Riktlinjer tillverkning</u> 	



15.1 Genomförande av HFE-aktiviteter

HFE-aktiviteter under konstruktionen syftar till att säkerställa att den färdiga maskinen uppfyller ställda krav och specificerad detaljerad utformning.

Datainsamling

Datainsamlingen syftar därför till att samla in information för att kunna planera och utföra testning, verifiering, validering och slutlig riskanalys. Vidare bör konstruktionens framskridande följas upp så att utvärderingarna kan utföras vid lämpliga tillfällen. (Utvärderingar för att kontrollera att maskinen blir som den är designad.)

Analys- och syntesaktiviteter (inkl idégenerering)

Det inledande arbetet under konstruktionen är att planera de undersökningar som görs för att avgöra om de uppsatta målen och kraven relaterade till människa-maskininteraktionen är uppfyllda och att risknivån är tillräckligt låg. HF-ingenjören har sedan till uppgift att bevaka att eventuella produktionsergonomiska faktorer beaktas i konstruktionsarbetet. I organisationer som saknar egna produktionsergonomer kan HF-ingenjören få ett mer omfattande ansvar för denna fråga. Arbetet i konstruktionsfasen glider sedan över till att utföra de planerade utvärderingarna och att dokumentera resultatet. De centrala delarna av utvärderingarna är:

- test av konstruktion
- verifiering av konstruktion
- slutlig riskanalys av konstruktion
- validering av konstruktion
- ställa tillverkningskrav

Dokumentationen ska visa att testningen, verifieringen, riskanalysen och valideringen har genomförts enligt planen och att resultatet motsvarar förväntningarna.

Test av konstruktion

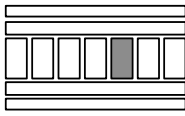
Den konstruktion som har implementerats har utgått från den detaljerade utformningen. För att klargöra att konstruktionen verkligen följer den detaljerade utformningen måste den testas. Det görs vanligtvis genom att ett antal testfall skapas av den som gjort den detaljerade utformningen. Testfallen beskriver maskinens beteende i utvalda situationer, vilket sedan jämförs med maskinens verkliga uppförande under testet. Tester bör utföras av någon som inte har gjort den detaljerade utformningen, konstruktionen eller testfallen för att på så sätt undvika någon form av partiskhet eller snedvridning. Fri testning, så kallad informell testning, sker också och innebär att den person som gjort den detaljerade utformningen interagerar med maskinen för att upptäcka eventuella skillnader.

Verifiering av konstruktion

Det måste också utvärderas om konstruktionen svarar mot de uppställda kraven på olika nivåer i ACD³-processen. Verifieringen sker på liknande sätt som testningen med testfall, men med testfall som här täcker upp alla krav. Verifieringen ska utföras av någon som inte har gjort den detaljerade utformningen, konstruktionen eller testfallen för att på så sätt undvika partiskhet eller snedvridning. Verifieringen av konstruktionen kan vara en del av den verifiering av maskinen som sker under driftsättningen, kapitel 17.

Slutlig riskanalys av konstruktion

Det sker under hela ACD³-processen en kontinuerlig riskanalys, men i och med att konstruktionen bestäms, går det att utföra den slutliga riskanalysen. Analysen syftar till att utvärdera om risken med användningsfel är acceptabelt låg.



Validering av konstruktion

Den utvärdering som sker närmast användarna är valideringen av konstruktionen (testning om avsedda effekter uppnås). Den sker för att analysera om samspelet mellan användarna och maskinen fungerar som avsett, med rätt uppgifter och i rätt omgivning. Utvärderingen med användare har också utförts kontinuerligt under processen. Nu när maskinen konstruerats, finns det ofta prototyper så att mer regelrätta användningstest kan genomföras. Som tidigare bör inte de personer som gjort den detaljerade utformningen och/eller konstruktionen ansvara för eller utföra valideringen. Valideringen av konstruktionen kan vara en del av den validering av maskinen som sker under driftsättningen, kapitel 17.

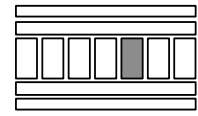
Ställa tillverkningskrav

HFE-aktiviteterna innehåller ibland också uppgiften att ställa tillverkningskrav på delar av maskinen. Det kan exempelvis vara kvaliteten på märkningen av knapparna, noggrannheten i färger eller ytstruktur.

Utvärdering

Även om mycket av HFE-aktiviteterna under konstruktionsfasen syftar till att utvärdera den gjorda konstruktionen på olika sätt, så har utvärderingsaktiviteten i fasen två ytterligare fokus på en mer övergripande nivå. Det första fokus är att utvärdera de utvärderingar av konstruktionen som gjorts under konstruktionsfasen. Har de gett en bra bild av läget och är de tillförlitliga? Syftet med första fokus är att säkerställa att konstruktionen når avsedd kvalitet och att den har gått att mäta.

Det andra fokus är att utvärdera de HFE-aktiviteter som hittills har genomförts under utvecklingsarbetet, för att underlätta kunskapsöverföring till nästa utvecklingsprojekt. Har designbeslut fattats vid lämpliga tillfällen under utvecklingsarbetet? Har kopplingen mellan kravsättningen och designarbetet fungerat? Har passande metoder använts i de olika faserna? Det andra fokus här kan också genomföras som en del av utvärderingen under driftsättningen, om det är mer passande för det specifika utvecklingsprojektet.



15.2 Metoder konstruktion

Metoder användbara i HFE-aktiviteter under konstruktionen finns inom följande områden:

- datainsamling
- analys av data
- testmetoder
- utvärdering

Datainsamling

För datainsamlingen under konstruktionen är främst följande metoder, vilka beskrivs på sidan 84f, användbara:

- Litteraturstudier
- Observationer
- Intervjuer

Analys av data

Konstruktionen innebär att mer information har samlats in och behöver analyseras. Lämpliga metoder är de som beskrivits på sidan 106f:

- Tabeller, matriser och diagram
- KJ-analys (Släktskapsdiagram)
- Fiskbensdiagram (Ishikawadiagram)
- Träddiagram

Testmetoder

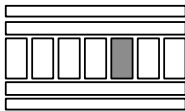
De huvudsakliga HFE-aktiviteterna under konstruktionen är att testa, verifiera och validera den implementerade konstruktionen. Metoder lämpliga för det beskrivs på sidan 90 ff:

- Granskning
- Genomgång
- Standardinspektion
- Heuristisk utvärdering
- Riskanalys av användande
- Användningstest
- Fälttest

Utvärdering

För att utvärdera resultatet av HFE-aktiviteterna under konstruktionen (testprotokoll) är följande metoder på sidan 90 lämpliga:

- Granskning
- Genomgång



15.3 Exempel vattenflaska - konstruktion

Under konstruktionen av vattenflaskan togs tillverkningsunderlag fram och utifrån underlaget byggdes prototyper. HFE-aktiviteterna här innehöll test av prototyperna för att avgöra om de matchade den detaljerade designen. Vidare verifierades prototyperna för vattenflaskan för att avgöra, om de uppfyllde kraven som är ställda på de olika nivåerna i ACD³-processen. Riskanalysen slutfördes för att visa att vattenflaskan är säker nog för användning.

Konstruktionen av vattenflaskan behövde också valideras och det gjordes i tre steg:

- (1) användningstest i labb
- (2) observation fälttest
- (3) intervju fälttest

I det första stegets användningstest undersöktes om nivån av användbarhet och användarvänlighetsmålen hade uppfyllts (tabell 15.4). Användartesterna skedde i labbmiljö med 12 st personer ur gruppen avsedda användare.

Tabell 15.4 Nivå av användbarhet och användarvänlighetsmål för vattenflaskan

Nivå av användbarhet (från avsnitt 11.3, sidan 114 ff)

- En användare ska på 20 sekunder kunna greppa vattenflaskan, dricka 2 dl och ställa ifrån sig den (på jämt underlag) utan att känna sig stressad.
- En användare ska på 1 min kunna fylla på vattenflaskan i ett vanligt handfat utan att känna sig stressad.

Användarvänlighetsmål (från avsnitt 12.3, sidan 128 ff)

- 8 av 10 förstagångsanvändare ska kunna fylla på flaskan i standardhandfat på mindre än 60 sekunder.
- 8 av 10 förstagångsanvändare ska kunna öppna, dricka 1 dl ur flaskan samt stänga flaskan på mindre än 90 sekunder.
- 9 av 10 tredjegångsanvändare ska kunna öppna, dricka 1 dl ur flaskan samt stänga flaskan på mindre än 30 sekunder.
- 8 av 10 förstagångsanvändare ska på frågan om flaskan är enkel att använda svara 5 eller högre på en 7-gradig skala.

Steg 2 och 3 var att genomföra fälttester. 12 stycken avsedda användare fick använda vattenflaskan under ett träningspass. Under steg 2 observerades deras användning för att undersöka om nivån av användbarhet och nyttomålen var uppfyllda (tabell 15.5).

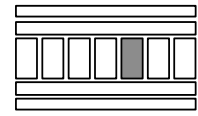
Tabell 15.5 Nivå av användbarhet och nyttomål för vattenflaskan

Nivå av användbarhet (från avsnitt 11.3, sidan 114 ff)

- En användare ska på 20 sekunder kunna greppa vattenflaskan, dricka 2 dl och ställa ifrån sig den utan att känna sig stressad.
- En användare ska på 1 min kunna fylla på vattenflaskan i ett vanligt handfat utan att känna sig stressad.

Nyttomål (från avsnitt 12.3, sidan 128 ff)

- Vattenflaskan ska kunna förse 90 % av avsedda användare, med en medelpuls på 140 slag/min, med vätska under ett träningspass på 45 min.
- Vattenflaskan ska kunna förse 75 % av avsedda användare, med en medelpuls på 140 slag/min, med vätska under ett träningspass på 75 min.

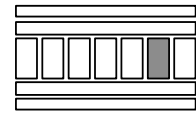


Under steg 3, som ägde rum efter träningspasset, intervjuades de 12 användarna. Intervjuerna hade som syfte att avgöra om behoven från användningen var uppfyllda (tabell 15.6).

Tabell 15.6 Användningsbehov för vattenflaskan

Behov användning (från avsnitt 11.3, sidan 114 ff)

- kunna hållas med en hand
- öppnas och stängas med en hand under drickande
- ej droppa på kläder
- innehålla tillräckligt med vatten
- matcha träningskläderna
- fyllas på i vanligt handfat
- monteras på cykel
- bäras med vid gång/jogging
- fästas på ryggsäck
- diskas i diskmaskin
- skydda mot smuts
- inte rulla iväg om den ramlar omkull



16 Produktion

Under produktionsfasen för maskinen så relaterar det mesta som berör ergonomi och human factors till hur maskinen tillverkas. Boken kommer dock inte att gå in på så kallad produktionsergonomi. Det beskrivs på ett bra sätt av Berlin och Adams (2015).

Fokus i det här kapitlet kommer att vara vad utvecklingsprojektets HF-ingenjör bör beakta vid produktionen av maskinen. Tabell 16.1 visar de centrala aktiviteterna under produktionsfasen. För att få en mer detaljerad struktur över ett produktionssystem går ACD³ att använda för att beskriva de centrala designvariablerna i systemet. Ett exempel på det finns i avsnitt 26.4 på sidan 281.

Tabell 16.1 Centrala aktiviteter i produktionen

Planering	Uppdatera planen för hela utvecklingsprocessen Detaljplanera produktion
Datainsamling	Detaljerat om produktionssätt Uppföljning av produktion
HFE-aktiviteter	Övriga projektaktiviteter
- fortsatt bevaka tillverkningsbarheten utifrån ett HF-perspektiv - initial testning av de första tillverkade maskinerna - utvärdering med användare av tillverkade maskiner - slutlig testning och verifiering av maskin i fabrik	- bestämma vad produktionssystemet ska utföra för arbete - bestämma hur produktionssystemet ska fungera som helhet - bestämma hur resurser ska fördelas i hela organisationen/företaget - bestämma hur produktionssystemets operatörer ska arbeta - bestämma vilket stöd operatörerna behöver för att utföra arbetet
Utvärdering	Utvärdera om maskinen producerats enligt specifikationerna

16.1 Genomförande av HFE-aktiviteter

HFE-aktiviteterna för HF-ingenjören från utvecklingsprojektet under produktionen, syftar till att följa upp hur den färdigkonstruerade maskinen produceras.

Fortsatt bevakning av tillverkningsbarheten utifrån ett HF-perspektiv

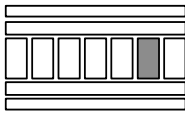
Även om de flesta produktionsrelaterade frågorna, inkl produktionsergonomiska, ska bli lösta under konstruktionen, kan det uppstå tillfällen då konstruktionen behöver ändras för att bättre passa produktionen, exempelvis då det gäller effektivare montering och bättre produktionsergonomi. HF-ingenjörens roll är att vara en kommunikationslänk mellan produktionen och utvecklingsprojektet i frågor som rör produktens yttre funktion och produktionsergonomi. HF-ingenjören har också en viktig roll då det gäller att dokumentera hur monteringen och produktionsergonomi slutligen blir, för att på så sätt kunna återkoppla till kommande utvecklingsprojekt.

Initial testning av de första tillverkade maskinerna

När de första enheterna har producerats är det viktigt att de testas för att undersöka om de följer designspecifikationerna, så att det inte sent i produktionsanpassningen har smugit sig in några ändringar i konstruktionen.

Utvärdering med användare av tillverkade maskiner

När det finns fullt fungerande maskiner är det också läge att med hjälp av användare utvärdera utbildningsmaterial och instruktioner. Det är ofta för sent att nu göra större ändringar i själva



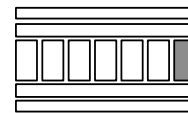
maskinen, men utbildningsmaterial och instruktioner kan vanligtvis fortfarande förändras och förbättras. Vidare kan utvärderingar med användare göras för att undersöka om de ställda målen håller på att uppnås och i vilken grad.

Slutlig testning och verifiering av maskin i fabrik

När de första enheterna av maskinen är producerade är det möjligt att göra slutlig testning och verifiering för att visa att maskinen följer designspecifikationerna och kravspecifikationerna. För större tekniska system, som exempelvis kontrollrum, brukar beställaren kontrollera att maskinen uppfyller de uppställda kraven från beställningen. Denna kontroll brukar benämnas Factory Acceptance Test (FAT). Vid detta tillfälle ska tydliga acceptanskriterier vara uppställda och möjliga att utvärdera. Acceptanskriterierna för ergonomi och human factors för maskinen ska vara baserade på de krav och den design som tagits fram tidigare i arbetet med HFE-aktiviteterna. Grunden för acceptanskriterierna brukar utgöras av användningskraven och/eller maskinsystemkraven samt mål formulerande utifrån designen av användning (se kapitel 12, sidan 117 ff).

16.2 Exempel vattenflaska - produktion

Under produktionens inledning kommunicerade projektets HF-ingenjör med produktionsledaren, för att säkerställa att flaskan kunde tillverkas på ett sådant sätt, att den fick den avsedda utformningen och funktionen. När de första flaskorna kom från produktionen testade HF-ingenjören och konstruktören dem, för att utvärdera om de följde fastställda specifikationer. Testet utföll fördelaktigt för flaskan och nästa steg blev att utvärdera med användare. Utvärderingen skedde i form av användartest, där användare fick pröva på att fylla flaskan med vatten, dricka ur flaskan och sedan tömma den. Flaskan uppfyllde de ställda målen precis lika bra som de prototyper, vilka testades under konstruktionsfasen. Under den fortsatta produktionen gjordes stickprov, för att se att även de flaskorna uppfyllde specifikationerna.



17 Driftsättning

Den avslutande fasen av ACD³-processen är driftsättningen. Syftet med fasen är att ta maskinen i bruk och målet är att nå ett fullt fungerande människa-maskinsystem, som utför avsedda uppgifter i avsedd omgivning.

En ibland förbisedd del av livscykeln för en maskin är installationen, dvs när en maskin placeras i sin användningsmiljö och görs klar för användning. Installationen är den mest framträdande delen av driftsättningsfasen. Under driftsättningen går också maskinen från tillverkare till användare, ibland via mellanled. Oavsett om maskinen är stor eller liten, enkel eller komplex är driftsättningen viktig. Kapitlet i boken är skrivet utifrån de driftsättningsansvarigas synvinkel, vilka inte behöver vara samma personer som har utvecklat maskinen. De viktiga delarna av driftsättningen listas i tabell 17.1.

Tabell 17.1 Centrala aktiviteter i driftsättningen

Planering	Uppdatera planen för hela utvecklingsprocessen Detaljplanera driftsättning
Datainsamling	Detaljerat om utformning och utförande av införande av maskin Detaljerat om utformning och utförande av utbildning med användare
HFE-aktiviteter	Övriga projektaktiviteter
-införandeanalys -organisatorisk analys -utbildning och träning av användare -validering av maskinen (utvärdera om maskinen fungerar i sin rätta miljö) -uppföljning av användande	-undersöka införande och kommande effekter -transport av maskinen till användningsplats -installation (införande och/eller montering av maskinen där den ska användas) -testkörningar för att säkerställa funktionen
Utvärdering	Utvärdering om maskinens driftsättning har gått som planerat

17.1 Genomförande av HFE-aktiviteter

Målet med HFE-aktiviteterna i driftsättningen är att introduktionen till användaren blir så bra som möjligt.

Datainsamling

Den datainsamling som det kan finnas behov av är hur det förhåller sig på platserna där maskinen ska introduceras. Informationen behövs för att planera och genomföra införandet av maskinen och utbildningen på den. Datan som främst behöver samlas in gäller både användande organisation och dess befintliga användare.

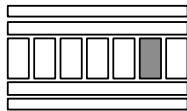
Analys- och syntesaktiviteter

Under driftsättningen sker analys- och syntesaktiviteterna integrerat. De centrala delarna är:

- analys av organisation och införande
- utbildning och träning av användarna
- validering av maskinen
- uppföljning av användande

Analys av organisation och införande

Grunden för en, från ett HF-perspektiv, lyckad driftsättning läggs genom en god analys av organisationen och införandet. Arbetet här är en fortsättning på det som gjorts under realisering i behovsidentifiering (s 104) och användningsutformning (s 120).



Den organisatoriska analysen undersöker vilka effekter den nya maskinen kommer att få på användarna och organisationen. Analysen benämns ibland organisatorisk riskanalys, om fokus mest är på faror och deras konsekvenser. Exempel på analysfrågor är:

- På vilket sätt kommer användarnas arbetssätt att förändras?
- På vilket sätt kommer användarnas beteende att förändras?
- Vilken attityd kommer användarna ha till maskinen?
- Kommer organisationen att behöva förändras?
- Vilka oönskade effekter kan den nya maskinen föra med sig?

Införandeanalysen är en direkt fortsättning på den organisatoriska analysen och undersöker vad som kommer att påverka själva införandet av maskinen. Analysen ska försöka besvara följande frågor:

- Hur bör maskinen introduceras för användarna?
- Hur bör användarna utbildas?
- Hur ska tekniskiftet äga rum om maskinen ersätter en äldre maskin?
- Hur ska användandet följas upp och utvärderas?

Den organisatoriska analysen och införandeanalysen ligger sedan till grund för planeringen av utbildning och träning av användarna, validering av maskin samt uppföljning av användande.

Utbildning och träning av användarna

Utbildningens mål är att användarna ska erhålla kunskap för att kunna hantera maskinen och sköta de arbetsuppgifter som behövs för att nå systemmålen (effektmålen). Det innebär att utbildningen måste baseras på en funktions- och uppgiftsanalys som utgår från personalens handhavande och inte fokusera på en beskrivning av hur maskinen fungerar rent tekniskt. Vidare ska utbildningen bygga på den tidigare gjorda införandeanalysen och den organisatoriska analysen. Resultatet är ett underlag (plan och material) för utbildning och träning av användarna.

Validering av maskinen

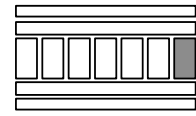
Validering av en maskin innebär en utvärdering om maskinen de facto fungerar i sin rätta miljö vid tänkt användning. För större tekniska system brukar den här aktiviteten benämnas Site Acceptance Test (SAT). Vid valideringen är det viktigt att utvärderingen sker ur ett helhets- och systemperspektiv, där omgivningen beaktas.

Valideringen av maskin i fält utgår från de användarbehov och användningsbehov som har tagits fram under behovsidentifieringen. Andra aspekter som bör utvärderas, speciellt för större tekniska system listas här efter. Ofta är aspekterna redan täckta av behov från användare och användning om HFE-aktiviteterna har utförts fullgott; aspekterna finns då redan med i de mål som maskinen ska valideras emot.

Arbetsplatsutformning Den fysiska miljöns utformning (ljus, ljud, klimat, vibrationer, strålning etc)

Förståelse Kan maskinens gränssnitt tolkas rätt av användaren?

Kompatibilitet Är informationen konsekvent utformad och kan korrekta handlingar förväntas av användarna utifrån deras mentala och fysiska förmågor och begränsningar?



Situationsmedvetenhet	Kan uppkomna situationen tolkas korrekt av användarna utifrån tidigare erfarenheter och kan användarna dessutom förutse framtida händelser?
Lärbarhet	Vilka möjligheter erbjuder maskinen, då det gäller användarens eget lärande i förhållande till en utförlig utbildning?
Kontrollerbarhet	Kan användaren styra och kontrollera maskinen för att uppnå målen?
Mental arbetsbelastning	Har arbetsuppgifterna och arbetsmiljön anpassats till att användaren kan ha en begränsad kognitiv förmåga att ta in information, tolka och bearbeta den och fatta ett väl underbyggt beslut?
Fysisk arbetsbelastning	Har arbetsuppgifterna och arbetsmiljön anpassats till att användaren kan ha en begränsad fysisk förmåga att utföra uppgifterna?
Samarbete	Om användningen eller arbetet sker i grupp, har då gruppen utformats så att medlemmarna tillsammans har förmåga att kunna hantera olika situationer? Passar utformningen för invanda och fungerande arbetssätt?

Valideringen av maskinen bör ske med olika former av scenarier ur den avsedda användningen och användarna ska få hantera olika situationer och utföra olika uppgifter. Om det är samma personer som genomför driftsättningen och som har utfört utformningen och konstruktionen, bör utvärderingarna i konstruktionsfasen ses som en del av valideringen av maskinen. Viktigt att beakta är att den person som har gjort utformningen och/eller konstruktionen inte bör validera maskinen.

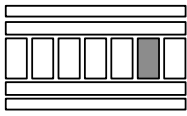
Uppföljning av användande

Uppföljning av användandet bör påbörjas under drifttagningen, men sedan fortsätta även i driftfasen för att kunna upptäcka problem, åtgärda brister och anpassa maskinen till förändringar i arbetssätt etc. Det är viktigt att utvärdera efter en tids drift, dels för att eventuella initiala problem med maskinen ska kunna rättas till och dels för att användarna har fått erfarenhet av att använda maskinen. Uppföljning av användandet avslutas med en reflektion över huruvida driftsättningen varit lyckosam och om den har fungerat enligt plan.

Utvärdering

Utvärderingen i driftsättningen fokuserar på om resultatet av hela utvecklingsarbetet har blivit som avsett. Har driftsättningen gått som planerat? Uppfylls de systemmål (effektmål) som har bestämts i inledningen av utvecklingsprocessen? Löser maskinen det problem som den är utformad för att lösa?

Utvärderingen i driftsättningen kan också fokusera på att utvärdera de HFE-aktiviteter som hitintills har genomförts under utvecklingsarbetet, om det inte har gjorts tidigare under konstruktionsfasen. Har designbeslut fattats vid lämpliga tillfällen under utvecklingsarbetet? Har kopplingen mellan kravsättningen och designarbetet fungerat? Har passande metoder använts i de olika faserna?



17.2 Metoder driftsättning

Metoder som är användbara i HFE-aktiviteter under driftsättningen finns inom följande områden:

- datainsamling
- analys av data
- metoder för att testa, verifiera och validera
- metoder för uppföljning användande
- utbildningsmetoder
- utvärdering

Datainsamling

För datainsamlingen under driftsättningen är de metoder som beskrivs på sidan 84f användbara, främst:

- Litteraturstudier
- Studier av incident-, olycks- eller avvikelserapporter
- Observationer
- Intervjuer
- Enkäter
- Fokusgrupper
- Contextual inquiry
- Objektiva mätningar

Analys av data

Även här behöver data analyseras och lämpliga metoder är de som beskrivs på sidan 106f:

- Tabeller, matriser och diagram
- KJ-analys (Släktskapsdiagram)
- Fiskbensdiagram (Ishikawadiagram)
- Träddiagram

Metoder för att testa, verifiera och validera

En del av HFE-aktiviteterna under driftsättningen är att testa, verifiera och validera konstruktionen. Metoder lämpliga för det beskrivs på sidan 90 ff:

- Granskning
- Genomgång
- Standardinspektion
- Heuristisk utvärdering
- Riskanalys av användande
- Användningstest
- Fälttest

Metoder för uppföljning användande

När det gäller uppföljning av användandet, är de metoder som listas ovan för datainsamling och för att testa, verifiera och validera, lämpliga att använda.

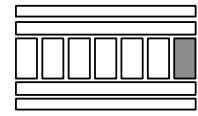
Utbildningsmetoder

De vanligaste utbildningsmetoderna listas nedan och ofta förekommer en kombination av dem:

- **Egen inläring:** användaren lär sig själv genom användning
- **Instruktion:** skriftlig eller interaktiv beskrivning som berättar för användaren om användningen
- **Lektion:** utbildning i lektionsform
- **Handledning:** instruktör ger personlig undervisning
- **Gå bredvid:** den nya användaren går/följer en erfaren användare

Utvärdering

För att utvärdera resultatet av driftsättningen (protokoll) är metoderna Granskning och Genomgång på sidan 90 lämpliga.



17.3 Exempel vattenflaska - driftsättning

Den organisation som här ansvarar för driftsättningen är en gymkedja. Gymkedjan påbörjar sin driftsättning när de första testbara prototyperna finns hos tillverkaren.

Verifiering av maskin i fabrik

Vattenflaskorna granskas och testas hos tillverkaren. Det görs mot användningsbehoven från behovsidentifieringen och användningskraven från användningsutformningen, vilka har fastställts som acceptanskriterier.

Organisatorisk analys

Gymkedjan undersöker om användarnas beteenden kommer att ändras. Intressant är att analysera om användarna kommer att träna mer och om det kommer att bli kortare eller längre kö vid påfyllningen av vatten (kortare för att det går snabbare att fylla på, längre för att fler använder vattenflaska, att fler dricker mer vatten och att fler tränar mer).

Införandeanalys

Gymkedjan går igenom hur den nya vattenflaskan ska introduceras på anläggningarna och hur användarna ska informeras. Planen för införande innehåller information på deras hemsida, planscher på gymmet och en 10 sekunders muntlig instruktion när flaskan delas ut av personalen. Flaskorna ingår i ett program för att belöna trogna gymbesökare.

Validering av maskin i fält

En grupp användare får testa och använda flaskorna under en viss period, innan flaskan delas ut till alla. Deras användning observeras och efter en tid intervjuas användarna om användningen. Syftet är att se om användningsbehoven från behovsidentifieringen är uppfyllda.

Utbildning och träning av användarna

När det är säkerställt att användningsbehoven är uppfyllda vidtar gymkedjan nästa steg, generell utbildning och träning av användarna. Under denna aktivitet delas flaskorna ut till användarna och de informeras om flaskans nya funktioner. Efter att användarna fått flaskorna och informationen, så är det upp till dem att bestämma när och hur de vill använda de utdelade flaskorna.

Uppföljning av användande

Efter det att flaskan har använts en längre tid, undersöks hur den har blivit mottagen av användarna, vilket görs med hjälp av en enkätundersökning och ett mindre antal intervjuer.

18 Relation till andra processer och till upphandling

Efter att ACD³-processen har förklarats och beskrivits, först i dess övergripande uppbyggnad och sedan detaljerat i varje fas, återstår det att beskriva hur processen förhåller sig till andra processer och standarder, samt hur den kan användas vid extern upphandling.

18.1 ACD³-processens relation till andra processer

ACD³-processen är utformad för att fungera tillsammans med både vedertagna och standardiserade processer. Tanken är dels att ACD³-processen ska stödja existerande processer och dels att om ett projekt genomförs enligt ACD³-processen, kommer också standardernas processdelar att bli uppfyllda. På de kommande sidorna visas relationen mellan ACD³-processen och tre vedertagna utvecklingsprocesser och sex standardiserade processer. Avslutningsvis beskrivs relationen till agile systemutveckling och lean produktdevelopment.

- **Produktutvecklingsprocessen** Johannisson et al, 2013
- **The mechanical design process** Ullman, 2010
- **Product development process** Ulrich and Eppinger, 2011

- **ISO 9241-210:2010** Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems
- **ISO 6385:2004** Ergonomic principles in the design of work systems
- **IEC 60601-1-6:2004** Medical electrical equipment. General requirements for safety. Collateral standard. Usability
- **ISO 11064-1:2000** Ergonomic Design of Control Centres - Part 1: Principles for the Design of Control Centres
- **NUREG 0711, rev 3** Human Factors Engineering Program Review Model
- **ISO 15288:2015** Systems and software engineering – System life cycle processes

Vedertagna utvecklingsprocesser

På nästa uppslag visas ACD³-processens faser, med innehåll, jämförda med Produktutvecklingsprocessen (Johannisson et al, 2013), The mechanical design process (Ullman, 2010) och Product development process (Ulrich and Eppinger, 2011). Beskrivningar av processerna har anpassats för att möjliggöra en jämförelse (figur 18.1 och 18.2).

ACD³-processen (Bligård, 2015)	Produktutvecklingsprocessen Johannesson et al, 2004, 2013
Initial planering - Planera hela utvecklingsprocessen - Detaljplanera behovsidentifieringen	Förstudie - Problemanalys - Initial kravspecifikation
Behovsidentifiering - Datainsamling - Design effekt - Framtagning behov - Utvärdering - Dokumentering	Produktspecifikation - Bestämma och beskriva vad som ska uppnås - Bearbetad kravspecifikation
Användningsutformning - Datainsamling - Design användning - Framtagning användningskrav - Utvärdering - Dokumentering	Konceptgenerering - Funktionsanalys - Funktionsbeskrivningar - Preliminär produktlayout - Tekniska lösningsprinciper - Ta fram produktkoncept - Utvärdera produkt koncept
Övergripande utformning - Datainsamling - Design teknisk arkitektur - Framtagning maskinkrav - Utvärdering - Dokumentering	Layoutkonstruktion - Definiera produktens arkitektur - Beskriva produktens layout
Detaljerad utformning - Datainsamling - Design form och gränssnitt - Framtagning delsystemkrav - Utvärdering - Dokumentering	Detaljkonstruktion - Dimensionera och välja ut standardkomponenter - Konstruera nya, unika detaljer och välja material
Konstruktion - Datainsamling - Design tekniska element - Framtagning tillverkningskrav - Utvärdering - Dokumentering	Prototypprovning - Virtuella prototyper - Fysiska prototyper - Testserie
	Produktionsanpassning - Slutanpassas för att passa tillverkningen

Figur 18.1 ACD³-processens faser i jämförelse med tre vedertagna utvecklingsprocesser

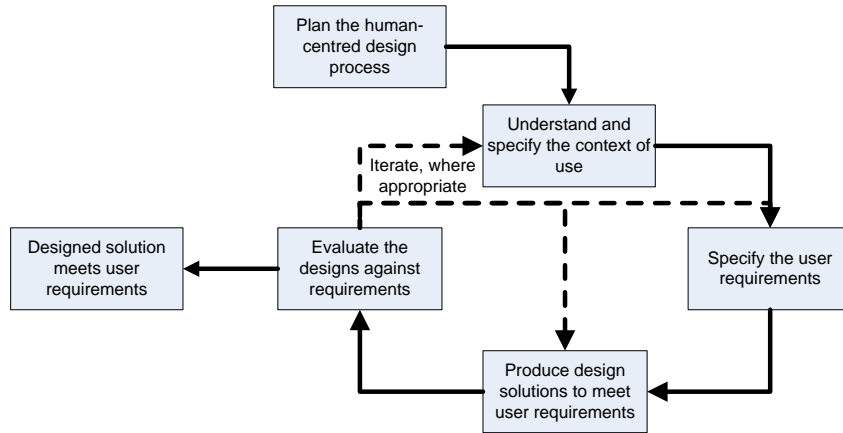
The mechanical design process Ullman, 2010	Product development process Ulrich and Eppinger, 2011
Product Discovery <ul style="list-style-type: none"> - Develop more product ideas - Itemize projects - Choose project 	Planning <ul style="list-style-type: none"> - Articulate market opportunity - Consider product platform and architecture - Assess new technologies
Product Definition <ul style="list-style-type: none"> - Identify the customers - Determine the customers' requirements - Determine relative importance of the req. - Identify and evaluate the competition - Generate engineering specifications - Relate customers' req. to engineering spec. - Set engineering spec. targets and importance - Identify relationships between engineering spec. 	Concept Development <ul style="list-style-type: none"> - Collect customer needs - Identify lead users - Identify complete products - Investigate feasibility of product concepts - Develop industrial design concepts - Build and test experimental prototypes
Conceptual Design <ul style="list-style-type: none"> - Find the over all function - Decompose into subsystem - Generate concepts - Evaluate concepts - Make concept decisions - Document and communicate 	System-Level Design <ul style="list-style-type: none"> - Develop product architecture - Define major sub-systems and interfaces - Refine industrial design - Preliminary component engineering
Product Development <ul style="list-style-type: none"> - Generate product - Evaluate product - Make product decisions - Document and communicate 	Detail Design <ul style="list-style-type: none"> - Define part geometry - Chose materials - Assign tolerances - Complete industrial design documentation
	Testing and Refinement <ul style="list-style-type: none"> - Test overall performance, reliability and duration - Obtain regulatory approvals - Assess enviromental impacts - Implement design changes
	Production Ramp-Up <ul style="list-style-type: none"> - Evaluate early product output

Figur 18.2 ACD³-processens faser i jämförelse med tre vedertagna utvecklingsprocesser

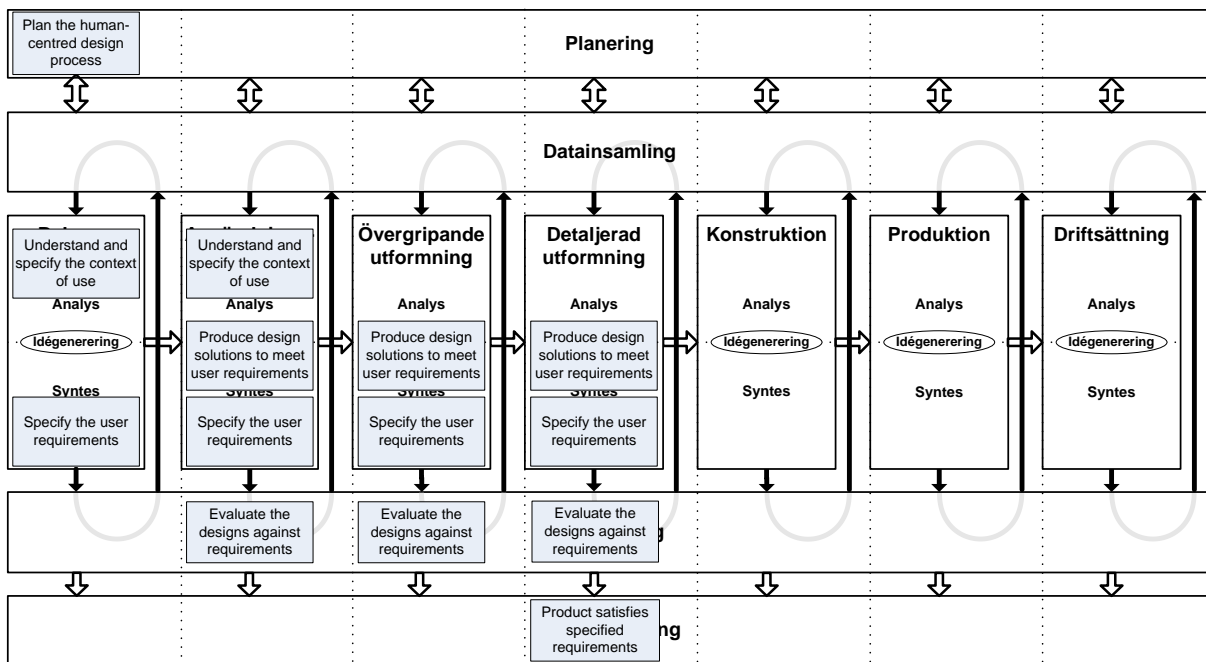
Standardiserad process: ISO 9241-210:2010

Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems

Figur 18.3 visar processen i standarden ISO 9241-210 (ISO, 2010), medan figur 18.4 visar aktiviteter i standarden insatta i ACD³-processen.



Figur 18.3 Human-centered design activities ISO 9241-210:2010 (ISO, 2010)



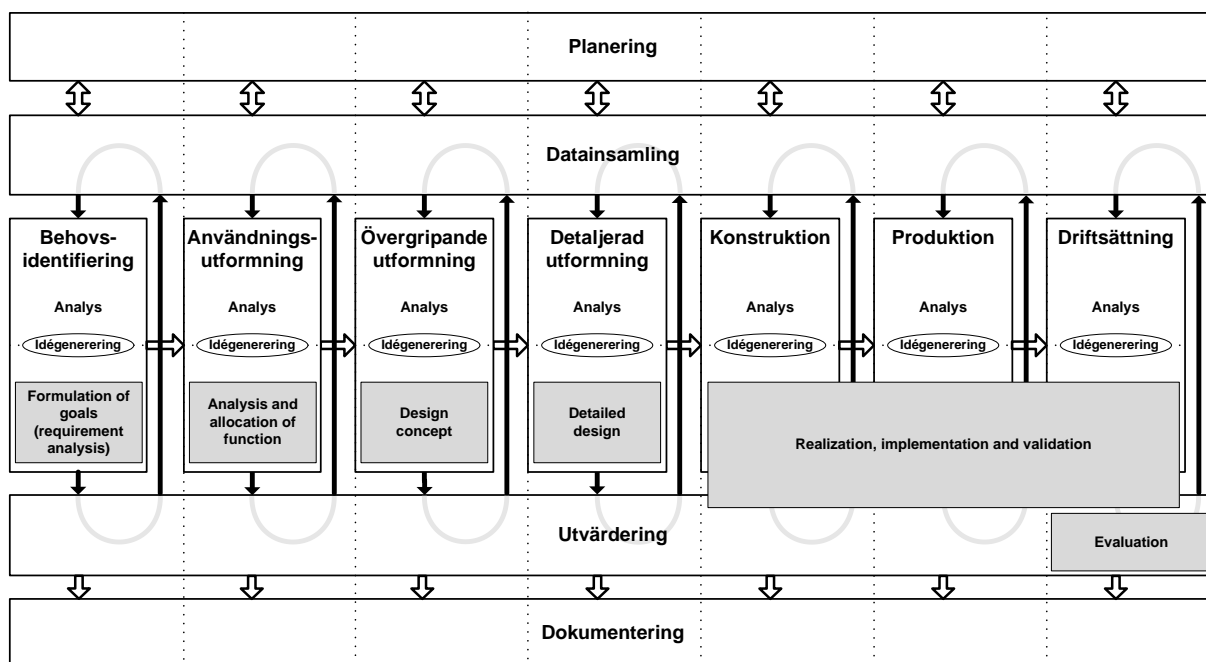
Figur 18.4 ACD³-processen med aktiviteterna från ISO 9241-210:2010 (ISO, 2010) inplacerade

Standardiserad process: ISO 6385:2004**Ergonomic principles in the design of work systems**

Standarden beskriver en "work system design process", vilken kan delas in i följande faser (ISO, 2004):

- Formulation of goals (requirements analysis)
- Analysis and allocation of functions
- Design concept
- Detailed design
- Realization, implementation and validation
- Evaluation

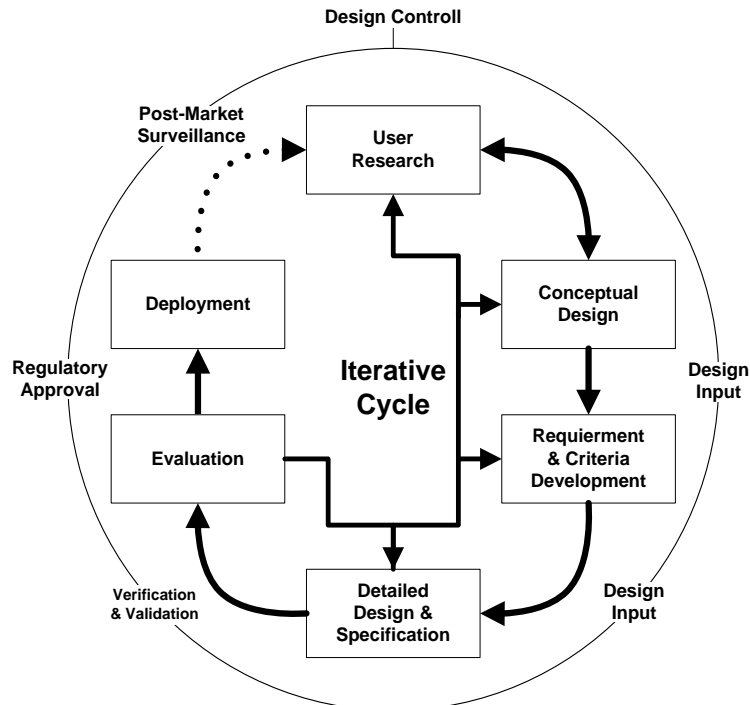
Figur 18.5 visar aktiviteter i standarden insatta i ACD³-processen.



Figur 18.5 ACD³-processen med aktiviteterna från ISO 6385:2004 (ISO, 2004) inplacerade

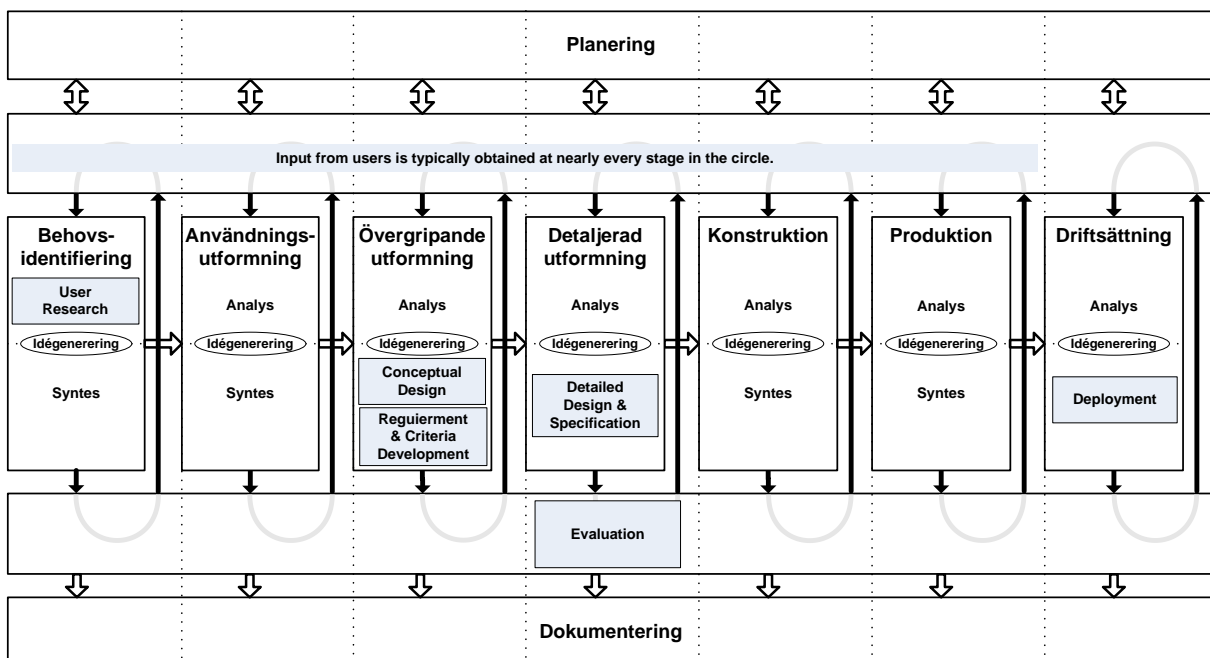
Standardiserad process: IEC 60601-1-6:2004^v**Medical electrical equipment. General requirements for safety. Collateral standard. Usability**

Figur 18.6 visar processen i standarden IEC 60601-1-6 (IEC, 2004), medan figur 18.7 visar aktiviteter i standarden insatta i ACD³-processen.



Input from users is typically obtained at nearly every stage in the circle.

Figur 18.6 IEC 60601-1-6 Usability Engineering Process (IEC, 2004)



Figur 18.7 ACD³-processen med aktiviteterna från IEC 60601-1-6 (IEC, 2004) inplacerade

^v IEC 60601-1-6:2004 är nu ersatt som standard, men processen är intressant i sig.

Standardiserad process: ISO 11064-1:2000**Ergonomic Design of Control Centres - Part 1: Principles for the Design of Control Centres**

Figur 18.8 visar processen i standarden, medan figur 18.9 visar centrala aktiviteter från ISO 11064-1:2000 (ISO, 2000) inplacerade i ACD³-processen.

Phase A: CLARIFICATION

1. Clarify goals and background requirements

Phase B: ANALYSIS AND DEFINITION

2. Define system performance
(function analysis and description)

Human
characteristics and
requirements

3. Allocate functions to human and/or machine

System features
and requirements

4. Define task requirements

5. Design job
and work organisation

Simulation

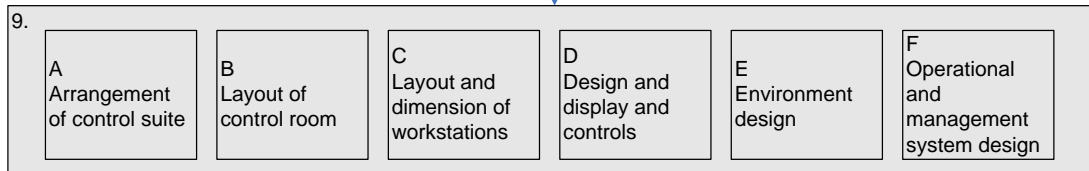
6. Verify and validate the obtained result

Phase C: CONCEPTUAL DESIGN

7. Design conceptual framework of the current centre

8. Review and approve the conceptual design

Phase D: DETAILED DESIGN



Simulation

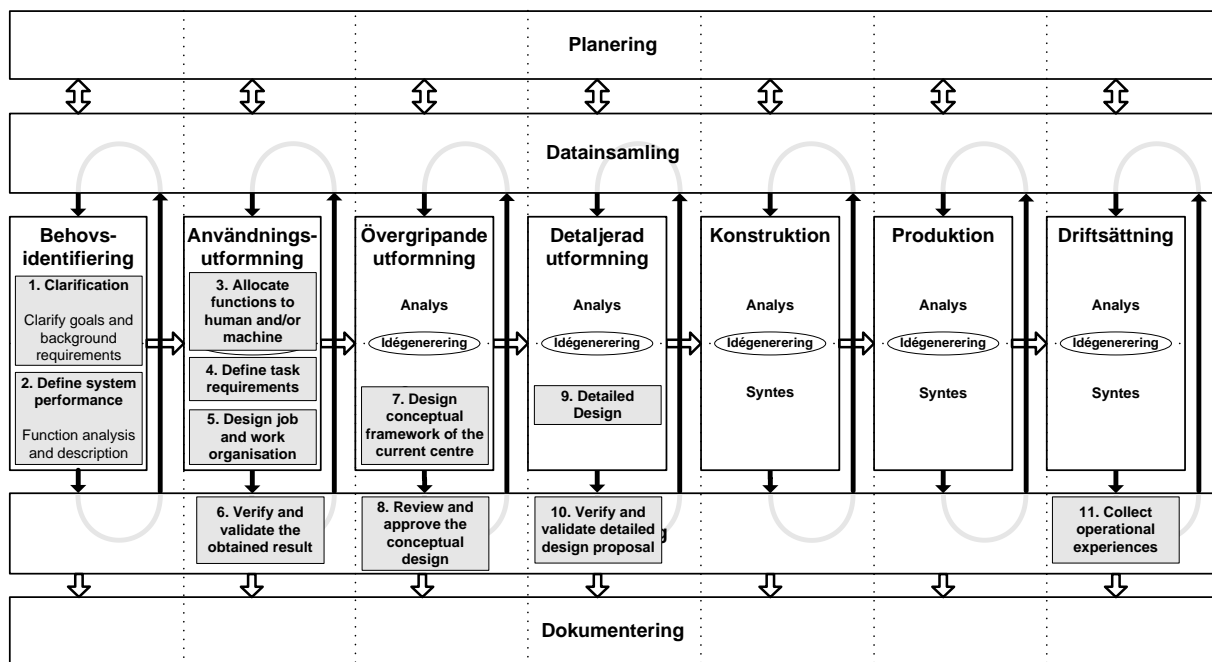
10. Verify and validate detailed design proposal

Phase E: OPERATIONAL FEEDBACK

11. Collect operational experiences

Apply to other
project

Figur 18.8 Human Factors Engineering process enligt ISO 11064-1 (ISO, 2000)

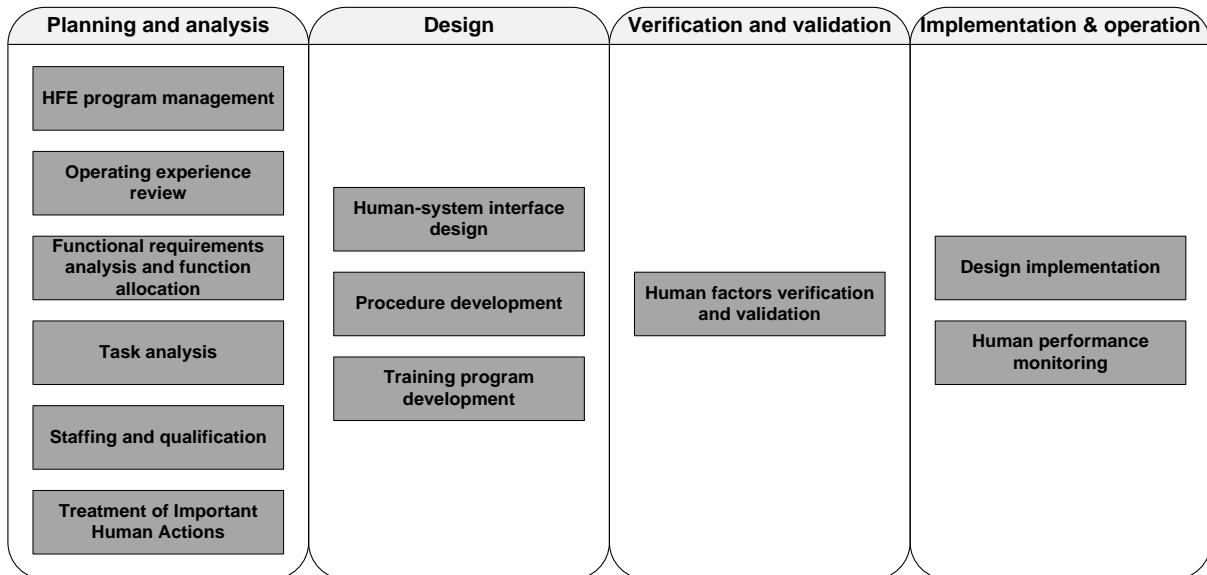


Figur 18.9 ACD³-processen med aktiviteterna från ISO 11064-1 (ISO, 2000) inplacerade

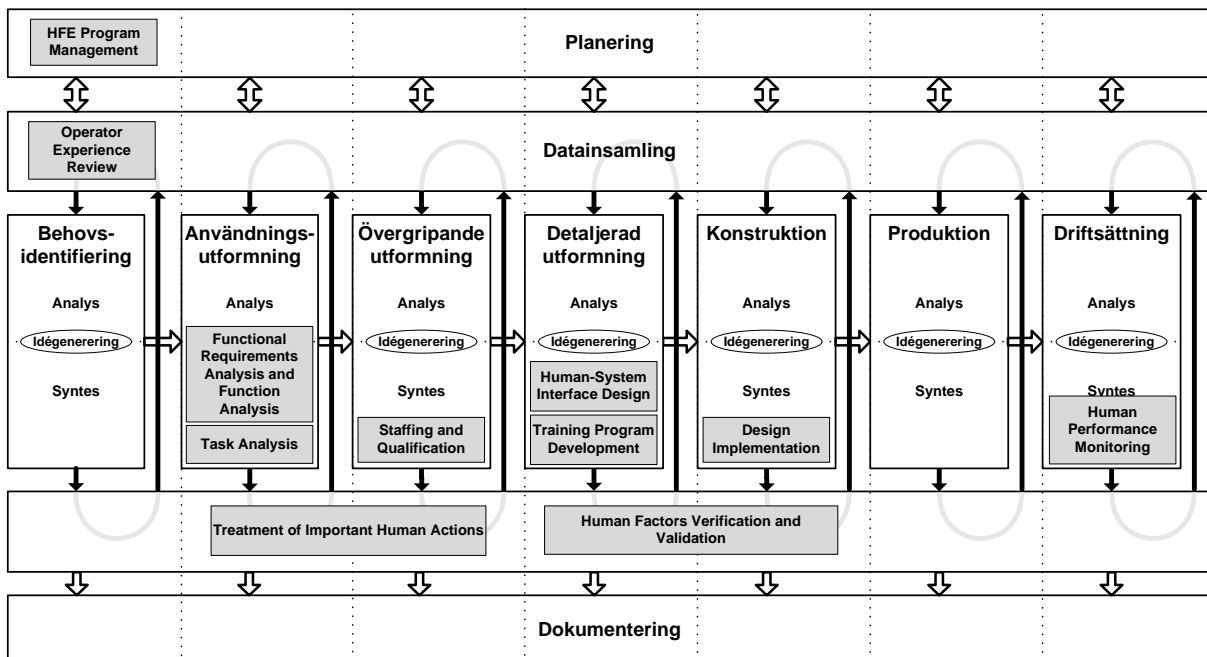
Processförslag NUREG 0711, Revision 3

Human Factors Engineering Program Review Model

Figur 18.10 visar delarna i standarden, medan figur 18.11 visar centrala aktiviteter från NUREG 0711, rev 3 (NRC, 2012) inplacerade i ACD³-processen.



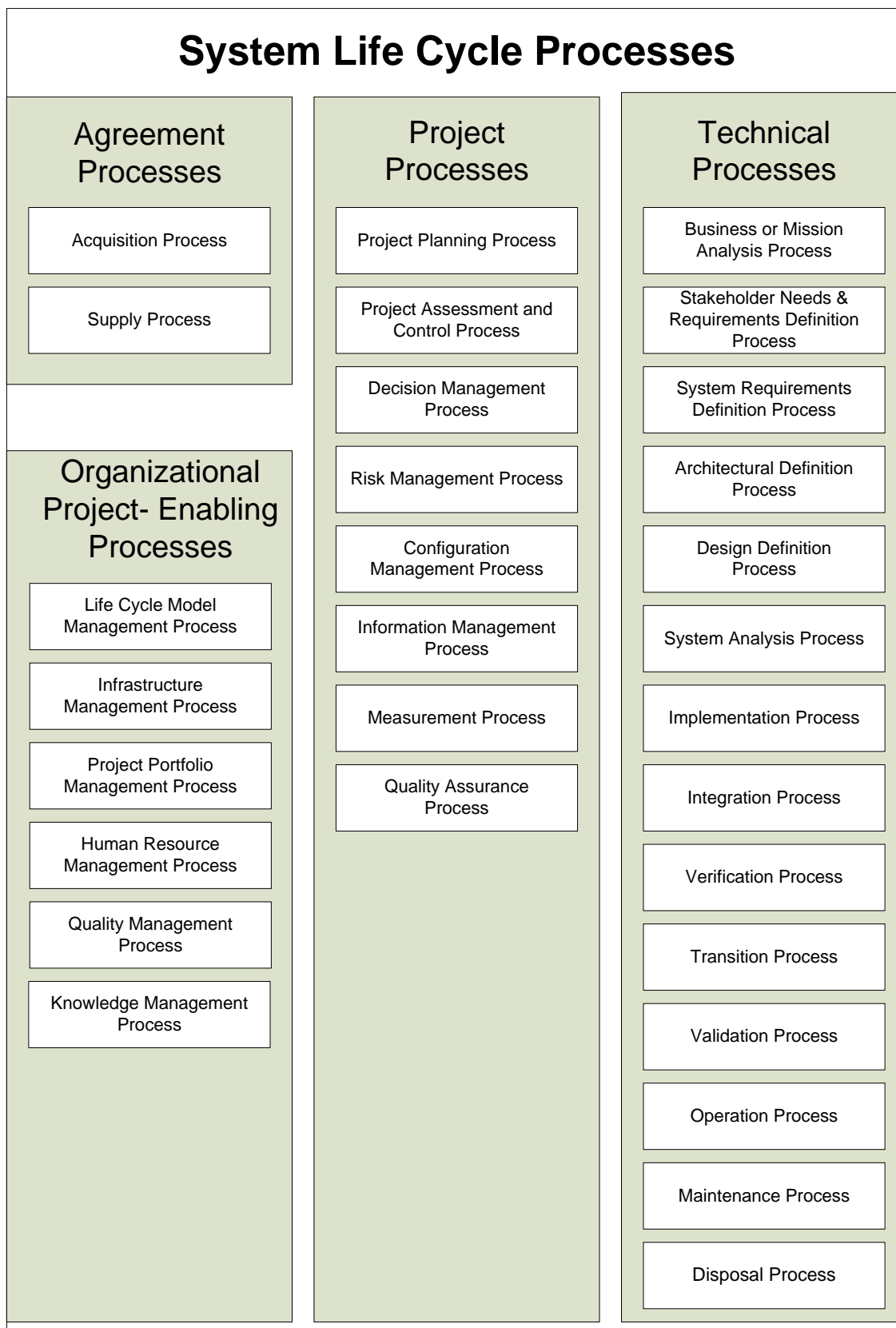
Figur 18.10 Human Factors Engineering elements enligt NUREG 0711, rev 3 (NRC, 2012)



Figur 18.11 ACD³-processen med aktiviteterna från NUREG 0711, rev 3 (NRC, 2012) inplacerade

Standardiserad process: ISO 15288:20015**Systems and software engineering – System life cycle processes**

Figur 18.12 visar processerna som ingår i ISO 15288:2015 Systems and software engineering – System life cycle processes.

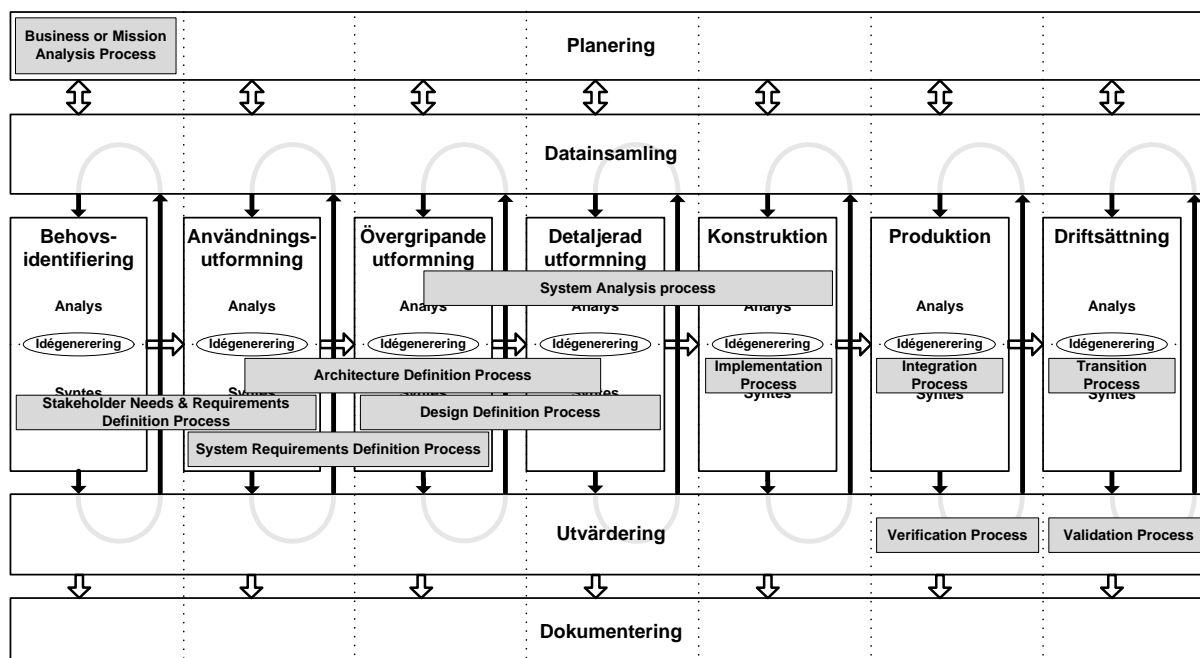


Figur 18.12 Processer i ISO 15288:2008

I ISO 15288:2015 är det processerna i "Technical Management Processes" och "Technical Processes" som berör ACD³-processen. Tabell 18.1 visar kopplingen mellan "Technical Management Processes" och hur de relaterar till aktiviteterna i ACD³-processen. Figur 18.13 visar hur de tekniska processerna i ISO 15288:2015 passar i modellen över ACD³-processen. I båda fallen är placeringen ungefärlig och beror på appliceringen av både ACD³ och ISO 15288:2015.

Tabell 18.1 Redogör för när processer från ISO 15288:2015 infaller i ACD³-processens aktiviteter

Process ISO 15288:2015	Aktiviteter ACD ³ -processen
Project Planning Process	Planering
Information Management Process	Datainsamling
Decision Management Process	Syntes
Measurement Process	Utvärdering
Risk Management	
Project Assessment and Control Process	
Quality Assurance Process	
Configuration Management Process	Dokumentering



Figur 18.13 Delarna i ISO 15288:2015 Technical Processes placerade i modellen över ACD³-processen.

Agile systemutveckling

Agile systemutveckling är ett samlingsnamn för arbetsmetodiker inom programvaroutveckling. Det gemensamma är ett flexibelt synsätt på utvecklingsarbetet, ofta kontrasterande mot sekventiella arbetssätt^w som anses vara oflexibla och dokumenttunga. Arbetet genomförs iterativt och inkrementellt; lösningen byggs alltså upp genom att delar successivt förs samman till den färdiga lösningen. Under arbetet utvärderas resultaten löpande och kan ändras för att uppfylla nya krav och önskemål. Agile utgår från "Manifest för Agil systemutveckling" (Beck et al., 2001):

*Vi finner bättre sätt att utveckla programvara
genom att utveckla själva och hjälpa andra att utveckla.
Genom detta arbete har vi kommit att värdesätta:*

Individer och interaktioner framför processer och verktyg
Fungerande programvara framför omfattande dokumentation
Kundsamarbete framför kontraktsförhandling
Anpassning till förändring framför att följa en plan

*Det vill säga, medan det finns värde i punkterna till höger,
värdesätter vi punkterna till vänster mer.*

Även om det vid en första anblick tycks som att tre av grundtankarna bakom Agile står i stark konflikt med ACD³-processen, då ACD³ är ett sekventiellt arbetssätt, så avser båda att med en liknande ansats motverka samma potentiella problem. Problemet, som både Agile och ACD³ syftar till att undvika, är att det som utvecklas inte kommer att passa användaren och inte ha de efterfrågade effekterna.

De övergripande lösningarna som både Agile systemutveckling och ACD³-processen vilar på är:

- Nära samarbete inom utvecklingsprojektet och med användarna
- Tidig och kontinuerlig utvärdering av design mot användarna
- Flexibel planering som växer fram under projektet

Den konkreta skillnaden mellan ACD³ och Agile, är att ACD³-processen lyfter fram nyttan med ha skiftande perspektiv och att en lösning kan designas och utvärderas på olika abstraktionsnivåer. Alltså, lösningen i ACD³-processen växer fram som en komplett helhet, vilken successivt blir tydligare och med detaljerad ju längre utvecklingsarbetet pågår. Inom Agile arbetar man ofta direkt med den färdiga lösningen, mjukvaran, där delar skapas i detalj för att successivt bilda en komplett helhet (i slutet av utvecklingsarbetet).

Agile systemutveckling har därför inte någon naturlig koppling till hela ACD³-processen, utan kan främst ses som en utvecklingsmetodik för mjukvara i konstruktionsfasen. Vid samarbete med mjukvaroutvecklare som arbetar enligt Agile, så intar HF-ingenjören rollen som kunden, då HF-ingenjören vet hur programvaran ska fungera gentemot användaren. Arbetssättet kräver att HF-ingenjören arbetar nära mjukvaroutvecklarna med en kontinuerlig interaktion för att diskutera de lösningar som utvecklas. Viktigt att tänka på är, att det är svårt att skapa en specifikation så detaljerad som mjukvaroutvecklarna behöver för att oberoende kunna utveckla lösningen, utan att lösningens detaljer växer fram i samspelet mellan mjukvaroutvecklarna och HF-ingenjören. Specifikationer som görs i HFE-aktiviteterna i Agile systemutveckling syftar till att kunna utvärdera lösningarna mot användarna.

^w Sekventiella arbetssätt brukar ibland kallas för vattenfallsmodeller, speciellt när någon vill betona den påstådda inflexibiliteten i det arbetssättet (Weisert, 2003).

Lean Product Development

I avsnitt 2.2 (sidan 19f) introducerades Lean Product Development och relationen till HFE. LPD:s relation till ACD³-processen är snarlik. ACD³ stödjer LPD genom att tydligt fokusera på vad som skapar värde för kunden och användaren och på att reducera slöseri i användningssituationen. ACD³ lägger också stor vikt vid arbetet som sker i inledningen av en utvecklingsprocess för att reducera slöseri under utvecklingsarbetet, till exempel tid för personal som får göra om saker eller material som förbrukas, när felaktiga prototyper produceras. Främst är det LPD-princip ett och två från *Processer och flöden* (Morgan och Liker, 2006), se sidan 19f, som stöttas:

1. Bestämt kundvärde för att kunna särskilja värdeskapande från slöseri
2. Gör utvecklingsprocessen framtung för att grundligt kunna undersöka alternativa lösningar, när det finns maximalt utrymme för förändringar

De två principerna motiverar också behovet av en arbetsprocess såsom ACD³, dvs LPD stöttar även ACD³-processen. Vidare så poängterar LPD att det är ett ingenjörsjobb att vara i kontakt med användarna och att det är viktigt att ingenjörerna är med från början i utvecklingsarbetet, vilket motiverar innehållet i ACD³-processen utifrån ingenjörens perspektiv.

18.2 ACD³-processen och extern upphandling

I många utvecklingsprojekt är det inte samma organisation som har hand om hela utvecklingsprocessen, utan större eller mindre delar köps upp hos en extern leverantör. En upphandling ställer större krav på kvaliteten hos krav- och designspecifikationerna, eftersom de kommer att användas som underlag och därför måste vara fullständiga för att garantera en bra upphandling. Detta gäller speciellt för organisationer som lyder under lagen om offentlig upphandling.

Vid upphandling är det viktigt att särskilja på processkrav och produktkrav. Processkraven ställer villkor för hur den externa leverantören ska driva utvecklingsarbetet, till exempel följandet av standardsatta processer. Produktkrav ställer villkor på den färdiga lösningen. Alla de kravtyperna som har beskrivits för ACD³-processen är produktkrav.

Uppdelningen i vilket arbete som ska utföras av den beställande organisationen och vilket arbete som ska utföras av den externa leverantören sker vanligtvis på ett av följande två sätt eller också en kombination av dem:

- **Tvårs över:** uppdelning utifrån faserna i ACD³-processen
- **Längs med:** uppdelning efter tekniska systemkomponenter (behålla delar av utvecklingsprocessen)

	System-arkitektiur	Användar-gränssnitt	Motor	Styr-system	Mekanisk struktur		System-arkitektiur	Användar-gränssnitt	Motor	Styr-system	Mekanisk struktur
Behovs-identifiering						Behovs-identifiering					
Användnings-utformning						Användnings-utformning					
Övergripande utformning						Övergripande utformning					
Detaljerad utformning						Detaljerad utformning					
Konstruktion						Konstruktion					
Produktion						Produktion					
Driftsättning						Driftsättning					

Figur 18.14 Två exempel hur delar av utvecklingen kan upphandlas

Figur 18.14 ger två exempel på en sådan uppdelning. Organisationen till vänster planerar att göra behovsidentifieringen och driftsättningen själv, men upphandla de övriga delarna i utvecklingsprocessen. Organisationen till höger planerar att upphandla utvecklingen av de tekniska komponenterna, men behåller själva utvecklingen av systemet som helhet och användargränssnittet. Organisationen planerar inte själv att vara aktiv i driftsättandet.

Gällande externa leverantörer bör det också upprättas en plan för hur verifieringen och valideringen ska gå till. Utvärderingarna bör inte äga rum bara i slutet av leverantörens arbete, utan vid flera tillfällen för att få till ett iterativt arbete, där beställaren har möjlighet att följa processens framväxande.

Uppdelning utifrån faserna i processen

Vid denna typ sker uppdelningen baserad på faserna i ACD³-processen. En leverantör får då i uppgift att uppfylla designen och kraven från en specifik fas, dvs tvärs över utvecklingsarbetet. Uppdelningen kan ske efter alla faser:

- behovsidentifiering
- användningsutformning
- övergripande utformning
- detaljerad utformning
- konstruktion
- produktion
- driftsättning

Vid den valda fasen av ACD³-processen används designspecifikationen och kravspecifikationen som underlag för upphandlingen. Då hela upphandlingen och leverantörens fortsatta arbete baseras på specifikationerna är det av stor vikt att de är heltäckande och skrivna på rätt nivå. Nivån ska vara tillräckligt detaljerad för att den beställande organisationen ska få det som önskas, men inte så detaljerad att den begränsar eller hindrar leverantörens kreativitet. Vanligt är att uppdelningen sker mellan utformning och konstruktion. Den beställande organisationen lämnar en specificering av hur maskinen ska se ut och fungera från utsidan, medan den externa leverantören ansvarar för konstruktionen av insidan.

Uppdelning efter tekniska systemkomponenter

Uppdelningen sker här enligt "längs med" (efter tekniska systemkomponenter), där en extern leverantör ansvarar för vissa delar igenom hela utvecklingsarbetet. Exempel på det kan vara att elektroniken eller mjukvaran helt ligger hos den externa leverantören. För en organisation där själva människa-maskingränssnittet är det centrala och/eller där beställaren själv vill vara med och bestämma mycket, kan det vara aktuellt att skaffa sig intern kompetens inom utformning och implementering. Den externa leverantören levererar då det tekniska systemet enligt specificerad funktionalitet, medan organisationen själv internt utformar och implementerar användargränssnittet. Det ger möjlighet till ett utvecklingsarbete som är mer integrerat med organisationens egna användare och gör det enklare att införa förändringar. Det gäller speciellt under driftsättningen.

Kravsättning på själva utvecklingsprocessen

Det kan vid en upphandling vara svårt att ställa detaljerade krav på samspelet mellan människa-maskin, då många sådana krav är beroende av designbeslut som tas senare i en utvecklingsprocess. Det är därför istället lämpligt att ställa krav på den utvecklingsprocess som leverantören kommer att jobba efter. Kraven här har till uppgift att lägga en grund för att maskinen slutligen får tillräcklig användarvänlighet. De krav som går att ställa på en utvecklingsprocess handlar om innehållet, som exempelvis: användarinvolvering, uppgiftsanalyser, riskanalyser av användande och ergonomiska utvärderingsmetoder. Processkraven bör dock alltid kompletteras med acceptanskriterier för den slutliga maskinen, exempelvis vilka användarvänlighetsmål som behöver uppnås. Vid upphandlingen behöver leverantören presentera en plan på hur processkraven ska inkluderas i utvecklingsprocessen och hur leverantören tänker arbeta för att uppnå acceptanskriterierna.

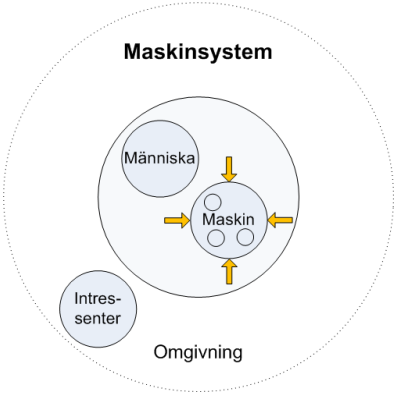
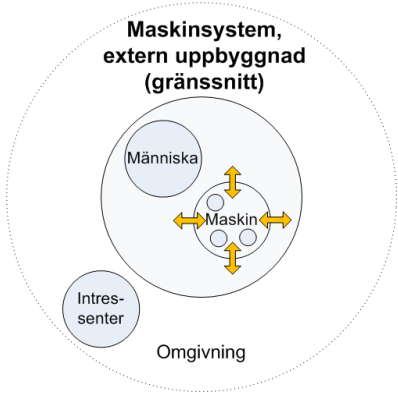
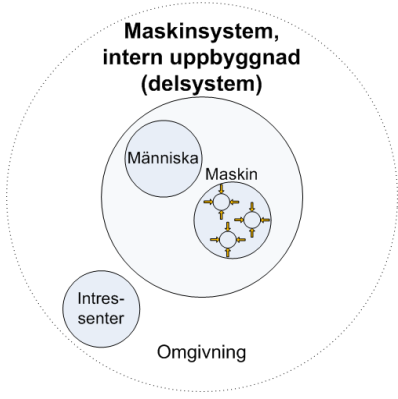
19 ACD³-processen kortfattat

Kapitlet sammanfattar kortfattat det viktigaste i ACD³-processen:

- summering av de fyra första faserna
- centrala aktiviteter i processdelarna
- designvariabler och kravtyper i de fem första faserna
- metodlista med sidhänvisning
- metoder i processfaserna
- engelsk översättning av processdelarna

19.1 Summering av de fem första faserna

Fas	Behovsidentifiering	Användningsutformning
Syfte	att undersöka hur omgivningen inverkar på den kommande lösningen och hur lösningen ska påverka omgivningen, samt vad användaren värderar i en lösning	att undersöka vilken användning som uppfyller behoven och ger avsedda effekter och att undersöka vilka övergripande (tekniska) lösningar som uppfyller användningen
Mål	att utforma den effekt som lösningen ska ha på det sociotekniska systemet och välja princip för användningen (sätta ramverket och basen för det kommande utvecklingsarbetet)	att utforma användningen och välja teknisk lösningsprincip (sätta de yttre ramarna för maskinens utformning)
Fokus för arbetet	användaren användarcentrerat arbete	användningen användningscentrerat arbete
System att beakta	sociotekniska system	människa-maskinsystem
Betraktningssy	omgivningen betraktad utifrån perspektivet hos den maskin som ska utvecklas	människa-maskinsystemet betraktat utifrån omgivningen
Motiv	i det sociotekniska systemet kommer användaren att försöka uppnå effekter med hjälp av maskinen	i människa-maskinsystemet sker användningen för att uppnå effekter i omgivningen
Designnivå	Effekt de effekter som maskinen har för avsikt att uppnå i sin omgivning	Användning användningen av maskinen
Kravnivå	Behov behov som människa-maskinsystemet förväntas uppfylla	Användningskrav krav från användningen för att uppnå systemmål (och effekter)

Övergripande utformning	Detaljerad utformning	Konstruktion
att undersöka vilken teknisk uppbyggnad av maskinen som ger avsedda effekter och undersöka hur samspelet mellan människan och maskinen bör ske	att undersöka hur maskinen i detalj ska uppföra sig gentemot användaren och gentemot andra delar i det sociotekniska systemet, samt att undersöka hur maskinens delsystem ska fungera tillsammans	att undersöka hur maskinens delsystem i detalj bör vara konstruerade och hur maskinen ska produceras
att utforma teknisk arkitektur och välja princip för interaktion, estetik och form (sätta ramar för teknisk konstruktion)	att utforma maskinens samspel med användaren och omgivningen och att välja principer för detaljkonstruktion (ta fram ett underlag för konstruktion)	att utforma maskinens tekniska element (delsystem) och att välja princip för produktion (ta fram ett underlag för produktion)
teknisk arkitektur teknikcentrerat arbete	interaktion mellan omgivningen och maskinens delsystem interaktionscentrerat arbete	maskinens insida (interna uppbyggnad) teknikcentrerat arbete
maskinen som helhet	maskinsystemets externa uppbyggnad (gränssnitt)	Maskinsystemets interna uppbyggnad (delsystem)
maskinen betraktad utifrån omgivningen	maskinen uppdelad i delsystem betraktad utifrån det samspel som sker med människan och omgivning	maskinen i sina minsta element (internt)
 <p>Maskinsystem</p> <p>Människa Maskin Intressenter Omgivning</p>	 <p>Maskinsystem, extern uppbyggnad (gränssnitt)</p> <p>Människa Maskin Intressenter Omgivning</p>	 <p>Maskinsystem, intern uppbyggnad (delsystem)</p> <p>Människa Maskin Intressenter Omgivning</p>
Den tekniska arkitekturen ska möjliggöra användningen	Samspelet mellan människan/omgivningen och maskinen är viktigt för att användningen ska kunna ske	De tekniska detaljerna är en förutsättning för den funktionalitet som behövs
Arkitektur maskinens uppbyggnad i delar	Interaktion samspelet mellan maskinen och användaren	Element maskinens minsta beståndsdelar
Maskinkrav krav som maskinen ska uppfylla	Delsystemkrav krav på maskinens delar	Tillverkningskrav krav som produktionsprocessen ska uppfylla

19.2 Centrala aktiviteter i utvecklingsprocessen

En sammanfattning av de centrala aktiviteterna i respektive del av utvecklingsprocessen.

	Behovsidentifiering	Användningsutformning	Övergripande utformning
Planering	Planera hela utvecklingsprocessen Detaljplanera behovsidentifiering	Uppdatera planen för hela utvecklingsprocessen Detaljplanera användningsutformning	Uppdatera planen för hela utvecklingsprocessen Detaljplanera övergripande utformning
Datainsamling	Övergripande om problem, användare, användning och existerande maskiner och lösningar	Detaljerat om användare, användning, existerande maskiner, samt om tekniska och estetiska lösningar	Detaljerat om möjliga lösningar för interaktion och fysisk form Kompletterande om användare och användning, samt om tekniska lösningar
HFE-aktiviteter (analys och syntes)	<ul style="list-style-type: none"> -undersöka och beskriva huvudproblem -undersöka ramarna för utvecklingsarbetet -undersöka och beskriva intressenter -undersöka existerande maskiner -undersöka existerande användning -undersöka existerande användare -beskriva avsedd användning -beskriva avsedda användare -sätta systemmål (effekt mål) -undersöka och ta fram behov från användning -undersöka och ta fram behov från användare 	<ul style="list-style-type: none"> -utföra fördjupad analys av systemmål -utforma tänkt användning av maskinen -undersöka tänkbara idéer och lösningar för interaktion -undersöka tänkbara idéer och lösningar för estetik och formspråk -undersöka och specificera krav från användare och användning -ta fram riktlinjer för användarvänlighet och estetik 	<ul style="list-style-type: none"> -analysera vad som behövs och möjliga lösningar för att användningen ska vara möjlig -klarlägga centrala designvariabler -generera förslag övergripande utformning av interaktionen -specificera systemkrav för maskinsystem -ta fram designriktlinjer för detaljerad utformning
Övriga aktiviteter (analys och syntes)	<ul style="list-style-type: none"> -undersöka ramarna för utvecklingsarbetet -undersöka och ta fram behov från marknaden (marknadsanalys) -undersöka och ta fram behov från varumärket (varumärkesanalys) -undersöka och ta fram behov från produktionen (företagsinternt) -undersöka övriga företagsinterna behov -undersöka existerande maskiner -specificera icke möjliga tekniska lösningar 	<ul style="list-style-type: none"> -undersöka tänkbara idéer och lösningar för tekniska aspekter -analysera principiella lösningar på systemnivå -välja och specificera teknisk princip för lösningen -omvandla behov från marknad till krav -omvandla behov från produktion till krav -omvandla företagets övriga interna behov till krav 	<ul style="list-style-type: none"> -undersöka möjliga utformningar av teknisk arkitektur -utföra teknisk funktionsanalys på systemnivå -specificera teknisk arkitektur och struktur på systemnivå -specificera maskinkrav utifrån teknisk arkitektur
Utvärdering	Utvärdering att problemet, behoven och systemmålen är korrekta	Utvärdering av utformad användning och vald teknisk princip samt specificerade krav och mål	Utvärdering av teknisk arkitektur och specificerade krav och riktlinjer

Detaljerad utformning	Konstruktion	Produktion	Driftsättning
Uppdatera planen för hela utvecklingsprocessen Detaljplanera detaljerad utformning	Uppdatera planen för hela utvecklingsprocessen Detaljplanera konstruktion	Uppdatera planen för hela utvecklingsprocessen Detaljplanera produktion	Uppdatera planen för hela utvecklingsprocessen Detaljplanera driftsättning
Detaljerat om utformning av användargränssnitt och fysisk form. Kompletterande om användare och användning	Detaljerat tekniska lösningar och produktionsanpassning Detaljerat om utformning och utförande av testning, verifiering, validering och slutlig riskanalys	Detaljerat om produktionssätt Uppföljning av produktion	Detaljerat om utformning och utförande av införande av maskin Detaljerat om utformning och utförande av utbildning med användare
-utforma interaktion mellan människa och maskin - fysisk form - användargränssnitt - manualer - utbildning	-test av konstruktion -verifiering av konstruktion -slutlig riskanalys av konstruktion -validering av konstruktion -utvärdering av genomförda HFE-aktiviteter	-fortsatt bevakning av tillverkningsbarheten utifrån ett HF-perspektiv -initial testning av första tillverkade maskiner -utvärdering med användare av tillverkade maskiner -slutlig testning och verifiering av maskin i fabrik	-undersöka införande och kommande effekter -införandeanalys -organisatorisk analys -utbildning och träning av användare -validering av maskin (utvärdera om maskinen fungerar i sin rätta miljö) -uppföljning av användande
-undersöka möjliga tekniska lösningar för delsystemen -utföra förfinad uppdelning i delsystem (arkitektur och layout) -utföra teknisk funktionsanalys på delsystemnivå -välja och specificera tekniska principer för delsystemen -utforma maskinens tekniska gränssnitt -specificera krav maskinens delsystem	-förfina maskinens arkitektur -utveckla konstruktionsstruktur -utveckla delsystemens tekniska detaljlösningar -bestämning av toleranser -utveckling av programkod -utveckling av ritningar -testa och förbättra tekniska lösningar -skapa detaljritningar och detaljlistor -skapa produktionsinstruktioner -skapa monteringsinstruktioner -skapa transportinstruktioner	-bestämma vad produktionssystemet ska utföra för arbete -bestämma hur produktionssystemet ska fungera som helhet -bestämma hur resurser ska fördelas i hela organisationen/ företaget -bestämma hur produktionssystemets operatörer ska arbeta -bestämma vilket stöd operatörerna behöver för att utföra arbetet	-undersöka införande och kommande effekter -transport av maskinen till användningsplats -installation (införande och/eller montering av maskinen där den ska användas) -testkörningar för att säkerställa funktionen
Utvärdering av användargränssnitt, fysisk form, manualer och utbildningsmaterial, samt krav för konstruktionen	Utvärdering av utvärderingarna genomförda under konstruktionen	Utvärdering om maskinen producerats enligt specifikationerna	Utvärdering om maskinens driftsättning har gått som planerat

19.3 Designvariabler och kravtyper i de fem första faserna

Design	Effektnivå	Användningsnivå
Problem perspektiv	Huvudproblem Identifiera och beskriva det problem som utvecklingsarbetet har som mål att lösa - <u>Specificerat och beskrivet huvudproblem</u>	Problem: Användning Detaljering av problemet kopplat till användningen - <u>Vidare preciserat och beskrivet problem utifrån användningen</u> - <u>Besvara frågor för den kommande designen</u>
Strukturperspektiv	Kontext, användare och intressenter Identifiera och beskriva de entiteter som påverkar eller påverkas av maskinen som ska utvecklas - <u>Specificerad och beskriven kontext</u> - <u>Specificerade och beskrivna avsedda användare</u> - <u>Specificerade och beskrivna intressenter</u>	Struktur: Människa-maskinsystem Identifiera och beskriva de entiteter som aktivt kommer att lösa problemet - <u>Specificerat och beskrivet människa-maskinsystem</u>
Funktionsperspektiv	Förmågor och värden Beskrivning av hur det sociotekniska systemet ska påverkas i stort - <u>Specificerade och beskrivna förmågor</u> - <u>Specificerade och beskrivna kund- och användarvärden</u>	Funktion: Systemfunktioner Identifiera och beskriva det som människa-maskinsystemet behöver utföra för att problemet ska lösas - <u>Specificerade och beskrivna funktioner för människa-maskinsystemet</u> - <u>Fördelning av funktioner mellan människan och maskinen</u>
Aktivitetsperspektiv	Avsedd användning och livscykel Beskrivning av de verksamheter som behöver ske i det sociotekniska systemet för att problemen ska lösas och funktioner utföras - <u>Specificerad och beskriven avsedd användning, inklusive primär-användning, sekundär-användning, sidoanvändning och co-användning</u>	Aktivitet: Användaruppgifter Identifiera och beskriva de aktiviteter som vilar på människan att utföra i systemet - <u>Specificerade och beskrivna uppgifter för människan</u>
Reliseringsperspektiv	Möjligheter och begränsningar Hur problemet kan lösas och de ramar som avgränsar utförbarheten - <u>Specificerade och beskrivna marknadsaspekter</u> - <u>Specificerade och beskrivna organisatoriska aspekter</u> - <u>Analyserade existerande lösningar</u>	Teknisk princip och införande Undersöka principiella lösningar och välja tekniska principer - <u>Beskrivna tänkbara lösningar teknik</u> - <u>Beskrivna tänkbara lösningar interaktion</u> - <u>Beskrivna tänkbara lösningar estetik</u> - <u>Specificerad och beskriven vald teknisk princip</u> - <u>Specificerade och beskrivna aspekter för införandet</u>
Kravsättning	Sätta de ramar som utvecklingsarbetet ska verka inom	Sätta de ramar som människa-maskinsystemet behöver uppfylla för att uppnå systemmålen
Mål	Systemmål/effekt mål Nivå av användbarhet	Användarvänlighetsmål Nyttomål
Krav	Behov användare och användning Behov intressenter (marknad, produktion etc)	Krav från användning Krav från marknad, produktion etc Krav från myndigheter, standarder etc
Riktlinjer	Användarvänlighetsinriktning	Riktlinjer estetik Riktlinjer användarvänlighet

Arkitekturnivå	Interaktionsnivå	Elementnivå
Teknisk arkitektur Specificering av problemet kopplat till teknisk princip - Vidare preciserat <u>problem utifrån teknisk princip</u> - <u>Besvara frågor för den kommande designen</u> - <u>Identifierade och specificerade centrala designvariabler</u>	Interaktion Specificering av problemet kopplat till interaktionen - Vidare preciserat <u>problem utifrån designbeslut om övergripande utformning</u> - <u>Besvara frågor för den kommande designen</u>	Element Beskrivning av den problematik som är central för respektive element - Vidare preciserat <u>problem utifrån designbeslut från detaljerad utformning</u> - <u>Besvara frågor för den kommande konstruktionen</u>
Logisk arkitektur maskin Beskrivning av hur den tekniska principen omvandlas till ett tekniskt system - <u>Specificerad och beskriven logisk (abstrakt) maskinmodell</u>	Detaljerad uppdelning maskin Beskrivning av maskinen i delar och delarnas relation - <u>Specificerad och beskriven förfinad maskinmodell</u>	Logisk arkitektur element Beskrivning av den logiska uppbyggnaden för respektive element - <u>Specificerad och beskriven förfinad modell för respektive element</u>
Maskinfunktioner Identifiera och beskriva det som maskinen behöver utföra för att målen ska uppfyllas - <u>Specificerade och beskrivna funktioner</u> - <u>Specificerade och beskrivna styrningsmöjligheter för människan</u> - <u>Specificerad och beskriven information för människan</u>	Styrning och information Beskrivning av informationspresentation och styrningsmöjlighet - <u>Detaljspecificerad maskinstyrning för människan</u> - <u>Detaljspecificerad maskininformation för människan</u> - <u>Detaljspecificerad maskin-kommunikation med omgivningen</u>	Elementfunktioner Förfining och precisering av funktionaliteten för respektive element - <u>Specificerade och beskrivna elementfunktioner</u>
Övergripande interaktion Beskriva människans samspel med maskinen i uppnåendet av målen - <u>Specificerad och beskriven övergripande interaktion</u> - <u>Specificerad och beskriven koppling mellan funktioner och interaktion</u> - <u>Specificerad och beskriven övergripande</u>	Detaljerad interaktion Människans reella och konkreta interaktion med maskinen - <u>Specificerad och beskriven detaljerad interaktion</u>	Maskinprocess Beskrivning av hur elementens processer dynamiskt samverkar när maskinen används - <u>Specificerade och beskrivna processer</u>
Övergripande design Hur maskinens delar ska realiseras övergripande för att uppfylla struktur, funktion och aktivitet - <u>Specificerad och beskriven teknisk arkitektur</u> - <u>Specificerad och beskriven fysisk arkitektur</u> - <u>Specificerad och beskriven övergripande fysisk form</u> - <u>Specificerat och beskrivet övergripande användargränssnitt</u> - <u>Specificerad och beskriven tillverkningsbarhet</u>	Fysisk form och gränssnitt Hur maskinen ska se ut och bete sig sett utifrån användaren och omgivningen - <u>Specificerad och beskriven fysisk form</u> - <u>Specificerat och beskrivet användargränssnitt</u> - <u>Specificerade och beskrivna tekniska gränssnitt</u> - <u>Utformade instruktioner och manualer</u> - <u>Utformade utbildnings- och träningsprogram</u>	Implementering element Beskrivning av hur maskinens element konkret realiseras - <u>Specificerad och beskriven konstruktion</u>
Sätta de ramar som maskinen behöver uppfylla för att uppnå systemmålen	Sätta ramarna för maskinens delsystem och deras samverkan	Sätta ramarna för tillverkningen av maskinen
Prestandamål	Mål för delsystemen	Mål tillverkning
Krav för funktionalitet Krav för användarvänlighet Krav för estetik	Krav för delsystemen	Krav tillverkning
Designriktlinjer	Riktlinjer för delsystemen	Riktlinjer tillverkning

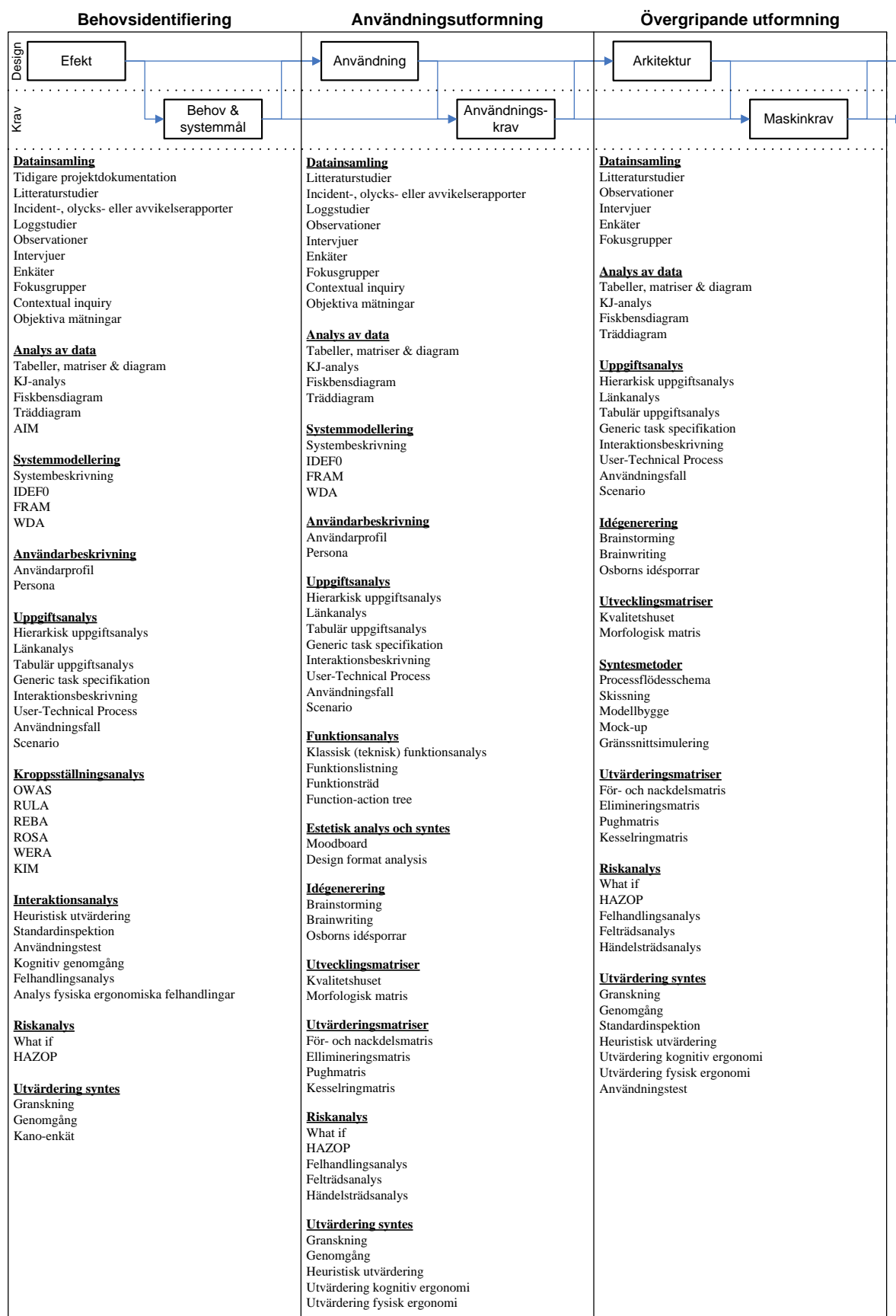
19.4 Metodlista

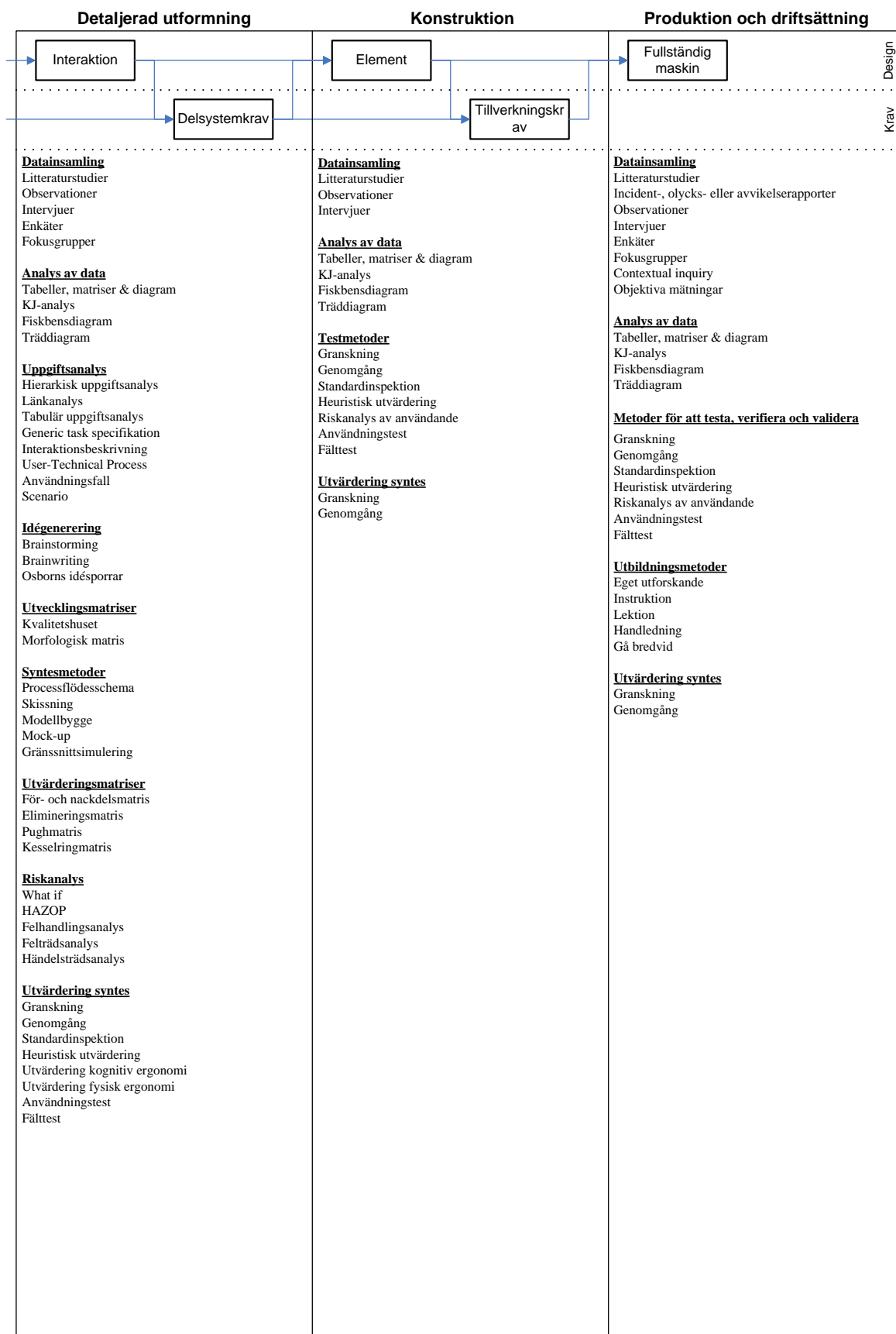
Metod	Sida	Typ
Affinity-Interrelationship Method (AIM)	107	Analys av data
Användarprofil	107	Användarbeskrivning
Användningsfall (UC)	110	Uppgiftsanalys
Användningstest (UT)	92	Utvärdering
Brainstorming	124	Idégenerering
Brainwriting	124	Idégenerering
Contextual inquiry (CI)	106	Datainsamling
Design format analysis	124	Estetisk analys och syntes
Eget utforskande	170	Utbildning
Elimineringsmatris	126	Utvärderingsmatris
Enkäter	85	Datainsamling
Felhandlingsanalys (PHEA)	111	Interaktionsanalys
Felträdsanalys (FTA)	127	Riskanalys
Flödesschema	79	Planering, analys, syntes
Fiskbensdiagram	106	Dataanalys
Fokusgrupper	85	Datainsamling
Function-action tree	123	Funktionsanalys
Functional Resonance Analysis Method (FRAM)	108	Systemmodellering
Funktionslistning	123	Funktionsanalys
Funktionsträd	123	Funktionsanalys
Fälttest	92	Utvärdering
För- och nackdelmatris	126	Utvärderingsmatris
Gantt-schema	79	Planering
Generic task specifikation (GTS)	109	Uppgiftsanalys
Genomgång	90	Utvärdering
Granskning	90	Utvärdering
Gränssnittssimulering	140	Syntes
Gå bredvid	170	Utbildning
Handledning	170	Utbildning
Hazard and Operability Studies (HAZOP)	113	Riskanalys
Heuristisk utvärdering (HE)	91	Utvärdering
Hierarkisk uppgiftsanalys (HTA)	109	Uppgiftsanalys
Händelseträdsanalys (ETA)	127	Riskanalys
Icam DEFinition for Function Modeling (IDEF0)	107	Systemmodellering
Incident-, olycks- eller avvikelserapporter	84	Datainsamling
Instruktion	170	Utbildning
Interaktionsbeskrivning	110	Uppgiftsanalys
Intervjuer	84	Datainsamling
Kano-enkät	90	Utvärdering
Kesselringmatris	126	Utvärderingsmatris
Key Indicator Method (KIM)	112	Kroppsställningsanalys

KJ-analys	106	Dataanalys
Klassisk teknisk funktionsanalys	123	Funktionsanalys
Kognitiv genomgång (CW)	111	Interaktionsanalys
Kvalitetshuset	125	Utvecklingsmatris
Lektion	170	Utbildning
Litteraturstudier	84	Datainsamling
Loggstudier	84	Datainsamling
Länkanalys (LA)	109	Uppgiftsanalys
Mock-up	140	Syntes
Modellbygge	140	Syntes
Moodboard	124	Estetisk analys och syntes
Morfologisk matris	125	Utvecklingsmatris
Objektiva mätningar	85	Datainsamling
Observationer	84	Datainsamling
Osborns idésporrar	124	Idégenerering
Ovako Working Posture Analysing System (OWAS)	111	Kroppsställningsanalys
Persona	108	Användarbeskrivning
Predictive Ergonomic Error Analys (PEEA)	111	Interaktionsanalys
Processflödesschema	139	Syntes
Pughmatris	126	Utvärderingsmatris
Rapid Entire Body Assessment (REBA)	111	Kroppsställningsanalys
Rapid Office Strain Assessment (ROSA)	111	Kroppsställningsanalys
Riskanalys av användande	92	Utvärdering
Riskanalys teknisk/funktionell	91	Utvärdering
Rapid Upper Limb Assessment (RULA)	111	Kroppsställningsanalys
Scenario	110	Uppgiftsanalys
Skissning	139	Syntes
Systems-Theoretic Accident Model and Processes	108	Systemmodellering
Standardinspektion (SI)	90	Utvärdering
Systembeskrivning	253	Systemmodellering
Tabeller, matriser & diagram	106	Dataanalys
Tabulär uppgiftsanalys	109	Uppgiftsanalys
Tidigare projektdokumentation	84	Datainsamling
Träddiagram	107	Analys av data
User-Technical Process (UTP)	110	Uppgiftsanalys
Utvärdering fysisk ergonomi	90	Utvärdering
Utvärdering kognitiv ergonomi	90	Utvärdering
Workplace Ergonomic Risk Assessment (WERA)	112	Kroppsställningsanalys
Visuell plan	79	Planering
What if	113	Riskanalys
Work Doman Analysis (WDA)	108	Systemmodellering

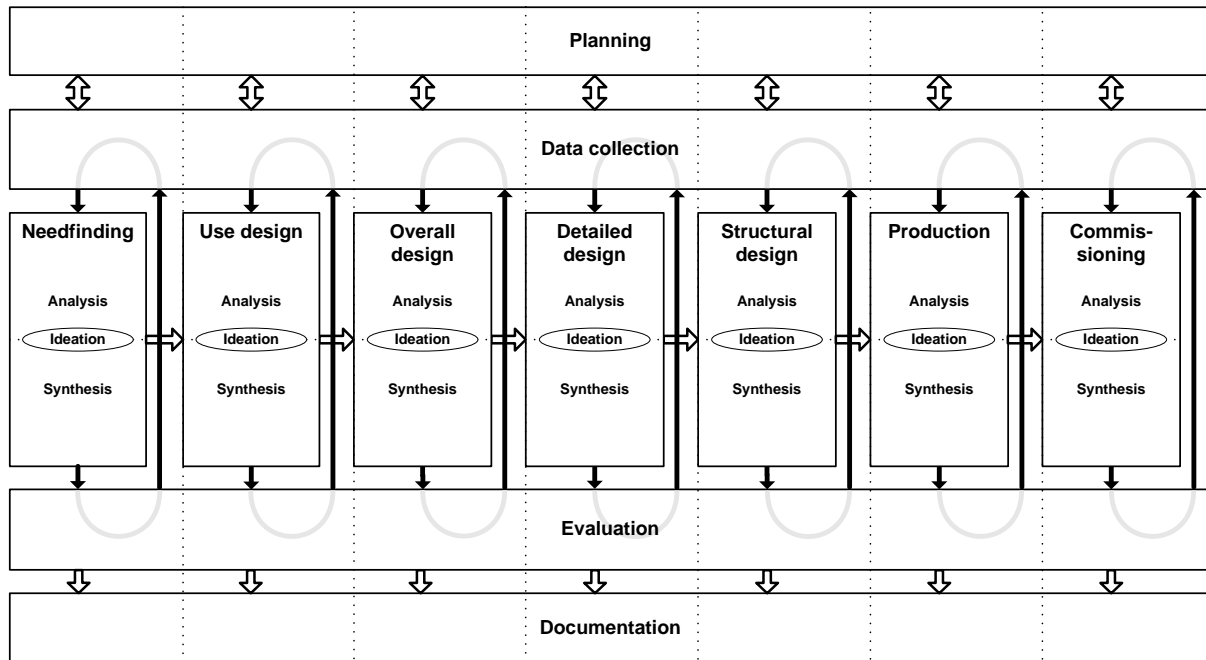
19.5 Metoder i processfaserna

En sammanfattning av metoder passande i utvecklingsprocessens delar.





19.6 Engelsk översättning av processdelarna



Del 3 – Teori och metod

Tredje delen beskriver teori som är användbar vid arbete med samspelet mellan människa och maskin, samt några lämpliga metoder.

20 Människan i systemet

Den presenterade ACD³-processen har sin grund både i systemtänkande och i att människan är en del av systemet (tabell 3.1, sidan 28). I detta kapitel presenteras generell systemteori, aktivitetsteori, människa-maskinsystem, sociotekniska system och automation för att ge en fördjupad teoretisk grund i systemtänkandet.

20.1 Generell systemteori

Systemteori är ett samlingsnamn för de teorier som används för att beskriva hur delar tillsammans formar ett **system** med andra egenskaper än de enskilda ingående delarna (Flood och Carson, 1993; Skyttner, 2005). Systemteori utgår ifrån att det inte går att förstå en helhet genom att bara bryta ner den i mindre delar och därefter separat studera de mindre delarna. Det går exempelvis inte att förklara en människas fysiologiska funktion genom att enbart studera hennes celler. Systemteori fokuserar alltså på ordningen och relationen mellan de ingående delarna, vilket förenar dem till en helhet. Detta synsätt kommer ursprungligen från biologin, men används nu vida spritt inom både naturvetenskap, teknik, psykologi och samhällsvetenskap. Systemteorins angreppssätt gör att den används för att beskriva och förstå systems komplexitet, exempelvis kopplingar mellan element och dynamiska förändringar.

I systemteori är just system det centrala begreppet. Ett system består av flera kommunicerande element i en organiserad helhet. Den organiserade helheten kan vara verklig som till exempel en maskin eller abstrakt som till exempel regler. Ett element kan på samma sätt vara något fysiskt, socialt eller abstrakt. Kommunikationen mellan elementen kan utgöras av överföring av materia, information eller energi/kraft.

Varje system har vidare en systemgräns som definierar vad som tillhör systemet och vad som inte tillhör systemet. Den gränsen kan vara fysisk som för en maskin eller ett djur, social som för en flock, eller abstrakt som för en regelsamling. Var systemgränsen dras definieras av den som beskriver systemet. Vidare kan ett system i sig vara en del i ett större system och på samma sätt kan ett element vara ett system i sig och bestå av andra element. Syftet med varje system är att processa energi, information eller materia till ett resultat för att användas inom systemet, utanför systemet (omgivningen) eller bådadera.

Vad är det som säger att något är ett system? För att kunna säga att ett system finns, behöver oftast följande karaktäristik finnas (Flood och Carson, 1993; Skyttner, 2005):

- Helheten är mer än summan av delarna.
- Helheten definierar naturen för delarna.
- Delarna kan inte förstås genom att studera helheten.
- Delarna är dynamiskt relaterade och beroende av varandra.

En grundläggande idé inom systemteori är holism, dvs att helheten är mer än summan av de ingående delarna. Det innebär att ett system som helhet fungerar annorlunda än elementen i systemet och att elementen inte enskilt kan göra vad systemet kan. Finns inte denna holism, så finns det heller inget system. Holism innebär också att inget kan beskrivas enskilt utan kontext, vilket gör att systemets omgivning alltid behöver beaktas.

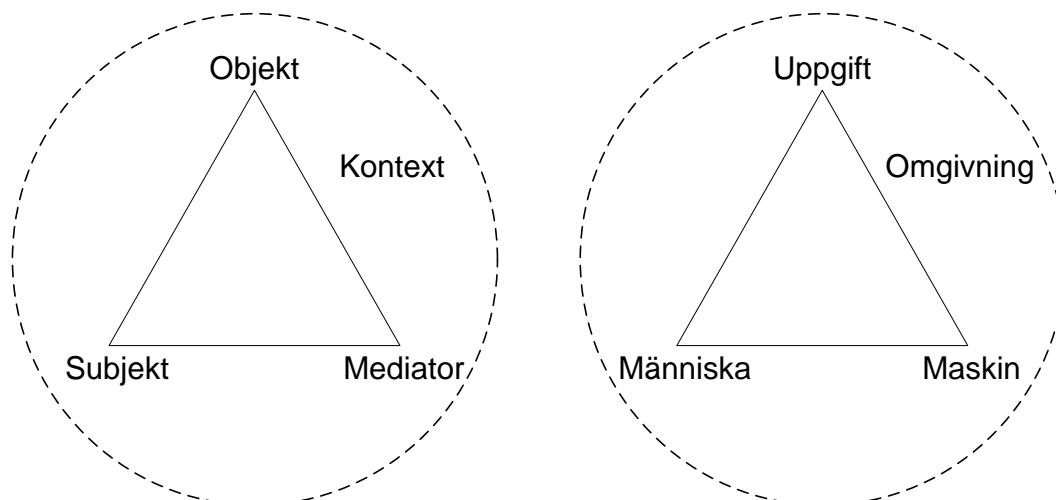
Ett element anses tillhöra ett system om det finns inom systemgränsen och elementet har en relation (kommunicerar) med andra element innanför systemgränsen. Viktigt för systemteori är därför att beskriva flödet av energi, materia och information innanför och över systemgränsen, samt att beskriva de olika elementens relation och hur de påverkar varandra.

20.2 Aktivitetsteori

En systemteori som passar bra som utgångspunkt för samspelet mellan människa och maskin är aktivitetsteori (även kallad verksamhetsteori). Aktivitetsteori försöker förklara hur individer interagerar med sin omgivning och med artefakter. Grundtanken för användning av aktivitetsteori är att vi inte kan studera maskiner som enskilda ting, utan att vi måste studera hur de medierar användning.

Det finns många varianter av aktivitetsteori alltsedan den framkom i Ryssland i början på 1900-talet. Teorin som beskrivs här utgår från Karlssons (1996) beskrivning och användning av aktivitetsteori. Aktivitetsteori har en omfattande teoribildning och det som beskrivs nedan är det urval som lämpar sig här.

Fem grundläggande termer inom teorin är: aktivitet, objekt, subjekt, mediator och kontext. En aktivitet definieras som en mänsklig process riktad mot ett objekt. Objektet beskriver det mål, problem, motiv etc som aktiviteten syftar till att påverka. Subjektet är den person som utför aktiviteten och mediators är det verktyg (abstrakt eller konkret) som aktiviteten utförs med. Kontext är den situation och omständighet som aktiviteten sker inom. För att förstå aktiviteten måste relationen mellan objekt, subjekt, mediator och kontext förstås. Relationen brukar visualiseras med hjälp av en triangel (figur 20.1).



Figur 20.1 Relationen mellan elementen i aktivitetsteori beskrivna med trianglar

När aktivitetsteori appliceras på samspelet mellan människan och maskinen är användningen aktiviteten. Människan är subjektet och objektet är den uppgift som ska utföras för att nå målen. Maskinen är den mediator som människan nyttjar för att utföra uppgiften och kontexten är den omgivning där användningen sker. Aktivitetsteori visar alltså att relationen mellan människan, maskinen, uppgiften och omgivningen är det centrala att studera. Teorin visar också att maskinen finns för att människan inte kan utföra uppgiften utan en mediator; dvs människan klarar inte av det på egen hand.

20.3 Människa-maskinsystem

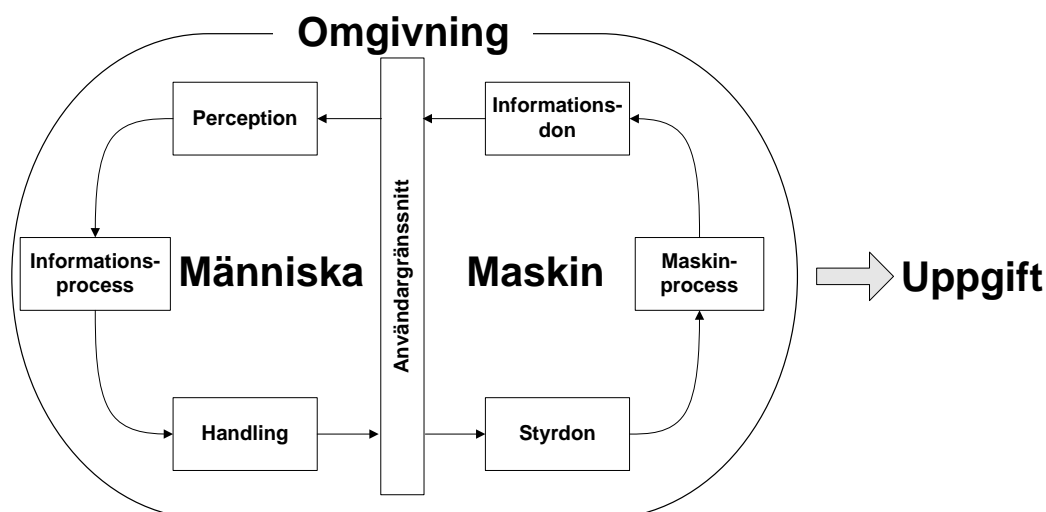
Grunden för arbetet med HFE-aktiviteter är kunskap om människa-maskinsystem med dess ingående element och deras relationer, alltså det system som studeras eller ska utformas under HFE-aktiviteterna.

Grundteori

Aktivitetsteori ger en bra grund för HFE-aktiviteter, men det behövs en mer detaljerad systemmodell för att beskriva samspelet mellan människan och maskinen, dvs ett **människa-maskinsystem**. Det är ett system där människan och maskinen i sig är egna delsystem, men tillsammans utgör ett större system med andra egenskaper än delarna var för sig. Ett människa-maskinsystem beskrivs som en uppsättning människor och maskiner, vilka samspelar (interagerar) i en viss **omgivning** för att utföra givna **uppgifter** och för att uppnå specifika **systemmål**. Systemmålet för varje människa-maskinsystem är alltid att på något sätt transformera information, energi/kraft och/eller materia. I både människan och maskinen finns interna processer och själva samspelet mellan dem består av utväxling av information, materia och/eller energi/kraft. Exempel på detta kan vara:

- överföring av energi
 - till människa, exempelvis värmedyna
 - från människa, exempelvis hammare
- överföring av materia
 - till människa, exempelvis insulinpump (transporterar medicin till kroppen)
 - från människa, exempelvis träningströja (transporterar fukt från kroppen)
- överföring av information
 - till människa, exempelvis display
 - från människa, exempelvis tangentbord

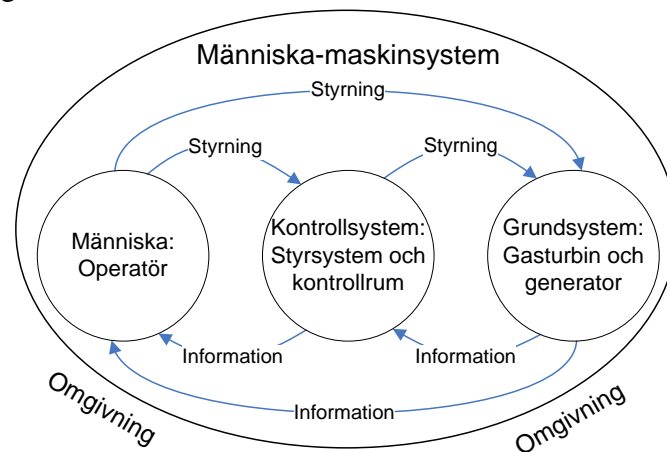
Både människans och maskinens processer samt deras samspel, påverkas av faktorer i omgivningen. Omgivningen (**användningsmiljön**) är därför också en central komponent i människa-maskinsystemet. Även själva uppgiften är en central komponent, då den beskriver hur systemmålen ska uppnås. I ett människa-maskinsystem kan både människan, maskinen, uppgiften och omgivningen variera, även om systemmålen är samma.



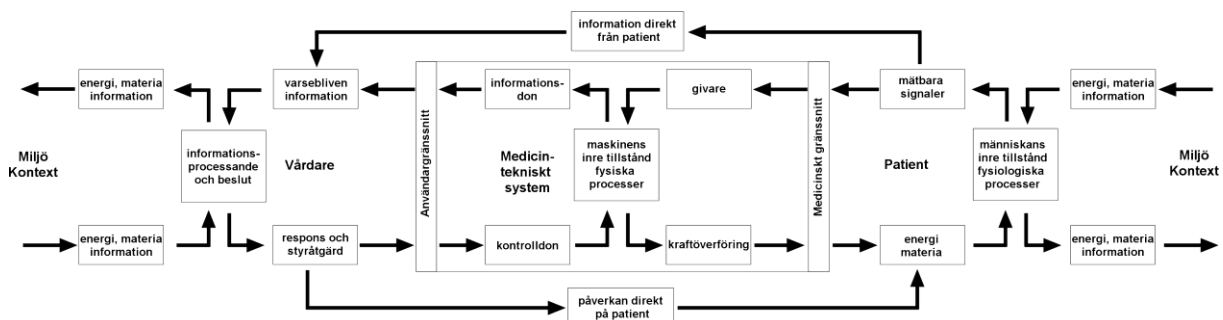
Figur 20.2 Modell över ett människa-maskinsystem från Chapanis (1965)

Vid fokus på informationsöverföringen mellan människa och maskin kan samspelet beskrivas i form av en klassisk modell (figur 20.2). Utväxlingen av information sker i gränssytan som kallas **användargränssnittet** och det är via **användargränssnittet** som människan styr och kontrollerar maskinen.

Modellen i figur 20.2 beskriver ett cykliskt förlopp, där information utväxlas mellan människan och maskinen under påverkan av omgivningen. Maskinen visar information som människan fångar upp med perceptionen. Informationen processas sedan vidare där människan bestämmer och utför en handling (utövar styrning). Handlingen påverkar maskinens processer, som i sin tur ändrar den information som är tillgänglig för människan i det cykliska förloppet. På så sätt har både människan och maskinen ett användargränssnitt. Ur maskinens synvinkel är till exempel vår röst ett informationsdon, medan synen är ett styrdon. Maskinen påverkar däremot människan via perceptionen och får sedan information genom människans handlingar.



Figur 20.3 Modell över ett mänskligt-maskinsystem för kontrollrum



Figur 20.4 Modell över ett mänskligt-maskinsystem för medicinsk teknik

De element i mänskligt-maskinsystemet som har en aktiv och styrande roll för att uppnå systemmålen benämns **aktörer**. Både människor och maskiner kan vara aktörer i ett system. Mänskligt-maskinsystemet befinner sig ofta i ett betydligt större system med flera kopplingar mellan ingående människor och maskiner. Figur 20.3 visar ett exempel på en systemmodell över ett kontrollrum, där styrsystem och grundsystem är två maskiner som både samverkar med varandra och med människan. Här är både människan och kontrollsystemet aktörer då båda aktivt styr och övervakar grundsystemet. Figur 20.4 visar ett exempel på en systemmodell med en medicinteknisk maskin och två mänskliga komponenter: sjukvårdare och patient. Patienten här är ingen aktör, då hon/han har en passiv roll.

Avsnitt 25.1 går igenom metoden systembeskrivning, vilken är användbar för att beskriva ett specifikt mänskligt-maskinsystem. I varje utvecklingsprojekt bör modellen beskriva just sitt relevanta system, exempelvis som i figur 20.3 och 20.4, för att tydligt kunna visa vilka element som behöver beaktas i utvecklingsarbetet.

Abstraktionsnivåer

I boken har det tagits upp ett antal termer, vilka är centrala för mänskligt-maskinsystem. Människan och maskinen är separata delsystem med en **struktur** av element. I människan och maskinen finns **processer** vilka stödjer **funktioner** hos människan respektive maskinen.

Människan och maskinen kan också utföra **uppgifter** och de befinner sig alltid i en viss **situation** och i en viss omgivning. Termerna struktur, process, funktion, uppgift och situation befinner sig på olika nivåer av abstraktion, där strukturen är det mest konkreta medan situationen är den mest abstrakta. Att de befinner sig på olika nivåer i abstraktionen gör att det är svårt att direkt jämföra och relatera dem till varandra. Termerna organiseras i en abstraktionshierarki, anpassad efter Andersson (2010) och får där en hanterbar relation. Hierarkin blir: (1) struktur, (2) process, (3) funktion, (4) uppgift och (5) situation.

Struktur är vilka element som ingår i ett system och elementens inbördes relation. För ett människa-maskinsystem är det de enskilda elementen som utgörs av människan respektive maskinen, vilket är det intressanta att studera och beskriva. Exempel är människans sinnesorgan och minne samt maskinens mekaniska och elektroniska delar.

Process är den transport och transformation av information, materia och kraft/energi som sker mellan och inom elementen i ett system. För ett människa-maskinsystem är det de interna processerna hos människan och maskinen som är intressanta. Exempel är människans informationsprocess och metabolism och det som sker i maskinens elsystem och hydraulsystem.

Funktion är hur transporten och transformationen av information, materia och kraft/energi mellan och inom elementen kan styras av systemets kontrollmekanismer, alltså de inneboende förmågorna hos systemet. För ett människa-maskinsystem är det de inneboende förmågorna hos människan och maskinen som är det intressanta för HFE-aktiviteterna. Exempel är en människas syn och gripförmåga och en maskins inställningar och prestanda.

Uppgift är den sekvens av en eller flera funktioner som systemets kontrollmekanismer utför för att uppnå systemmålet. För ett människa-maskinsystem är det intressanta vilka uppgifter som maskinen respektive människan kan utföra. Exempel är att människan kan fatta beslut och montera utrustning och att maskinen kan behandla patienter eller krossa stora stenar.

Situation är de omständigheter som formar systemmålet och påverkar uppgiftens utförande. För ett människa-maskinsystem är användningsmiljön av intresse. Ett exempel är en fullbelagd akutmottagning eller en regnig och blåsig grusgrop.

Mycket av HFE-aktiviteter i en utvecklingsprocess handlar om att förstå människan och maskinen på de olika abstraktionsnivåerna nämnda ovan, för att sedan utforma ett användargränssnitt och på sätt nå ett bra samspel. Men även själva användargränssnittet går att beskriva utifrån begreppen som diskuterats tidigare (tabell 20.1).

Tabell 20.1 Beskrivning av användargränssnitt utifrån abstraktionsnivåer

Nivå	Förklaring
Situation	De omständigheter som formar systemmålet och påverkar hur uppgiften utförs
Uppgift	Det människan utför med gränssnittet för att uppnå systemmålen
Funktion	Möjlighet för människan att påverka maskinen och för maskinen att påverka människan via gränssnittet
Process	Den information som utväxlas mellan människan och maskinen via gränssnittet
Struktur	Vilka objekt som gränssnittet består av och hur de är organiserade

Beskrivningen av nivån situation för användargränssnittet är samma för människa-maskinsystemet i stort, medan de övriga fyra nivåerna blir mer olika ju längre ned i hierarkin beskrivningen kommer. Beskrivningen med nivåerna gör det enklare att förstå och att välja strategier i designarbetet. Mer om utformningen av användargränssnitt finns i kapitel 24.

20.4 Sociotekniska system

Större system som innehåller flera olika människa-maskinsystem benämns ofta **sociotekniska system**^x. Termen sociotekniskt system brukar användas på varje samling av sociala och tekniska element, vilka existerar i en omgivning och som har ett målinriktat beteende. Det relevanta systemet i utvecklingsarbetet är de sociala och tekniska elementen som behöver beaktas vid framtagandet av lösningen. Det relevanta sociotekniska systemet kan ses som en organisation, vilken kan vara konstruerad eller spontant uppkommen. Antingen påverkar det sociotekniska systemet den kommande utformningen eller så kommer systemet att påverkas av den (eller både och), endera direkt eller indirekt.

För att förhålla sig till den inbördes förbundenheten som finns mellan de sociala och de tekniska aspekterna av en organisation används ett sociotekniskt synsätt, vilket bygger på två huvudprinciper:

- Samspelet mellan sociala och tekniska faktorer skapar förutsättningar för framgångsrika (eller misslyckade) prestationer i en organisation. Samspelet består dels av linjära orsak-och-verkansrelationer och dels av icke-linjära, komplexa, även oförutsägbara relationer. Vare sig de är konstruerade eller inte, uppstår båda typerna av samspel när sociala och tekniska element sätts att fungera tillsammans.
- Optimeringen av enbart en av aspekterna (social eller teknisk) tenderar inte bara att öka mängden oförutsägbara "odesignade" relationer, utan också att negativt påverka de relationer som styr systemets prestanda.

Det sociotekniska synsättet handlar därför om att ha en gemensam optimering, där de sociala systemen och tekniska systemen utformas parallellt och gemensamt, så att de fungerar smidigt tillsammans.

Ett ramverk för sociotekniska system som är speciellt utvecklat för human factors presenterades av Kirwan (2000). Ramverket är mångfacetterat och består av sju aspekter. Sex av dem kan betraktas såsom nivåer, vilka i viss utsträckning bygger på varandra.

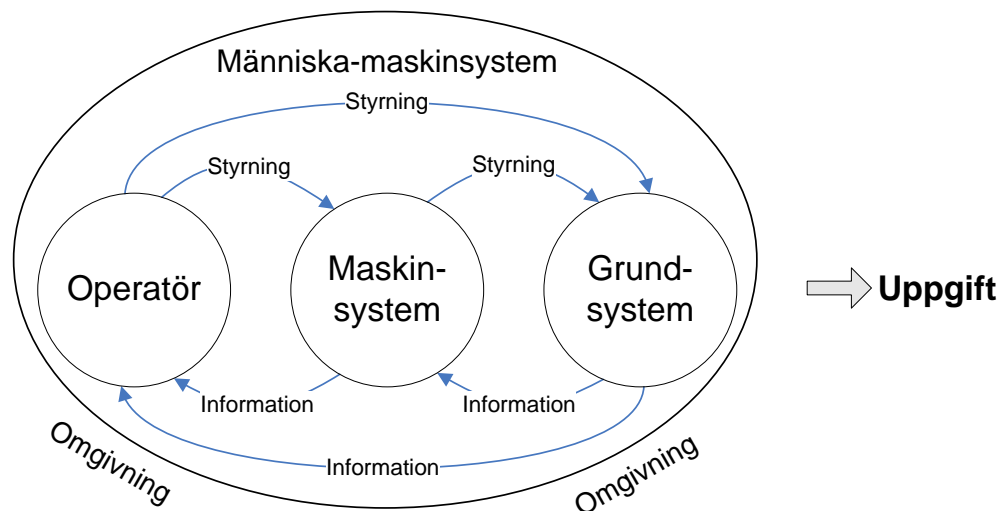
1. **Tekniska gränssnitt:** berör när, hur och i vilken form interaktion sker (mellan människor och människor, eller mellan människor och maskiner)
2. **Projekt:** berör projektrelaterade funktioner som design/konstruktion, drift (användning) och säkerhet
3. **Inomföretag:** berör organisation och hur delarna samverkar i verksamheten och säkerställer organisationens fortsatta existens
4. **Personal:** behandlar den personella hierarkin i företaget
5. **Utomföretag:** berör hur utomstående organisationer och organ påverkar företagets verksamhet
6. **Samhälle:** markerar att alla organisationer i praktiken existerar inom ett öppet snarare än ett slutet system och omfattas av de sociopolitiska krafter som dagligen påverkar oss alla
7. **Temporal:** den tidsmässiga dimensionen avser tre aspekter relaterade till att integrera HF till en organisation:
 - Livscykeln för den maskin som utvecklas
 - Tiden att integrera HF i utvecklingsprocessen
 - Händelser i samhället och företagsegenskaper som ändras över tid

En användning av Kirwans modell finns i avsnitt 25.4 som beskriver en metod för att utforska "ergonomins infrastruktur" i en organisation.

^x Ett människa-maskinsystem kan ses som ett specialfall av sociotekniskt system som har få ingående sociala och tekniska element.

20.5 Automation

Ett centralt begrepp i ett människa-maskinsystem är **automation** och nivån av den (**automationsnivån**). Det finns många definitioner på automation, men här används den vidaste: automation innebär att människan har hjälp av teknologi för att utföra uppgifter. Automation är något som finns omkring oss dagligen i allt vad vi gör och exempel på detta är användandet av anteckningsböcker, kläder och väskor. Genom att använda en anteckningsbok tar vi hjälp av teknologi för att minska belastningen av minnet. Med kläder får vi hjälp att reglera kroppsvärmen och med väskor kan vi bära mer, men ändå ha händerna fria. Exemplet visar också på att automationen innebär att vi som människor kan utföra mer med hjälp av teknologin, än vi kan utföra utan den.



Figur 20.5 Utökad människa-maskinsystemmodell

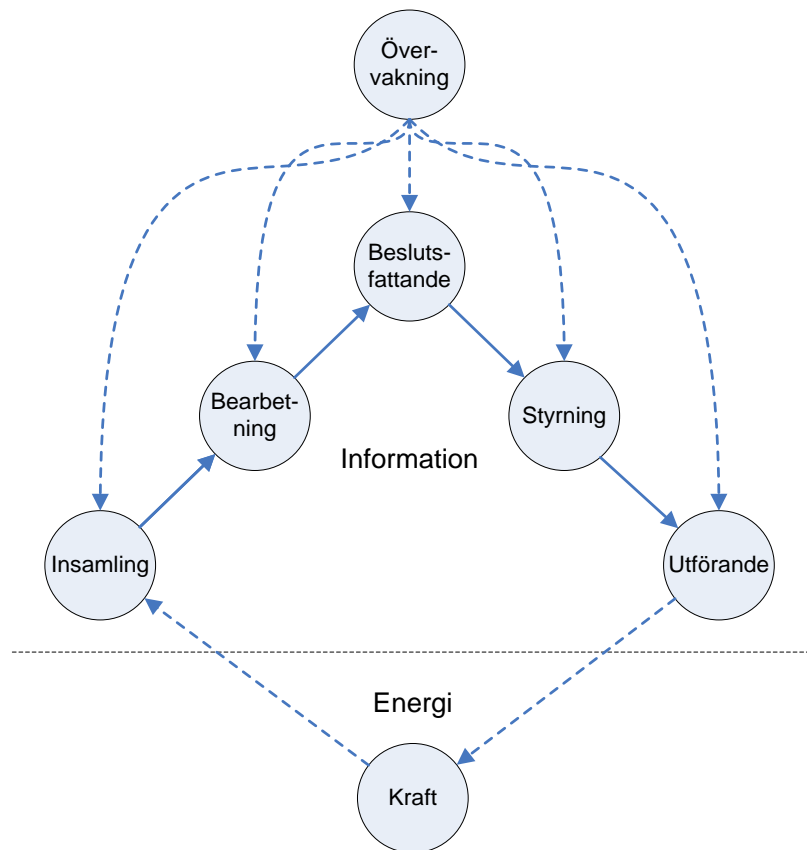
För att bättre beskriva och förstå automationsbegreppet är en utökad modell över människa-maskinsystemet användbar (figur 20.5). Till modellen har ett grundsystem adderats, vilket är det objekt som människa-maskinsystemet har som mål att styra.

Tabell 20.2 Exempel på delarna i människa-maskinsystem

Systemmål	Operatör	Maskinsystem	Grundsystem	Omgivning
Dokumentera kunskap	Student	Anteckningsblock och penna	Information från föreläsaren	Föreläsningssal
Transportera böcker	Student	Väska	Kurslitteratur	Campus
Hålla värme	Fjällvandrare	Tröja	Fjällvandrare	Fjäll
Gräva grop	Trädgårdsarbetare	Spade	Mark	Trädgårdsland
Slå i spik	Snickare	Hammare	Spik och bräda	Byggarbetsplats
Göra hål i vägg	Snickare	Borrmaskin	Vägg	Lägenhet
Transportera paket	Bud	Styrssystem bil	Bil	Trafiksystem
Ventilera patient	Sjuksköterska	Ventilator	Patient	Intensivvårdsavdelning
Producera värme	Kraftverksoperatör	Styrssystem kraftverk	Värmepanna	Utomhusklimat
Autopilot flygplan	Pilot	Styrssystem flygplan	Flygplan	Luftrum

Tabell 20.2 ger exempel på delarna i olika system. Viktigt att beakta är att uppdelningen mellan maskinsystem och grundsystem varierar utifrån hur syfte, mål och systemgränser sätts. Ju komplexare systemen blir som helhet, ju tydligare blir det att maskinsystemet som finns

närmast operatören är ett kontrollsystem, som behövs för att styra de tekniska systemen vilka finns längre ifrån operatören. En annan viktig notering är att när operatören, eller i vissa fall en annan människa, utgör grundsystemet och att det då är en människa som ska påverkas.



Figur 20.6 Olika delar av karaktäristiken hos automationen

Det finns många sätt att beskriva karaktäristiken hos automationen och ett av sätten är att göra en uppdelning i sju kategorier (figur 20.6). Uppdelningen beror på, om det är operatören eller maskinsystemet som interagerar med grundsystemet.

- **Kraft:** Varifrån kommer energin till att utföra uppgiften?
- **Insamling:** Samlas den data som behövs direkt in via människans sinnen eller via maskinell mätning?
- **Bearbetning:** Tolkar bara människan insamlad data eller sker det med maskinell hjälp?
- **Beslutsfattande:** Fattar människan eller maskinen beslut om vad som ska utföras?
- **Styrning:** Är det människan eller maskinen som bestämmer hur det ska utföras?
- **Utförande:** Är det människan eller maskinen som direkt påverkar grundsystemet?
- **Övervakning:** Vem ansvarar för övervakningen av att systemmålen uppfylls?

I de sju kategorierna fördelas uppgiften mellan människan och maskinen. Automationen i ett människa-maskinsystem sägs bli högre ju större del av kategorierna som hamnar hos maskinen. Boken utgår ifrån att det i ett människa-maskinsystem alltid är människans roll att övervaka att systemet gör det som är avsett. Människan är operatör både i enkla och komplexa system. I den lägsta nivån av automation hanterar bara maskinen människans förmågor. En hammare gör människans hand hårdare och hävarmen längre, medan en tröja hindrar människans värme från att försvinna ut. På denna låga automationsnivå ligger alla de sju kategorierna hos människan. Här följer några exempel på produkter med olika nivåer av automation.

Hammare

Människan står för alla delarna när det gäller att spika i en spik med hammare (tabell 20.3).

Tabell 20.3 Automationsnivå hammare

Kategori	Människa	Maskin
Kraft:	Hög	Låg
Insamling:	Hög	Låg
Bearbetning:	Hög	Låg
Beslutsfattande:	Hög	Låg
Styrning	Hög	Låg
Utförande:	Hög	Låg

Borrmaskin

Här bidrar maskinen med kraften, medan människan står för resterande delar (tabell 20.4).

Tabell 20.4 Automationsnivå bormaskin

Kategori	Människa	Maskin
Kraft:	Låg	Hög
Insamling:	Hög	Låg
Bearbetning:	Hög	Låg
Beslutsfattande:	Hög	Låg
Styrning	Hög	Låg
Utförande:	Hög	Låg

Momentnyckel^y

Här står maskinen för datainsamlingen, medan människan står för resterande delar (tabell 20.5).

Tabell 20.5 Automationsnivå momentnyckel

Kategori	Människa	Maskin
Kraft:	Hög	Låg
Insamling:	Låg	Hög
Bearbetning:	Hög	Låg
Beslutsfattande:	Hög	Låg
Styrning	Hög	Låg
Utförande:	Hög	Låg

Svarv

I detta system står maskinen för kraften och en del av datainsamlingen genom att ge mätvärden från skärhuvudet (tabell 20.6). Människan styr sedan svarven manuellt.

Tabell 20.6 Automationsnivå svarv

Kategori	Människa	Maskin
Kraft:	Låg	Hög
Insamling:	Medel	Medel
Bearbetning:	Hög	Låg
Beslutsfattande:	Hög	Låg
Styrning	Hög	Låg
Utförande:	Hög	Låg

Ventilator

Här har människan ingen direkt kontakt med processen utan maskinen står för kraft, datainsamling och utförande (tabell 20.7). Maskinen hjälper också människan genom att bearbeta de data som samlats in och presenterar dem på ett sätt som underlättar beslutsfattandet.

^y En "hulsnyckel" som visar med vilken kraft man drar åt.

Tabell 20.7 Automationsnivå ventilator

Kategori	Människa	Maskin
Kraft:	Låg	Hög
Insamling:	Låg	Hög
Bearbetning:	Medel	Medel
Beslutsfattande:	Hög	Låg
Styrning	Låg	Hög
Utförande:	Låg	Hög

Värmekraftverk

Här har människan ingen direkt kontakt med processen utan maskinen står för kraft, datainsamling och utförande (tabell 20.8). Maskinen hjälper också människan genom att bearbeta den data som samlats in och presentera den på ett sätt som underlättar beslutsfattandet.

Tabell 20.8 Automationsnivå värmekraftverk

Kategori	Människa	Maskin
Kraft:	Låg	Hög
Insamling:	Låg	Hög
Bearbetning:	Medel	Medel
Beslutsfattande:	Hög	Låg
Styrning	Låg	Hög
Utförande:	Låg	Hög

Autopilot flygplan

Här står maskinen för alla sex kategorierna (tabell 20.9). Människans roll är bara att övervaka maskinen.

Tabell 20.9 Automationsnivå autopilot flygplan

Kategori	Människa	Maskin
Kraft:	Låg	Hög
Insamling:	Låg	Hög
Bearbetning:	Låg	Hög
Beslutsfattande:	Låg	Hög
Styrning	Låg	Hög
Utförande:	Låg	Hög

Sammansatta maskinsystem

I de flesta människa-maskinsystemen är det inte enbart människan eller maskinen som står för något, utan det är en kombination. Vid exempelvis bilkörning får människan både sin information genom att studera den omgivande trafiken och genom att studera den information som visas på instrumentpanelen. Är bilen utrustad med automatisk växellåda, ABS-broms, antispinn och farthållare, så påverkar bilens styrsystem i allt högre grad framförandet av bilen. Människan får här ett längre avstånd till grundsystemet i och med det mer avancerade kontrollsystemet. Det kan även förekomma system i system (också kallat integrerade system), där delar kan ha olika nivå av automation.

Graden av automation kan också variera utifrån uppgift och funktion. Ett annat exempel är en gräsklippare, som kan vara en motoriserad gräsklippare utan drivning, en självgående gräsklippare eller en åkgräsklippare. I alla tre fallen ligger funktionen gräsklippning på samma nivå, men för funktionerna transport av gräsklippare och transport av operatör ökar automationen successivt, då kraften flyttas från människan till maskinen. Nästa kapitel kommer att gå närmare in på användningen och själva samspelet mellan människan och maskinen.

21 Användning och interaktion

TVå centrala termer för HFE-aktiviteterna är användning och interaktion, vilka kommer att belysas i följande kapitel. Väsentliga faktorer är också användarens kunskap och prestationsstyrande faktorer, vilka också kommer att tas upp.

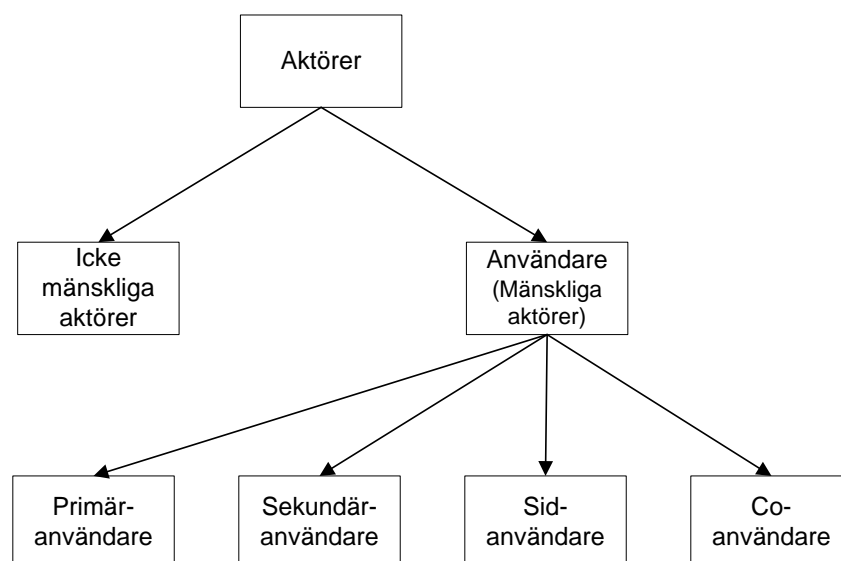
21.1 Användning och användare

Ett övergripande namn för de aktiviteter som sker när människan och maskinen samspelar i en omgivning för att nå systemmålen är **användning**. Viktigt att beakta här är att systemmålen inte är något som är givet av maskinen (eller tillverkaren), utan det är mål som människan själv väljer att sätta upp för användningen. Den avsikt som tillverkaren har med maskinen betecknas istället maskinens **avsedda syfte**. **Avsedd användning** är det sätt som tillverkaren har föreskrivit att maskinen ska användas på av specificerade användare, i en specificerad omgivning och för specificerade uppgifter. **Verklig användning** är hur maskinen i själva verket används, vilket ofta skiljer sig från den avsedda användningen. Under en utvecklingsprocess är det viktigt att beakta båda de här aspekterna av användning. Målsättningen är att den avsedda användningen och den verkliga användningen ska överensstämja, för att önskade effekter ska kunna uppnås.

Den användning som leder till att uppfylla det avsedda syftet kallas **primär användning**. En maskin har också många ickeprimära användningsområden som exempelvis montering, försäljning, reparation och återvinning, vilka alla benämns **sekundär användning**. Vidare finns också **co-användning** och **sidanvändning** (Janhager, 2005). Co-användning sker vid samarbete med någon som använder en maskin. Exempelvis är en kirurg en co-användare till en anestesimaskin^z. Sidanvändning sker när en människa påverkas av en maskin utan att vara del i aktiviteten för att uppnå systemmålen. En typisk sidanvändning är när man lyssnar på ljudet från sin grannes stereoanläggning.

Användare

För att återkoppla till systemteorin i avsnitt 20.3 så benämns delarna i människa-maskinsystemet, vilka är styrande i utförandet av uppgiften, för **aktörer**. En aktör är någon eller något som aktivt interagerar (transporterar information, energi och/eller massa över en systemgräns) med maskinen. Aktörerna kategoriseras enligt modellen i figur 21.1 och de mänskliga aktörerna benämns **användare**. Användare är alla som kommer i kontakt med maskinen, både direkt och även indirekt.



Figur 21.1 Modell över relationen mellan aktörer och användare

^z Apparat som håller patienter nedsövda under operation.

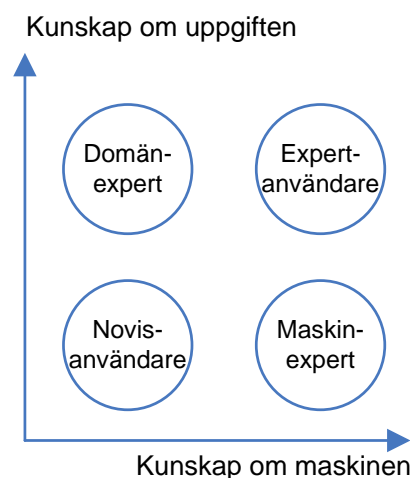
En **användare** är alltså en mänsklig aktör som utväxlar energi/kraft, information och/eller materia med en maskin, direkt eller indirekt. På samma sätt som med användning, så skiljer man på **avsedda användare** och **verkliga användare**. Avsedda användare är de som tillverkaren har avsett ska använda en maskin, medan verkliga användare är de som faktiskt använder den. Under en utvecklingsprocess är det viktigt att beakta båda de här aspekterna av användare för att utveckla en bra maskin.

Precis som för användningen kan användarna av en maskin delas upp i fyra grupper (Janhager, 2005):

- **Primäranvändare:** en person som använder maskinen i dess primära användning - till exempel en person som borrar hål i en lägenhetsvägg med en slagborrmaskin (för att sätta upp hyllor)
- **Sekundäranvändare:** en person som använder maskinen, men inte i dess primära användning - till exempel försäljare och reparatörer av slagborrmaskiner
- **Co-användare:** en person som på något sätt samarbetar med en primäranvändare eller sekundäranvändare utan att direkt använda maskinen - till exempel personen som hjälper till att sätta upp hyllorna eller försäljarens assistent
- **Sidanvändare:** en person som påverkas av maskinen (både positivt och negativ) i det dagliga livet, utan att direkt kunna påverka användningen - till exempel grannen som befinner sig i lägenheten intill där slagborrmaskinen används

En speciell undergrupp till primäranvändare och sekundäranvändare är **operatörer**. Operatören är den användare som kontrollerar och styr maskinen. För en viss medicinteknisk maskin är till exempel både sköterskan och patienten primäranvändare, men det är bara sköterskan som är operatör. En annan term som ibland används är **slutanvändare** och det är den användare som slutligen kommer att ha nytta av de uppnådda systemmålen. Ett tydligt exempel är att slutanvändaren för en viss medicinteknisk maskin är patienten, då denne har störst nytta av maskinen.

Viktigt att notera är att samma fysiska person kan ha flera roller i sin relation till maskinen. Exempelvis kan en person både köra bilen (primäranvändare och operatör), vara passagerare i bilen (primäranvändare, ej operatör), reparera den (sekundäranvändare) och även stå i vägen när någon annan backar ut bilen ur garaget (sidanvändare). Ofta är det därför mer relevant att redogöra för olika typer av användning, istället för olika typer av användare.



Figur 21.2 Olika typer av kunskap hos användarna

Ett kompletterande sätt att beskriva användarna är utifrån deras kunskaper och förmågor i förhållande till människa-maskinsystemet (figur 21.2). Oftast är det kunskapen om maskinen och uppgiften som är det väsentliga att beakta i utvecklingsarbetet.

Fyra olika typer av användare går att urskilja ur figuren, även om gränserna inte är så lätta att dra i verkliga fall, eftersom skalan är flytande.

- **Novisanvändare** (*Novice user*): har liten kunskap både om maskinen och om uppgiften - till exempel en vanlig lägenhetsinnehavare som har begränsad kunskap om hur man hanterar bormaskinen, hur väggar är uppbyggda eller hur man ska göra hål i dem
- **Maskinexpert** (*Power user*): har mycket kunskap om maskinen men liten kunskap om uppgiften - till exempel en försäljare eller utvecklare som vet mycket om hur man hanterar bormaskinen men har begränsad kunskap om var/hur man gör hål i lägenhetsväggar
- **Domänexpert** (*Domain expert*): har mycket kunskap om uppgiften men liten kunskap om maskinen - till exempel en hantverkare som har begränsad kunskap om hur man hanterar den specifika bormaskinen men generellt mycket kunskap om var/hur man gör hål i lägenhetsväggar
- **Expertanvändare** (*Expert user*): har mycket kunskap om både maskinen och uppgiften - till exempel en erfaren hantverkare som vet mycket om hur man hanterar en bormaskin och om var/hur man gör hål i lägenhetsväggar

Figur 21.2 beskriver två dimensioner av kunskap, men för vissa människa-maskinsystem kan det behövas fler dimensioner för att beskriva variationen av kunskap hos användaren. För att beskriva de användare som kommer i kontakt med insulinpumpar (för behandling av diabetes) är det relevant att ha tre dimensioner: kunskap om diabetes, kunskap om att behandla med pump och kunskap om själva pumpen (maskinen). Figuren kan också kompletteras med en axel som står för kunskap om omgivningen.

Användarens kunskap

Ett mer detaljerat sätt att beskriva användarens kunskaper i interaktionen är att använda abstraktionsnivåerna (Andersson, 2010). Kunskapen hos användare kan då delas upp i följande nivåer:

- kunskap om situationen
- kunskap om uppgiften
- kunskap om funktionen
- kunskap om processen
- kunskap om strukturen

Genom att kartlägga interaktionskunskapen på detta mer detaljerade sätt, erhålls bättre förutsättningar för att undersöka förhållandet mellan den kunskap som den avsedda användaren har gentemot den kunskap användaren behöver ha, för att kunna utföra uppgifterna på ett effektivt och säkert sätt. Finns det ett glapp här, måste antingen användaren utbildas eller användargränssnittet förse användaren med denna kunskap.

För att börja nedifrån, så innehåller strukturnivån kunskap om elementen i människa-maskinsystemet. Kunskapen är vilka delar som ingår i systemet och hur de är kopplade och interagerar med varandra. För en rumsbelysning är kunskap på strukturnivån exempelvis hur ledningar är dragna, hur lampan och lamphållaren fungerar och hur strömbrytaren fungerar.

På processnivån handlar kunskapen om beteendet hos element i människa-maskinsystemet när de transformerar energi, information och/eller materia. För rumsbelysningen är det exempelvis kunskap om hur elektronerna förflyttar sig i ledningar, hur elektronerna omvandlas till fotonerna i lampan och hur fotonerna förflyttar sig genom luften.

Kunskap på funktionsnivån beskriver de effekter som processen har på omgivningen, dvs den aktiva inverkan människa-maskinsystemet ska ha för att uppnå systemmålet. För belysningen gäller kunskap på den här nivån, exempelvis hur en lampa lyser upp ett rum och hur god belysning uppnås.

Innehållet i uppgiftsnivån är kunskap om de uppgifter som människa-maskinsystemet ska utföra, dvs hur funktionaliteten ska användas för att uppnå systemmålen. Kunskap på den här nivån är exempelvis hur man tänder och släcker lampan, men också hur man byter ut en trasig lampa.

På situationsnivån återfinns kunskap om den situation inom vilken uppgifterna ska utföras; vad som påverkar huruvida systemmålen kan uppnås och hur uppgifterna ska användas. För rumsbelysningen innebär det exempelvis kunskap om när och varför belysningen ska vara tänd eller släckt.

Det finns en relation mellan kunskapen i nivåerna; nivån under beskriver hur något görs, medan nivån över beskriver varför det görs. För processnivån beskriver alltså funktionsnivån varför processen finns, medan strukturnivån beskriver hur processen är möjlig. För uppgiftsnivån motiverar alltså situationsnivån uppgifterna, men funktionsnivån hur de utförs. Detta förhållande med hur och varför gäller för alla nivåer i abstraktionshierarkin.

För att göra en beskrivning mer komplett kan det finnas behov av att dela upp kunskapen i en horisontell dimension. En möjlig uppdelning är kunskap om maskinen, kunskap om den fysiska omgivningen och kunskap om den organisatoriska/sociala omgivningen. Inom områdena finns sedan kunskap på alla fem nivåerna. I vissa fall kan det även vara befogat att ha en dimension för användarens kunskap om sina förmågor och begränsningar, då de kan vara avgörande för framgång i interaktionen.

För mer komplexa människa-maskinsystem (figur 20.3 och 20.4) kan det finnas behov av att dela upp maskinen dels i kontrollsystem och dels i grundsystem. Hur detaljerad en beskrivning av användarkunskapen behöver göras beror på syftet och omfattningen av projektet där beskrivningen behövs.

Prestationsstyrande faktorer

Förutom användarens kunskap finns det i ett människa-maskinsystem många andra faktorer som påverkar den mänskliga förmågan och prestationen. De faktorerna betecknas prestationsstyrande faktorer (PSF) och delas vanligen upp i interna faktorer, externa faktorer och stressorer (Osvalder och Ulfvengren, 2008). De interna prestationsstyrande faktorerna är individuella för varje människa och delas upp i kroppsliga förutsättningar och mentala förutsättningar (tabell 21.1). De interna faktorerna kan i viss mån förändras genom träning och utbildning.

De externa prestationsstyrande faktorerna kommer från de övriga delarna av människa-maskinsystemet och kan delas upp i latent, från omgivningen, och operationella, från maskinen och uppgiften (tabell 21.2). Stressorer är omständigheter som ger upphov till stress hos människan. De delas upp i psykologiska och fysiologiska (tabell 21.3). Interna och externa prestationsstyrande faktorer kan i sin tur ge upphov till stressorer.

Tabell 21.1 Interna prestationsstyrande faktorer

Kroppsliga förutsättningar	Mentala förutsättningar
Ålder	Personlighet
Fysisk kondition	Attityd
Allmän hälsa	Emotionellt tillstånd
Hörsel	Motivation
Syn	Stresstålighet
Känsel	Beteende
	Gruppidentifikation

Tabell 21.2 Externa prestationsstyrande faktorer

Latenta	Operationella
Lokalers utformning	Arbetsprocedurer
Omgivande miljö (buller, ljus och temperatur)	Arbetsmetoder
Arbetstider och raster	Instruktioner
Arbets- och skiftrotation	Kommunikationsmöjligheter
Bemanningsnivå	Utrustning och verktyg
Organisation	Användargränssnitt maskiner
Ledarskap	
Lön och belöning	

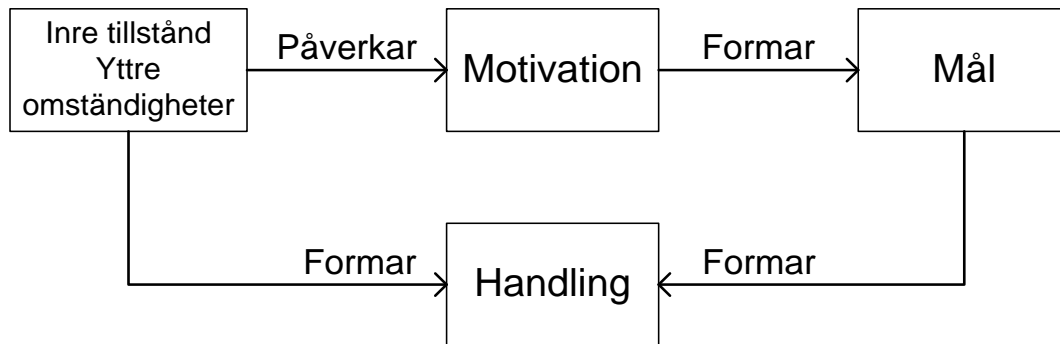
Tabell 21.3 Stressorer

Psykologiska stressorer	Fysiologiska stressorer
Hög arbetsbelastning	Långvarig stress
Högt arbetstempo	Utmattning
Hot och faror	Trötthet och sömnstörning
Distraction	Smärta och diskomfort
Överraskande händelser	Hunger och törst
Bristande återkoppling	Extrema temperaturer
Sinnesavtrubning	Bristande ventilation
Livsstress	Höga ljudnivåer
Hemförhållande	Vibrationer

Vid utformningen av maskinen gäller det alltså att beakta alla delar som ingår i systemet, för att förstå hur de påverkar varandra under lösandet av uppgiften. Det är alltså inte bara maskinens utformning, utan även arbetsmiljö, instruktioner, kompetens, bemanning och utbildning som spelar en stor roll för prestationen hos människa-maskinsystemet. De prestationsstyrande faktorerna behöver beaktas, dels för att avgöra vad som påverkar människan och anpassa maskinen därefter och dels för att maskinen i sig inte ska bidra till uppkomsten av stressorer.

21.2 Interaktionen människa-maskin

Det direkta samspelet mellan människan och maskinen beskrivs alltså som interaktion och försiggår enligt det cykliska förlopp som människa-maskinsystemmodellen beskriver (kapitel 20.3). I gränssytan mellan människan och maskinen, användargränssnittet, sker utväxlingen av information. Dock behöver beskrivningen av interaktionerna utvecklas och i detalj tydliggöras för att bli mer användbar. En modell över hur människan skapar sina handlingar visas i figur 21.3.



Figur 21.3 Modell över människans motivation, mål och handlingar

Hos människan uppstår en motivation och denna motivation är ofta relaterad till interna tillstånd och externa omständigheter. De interna tillstånden kan både vara fysiska och psykiska och de externa omständigheterna kan både vara abstrakta som till exempel regler eller fysiska som till exempel möblering. Utifrån motivationen formulerar människan ett mål för att få motivationen uppfylld. Nästa steg därefter är att människan formulerar en handling som ska utföras för att nå målet. Men även interna tillstånd och externa omständigheter formar vilka handlingar som är möjliga att utföra för att uppnå målet. I interaktion med maskinen kan de interna tillstånden vara kunskap och erfarenhet hos människan, medan externa omständigheter kan vara det sätt som maskinens användargränssnitt är utformat på.

Modeller interaktionen

För att ytterligare i detalj beskriva interaktionen mellan människan och maskinen beskrivs nedan två cykliska förlopp, där antingen människan eller maskinen initierar aktiviteten. Beskrivningen är baserad på Polsons och Lewis (1990) teori om utforskande inläring.

Människan initierar aktiviteten:

1. Människan formulerar ett mål för att komma närmare en lösning av uppgiften.
2. Människan söker av maskinen efter information om hur målet ska uppnås.
3. Människan utvärderar informationen mot det mål som ska uppnås och väljer en handling att utföra.
4. Maskinen tar emot handlingen, reagerar och ger svar tillbaka.
5. Människan söker efter information från maskinen.
6. Människan utvärderar informationen för att avgöra om målet är uppnått.

Exempel:

1. *Människan vill tända belysningen i rummet.*
2. *Människan söker efter strömbrytare i rummet.*
3. *Människan väljer den strömbrytare som antas tända belysningen och trycker på den.*
4. *Ljuset i rummet tänds.*
5. *Människan ser att det har blivit tätt i rummet.*
6. *Människan bedömer om det har blivit ljust nog.*

Maskinen initierar aktiviteten:

1. Maskinen ändrar sin status.
2. Människan tar emot information från maskinen.
3. Människan utvärderar informationen för att avgöra vad som har hänt.
4. Människan formulerar ett mål för att lösa situationen.
5. Människan söker av maskinen efter information om hur målet ska uppnås.
6. Människan utvärderar informationen gentemot målet som ska uppnås och väljer vilken handling som ska utföras.

Exempel:

1. *Mobiltelefonen piper för att påvisa låg batterinivå.*
2. *Människan uppfattar ljudet från telefonen.*
3. *Människan funderar på vad det betyder och förstår att telefonen behöver laddas.*
4. *Människan bestämmer sig för att ladda telefonen.*
5. *Människan söker efter lämpliga eluttag.*
6. *Människan bestämmer sig för ett uttag och laddar telefonen i det.*

Ett mer detaljerat sätt att beskriva interaktionen är med Normans "Sju steg av handling" ("Seven stages of action") (Norman, 2002). Enligt Norman kan interaktionen delas upp i sju steg:

1. Människan formulerar ett mål.
(forming the goal)
2. Människan har för avsikt att uppnå målet.
(an intention to act so as to achieve the goal)
3. Människan planerar en sekvens av handlingar för att uppnå målet.
(the actual sequence of actions that we plan to do)
4. Människan utför handlingssekvensen.
(the physical execution of that action sequence)
5. Människan mottar status efter utförd handlingssekvens.
(perceiving state of the world)
6. Människan tolkar sinnesintrycken utifrån sina förväntningar.
(interpreting the perceptions according to our expectations)
7. Människan utvärderar tolkningen mot vad som förväntades att hända.
(evaluation of the interpretations with what we expected to happen)

Ett exempel på detta är när en människa tänder belysningen i ett rum.

1. *Människan vill att belysningen ska tändas.*
2. *Människan bestämmer sig för att tända belysningen.*
3. *Människan planerar handlingar för att kunna tända belysningen.*
4. *Människan utför de planerade handlingarna.*
5. *Människan uppfattar hur rummet ser ut efter utförda handlingar.*
6. *Människan tolkar sinnesintrycken enligt förväntningar.*
7. *Människan utvärderar om tolkningen är det som förväntades.*

Modellerna här ger en möjlighet att bryta ned interaktionen i mindre bitar både för att undersöka vad som kan hindra en interaktion och för att ta fram vad som behövs för att interaktionen ska flyta smidigt. Det är dock viktigt att inte missa sammanhanget för interaktionen, när den reduceras till enskilda separata steg.

21.3 Ekologisk interaktion

Ett kompletterande synsätt på interaktionen kan man få utifrån ett ekologiskt^å perspektiv. Synsättet ger också ett ramverk för förhållandet mellan olika relevanta aspekter i samspelet mellan människan och maskinen.

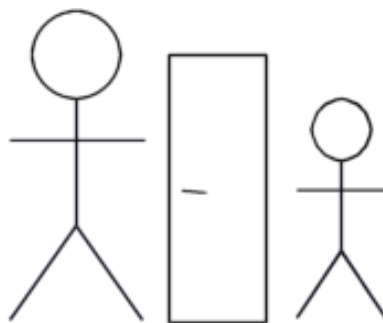
Ekologisk psykologi

Enligt den klassiska synen på människans perception är den en aktiv process som kopplar ihop information från omvärlden med redan lagrad kunskap. Vi ser form, färg, yta, material etc som vi sedan skapar en struktur (konstruktion) av. Vi jämför sedan strukturen med vad vi har i minnet för att kunna avgöra vad vi ser.

Det finns inom psykologin en alternativ syn på perceptionen och det är inom ekologisk psykologi. Ekologisk psykologi definieras som "*en teoretisk riktning inom psykologin som hävdar miljöns betydelse för förståelsen av beteende och varseblivning*" (NE). Grundtankarna är att perceptionsprocessen plockar upp information som redan finns i omgivningen utan vidare bearbetning och att perceptionsprocessen arbetar på ett högre plan med fokus på relationen med omgivningen. Det innebär att människors reaktionssätt utformas i nära samspel med de situationer som de befinner sig i och att det blir naturligt att fokusera på relationen mellan perception och handling. För den ekologiska psykologin är det därför centralt att mänskligt beteende behöver analyseras i den naturliga miljön och att det inte går att reducera till experiment i labbmiljö.

Tankesättet från den ekologiska psykologin är relevant för människa-maskininteraktionen, då det säger att en människa inte uppfattar ett objekt som dess fysiska representation, utan att en människa uppfattar ett objekt utifrån de möjliga handlingar som går att utföra med objektet. Vi ser alltså inte en sten som ett hårt tungt grått objekt, utan som en möjlighet att sitta på, snubbla över, kasta iväg etc.

För att beskriva fenomenet så använder sig ekologisk psykologi av två termer: affordance och direkt perception. Affordance är enligt Gibson (1977) "*The quality of an object, or an environment, that allows an individual to perform an action.*", alltså vad ett objekt möjliggör för specifik handling för specifik användare. Affordance beror alltså människans fysiologiska förutsättningar och är individberoende, men beror inte på människans kunskap, kultur etc.



Figur 21.4 För den vänstra figuren finns ingen affordance att gå upprätt genom dörren, vilket finns för den högra figuren.

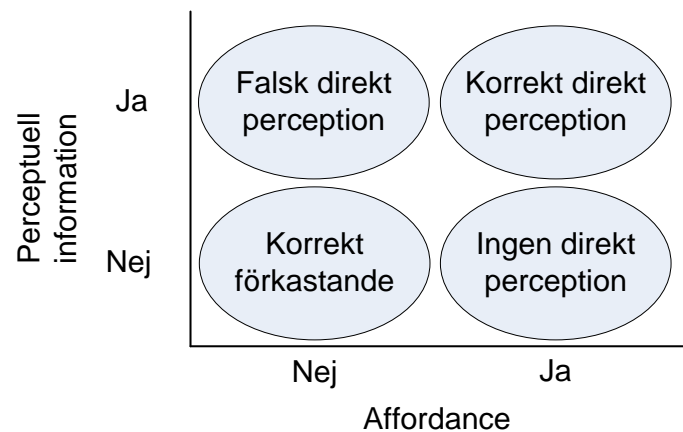
Affordance beror alltså helt på relationen mellan det enskilda objektet och den enskilda människan. Figur 21.4 visar att en dörr kan ha affordance för en person men inte för en annan. Ett annat exempel är att affordance för att sitta på en specifik stol beror på vilken längd och vilken vikt individen har. Om personen är för lång så får hon/han inte plats och om hon/han är för tung så kan stolen gå sönder. Vidare beror affordance för att trycka på en specifik knapp på styrkan hos personen som ska utföra handlingen. Men det finns följaktligen ingen

^å Ekologisk avser här ekologisk psykologi och relaterar inte till ekologi inom biologi och miljöarbete.

affordance i att kunna se skillnad på röd och grön signal, om du har nedsatt rödgrönt färgseende. Att det finns affordance är alltså en grundförutsättning för att det ska kunna ske någon interaktion.

Nästa begrepp, direkt perception, är ett antagande att det finns affordance som människor (och andra djur) kan uppfatta direkt utan någon aktiv mental process eller tolkning (Gibson, 1979). Perceptuell information blir då den egenskap hos ett objekt som direkt inbjuder till en specifik handling. Ett exempel här kan vara att ett plant golv uppfattas som något man kan gå på och att en upphöjd plan yta är något som man kan sitta på. Direkt perception är till skillnad från affordance något som är individberoende. Det kan nog finnas viss direkt perception som är medfödd, men mycket av den beror på saker som vi har lärt oss genom livet och tränat till en automatisk nivå. Den direkta perceptionen finns alltså på färdighetsnivån (skill) enligt Rasmussens SRK-modell (Rasmussen, 1983).

Vidare påverkar människans behov och mål vad det är för möjliga handlingar vi uppfattar. Förenklat sagt, så ser vi inte möjligheten att sitta förrän vi behöver sätta oss eller möjligheten att ta skyl under ett träd, förrän det börjar regna. Vår perception styrs alltså i hög grad av våra bakomliggande motiv.



Figur 21.5 Perceptuell information mot affordance

Figur 21.5 kombinerar affordance och perceptuell information och visar att det kan uppkomma två typer av problem. Det första är att användaren uppfattar att det finns en möjlig handling, när det inte finns affordance för den (falsk direkt perception) och det andra är att användaren inte uppfattar att det finns en möjlig handling (ingen direkt perception). I det första fallet kan användaren göra fel och i det andra fallet blir det svårare för användaren att göra rätt (under förutsättning att handlingen är eftersträvansvärd).

Resonemanget med affordance och perceptuell information är relevant ur ett utvecklarperspektiv, då det lyfter fram att användaren betraktar en maskin utifrån sina motiv och givna ledtrådar, oavsett vad utvecklaren har tänkt sig i designarbetet. Vidare uppfattar människan egenskaper hos artefakter mer eller mindre automatiskt, vilket också måste beaktas i utformningen för att nå en god interaktion.

Modell för ekologisk interaktion

Utifrån tankarna med den ekologiska psykologin går det att skapa en modell för ekologisk interaktion^ä, där grundantagandet är att en människa "ser" en maskin som en uppsättning av möjliga handlingar. Syftet med modellen är att betrakta maskinen i sitt sammanhang och ge förståelse för människans handlingar, alltså att vara till hjälp vid design av maskiner samt binda samman teorier inom ergonomi och human factors. Modellen består av tre delar.

^ä Tack till Jessica Persdotter Dagman för inledande bidrag till modellen för ekologisk interaktion

Första delen bygger på antagandet att användaren måste ha motiv att nå ett visst mål och se att det finns en handling som leder dit, för att något ska ske (i ett människa-maskinsystem).

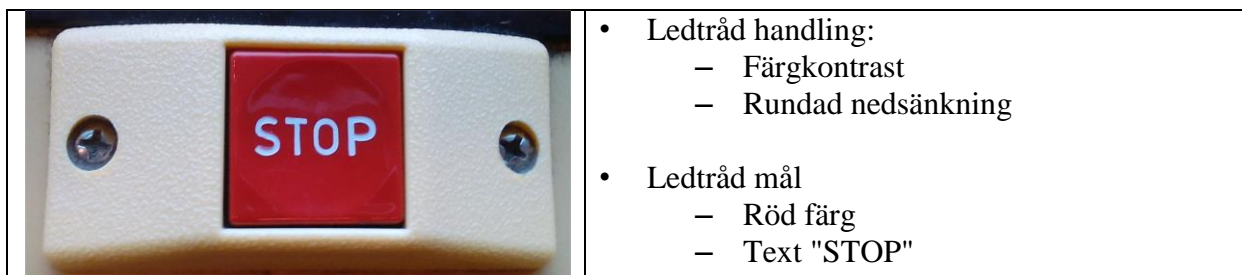
- **Mål:** vad som användaren vill uppnå
- **Handling:** hur användaren uppnår målen
- **Motiv:** varför användaren vill uppnå målen

Andra delen är att de ledtrådar som användaren kan uppfatta vid betraktandet av en maskin antingen är perceptuella eller kognitiva. En perceptuell ledtråd är en egenskap hos en maskin som genom **direkt perception** hos användaren inbjuder till en specifik handling. Den perceptuella ledtråden beror på den djupt rotade kunskapen hos användaren och den är individberoende. Handlingar baserade på en perceptuell ledtråd sker på färdighetsbaserad nivå enligt SRK-modellen (Rasmussen, 1983).

En kognitiv ledtråd är en egenskap hos en maskin som genom **tolkning** av användaren inbjuder till en specifik handling. Den kognitiva ledtråden beror på kunskap och problemlösningsförmåga hos användaren och är även den individberoende. Handlingar baserade på en kognitiv ledtråd kan ske på två nivåer enligt SRK:

- **Regelbaserad:** användaren använder "regler" för att tolka en kognitiv ledtråd
- **Kunskapsbaserad:** användaren använder problemlösning (tänkade/resonerande) för att tolka en kognitiv ledtråd

Den tredje delen av modellen består av ledtråd handling (action cue) och ledtråd mål (goal cue). Action cue är en ledtråd som visar på vilka handlingar som användaren kan utföra, medan goal cue är en ledtråd som visar på vilka mål användaren kan nå genom att utföra handlingen. Figur 21.6 visar ett exempel med en stoppknapp på buss. Både ledtråd handling och ledtråd mål kan vara av typen perceptuella eller kognitiva ledtrådar.



Figur 21.6 Exempel ledtråd handling och ledtråd mål för stoppknapp på buss

Detta går sedan att samla i en beskrivning av interaktion i sex delar som är relevanta för samspelet mellan människan och maskinen, eller mer precist sex aspekter som måste finnas för att samspelet ska bli av:

- | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|--|
| 1. Mål: | <i>Vad kan uppnås?</i> | mål som är relevant för användaren att uppnå |
| 2. Handling: | <i>Hur målet uppnås?</i> | handlingar som leder till målet |
| 3. Motiv: | <i>Varför målet ska uppnås?</i> | vilja att uppnå målet |
| 4. Goal cue: | <i>Finns ledtråd till målet?</i> | beskrivning av det möjliga målet |
| 5. Action cue: | <i>Finns ledtråd till handlingen?</i> | beskrivning av den möjliga handlingen |
| 6. Affordance: | <i>Hur handlingen kan utföras?</i> | möjlighet att utföra handlingen |

Åter till exemplet med stoppknappen på bussen. Först måste det finnas ett mål som är relevant för användaren. I det här fallet är det att få bussen att stanna vid nästa hållplats. Om målet inte är relevant för användaren kommer ingen interaktion att ske. Sedan måste det finnas en handling som leder till målet - att meddela föraren om att stopp önskas vid nästa hållplats. Tredje delen är att användaren måste ha en vilja att nå målet och/eller att utföra handlingen. Även om målet kan vara relevant så behöver inte användaren alltid vilja nå det. I bussen så får

användaren ingen vilja att utföra handlingen förrän hon/han vill stiga av bussen. Nästa steg är att användaren måste förstå att knappen har med målet att göra och slutligen behöver användaren förstå hur handlingen ska utföras. Utan den förståelsen blir inte någon interaktion genomförd. Slutligen behöver det finnas affordance för handlingen, alltså att användaren fysiskt och/eller mentalt kan utföra handlingen. När inte användaren knappen eller att den är för hård att trycka in så blir det ingen interaktion, även om alla de andra delarna är uppfyllda.

Problem i handling

Det går att från modellen härleda ett antal problem som kan uppkomma. Problem som kan leda till att målet inte uppnås eller att fel handling blir utförd:

- **Irrelevant mål:** användaren har ingen anledning att utföra handlingen
- **Omöjlig handling:** finns ingen möjlig handling som leder till målet
- **Ingen affordance:** användaren kan inte utföra handlingen
- **Felaktigt affordance:** användaren kan utföra en icke avsedd handling
- **Ingen goal cue:** artefakten visar inte vilka mål som kan uppnås med handlingen
- **Felaktig goal cue:** artefakten visar att felaktiga mål kan uppnås med handlingen
- **Motstridiga cues:** artefakten är inte samstämmig i sin kommunikation
- **Ingen action cue:** artefakten inbjuder inte till handlingen
- **Felaktig action cue:** artefakten inbjuder till en icke avsedd handling
- **Fel typ på cues:** ledtråden har inte passande typ: perceptuell eller kognitiv

Listan över problem kan användas för att förklara varför interaktionen inte fungerar i ett specifikt fall, exempelvis för att förklara användares beteende i test eller i fält. Problem är följaktligen de aspekter som behöver beaktas och övervinnas i en designprocess.

Designriktlinjer utifrån ekologiskt synsätt

Det går att skapa generella designriktlinjer för interaktionen utifrån modellen för ekologisk interaktion och de identifierade potentiella problemen..

- **Meningsfull handling och mål:** handlingen ska vara meningsfull för användaren
- **Existerande action cue:** artefakten ska inbjuda till rätt handling
- **Existerande goal cue:** artefakten ska visa målet med handlingen
- **Existerande affordance:** användaren ska kunna utföra handlingen
- **Undvik oönskad affordance:** användaren ska inte kunna utföra en felaktig handling
- **Undvik felaktig action cue:** artefakten ska inte inbjuda till felaktig handling
- **Undvik felaktig goal cue:** artefakten visar på icke existerande mål

De här generella riktlinjerna kan sedan anpassas till mer specifika riktlinjer i det aktuella utvecklingsprojektet.

Utvärderingsheuristika utifrån ekologisk synsätt

Det går också att ta fram frågor för utvärdering av interaktionen baserade på det ekologiska synsättet. Frågorna kan sedan användas i en heuristisk utvärdering, se sidan 91.

1. Är målet relevant för användaren?
2. Har användaren motiv och motivation att nå målet?
3. Kommer användaren att förstå att handlingen leder till målet?
4. Kommer användaren att förstå hur handlingen ska utföras?
5. Kommer användaren att kunna utföra handlingen som leder till målet?

Det ekologiska synsättet ger alltså ett tydligt och enkelt ramverk för interaktionen, som både innehåller mentala processer på hög nivå, såsom motiv och motivation, och processer på lägre nivå, såsom igenkänning av symboler. Synsättet innehåller även aspekter relaterade till människan som fysisk varelse, såsom styrka och antropometri, vilket gör att alla delar av ergonomin går att gemensamt få in i samma modell.

21.4 Kvaliteten på interaktionen

Kapitlet har beskrivit interaktionen mellan människan och maskinen ur några perspektiv, men ett som inte har berörts är vad god kvalitet i interaktionen egentligen är. Nedan listas fyra faktorer för att beskriva hur väl interaktionen sker. De är en vidareutveckling från ISO 9241-11 (1998).

- **Måluppfyllnad:** Kommer människan att kunna utföra interaktionen med maskinen? Är maskinen fysiskt och kognitivt anpassad efter människan?
- **Effektivitet:** Sker interaktionen på ett resursmässigt sätt i förhållande till tid, steg i interaktionen, fysisk och mental arbetsbelastning?
- **Säkerhet:** Sker interaktionen utan att människor, maskiner, miljö eller samhälle utsätts för fara (fysisk, psykisk social eller ekonomisk)?
- **Tillfredsställelse:** Är människan nöjd och har fått en positiv upplevelse, utan diskomfort och på en lagom stressnivå, före, under och efter interaktionen?

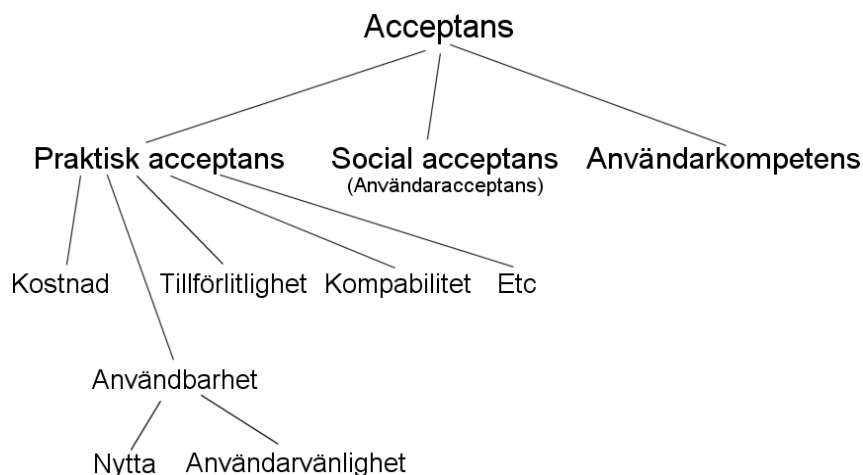
Kvaliteten på interaktionen kommer att betecknas med termen **användarvänlighet** och kommer att beröras mer utförligt i nästa kapitel.

22 Användbarhet

Begrepp som också är centrala för utvecklingsarbetet är användbarhet samt användarvänlighet och nytta. Kapitlet innehåller också en genomgång huruvida det engelska ordet usability bör översättas med användarvänlighet eller användbarhet.

22.1 Användarvänlighet och nytta

För att en maskin ska bli bra och fungera i sitt system, måste den accepteras av övriga delar i systemet. Figur 22.1 beskriver en modell som visar vad denna acceptans av maskinen beror på. Modellen visar att acceptansen är en kombination av praktisk acceptans, användaracceptans och användarkompetens. Social acceptans (användaracceptans) innebär att användaren känner sig motiverad att använda maskinen och användarkompetens innebär att användaren har nödvändiga kunskaper för att kunna utnyttja maskinen. Detta visar att om användarna inte vill eller kan använda maskinen, så kommer den inte att bli använd även om den praktiska acceptansen är hög. Modellen visar det statistiska förhållandet, men under användning kommer användarkompetensen att ändras och i sin tur påverka den sociala acceptansen. Under användningen kommer också nyttan och användarvänligheten att påverka den sociala acceptansen. Social acceptans är nära kopplad till användarupplevelsen (avsnitt 22.2).



Figur 22.1 Maskinacceptans anpassad från Nielsen (1993)

Den praktiska acceptansen beror i sin tur på aspekter som kostnad, kompabilitet, tillförlitlighet, användbarhet och andra faktorer, vilka alla måste uppnå en viss nivå för att en maskin ska bli accepterad. **Användbarhet**^ö är ett mått på hur bra ett människa-maskinsystem som helhet kan uppnå sina avsedda systemmål. Användbarhet kan delas upp i två delar: nytta och användarvänlighet (Grudin, 1992; Nielsen, 1993).

- **Nytta** (Utility): Den är ett mått på förmågan hos maskinen att utföra de uppgifter som krävs för att uppnå systemmålet. För att uppnå rätt nytta måste maskinen innehålla erforderlig och ändamålsenlig funktionalitet.
- **Användarvänlighet**^{aa} (Usability): Den är ett mått på hur bra maskinen hjälper en användare att utföra den för maskinen avsedda uppgiften. Användarvänlighet är alltså ett mått på kvaliteten på interaktionen. I boken kommer både fysisk och kognitiv ergonomi att ses som aspekter som påverkar användarvänligheten.

För en handhållen bormaskin är alltså nyttan ett mått på hur bra maskinen är på att göra hål, medan användarvänligheten är ett mått på hur bra användaren kan hantera bormaskinen för

^ö ISO 9241-11:1998 definierar användbarhet som "The effectiveness, efficiency, and satisfaction with which specified users achieve specified goals in particular environments".

^{aa} Donald Norman (2004) beskriver användarvänlighet/usability som "Usability describes the ease with which the user of the product can understand how it works and how to get it to perform".

att göra hålen. För att få en användbar bormaskin måste alltså både nyttan och användarvänligheten finnas samtidigt. Saknas någon av dem blir inga hål gjorda. Nyttan är dock ofta överordnad användarvänligheten, för om det inte finns tillräcklig funktionalitet kan aldrig de avsedda systemmålen uppnås, hur användarvänlig maskinen än är. Dock kan bristande användarvänlighet också bidra till att systemmålen inte uppnås på grund av felfrekvens och tidsåtgång.

En tredje faktor som också behöver beröras, speciellt när det gäller användargränssnitt, är **estetik**. Estetik är ett mått på förmågan hos maskinen att väcka positiva känslor genom direkta sinnesintryck^{bb}. Ett kompletterande sätt att skildra de faktorer som bidrar till framgången i samspelet mellan människan och maskinen visas i figur 22.2. Där vilar samspelet på tre delar som påverkar interaktionen med människan (via användargränssnittet): funktionalitet, användarvänlighet och estetik. I den här beskrivningen har nyttan ersatts med funktionalitet, för att göra beskrivningen mer konkret. Alla tre delarna är inte inneboende egenskaper hos maskinen, utan uppkommer i maskinens relation till användaren, uppgiften och omgivningen.



Figur 22.2 Funktionalitet, användarvänlighet och estetik

De tre benen har sinsemellan olika egenskaper, där funktionaliteten är mest konkret och beständig, medan användarvänligheten är mest abstrakt och beroende av det omgivande systemet. För att nå framgång i interaktionen eftersträvas att de tre delarna har så hög kvalitet som möjligt, men delarna är inte oberoende utan de påverkar varandra både negativt och positivt. Till exempel påverkar förändring av funktionalitet ofta användarvänligheten, medan en förändring för att göra maskinen mer användarvänlig kan påverka estetiken. Intressant nog visar vissa studier på att användare gör färre fel med maskiner som är estetiskt tilltalande (Norman, 2004). Delarna går alltså in i varandra, då de alla är relaterade till utformningen av maskinen, men hur de påverkar varandra varierar från maskin till maskin.

Det är därför viktigt att under en utvecklingsprocess undvika att de tre benen suboptimeras, vilket ofta leder till att de kommer i konflikt med varandra. Arbetet skall istället fokusera på hur de stödjer varandra och fungerar som helhet. Om en rangordning mellan de tre delarna är nödvändig, görs denna utifrån vad som är viktigast för att uppnå de avsedda systemmålen.

En maskin kan varken ha inbyggd nytta, estetik eller användarvänlighet, utan de uppkommer i relationen till de övriga delarna i människa-maskinsystemet. Nyttan är relaterad till uppgiften och den fysiska omgivningen, medan estetiken är relaterad till hela omgivningen (fysisk och psykosocial) och människan. Användarvänligheten i sin tur beror på relationen till alla delarna i människa-maskinsystemet. Användarvänlighet är alltså en egenskap som uppkommer i interaktionen och om den är bristande, beror det på en mismatch mellan maskinen och de övriga systemdelarna. Det senare kommer att beröras i kommande del av boken.

^{bb} Från Paul Hekkert (2006) Design Aesthetics: Principles of Pleasure in Design som skriver "...I would propose to restrict the term aesthetic to the pleasure attained from sensory perception...".

22.2 Användarupplevelse

Begreppet **användarupplevelse** (user experience) är den subjektiva dimensionen av användningen. ISO definierar det som: "*en persons uppfattningar och reaktioner utifrån användning eller förväntade användning av en produkt, system eller tjänst*"^{cc}. Användarupplevelse är av subjektiv karaktär och handlar om vad en användare tycker om och känner för en maskin. Den baseras på upplevelsen av nyttan, estetiken och användarvänligheten hos maskinen, men påverkas starkt även av erfarenheter, ägandeskap, känslor, preferenser, mode och värderingar hos användaren. Faktorer som relaterar till användarupplevelsen kan delas in i tre kategorier: användarens tillstånd, maskinens egenskaper samt sammanhang och situation för användningen. Speciellt social kontext kan i vissa fall ha stark inverkan på användarupplevelsen. Vidare är användarupplevelsen dynamisk, då den förändras över tid och med ändrade omständigheter.

Många av de faktorer som påverkar användarupplevelsen går inte direkt att påverka under en utvecklingsprocess, men deras inverkan måste ändå beaktas. Användarupplevelsen påverkar om användaren kommer att använda maskinen över huvudtaget och upplevelsen behöver minst vara så bra att tillbörlig användaracceptans uppnås. Användaren ska ju vilja använda maskinen och inte försöka undvika den. Viktigt är därför att under en utvecklingsprocess studera och lära känna både användarna och den kontext där maskinen ska användas för att förstå och kartlägga de faktorer som påverkar användarupplevelsen. Efter det går det att avgöra vilka faktorer som går att påverka via utformningen och hur maskinen sedan ska utformas för att uppnå en god användarupplevelse.

^{cc} Författarens översättning. Originaltext ISO 9241-210 "*... a person's perceptions and responses that result from the use or anticipated use of a product, system or service*".

22.3 Usability – användarvänlighet eller användbarhet?

Termer som ofta används i samband med interaktion människa-maskin är usability, användarvänlighet och användbarhet. Kapitlet fortsätter med att redogöra för olika definitioner av termen usability, för att sedan diskutera hur den ska översättas till svenska. Avslutningsvis redovisas författarens och den i boken använda definitionen av användarvänlighet respektive användbarhet.

Usability

I den engelska litteraturen är "usability" en central term för att beskriva kvaliteten i interaktionen mellan människan och maskinen. Usability har i litteraturen beskrivits och definierats på lite olika sätt. Fyra vanliga definitioner kommer från Nielsen, ISO, Jordan och Norman.

Nielsen

Jakob Nielsen (1993) beskriver att usability består av fem komponenter:

- **Learnability:** The system should be easy to learn, so that the user can rapidly start getting some work done with the system.
- **Efficiency:** The system should be efficient to use, so that once the user has learned the system, a high level of productivity is possible.
- **Memorability:** The system should be easy to remember, so that the casual user is able to return to the system after some period of not having used it, without having to learn everything all over again.
- **Errors:** The system should have a low user error rate, so that users make few errors during the use of the system, and so that if they do make errors they can easily recover from them. Further, catastrophic errors must not occur.
- **Satisfaction:** The system should be pleasant to use, so that users are subjectively satisfied when using it; they like it.

ISO

I standarden ISO 9241-11:1998 (ISO, 1998) definieras usability som "*The effectiveness, efficiency, and satisfaction with which specified users achieve specified goals in particular environments*". Komponenterna är beskrivna enligt:

- **Effectiveness:** The accuracy and completeness with which specified users can achieve specified goals in particular environments.
- **Efficiency:** The resources expended in relation to the accuracy and completeness of goals achieved.
- **Satisfaction:** The comfort and the acceptability of the work system to its users and other people affected by its use.

Jordan

Patrick Jordan (1998) delar in usability i fem komponenter:

- **Guessability:** The effectiveness, efficiency and satisfaction with which specified users can complete specified tasks with a particular product for the first time.
- **Learnability:** The effectiveness, efficiency and satisfaction with which specified users can achieve a competent level of performance on specified tasks with a product, having already completed those tasks once previously.
- **Experienced user performance:** The effectiveness, efficiency and satisfaction with which specified experienced users can achieve specified tasks with a particular product.
- **System potential:** The optimum level of effectiveness, efficiency and satisfaction with which it would be possible to complete specified tasks with a product.
- **Re-usability:** The effectiveness, efficiency and satisfaction with which specified users can complete specified tasks with a particular product after a comparatively long period away from these tasks.

Norman

Donald Norman (2004, s 37) beskriver usability som "*Usability describes the ease with which the user of the product can understand how it works and how to get it to perform*".

Skillnader

Förutom detaljerna finns det en grundläggande skillnad som delar definitionerna och det är om relevansen av en uppgift ska ingå som en del av usability eller ej. Skillnaden är alltså om usability ska beskriva om uppgiften är nyttig eller ändamålsenlig för användaren. Bland de fyra definitionerna här, inkluderas ändamålsenligheten/nyttan i definitionerna från ISO och Jordan, medan den exkluderas i definitionerna från Nielsen och Norman. Nielsen är mycket tydlig på denna punkt, då han bygger sitt resonemang från Grundin. Enligt Grundin (1992) är usefulness ett mått på hur bra ett tekniskt system kan åstadkomma ett önskat mål. Usefulness kan sedan brytas ner i två delar: utility och usability. Utility berör om funktionaliteten hos det tekniska systemet kan utföra det som krävs, medan usability berör hur bra användaren kan använda den funktionaliteten. Usefulness enligt Grundin och Nielsen är i stort samma som usability enligt ISO och Jordan. Även Norman (Norman, 2002, s xiii) gör en skillnad på nytta och usability då han skriver "... *all great designs have an appropriate balance and harmony of aesthetic beauty, reliability and safety, usability, cost, and functionality*".

Det finns alltså i den engelska litteraturen två huvudsätt att definiera usability och den stora skillnaden är om nytta/ändamålsenlighet är en del av usability. De två tolkningarna av usability innebär att termen inte är entydig, utan tydligt måste definieras då den används.

Svensk översättning

Usability är ett engelskt ord och hur det ska översättas till svenska är inte helt entydigt. Två ord som ofta används vid översättningen är användarvänlighet och användbarhet, men de orden har olika ursprunglig betydelse. National Encyklopedins definition på användbar är "*som man har god nytta av*" och sett till samspelet mellan människan och maskinen, så behöver en maskin vara nyttig för människan för att vara användbar. Användarvänlighet innebär att något ska vara vänligt mot användaren. En maskin som hjälper användaren att göra rätt och förhindrar att gör fel, kan betraktas som vänlig mot människan. Men bara för att något är vänligt så behöver det inte vara nyttigt.

Den stora skillnaden i ursprunglig betydelse för användbarhet och användarvänlighet är alltså att nyttan inkluderas i användbarheten, men att den inte gör det i användarvänligheten. Så vilken är den mest passade översättningen av usability? Vid beaktande av att det finns två huvudsätt att definiera usability inom engelsk litteratur, så anser jag att användbarhet passar som en bra översättning för usability enligt ISO och Jordan, medan användarvänlighet passar bättre för Nielsen och Norman. Alltså, inkluderas nytta/ändamålsenlighet i usability så passar användbarhet som översättning, men exkluderas nytta/ändamålsenlighet i usability så passar användarvänlighet.

Följaktligen så är inte användarvänlighet och användbarhet samma sak, utan användbarhet är en mer övergripande och komplex egenskap än användarvänlighet. Men vilken av termerna ska användas? Jag anser att båda ska användas för att de behövs - för fokus på användbarhet som icke komplex egenskap ger en begränsning. Jag har i mitt arbete kommit i kontakt med medicinteknisk utrustning som av alla användare bedömdes ha god användbarhet.

Utrustningen kunde hanteras av personalen och den hjälpte patienterna att bli friskare med ökad livskvalitet. Men när jag utvärderade utrustningen utifrån hur användargränssnitt ska vara utformade för att vara anpassade för en människa, fanns det stora defekter i designen. Men hur kan en maskin som har ett fullständigt värdelöst användargränssnitt ha mycket hög användbarhet?

Förklaringen blir tydlig om Grundins och Nielsens uppdelning i usefulness, usability och utility appliceras, dvs att användbarhet (usefulness) består av de två komponenterna användarvänlighet (usability) och nytta (utility). Utrustningen hade väldigt dålig användarvänlighet (användargränssnitt), medan nyttan (medicinsk behandling) var så extremt hög att det ändå sammantaget blev en god användbarhet. Det går också att tänka det omvända och ha en maskin som är perfekt anpassad för användaren (hög användarvänlighet), men inte innehåller någon som helst nytta för användaren, följaktligen har maskinen ingen användbarhet.

Det finns också andra översättningar och Gulliksen och Göransson (2002) översätter till exempel Nielsens modell med: usefulness = nytta, usability = användbarhet och utility = funktion - alltså det omvända. Men Gulliksen och Göransson hävdar dock också i sitt huvudresonemang att nyttan är en viktig del av användbarheten, vilket stärker resonemanget här.

Uppdelningen i användbarhet, användarvänlighet och nytta har också den fördelen att beskrivningen passar bra ihop med människa-maskinsystemet (figur 20.2, sidan 205). Användbarhet är egenskapen på hur bra människan och maskinen tillsammans kan utföra uppgifterna för att nå systemmålen. Nyttan är då egenskapen på hur bra maskinen är på att utföra uppgiften, medan användarvänlighet är egenskapen på hur bra maskinen är på att samspela med människan.

Jag ser uppdelningen av användbarhet i nytta och användarvänlighet som en grund för att kunna arbeta effektivt med utformningen av maskiner. Det är ofta enklare om arbetet med vilken funktionalitet som ska finnas i maskinen i viss mån separeras från arbetet med hur man gör funktionaliteten tillgänglig för användaren. En struktur för det är tydligt beskriven i ACD³-processen.

Författarens och den i boken använda definitionen

För att få en bra, samstämmig och konsekvent terminologi i ACD³-processen har jag valt att göra egna enkla definitioner av termerna.

- **Användbarhet** (*Usefulness*): Är ett mått på hur bra ett människa-maskinsystem som helhet kan uppnå avsedda systemmål. Huvudkomponenterna för användbarhet är användarvänlighet och nytta.
- **Användarvänlighet** (*Usability*): Är ett mått på hur bra maskinen hjälper en användare att utföra den för maskinen avsedda uppgiften. Användarvänlighet är alltså ett mått på kvaliteten på interaktionen mellan människan och maskinen.
- **Nytta** (*Utility*): Är ett mått på förmågan hos maskinen att utföra de uppgifter som krävs för att uppnå systemmålen. För att uppnå rätt nytta måste maskinen innehålla erforderlig och ändamålsenlig funktionalitet.

23 Fel och risker

Teorin i de tidigare kapitlen utgick i stor utsträckning ifrån att samspelet mellan människan och maskinen går rätt till och hur det ska beskrivas. Men ibland går det fel i samspelet och allvarliga konsekvenser kan då inträffa för användaren eller för andra delar i systemet, vilket det här kapitlet kommer att fokusera på.

23.1 Användningsfel och användarvänlighetsproblem

Interaktionen mellan människan och maskinen går inte alltid problemfritt och det kan vara ett långt avstånd mellan människan och maskinen i systemets cykliska samspel. Två orsaker till detta kan beskrivas med hjälp av två avgrunder (svårigheter), *utförandets avgrund* och *utvärderandets avgrund* (Norman, 2002).

Utförandets avgrund är svårigheten för en användare att översätta ett mentalt mål till en fysisk handling. Användaren vet vad hon/han vill göra, men inte hur hon/han ska göra det.

- Vad kan jag göra och vad händer om jag gör något?
- Vad finns det för möjliga handlingar som kan utföras i användargränssnittet?
- Medför mina handlingar att jag kommer närmare målet?

Utvärderandets avgrund är svårigheten för en användare att utvärdera om maskinens svar överensstämmer med det önskade målet. Användaren ser, hör eller känner något, men vet inte vad.

- Är det som visas i användargränssnittet begripligt?
- Ger användargränssnittet en bra bild av maskinens status?
- Stämmer informationen som visas i användargränssnittet överens med verkligheten?

De två avgrunderna kan leda till att operatören utför icke korrekta handlingar vid interaktionen med maskinen, vilket medför att **användningsfel** (use error) uppkommer. Ett användningsfel definieras som "*en handling eller utelämnande av en handling som har ett annat resultat än avsett av tillverkaren eller förväntat av användaren*"^{dd} (IEC, 2004), dvs något går fel i användningen, i samspelet mellan människan och maskinen. Viktigt att beakta vid arbete med användningsfel är alltså inte den enskilde användarens fel, utan ett fel som uppkommer inom människa-maskinsystemet^{ee}. Användningsfel kan vara resultatet av en mismatch mellan de olika delarna i systemet såsom användaren, utrustningen, uppgiften och omgivningen (FDA, 1999).

Tabell 23.1 Relation mellan fel och upptäckt av fel under användning

	Användaren gör rätt	Användaren gör fel
Användaren tror att hon/han gjort rätt	Riktig användning	Felaktig användning
Användaren tror att hon/han gjort fel	Missad användning	Stoppad användning

Betydelsefullt när det gäller användningsfel är också förhållandet mellan vad användaren gör och vad användaren tror att hon/han har gjort (tabell 23.1). Blir interaktionen som avsedd så gör användaren rätt och hon/han tror sig ha gjort rätt, men om det uppkommer ett användningsfel kan användaren antingen upptäcka det eller ej. I det fallet när användaren upptäcker felet har hon/han möjlighet att rätta till det, men om användaren inte upptäcker felet leder det till att människan och maskinen har olika uppfattningar om vad som gäller. Det här tillståndet är det allvarligaste, då användaren inte har kontroll längre och det kan uppkomma

^{dd} Originaltext är "*act or omission of an act that has a different result than intended by the manufacturer or expected by the operator*".

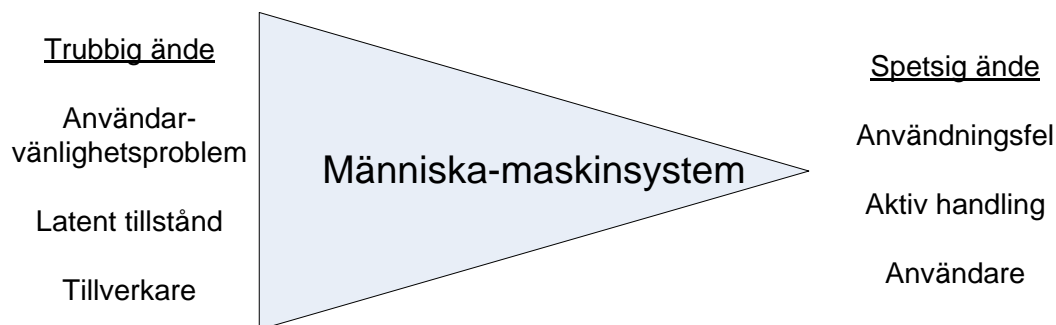
^{ee} Forskningen har kommit till slutsatsen att det är förmågan hos människan som gör att vi kan lösa problem och fatta beslut baserade på ofullständig data, vilket medför att vi ibland gör fel. Utan den förmågan skulle inte människan kunna ägna sig åt problemlösning och beslutsfattande. Då de egenskaperna är inneboende och naturliga hos människan, måste tekniken alltså utformas för att kunna hantera detta faktum.

farliga situationer i användningen. Det motsatta kan också uppkomma, då användaren gör rätt men tror sig ha gjort fel, vilket leder till att användningen förhindras då användaren inte kommer vidare (och i värsta fall kan göra fel i sitt sökande).

Orsaken till att det finns en mismatch mellan vad användaren gör och tror sig göra kallas **användarvänlighetsproblem** (usability problem). Ett användarvänlighetsproblem är en faktor eller en egenskap i människa-maskinsystemet som minskar maskinens användarvänlighet. Nielsen (1993) beskriver användarvänlighetsproblem som någon aspekt hos utformningen av en maskin som är förväntad eller observerad att orsaka problem för användaren i relation till användarvänlighet^{ff}. Ett användarvänlighetsproblem hos maskinen kan i sin tur leda till att användaren inte når sitt mål, att användningen blir ineffektiv och/eller att användaren blir missnöjd med användningen. Speciellt viktigt är de problem vilka kan ge upphov till användningsfel.

De negativa effekterna av bristande användarvänlighet kan sammanfattas i fyra punkter:

- Användaren tillbringar för mycket tid i interaktionen med maskinen, vilket medför mindre tid för andra uppgifter.
- Användaren hanterar maskinen på ett felaktigt sätt, vilket kan leda till skada på personer, material och miljö.
- Användaren blir stressad och osäker, vilket minskar förmågan att lösa andra uppgifter.
- Användaren kan inte utnyttja teknikens alla fördelar, vilket gör att nyttan hos maskinen inte kommer till godo.



Figur 23.1 Modellen för spetsig och trubbig ände. Anpassad från Woods and Cook (1999)

Förhållandet mellan användningsfel och användarvänlighetsproblem kan beskrivas med termerna spetsig ände och trubbig ände (figur 23.1). Denna modell, som främst används i samband med risker i komplexare system (Woods och Cook, 1999), visar att den spetsiga änden av ett system är den del som direkt interagerar med faran, medan den trubbiga änden är den del som styr och reglerar systemet utan direkt interaktion med faran. I ett människa-maskinsystem befinner sig användare i den spetsiga änden, medan tillverkare befinner sig i den trubbiga änden.

Ett användarvänlighetsproblem är alltså en latent liggande svaghet i systemet med människa, maskin, omgivning och uppgift och som under vissa omständigheter ger upphov till användningsfel. Felet är alltså något som uppkommer vid den spetsiga änden, medan problemet har sitt ursprung vid den trubbiga änden, dvs i utformningen av maskinen. Ett användningsfel behöver dock inte alltid orsakas av ett användarvänlighetsproblem, lika väl som alla problem inte behöver orsaka fel.

Det är alltså de latent liggande egenskaperna (styrkor och svagheter) som avgör kvaliteten på interaktionen. Finns det användarvänlighetsproblem påverkar det om användaren kan nå målet, göra det på ett effektivt och säker sätt samt vara nöjd under och efter interaktionen.

^{ff} "Originaltext är "... a usability problem as any aspect of the design that is expected, or observed, to cause user problems with respect to some relevant usability measure (e.g. learnability, performance, error rate, subjective satisfaction) and that can be attributed to the design of the device".

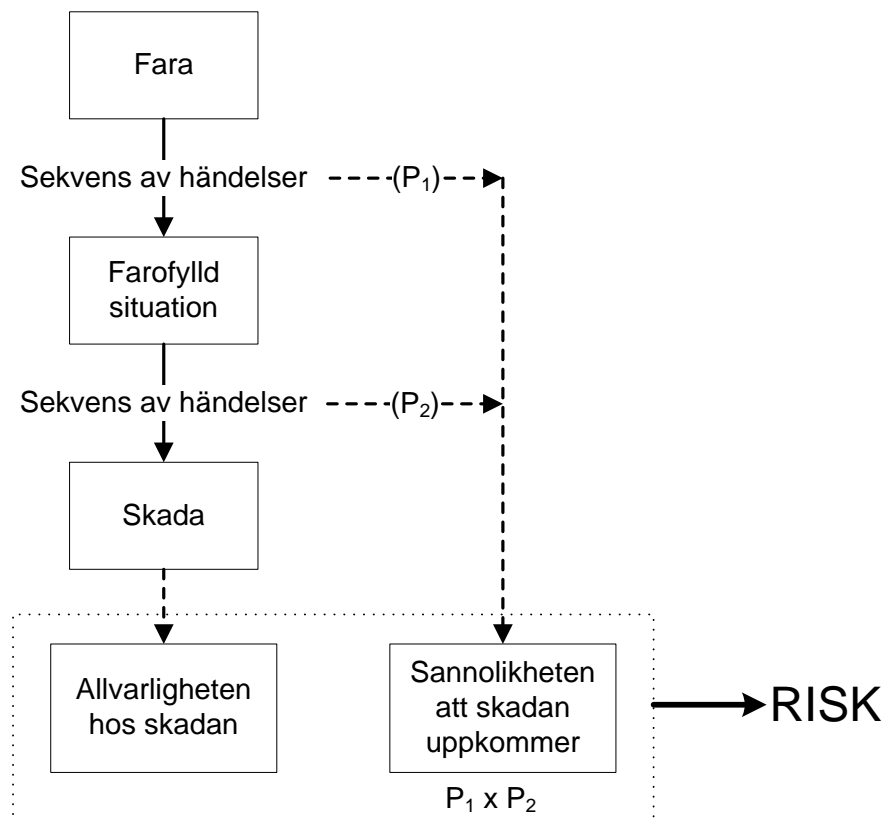
23.2 Olycka, fara, risk och säkerhet

När man hör ord som olycka, fara, risk och säkerhet är de ofta relaterade till fysisk skada på människor eller omgivning. Termerna är dock också användbara vid händelser som inte är skadliga på detta sätt. En **olycka** eller oönskad händelse är en oväntad händelse med oönskat resultat, tabell 23.2. Ordet oväntad betyder emellertid här inte oförutsägbar, då många olyckor eller oönskade händelser går att förutse.

Tabell 23.2 Beskrivning av olycka eller oönskad händelse (från Hollnagel (2004))

	Oönskat resultat	Önskat resultat
Oväntad händelse	Olycka eller oönskad händelse	Tur
Väntad händelse	Otur	Måluppfyllnad

En olycka eller oönskad händelse innebär att en **fara** släpps lös och att en **farofylld situation** uppstår. En fara kan vara något fysiskt, som ett giftigt material, eller något abstrakt, som ett SMS till fel person. Gemensamt är att en fara kan ge upphov till någon form av skada på någon eller något och att en fara mer eller mindre alltid finns närvarande. Så länge det giftiga materialet finns kvar, kvarstår faran och på samma sätt finns det alltid en fara när någon skriver ett SMS, faran att det hamnar hos fel person.



Figur 23.2 Fara, skada och sannolikhet i riskmodellen

Relationen mellan faran och dess potentiella skada beskrivs med termen **risk**. Risk är ett komplext begrepp och brukar definieras som: "...en kombination för sannolikheten att skada inträffar och allvarligheten hos den skadan"⁸⁸ (ISO, 2000). Figur 23.2 visar en modell över relationerna kring riskbegreppet.

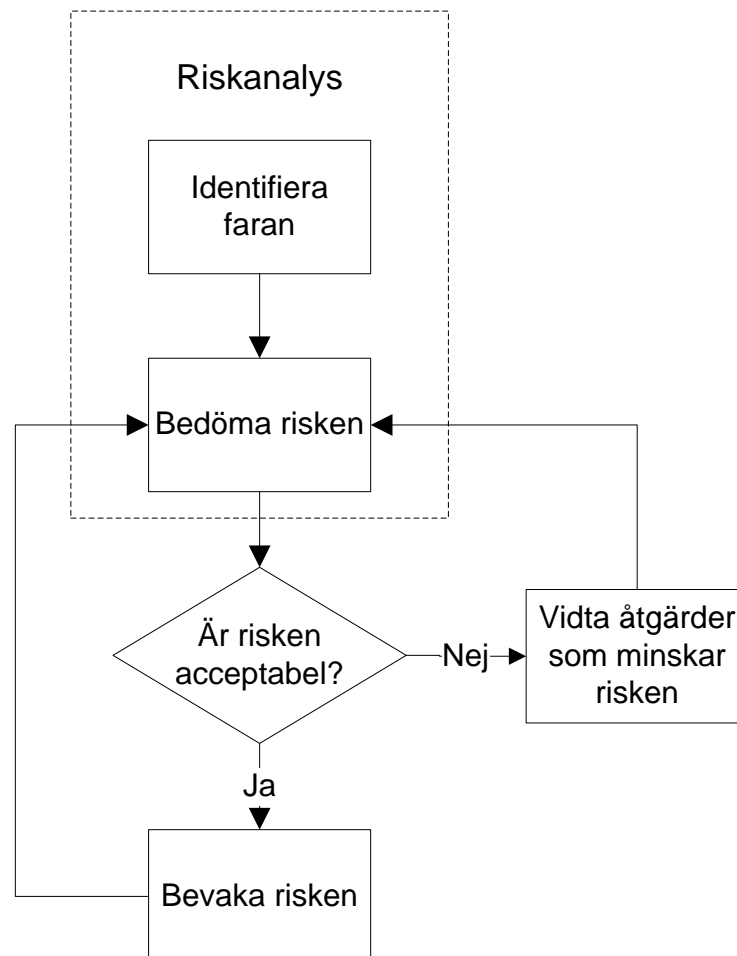
⁸⁸ Originaltext är "...combination of the probability of occurrence of harm and the severity of that harm".

Det finns alltså inneboende faror i maskinen. Via en sekvens av händelser, med en viss sannolikhet, släpps faran lös och den farofyllda situationen uppstår, till exempel att det giftiga materialet kommer ut eller att SMS:et hamnar hos fel person. Det finns sedan också en sannolikhet att den farofyllda situationen verkligen, via en sekvens av händelser, leder till en skada. Exempelvis kan det vara så att någon människa tar skada av det giftiga utsläppet eller att SMS:et som kom fel, leder till något mer än förvåning hos mottagaren.

Motsatsen till risk är **säkerhet** och ISO 14971 (2000) definierar säkerhet som "*frihet från oacceptabel risk*"^{hh}. Säkerhet bestäms alltså utifrån den risknivå som är accepterad i det specifika människa-maskinsystemet och den måste bestämmas för att termen säkerhet ska få någon mening. Att något betraktas som säkert är alltså ett ytterst relativt mått.

Det övergripande arbetet med att reducera och kontrollera risker som genomförs med olika system brukar benämnas riskhantering. Systemen i fråga kan vara rent tekniska system, människa-maskinsystem eller rent mänskliga system, både konkreta och abstrakta.

En generell riskhanteringsprocess består av fyra huvudsakliga aktiviteter: (1) identifiering av faran, (2) bedömning av risken, (3) motverkande av risk och (4) bevakande av risk (figur 23.3). Det första steget är att identifiera de faror i systemet som ger upphov till risker. Efter detta utförs en bedömning av risken som faran orsakar. Är risken oacceptabel vidtas åtgärder för att reducera den identifierade risken. Sedan övervakas den kvarvarande risken i systemet och vid behov görs en ny bedömning av risken och åtgärder vidtas.



Figur 23.3 Generell process för riskhantering innehållande riskanalys.
Anpassad från Stricoff (1996) och ISO (2000).

^{hh} Originaltext är "*freedom from unacceptable risk*".

En central del av riskhanteringen är riskanalysen, vilken vanligtvis definieras som arbetet med att hitta och bedöma risker i ett system. "*Systematisk användning av tillgänglig information för att identifiera faror och bedöma risker*"ⁱⁱ (ISO, 2000). Det väsentliga för riskanalysen är därmed att identifiera de farofyllda situationerna/händelserna, analysera deras orsak, undersöka vilka konsekvenser händelserna kan få och vilken sannolikheten är att händelserna inträffar. Utifrån detta görs sedan en bedömning av risken för att avgöra om det behöver vidtas några riskreducerande åtgärder eller ej. De två stegen i figur 23.3 som utgör riskanalys är identifikation av faror och bedömning av risk.

Riskanalys är en naturlig aktivitet i varje del av en utvecklingsprocess, men omfattningen är starkt beroende av vilken maskin processen syftar till att ta fram. Riskhantering med riskanalys är aktiviteter som bör pågå kontinuerligt under en maskins liv, men det som kommer att tas upp handlar om det riskarbete som utförs under utvecklingen av maskinen. Målet med riskhanteringen under en utvecklingsprocess är att reducera riskerna till acceptabla nivåer. Vad som är acceptabel nivå är individuellt för varje typ av maskin och nivån måste bestämmas av projektledningen. För att minska risken och öka säkerheten kan olika åtgärder vidtas. De kan beskrivas utifrån en hierarki med effektivare åtgärder ju högre upp man kommer, efter Hale och Glendon (1987):

- **Steg 1:** eliminera faran
- **Steg 2:** skapa barriärer
- **Steg 3:** mildra konsekvenserna av faran
- **Steg 4:** utbilda användarna att förebygga eller undvika faran

HFE-aktiviteter relaterat till risk är främst riskanalys av användandet, vilken är en central del för att uppnå övergripande säkerhet. Riskanalys av användande och även till viss del utvärdering av användarvänlighet (usability evaluation) har till mål att identifiera användningsfel och användarvänlighetsproblem, vilka kan leda till skada på människor, maskiner eller omgivning. Riskanalys av användandet kan vara separata aktiviteter eller ingå som en del i utvärderingar av användarvänlighet. HFE-aktiviteter relaterat till risk är också att ta fram och utvärdera riskreducerande åtgärder som är relaterade till användaren och användningen. Enkla exempel på detta kan vara dödmansgrepp eller nyckling. Dödmansgrepp innebär att det finns ett reglage som användaren aktivt måste hålla igång (om man släpper så stannar maskinen), medan nyckling innebär att något bara passar på rätt ställe. Nyckling används ofta för att undvika felkoppling av kontakter.

ⁱⁱ Originaltext är "*Systematic use of available information to identify hazards and to estimate the risk*".

24 Utformning av användargränssnitt

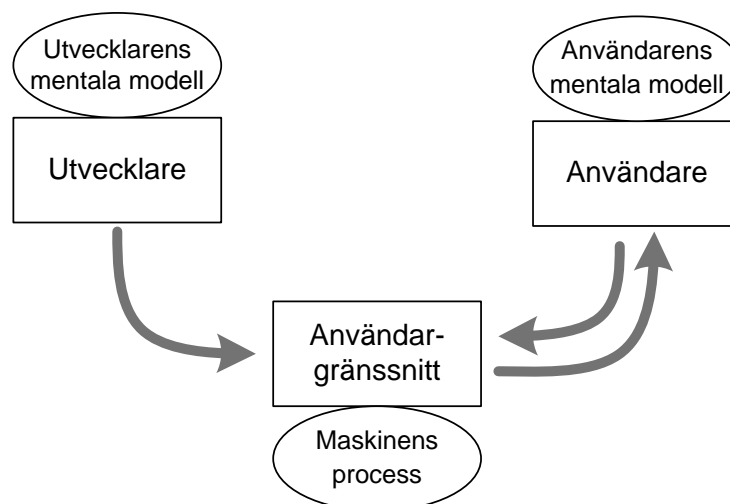
En viktig del i människa-maskinsystemet är användargränssnittet och i kapitlet beskrivs utformningen av användargränssnitt mer detaljerat. Innehållet fokuserar på det arbete som sker innan layout, färg och form bestäms på gränssnittet. Kapitlet tar upp grundläggande teori, dekomposition, abstraktion, designprocess, interaktionsbeskrivning och specifikation information/styrning.

24.1 Grundläggande teori

Användargränssnitt är det media genom vilket användaren interagerar med maskinen. Syftet med interaktionen är att användaren ska styra maskinen för att genomföra uppgifterna och uppnå systemmålen. De egenskaper som användargränssnittet behöver ha för att användaren ska kunna utföra uppgifterna kan delas in i två delar:

- Rätt styrningsmöjligheter och information för uppgiften (nytta)
- Att uppgiften går snabbt och enkelt att utföra (användarvänlighet)

Det skulle enkelt kunna sägas att innehållet bestämmer nyttan och att utseendet bestämmer användarvänligheten. Det är dock lite mer komplicerat än så, då användarvänligheten också beror på tidsåtgången och antalet steg som behövs för att lösa uppgiften. Ett exempel är betalterminaler för kort i affärer. De innehåller samma funktionalitet, men sekvensen och organisationen för utförandet är olika för olika terminaler, vilket gör att det finns en skillnad i hur effektiva och snabba de är att använda.



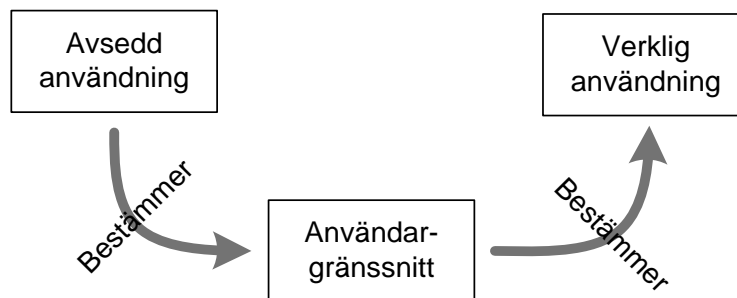
Figur 24.1 Relationen mellan utvecklarens och användarens mentala modeller, anpassad från Norman (2002)

Användarvänligheten beror även på relationen till användarens modell över hur maskinen fungerar (mental modell) (figur 24.1). Användaren tolkar alltid gränssnittet utifrån sin modell och om modellen är felaktig, kommer användaren att fatta fel beslut. Ett klassiskt exempel på detta är att höja termostaten till max för att snabbare få det varmt. Man tror då felaktigt att termostaten styr nivån av värmeförseln, medan den i verkligheten bara bestämmer vid vilken temperatur som värmeförseln ska stängas av. Användaren bygger sin modell på tidigare erfarenhet, men modellen byggs också upp och ändras i och med att användaren använder maskinen och blir mer van. *Problem* infinner sig om användaren utvecklar en felaktig mental modell av maskinen, då det kan ge upphov till ineffektiv användning och dessutom användningsfel.

Användargränssnittet och maskinens processer är utformade utifrån den mentala modell som utvecklaren har och svårigheten är att säkerställa att användaren också får samma mentala

modell för att på så sätt kunna använda maskinen effektivt och säkert. Användargränssnittet är det enda sättet för utvecklaren att kommunicera den mentala modellen till användaren (figur 24.1). Gränssnittet är emellertid alltid öppet för tolkning av användaren. Tolkningen gör användaren baserat på sina tidigare mentala modeller.

Under utvecklingen är det därför viktigt att undersöka vilka mentala modeller som användaren har och som kan påverka interaktionen. Utvecklaren kan då välja att följa användarens modeller, eller att aktivt försöka bryta dem och få användaren att forma nya mentala modeller. Det är alltid viktigt att användargränssnittet kommunicerar rätt konceptuell modell över maskinen, speciellt om det finns någon motsättning till de mentala modeller som användaren redan har. Det finns alltså en tydlig relation mellan avsedd användning, form och verklig användning (figur 24.2). Avsedd användning bestämmer form och form bestämmer verklig användning. Utvecklaren styr alltså användaren med formen på användargränssnittet.



Figur 24.2 Relation avsedd användning, form och verklig användning

Kvalitet på användningen, interaktionen med användargränssnittet, är densamma som för hela maskinen.

- **Måluppfyllnad:** Kommer människan att kunna utföra interaktionen med maskinen? Är maskinen fysiskt och kognitivt anpassad efter människan?
- **Effektivitet:** Sker interaktionen på ett resursmässigt sätt i förhållande till tid, steg i interaktionen, fysisk och mental arbetsbelastning?
- **Säkerhet:** Sker interaktionen utan att människor, maskiner, miljö eller samhälle utsätts för fara (fysisk, psykisk, social eller ekonomisk)?
- **Tillfredsställelse:** Är människan nöjd och har fått en positiv upplevelse, utan diskomfort och på en lagom stressnivå, före, under och efter interaktionen?

För att uppnå kvaliteterna behöver användaren via användargränssnittet styra maskinen för att utföra uppgiften. Nedan listas fyra centrala frågor att inledningsvis besvara under utformningen:

- Vilka styrningsmöjligheter behöver användaren ha för att kunna utföra uppgifterna?
- Med vilken precision behöver användaren styra?
- Vilken information behöver användaren ha för att kunna utföra uppgifterna?
- Med vilken precision behöver användaren få informationen?

Men det är inte bara styrningsmöjligheter och information som påverkar kvaliteten hos ett användargränssnitt, utan en viktig roll har även sekvensen som användaren interagerar med styrningen och informationen. Målet är att användaren ska kunna utföra uppgiften snabbt och med få steg i interaktionen.

Uppbyggnaden av ett användargränssnitt kan beskrivas utifrån två dimensioner: dekomposition och abstraktion. Dekompositionen behandlar strukturen och logiken för gränssnittet, medan abstraktionen behandlar det principiella sättet som interaktionen sker på.

24.2 Dekomposition användargränssnitt

Användargränssnittet på en maskin är den gränssyta som människan och maskinen kommunicerar information över. Ett användargränssnitt kan beskrivas i lager och komponenter. En första uppdelning görs mellan den delen på maskinen, panelen, som är speciellt gjord för att kommunicera med människan. Övriga delar av maskinen kan också ingå i användargränssnittet, även om de inte primärt är konstruerade för att kommunicera med människan. Exempel på detta är ljud och vibrationer, vilka orsakas av maskinprocessen. Panelen i sin tur är uppbyggd av styrdon och informationsdon.

Styrdon

Ett styrdon har som uppgift att förmedla information från människan till maskinen, dvs styra maskinen. Styrdon används även ibland för att överföra kraft från människan till maskinen. Centrala egenskaper för styrdon visas nedan och de behöver kravsättas under utformningen, för att rätt styrdon ska komma att designas. Egenskaperna har ingen inneboende motsättning, men det kan ofta vara svårt rent praktiskt att samtidigt optimera alla.

- **Snabbhet:** hur snabbt användaren ska kunna styra maskinen
- **Exakthet:** hur exakt användaren ska kunna styra maskinen
- **Känslighet:** hur känsligt styrningen ska reagera på användarens handlingar
- **Kraft:** hur mycket kraft användaren behöver för att styra maskinen

För att designa ett styrdon som motsvarar de ställda kraven finns ett antal designvariabler. En första designvariabel är karaktäristiken för informationsöverföringen, dvs hur inställningen ska ske. Den kan göras på tre olika sätt:

- **Binär:** två lägen, av eller på - exempel är strömbrytare eller tangentbord
- **Digital:** diskret inställning (stegvis) - exempel är en spisplatta med fasta steg
- **Analog:** kontinuerlig inställning (steglöst) - exempel är en klassisk vattenkran

Tabell 24.1 Exempel styrdon – centrala egenskaper och informationskaraktäristik

	Snabbhet	Exakthet	Känslighet	Kraft
Binär	Knapp datormus	Avtryckare	Rörelsedetektor	Växelomläggare ^{jj}
Digital	Stegreglage	Sifferinmatning	Datormus	Växelspak
Analog	Bromspedal	Pekskärm	Styrspak	Cykelpedal

Styrdonen är nästan alltid haptiska (tabell 24.1), men det finns även audiella (till exempel röststyrning) och visuella (till exempel geststyrning). De kommer inte att tas upp här. För de haptiska styrdonen finns designvariabler för den fysiska utformningen:

- storlek (höjd, bredd, djup)
- helhetsform
- grepp (finger, fingrar, hand, fot etc)
- aktiveringssätt (tryck, vridning, drag etc)

För den detaljerade utformningen av styrdonet gäller de generella riktlinjerna:

- **Åtkomlig:** användaren måste kunna nå och hantera styrdonet
- **Upptäckbar:** användaren måste kunna upptäcka styrdonet
- **Identifierbar:** användaren måste kunna särskilja styrdonet
- **Förståelig:** användaren måste förstå hur manöverdonet ska hanteras

^{jj} För järnväg

Informationsdon

Ett informationsdon har som uppgift att överföra information från maskinen till människan. Informationen kan sedan användas av människan på tre olika sätt:^{kk}

- **Övervaka:** Användaren avgör om maskinens process agerar som förväntat. Övervakning kan ibland ske automatiserat från användaren sida.
- **Besluta:** Användaren letar efter ledtrådar/regler för hur hon/han ska handla i situationen. Här är både situationen, handlingarna och ledtrådarna kända i förväg.
- **Problemlösa:** Användaren använder informationsdonen för att lösa i förväg inte kända situationer. Informationen används här på en mer abstrakt nivå.

Under utvecklingen av maskinen behöver det alltså tidigt klarläggas hur användaren ska använda informationen från användargränssnittet. För varje informationsdon finns det tre centrala egenskaper och vilka av dem som är viktigast bestäms av informationsdonets användning. De har ingen inneboende motsättning, men det kan ofta vara svårt praktiskt att samtidigt optimera alla. Egenskaperna behöver kravsättas under utformningen för att designen ska bli rätt. Egenskaperna är:

- **Snabbhet:** hur snabbt användaren ska kunna uppfatta informationen
- **Exakthet:** hur exakt användaren ska kunna uppfatta informationen
- **Känslighet:** hur små förändringar användaren ska kunna uppfatta

För att utforma informationsdon som motsvarar den tänkta användningen och de ställda kraven finns ett antal designvariabler. En första designvariabel är karaktären av informationen som ska överföras. Den kan delas upp i tre kategorier:

- **Binär:** två lägen, av eller på - exempel är lysdioden på en batteriladdare
- **Digital:** diskret informationsvisning - exempel är ett siffervärde
- **Analog:** kontinuerlig informationsvisning - exempel är ett klassisk visarinstrument, men också många typer av grafiska visualiseringar

Tabell 24.2 Exempel på informationsdon – central egenskap och informationskaraktäristik

	Snabbhet	Exakthet	Känslighet
Binär	Blåljus	Trafikljus	^{ll}
Digital	Stapeldiagram	Digitalklocka	Siffror med decimaler
Analog	Analog klocka	Klassisk termometer	Visarinstrument

Tabell 24.3 Exempel på typer av informationsdon - visuella, audiella och haptiska

	Visuella informationsdon	Audiella informationsdon	Haptiska informationsdon
Väcka uppmärksamhet	Popup-meddelanden	Ljudlarm	Vibration mobiltelefon
Bekräfta funktion och övervakning	Processbilder kraftverk	Blinkers ljud	Vibrationer i ratt vid bilkörning
Överföra data	Skreven text	Telefonsamtal	Punktskrift

Informationsdon är naturligt kopplade till våra sinnen och många informationsdon är visuella (tabell 24.2), men de finns ofta även som audiella och haptiska (tabell 24.3). Ibland kan även informationsdon vara kopplade till luktsinnet och smaksinnet, men de omnämns inte här. Visuella, audiella och haptiska informationsdon kan användas som egna informationsbärare eller i kombination för att komplettera varandra.

^{kk} Anpassad från Rasmussen (1983).

^{ll} Jag har inte hittat något exempel här och förslag mottages gärna.

Vid utformning av användargränssnitt behöver användningen av visuella, audiella och haptiska don balanseras. Ofta är det lätt att belasta synen för mycket med visuella informationsdon. Haptiska informationsdon används inte så mycket som de skulle kunna. Audiella informationsdon är generellt bäst på att förmedla information med hög prioritet och låg komplexitet, medan visuella informationsdon är generellt bäst på att förmedla information med låg prioritet och hög komplexitet.

Styrdon kan också vara informationsdon och ett enkelt exempel är en lysande knapp. Ett mer avancerat exempel är haptisk återkoppling, så kallad force feedback. Vid design av informationsdon finns ett antal designvariabler att beakta, tabell 24.4.

Tabell 24.4 Designvariabler för informationsdon

Visuella designvariabler	Audiella designvariabler	Haptiska designvariabler
Storlek	Ljudstyrka	Storlek
Form	Frekvens	Form
Kontrast	Rytm	Ytstruktur
Färg	Tonhöjd	Tyngd/kraft
Rörelse	Språk	Vibration
		Temperatur

För den detaljerade utformningen av informationsdon gäller de generella riktlinjerna:

- **Åtkomlig:** användaren måste kunna se/känna/höra informationsdonet
- **Upptäckbar:** användaren måste kunna upptäcka informationsdonet
- **Identifierbar:** användaren måste kunna särskilja informationsdonet
- **Förståelig:** användaren måste förstå hur informationsdonet ska tolkas

Komplexare informationsdon

För många användargränssnitt behövs mer komplicerade informationsdon för att presentera komplexa samband. Viktigt att beakta för komplexare informationsdon är att data utan kontext inte är information. Ju mer komplex data som ska förmedlas, desto viktigare blir det att anpassa hur informationen presenteras till hur den ska användas. Riktlinjer för komplexare informationsdon har tagits fram av Woods et al. (1999):

1. avbilda relationsförhållanden i en referensram
 - välj relevanta referensramar (oftast flera)
 - härleda olika perspektiv på problemet
 - koordinera referensramarna
2. presentera data i sitt sammanhang
 - i samband med beslätade data
 - integrera data avseende viktiga domäner
3. lyfta fram förändringar, händelser och processens dynamik
 - operativt intressanta förändringar
 - identifiera objektet och dess förändringar
 - relationen till gränser
4. lyfta fram kontraster
 - avvikelser från referensvärden eller förväntad utveckling
 - visa vad som har hänt och inte bara att något har hänt

Utformning larmsignaler

En form av informationsdon som också speciellt behöver nämnas är larmsignaler. En larmsignal har som syfte att påkalla användarens uppmärksamhet, för att visa att det har uppkommit ett kritiskt tillstånd som maskinen inte kan hantera. Ett larmtillstånd kräver alltså omedelbara beslut och handlingar av användaren för att undvika negativa konsekvenser för maskiner, människor, miljö och/eller ekonomi.

En larmsignal har till syfte att varna användaren om att en onormal situation är under utveckling. Larmsignalen ska informera om vad som har hänt och vägleda användaren till hur situationen ska korrigeras. Slutligen ska larmsignalen bekräfta om den av användaren utförda responsen har korrigerat situationen. Generella riktlinjer för utformning är att en larmsignal ska:

- komma i rätt tid för att användaren ska kunna agera
- vara relevant och inte ge falsk information
- vara unik så att det inte kommer flera larmmeddelanden om samma sak
- vara prioriterad (utifrån tid och konsekvens) så att användaren vet vad som är viktigast
- vara förståelig och tala användarens språk
- vara diagnostiserande och tala om vad som har hänt
- vara vägledande och berätta vad som ska göras
- vara hanterbar och ge en lagom mängd information för aktuell situation

Två svårigheter vid utformningen av larmsystem är urval och prioritering, vilka ofta leder till problem. Det första problemet är att larm ges för situationer och/eller information som inte kräver användarens omedelbara uppmärksamhet och handling. Det andra problemet är att larm får för hög prioritet i förhållande till konsekvensens allvarlighet och tid fram till att konsekvensen inträffar. Anledningen till det är att utvecklaren ofta vill vara på säkra sidan, så att användaren inte ska missa något som kan vara farligt. Det synsättet skapar problem för användaren som får svårt att hantera situationen, då det blir besvärligt att urskilja och avgöra vad som först ska prioriteras och hanteras. En viktig riktlinje för larmutformning är därför att undvika att ickekritiska situationer får larmsignaler och att undvika att larmsignalerna ges för hög prioritet. Högsta prioritet ska sparas till de situationer som verkligen innebär stor fara.

Panel

Styrdon och informationsdon för maskinen placeras och arrangeras på panelen. Första steget vid utformningen av panelen är att organisera donen och då eftersträvas generellt en god matchning mot maskinens funktioner och den sekvens i uppgiften där donen används. Fler sätt för matchning kommer att tas upp i samband med abstraktion användargränssnitt, längre fram. Finns det flera paneler på samma maskin så är det viktigt, om det är möjligt och rimligt, att ha samma organisation på alla panelerna.

För att förstärka grupperingen, men också för att särskilja donen, används kodning. Kodning innebär att donen ser/känns/låter olika. Det finns förutom placering av donen fem generella sätt att koda på: färg, storlek, form, märkning och funktionssätt. För viktiga don används redundans vid designen. Ett klassiskt exempel är stoppmärket i trafiken som både har unik text, färg och form.

I samband med kodning är det också värt att nämna nyckling. Det innebär att något bara passar på rätt ställe eller bara går att utföra på rätt sätt. Nyckling används ofta för att undvika felkoppling av kontakter eller felmontage vid byte av reservdelar.

Färg ska dock inte användas som enskild informationsbärare i donen, då den kan vålla problem för personer med nedsatt färgseende. Färg som informationsbärare vållar även problem för alla vid bristande ljusförhållanden. Istället ska färg användas för att förstärka den gjorda kodningen i form eller kontrast/gråskala.

Vid kodning måste också kulturella skillnader och stereotyper beaktas. Det är mycket vanligt att det finns formella och informella standarder i branscher, enskilda företag och organisationer. Men standarder, riktlinjer och rekommendationer ska inte användas som bestämmelser (såvida de inte är tvingande), utan det ska reflekteras över hur just de fungerar i det specifika fallet. Ibland kan det bästa vara att bryta mot en riktlinje.

Utformningen av panelen behöver också utgå ifrån människans antropometri så att kontroll-donen kan nås och hanteras utan att skadliga kroppsställningar uppstår. Ett riktmärke är att på vertikal panel placera styrdonen mellan axel- och armbåghöjd och informationsdonen mellan ögon- och armbåghöjd. Vidare bör märkning med text och symboler vara placerade ovanför donen, så att text och symboler inte döljs av handen vid användningen.

Viktigt att beakta är också fysikaliska faktorer, vilka påverkar interaktionen med panelen. Ljus påverkar med ljusnivå, fördelning, kontraster och bländning. Ljud påverkar med buller, som kan störa koncentrationen och maskera audiell information från maskinen. Vibrationer försvårar precisionen för användaren, medan temperaturen påverkar både precision och koncentration. De fysikaliska faktorerna för användningsmiljön behöver undersökas och panelen ska anpassas därefter.

Sammanfattningsvis en lista på övergripande riktlinjer vid utformning av användargränssnitt (efter Jordan, 1998):

- konsekvent och samstämmig utformning
- kompatibelt med användarens förväntningar
- hänsyn till användarens resurser (uppmärksamhet och minneskapacitet)
- tydliga ledtrådar (Vad går att göra?)
- återkoppling (Vad händer?)
- konstruerat för att minimera felhandlingar och för att korrigera fel
- låta användaren ha kontroll över det som händer
- prioritera information och styrningsmöjligheter

24.3 Abstraktion användargränssnitt

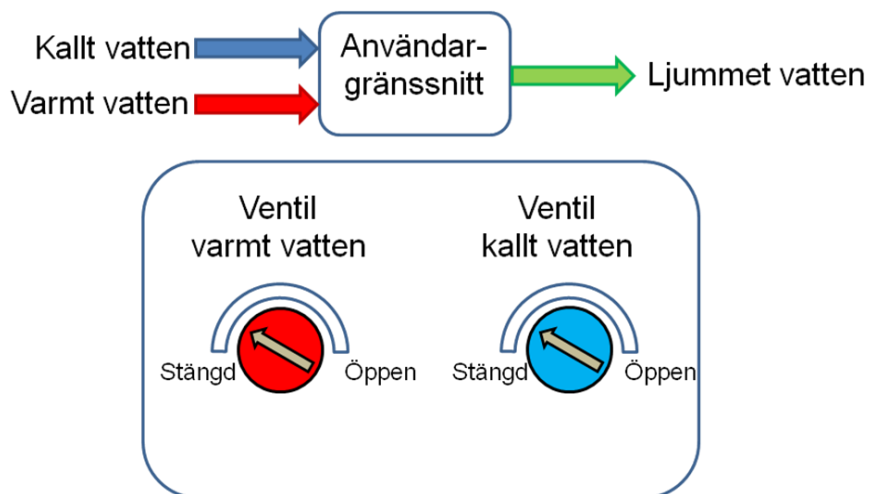
När det gäller att utforma användargränssnittet är det ju centralt att utgå ifrån funktionerna och uppgifterna i människa-maskinsystemet. Användargränssnittet måste utformas så att det stödjer användaren vid utförandet av uppgifterna. När det gäller abstraktionen finns fem principer för interaktionen, vilka utgår ifrån de tidigare genomgångna abstraktionsnivåerna: strukturbaserad, processbaserad, funktionsbaserad, uppgiftsbaserad och situationsbaserad. För att exemplifiera principerna används en vattenkran. I tabell 24.5 beskrivs de grundläggande principerna för maskinprocessen.

Tabell 24.5 Principer maskinprocess vattenkran

Parametrar in	- Varmt vatten - Kallt vatten
Parametrar ut	- Ljummet vatten
Maskinell process	- Blandning av varmt och kallt vatten
Maskinell styrning	- Ventil för varmt vatten - Ventil för kallt vatten
Målfaktorer	- Flöde vatten ut - Temperatur vatten ut

Strukturbaserad princip

Principen utgår ifrån hur maskinen är uppbyggd och innebär att användaren styr direkt på element i maskinen. För vattenkranen innebär det att användaren styr hur öppna ventilerna för varmt respektive kallt vatten skall vara, se figur 24.3.

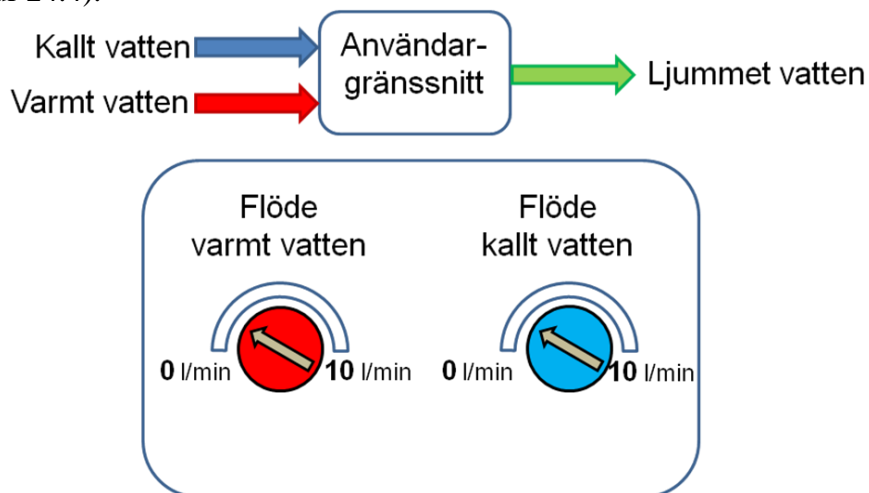


Figur 24.3 Strukturbaserat användargränssnitt för vattenkran

Ett exempel på ett användargränssnitt som utgår ifrån strukturbaserad princip är ett analogt mixerbord. En fördel med den strukturbaserade principen är att gränssnittet har en tydlig koppling till maskinens delar, medan en nackdel är att gränssnittet inte är anpassat till användarens arbetssätt eller maskinens processer.

Processbaserad princip

Principen utgår ifrån processen i maskinen och användaren styr processparametrarna. I vattenkranens fall blir det att användaren styr mängden varmt respektive kallt vatten som blandas (figur 24.4).

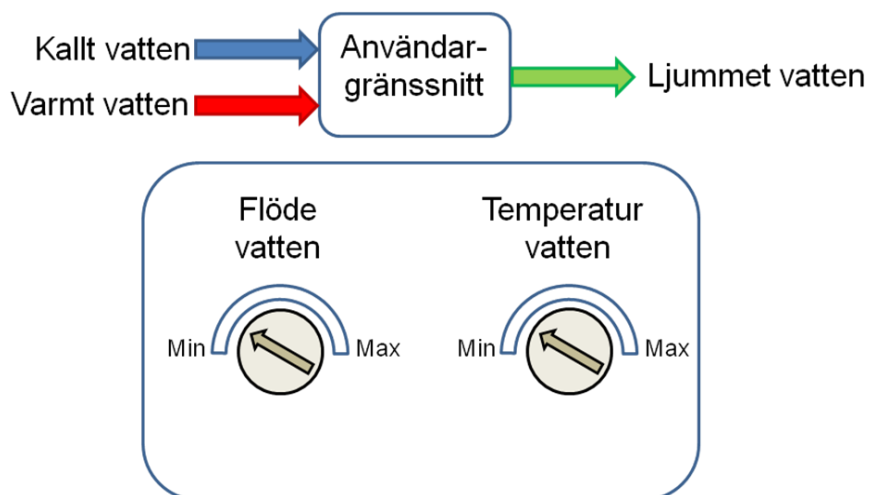


Figur 24.4 Processbaserat användargränssnitt för vattenkran

Ett exempel på ett användargränssnitt som utgår ifrån processbaserad princip är skärmbilder för kontrollrum (även om de ofta har stora inslag av strukturbaserad princip). En fördel med processbaserad princip är att gränssnittet har en tydlig koppling till maskinens verkliga process, medan en nackdel är att gränssnittet inte är anpassat till användarens arbetsätt.

Funktionsbaserad princip

Principen utgår ifrån funktionaliteten hos maskinen och användaren styr funktionerna hos maskinen. För vattenkranen blir det att användaren styr flödet och temperaturen på vattnet (figur 24.5).

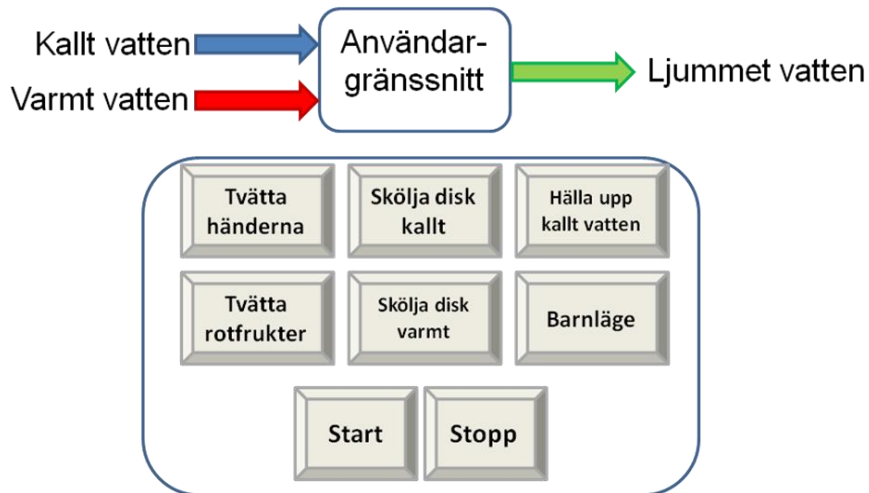


Figur 24.5 Funktionsbaserat användargränssnitt för vattenkran

Användargränssnitt som ofta bygger på funktionsbaserad princip är vanlig hemelektronik. Fördelarna med funktionsbaserad princip är att gränssnittet tydligt visar vad användaren kan göra och har en tydlig koppling till den tekniska funktionen. Nackdelarna är att gränssnittet inte visar på maskinens struktur och process och att användargränssnittet inte är anpassat efter användarens arbetsätt.

Uppgiftsbaserad princip

Principen utgår ifrån den uppgift användaren ska utföra med maskinen och användaren styr utifrån uppgiften. I vattenkranens fall blir det att användaren bestämmer vilken uppgift som ska utföras med kranen och sedan anger det (figur 24.6).

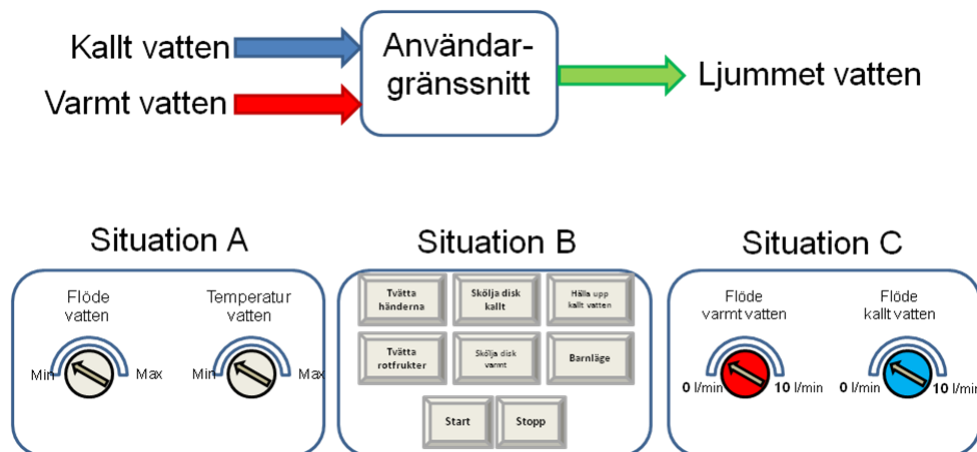


Figur 24.6 Uppgiftsbaserat användargränssnitt för vattenkran

Fördelarna med uppgiftsbaserad princip är att gränssnittet är anpassat efter de uppgifter som ska utföras, medan nackdelarna är att det ej är tydligt hur maskinen fungerar och att det kan bli ett stort gränssnitt om många uppgifter ska utföras.

Situationsbaserad princip

Principen är en form av specialfall och utgår ifrån den situation som användningen sker i och användaren styr mot de mål som ska uppnås. Situationsbaserad princip innebär också att gränssnittet kan ändra utseende efter situationen, alltså att den har olika kombinationer av strukturbaserade, processbaserade, funktionsbaserade och uppgiftsbaserade delar vid olika tillfällen. I fallet med vattenkranen ändras gränssnittet beroende på den situation som kranen ska användas i (figur 24.7).



Figur 24.7 Situationsbaserat användargränssnitt för vattenkran

Fördelarna med situationsbaserad princip är att gränssnittet visar den information och de kontroller som användaren behöver för tillfället. Nackdelarna är att det ej är tydligt hur maskinen fungerar (beteendet ändras beroende på situationen) och att det kan bli stora gränssnitt om många situationer ska stödjas i gränssnittet.

Val av princip

Under utformningsarbetet behöver det klargöras vilken princip eller vilka principer som användargränssnittet ska byggas upp efter. Vilken princip som är bäst att använda, beror på användningens karaktäristik såsom frekvens, variation, noggrannhet, komplexitet etc. Det finns inga klara riktlinjer, utan valet av principer baseras på gjorda analyser av användare och användande. Valet av principer för användargränssnittets abstraktion styr dekompositionen och även vilka don som behövs.

Ofta är ett användargränssnitt en kombination av de olika principerna. Det är därför ibland svårt att skilja principerna åt i ett användargränssnitt vid studier av ett befintligt gränssnitt. Alla principer är inte heller möjliga eller rimliga för alla typer av maskiner.

24.4 Designprocess användargränssnitt

ACD³-processen som har beskrivits tidigare har gällt hela människa-maskinsystemet. Nu följer en mer detaljerad beskrivning för utformningen av användargränssnittet. Beskrivningen fokuserar på syntesdelarna i utvecklingsarbetet, men behöver kompletteras med datainsamling, analys och utvärdering, vilket tidigare beskrivits. Grundläggande riktlinjer för användargränssnittets hela designprocess är:

- Utgå ifrån att uppgiften är den centrala och att den ska utföras säkert och effektivt under förutsättning att övriga systemkomponenter inte tar skada
- Utgå ifrån teorin i handböcker, standarder och riktlinjer
- Utgå ifrån empiri såsom studier av användare, användningsmiljö och användningssituation
- Sammanföra och integrera empiri och teori

Behovsidentifiering

Syftet med första fasen är att klargöra de yttre ramarna för utveckling av användargränssnittet.

Problem: Huvudproblem

specificera och beskriva det övergripande problem som användargränssnittet ska medverka till att lösa

Struktur: Avsedd användare

specificera och beskriva de avsedda användarna för användargränssnittet

Funktion: Förmågor

specificera och beskriva vilka förmågor maskinen, som användargränssnittet tillhör, ska besitta för att lösa problemet

Aktivitet: Avsedd användning

specificera och beskriva den avsedda användningen för användargränssnittet

Realisering: Möjliga interaktionssätt

undersöka möjliga interaktionssätt för användargränssnittet

Krav: Användbarhetsmål

specificera och beskriva prestandan för användargränssnittet

Användningsutformning

Syftet med andra fasen är att bestämma de delar av gränssnittet som är oberoende av dess fysiska representation. Målet är att beskriva de uppgifter som användaren ska utföra och den funktionalitet som maskinen ska ha.

Struktur: Enkel systembeskrivning

göra en enkel systembeskrivning av de ingående delarna i människa-maskinsystemet och deras relation - fokus ligger på kopplingen mellan omgivningen och resten av systemet

Funktion: Funktionsanalys och funktionsallokering

bestämma funktionerna för hur människa-maskinsystemet och bestämma arbetsfördelningen mellan människan och maskinen

Aktivitet: Uppgiftsformning

specificera och beskriva de uppgifter användaren ska utföra med maskinen

Realisering: Abstraktionsprinciper

bestämma vilka abstraktionsprinciper som gränssnittet ska ha för informationsdon och manöverdon

Krav: Användningskrav

beskriva och specificera villkoren som användningen ställer på användargränssnittet

Övergripande utformning

Syftet med den tredje fasen är att övergripande bestämma hur användargränssnittet ska se ut och hur interaktionen ska ske.

Struktur: Detaljerad systembeskrivning

göra systembeskrivningen mer detaljerad och förtydliga hur systemmålen uppnås

Funktion: Funktionsutformning

bestämma vilken funktionalitet som maskinen behöver ha för att användaren ska kunna utföra uppgifterna - bestämma vilken information som användare behöver ha för att utföra uppgifterna

Aktivitet: Övergripande interaktion

specificera och beskriva hur funktioner i gränssnittet är organiserade för användningen

Realisering: Övergripande utformning

ta fram hur användargränssnittet ska se ut och fungera på en övergripande nivå - inkluderat lämplig dekomposition av gränssnittet

Krav: Designriktlinjer

utforma riktlinjer för hur gränssnittet ska utformas mer i detalj

Detaljerad utformning

Syftet med den avslutande fasen är att i detalj bestämma hur användargränssnittet ska se ut och fungera.

Struktur: Teknisk struktur

specificera och beskriva vilka tekniska principer som ska användas i användargränssnittet

Funktion: Styrning och information

specificera och beskriva informationspresentation och styrningsmöjlighet

Aktivitet: Detaljerad interaktion

specificera och beskriva i detalj hur användaren ska interagera med användargränssnittet

Realisering: Detaljerad utformning

bestämma i detalj hur gränssnittet ska se ut och fungera
ta fram de manualer som behövs för användaren

24.5 Specificering av information och styrningsmöjligheter

En grundläggande del av utformningen av användargränssnittet är specificeringen av innehållet, det vill säga att bestämma styrningen och informationen som användaren behöver för att lösa uppgiften. Under utvecklingen är det betydelsefullt att skilja på innehåll och utformning, speciellt vid utvärdering, för att på så sätt förenkla och förtydliga arbetet. Specificering av information och styrning påbörjas under den övergripande utformningen och avslutas under den detaljerade utformningen.

Nedan kommer ett exempel på specificering av information och styrning, som utgår ifrån tankesättet i interaktionsbeskrivningen (avsnitt 25.2). Specificeringen består av två delar. Först kommer en beskrivning av behovet som visar varför informationen och styrningen finns och sedan kommer en specifikation som beskriver informationen och styrningsmöjligheterna i detalj.

Informationen kan delas in i fyra kategorier beroende på hur viktig den är för användningen:

- larmsignaler
- informationssignaler
- dynamisk information
- statisk information

Larmsignaler

Larmsignaler är specifik information som kräver att användaren direkt vidtager åtgärder, annars får det konsekvenser. För mer information om larm se sidan 242.

Beskrivning larmbehov

farligt tillstånd som larmet ska upptäcka

Vilket meddelande vill maskinen att användaren ska uppfatta?

orsaken till det farliga tillståndet

Varför vill maskinen sända meddelande?

användarhandling mot farligt tillstånd

Vilken handling vill maskinen att användaren ska utföra?

skada i fall larmtillstånd inte uppmärksammas

Vad kan i värsta fall hända om larmet inte uppmärksammas?

tid till skada

Hur lång tid tar det från att larmtillståndet upptäcks till att skadan inträffar?

Specifikation larmsignal

Namn	<i>Namn på larmet</i>
Definition	<i>Specifik definition på larmet</i>
Prioritet	<i>Larmets prioritet</i>
Inställning	<i>Inställningsmöjligheter för larmet (larmgränser)</i>
Trigger	<i>Hur larmet triggas igång</i>
Visuellt	<i>Beskrivning visuell informationssignal</i>
Audiellt	<i>Beskrivning audiell informationssignal</i>
Haptiskt	<i>Beskrivning haptisk informationssignal</i>
Maskinhandling	<i>Övriga handlingar maskinen gör vid larm</i>
Reset	<i>Hur larmet återställs</i>
Meddelande	<i>Visat larmmeddelande för användaren</i>

Informationssignaler

Informationssignaler är specifik information som maskinen vill framföra till användaren, så att användaren tar ett beslut eller gör en handling. Ett exempel är ett popup-meddelande i ett datorprogram.

Beskrivning informationsbehov

information som ska överföras

Vilket meddelande vill maskinen att användaren ska uppfatta?

orsak till informationsöverföring

Varför vill maskinen sända meddelande till användaren?

användarhandling på överförd information

Vilken handling vill maskinen att användaren ska utföra?

Specifikation informationssignal

Namn	<i>Namn på informationssignalen</i>
Definition	<i>Specifik definition på informationssignalen</i>
Trigger	<i>Hur informationssignalen triggas igång</i>
Visuellt	<i>Beskrivning visuell informationssignal</i>
Audiellt	<i>Beskrivning audiell informationssignal</i>
Haptiskt	<i>Beskrivning haptisk informationssignal</i>
Maskinhandling	<i>Övriga handlingar maskinen gör vid informationssignalen</i>
Reset	<i>Hur informationssignalen återställs</i>
Meddelande	<i>Visat informationsmeddelande för användaren</i>

Dynamisk information

Dynamisk information är information som alltid finns i maskinen, men som förändras. Användaren behöver själv leta upp informationen då maskinen inte påkallar uppmärksamhet. Dynamisk information kan vara olika lättillgänglig för användaren. Den kan alltid visas på fast plats, finnas i menyer eller vara dold information.

Beskrivning informationsbehov

information som ska överföras

Vilken information vill maskinen att användaren ska uppfatta?

användning av överförd information

På vilka sätt ska användaren använda informationen?

Specifikation informationssignal

Namn	<i>Namn på informationssignalen</i>
Definition	<i>Specifik definition på informationssignalen</i>
Visuellt	<i>Beskrivning visuell informationssignal</i>
Audiellt	<i>Beskrivning audiell informationssignal</i>
Haptiskt	<i>Beskrivning haptisk informationssignal</i>
Meddelande	<i>Visat informationsmeddelande för användaren</i>

Statisk information

Statisk information är information som alltid finns på maskinen och inte förändras. Exempel är fasta symboler, texter, färg och märkning av serienummer etc på maskinen.

Beskrivning informationsbehov

information som ska överföras

Vilken information vill maskinen att användaren ska uppfatta?

användning av överförd information

På vilka sätt ska användaren använda informationen?

Specifikation informationssignal

Namn	<i>Namn på informationssignalen</i>
Definition	<i>Specifik definition på informationssignalen</i>
Visuellt	<i>Beskrivning visuell informationssignal</i>
Audiellt	<i>Beskrivning audiell informationssignal</i>
Haptiskt	<i>Beskrivning haptisk informationssignal</i>
Meddelande	<i>Visat informationsmeddelande för användaren</i>

Styrningsmöjligheter

Genom styrningsmöjligheter kontrollerar användaren maskinen. Precis som för informationen kan styrningen delas upp utifrån hur viktiga de är för användningen.

Tre grundprinciper finns:

- **Direkt hårt:** styrningsmöjligheten har eget fysiskt, alltid tillgängligt styrdon
- **Direkt mjukt:** styrningsmöjligheten har eget virtuellt, alltid tillgängligt styrdon
- **Meny:** styrningsmöjligheten är tillgänglig via ett menysystem

Beskrivning styrningsbehov

beskrivning av styrningsmöjligheten

Hur fungerar styrningen och vad utför den?

orsak att använda styrningsmöjligheten

När, var, hur och varför vill användaren använda styrningen?

maskinrespons till styrning

Vilken respons ger maskinen, så att användaren vet att styrningen fungerar som den ska?

Specifikation styrningsmöjligheten

Namn	<i>Namn på styrningen</i>
Definition	<i>Specifik definition styrningen</i>
Trigger	<i>Hur styrningen aktiveras</i>
Maskinhandling	<i>Vilka maskinprocesser som berörs av styrningen</i>
Avslut	<i>Hur styrningen avslutas</i>
Respons	<i>Visad respons att styrningen utförs och är utförd</i>

Beskrivningarna här av information och styrningsmöjligheter kan med fördel användas i designspecifikationen i utvecklingsprojektet. Som påpekats tidigare är det viktigt att information och styrning är helt klarlagda innan användargränssnittet slutligen utformas, för att användningen ska kunna bestämma utformningen.

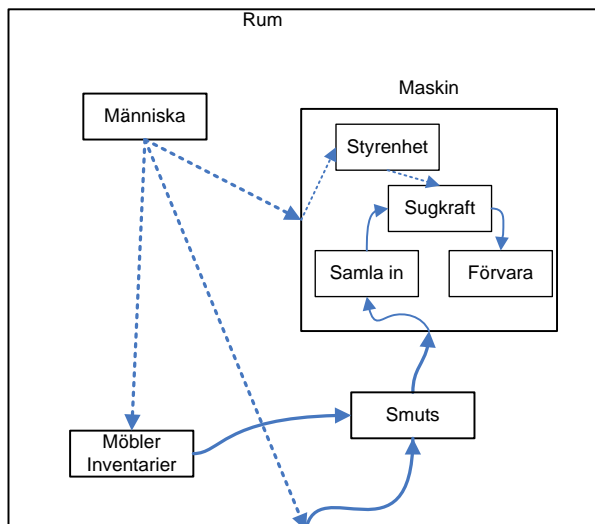
25 Metoder

Kapitlet presenterar metoderna: Systembeskrivning, Interaktionsbeskrivning, CW/ECW som designstöd, samt en modell för att utforska "Ergonomins Infrastruktur".

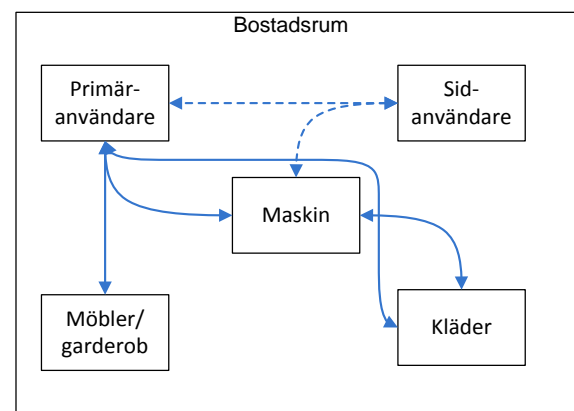
25.1 Systembeskrivning

Under en utvecklingsprocess behövs det bra kunskap och bra förståelse om användnings-situationen. För det aktuella människa-maskinsystemet görs en mer specifik och detaljerad systembeskrivning. En systembeskrivning går ut på att identifiera elementen i människa-maskinsystemet och deras kopplingar i form av materia, information och/eller energi/kraft samt relevanta systemgränser och delsystem. Syftet med att genomföra en systembeskrivning är också att utvecklaren tvingas tänka igenom vad det är som behöver beaktas eller inte beaktas i arbetet och att på så sätt ingen relevant del förbises.

En viktig del av systembeskrivningen är att identifiera de element i människa-maskinsystemet som har en aktiv och styrande roll för att uppnå systemmålet (så kallade aktörer) och utröna hur de påverkar de andra elementen. Både människor och maskiner kan vara aktörer i ett system. En systembeskrivning presenteras ofta som en grafisk systemmodell för att göra innehållet lätt att förstå och överblicka.



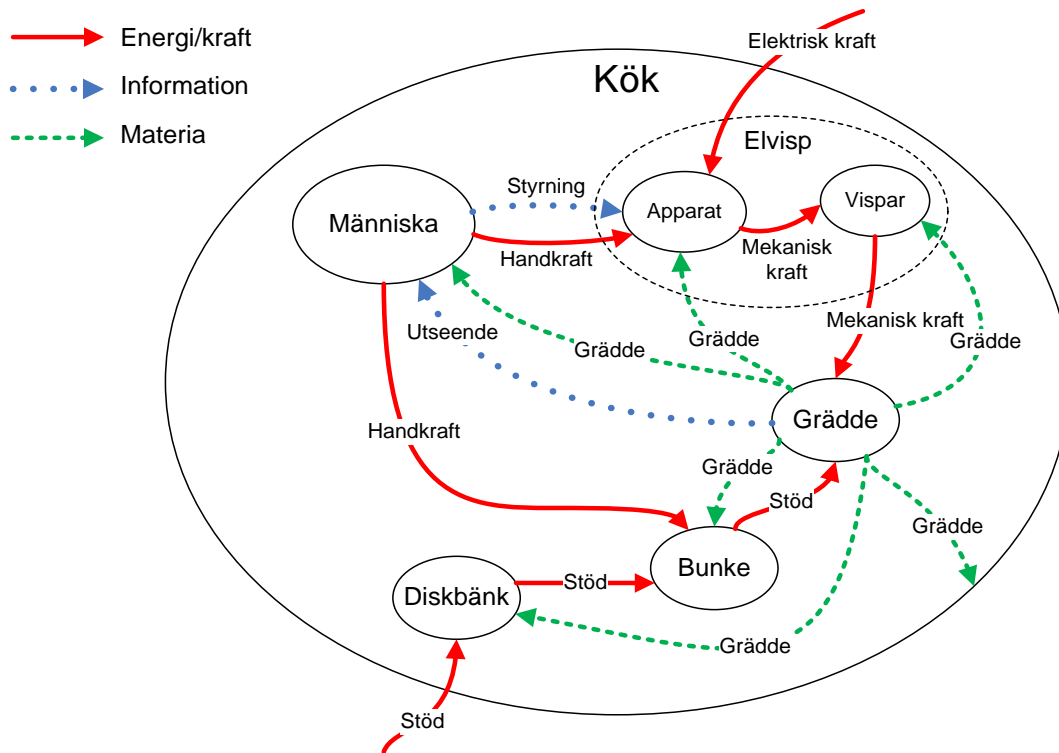
Figur 25.1 Enkel systemmodell dammsugare



Figur 25.2 Enkel systemmodell strykjärn

Figur 25.1 och 25.2 visar två enkla systemmodeller för en dammsugare respektive ett strykjärn. Figur 25.3 visar ett mer utförligt exempel på ett system med uppgiften att vispa grädde med elvisp (med systemmålet att få vispad grädde). Elementen är människa, elvisp, grädde, bunke och diskbänk, vilka finns i omgivningen (kök). Aktören här är människan. Elvispen består i sin tur av flera element: apparat och vispar. Mellan elementen finns kopplingar av kraft/energi för att hålla dem stilla i förhållande till varandra och för att bearbeta grädden. Information går från grädden via användaren till maskinen för att uppnå ett bra resultat. Det finns också en viss sannolikhet att materia i form av grädde sprider sig och stänker på människan, apparaten, diskbänken och köket.

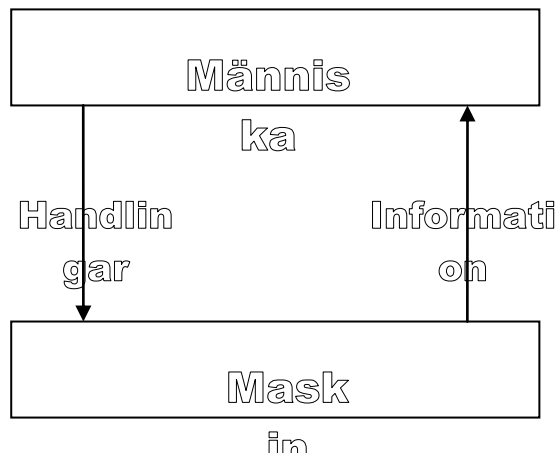
Systembeskrivningen gör det enklare att se helheten i människa-maskinsystemet och vilka delar som påverkar vad och är därför en bra grund för det fortsatta arbetet i en utvecklingsprocess. En systembeskrivning kan göras på olika detaljnivåer. Under utvecklingsprocessen görs systembeskrivningen om, när den exakta utformningen av systemet blir mer och mer specificerad och preciserad. Vanligtvis återfinns systembeskrivningen i strukturdelen av respektive processfas.



Figur 25.3 Systemmodell över vispning med elvisp

25.2 Interaktionsbeskrivning

Syftet med en interaktionsbeskrivning är att ge en överblick över interaktionen mellan människa och maskin. Det som behöver undersökas är vad som utförs vid interaktionen och hur det utförs och varför det utförs. Kunskapen underlättar både utvärdering av existerande maskin och utformning av ett nytt användargränssnitt.



Figur 25.4 Struktur för interaktionen mellan människan och maskinen

Interaktionen består av två delar, här benämnda handlingar och information (figur 25.4). Handlingar är de aktiviteter som en användare utför för att manipulera maskinsystemet, medan information är den aktivitet som maskinsystemet utför för att förmedla ett budskap till användaren (dynamisk information). Här räknas inte statisk information in, såsom oföränderlig märkning och storlek på knappar (statisk information).

Uppdelningen i information och handlingar behöver vara med i en interaktionsbeskrivning, eftersom det är den mest väsentliga delen av interaktionen. För att få en mer heltäckande beskrivning över interaktionen behöver det också beskrivas hur maskinen byter arbetslägen och hur användaren hanterar maskinen.

Interaktionsbeskrivningen delas upp i två delar: en för människan (användaren) och en för maskinen. Användardelen beskriver hur användaren hanterar maskinen och de handlingar som utförs på användarens initiativ. Maskindelen beskriver maskinens arbetslägen och den information maskinen förmedlar och de handlingar som utförs på maskinens initiativ.

Interaktionsbeskrivningen använder en frågemethodik med åtta olika frågor för att reda ut interaktionen: fyra för handlingar och fyra för information. De kommer att beskrivas på följande sida. Vid analys av befintlig maskin besvaras alla frågorna samtidigt, men vid utformningen lämnas fråga 2 initialt obesvarad. Svaret på denna fråga beskriver den valda designlösningen. Fråga 2 besvaras i de fallen under den detaljerade utformningen.

Användardelen (handlingar)

Först beskrivs de handlingar som användaren utför med maskinen med hjälp av lämplig uppgiftsanalys, till exempel HTA (s 109). Därefter beskrivs varje moment/operation med hjälp av följande fyra frågor:

1. Vilken handling ska användaren utföra?
beskriver den aktivitet som användaren behöver göra
2. Hur utförs handlingen?
beskriver hur användaren utför aktiviteten

3. Vilket är syftet med handlingen?
beskriver målet som användaren har med handlingen (svaret kan i enkla fall vara samma svar som på fråga 1)
4. Vilket svar ger maskinen?
beskriver vad som händer med maskinen efter handlingen

Exempel släcka lyset:

1. släcka taklampan
2. trycka på strömbrytaren på väggen
3. släcka i rummet
4. lampan slocknar

Maskindelen (information)

Först beskrivs med en lämplig metod hur maskinen uppför sig gentemot användaren. Ett exempel här är ett flödesschema som visar användargränssnittets förändring vid interaktionen. Därefter beskrivs varje steg i maskinens interaktion med användaren med hjälp av frågor:

1. Vilken information vill maskinen förmedla till användaren?
beskriver det budskap som maskinen vill att användaren ska uppfatta
2. Hur förmedlas informationen till användaren?
beskriver hur budskapet visas för användaren
3. Vad är den bakomliggande orsaken till informationsbehovet?
beskriver varför systemet vill förmedla ett budskap (svaret kan i enkla fall vara samma svar som på fråga 1)
4. Vad för åtgärder ska användaren vidta?
beskriver vilka handlingar eller beslut som maskinen vill att användaren ska utföra eller fatta

Exempel telefonen ringer:

1. inkommande samtal
2. periodisk ringsignal
3. någon har ringt till numret
4. lyfta på luren och ta samtalet

25.3 CW/ECW som designstöd

Cognitive Walkthrough (Lewis och Wharton, 1997) och Enhanced Cognitive Walkthrough (Bligård och Osvalder, 2013) (s 112) är metoder för att analytiskt utvärdera användarvänlighet. Men metoderna går också att använda under utformningen, om de körs omvänt. Metoden att använda CW/ECW som designstöd går ut på att använda upplägget av ECW för att sätta krav på gränssnittet. En frågeprocess används för att ta fram vad som behöver visas vid varje tillfälle, för att guida användaren till rätt handlingssekvens.

Nivå 1 – noder/funktioner i HTA:n

1. Kommer användaren att veta att funktionen finns tillgänglig?
Förväntar sig användaren att denna funktion ska finnas på utrustningen?
2. Vilken typ av ledtråder kan gränssnittet ge som visar att funktionen är tillgänglig?
På vilket sätt kan gränssnittet visa att funktionen existerar?
3. På vilket sätt ska ledtrådarna utformas så att användaren kommer att associera rätt ledtråd med rätt funktion?
Kan användarens förväntningar och gränssnittets ledtrådar nå överensstämmelse?
4. Hur ska gränssnittet utformas så att användaren får tillräckligt med återkoppling för att förstå att önskad funktion valts?
Kan användaren se att hon/han är inne och ändrar på rätt ställe? Finns det en tydlig återkoppling till vilket läge användaren är inne i, om denne exempelvis blivit störd?
5. Hur ska gränssnittet utformas så att användaren får tillräckligt med återkoppling för att förstå att önskad funktion är utförd?
Kan användaren se, efter utförd handlingssekvens, att rätt funktion har blivit utförd?

Nivå 2 – löv/operationer i HTA:n

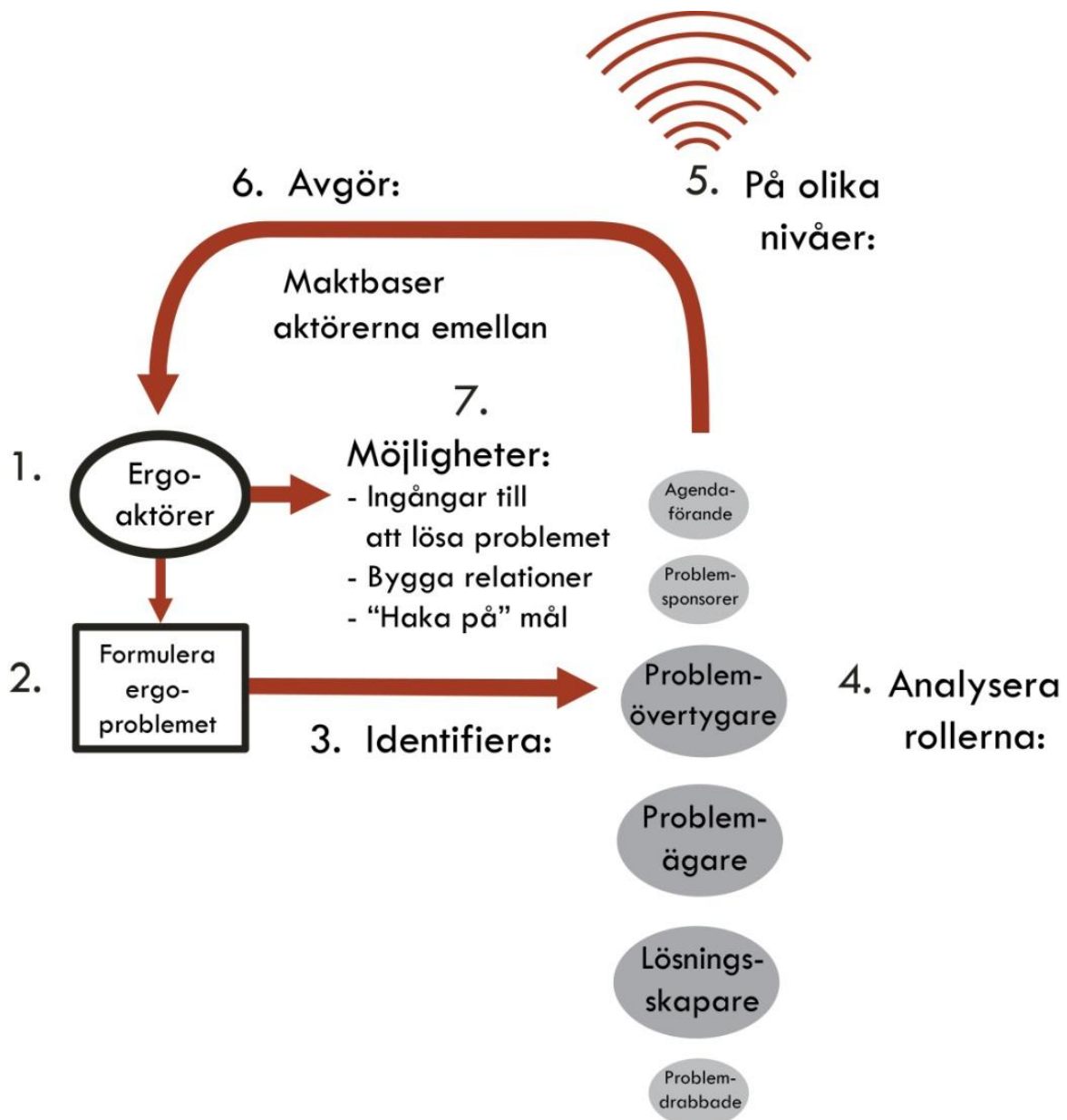
1. Kommer användaren att försöka utföra korrekt handling?
Förstår användaren, baserat på tidigare givna ledtrådar, vad som skall utföras?
2. Vilken typ av ledtrådar kan gränssnittet ge, så att användaren kan upptäcka att den korrekta handlingen är tillgänglig?
Ger gränssnittet några ledtrådar till att operationen är tillgänglig och hur den skall utföras? Till exempel, att det finns en tydligt uppmärkt knapp och att den korrekta handlingen är tydligt indikerad (att trycka på den).
3. På vilket sätt ska ledtrådarna utformas, så att användaren kommer att associera korrekt handling med den önskade effekten?
Kan användarens antagna operation och gränssnittets ledtrådar nå överensstämmelse? Till exempel, förstår användaren innebörden av ikonen på knappen?
4. På vilket sätt ska informationsdonet/styrdonet utformas så att användaren kan använda det?
Är gränssnittet utformat utifrån användarens fysiska förutsättningar? Till exempel, har användaren kraft att trycka ned knappen?
5. Hur ska användargränssnittet utformas så att användaren kommer att få tillräcklig återkoppling för att förstå att handlingen är korrekt utförd?
Förstår användaren, efter utförd handling, att hon/han har gjort rätt?

Relaterat till interaktionen så berör fråga 1 på båda nivåerna användarens mål. Medan fråga 2 och 3 berör utförandets avgrund (s 231) och fråga 4 och 5 berör utvärderandets avgrund (s 231). Metoden fokuserar på gissningsbarhet och novisvänlighet och bör därför kompletteras med metoder som behandlar till exempel memorerbarhet och expertvänlighet.

25.4 Modell för att utforska "Ergonomins Infrastruktur"

För att kunna förbättra en verksamhet, så måste man förstå hur den fungerar i nuläget. Det gäller även när man som HF-ingenjör försöker få sin organisation att bli mer centrerad kring användare och användningen. Aktörsanalys är ett verktyg med vilket man kan förstå sin organisation. En variant av det, för att utforska "ergonomins infrastruktur", har utvecklats av Cecilia Berlin (Berlin, 2011) <http://publications.lib.chalmers.se/publication/145926-ergonomics-infrastructure-an-organizational-roadmap-to-improved-production-ergonomics>.

Aktörsanalysen utgår ifrån en modell från Berlin (2011), Buchanan och Badham (2008), Jonker och Pennink (2010) och Kirwan (2000) (figur 25.5) och innehåller sju olika steg. Avsikten med analysen är att den ska fungera som en reflekterande genomgång, där flera insikter framkommer, främst om förutsättningarna för ergonomiförbättring och de inblandade parternas mål. Att rikta in lösningen på ett sätt som gynnar de flestas agenda kan vara en övning i lyhördhet och kommunikation, men kan också avsevärt underlätta implementeringen.



Figur 25.5 Modellens steg och struktur

Steg 1: Identifiera ergonomiaktörer

Börja med att lista alla aktörer – både mänskliga och icke-mänskliga – som har inflytande över ergonomi eller implementering av förändringar i organisationen.

Det kan vara personer, roller, intressegrupper, avdelningar, objekt, bestämmelser eller system som har inflytande. Några exempel:

- ergonomer
- ingenjörer
- arbetare/anställda
- företagshälsovård
- metoder
- simuleringar
- checklistor
- modellbygge
- policyer
- lagar
- ...

Steg 2: Problemformulering

Formulera tydligt: Vad är det för ergonomiproblem som vi vill studera, utvärdera eller lösa?

Steg 3: Aktörernas förhållningssätt till problemet

Fundera på hur de olika aktörerna förhåller sig till problemet eller designförslaget. Identifiera vilken av de typer som presenteras i tabell 25.1, som bäst motsvarar deras sätt att agera.

Tabell 25.1 Olika typer av aktörer i organisationen

Aktör	Beskrivning
Problemskapare	Tar upp problemet på den officiella agendan så det får erkännande <ul style="list-style-type: none"> - Har makt och auktoritet att placera problem på agendan - Uppmärksamma problemet och bestämma dess prioriteringsnivå - Har uppfyllt sin uppgift när andra får ansvar för problemet
Problemövertygare	Använder siffror, mätvärden och kvantifiering för att övertyga någon annan att problemet är giltigt
Problemsponsorer	Gör någon annan en tjänst genom att behålla problem på agendan/stödja saken <ul style="list-style-type: none"> - Kan behålla problemet på agendan även om de inte själva påverkas - Stödjer problemets idégrund pga politiska, finansiella eller känslomässiga skäl - Bidrar inte till lösningen
Problemägare	Tilldelas ansvaret (i egenskap av mest lämpliga aktör) när problemet tas upp på agendan <ul style="list-style-type: none"> - Har mandat att avgöra när ett problem är löst - Är närmaste "portvakt" eller kontaktperson till problemdomänen (platsen där åtgärd behövs) - Kan utse andra som problemlösare

Problemlösare	Eller "Lösningssbidragare" - Kan bidra helt eller delvis till lösningen - Delvis = ger input som stödjer beslut - Möjliga delvisa bidragare: <i>Expert, Lobbyist</i> eller <i>Facilitator</i>
Problemdrabbade	De som löper risk att påverkas negativt av problemet och dess följder - Problemet påverkar (eller orsakas av) dem - Kan vara både individer och väldefinierade grupper som kämpar med problemet - Kan eventuellt vara inblandade i att placera problemet på agendan

Steg 4: Analysera problemaktörerna lite närmare

Använd frågorna i tabell 25.2 för att analysera de aktörer som identifierades i föregående steg.

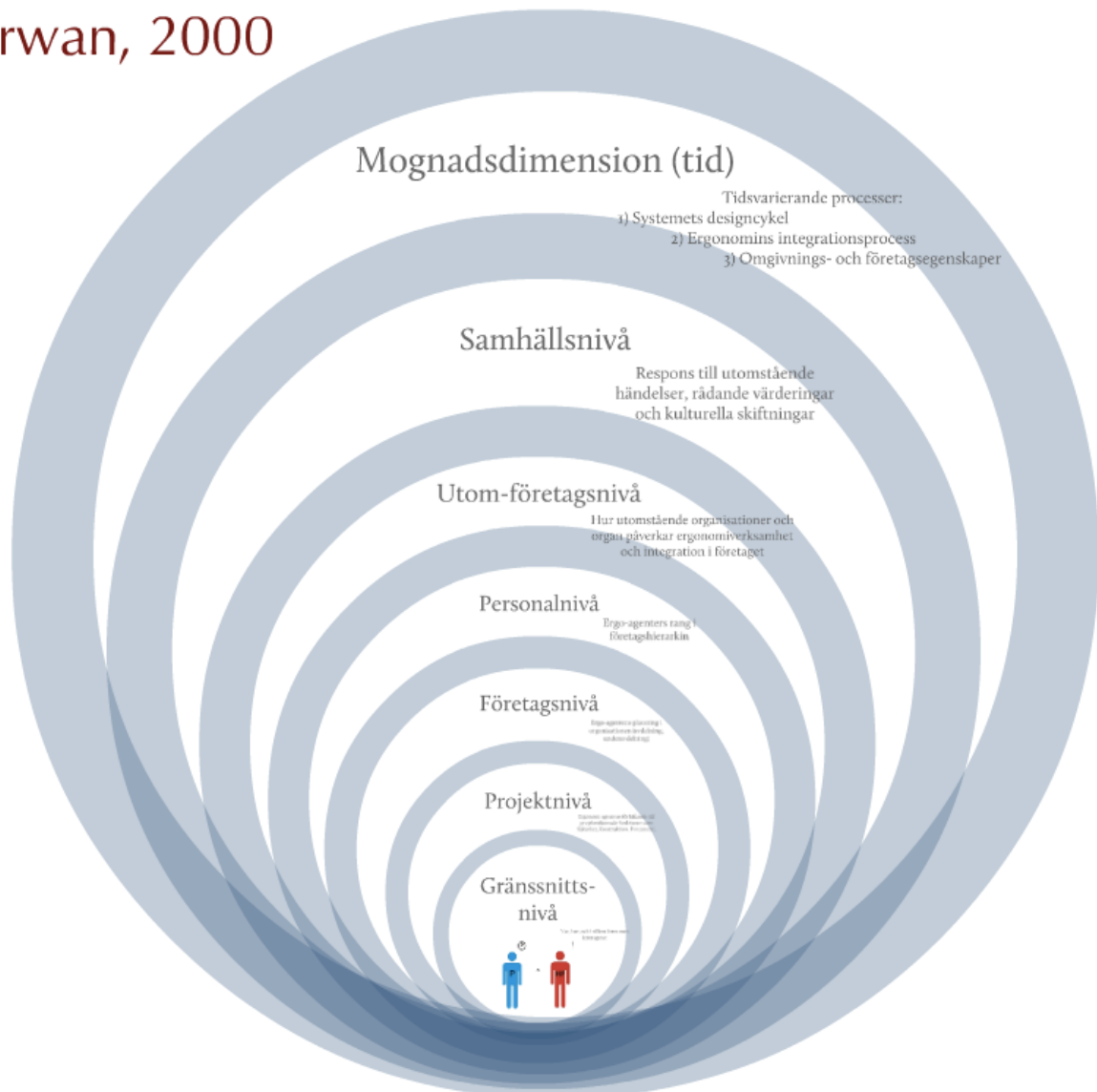
Tabell 25.2 Utvecklade frågor för respektive aktörgrupp

Aktör	Frågor för att analysera:
Problemskapare	<ul style="list-style-type: none"> • Hur kom frågan upp? • Vilka fördelar förväntar man sig av att lösa problemet?
Problemövertygare	<ul style="list-style-type: none"> • Vilken sorts kompetens förväntas av den som ska övertyga? • När i processen utses de och av vem?
Problemsponsor	<ul style="list-style-type: none"> • Vad vinner de på att behålla frågan på agendan?
Problemägare	<ul style="list-style-type: none"> • När anser man att problemet är löst? • Hur kan ergonomiagenter få tillgång till sakfrågan (information, tillgång till platsen etc.) ? • Vem utnämns till problemlösare av problemägaren?
Problemlösare	<ul style="list-style-type: none"> • Vem bidrar med expertkunskap i beslutsfattandet? • Vem försöker driva frågan mot en viss riktning (lobbying)? • Vem kan bryta ner/ förenkla lösningen av problemet?
Problemdrabbade	<ul style="list-style-type: none"> • Hur drabbas de av att problemet förblir olöst? • Hur påverkas de av att man löser problemet? • Hur kan de involveras i lösningen?

Steg 5: Stratifiera problemet (betrakta på flera nivåer)

Betrakta problemet och de olika aktörerna på olika sociotekniska nivåer, utifrån Kirwans modell (Kirwan, 2000): på vilka nivåer underlättas respektive "fastnar" problemlösningen? Beror det på de mellanmännsliga eller tekniska förutsättningarna, eller på samhälleliga värderingar, eller rentav på mognaden hos företaget att förstå ergonomi? Figur 25.6 visar möjliga nivåer och tabell 25.3 ger en närmare förklaring av de olika nivåernas kännetecken. Nivåmodellen är en vidareutveckling och anpassning av Kirwans tankar.

Kirwan, 2000



Figur 25.6 Nivåmodell baserad på teori från Kirwan (2000)

Tabell 25.3 Sju sociotekniska nivåer att studera problemet på

Nivå	Frågor för att utveckla:
<p>Gränssnittsnivå</p> <p><i>Var, hur och i vilken form man interagerar</i></p>	<p>Var, hur och i vilken form sker kommunikation mellan aktörer t.ex. möten, rapporter, korrespondens, presentationer och pressreleaser?</p>
<p>Projektnivå</p> <p><i>Ergonomiagentens förhållande till projektrelaterade funktioner som säkerhet, konstruktion, process etc.</i></p>	<p>Hur relaterar frågan till projektrelaterade företagsfunktioner/avdelningar (t.ex. säkerhet, konstruktion, design, process etc?) Hur kommunicerar aktörerna som är involverade i frågan? Ses frågan/problemet som ett eget projekt (tidsbegränsat med leveranskrav) eller som kontinuerligt underhållsarbete? Hur långt sträcker sig projektet i tiden? Är ergonomiagenten medlem i ett team eller ensam aktör? Vad finns det för möjligheter att införa och nyttja nya ergonomimetoder eller teknologier? Finns det en potential att visa att en ergonomisk lösning ger en affärsnytta?</p>
<p>Företagsnivå</p> <p><i>Problemets placering i organisationen (avdelning, underavdelning) – relaterat till vem som är problemägare.</i></p>	<p>Har denna avdelning tillgång till och kontakt med de problemdrabbade? Är den föreslagna lösningen en korttids- eller långtidslösning? Finns det krav på att följa ergonomiska designdirektiv? Finns det ett uttalat ergonomiperspektiv på lösningen, eller ingår området ergonomi som underrubrik till andra benämningar så som säkerhet, hälsa eller motsvarande? Hur lång tid har man på sig för att finna en lösning?</p>
<p>Personelnivå</p> <p><i>Ergonomiagentens rang i företagshierarkin</i></p>	<p>Var i företagshierarkin är ergonomiagenten placerad? Har ergonomiagenten tillgång till aktörer "högst upp" i ledningen? Hur väl förstår ergonomiagenten affärs-/produkt-/processrelaterade aspekter? Hur god förståelse och stöd för ergonomi finns det hos ledningen? Kan ergonomiagenten synkronisera ergonomirelaterade lösningar till företagets behov och mål?</p>
<p>Utomföretagsnivå (extern)</p> <p><i>Hur utomstående organisationer och organ påverkar ergonomiverksamhet och integration i företaget</i></p>	<p>Hur mycket påverkan på lösningen kommer från utomstående organisationer och aktörer? Finns det lagtexter, standarder, författningar eller kontrollerande organ som bestämmer lösningens innehåll och utformning i detalj? Vilka nya teknologier är på ingång? Vilka lösningar använder konkurrenter? Vilka industriforum, akademiska organisationer, nätverk eller arbetarbaserade organisationer kan man vända sig till för input?</p>

<p>Samhällsnivå</p> <p><i>Respons till utomstående händelser, rådande värderingar och kulturella skiftningar</i></p>	<p>Hur kan lösningen påverkas av:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regeringsbeslut och policyutveckling? • Företagsuppköp eller dylik förändring, införlivande i annan företagskultur? • Privatisering? • Respons på allvarliga olyckor, katastrofer, incidenter eller produktåterkallelser? • Allmänhetens uppfattning om branschen i stort (både vad gäller arbetet och produkten)?
<p>Mognadsdimension (tid)</p> <p><i>Tidsvarierande processer:</i></p> <p>1) Systemets designcykel 2) Ergonomins integrationsprocess 3) Omgivnings- och företagsegenskaper</p>	<p>Hur långt har företaget nått i att integrera ergonomi i sin affärsmodell och arbetsprocesser som berör lösningen? När i systemets designcykel brukar ergonomi tas upp? Hur länge har en ergonomiansvarig eller motsvarande funnits på företaget och i vilken organisatorisk form (t.ex. en person, en grupp, en kommitté eller avdelning)?</p>

Steg 6: Identifiera maktbeteenden mellan olika aktörer

I steg 6 används de olika beteendena i tabell 25.4 för att studera samspelet mellan aktörerna. Vad används mest?

Tabell 25.4 Maktbeteende enligt Buchanan och Badham (2008)

Svenska	Engelska	Förklaring
Belöning	Reward	Aktören har tillgång till eftertraktade belöningar, som ges i utbyte mot samarbete och lydnad. <i>Exempel: Ersättning, bonusar, beröm, priser, befordran, komplimanger etc</i>
Tvång	Coercion	Aktören kan bestraffa eller utfärda oönskade sanktioner. <i>Exempel: hot, mobbning, verbala och icke-verbala nedsättande budskap, undanhållande av nödvändiga resurser etc</i>
Auktoritet	Authority	Aktören har auktoritet och mandat att styra verksamheten i egenskap av sin roll eller hierarkiska ställning. <i>Exempel: Tvång på att andra måste lyda, "spela chef", missbruka auktoritet, utöva ledarskap när behov uppstår</i>
Karismatiskt beteende	Referent	Aktören har högt värderade kunskaper och personliga egenskaper som kan och bör efterliknas. <i>Exempel: Karisma, vänskap, delande av personlig information, stärkande av gemensamma värderingar, perspektiv och preferenser, ömsesidiga skyldigheter, att bidra med något som ses som värdefullt av andra</i>

Expertroll	Expert	Aktören har överlägsen sakkunskap relevant för situationen och uppgiften som ska lösas. <i>Exempel:</i> - kunskap som värderas högt av andra - ges vid förfrågan - hjälpa andra - oombedda expertutlåtande - expertis som delges nedsättande och tvingande - undanhållande av expertis när den behövs
Värdefull information	Information	Aktören har tillgång till värdefull information (ofta strategisk) tack vare position i hierarkin, erfarenhet eller kontakter. <i>Exempel: kontroll av informationsflöden, särskilt mellan överordnade i en hierarki</i>
Samhörighet med beslutsfattare	Affiliation	Aktören är i nära kontakt med en auktoritet som hon/han "lånar" makt ifrån. <i>Exempel: vara ställföreträdande för en överordnad, att handla enligt överordnads önskemål, missbruk av sin kontakt för att förverkliga personliga mål, eller att använda "negativ samhörighet" via rigida personalpolicyer och bokförings- och administrationssystem</i>
Grupptillhörighet	Group	Aktören tillhör en erkänd grupp med inflytande eller en med erkänd uppgift. <i>Exempel: Kollektiv problemlösning, kreativ brainstorming, konfliktlösning, dominering av ett fåtal individer, "grupptänkade"</i>

Steg 7: Identifiera möjliga ingångar till att lösa problemet.

- Hur kan ergonomiagenten få tillgång till problemlösningen?
- Vilka viktiga relationer kan bildas och stärkas?
- Vilka andra agenters mål går att "haka på"?
- Vad är enklaste lösningen som går att nå utan stor ansträngning (så kallad "lågt hängande frukt")?

26 Utvecklingen av ACD³-processen

I det här kapitlet presenteras först det teoretiska resonemang som ligger till grund för ACD³-processen och sedan beskrivs och motiveras utvecklingen av processen.

26.1 Designprocesser

Processen att skapa något är central för alla kreativa aktiviteter och professioner. Syftet med kapitlet är att presentera olika synsätt på designprocesser och utvecklingsprocesser, vilka jag har kommit i kontakt med. Jag jämför och reflekterar över dem och presenterar min syn på hur designprocessen bör beskrivas. Fokus ligger på hur designprocessen struktureras och systematiseras för att beskriva arbetet med att ta fram nya artefakter. Målet är en generell designprocess som fungerar mot många applikationer och ger stöd åt de personer som verkar i designprocessen.

Kapitlet fortsätter med en redogörelse av olika processbeskrivningar. Därefter följer en reflektion över processerna, där olika skillnader lyfts fram. Utifrån de här skillnaderna följer ett resonemang, som visar hur jag anser att en designprocess bör beskrivas och slutar med mitt förslag på en komplett utvecklingsprocess.

Vad är då en designprocess? Enligt Kroes (2002) är det arbetet som sker genom att förvandla en funktionell beskrivning av en artefakt till en strukturell beskrivning (figur 26.1). Jag tolkar det som att designprocessen startar i en beskrivning av "vad" och slutar i en beskrivning av "hur", där arbetet i designprocessen går ut på att realisera en idé.



Figur 26.1 Designprocess enligt Kroes (2002)

Frågan är då hur detta ska gå till? Jones (1992) delar upp designprocessen i tre aktiviteter: Divergence – Transformation – Convergence (DTC), vilka jag tolkar på följande sätt:

1. **Divergence:** utforska designrymden, dvs undersöka vilka lösningar som är möjliga inom de ramar som finns
2. **Transformation:** identifiera de viktigaste designvariablerna för den aktuella nivån
3. **Convergence:** bestämma designvariablerna, där bestämning kan vara ett designbeslut eller en eller flera nya designvariabler

En annan modell är från Kruger och Cross (2006). De presenterar en "*expertise model of the design process*", vilken innehåller följande aktiviteter:

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. gather data | 5. define problems and possibilities |
| 2. assess value and validity of data | 6. generate partial solutions |
| 3. identify constraints and requirements | 7. evaluate solutions |
| 4. model behavior and environment | 8. assemble a coherent model |

En tredje, mer detaljerad, modell för designprocessen är från Fuller vilken beskrivs av Friedman (2000). Fullers modell ser ut som följer:

1. Subjective process of search and research
 - teleology
 - intuition
 - conception
 - apprehension
 - comprehension
 - experiment
 - feedback

2. Generalization and objective development leading to practices

- prototyping #1
- prototyping #2
- prototyping #3
- production design
- production modification
- tooling
- production
- distribution
- installation
- maintenance
- service
- reinstallation
- replacement
- removal
- scrapping
- recirculation

En fjärde detaljerad processmodell beskrivs av Roozenburg och Cross (1991). Den benämns "*The consensus model of the engineering design process*" och består av fyra faser:

- clarification of the task
- conceptual design
- embodiment design
- detail design

"*The consensus model of the engineering design process*" bygger enligt Roozenburg och Cross på en systemmodell för utveckling av komplexa system. Denna utvecklingsmodell har två dimensioner. Den ena dimensionen motsvarar faser i en maskins livscykel, exempelvis:

- feasibility study
- preliminary design
- detailed design
- planning for production
- planning for distribution
- planning for retirement

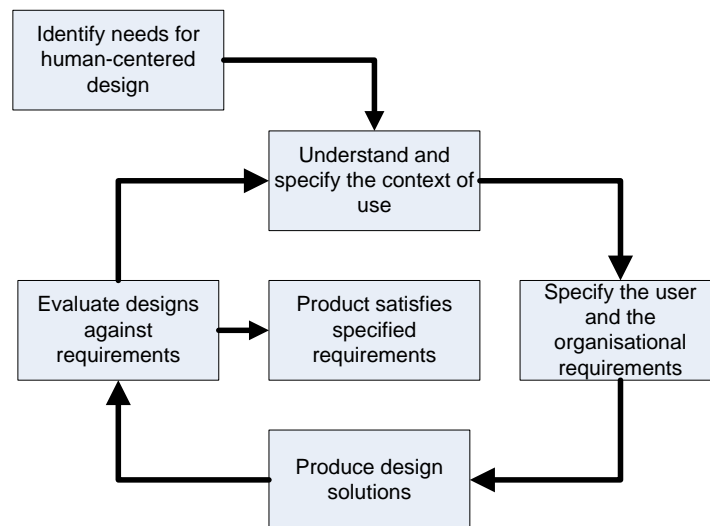
Den andra dimensionen beskriver sedan aktiviteter som sker i varje fas av den första dimensionen och de är:

- analysing and defining the problem
- synthesise solutions
- simulating/predicting performance
- evaluation and choosing the best

Jag fortsätter med tre processer kopplade till produktutveckling. De här kända beskrivningarna av designprocessen (också kallat utvecklingsprocessen) är Johannesson et al. (2004), Ullman (2002), Ulrich and Eppinger (2004), tabell 26.1. Processerna har stort fokus på produktutveckling och mekanisk design.

Tabell 26.1 Processer för produktutveckling

<u>Johannesson et al. (2004)</u>	<u>Ullman (2002)</u>	<u>Ulrich and Eppinger (2004)</u>
<ul style="list-style-type: none"> • förstudie • produktspecifikation • konceptgenerering och utvärdering/konceptval • layoutkonstruktion • detaljkonstruktion • prototypprovning • produktionsanpassning 	<ul style="list-style-type: none"> • indentify needs • plan for design process • develop engineering specification • develop concepts • develop product 	<ul style="list-style-type: none"> • concept development • system-level design • detail design • testing and refinement • production ramp-up

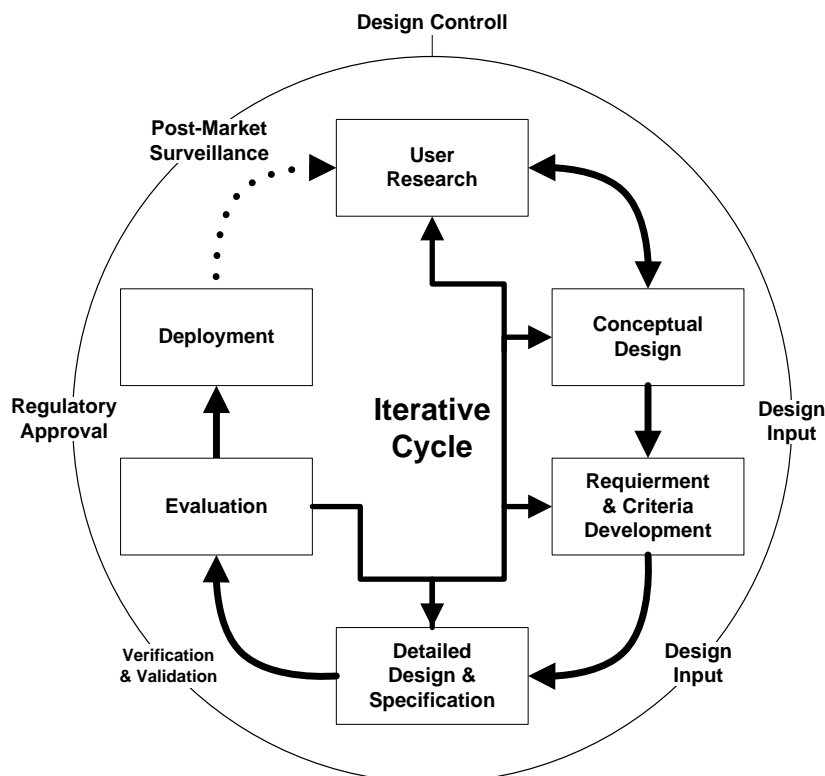


Figur 26.2 Human-centered design activities ISO 13407 (1999)

Nästa två modeller kommer från mitt forskningsområde inom HFE: IEC-modellen och ISO-modellen. ISO-modellen, Human-centered design activities ISO 13407 (1999), är en cirkulär process (figur 26.2) och består av delarna:

- identify needs for human-centered design
- understand and specify the context of use
- specify the user and the organizational requirements
- produce design solutions
- evaluate designs against requirements
- product satisfies specified requirements

ISO-modellen är framtagen främst för arbete med användarvänlighet inom programvara och IT-system.



Input from users is typically obtained at nearly every stage in the circle.

Figur 26.3 IEC 60601-1-6 Usability Engineering Process

IEC-modellen IEC 60601-1-6 Usability Engineering Process (2004) (figur 26.3) består av följande delar:

- user research
- conceptual design
- requirement & criteria development
- detailed design & specification
- evaluation
- deployment

IEC-modellen är framtagen för arbete med användarvänlighet inom medicinsk teknik.

Sammanlagt har vi nu alltså tio modeller som beskriver design/utvecklingsprocessen:

- Kroes (2002)
- Jones (1992)
- Krugeroch Cross (2006)
- Friedman (2000)
- Roozenburg och Cross (1991)
- Johannesson et al (2004)
- Ullman (2002)
- Ulrich och Eppinger (2004)
- ISO13407 (1999)
- IEC60601-1-6 (2004)

26.2 Reflektion över teorierna

Den första reflektionen jag gjorde över de här processbeskrivningarna var, att hur kan det vara en sådan stor skillnad mellan modeller som i princip försöker beskriva samma sak.

Modellerna över designprocessen skiljer sig åt på flera olika sätt. Den första skillnaden är deras start- och slutpunkter. Här är Kroes (2002) den som definierar designprocessen som den mest avgränsande i en artefakts livscykel, eftersom designprocessen bara är transformationen från funktionell beskrivning till strukturell beskrivning. I andra änden av skalan finns Friedman (2000) och IEC 60601-1-6 (2004) som i princip tar med en artefakts hela liv i designprocessen. En första central fråga att beskriva då det gäller en designprocess är alltså var den börjar och var den slutar.

Nästa skillnad mellan modellerna är vad det är för typ av struktur som håller dem samman. Många modeller över designprocessen utgår från artefaktens livscykel, men några utgår mer ifrån karaktäristiken hos de faktiska aktiviteterna. Jones (1992) modell har ingen koppling till livscykeln utan utgår från övergripande designaktiviteter, medan ISO 13407 (1999) har ett cykliskt förlopp med mer detaljerade aktiviteter. Intressant är att Roozenburg och Cross (1991) tar upp en modell med två dimensioner, där den ena har livscykelfokus, medan den andra dimensionen har aktivitetsfokus. En andra central fråga för en utvecklingsprocess är alltså efter vilken grundstruktur den ska vara uppbyggd.

Ytterligare skillnader mellan modellerna är abstraktionsnivån i namngivningen av processens delar. Här har Jones (1992) en abstrakt beskrivning med orden Divergence, Transformation och Convergence, medan modeller av Kruger och Cross (2006), Friedman (2000) och ISO 13407 (1999) är mer konkreta i beskrivningen. En tredje central fråga är alltså på vilken abstraktionsnivå som delarna i en processmodell ska beskrivas. Är den för abstrakt ökar sannolikheten att den inte är till hjälp, men om beskrivningen däremot är för konkret ökar sannolikheten att modellen inte passar för det specifika fallet.

Den fjärde och kanske viktigaste skillnaden gäller fokus på iterationer i modellbeskrivningarna. Här har ISO 13407 (1999) ett stort fokus på det iterativa, då modellen är uppbyggd som en cirkulär process. Även Kruger och Cross (2006) och IEC 60601-1-6 (2004) har stora inslag av iterativitet. Andra som Friedman (2000), Johannesson et al (2004), Ullman (2002) och Ulrich and Eppinger (2004) har inte alls detta fokus, utan fokuserar mer på utvecklingsarbetet som en linjär process, där stegen följer i en bestämd ordning. En fjärde central fråga för en designprocess är alltså relationen till iterativiteten i designarbetet.

Sammanfattningsvis visar skillnaderna mellan de tio processerna att det finns (minst) fyra centrala frågor att ta hänsyn till, när jag nu ska ta fram min egen version av designprocessen. Frågorna är:

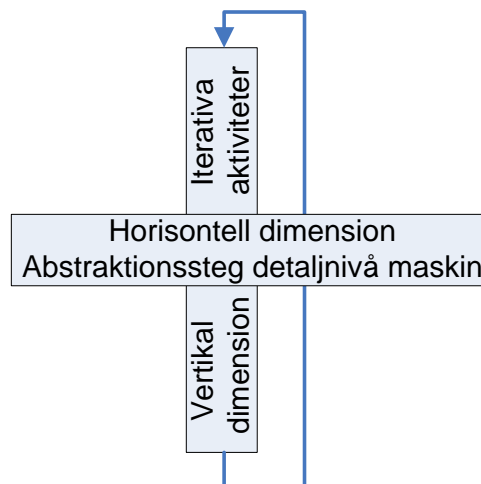
- Vad är start- och slutpunkt för designprocessen?
- Vad är grundstrukturen för processbeskrivningen (livscykel eller aktiviteter)?
- Vad är abstraktionsnivån på beskrivningen av delarna?
- Vad är nivån på iterativiteten?

26.3 Förslag på process

Här följer mitt förslag på en utvecklingsprocess beskriven utifrån grundstruktur, start och slutpunkt, nivå av iterativitet och abstraktionsnivå.

Grundstruktur för processbeskrivningen (livscykel eller aktiviteter)

Det grundläggande för min designprocess är vilken struktur som processen ska ha. Det finns stora fördelar med att både arbeta efter maskinens livscykel och att arbeta efter de olika typerna av aktiviteter som sker, vilket exempelvis Jones (1992) beskriver. Min erfarenhet från projekt inom akademien och industrin visar att man ofta arbetar efter båda principerna tillsammans. Jag väljer därför att ha en tvådimensionell struktur, precis som Roozenburg och Cross (1991) och Hall (1962). De beskrev modeller för utveckling av komplexa system med en dimension för livscykeln och en dimension för aktiviteterna (figur 26.4).



Figur 26.4 De två dimensionerna för en utvecklingsprocess

Start och slutpunkt för designprocessen

För mig är det naturligt att designprocessen för en artefakt sträcker sig från det att ett problem eller ett behov upptäcks eller identifieras till att lösningen är fullständigt definierad, men att designprocessen sedan inte går in på hur själva lösningen realiseras eller används. Hur kan färderna från behov till artefakt delas upp i faser? Jag ser utifrån mitt HFE-perspektiv att dimensionen för livscykeln kan delas upp i tre huvudaktiviteter. Den första är arbetet med att förstå problemet och behoven för artefakten. Den andra är arbetet med att ta fram hur artefakten ska uppföra sig utifrån användarens perspektiv (utsidan). Den tredje är arbetet med hur artefakten internt ska se ut och fungera. Med detta resonemang blir min designprocess klart mer omfattande än den av Kroes (2002), men mindre omfattande än den av Friedman (2000). Min designprocess ligger följaktligen mer i linje med modellen över designprocessen som Kruger och Cross (2006) presenterar.

Nivå av iterativitet

När vi nu kommer in på nivån av iterativitet, beror den mycket på den andra dimensionen av processen och att det där finns aktiviteter som upprepas flera gånger under designprocessen. Exempelvis är det svårt att i början av processen veta exakt vilken information som behöver samlas in och det är också oklokt att vänta med all utvärdering till slutet av hela designprocessen. Det behöver alltså finnas en cyklisk process som inkluderar datainsamling och utvärdering kontinuerligt under designprocessen.

Jag väljer att använda aktiviteterna: planering, datainsamling, analys, idégenerering, syntes, utvärdering och dokumentering. Aktiviteterna passar bra in på många all dagliga aktiviteter (tabell 26.2) och det är en generell kognitiv process för problemlösning.

Tabell 26.2 Dagligt iterativt arbete

Tända ljuset	Laga mat	Lösa mekaniktal	Kognitiv process
1. Vilja tända ljuset för det är mörkt i rummet	1. Vilja tillaga något gott för man är hungrig	1. Vilja lösa talet för att klara tentamen	Planering
2. Leta efter strömbrytare	2. Se vad som finns i kylskåpet	2. Läs talet från tentamenstesen	Datainsamling
3. Fundera på hur strömbrytarna fungerar	3. Fundera på vilka maträtter som går att tillaga	3. Fundera på möjliga angreppssätt	Analys
4. Komma på vilken strömbrytare som ska väljas	4. Komma på vilken maträtt som ska tillagas	4. Komma på vilket angreppssätt som ska användas	Idégenerering
5. Trycka på strömbrytare	5. Tillaga maträtten	5. Lösa talet	Syntes
6. Notera om ljuset blev tänd <i>Om inte tänd, gå till 2,3 eller 4</i>	6. Smaka av <i>Om inte smakligt, gå till 2,3 eller 4</i>	6. Göra rimlighetskontroll <i>Om inte rimligt, gå till 2,3 eller 4</i>	Utvärdering <i>Iterera</i>
7. Komma ihåg vilken knapp som var rätt	7. Skriva ned receptet	7. Renskriva uppgiften	Dokumentering

Problemlösningsprocessen kan också förklaras som följer. Först formulerar vi ett mål för vad vi vill uppnå (planering). Därefter samlar vi in information från omvärlden (datainsamling), för att skaffa oss aktuell kunskap om situationen. Vi tolkar informationen och funderar ut ett sätt, det bästa sättet, för att nå målet. Därefter utför vi olika handlingar för att nå vårt mål. Till sist utvärderar vi vårt resultat mot det uppsatta målet. Om vi inte nått målet, börjar vi om från början och samlar in ytterligare data; en iterativ process har startat. När vi är nöjda med resultatet, dokumenterar vi det på papper eller i minnet.

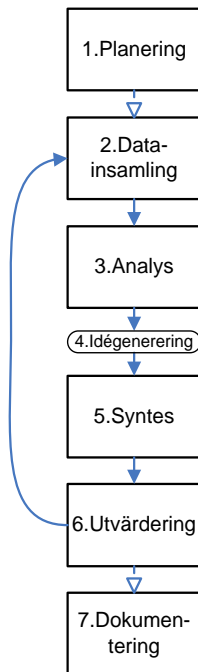
Aktiviteterna i tabell 26.2 är lämpliga för den vertikala strukturen för ACD³-processen av ett antal orsaker. Utvecklingsarbete innehåller en stor del problemlösning, där det är nya problem som behöver lösas i varje fas, vilket gör att de sju aktiviteterna är passande som beskrivning. Strukturen lyfter fram analys och syntes, som också är viktiga designaktiviteter, med idégenereringen som överbyggare mellan dem. Strukturen tar också med både förarbete (planering) och efterarbete (dokumentering), vilka är betydelsefulla för utvecklingsarbetet. Planeringen stödjer ett genomtänkt tillvägagångssätt, medan dokumenteringen gör att designbesluten sammanställs för kommande utvecklingsarbete. Slutligen innehåller strukturen utvärdering och iterativitet, vilka är efterfrågade i det användningscentrerade utvecklingsarbetet.

Tabell 26.3 PDCA-cykeln jämfört med ACD³-processens vertikala struktur

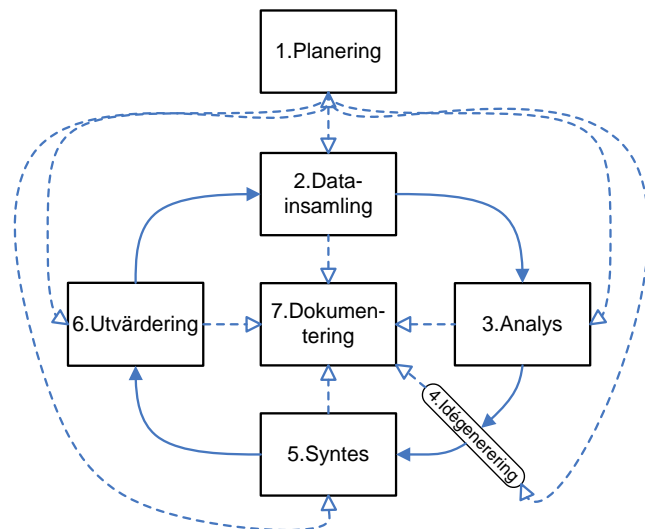
PDCA-cykeln	Kognitiv process	Förklaring ACD ³ -processen
Plan/Planera	Planering	Planera utvecklingsarbete
Do/Göra	Datainsamling	Utföra utvecklingsarbete
	Analys	
	Idégenerering	
	Syntes	
Check/Studera	Utvärdering	Utvärdera resultatet av utvecklingsarbetet
Act/Agera	Dokumentering	Dokumentera och gå vidare till nästa fas

Upplägget med de sju aktiviteterna kan ses som en vidareutveckling av PDCA (Plan-Do-Check-Act) i cykeln där Do/Göra har blivit uppdelat i fyra separata delar, tabell 26.3. En sådan förfinad uppdelning behövs för att göra delarna i designarbetet tillräckligt synliga.

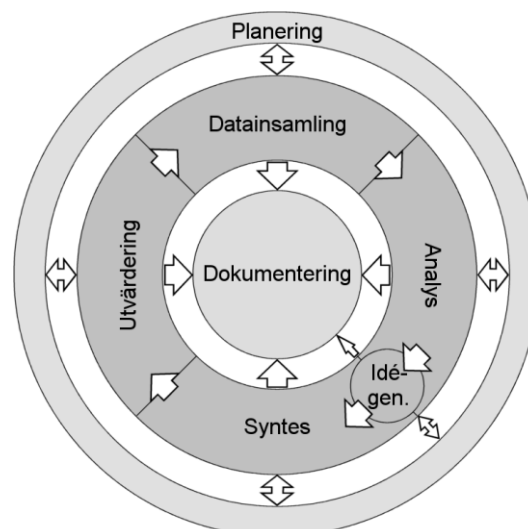
Olika grafiska sätt kan användas för att beskriva den iterativa processen i ACD³-processen. Figur 26.5 beskriver en linjär modell i stil med tabell 3.3, sidan 36. Den beskrivningen missar dock att det i de flesta fall finns planering och dokumentering med vid alla de iterativa delarna, vilket illustreras bättre i figur 26.6 som är mer av boxform. Idégenereringen har här fått en liten mindre ruta, då den är en flytande övergång mellan analys och syntes, där resultaten från analysen används för att bestämma innehållet i syntesen. Ett tredje sätt att illustrera på är figur 26.7 som är en mer cirkulär beskrivning. Vilken form som används i ett projekt för att beskriva processen är beroende på vad som vill framhävas. Att det här finns tre varianter för att beskriva det iterativa arbetet, syftar just till att visa på att det finns mer än ett sätt att beskriva samma arbetssätt.



Figur 26.5 Iterativa aktiviteter i linjär form



Figur 26.6 Iterativa aktiviteter i boxform



Figur 26.7 Cirkulär beskrivning av de iterativa aktiviteterna

Frågan som kvarstår är vilken abstraktionsnivå som beskrivningarna av delarna ska ha. Jag väljer för dimensionen aktivitet (vertikal struktur) att behålla de namn som jag har angett i tabell 26.2. Jag tycker att de ligger på en bra abstraktionsnivå och kan användas för alla delarna i dimensionen för livscykeln.

Den vertikala (iterativa) dimensionen av ACD³-processen är även gjord för att fungera med andra beskrivningar av utvecklingsprocessen. Figur 26.8 visar hur aktiviteterna i den vertikala dimensionen överensstämmer med Jones (1992) designaktiviteter, Roozenburg och Cross (1991) andra dimension och ISO 13407 (1999) iterativa process. Det syns tydligt att de två första stämmer väl överens i flödet, fast avgränsningarna mellan faserna är olika. Denna dimension är alltså en cyklisk process som upprepas tills resultatet är tillfredsställande och arbetssättet stämmer väl överens med det som beskrivs i ISO 13407 (1999).

Iterativa aktiviteter	Jones, 1992	Roozenburg och Cross, 1991	ISO 13407, 1999
Planering		Analysing and defining the problem	
Datansamling	Divergence		Understand and specify the context of use
Analys	Transformation		Specify the user and the organizational requirements
Idégenerering		Synthesise solutions	Produce design solutions
Syntes	Convergence		
Utvärdering		Simulating/predicting performance Evaluation and choosing the best	Evaluate designs against requirements
Dokumentering			

Figur 26.8 Jämförelse av olika beskrivningar av aktivitetsdimensionen

Abstraktionsnivå horisontell struktur (livscykel): Första upplagan

(Nedan redogörs för den struktur som finns i första upplagan av boken, vilken skiljer sig från den som har presenterats här tidigare.)

Nästa beslut gäller hur den horisontella strukturen ska delas i mindre delar. När det gäller livscykeln väljer jag att benämna de tre delarna: behovsidentifiering, utformning och konstruktion.

Då mycket av HFE-aktiviteterna sker i utformningsdelen, bör den delas upp i faser för att mer tydliggöra hur processen framskrider. Även konstruktionsdelen kan delas upp i faser, men då mindre HFE-aktiviteter sker under konstruktionen, gör jag ingen uppdelning av den. Utformningsdelen delas upp i tre faser: (1) funktions- och uppgiftsutformning, (2) övergripande utformning och (3) detaljerad utformning.

Funktions- och uppgiftsutformning

- identifiering av funktioner som behövs för att uppnå systemmålen
- fördelning av funktioner mellan människan och maskinen
- utformning av människans och maskinens uppgifter

Övergripande utformning

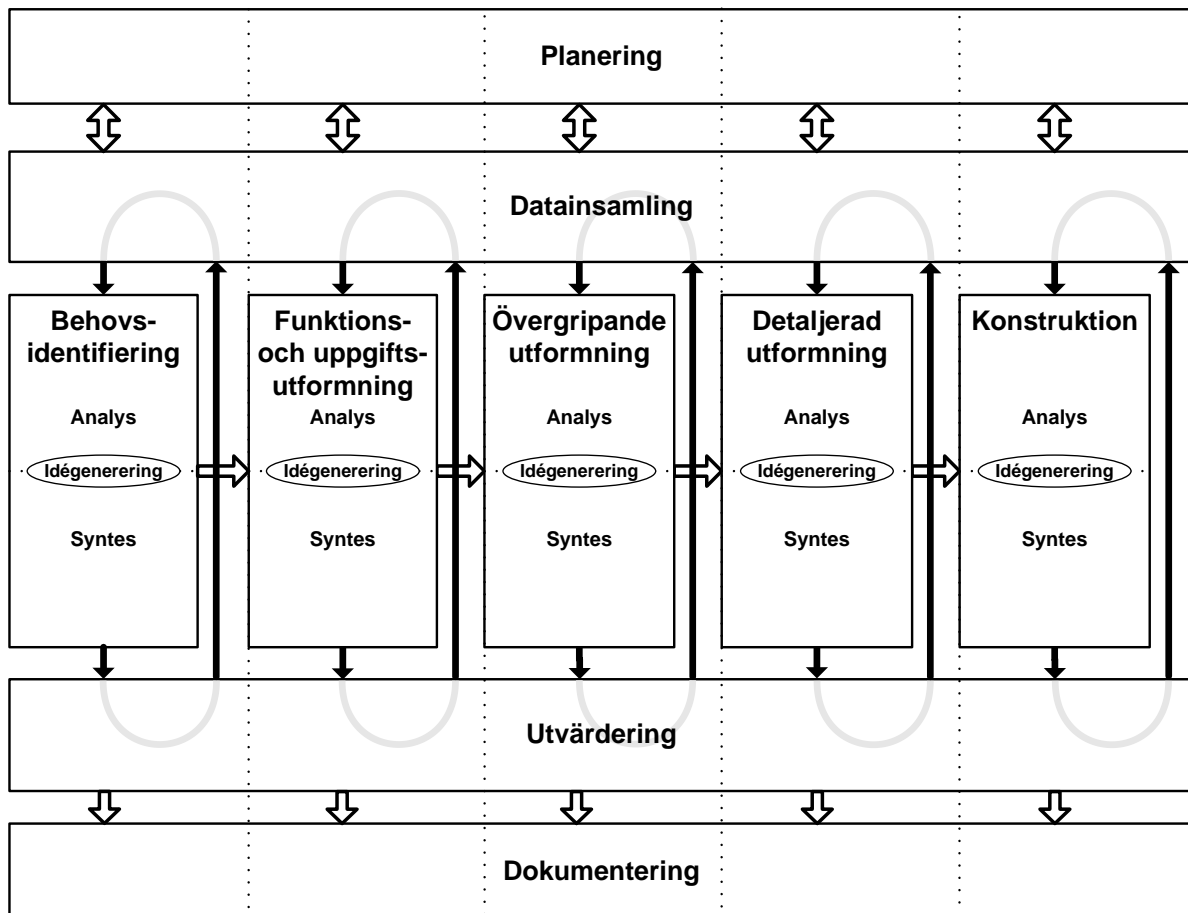
- identifiering av kritiska designvariabler
- utformning av maskinens huvuddrag och främsta egenskaper

Detaljerad utformning

- bestämning av designvariabler
- fullständig beskrivning av maskinen sedd utifrån användarens synvinkel

Sammansatt process: Första upplagan

Designprocess är alltså tvådimensionell, där det på den ena dimensionen finns fem faser i en maskins livscykel: (1) behovsidentifiering, (2) funktions- och uppgiftsutförning, (3) övergripande utformning, (4) detaljerad utformning och (5) konstruktion. På den andra dimensionen finns sju aktiviteter: (1) planering, (2) datainsamling, (3) analys, (4) idégenerering, (5) syntes, (6) utvärdering och (7) dokumentering. Då de två dimensionerna placeras tillsammans, uppstår en modell över den tänkta designprocessen (figur 26.9).



Figur 26.9 Föreslagen tvådimensionell designprocess i första upplagan

I livscykelns alla fem delar utförs aktivitetens dimensionen. Först sker en planering över vad som ska ske och den anpassas sedan fortlöpande. Därefter kommer datainsamling som innebär att aktuell information samlas in från omvärlden. Analys betyder att det insamlade materialet bearbetas för att skapa ny förståelse. Under syntesen skapas något nytt med utgångspunkt från analysen. Mellan analys och syntes verkar idégenereringen. Därefter utvärderas det som skapats och slutligen dokumenteras hela arbetet (bättre är om detta görs kontinuerligt).

Det finns fyra kontinuerliga aktiviteter som pågår under hela processen: planering, datainsamling, utvärdering och dokumentering. Datainsamling och utvärdering (främst med användare och mot användningen) har placerats här för att betona att de ingår i var och en av de här delarna, alltså kontinuerligt under processen i mer eller mindre grad. Var och ett av de fem sekventiella blocken består sedan av aktiviteterna analys och syntes. Iterationen inom varje enskild fas fortskrider tills utvärderingen visar att resultatet är tillfredsställande och då förs processen vidare till nästa fas.

Abstraktionsnivå horisontell struktur (livscykel): Andra upplagan

I inledningsskedet av uppdateringen till andra upplagan bestämdes att namnet på den andra fasen i processen skulle bytas ut mot användningsutformning, för att utformning av funktioner och uppgifter var något som faktiskt utfördes under hela utformningsarbetet.

I arbetet med PU²B-modellen uppkom diskussioner om fokus för utvecklingsarbetet och hur det kan förändras. Arbetet resulterade i en tänkbar arbetsgång:

1. **Fokus på användaren:** användarcentrerat arbete
2. **Fokus på användningen:** användningscentrerat arbete
3. **Fokus på teknisk arkitektur:** teknikcentrerat arbete
4. **Fokus på maskinens utsida:** interaktionscentrerat arbete

Den tänkta arbetsgången stämde väl överens med de fyra första delarna i utvecklingsprocessen, så den föranledde ingen förändring av den horisontella strukturen utan snarare stärkte den.

Den förändring som nu görs är att ett kapitel om produktion, som tidigare utelämnats, läggs till. Detta för att förtydliga den roll som HF-ingenjören i utvecklingsprojektet har vid tillverkningen av maskinen.

Inre struktur: Andra upplagan

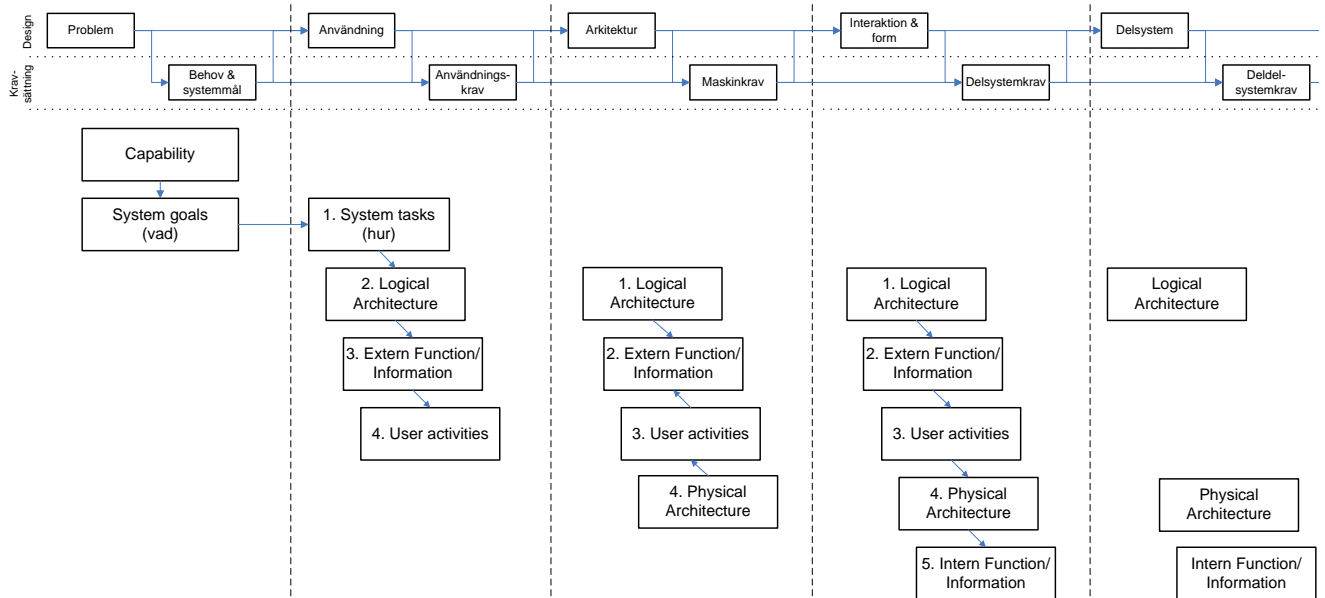
Det som var den utlösande faktorn för att skriva den andra upplagan av boken, var uppkomsten av den inre strukturen för utvecklingsprocessen. I ett retrospektiv var det nu tydligt att det var processens svaga länk och något som troligen har gjort den lite svår att tillämpa, då det inte har varit tydligt och systematiskt hur de olika delarna skulle fyllas med resultat.

Den inre strukturen som uppkom i utveckling av PU²B-modellen (Bligård och Nilsson, 2015) är mycket inspirerad av abstraktionsnivåerna från Andersson (2010): struktur, process, funktion, uppgift och situation. Framtagandet av den inre strukturen innebar en hel del funderande på vilka delar (objektstyper) som skulle ingå och hur dessa skulle organiseras. En central fråga var om alla objektstyper skulle finnas med i varje fas. Figur 26.10 visar en tidig idé för den inre strukturen. Mycket av funderingarna handlade om på vilka olika sätt det var relevant att beskriva den maskin som var under utveckling och beskrivningssättens inbördes relation till varandra. Arbetet resulterade i de fem objektstyperna:

- Problem - de svårigheter eller brister som maskinen ska lösa
- Struktur - den abstrakta uppbyggnad som behövs för att lösa problemet
- Funktion - de funktioner som behövs för att lösa problemet
- Aktivitet - den mänskliga aktivitet som behövs för att lösa problemet
- Realisering - den fysiska konkretisering som behövs för att lösa problemet

De fem olika typerna av objekt är alltså fem olika typer av modeller att beskriva en design på, där varje modell lyfter fram specifika perspektiv. Tanken på att använda olika modeller i designarbetet är inte ny. Till exempel så använder sig Rapid Contextual Design (Holtzblatt et al., 2004) av fem modeller, vilka ger olika perspektiv på hur arbetet utförs:

- Flödesmodell - beskriver kommunikation och samordning och de olika roller människor har i arbetet
- Kulturmodell - beskriver kultur och policy i arbetet
- Sekvensmodell - beskriver detaljerat de steg som utförs för att lösa en uppgift
- Fysisk modell - beskriver den fysiska miljön som stöder det avsedda arbetet
- Artefaktmodell - beskriver hur artefakter används för att utföra arbetet

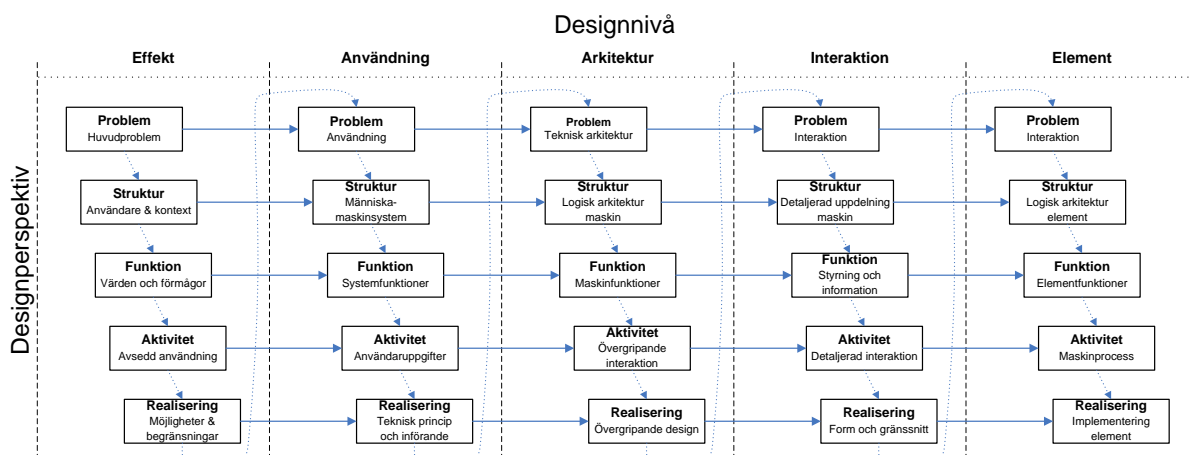


Figur 26.10 Exempel på hur den inre strukturen såg ut vid ett tillfälle under utvecklingsarbetet

Angående frågan om vilka objektstyper som skulle vara med, så blev till slut resultatet att det enda rimliga var att alla fem skulle vara med i alla faserna i utvecklingsprocessen för att det skulle bli systematiskt och tydligt. Nu när ramen för den inre strukturen var satt, så blev nästa steg att tolka vad objektstyperna egentligen betyder för respektive fas i utvecklingsprocessen.

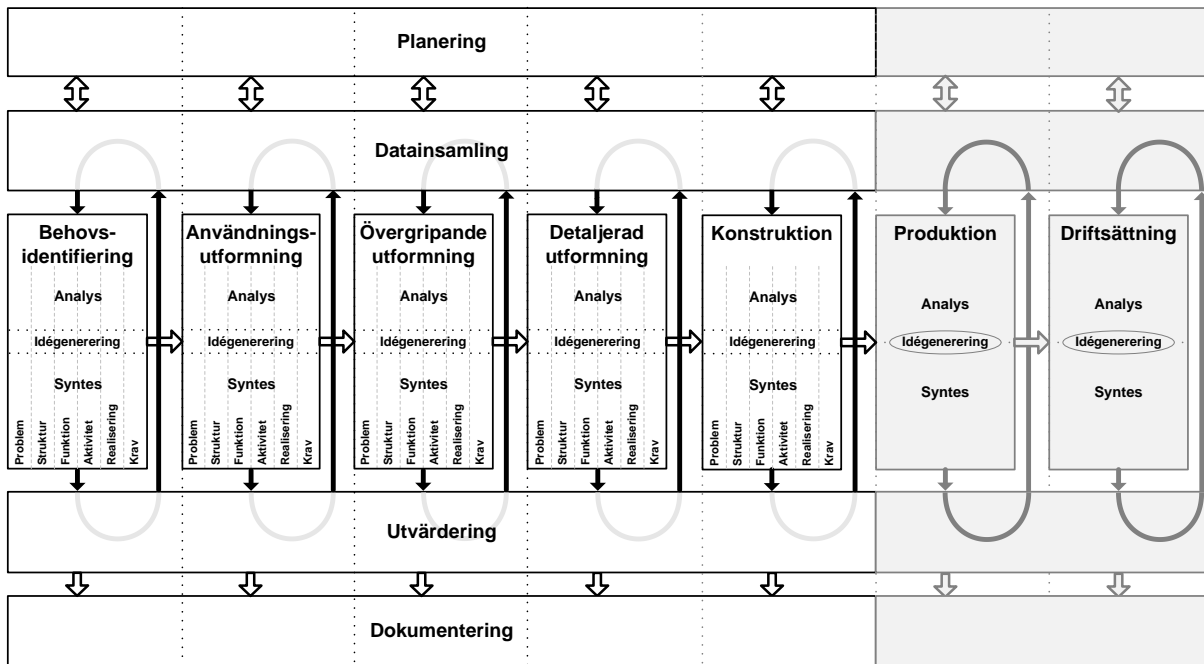
Det var en hel del pusslande och tankearbete för att få ihop det till en fungerande helhet och det dök också upp både överraskningar och aha-upplevelser i arbetet, när jag såg vart den inre strukturen ledde innehållet i processen. Det var i vissa fall som att gå på en upptäcktsfärd och figur 26.10 visar ett exempel på hur strukturen såg ut vid ett tillfälle under resan. Strukturen hjälpte till genom att den tvingade författaren att tänka till på vilka designbeslut som faktiskt tas i varje del i utvecklingsarbetet. I några fall fick detaljer i innehållet flyttas mellan processens faser för att få ihop kopplingarna och för att göra beskrivningarna av innehållet tydligare. För hela processen skedde en tydlig uppsträckning.

Arbetet resulterade i den struktur som visas i figur 26.11. Figuren visar också relationen mellan objekten både inom och mellan faserna. Inom en fas styr ett ovanliggande objekt innehållet i underliggande objekt och mellan faserna så är ett objekt en vidare precisering och specificering av objektet på steget innan. Den stora nyttan med en sådan inre struktur är att innehållet blir tydligt, samstämmigt och sammanhängande.



Figur 26.11 Den inre strukturen för designarbetet i utvecklingsprocessen

Sammansatt process: Andra upplagan

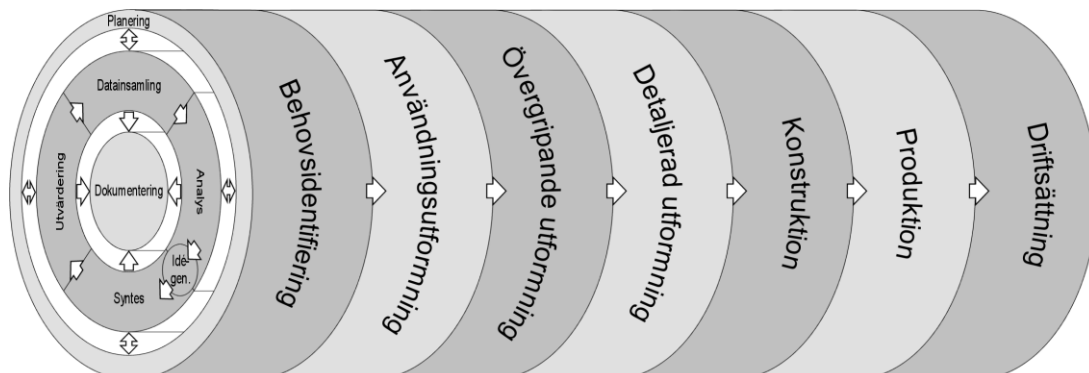


Figur 26.12 Den sammansatta utvecklingsprocessen från andra upplagan av boken

Den slutliga utvecklingsprocessen kom alltså att bli uppbyggd av tre strukturer: en vertikal, en horisontell och en inre (figur 26.12). För den vertikala strukturen (aktivitetsdimensionen) har de fem delarna från första upplagan behållits. Först sker en planering över vad som ska ske och den anpassas sedan fortlöpande. Därefter kommer datainsamling som innebär att aktuell information samlas in från omvärlden. Analys betyder att det insamlade materialet bearbetas för att skapa en förståelse. Under syntesen skapas något nytt med utgångspunkt från analysen. Mellan analys och syntes verkar idégenereringen. Därefter utvärderas det som skapats och slutligen dokumenteras hela arbetet (bättre är om detta görs kontinuerligt). Iterationen inom varje enskild fas fortskrider tills utvärderingen visar att resultatet är tillfredsställande och då förs processen vidare till nästa fas.

För de fem första faserna finns sedan en inre struktur bestående av objektstyperna problem, struktur, funktion, aktivitet, realisering och krav. Det är för dessa delar som de vertikala aktiviteterna utförs (planering, datainsamling, analys, idégenerering, syntes, utvärdering och dokumentering).

Figur 26.13 visar sedan en cirkulär beskrivning av ACD³-processen. De olika visualiseringarna finns för att visa att samma process kan visas på olika sätt. Vilken visualisering som används i projektdokumentationen beror på vilken modell som i det specifika fallet fungerar bäst.



Figur 26.13 Process för utvecklingsarbetet (cirkulär form)

Men hur förhåller sig förslaget till de processbeskrivningar som tagits upp innan? Även den horisontella dimensionen på utvecklingsprocessen är gjord för att fungera med väl etablerade beskrivningar av utvecklingsprocesser. Figur 26.14 visar en relation mellan utvecklingsprocesserna beskrivna av Johannesson et al.(2013), Ullman (2010) och Ulrich and Eppinger (2011). Denna jämförelse möjliggör synkronisering mellan de olika processerna och nästa uppslag visar en mer detaljerad jämförelse.

ACD ³ -processen	Johannesson et al, 2013	Ullman, 2010	Ulrich and Eppinger, 2011
Behovsidentifiering	Förstudie	Product discovery	Concept development
Användningsutformning	Produktspecifikation	Product definition	
Övergripande utformning	Konceptgenerering och utvärdering/konceptval	Conceptual design	
Detaljerad utformning			System-level design
Konstruktion	Layoutkonstruktion	Product development	Detail design
	Detaljkonstruktion		
	Prototypprovning		Testing and refinement
	Produktionsanpassning		Production ramp-up

Figur 26.14 Relationer mellan olika utvecklingsprocesser

Namngivning av processen

I arbetet med att uppdatera boken blev det uppenbart att den föreslagna utvecklingsprocessen behövde få ett namn. För det första, behövdes namnet för att göra det tydligare i texten vilken process som åsyftas och för det andra, för att göra den enklare att kommunicera till användarna (utvecklarna).

Valet föll på att ge processen ett namn bestående av 2-5 tecken, vilka är en förkortning av en mer utförlig beskrivning av den föreslagna utvecklingsprocessen. Bra var också om namnet kunde åsyfta fokus på användningen och på processens sammanvävda struktur. Vidare var det bra om förkortningen var densamma både på engelska och svenska. Den skulle också vara lätt att uttala och vara unik.

Många varianter testades innehållande ord som användning, integrerad, utveckling, produkt och deras engelska motsvarigheter. Ett exempel var 2DAU - Den 2-dimensionella användningsutvecklingsprocessen (med 2DUC design process på engelska och) och ett annat var IHUP - Integrated Human Use Product. Valet föll slutligen på ACD³-processen.

På svenska ska det tolkas som AktivitetsCentreradDesign och på engelska som Activity Centered Design. Valet gjordes för att lyfta fram att aktiviteten (användningen) har en central roll i utvecklingsarbetet. 3:an står för de tre strukturerna som processen vilar på: horisontell, vertikal och inre. ACD³ är även lätt att uttala på båda språken samt gör det till en unik förkortning, då inga träffar kunde hittas vid sökning på internet (ACD³-processen).

ACD³-processen (Bligård, 2015)	Produktutvecklingsprocessen Johannesson et al, 2004, 2013
Initial planering - Planera hela utvecklingsprocessen - Detaljplanera behovsidentifieringen	Förstudie - Problemanalys - Initial kravspecifikation
Behovsidentifiering - Datainsamling - Design effekt - Framtagning behov - Utvärdering - Dokumentering	Produktspecifikation - Bestämna och beskriva vad som ska uppnås - Bearbetad kravspecifikation
Användningsutformning - Datainsamling - Design användning - Framtagning användningskrav - Utvärdering - Dokumentering	Konceptgenerering - Funktionsanalys - Funktionsbeskrivningar - Preliminär produktlayout - Tekniska lösningsprinciper - Ta fram produktkoncept - Utvärdera produkt koncept
Övergripande utformning - Datainsamling - Design teknisk arkitektur - Framtagning maskinkrav - Utvärdering - Dokumentering	Layoutkonstruktion - Definiera produktens arkitektur - Beskriva produktens layout
Detaljerad utformning - Datainsamling - Design form och gränssnitt - Framtagning delsystemkrav - Utvärdering - Dokumentering	Detaljkonstruktion - Dimensionera och välja ut standardkomponenter - Konstruera nya, unika detaljer och välja material
Konstruktion - Datainsamling - Design tekniska element - Framtagning tillverkningskrav - Utvärdering - Dokumentering	Prototypprovning - Virtuella prototyper - Fysiska prototyper - Testserie
	Produktionsanpassning - Slutanpassas för att passa tillverknigen

The mechanical design process Ullman, 2010	Product development process Ulrich and Eppinger, 2011
Product Discovery <ul style="list-style-type: none"> - Develop more product ideas - Itemize projects - Choose project 	Planning <ul style="list-style-type: none"> - Articulate market opportunity - Consider product platform and architecture - Assess new technologies
Product Definition <ul style="list-style-type: none"> - Identify the customers - Determine the customers' requirements - Determine relative importance of the req. - Identify and evaluate the competition - Generate engineering specifications - Relate customers' req. to engineering spec. - Set engineering spec. targets and importance - Identify relationships between engineering spec. 	Concept Development <ul style="list-style-type: none"> - Collect customer needs - Identify lead users - Identify complete products - Investigate feasibility of product concepts - Develop industrial design concepts - Build and test experimental prototypes
Conceptual Design <ul style="list-style-type: none"> - Find the over all function - Decompose into subsystem - Generate concepts - Evaluate concepts - Make concept decisions - Document and communicate 	System-Level Design <ul style="list-style-type: none"> - Develop product architecture - Define major sub-systems and interfaces - Refine industrial design - Preliminary component engineering
Product Development <ul style="list-style-type: none"> - Generate product - Evaluate product - Make product decisions - Document and communicate 	Detail Design <ul style="list-style-type: none"> - Define part geometry - Chose materials - Assign tolerances - Complete industrial design documentation
	Testing and Refinement <ul style="list-style-type: none"> - Test overall performance, reliability, and duration - Obtain regulatory approvals - Assess environmental impacts - Implement design changes
	Production Ramp-Up <ul style="list-style-type: none"> - Evaluate early product output

26.4 ACD³ för produktionssystem

Ett vidare arbete som skett med ACD³-processen är att utveckla en ACD³-modell för produktionssystem. Nedan i tabell 26.4 presenteras ett förslag på en sådan beskrivning.

Tabell 26.4 ACD³-modell för produktionssystem

	Effekt (yttre miljö)	Drift (inre miljö)	Arkitektur (organisation-maskin)
Central fråga	Vad ska produktionssystemet utföra för arbete?	Hur ska produktionssystemet fungera som helhet?	Hur ska resurser fördelas i hela organisationen/företaget?
Primär design	Den effekt som produktionssystemet har för avsikt att uppnå i det sociotekniska systemet	Hur produktionssystemet ska fungera i stort (sett utifrån)	Hur produktionssystemets (resurser) ska samordnas i tid och rum
Problem-perspektiv	Huvudproblem	Problem drift	Problem arkitektur
Struktur-perspektiv	Yttre intressenter och kontext	Resurser drift	Logisk arkitektur
Funktions-perspektiv	Värden och förmågor	Systemfunktioner	Funktioner i organisationen
Aktivitets-perspektiv	Avsedd produktion och livscykel	Aktiviteter aktörer	Uppgifter operatörer
Realiserings-perspektiv	Möjligheter och begränsningar	Princip produktion	Design layout och organisation
	Arbete (organisation-människa)	Verktyg/information (människa-maskin)	
Central fråga	Hur ska produktionssystemets operatörer arbeta?	Vilket stöd behöver operatörerna för att utföra arbetet?	
Primär design	Hur operatörerna ska arbeta i produktionssystemet	Hur operatörernas verktyg ska vara utformade	
Problem-perspektiv	Problem arbete	Problem verktyg/information	
Struktur-perspektiv	Detaljerad uppdelning arbetslag	Logisk arkitektur verktyg/information	
Funktions-perspektiv	Styrning och information för operatör	Funktioner verktyg/information	
Aktivitets-perspektiv	Detaljerad beskrivning arbete	Procedur verktyg/information	
Realiserings-perspektiv	Design instruktioner etc	Design verktyg/information	

26.5 Sammanfattning termer för ACD³-modellens uppbyggnad

System i fokus

Den bakomliggande strukturen för ACD³-modellens uppbyggnad. Består av fem fokus:

- Sociotekniskt system
- Människa-maskinsystem
- Maskinsystemet som helhet
- Maskinsystemets externa uppbyggnad (gränssnitt)
- Maskinens delsystem

Designnivå

Bygger på de olika fokus och delar upp designen i fem abstraktionsnivåer:

- Effekt
- Användning
- Arkitektur
- Interaktion
- Element

Designperspektiv

Ger fem olika betraktningssätt/betraktningvinklar för varje designnivå:

- Problem
- Struktur
- Funktion
- Aktivitet
- Realisering

Kravnivå

Bygger på de olika designnivåerna och delar upp kraven i fem abstraktionsnivåer:

- Behov
- Användningskrav
- Maskinkrav
- Delsystemkrav
- Tillverkningskrav

Kravkategorier

Ger tre olika betraktningssätt/betraktningvinklar för varje kravnivå:

- Mål
- Krav
- Riktlinjer

Fas

Uppdelning av utvecklingsarbetet i sju delar som bygger på de fem designnivåerna och med två faser adderade i slutet:

- Behovsidentifiering
- Användningsutformning
- Övergripande utformning
- Detaljerad utformning
- Konstruktion
- Produktion
- Driftsättning

Designaktivitet

Beskriver de sju olika verksamheter som sker i varje fas av utvecklingsprocessen:

- Planering
- Datainsamling
- Analys
- Idégenerering
- Syntes
- Utvärdering
- Dokumentering

27 Ordlista

Nedan listas centrala termer med förklaring och med engelsk översättning. För flertalet av termerna finns utförligare förklaring i tidigare kapitel, där också termerna sätts in i ett sammanhang, sidnummer anges.

Aktör <i>Actor</i>	Någon eller något som interagerar (transporterar information, energi/kraft och/eller materia över en systemgräns) med en maskin (s 213)
Aktivitet <i>Activity</i>	En eller fler funktioner vilka har relateras till ett syfte i tid och rum (s 23)
Analys <i>Analysis</i>	Dela upp ett fenomen eller problem i delar och därefter undersöka delarna var för sig (s 25)
Användare <i>User</i>	Individ som interagerar med en maskin, dvs utväxlar information, materia, och/eller kraft/energi (s 213)
Användbarhet <i>Usefulness</i>	Mått på hur bra ett människa-maskinsystem kan uppnå avsedda systemmål (s 225)
Användning <i>Use</i>	Aktiviteten som sker när en aktör interagerar med maskinen i omgivningen för att utföra uppgiften (s 213)
Användningsmiljö <i>Use environment</i>	Verklig kontext/omgivning där användningen sker (s 205)
Användningsscenario <i>Use scenario</i>	Specificerad sekvens av uppgifter och händelser i en användning (s 110)
Användningsfel <i>User error</i>	En handling eller utelämnande av en handling, som ger ett annat resultat än avsett av tillverkaren eller förväntat av användaren (s 231)
Användargränssnitt <i>User interface</i>	Det som människan och maskinen under användning kommunicerar genom (s 237)
Användarprofil <i>User profile</i>	En användarprofil beskriver förmågor, karaktäristiker och begränsningar för användarens aspekter, vilka är relevanta för den övergripande prestandan i människa-maskinsystemet (s 108)
Användningstest <i>Usability testing</i>	Aktivitet där verkliga användare interagerar med maskin eller prototyp för att bedöma användarvänlighet, effektivitet i användning etc (s 92)
Användarvänlighet <i>Usability</i>	Mått på hur bra maskinen hjälper en användare att utföra den för maskinen avsedda uppgiften (s 225)
Användarvänlighets- inriktning <i>Usability aim</i>	Fokus för HFE-aktiviteterna - den viktigaste aspekten för att göra maskinen användarvänlig (s 56)

Användarvänlighetsmål <i>Usability goal</i>	Önskvärda mätbara egenskaper hos interaktionen mellan människa och maskin (s 50)
Användarvänlighetsproblem <i>Usability problem</i>	Faktor eller egenskap i människa-maskinsystemet som minskar maskinens användarvänlighet (s 232)
Artefakt <i>Artefact</i>	Föremål tillverkat av människan (s 1)
Automation <i>Automation</i>	Användandet av teknologi för att utföra uppgifter (s 209)
Automationsnivå <i>Automatin level</i>	Andel av utförandet som sköts av en maskin vid utförandet av en uppgift (s 209)
Avsedd användare <i>Intended user</i>	De människor som tillverkaren avser ska använda maskinen (s 213)
Avsedd användning <i>Intended use</i>	Det sätt som tillverkaren har föreskrivit att maskinen ska användas på, av specificerade användare, i specificerad omgivning och för specificerade uppgifter (s 213)
Avsett syfte <i>Intended puprose</i>	De systemmål som tillverkaren av maskinen har satt upp (s 43)
Co-användare <i>Co-user</i>	En människa som på något sätt samarbetar med en primär- eller sekundäranvändare utan att direkt använda maskinen (s 213)
Data <i>Data</i>	Data är otolkad fakta som erhålls vid studier eller som finns dokumenterad (s 81)
Design <i>Design</i>	Bestämmande av form, struktur, funktion, organisation etc för konkret eller abstrakt artefakt (s 23)
Designaktivitet <i>Design activity</i>	Det arbete som utförs för att identifiera och bestämma de designvariabler som utgör lösningen (s 36)
Designbeslut <i>Design decisions</i>	De aktiviteter i utvecklingsarbetet som leder till att designvariabler identifieras och bestäms (s 24)
Designkrav <i>Design requirements</i>	Krav av alla typer som behandlar utformning (form, struktur, funktion, organisation etc) av maskinen (s 27)
Designnivå <i>Design level</i>	Beskrivning av en lösning i skilda abstraktionsnivåer, där detaljeringen successivt ökar och designrymden minskar för varje ny nivå (s 42)
Designperspektiv <i>Design perspective</i>	Beskrivning av en lösning på skilda sätt, där de olika beskrivningssätten lyfter fram skiljande synvinklar (s 45)
Designrymd <i>Design space</i>	Summan av alla möjliga kombinationer och varianter av designvariabler som uppfyller de ställda kraven (s 24)

Designspecifikation <i>Design specification</i>	Dokument som explicit beskriver struktur, funktion organisation etc på en given nivå (s 94)
Designvariabel <i>Design variable</i>	Något som måste bestämmas under utformningen och konstruktionen av maskinen (s 24)
Divergens <i>Divergence</i>	Generera och utforska många möjliga lösningar på ett givet problem (s 26)
Domänexpert <i>Domain experts</i>	Användare som har mycket kunskap om uppgiften men liten kunskap om maskinen (s 215)
Effektmål <i>Effect goal</i>	Se systemmål (s 49)
Effektivitet (interaktion) <i>Efficiency</i>	Kvalitet på interaktionen i form av de resurser som användaren behöver använda för att kunna utföra avsedda uppgifter i avsedd miljö (s 224)
Estetik <i>Aesthetics</i>	Mått på förmågan hos maskinen att väcka positiva känslor genom direkta sinnesintryck (s 226)
Ergonomi / Human factors <i>Ergonomics / Human Factors</i>	Ergonomi (eller human factors) är den vetenskapliga disciplin som berör förståelsen för interaktionen mellan människor och andra element i ett system och den profession som tillämpar teorier, principer, data och metoder i design för att optimera mänskligt välbefinnande och övergripande systemprestanda ^{mm} (s 17)
Expertanvändare <i>Expert user</i>	Användare som har mycket kunskap om både maskinen och uppgiften (s 215)
Expertvänlighet (interaktion) <i>Expert-ability</i>	Förmågan hos maskinen att få en expert att uppnå hög effektivitet (s 56)
Fara <i>Hazard</i>	Något som kan ge upphov till skada på någon eller något (s 233)
Farofylld situation <i>Hazardous situation</i>	Situation där någon eller något blir utsatt för en fara (s 233)
Formativ utvärdering <i>Formative evaluation</i>	Utvärdering för att göra förbättringar av maskinen (s 87)
Funktion <i>Function</i>	Förmåga hos ett system vilken relaterar någonting till någonting annat (s 23)
Funktionalitet <i>Functionality</i>	De möjligheter en maskin har att transformera information, energi och material

^{mm} Definition IEA: "Ergonomics (or human factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory, principles, data and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance".

Funktionsgrupp <i>Function group</i>	En grupp av funktioner med liknande egenskaper
Funktionssekvens <i>Function sequence</i>	Den ordning som användargränssnittet uppmuntrar användaren att använda funktionerna i
Funktionsstruktur <i>Function structure</i>	Hur operationerna är organiserade för att bygga upp en funktion
Funktionstyp <i>Function type</i>	En grupp funktioner med samma funktionsstruktur
Fysisk ergonomi <i>Physical ergonomics</i>	Ämnesområdet om mänskliga anatomiska, antropometriska, fysiologiska och biomekaniska egenskaper i relation till de uppgifter som utförs, samt människans fysiska reaktion på fysikaliska omgivningsfaktorer ⁿⁿ (s 17)
Genomsynlighet <i>Transparency</i>	Förmågan för en maskin att för användaren visa sin funktionalitet
Gissningsbarhet (interaktion) <i>Guessability</i>	Förmågan hos maskinen att få användaren att vid första försöket utföra en uppgift korrekt (s 56)
HFE-dokumentation <i>HFE file</i>	Dokument som dokumenterar människa-maskinaktiviteterna i ett projekt (s 93)
Human factors / Ergonomi	Den vetenskapliga disciplin som berör förståelsen för interaktionen mellan människor och andra element i ett system och den profession som tillämpar teorier, principer, data och metoder för design för att optimera mänskligt välbefinnande och övergripande systemprestanda ^{oo} (s 17)
Human factors engineering	HFE. Tillämpning av kunskap om mänskligt beteende, förmågor, begränsningar och andra egenskaper till utformning av verktyg, maskiner, utrustning, apparater, system, uppgifter, jobb och miljöer för att uppnå produktiv, säker, bekväm och effektiv mänsklig användning ^{pp} (s 17)
Human factors integration	HFI. Ämnesområdet om hur kunskap inom Ergonomi/HF blir tillämpad och applicerad i en verklig kontext hos producenten av maskiner, organisationer, system etc (s 17)

ⁿⁿ Anpassad från IEAs "*Physical ergonomics is concerned with human anatomical, anthropometric, physiological and biomechanical characteristics as they relate to physical activity. (Relevant topics include working postures, materials handling, repetitive movements, work related musculoskeletal disorders, workplace layout, safety and health.)*".

^{oo} Definition IEA: "*Ergonomics (or human factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory, principles, data and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance (IEA)*".

^{pp}Från Chapanis (1985): "*The application of knowledge about human behaviour, abilities, limitations and other characteristics to the design of tools, machines, equipment, devices, systems, tasks, jobs, and environments to achieve productive, safe, comfortable, and effective human use*".

Human factors science	HFS. Ämnesområdet om att förstå och beskriva människans kapacitet (förmågor, begränsningar, karaktäristik, beteende etc) i relation till system av olika slag (tekniska, mänskliga, etc) (s 17)
Huvudfunktioner <i>Primary operating functions</i>	Funktioner som ofta används, som är relaterade till grundläggande säkerhet och/eller som är väsentliga för att uppnå avsett syfte
Idégenerering <i>Ideation</i>	Framtagning av hela, eller delar av, möjliga lösningar till ett givet problem (s 35)
Information <i>Information</i>	Information uppstår när datan tolkas i en kontext, dvs i ett sammanhang (s 81)
Informationssignal <i>Information signal</i>	Ett meddelande från maskinen som inte är en larmsignal (s 251)
Interaktion <i>Interaction</i>	Det direkta samspelet mellan människan och maskinen (s 218)
Kognitiv ergonomi <i>Cognitive ergonomics</i>	Ämnesområdet om människans mentala processer, såsom perception, minne, resonering och motorisk respons i relation till de uppgifter som utförs, samt människans kognitiva reaktion på fysikaliska omgivningsfaktorer ⁹⁹ (s 17)
Kommunikation <i>Communication</i>	Utbyte av information, materia, kraft och/eller energi mellan två element i ett system
Koncept <i>Concept</i>	En tänkt lösning på ett givet problem där lösningen vilar på en eller flera bärande idéer (s 24)
Konceptuell modell <i>Conceptual model</i>	Beskrivning av hur ett system (konkret eller abstract) fungerar
Konvergens <i>Convergence</i>	Skapa den korrekta eller rätta lösningen på ett givet problem (s 26)
Krav <i>Requirement</i>	Beskrivning av generella eller specifika mätbara egenskaper för människa-maskinsystemet som måste beaktas under utvecklingsarbetet (s 27)
Kravsättning <i>Requirements management</i>	Arbetet med att dokumentera, analysera, spåra, prioritera och enas om kraven (s 27)
Kunskap <i>Knowledge</i>	Kunskap uppstår när informationen ges en mening, ett syfte så att informationen kan användas fysiskt eller socialt (s 81)
Larmgräns <i>Alarm limit</i>	Gränsvärde som används av maskinen för att identifiera ett larmtillstånd

⁹⁹ Anpassad från IEA:s “*Cognitive ergonomics is concerned with mental processes, such as perception, memory, reasoning, and motor response, as they affect interactions among humans and other elements of a system. (Relevant topics include mental workload, decision-making, skilled performance, human-computer interaction, human reliability, work stress and training as these may relate to human-system design.)*”.

Larmsignal <i>Alarm signals</i>	Meddelande från maskinen att ett larmtillstånd har inträffat (s 242)
Larmtillstånd <i>Alarm condition</i>	Tillstånd hos maskinen när den identifierat en verklig eller potentiell farofylld situation (s 242)
Lärbarhet (interaktion) <i>Learnability</i>	Förmågan hos maskinen att få användaren att vid andra försöket utföra en uppgift korrekt (s 56)
Maskin <i>Machine</i>	En av människan skapad artefakt, som produkter, verktyg, produktionssystem, arbetsplatser, IT-system, fordon, kläder, möbler etc (s 1)
Maskinexpert <i>Power user</i>	Användare som har mycket kunskap om maskinen men liten kunskap om uppgiften (s 215)
Maskinpotential (interaktion) <i>Machine potential</i>	Den optimala nivån av effektivitet som en uppgift kan utföras med (s 56)
Memorerbarhet (interaktion) <i>Memorability</i>	Förmågan hos maskinen att få användaren att utföra en uppgift korrekt, efter att användaren har varit ifrån uppgiften ett längre tid (s 56)
Mental modell <i>Mental model</i>	En människas interna representation av ett system (konkret eller abstrakt) innehållande element, egenskaper, relationer etc (s 237)
Metod <i>Method</i>	Ett planmässigt tillvägagångssätt för att uppnå ett visst resultat (s 37)
Metodik <i>Methodology</i>	Vetenskapligt tillvägagångssätt för att vinna kunskap eller att lösa problem. Metodik består av metoder och processer.
Metodologi <i>Methodology</i>	Metodlära, läran om metoder och metodik
Måluppfyllnad (interaktion) <i>Effectiveness</i>	Kvalitet på interaktionen som beskriver om användaren kan utföra avsedda uppgifter i avsedd miljö (s 224)
HFE-aktivitet <i>Human-machine activity</i>	Del av utvecklingsprocessen som berör samspelet mellan människan och maskinen (s 1)
Människa-maskinsystem <i>Human-machine system</i>	Består av människor och maskiner vilka samverkar i en viss kontext för att lösa givna uppgifter för att uppnå systemmålen (s 205)
Märkning <i>Labeling</i>	Identifiering av informationsdon och styrdon med hjälp av text, symboler eller ikoner
Novisanvändare <i>Novice user</i>	Användare med liten kunskap både om maskinen och om uppgiften (s 215)

Novisvänlighet (interaktion) <i>Novice-ability</i>	Förmågan hos maskinen att få en novis att uppnå hög effektivitet i användningen (s 56)
Nytta <i>Utility</i>	Ett mått på förmågan hos maskinen att utföra de uppgifter som krävs för att uppnå systemmålet (s 225)
Olycka <i>Accident</i>	En oväntad händelse med oönskat resultat (233)
Omgivning <i>Environment</i>	Se användningsmiljö (205)
Operatör <i>Operator</i>	En användare som kontrollerar och styr maskinen (s 214)
Operation <i>Operation</i>	Minsta oberoende handling i aktivitet eller uppgift (s 23)
Organisatorisk ergonomi <i>Organizational ergonomics</i>	Ämnesområdet om optimering av sociotekniska system, inklusive deras organisatoriska strukturer, riktlinjer och processer ^{††} (s 17)
Panel <i>Panel</i>	Den delen på maskinen där knappar, display etc är placerade (s 242)
Prestationsstyrkande faktorer (PSF) <i>Performning shaping factors</i>	Interna och externa faktorer som påverkar människans förmåga att verka i människa-maskinsystemet (s 216)
Primär användare <i>Primary user</i>	En människa som använder maskinen i dess primära användning (s 213)
Primär användning <i>Primary use</i>	Den användning som sker för att uppfylla det avsedda syftet (s 213)
Primärdata <i>Primary data</i>	Data insamlad under själva utvecklingsarbetet i syfte att stödja arbetet (s 81)
Process <i>Process</i>	De aktiviteter i ett system som transformerar information, materia och/eller energi (från input till output). En serie aktiviteter, förändringar eller funktioner som leder fram till ett resultat.
Prototyp <i>Prototype</i>	Modell eller preliminär version av en maskin utvecklad för provning och utvärdering och som tillverkas innan produktionen påbörjas (s 25)

^{††} Anpassad från IEA:s "Organizational ergonomics is concerned with the optimization of sociotechnical systems, including their organizational structures, policies, and processes. (Relevant topics include communication, crew resource management, work design, design of working times, teamwork, participatory design, community ergonomics, cooperative work, new work paradigms, virtual organizations, telework, and quality management.)".

Riktlinje <i>Guideline</i>	Beskrivning av generella eller specifika aspekter vilka syftar till att styra utvecklingsarbetet mot att uppfylla ställda krav och mål (s 55)
Risk <i>Risk</i>	Ett kombinerat mått för sannolikheten att en skada inträffar och skadans allvarlighet (s 233)
Risikanalys <i>Risk analysis</i>	Systematisk användning av tillgänglig information för att identifiera faror och bedöma risker (s 234)
Rådata	Data som ej har blivit behandlat på något sätt efter insamlandet (s 81)
Sekundär användare <i>Secondary user</i>	En människa som använder maskinen, men inte för dess primära användning (s 213)
Sekundärdata <i>Secondary data</i>	Data insamlad utanför utvecklingsprojektet och som kan vara insamlad i ett annat syfte än på det sätt som datan används i utvecklingsarbetet (s 81)
Sidanvändare <i>Side user</i>	En människa som påverkas av maskinen (både positivt och negativ) i det dagliga livet, utan att direkt kunna påverka användningen (s 213)
Simulering <i>Simulation</i>	Konceptualisering och användning av en abstraktion eller en modell som beter sig på ett liknande sätt som den verkliga eller tänkta maskinen (s 25)
Skada <i>Harm</i>	Negativ påverkan på människors hälsa, egendom, miljö och/eller ekonomi (s 233)
Slutanvändare <i>End user</i>	Den användare som slutligen kommer att ha nytta av de uppnådda systemmålen (s 213)
Socio-tekniskt system <i>Socio technical system</i>	System som innehåller flera olika samverkande människa-maskinsystem (s 208)
Specifikation <i>Specification</i>	Dokument som explicit beskriver egenskaperna hos människa-maskinsystemet och maskinen (s 93)
Stressor <i>Stressor</i>	Omständighet som ger upphov till stress hos människan (s 216)
Summativ utvärdering <i>Summative evaluation</i>	Utvärdering om uppsatta mål har uppnåtts (s 88)
Syntes <i>Synthesis</i>	Kombinera ihop separata element och på så sätt åstadkomma en sammanhängande helhet (s 25)
System <i>System</i>	Flera kommunicerande element i en organiserad helhet (s 203)

Systemmål <i>System goals</i>	Det resultat som människa-maskinsystemet har som mål att uppnå, kan också kallas effektmål (s 205)
Systemteori <i>System theory</i>	Samlingsnamn för teorier som används för att beskriva hur delar tillsammans formar ett system med andra egenskaper än de enskilda delarna (s 203)
Säkerhet (interaktion) <i>Safety</i>	Kvalitet på interaktionen i form av de faror som människor, maskiner, miljö eller ekonomi utsätts för under utförandet av avsedda uppgifter i avsedd miljö (s 224)
Säkerhet (risk) <i>Safety</i>	Frihet från oacceptabel risk (s 233)
Tillfredsställelse (interaktion) <i>Satisfaction</i>	Kvalitet på interaktionen i form av välbefinnande, komfort, stress och acceptans som användaren upplever vid utförandet av avsedda uppgifter i avsedd miljö (s 224)
Testning <i>Testing</i>	Utvärdering om specificerad design har uppfyllts i konstruktionen (s 88)
Tophändelse <i>Top event</i>	En händelse som resulterar i att någon eller något exponeras för en fara. En topphändelse har alltid en orsak och en konsekvens. (s 127)
Utvecklingsprocess <i>Development process</i>	En process som har sin början i ett problem och/eller ett behov och slutar i en fungerande maskin och/eller tjänst (s 1)
Uppgift <i>Task</i>	En grupp av operationer som utförs tillsammans för att uppnå ett specifikt mål (i tid och rum) (s 23)
Validering <i>Validation</i>	Utvärdering av att uppställda mål uppfylls (s 89)
Validering användarvänlighet <i>Usability validation</i>	Procedur som avgör om den avsedda användaren kan använda maskinen i enlighet med det avsedda syftet
Verifiering <i>Verification</i>	Utvärdering av att uppställda krav uppfylls (s 89)
Verifiering användarvänlighet <i>Usability verification</i>	Procedur för att avgöra om krav från användarvänligheten och användningen har blivit uppfyllda
Verkliga användare <i>Real user</i>	De människor som verkligen använder maskinen (s 213)
Verklig användning <i>Real use</i>	Det sätt som en maskin verkligen används på (s 213)

28 Referenslista

- Abd Rahman, M. N., M. R. Abdul Rani, et al. (2011). "WERA: an observational tool developed to investigate the physical risk factor associated with WMSDs." *Journal of human ergology* 40(1-2): 19-36.
- Allwood, J. and L.-G. Andersson (1987). *Guling semantik*. Göteborg, Göteborgs Universitet.
- Alänge, S. (2009). *The Affinity- Interrelationship Method*. Göteborg, Chalmers tekniska högskola.
- Andersson, J. (2010). *A conceptual model for analysis of automation usability problems in control room settings*. Institutionen för produkt- och produktionsutveckling, Design & Human Factors. Göteborg, Chalmers tekniska högskola. Licentiate thesis.
- Beck, K., M. Beedle, et al. (2001). "Manifesto for Agile Software Development." Retrieved 2015-01-05, from <http://agilemanifesto.org/>.
- Bennett, K. B. and J. M. Flach (2011). *Display and interface design : subtle science, exact art*. Boca Raton, Fla., CRC Press.
- Bergman, B. and B. Klefsjö (2012). *Kvalitet från behov till användning*. Lund, Studentlitteratur.
- Berlin, C. (2011). *Ergonomics infrastructure : an organizational roadmap to improved production ergonomics*. Göteborg, Chalmers University of Technology.
- Beyer, H. and K. Holtzblatt (1998). *Contextual design : defining customer-centered systems*. San Francisco, Calif., Morgan Kaufmann Publishers.
- Birkler, J. (2008). *Vetenskapsteori: en grundbok*. Stockholm, Liber.
- Bligård, L.-O. and R. Nilsson (2015). *PU2B-modellen - En introduktion till Model Based Systems Engineering (MBSE) utifrån operatörscentrerad systemdesign*. Göteborg, Chalmers tekniska högskola.
- Bligård, L.-O. and A.-L. Osvalder (2006). *Predictive Ergonomic Error Analysis – A Method to Detect Incorrect Ergonomic Actions* The 38th Annual Congress of the Nordic Ergonomics Society Conference, Hämeenlinna, Finland.
- Bligård, L.-O. and A.-L. Osvalder (2008). *Generic task specification – A framework for describing task demands and mental/physical work loads in a human-machine system*. 2nd International Applied Human Factors and Ergonomics 2008. Las Vegas.
- Bligård, L.-O. and S. Wass (2002). *Analysis and development of user interface for home care airflow generators*. Product and Production Development. Göteborg, Chalmers University of Technology. Master Thesis.
- Bligård, L. O. and A. L. Osvalder (2013). "Enhanced cognitive walkthrough: Development of the cognitive walkthrough method to better predict, identify, and present usability problems." *Advances in Human-Computer Interaction 2013*.
- Bligård, L. O. and A. L. Osvalder (2014). "Predictive use error analysis - Development of AEA, SHERPA and PHEA to better predict, identify and present use errors." *International Journal of Industrial Ergonomics* 44(1): 153-170.
- Bohgard, M. (2008). *Arbete och teknik på människans villkor*. Stockholm, Prevent.
- Boothroyd, G., P. Dewhurst, et al. (2011). *Product design for manufacture and assembly*. Boca Raton, Fl, CRC Press.
- Buchanan, D. A. and R. J. Badham (2008). *Power, politics and organizational change : winning the turf game*. London, SAGE.
- Büyükcikan, G. and J. Arsenyan (2012). "Collaborative product development: A literature overview." *Production Planning and Control* 23(1): 47-66.
- Chapanis, A. (1965). *Man-machine engineering*. Belmont, Wadsworth.
- Chapanis, A. (1985). *Some reflections on progress*. Human Factors Society 20th Meeting. Santa Monica CA: 1-8.
- Cross, N. (2008). *Engineering design methods : strategies for product design*. Chichester, John Wiley.

- Cross, N. and A. Clayburn Cross (1995). "Observations of teamwork and social processes in design." *Design Studies* 16(2): 143-170.
- Engelbrektsson, P. (2004). *Enabling the user: exploring methodological effects on user requirements elicitation*. Department of Product and Production Development. Göteborg, Chalmers University of Technology. PhD Thesis.
- Faulkner, X. (2000). *Usability engineering*. Basingstoke, Palgrave.
- FDA. (1999, 1999-04-21). "Proposal for reporting of use errors with medical devices." Retrieved 2006-04-12, from <http://www.fda.gov/ohrms/dockets/98fr/992075bk.pdf>.
- Flood, R. L. and E. R. Carson (1993). *Dealing with complexity : an introduction to the theory and application of systems science*. New York, Plenum.
- Forsberg, K., H. Mooz, et al. (2005). *Visualizing project management : models and frameworks for mastering complex systems*. Hoboken, N.J., John Wiley & Sons.
- Friedman, K. (2000). "Creating design knowledge: From research into practice." *Proceedings IDATER 2000 International Conference on Design and Technology, Educational Research Development*.
- Gibson, J. J. (1977). *The Theory of Affordances. Perceiving, Acting, and Knowing*. R. Shaw and J. Bransford, Lawrence Erlbaum: 67-82.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, Mass., Houghton Mifflin.
- Grudin, J. (1992). "Utility and usability: research issues and development contexts." *Interacting with Computers* 4(2): 209-217.
- Gulliksen, J. and B. Göransson (2002). *Användarcentrerad systemdesign: en process med fokus på användare och användbarhet*, Studentlitteratur.
- Hale, A. R. and A. I. Glendon (1987). *Individual behaviour in the control of danger*. Amsterdam, Elsevier Publishing Company
- Hall, A. D. (1962). *A methodology for systems engineering*. New York, Van Nostrand.
- Hansen, C. T. and M. M. Andreasen (2002). *Two approaches to synthesis based on the domain theory. ngeineering Design Synthesis*. London, Springer-Verlag. Chapter 6: 93-108.
- Harms-Ringdahl, L. (1987). *Säkerhetsanalys i skyddsarbetet - en handledning*. Stockholm, Folksam.
- Helander, M., T. K. Landauer, et al. (1997). *Handbook of human-computer interaction*. Amsterdam, Elsevier.
- Hignett, S. and L. McAtamney (2000). "Rapid entire body assessment (REBA)." *Applied Ergonomics* 31(2): 201-205.
- Hollnagel, E. (2004). *Barriers and accident prevention*. Burlington, Ashgate.
- Hollnagel, E., J. Hounsgaard, et al. (2014). *FRAM – the Functional Resonance Analysis Method*. Middelfart, Centre for Quality.
- Holtzblatt, K., J. Burns Wendell, et al. (2004). *Interactive Technologies : Rapid Contextual Design : A How-to Guide to Key Techniques for User-Centered Design*. Burlington, MA, USA, Morgan Kaufmann.
- IEA. (2014). "International ergonomics association web page." Retrieved 2006-04-02, 2006, from <http://www.iea.cc/>.
- IEC (2004). *IEC 60601-1-6:2004 Medical electrical equipment - Part 1-6: General requirements for safety - Collateral standard: Usability*. Geneva, IEC.
- INCOSE (2007). *Systems Engineering Vision 2020 INCOSE-TP-2004-004-02*.
- Institutoris, M. and L.-O. Bligård (2014). *Human Factors Engineering as a supportive tool for Lean Product Development*. NordDesign 2014 Espoo.
- ISO (1998). *ISO 9241-11:1998 : Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability*. Geneve, International Standard Organization.
- ISO (1999). *ISO 13407:1999 Human-centred design processes for interactive systems* Geneva, International Organization for Standardization. 13407.

- ISO (1999). ISO 13407:1999 Human-centred design processes for interactive systems, International Organization for Standardization.
- ISO (2000). ISO 11064-1:2000 Ergonomic design of control centres - Part 1: Principles for the design of control centres. Geneva, International Organization for Standardization.
- ISO (2000). ISO 14971:2000 Medical devices - Application of risk management to medical devices. Geneva, International Standard Organization.
- ISO (2004). ISO 6385:2004 Ergonomic principles in the design of work systems.
- ISO (2010). ISO 9241- 210:2010 Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems. Brussels, ISO.
- Janhager, J. (2005). User consideration in early stages of product development - theories and methods. Stockholm, The Royal Institute of Technology. PhD Thesis.
- Johannesson, H., J.-G. Persson, et al. (2004). Produktutveckling: effektiva metoder för konstruktion och design. Stockholm, Liber.
- Johannesson, H., J.-G. Persson, et al. (2013). Produktutveckling : effektiva metoder för konstruktion och design. Stockholm, Liber.
- Jones, J. C., C. T. Mitchell, et al. (1992). Design methods. New York, Van Nostrand Reinhold.
- Jonker, J. and B. J. W. Pennink (2010). The essence of research methodology : a concise guide for master and PhD students in management science. Berlin ;, Springer.
- Jordan, P. W. (1998). An introduction to usability. London, Taylor & Francis.
- Jorgensen, D. L. (1989). Participant observation : a methodology for human studies. Newbury Park, Calif., Sage.
- Karlsson, I. C. M. (1996). User requirements elicitation - A framework for the study of the relation between user and artefact. Göteborg, Chalmers University of Technology. PhD Thesis.
- Kaulio, M., I. C. M. Karlsson, et al. (1999). PRE: product requirements engineering: kundförståelse i produktutvecklingen Mölndal, Institutet för verkstadsteknisk forskning (IVF) & Chalmers University of Technology.
- Kirwan, B. (2000). "Soft systems, hard lessons." *Applied Ergonomics* 31(6): 663-678.
- Kirwan, B. and Ainsworth (1992). A guide to task analysis. London, England, Taylor & Francis.
- Kroes, P. (2002). "Design methodology and the nature of technical artefacts." *Design Studies* 23(3): 287-302.
- Kruger, C. and N. Cross (2006). "Solution driven versus problem driven design: strategies and outcomes." *Design Studies* 27(5): 527-548.
- Kylén, J.-A. (2004). Att få svar : intervju, enkät, observation. Stockholm, Bonnier utbildning.
- Lantz, A. (2007). Intervjumetodik. Lund, Studentlitteratur.
- Leveson, N. (2004). "A new accident model for engineering safer systems." *Safety Science* 42(4): 237-270.
- Lewis, C. and C. Wharton (1997). Cognitive walkthrough. Handbook of human-computer interaction. M. Helander, T. K. Landauer and P. Prabhu. New York, Elsevier Science BV: 717-732.
- Liker, J. K. (2004). The Toyota way : 14 management principles from the world's greatest manufacturer. New York, McGraw-Hill.
- Louhevaara, V. and T. Suurnäkki (1992). OWAS: A method for the evaluation of postural load during work. Helsinki.
- McAtamney, L. and E. N. Corlett (1993). "RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders." *Applied Ergonomics* 24(2): 91-99.
- Morgan, J. M. and J. K. Liker (2006). The Toyota product development system : integrating people, process, and technology. New York, Productivity Press.
- Naikar, N. (2013). Work domain analysis : concepts, guidelines, and cases. Boca Raton, CRC Press.
- Nielsen, J. (1993). Usability engineering. Boston, Academic Press.

- Nielsen, J. and R. L. Mack, Eds. (1994). Usability inspection methods. New York, Wiley.
- NIST (1993). Integration definition for function modeling (IDEF0).
- Norell, M. (1992). Stödmetoder och samverkan i produktutvecklingen. Department of Machine Elements. Stockholm, The Royal Institute of Technology. PhD Thesis.
- Norman, D. A. (1993). Things that make us smart : defending human attributes in the age of the machine. Reading, Addison-Wesley.
- Norman, D. A. (2002). The design of everyday things. New York, Basic Books Inc.
- Norman, D. A. (2004). Emotional design : why we love (or hate) everyday things. New York, Basic Books.
- NRC (2012). Human factors engineering program review model (NUREG-0711, revision 3) U.S. Nuclear Regulatory Commission.
- Obert, C. and M. Forsell (2000). Fokusgrupp: ett enkelt sätt att mäta kvalitet. Höganäs, Kommunlitteratur.
- Osvalder, A., -L. and P. Ulfvengren (2008). Människa-tekniksystem. Arbete och teknik på människan villkor. M. Bohgard. Stockholm, Prevent.
- Pahl, G., W. Beitz, et al. (1996). Engineering design : a systematic approach. Berlin, Springer.
- Persson, S. (2005). Toward enhanced interaction between engineering design and industrial design. Department of Product and Production Development. Göteborg, Chalmers University of Technology. PhD Thesis.
- Polson, P. G. and C. H. Lewis (1990). "Theory-based design for easily learned interfaces." *Human-Computer Interaction* 5(2-3): 191-220.
- Rasmussen, J. (1983). "Skills, rules and knowledge; signals, signs and symbols, and other distinctions in human performance models." *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* SMC-13(3): 257-266.
- Rasmussen, J., A. Mark Pejtersen, et al. (1994). *Cognitive systems engineering*. New York, Wiley.
- Roozenburg, N. F. M. and N. G. Cross (1991). "Models of the design process: integrating across the disciplines." *Design Studies* 12(4): 215-220.
- Sandom, C. and R. Harvey (2004). *Human factors for engineers*. London, Institution of Electrical Engineers.
- Skyttner, L. (2005). *General systems theory: problems, perspectives, practice*. Singapore, World scientific.
- Sonne, M., D. L. Villalta, et al. (2012). "Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA - Rapid office strain assessment." *Applied Ergonomics* 43(1): 98-108.
- Stricoff, S. (1996). *Safety risk analysis and process safety management. Risk assessment and management handbook: for environmental, health, and safety professionals*. R. Kolluro, S. Bartell, R. Pitblado and S. Stricoff. London McGraw-Hill.
- Sun, J., S. Yu, et al. (2010). *A collaborative knowledge management system for product design based on folksonomy*.
- Taylor, J. R. (1994). *Risk analysis for process plant, pipelines and transport*. London, E & FN Spon.
- Trost, J. and O. Hultåker (2007). *Enkätboken*. Lund, Studentlitteratur.
- Ullman, D. G. (2002). *The mechanical design process*. New York, McGraw-Hill.
- Ullman, D. G. (2010). *The Mechanical design process*. Boston, McGraw-Hill.
- Ulrich, K. T. and S. D. Eppinger (2004). *Product design and development*. Boston, McGraw-Hill.
- Ulrich, K. T. and S. D. Eppinger (2011). *Product design and development*. New York, NY, McGraw-Hill/Irwin.
- Warell, A. (2006). *Identity recognition in product design: An approach for design management*. Proceedings of the 13th International Product Development Management Conference. Milano: 1-15.

- Weisert, C. (2003). "There's no such thing as the Waterfall Approach! (and there never was)." Retrieved 2015-10-26, from <http://www.idinews.com/waterfall.html>.
- Westling, G. (2002). Balancing innovation and control: the role of face-to-face meetings in complex product development projects. Stockholm, Economic Research Institute, Stockholm School of Economics. PhD Thesis.
- Wilson, J. and N. Corlett, Eds. (1995). Evaluation of human work: practical ergonomics methodology. London Taylor & Francis.
- Woods, D. and R. I. Cook. (1999). "The new look at error, safety, and failure: A primer for health care." Retrieved 2006-11-09, 2006, from csel.eng.ohio-state.edu/woods/error/NewLook_primer.pdf.
- Woods, D. D., E. Patterson, et al. (1999) "Apollo 13 where's waldo game."
- Österlin, K. (2010). Design i fokus för produktutveckling: varför ser saker ut som de gör? Malmö, Liber.