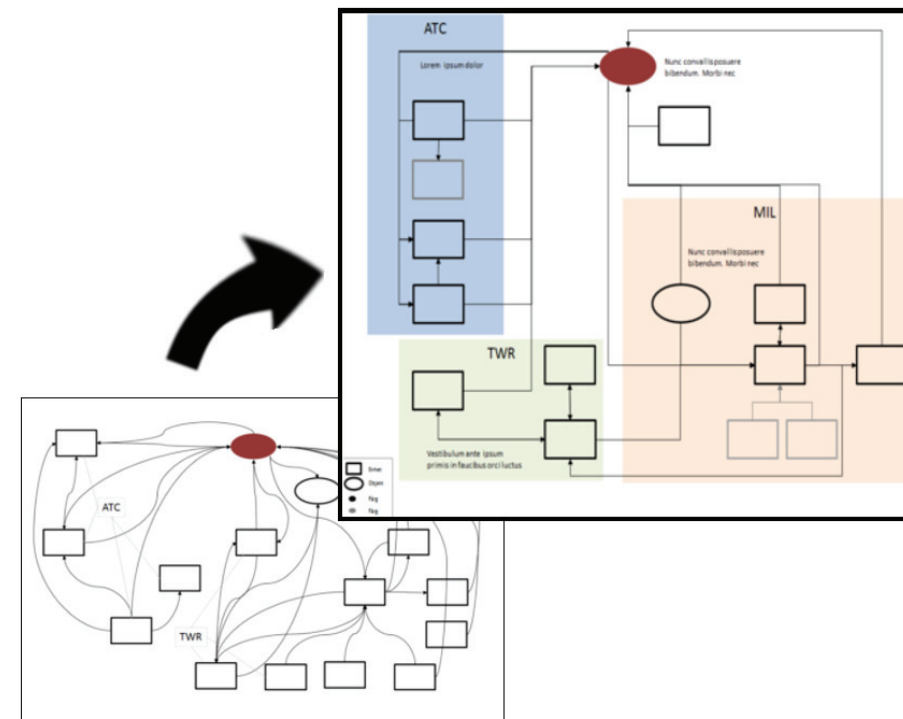




## Att skapa kognitivt effektiva modeller och diagram

JONAS HARALDSSON, NINA LEWAU, SUSANNA NILSSON,  
JOACHIM HANSSON, NIKLAS HALLBERG



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.



FOI  
Totalförsvarets forskningsinstitut  
164 90 Stockholm

Tel: 08-55 50 30 00  
Fax: 08-55 50 31 00

[www.foi.se](http://www.foi.se)

FOI-R--3497--SE  
ISSN 1650-1942

Oktober 2012

Jonas Haraldsson, Nina Lewau, Susanna Nilsson  
Joachim Hansson, Niklas Hallberg

# Att skapa kognitivt effektiva modeller och diagram

Titel	Att skapa kognitivt effektiva modeller och diagram
Title	Creation of Cognitive Effective Models and Diagrams
Rapportnr/Report no	FOI-R--3497--SE
Månad/Month	Oktober/October
Utgivningsår/Year	2012
Antal sidor/Pages	66 p
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
FoT område	Ledning och MSI
Projektnr/Project no	E36018
Godkänd av/Approved by	Christian Jönsson
Ansvarig avdelning	Avdelningen för Informations- och aerosystem

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk. All form av kopiering, översättning eller bearbetning utan medgivande är förbjuden

This work is protected under the Act on Copyright in Literary and Artistic Works (SFS 1960:729). Any form of reproduction, translation or modification without permission is prohibited.

## Sammanfattning

Försvarsmakten har påbörjat ett arbete med att succesivt införa modellbaserad utveckling. Modellbaserad utveckling innebär att de huvudsakliga informationsbärarna vid systemutveckling består av modeller, snarare än textbaserad dokumentation. Att nyttja ett modellbaserat tillvägagångssätt vid utveckling har en rad fördelar såsom spårbarhet, underlättad medverkan av icke-tekniska experter och tydligare separation mellan funktionalitet och teknisk realisering.

Modeller skapas och presenteras oftast visuellt, i form av ett eller flera diagram. Den visuella aspekten ses som en fördel i och med den potentiella kommunikativa fördelen den innebär. För att uppnå detta är det av vikt att visualiseringen är *kognitivt effektiv*. Detta innebär att i högre grad utnyttja och ta hänsyn till människors potential att tolka och läsa visuella representationer, som bilder och symboler.

I den här rapporten har vetenskaplig litteratur rörande att skapa kognitivt effektiva diagram sammanfattats och matchats mot kunskap inom området för användarinriktad systemutveckling. Resultatet av detta arbete är formuleringen av en rad riktlinjer tänkta att användas som stöd vid modelleringsarbete.

Dessa riktlinjer sammanfattar exempel och förslag på hur en läsare av diagram bör beaktas för att skapa diagram som går att läsa effektivt, och med minskad risk för missförstånd.

Nyckelord: modellbaserad utveckling, visualisering, modellering, kognitivt effektiva modeller, diagram, modeller

## Summary

The Swedish Armed Forces have adopted a new method of system development based on models. Model-based system development means that information during the development is captured and represented using models rather than textual documents. The model-based approach has several advantages such as improved traceability and a clear separation between the systems functionality and technical realization. The models could also facilitate communication between technical and non-technical stakeholders.

Models are often created and presented visually as diagrams. This visual aspect is the main facilitator to the models communicative advantages. To be able to reap this communicative power the visualization of the model needs to be *cognitive effective*. This means the recognition and respect of the human mind's potential to interpret and read visual representation like images and symbols.

In this report scientific literature regarding creation of cognitive effective diagrams have been summarized and matched with the area of user-centered design. The result has been the formulation of guidelines supporting modeling.

These guidelines encapsulate examples and suggestions on how to consider the reader of the diagrams. This is done with the aim of creating effective diagrams, which minimizes the risk of misunderstanding.

Keywords: model-based system development, visualization, modeling, cognitive effective models, diagrams, models

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>7</b>
1.1	Läsanvisningar .....	9
<b>2</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>10</b>
2.1	Visuell representation.....	10
2.2	Användarcentrerad systemutveckling .....	12
2.3	Riktlinjer för modellering.....	13
2.4	Avgränsningar .....	14
<b>3</b>	<b>Metod</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>Riktlinjer för kognitivt effektiva modeller och diagram</b>	<b>16</b>
4.1	Visuella variabler .....	17
4.2	Utformning av symboler .....	21
4.3	Kommentarer och etiketter .....	25
4.4	Fokusering.....	28
4.5	Strukturering av diagram .....	29
4.6	Gruppering av element.....	31
4.7	Visualisering av flöden .....	33
4.8	Komplexitet i diagram.....	34
4.8.1	Stort antal element i diagram .....	35
4.8.2	Stort antal olika typer av symboler .....	37
4.8.3	Informationsrika symboler .....	38
4.8.4	Svårläst diagram .....	38
4.9	Konsekvent modellering .....	40
4.10	Överblick och navigering.....	40
4.11	Dokumentation av modellen.....	44
4.12	Anpassning efter målgrupp .....	45
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>46</b>

5.1	Framtida arbete .....	47
<b>6</b>	<b>Referenser</b>	<b>48</b>
	<b>Bilaga A: Sammanfattning av riktlinjer</b>	<b>53</b>
	<b>Bilaga B: Utdrag från Heuristic Evaluation med omtolkning för modeller</b>	<b>60</b>
	<b>Bilaga C: Terminologi</b>	<b>64</b>

# 1 Inledning

Vid utveckling av system finns det ett behov av att dokumentera vad som ska utvecklas och i vilken kontext detta sker. En växande ansats inom systemutveckling kallad *modellbaserad utveckling* förespråkar att denna dokumentation ska struktureras i form av modeller. Dessa modeller används för att representera system och verksamheter, i dess nuläge och önskat läge, samt utgör underlag för framtagning av system såsom mjukvara, arbetssätt och organisation. Modellerna skapas och hanteras i visuell form genom att representera modellerna i form av ett eller flera diagram. Dessa diagram spelar på så sätt en speciellt viktig roll i kommunikationen mellan utvecklarna, men även mot slutanvändare och kunder. Genom att representera modeller visuellt sker kommunikationen mer effektiv än jämfört med rent textbaserade beskrivningar (Donnell, Danserau & Hall, 2002; Avison & Fitzgerald, 2003, refererad i Moody, 2009). Att det länge har varit känt att visuell kommunikation är effektivt märks till exempel i ordspråk som *en bild säger mer än tusen ord*.

Att visuellt representera modeller innebär däremot inte att dessa per automatik blir tydliga, otvetydiga eller ens förståeliga. I modellbaserad utveckling fångas och dokumenteras systemkrav med stöd av modeller och diagram. Det är sen länge välkänt att framgången hos projekt till stor del beror på hur väl dessa krav omhändertas under utveckling. När dessa fångas i modeller blir det därmed viktigt att de som är involverade i utvecklingsarbetet förstår och kan tillgodogöra sig diagrammen som grafiskt representerar en stor del av kraven. Detta innebär att det finns ett behov att kommunicera ett budskap både effektivt och likvärdigt oavsett läsare. Att ”en bild kan förmedla tusen ord” är i det här fallet inte det viktiga. Det viktiga är enligt Petre (1995) istället frågan: *förmedlar en given bild samma tusen ord till alla läsare?*

För att förmedla informationen i en modell effektivt till läsare måste visualiseringen i diagrammen anpassas efter de mänskliga förmågorna att tolka och analysera grafiska representationer. I vilken grad en mänsklig läsare kan tillgodogöra sig en modell i termer av snabbhet, korrekthet och lätthet kallas *kognitiv effektivitet* (Larkin och Simon, 1987). Att diagram är kognitivt effektivt innebär att läsarna enkelt och smidigt förstår vad de visar, att diagrammen är läsbara, tydliga och inte är för ansträngande för minnet. Hur väl diagram är strukturerad och designade har en direkt påverkan på hur informationen förmedlas och sedermera kan återkallas av läsaren (Donnell, Danserau & Hall, 2002).

Det har bedrivits omfattande forskning kring hur automatiskt stöd i modelleringsverktyg kan underlätta skapandet av kognitivt effektiv och estetiskt tilltalande layout av diagram (Purchase, McGill, Colpoys & Carrington, 2001; Purchase, Allder & Carrington, 2001). I denna forskning har dock fokus legat på en aspekt i taget, såsom antalet korsande linjer och placering av element enligt rutnät.



Störrle (2011) menar att detta inte räcker för att skapa bra diagram. Erfarna modellerare skapar istället bra diagram genom att tillämpa ett flertal aspekter samtidigt samt göra avvägningar och prioriteringar mellan aspekterna.

I och med att Försvarmakten inför *modellbaserad förmågeutveckling* är det av vikt att tillgodose att de modeller och diagram som utgör grunden för utvecklingen av förmågor är av god kvalitet. Genom att arbeta med att öka den visuella kvaliteten blir modellerna mer lättgängliga, lättförståeliga och effektiva att ta till sig. Detta skulle bidra till ett bättre organisatoriskt minne och förbättra styrning och kontroll inom Försvarmakten, vilket är två behov som identifierats av Eklöf et al. (2009).

Denna rapport som tagits fram inom FoT-projektet *Kvalitetsbaserad ledningssystemutveckling* innehåller en rad riktlinjer för hur symboler, diagram och modeller ska utformas. Dessa riktlinjer är baserade på en litteraturstudie rörande *The physics of notations* (Moody, 2009) och är en fortsättning på arbetet presenterat i Hallberg et al. (2011). Arbetet som beskrivs i denna rapport konkretiserar och bygger vidare på Moodys arbete och för samman detta med etablerade designprinciper och principer för layout.

Syftet med rapporten är att ge vetenskapligt underbyggda rekommendationer gällande visualisering av modeller. Detta har genomförts genom formuleringen av en rad riktlinjer tänkta att fungera som ett stöd för modellerare. Dessa riktlinjer skulle framledes kunna användas för att skapa systematiska och välfungerande grafisk representation till befintliga modelleringsramverk. Ett centralt sådant ramverk som används inom Försvarmakten är MODAF. MODAF har som standard endast en rudimentärt utformad visuell utformning varför det är upp till enskilda modellerare att utforma den visuella representationen. Det finnas således möjlighet att reflekterat och från grunden utforma en lämplig visuell form för användning inom Försvarmakten.

Riktlinjerna är i denna rapport fokuserade på skapandet av diagram, men lägger även en grund för att utvärdera befintliga diagram.

## 1.1 Läsanvisningar

- Kapitel 1 *Inledning* introducerar ämnet med kognitivt effektiva modeller och dess relevans för Försvarsmakten.
- Kapitel 2 *Bakgrund* beskriver den teorigrund som används för arbetet både rörande visualisering, men även användandet av riktlinjer i sig.
- Kapitel 3 *Metod* förklarar hur relevant litteratur identifierats och analyserats.
- Kapitel 4 *Riktlinjer för kognitivt effektiva modeller och diagram* är tyngdpunkten i rapporten och presenterar föreslagna riktlinjer.
- Kapitel 5 *Diskussion* reflekterar över riktlinjerna och dess möjliga användande, samt vilket värde de kan ge.
- Kapitel 6 *Referenser* listar den litteratur som används i rapporten.
- 
- Bilaga A *Sammanfattning av riktlinjer* är mer utskriftsvänlig version som inte inkluderar den teoretiska grunden för varje riktlinje.
- Bilaga B *Utdrag från Heuristic Evaluation med omtolkning för modeller* presenterar Xeroxs checklista (Pierotti, u.å.) samt hur denna omformulerats för att passa modeller.
- Bilaga C *Terminologi* definierar betydelse av och förhållande mellan de begrepp som används i rapporten.

## 2 Bakgrund

Användningen av modeller ses som fundamentalt i utvecklingen av system och som en viktig hörnsten i kravhantering (Hay, 2003; Krogstie, 2003; Siua & Tan, 2005). Modeller utgörs generellt av förenklingar och abstraktioner av verkliga fenomen. Vid design och utveckling används ofta *konceptuella modeller* vilka beskriver hur ett system är organiserat och hur det fungerar på en abstrakt nivå. De konceptuella modellerna innehåller inte bara de metaforer som beskriver systemet, utan också hur det löser sina uppgifter. I och med detta utgör modellerna ett verktyg för att analysera systemegenskaper som grund för att exempelvis identifiera krav och för att kommunicera med användarna (Johnson & Henderson, 2002).

För att konstruera modeller och kommunicera dem till andra används vanligen olika former av diagram. Dessa diagram är den visuella representationen av den bakomliggande modellen. Hur dessa diagram ser ut bestäms av en *visuell notation*. Den visuella notationen är därmed en gränssyta mellan utvecklarna och användarna av systemet. I och med detta är hur den visuella notationen utformas, alltså hur modellerna visualiseras, kritisk i kravhantering (Moody, 2011). För att uppnå en samstämmighet mellan användarnas mentala bild av systemet och det verkliga systemet är konceptuella modeller ett viktigt verktyg (Liddle, 1996). Det går dock inte likställa den konceptuella modellen och användarnas förståelse då modellen måste tolkas (Nardi & Zamer, 1993). Av denna anledning är det viktigt att säkerställa kvaliteten hos modeller och diagram för att kunna kommunicera effektivt och korrekt med läsare av diagram.

Under följande rubriker kommer litteratur kring modellering och diagram beskrivas utifrån (2.1) *visuell representation*, koppling till (2.2) *användarcentrerad systemutveckling*, användningen av (2.3) *riktlinjer för modellering*, samt vilka (2.4) *avgränsningar* som gjorts i arbetet.

### 2.1 Visuell representation

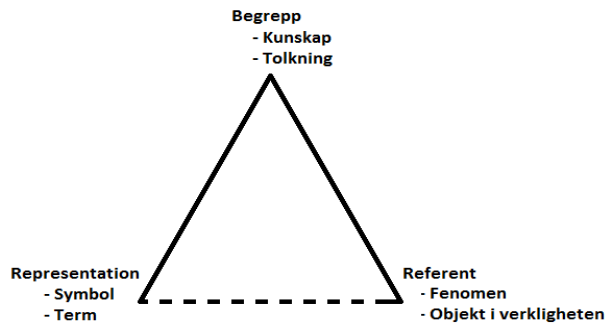
Visuell representation bygger på användandet av symboler för att förmedla ett budskap. En symbol (både bild och text) går att inom semiotiken<sup>1</sup> diskutera utifrån tre aspekter: *representation*, *begrepp* och *referent* (Figur 1).

Med *representationen* avses hur symbolen ser ut (ex. en streckgubbe), medan *begreppet* är den tanke som symboler refererar till (ex. kunskapen om en människa). Begreppet i sin tur syftar på en *referent* vilket är ett fenomen eller objekt i verkligheten (ex. den fysiska personen). Detta innebär att det mellan en *representation* (streckgubbe) och *referent* (fysisk person) inte finns en direkt

---

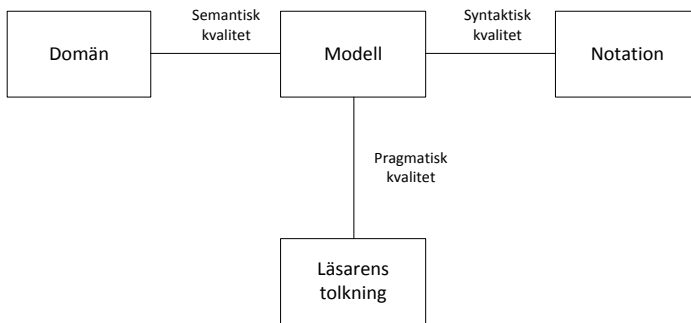
<sup>1</sup> Vetenskapen om tecken och symboler.

koppling. Det krävs en läsare, någon som tolkar representationen som ett begrepp, för att kopplingen ska ske. Genom att läsaren *förstår* att streckgubben representerar en verklig person uppstår kopplingen mellan streckgubben och människan (Chandler, 2002). Detta pekar på vikten av att symboler utformas med läsaren i åtanke så att symbolerna stödjer läsaren att göra en förutsägbar tolkning.



Figur 1. Den *semiotiska triangeln* visar på sambandet mellan en representation av en referent, samt begreppet som är tolkningen av representationen. Den streckade linjen visar på den indirekta kopplingen mellan representation och referent (Chandler, 2002).

När modeller i högre grad blir den huvudsakliga informationsbäraren får kvaliteten hos diagram långtgående effekt på kvaliteten hos slutprodukten (Siau & Tan, 2005). I litteraturen finns det ett antal ansatser för att beskriva och utvärdera kvalitet hos modeller. Selic (2003) menar att diagram är användbara och effektiva när de är (1) abstraherande, (2) begripliga, (3) korrekta, (4) förutsägbara och (5) kostnadseffektiva. Siau och Tan (2005) använder ett ramverk som beskriver aktörer och aspekter involverade i modellering, och hur kvaliteten ligger i relationen mellan dessa aktörer och aspekter (Figur 2). Den *semantiska kvaliteten* innebär hur väl en modell beskriver den faktiska verkligheten. Den *syntaktiska kvaliteten* innebär hur väl modellen följer en uppsatt notation, medan den *pragmatiska kvaliteten* innebär hur korrekt en läsare uppfattar en modell.



Figur 2. Ramverk för kvalitet i modeller (anpassat från Lindland et al., 1994).

Moody (2009) argumenterar långtgående för hur utformningen och användandet av diagram för att representera modeller vid systemutveckling har en stor påverkan. Moody introducerar begreppet *The Physics of Notations* som består av nio principer utifrån vilka det går att diskutera och utforma notationer. Genom att följa och balansera principerna mot varandra menar Moody (2009) att mer kognitivt effektiva notationer kan skapas. Dessa principer beskrivs och diskuteras mer utförligt i Hallberg et al. (2011).

Det finns således en rad olika aspekter som det går att diskutera modeller utifrån både rörande vilka aktörer som är involverade i skapandet och tolkandet, men även hur dessa förhåller sig till varandra och bidrar till skapande av olika typer av kvalitet.

## 2.2 Användarcentrerad systemutveckling

En viktig anledning till att skapa visuella representationer eller konceptuella modeller av system och organisationer är för att förmedla information eller kunskap (Preece et al., 2007). Två områden där modeller, och särskilt konceptuella modeller, har haft stor betydelse är användarcentrerad systemutveckling och interaktionsdesign. Dessa domäner syftar båda till att system ska bli användbara och så lättanvända som möjligt. Inom bland annat användbarhetsforskning finns riktlinjer för hur information ska presenteras för att tolkas på rätt sätt av användare. Denna typ av riktlinjer för visuell presentation är relevant även vid modellering, som i slutändan ska betraktas, tolkas och användas. Inom domänen användarcentrerad utveckling finns det heuristiker (tumregler) som fångar vad som anses god sed vid utveckling av grafiska gränssnitt mot användare. Ett exempel på en lista med sådana heuristiker är *Heuristic Evaluation - A System Checklist* från Xerox (Pierotti, u.å.). Dessa heuristiker belyser vikten av att vara tydlig mot användaren, att matcha systemets

logik mot hur det är i verkligheten, att vara konsekvent, att underlätta för användaren, undvika missförstånd etc.

## 2.3 Riktlinjer för modellering

Schuette och Rotthowe (1998) menar att det är modellerarens subjektiva uppfattning som karaktäriserar en modells kvalitet, och att denna subjektivism måste hanteras genom att ta fram riktlinjer för hur modeller ska tas fram. De tillämpar även en definition av modell som anger att en modell inte är en formell mappning av en verklighet, utan en konstruktion gjord av en modellerare som studerar systemets element utifrån ett visst syfte, såsom en omorganisation eller utveckling av ett nytt system.

Även om riktlinjerna ger ett bra stöd för att skapa kognitivt effektiva modeller går det inte att bortse från kompetensen hos modelleraren. Moody och Shanks (1994) samt Krogstie, Lindland och Sindre (1995) menar att kvaliteten på de modeller som produceras i praktiken är i stort beroende av modellerarens kompetens. Modellerarens förmåga att göra rätt bedömningar och avvägningar är av stor vikt. En sådan bedömning är exakt var gränsen går för vilken detaljnivå modellen behöver vara på i de olika diagrammen. Ett exempel kan vara att ett generiskt bokningsförfarande ska modelleras varvid frågan uppstår om det är relevant att då även inkludera aktiviteter för att avbryta en bokningsprocess, eller de aktiviteter som kopplas till avbokning.

Pettersson (2010) forskar inom ett närliggande område, informationsdesign, som även det handlar om att hitta rätt form och struktur för att förmedla information. Han poängterar att det inte är möjligt att använda sådana här riktlinjer för att skapa fasta regler för bra design, utan vad som bidrar till den bästa informationsförmedlingen ”beror på”. I varje situation måste modelleraren analysera och förstå det specifika informationsproblemet och hitta en eller flera praktiska lösningar.

Olika riktlinjer kan ha olika effekt och prioritering i olika typer av diagram, men när en modellerare skapar ett diagram är det tillräckligt med ett antal generella riktlinjer tillsammans med instruktioner för att skapa bra diagram, även om det fortfarande innebär en hög grad av subjektivitet (Störrle, 2011).

Modelleringen ska alltså byggas på avvägda och genomtänkta val, val som ska kunna motiveras. Att *inte* följa en riktlinje kan vara helt rätt, men valet bör vara möjligt att motivera utifrån faktorer som de rådande förutsättningarna eller målgruppens behov. Detta kan jämföras med en pragmatisk designnivå, som handlar om att med olika tekniker betona syftet med ett diagram. Alla designprinciper kan åsidosättas om det kan antas leda till bättre kommunikation av budskapet till läsaren (Störrle, 2011).

## 2.4 Avgränsningar

Modeller kan förutom grafiska representationer, bestå av såväl beskrivande dokumentation som matriser och tabeller. De riktlinjer som beskrivs i denna rapport fokuserar i första hand på den grafiska representationen i form av diagram.

Riktlinjerna är dessutom avgränsade till att gälla den pragmatiska kvaliteten, och berör därmed de *visuella* kvaliteterna hos diagram. Vad som inte hanteras är kvaliteten på diagrammens innehåll eller semantik och hur korrekt dessa är i förhållande till verkligheten. Det kan dock vara svårt att dra en tydlig gräns mellan innehåll och representationsform, till exempel i fall där mängden innehåll som presenteras är ett problem. I sådana fall har en inkluderande hållning tagits och förslag ges till exempel på hur information antingen kan abstraheras eller delas upp i flera diagram.

En ytterligare avgränsning med rapporten är att hänsyn inte har tagits till specifika datorbaserade modellerings- eller visningsverktyg. Beroende på vilket verktyg som används för modelleringen finns det olika möjligheter och begränsningar gällande visualiseringen. Riktlinjerna har av denna anledning skrivits verktygsberoende.

### 3 Metod

Arbetet som beskrivs i den här rapporten baseras i huvudsak på en litteraturstudie, samt en analys av litteraturen i relation till designprinciper inom användarcentrerad systemutveckling.

Identifieringen av relevant litteratur gällande effektiv visualisering av modeller utgick med utgångspunkt från en rad publikationer av Daniel L. Moody (se Moody, 2009; Moody & Hillegersberg, 2009; Moody, Heymans & Matulevičius, 2009; Moody, Heymans & Matulevičius, 2010; Moody, 2011; Moody, u.å), sen tidigare identifierad som relevant forskare på området (Hallberg et al., 2011).

Inledningsvis genomsöktes publikationernas referenslistor efter relevant litteratur. Därefter genomfördes en sökning i indexeringsdatabaserna Scopus, Science Direct och Google Scholar efter litteratur som refererade till någon av ursprungspublikationerna.

Utöver dessa artiklar inkluderades även tidigare känd litteratur av relevans för ämnet. Urvalskriterier för att inkludera publikationer var att de var inriktade på antingen grafisk representation eller semantik gällande diagram.

Totalt identifierades 137 artiklar och konferensbidrag, vilka kategoriserades utifrån titel och sammanfattning. Av dessa beskrev 31 olika former av riktlinjer för grafisk representation av modeller och/eller förhållningssätt till dessa modeller. Dessa 31 publikationer användes som grund för denna rapport.

Xeroxs lista med heuristiker (Pierotti, u. å) användes genom att identifiera de heuristiker som var relevanta för diagram. Dessa översattes och justerades för att bli anpassade för visualisering av modeller. Ett exempel på en sådan omskrivning är att om heuristiken handlar om vad som visas på en *skärmbild* ändrades det till vad som visas i ett *diagram*. En lista över de heuristiker som användes och hur dessa formulerades om redovisas i Bilaga B. Dessa punkter tillsammans med litteraturen kategoriserades sedan och användes för att formulera de riktlinjer som presenteras i rapporten.



## 4 Riktlinjer för kognitivt effektiva modeller och diagram

I detta kapitel presenteras riktlinjer för hur diagram och modeller ska skapas för att de ska gå att läsa och tolka effektivt, korrekt och med lätthet. Syftet med dessa riktlinjer är att ge ett förhållningssätt till hur den visuella presentationen av modeller kan förbättras genom att ta hänsyn till och utnyttja läsarens tolkningsförmåga. Genom en förbättrad visuell presentation av information i diagram blir dessa mer tillgängliga och förståeliga för läsaren. Genom att anpassa den visuella kommunikationen efter naturligt mänskliga förmågor och begränsningar går det därmed uppnå kognitivt effektiva diagram och modeller.

Dessa riktlinjer är tänkta att ingå i en vidare modelleringsprocess varför det krävs vissa förutsättningar för att effektivt kunna tillämpa dem. En sådan förutsättning är att det finns ett definierat mål och syfte med modellen, och att modellens omfattning är klargjord. En annan förutsättning är att målgruppen för modellen är beskriven och definierad – vilka de är, vilka förutsättningar och kompetens de har sett till domänen, notationen och möjligheten att tillgodogöra sig modellerad information. Att veta syftet med modellen och för vem den visualiseras är viktigt för att kunna ta korrekta ställningstagande under skapandet.

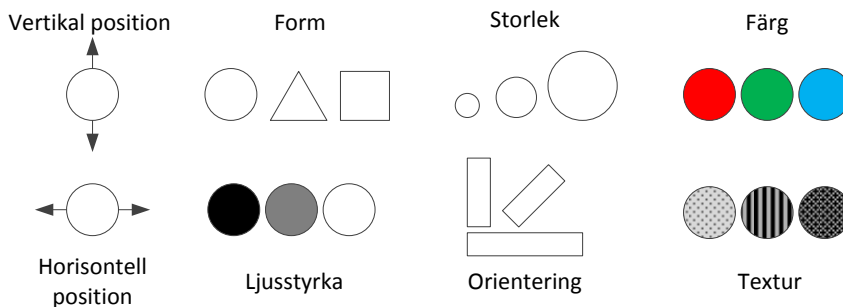
Riktlinjerna presenteras indelade i tolv kategorier där varje kategori sammanfattas genom en eller flera riktlinjer. I Tabell 1 visas en översikt av kategorierna indelade i tre nivåer: *symbolnivå*, *diagramnivå* och *översiktlig nivå*. Symbolnivå inkluderar riktlinjer primärt fokuserade på enskilda symboler och dess beståndsdelar. Diagramnivån samlar riktlinjer inriktade på faktorer som rör grupper av symboler eller diagram i stort. Den översiktliga nivån samlar de riktlinjer som gäller övergripande ställningstagande som i högre grad rör flera eller alla diagram som beskriver samma modell. Denna indelning är inte strikt, utan endast till för att skapa överblick.

Tabell 1. Översikt över riktlinjernas kategori indelade efter nivå

Symbolnivå	Diagramnivå	Översiktlig nivå
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visuella variabler</li> <li>• Utformning av symboler</li> <li>• Kommentarer och etiketter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fokusering</li> <li>• Strukturering av diagram</li> <li>• Gruppering av element</li> <li>• Visualisering av flöden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexitet i diagram</li> <li>• Konsekvent modellering</li> <li>• Överblick och navigering</li> <li>• Dokumentation av modellen</li> <li>• Anpassning efter målgrupp</li> </ul>

## 4.1 Visuella variabler

Utseendet på en symbol kan enligt Bertin (1983, refererad i Moody, 2009) beskrivas utifrån åtta *visuella variabler*: form, storlek, färg, orientering, ljusstyrka, textur samt vertikal och horisontell position (Figur 3). En symbols visuella uttrycksfullhet kan därmed mätas genom att se till vilka variabler och vilken spridning inom dessa som används för att skapa symbolen.

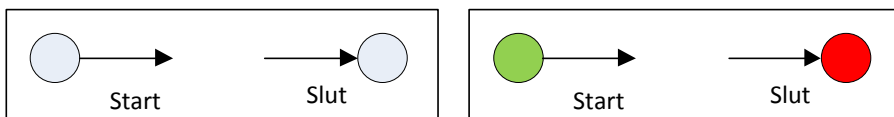


Figur 3. De åtta visuella variablerna som är beståndsdelarna för symboler (anpassad från Moody, 2009).

Genom att i större utsträckning utnyttja de visuella variablerna kan behovet av att särskilja symboler med hjälp av text undvikas. Utan text att tolka kan den perceptuella bearbetningen i hjärnan utnyttjas mer effektivt vilket minskar den kognitiva belastningen, varvid läsbarheten av diagrammet ökar (Moody, 2009; Sternberg, 2003). Det är dock viktigt att använda de visuella variablerna medvetet och sparsamt för att undvika rörighet (Bilaga B, 12.3; Evitts, 2000, refererat i Ambler, 2005; Koning et al., 2002; Patrignani, 2001).

När visuella variabler väljs är det viktigt att tänka på att de följer innehållet i budskapet – egenskaperna i de visuella variablerna som används bör stämma överrens med egenskaperna i den information som ska presenteras. Färger, texturer och former har inte en speciell ordning till skillnad från exempelvis storlek där det psykologiskt finns en ordning från minst till störst. Det innebär till exempel att färg och form lämpar sig för att representera nominella värden, medan storlek kan användas för intervallvärden.

Genom att kombinera flera visuella variabler i en symbol kan både mer information kodas in i symbolen och göra dem enklare att särskilja genom att öka skillnaden mot andra symboler. Det sistnämnda är en teknik som kallas redundant kodning (Moody, 2009). I Figur 4 visas ett exempel där både form och färg används för att öka särskiljningen mellan start- och slutsymbolerna i ett flöde.



Figur 4. Användning av redundant kodning för att öka särskiljningen av symbolerna för start och slut i flöden.

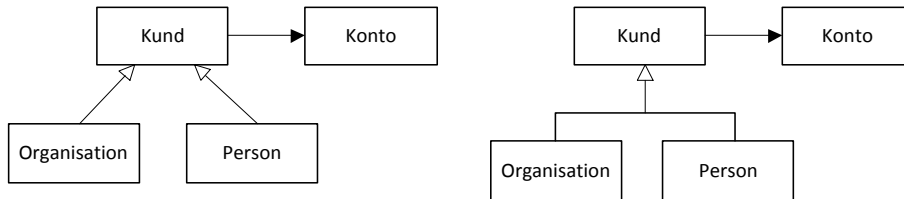
Om flera symboler visas i närheten av varandra och en av symbolerna använder en visuell variabel på ett unikt sätt (det vill säga symbolen är ensam i diagrammet om att använda den visuella variabeln på det aktuella sättet), uppstår fenomenet *perceptuell pop-out*. Det kan till exempel vara en färgad symbol bland annars svart-vita symboler, eller en symbol med en avvikande form (Figur 5). I dessa fall blir den avvikande symbolen enkel att särskilja från de övriga symbolerna.



Figur 5. I den vänstra bilden märks en perceptuell pop-out där kvadraten går att omedelbart hitta genom dess avvikande form. Samma kvadrat i höger bild tar längre tid att identifiera eftersom den inte längre är lika avvikande (Sternberg, 2003).

Form är den visuella variabel som vi främst utgår från när vi identifierar objekt i den verkliga världen, och form bör därför användas i första hand för att särskilja symboler (Moody, 2009). Variabeln form kan i första hand föra tankarna till

symboler för entiteter men gäller även symboler för relationer. I Figur 6 visas hur formen på relationer kan användas för tydligare visa en hierarkisk relation.



Figur 6. Exempel på användning av form för att förtydliga den hierarkiska relationen att en *kund* antingen är en *organisation* eller *person* (anpassat efter Moody & Hillegersberg, 2009).

Färg är en kraftfull visuell variabel när det gäller den perceptiva förmågan, men bör inte användas som enda urskiljande faktor utan i kombination med andra visuella variabler (Bilaga B, 7.25; Moody, 2009). Detta för att människor har olika möjligheter att särskilja färger, men även för att färgåtergivning kan skilja sig åt mellan olika datorskärmar, samt vid tryck och kopiering.

Färg kan användas för att effektivt koda in olika typer av information och för att tydliggöra betydelsen kan en förklaring till färgkodning behövas (Bilaga B, 4.31). Vid valet av färg är det värt att reflektera över vilka förväntningar färgen kan innebära (Bilaga B, 2.6; Carr & Will, 2006). Det kan till exempel vara kulturella konventioner som att rött förknippas med *fara*, *uppmaning att stanna* eller *aggression*. Grönt å andra sidan kan förknippas med betydelser som *ingen fara*, *att starta* eller *nybörjare*. Vilka andra färger som används i närheten eller bakom måste även det beaktas. Ett exempel är att kombinationer av komplementfärger (t.ex. Rött-Grönt, Orange-Blå eller Lila-Gult) kan leda till att visuella störningar som gör att deras kanter kan upplevas som vibrerande (Ford, 2009) och gör texten mer svårläst (Figur 7).

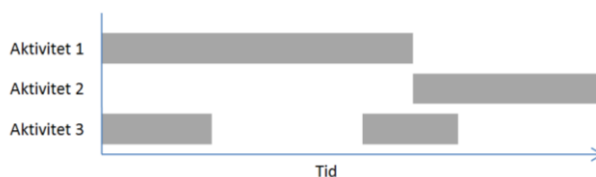
**En mindre lyckad kombination**

Figur 7. Exempel på komplementfärger där grön bakgrund gör röd text svårläst.

Använd om möjligt färger som förknippas med objektet som representeras. Färger som inte konventionellt kopplas till objekt, exempelvis rött för banan och blått för äpplen, stör bearbetning och det tar längre tid att tolka betydelsen (Lohse, Min, & Olson, 1995).

Betydelsen av en symbols orientering kan exemplifieras med pilar där riktningen är avgörande för vad som kommuniceras. Modelleras flöden är det konventionella att låta flödet gå från vänster till höger, eller uppifrån och ner (Purchase, Allder & Carrington, 2001; Purchase et al., 2001). Det innebär att en högerriktad pil kan indikera en framåtgående rörelse medan en vänsterriktad pil det motsatta.

Position är en visuell variabel som kan utnyttjas på många sätt för att åstadkomma en önskad tydlighet i ett diagram. I exempelvis Gantt-scheman utnyttjas både position och form, i detta fall varierande längd, för att indikera temporal placering och längd för olika aktiviteter (Figur 8).



Figur 8. Position och form används för att koda in start- och sluttid, samt längd för aktiviteterna.

## Riktlinjer - Visuella variabler

### **Riktlinje 1. Utnyttja visuella variabler för att förenkla och öka läsbarheten**

Form bör i första hand användas för att särskilja symboler, och färg kan med fördel komplettera formen för att effektivt särskilja eller koppla samman olika symboler i grupper, alternativt koda in information. Position kan användas för att exempelvis tydliggöra hierarki och/eller gruppering och storlek för att påvisa grad- eller storleksordning mellan symboler.

### **Riktlinje 2. Förklara betydelsen av visuella variabler när dessa används för kodning av information**

Det kan vara svårt att göra den visuella kodningen självförklarande och det kan därför vara bra att på lämplig plats förklara betydelsen av de olika visuella variabler som använts för att koda in information.

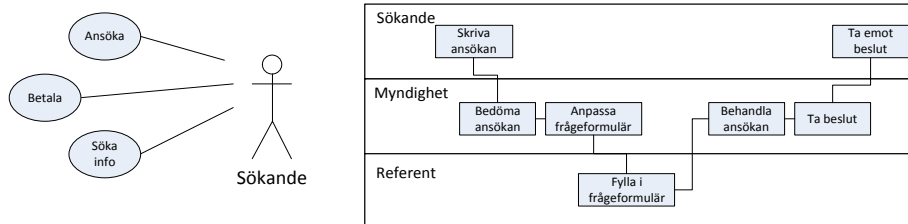
### Riktlinje 3. Använd visuella variabler med eftertanke

För hög användning av olika visuella variabler i ett diagram riskerar att göra diagrammet rörigt.

## 4.2 Utformning av symboler

För att undvika missförstånd är det viktigt att det är tydligt vilka olika begrepp (koncept eller betydelse) som modelleras och vilka symboler som står för vilket begrepp (entiteter och relationer). Något som starkt kan bidra till missförstånd och förvirring är när samma symbol kan *stå för flera begrepp* (betyda flera olika saker). Det bör heller inte finnas flera olika symboler som *står för samma begrepp* (betyda samma sak) (Bilaga B, 9.2; Moody, 2009).

Att använda flera symboler för samma begrepp kan led till onödig komplexitet och därmed kräva mer av en läsare eftersom det blir nödvändigt att komma ihåg fler symboler (Moody, 2009). Ett exempel på ett undantag är dock hur roller i användningsfallsdiagram kan representeras som streckgubbar, medan det i processdiagram representeras som simbanor (Figur 9). Att diagrammen skiljer sig åt gällande diagramtyp och kontext minskar även risken för att skapa förvirring gällande de två olika symbolerna för roll.



Figur 9. Representation av rollen Sökande dels i ett användningsfallsdiagram och dels i en simbana i ett processdiagram.

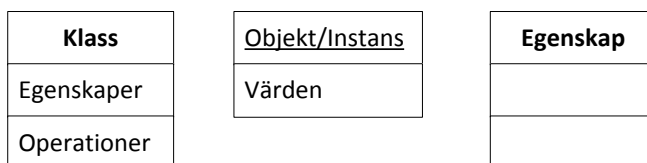
En förutsättning för läsbarhet i diagram är att de symboler som används är tydligt åtskiljbara. Dels minskas risken för att förväxla symboler med varandra (Bilaga B, 9.2), dels ju mer åtskilda symbolerna är desto snabbare tolkar hjärnan informationen i diagrammet och läsningen går fortare (Moody, 2009). Hänsyn kan dock tas till om symbolerna används i helt olika diagram, och om kontexten är tydlig för läsaren. Exempel på detta kan vara användning av rektanglar både i ett processdiagram för att representera aktiviteter och i konceptuella scheman för att representera entiteter. Nordbotten och Crosby (1999, refererad i Moody, Heymans & Matulevičius, 2010) anger att empiriska studier visar att rektanglar och diamanter (snedställd rektangel) ofta förväxlas. Det kan dock vara värt att notera att semantiskt närliggande symboler, alltså begrepp med liknande

betydelse, kan med fördel vara baserade på samma grundsymbol och därmed dela grundläggande drag (Moody, Heymans & Matulevicius, 2009). Exempelvis skulle två typer av intressenter för ett resebokningssystem kunna representeras som streckgubbar men ritad med olika linjer (Figur 10). Den direkta användaren av systemet (anställd på en resebyrå) ritas med helt streck och den indirekta användaren (resenären som vill boka en resa) ritas streckad. Likheten visar att det rör sig om användare i båda fallen, samtidigt som det finns en begreppsmässig och visuell skillnad.



Figur 10. Exempel på semantiskt närliggande symboler som utseendemässigt delar gemensamma drag.

Alltför sparsamt användande av de visuella variablerna<sup>2</sup> leder till att det inte går att särskilja symboler visuellt, utan betydelsen måste utläsas textuellt (Figur 11). Att endast skilja symboler åt via text är inte önskvärt då det ökar den kognitiva belastningen, blir mer otydligt och ökar risken för förväxling (Moody, Heymans & Matulevicius, 2009). Att texten måste läsas för att särskilja symbolerna innebär att människans naturliga förmåga att tolka visuell information inte utnyttjas (Sternberg, 2003).



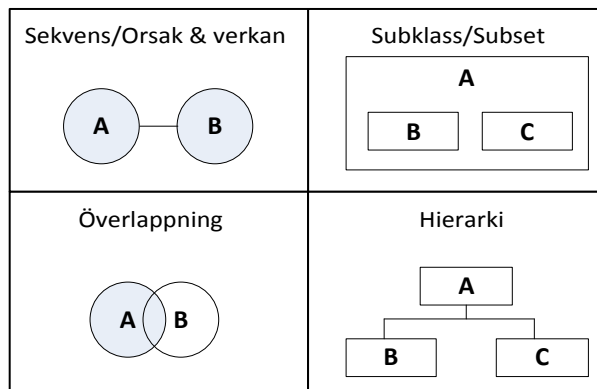
Figur 11. Exempel på tre olika begrepp inom UML som representeras av mycket snarlika symboler (Moody, 2011, s.22).

Istället för text kan visuella variabler utnyttjas för att särskilja symboler. Form är den visuella variabel som vi främst utgår från när objekt identifieras i den verkliga världen och bör därmed användas i första hand för att öka den visuella distansen mellan symboler (Moody, 2009).

<sup>2</sup> Läs mer i avsnitt 4.1 Visuella variabler

De symboler som används bör vara anpassade för sitt ändamål genom att vara konkreta och bekanta för målgruppen, samt följa kulturella konventioner (Bilaga B, 2.1; Bilaga B, 2.5) för att underlätta tolkningen för läsare.

Symboler som har ett missvisande utseende, alltså en utformning som inbjuder till en tolkning som inte stämmer med symbolens betydelse, försvårar för läsare att tolka dem korrekt (ex. en brev-symbol för att representera en person) (Moody, 2009). Istället för missvisande eller neutralt utseende (ex. rektangel för processaktivitet) kan en symbol utformas för att dess betydelse lättare kan härledas från utseendet (ex. en streckgubbe för person). En symbols förmåga att vara självförklarande ses som dess *semantiska genomskinlighet* (eng. semantic transparency) och förenklar tolkningen av diagram. Det blir mindre ansträngande att lära sig betydelsen hos en notation och ta till sig informationen om symbolerna i *högre grad* är självförklarande (Moody, 2009). Detta innebär inte en strävan efter helt självförklarande symboler, vilket skulle leda till andra problem som överdriven komplexitet. Principen kan även tillämpas på relationer, genom att använda elementens position för att tydliggöra relationen (Figur 12).



Figur 12. Exempel på hur symbolernas utformning och placering användas för tydliggöra betydelsen (anpassat från Moody, 2009).

Ytterligare en teknik för att göra symboler mer självförklarande är att infoga en ikon i symbolen. Exempel på detta kan vara att lägga till en bild av ett brev i en symbol för inkommande meddelanden för att tydliggöra att det inkommer i brevform (Figur 13). Även om symbolen inte blir självförklarande kan det förenkla tolkningen och möjligheten att komma ihåg betydelsen från en bifogad teckenförklaring. Ett annat exempel är att förstärka förståelsen för en process, genom att vid vissa typer av aktiviteter förstärka dem med symboliska ikoner, såsom förstöringsglas för sök-aktiviteter och ett frågetecken för beslutspunkter. (Moody, 2009, Mendling, Reijers, och Recker, 2010).

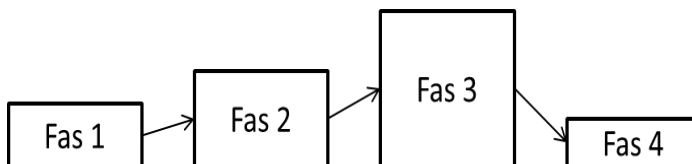




Figur 13. Förtydligande av flöden med inkommande meddelande för att särskilja från andra typer av flöden.

Symboler bör inte vara överdrivet detaljerade eftersom det kan försvåra läsandet<sup>3</sup> (Bilaga B, 12.2). Det är även viktigt att symbolerna är tillräckligt synliga och läsbara, genom att vara tillräckligt stora och ha god kontrast mot bakgrunden (Bilaga B, 9.4).

För att undvika missförstånd bör varierande visuella variabler undvikas när det inte finns ett betydelsebärande syfte (Ambler, 2005). Detta beror på att läsare annars lätt kan luras att tro att variationen betyder något den inte gör (Figur 14). Används element av varierande storlek utan att det framgår varför, kan läsare tolka diagrammet genom att konstruera egna betydelser av storleken (Oberlander, 1995; Petre, 1995).



Figur 14. Ogenomtänkt användning av olika utseende kan implicera en betydelse som inte var tänkt.

## Riktlinjer - Utformning av symboler

### **Riktlinje 4. En symbol ska inte betyda flera olika saker**

Det är risk för missförstånd om en och samma symbol står för olika begrepp.

### **Riktlinje 5. Ett begrepp bör inte representeras med flera olika symboler**

Om det finns flera symboler som betyder samma sak bidrar det till onödigt komplexitet och ställer högre krav på läsare

<sup>3</sup> Läs mer i 4.8 Komplexitet i diagram.

att komma ihåg att det är samma sak och riskerar därmed att förvirra.

**Riktlinje 6. Symboler ska vara tydligt åtskiljda utan risk för förväxling, men semantiskt närliggande symboler kan dela gemensamma drag**

Symboler ska vara tydligt åtskiljda genom utnyttjande av de visuella variablerna, inte enbart genom text. Symboler som är allt för snarlika varandra är lätta att förväxla, men semantiskt närliggande symboler kan med fördel ges gemensamma drag för att visualisera släktskapet.

**Riktlinje 7. En symbol bör inte ha ett missvisande utseende**

Symbolens utformning och visualisering bör inte riskera att leda associationer till andra saker än vad symbolen är tänkt att symbolisera.

**Riktlinje 8. Använda symboler bör vara konkreta och bekanta för målgruppen**

Symboler anpassade efter målgruppens förutsättningar och förväntningar underlättar tolkande och läsning av diagrammet, exempelvis genom att vara semantisk genomskinliga.

**Riktlinje 9. Symboler ska vara tydligt läsbara**

För många detaljer i symbolen kan försvåra läsandet och bör undvikas. Likaså försvåra för liten storlek och dålig kontrast mot bakgrunden läsningen av diagrammet.

## 4.3 Kommentarer och etiketter

För att underlätta och öka förståelsen för diagram kan det vara bra att använda förklarande texter, i form av *kommentarer* och *etiketter* (eng. labels). Etiketter används främst för att med text (ett eller ett fåtal ord) namnge och förtydliga innebörden hos symboler för entiteter och relationer (Bilaga B, 4.5), såsom ”kund”, ”analysera civilläget”, eller ”KomNod Fordonsmonterad”, men även för att förklara flöden samt för att namnge logiska zoner eller grupperingar (Bilaga B, 7.12). Kommentarer används främst för att i kortfattad löptext beskriva information om diagram som helhet och lägga till information om exempelvis undantag i flöden.

Placeringen av den förklarande texten är viktig i och med att förståelsen ökar om texten placeras i närheten av den aktuella symbolen, så att det tydligt framgår vad texten syftar på (Bilaga B, 7.15; Eichelberger, 2002; Mayer & Moreno, 2003). Moody (2009) utvecklar det resonemanget och menar att det är mer effektivt att inkludera kommentarer i diagram, jämfört med att bifoga det i förklarande dokument vid sidan. Ibland finns det dock behov av omfattande beskrivande text, och det kan då vara lämpligare att lägga texten i en bilaga av utrymmesskäl<sup>4</sup>.

För att ge spårbarhet bör det för varje diagram finnas en beskrivning av vad diagrammet visar, vem som äger diagrammet samt när det senast ändrades. Denna information placeras på en enhetlig position för samtliga diagram (Ambler, 2005).

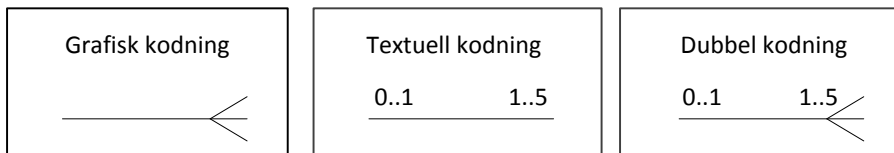
Texten i etiketter och kommentarer ska innehålla relevant information, samt vara kortfattad, enkel och tydlig men tillräckligt beskrivande för att innebörden ska vara förståelig (Bilaga B, 1.1; Bilaga B, 5.18; Bilaga B 9.7; Bilaga B, 9.8; Bilaga B, 9.11; Mendling, Reijers & Recker, 2010). Texten bör även vara utformad på ett konsekvent sätt (Ambler, 2005; Bilaga B, 4.8) för att öka läsbarheten. Att beskriva aktiviteter med kortfattade namn har visat sig öka förståelsen för diagram (Mendling, Recker & Reijers, 2010).

Vid tvetydigheter i diagram och i betydelse hos element kan förklarande texter användas för att tydliggöra innehållet (Bilaga B, 6.3). Ett exempel på detta är att tillhandahålla en teckenförklaring som specificerar betydelsen hos använda symboler (Ambler, 2005). Andra exempel är att komplettera symboler med en etikett som textuellt beskriver och förtydligar dem. Detta genom att vid flödespilar som symboliserar vägval som tas om inget annat inträffar skriva ”I annat fall” (Figur 15), eller att vid en kardinalitetsrelation ange det antalsspannet som relationer kan ha (Figur 16) (Moody, 2009). Tekniken att med *både* text och grafik representera en betydelse kallas *Dual Coding*. Moody (2009) är dock tydlig med att textuell beskrivning ska användas som komplement, och inte som substitut till grafisk återgivning, vilket främst innebär att symboler inte ska skilja sig åt enbart genom text (Figur 11).



Figur 15. Förtydligande av en symbols innebörd.

<sup>4</sup> Läs mer i 4.11 Dokumentation av modellen



Figur 16. Exempel på hur Dual coding kan användas för att utöka informationsmängden i diagram (Moody, 2009, s. 771)

För att underlätta läsförståelsen bör den terminologi som används i dessa texter vara lämplig och anpassad för de förväntade läsarna av diagrammen (Bilaga B, 2.14; Bilaga B, 1.25). För att undvika problem är det av vikt att etiketter formuleras utifrån vad som är mest lämpligt i den givna domänen (Mendling, Recker & Reijers, 2010), samt att vara konsekvent gällande både använd terminologi och grammatisk stil (Bilaga B, 4.39).

Generellt för text gäller att följa vanliga skrivregler för att göra texten mer snabbläst, till exempel att förkortningar skrivs och används på ett korrekt sätt (Bilaga B, 4.3) och att överflödigt användande av versaler undviks (Bilaga B, 4.2; Larson, 2004).

Text som används i diagrammen bör vara konsekvent formaterad, till exempel i hänsyn till typsnitt (Purchase, Allder & Carrington, 2001) och justering (Bilaga B, 4.14), såvida inte skillnaden i formatering används för att medvetet påvisa skillnader eller fokus. Formateringen bör även vara lämplig för den aktuella domänen (Bilaga B, 4.1) genom att använda vedertagna och tydliga typsnitt. Konsekvent horisontell textriktning är att föredra framför att blanda horisontell och vertikal text, då det minskar belastningen i läsningen (Byrne, 2002).

## Riktlinjer - Kommentarer och etiketter

### **Riktlinje 10. Tydliggör och förklara betydelser genom välplacerade förklarande texter (t.ex. för symboler, grupperingar, flöden och relationer)**

Förklarande texter kan underlätta förståelsen för innehållet i diagram, kortfattat genom namngivning i en etikett, i korta kommentarer i löptext eller i form av en teckenförklaring. Etiketter och kommentarer bör vara placerade nära den aktuella symbolen, grupperingen och relationen, så att det är tydligt vad de beskriver, och helst horisontellt orienterad.

**Riktlinje 11. Varje diagram bör innehålla en beskrivning,**

Varje diagram bör ges ett beskrivande namn, tydligt och enhetligt placerat. I en kortfattad kommentar, som är enhetligt placerad i alla diagram, bör det även framgå vem som äger diagrammet och när det senast uppdaterades.

**Riktlinje 12. Text i etiketter och diagram ska vara relevant och välformulerad**

För att minska både utrymmesbehov i diagrammet och tid för läsning och förståelse bör texten i etiketter vara kortfattad, enkel och tydligt formulerad, men samtidigt tillräckligt beskrivande. Innehållet bör vara relevant och konsekvent formulerat i hela modellen utifrån sedvanliga skrivregler och lämplig terminologi.

**Riktlinje 13. Använd tydlig och lämplig formatering av texten**

Välj typsnitt som i sammanhanget är tydligt och lämpligt för domänen och undvik överflödigt användande av versaler.

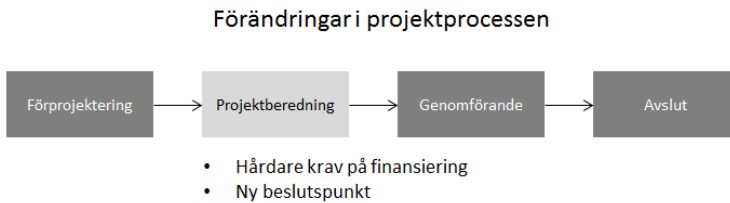
## **4.4 Fokusering**

Fokusering handlar om att tydliggöra essensen i diagram genom att rikta uppmärksamheten till ett specifikt område eller ett element (Figur 17). Det handlar även om att säkerställa att diagram inte innehåller irrelevant information som kan ge intryck av att vara av vikt. Uppmärksamheten hos en läsare går att rikta med en rad olika tekniker, såsom att placera centrala element i centrum av diagram och att använda olika storlekar eller färger på element. Tekniker som varierande storlek på eller färgsättning av element kan till exempel visa relativ kvantitet eller relevans (Bilaga B, 7.21; Bilaga B, 12.6)<sup>5</sup>. Specifikt gällande text går det att använda textstorlek, fetstil eller understrykningar.

Tekniker för att rikta uppmärksamheten bör dock användas med försiktighet (Bilaga B, 4.22). Enskilda element som skiljer sig åt i färg eller form kan sticka ut om resterande element är tillräckligt homogena, men effekten försvinner om elementen varierar på många olika sätt.

---

<sup>5</sup> Läs mer i avsnitt 4.1 Visuella variabler



Figur 17. Exempel på hur en avvikande ljusstyrka kan markera element i fokus

Förståelsen underlättas om ett diagram har ett tydligt fokus på vad det ska visa. Dekorationer kan öka komplexiteten i diagrammet i onödan och det kan bli mer effektivt att endast inkludera sådant som är relevant i diagrammet (Tuftes, refererad i Carr & Will, 2006). Tuftes menade att onödigt intrikata representationer, som dekorationer och fyllnadsmönster, bidrar till *chart-junk* som vilket distraherar från budskapet. Ambler (2005) framför liknande tankar och menar att en extra ram runt diagram ska undvikas då det inte ger något mervärde.

## Riktlinjer - Fokusering

### **Riktlinje 14. Använd varierande visuella variabler för att lyfta fram betydelsefulla delar i diagrammet**

Genom att med exempelvis placering, färg eller storlek betona diagrammets viktiga element ges stöd till läsaren i läsningen av diagram.

### **Riktlinje 15. Säkerställ att läsarens uppmärksamhet fokuseras på relevant information genom att endast representera det som krävs för budskapet**

Irrelevant och överflödiga information distraherar läsare från diagrammets egentliga budskap. Genom att eliminera onödiga element ges mer utrymme åt det diagrammen syftar till att illustrera.

## 4.5 Strukturering av diagram

Målet med en genomtänkt och bra struktur och layout är att diagram ska vara lätta att överblicka och läsa (Bilaga B, 10.11; Moody, 2009). Diagram bör därför inte göras onödigt breda (Coleman & Stott Parker, 1996; Ambler, 2005).

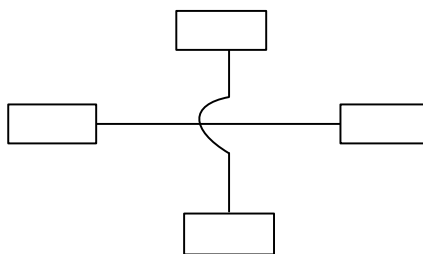
Diagram bör ritas symmetriskt (Eades, 1984; Gansner & North, 1998) och elementen ska vara justerade mot varandra enligt ett rätvinkligt rutnät (Purchase, Carrington & Alder, 2002). Tomrum och luft mellan objekt och text är viktigt för att öka läsbarheten, men även för att leda ögonen rätt (Bilaga B, 7.7; Bilaga B, 7.11).

Relationer, representerade i form av linjer, bör utgå från mitten av symboler kant (Ambler, 2005) och om flera relationslinjer går till samma element bör de slås samman (Eichelberger, 2002). En stark korrelation finns mellan antalet linjer i en modell och antalet modelleringsfel, varför antalet relationslinjer bör minimeras för att öka förståelsen (Purchase, Carrington & Alder, 2002).

När processer modelleras bör flödets riktning vara konsekvent, från vänster till höger alternativt uppifrån och ner (Purchase, Alder & Carrington, 2001; Purchase et al., 2001).

Placera etiketter i närheten av det eller de berörda elementen för att tydligt visa samhörigheten (Bilaga B, 7.15; Eichelberger, 2002). Detsamma gäller illustrationer som används för att förtydliga symboler och deras betydelse (Eichelberger, 2002). En sådan illustration skulle till exempel kunna vara en avbildning av föremålet som symbolen representerar.

De relationslinjer som dras mellan element i diagram har till syfte att visa på en koppling mellan elementen, men det finns ett antal fallgropar som kan försvåra läsningen och överblickbarheten betydligt för relationer. Antalet riktningförändringar bör minimeras (Purchase, Carrington & Alder, 2002) samt att korsande och överlappande relationslinjer bör undvikas (Eichelberger, 2002). I de fall det inte kan undvikas kan en liten båge på en av linjerna användas vid korsningen för att förtydliga relationernas riktningar (Figur 18).



Figur 18. Förtydligande av korsande relationslinjers riktning.

Om två relationslinjer går ut från ett element i en vinkel bör vinkeln inte vara för snäv, då det försvårar spårbarheten av vardera relation (Coleman & Stott Parker, 1996; Gutwenger & Mutzel, 1998). Relationslinjerna bör inte heller vara för långa (Coleman & Stott Parker, 1996).

## Riktlinjer - Strukturering av diagram

### **Riktlinje 16. Välj en symmetrisk och justerad placering av element i ett diagram**

Placera element justerade mot varande enligt ett rätvinkligt rutnät, och använd tomrum mellan element för att öka läsbarhet och vid behov påvisa samhörighet.

### **Riktlinje 17. Rita relationslinjer sparsamt och tydligt**

Rita inte ut onödiga relationslinjer då det ökar komplexiteten i diagrammet. Låt relationslinjer utgå från mitten av symbolens kant och låt deras sträckning bli tydlig genom att inte vara för långa, korsa andra relationer eller ha för många riktningförändringar.

## 4.6 Gruppering av element

Genom att gruppera element på ett logiskt sätt går det att tydliggöra att vissa element har en viss typ av relation till varandra, utan att behöva använda explicita symboler (Bilaga B, 7.12; Eichelberger, 2002). Element som placeras närmre varandra än andra element gör att de naturligt uppfattas som en gruppering (Sternberg, 2003) (Figur 19). Detta kan utnyttjas genom att till exempel placera element inom samma delprocess närmare varandra. Av samma anledning kan en ogenomtänkt placering leda till att läsaren tolkar in relationer som inte finns mellan element.

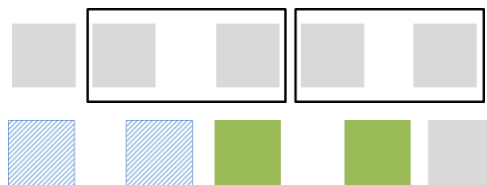


Figur 19. Den spatiala placeringen gör att de fyra vänstra kvadraterna ses som två grupper, snarare än att samtliga fem kvadrater ses som separata objekt (Sternberg, 2003).

Gruppering kan förutom placering även ske genom till exempel användandet av färger och inramningar (Bilaga B, 7.23; Bilaga B, 12.2; Bilaga B, 12.6). I Figur 20 visar hur inramning och användandet av gemensamma färger kan skapa ett intryck av samhörighet som är starkare än den spatiala närheten hos elementen (Sternberg, 2003).

Placeras element i olika grupperingar ses dessa som logiska zoner i diagrammet vilka kan namnges för att ytterligare tydliggöra betydelsen (Bilaga B, 7.12). En sekventiell indelning kan till exempel numreras för att tydliggöra flödet medan andra indelningar kan namnges mer beskrivande för att visa betydelsen av indelningen.

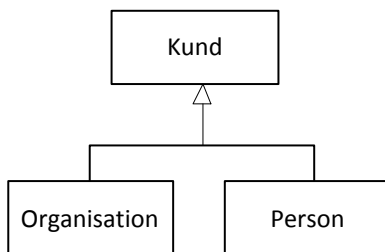




Figur 20. Användning av t.ex. inramningar, färg och textur kan påverka uppfattning av vilken relation som finns mellan element.

Prestationen och tiden det tar att läsa diagram är alltså inte enbart kopplat till att elementen är jämnt fördelade i diagram eller hur långa linjer som används för att markera relationer utan även till hur elementen är placerade semantiskt, alltså utifrån sin betydelse. Det kan alltså vara positivt att rita längre relationsstreck om det betyder att relaterade element kan placeras närmare varandra (Purchase et al., 2001).

Enligt Eichelberger (2002) kan hierarkiska och kompositionella relationer tydliggöras genom att ovanliggande element (eng. parent) och underliggande element (eng. child) grupperas så att de är placerade med vertikal centrerung (Figur 21). Detta är i linje med den kulturella konventionen att tolka vertikala relationer som hierarkiska eller kompositionella (Moody, u.å.). I Figur 21 visas också hur relationen slås samman innan den når elementet, vilket gör diagram tydligare (Purchase et al., 2001).



Figur 21. Relationen mellan begreppen Kund, som antingen är en Person eller en Organisation, tydliggörs genom att de två senare placeras nedanför och centrerat mot det ovanliggande begreppet Kund.

## Riktlinjer - Gruppering av element

### **Riktlinje 18. Gruppera element för att tydliggöra betydelse och relationer**

När det finns behov av att visuellt illustrera att ett antal element hör samman kan de med fördel grupperas med hjälp

av olika tekniker, såsom spatial placering, färg och/eller inramning. Gruppen kan namnges för att förtydliga vad som är den gemensamma nämnaren. Hierarkiska relationer kan förtydligas genom vertikal gruppering där över- och underliggande element centreras med varandra.

## 4.7 Visualisering av flöden

För visualisering av processer det ett antal riktlinjer som är speciellt avsedda för modellering av just flöden. En sådan riktlinje är den västerländska kulturella konventionen att flöden går från vänster till höger, eller uppifrån och ner (Purchase, Allder & Carrington, 2001; Purchase et al., 2001). Empiriska studier har visat att relationer som är organiserade från vänster till höger naturligt tolkas som sekventiella, vilket kan kopplas till den kulturella konventionen att läsa från vänster till höger (Moody, u.å.; Lohse, Min & Olson, 1995). Att bryta mot denna spatiala konvention kan leda till missförstånd (Lohse, Min & Olson, 1995), men Horowitz & Hill (1989, refererad i Petre, 1995) understryker att denna konvention inte ska följas i de fall som det faktiskt minskar tydligheten.

Enligt Mendling, Reijers och van der Aalst (2010) ska processmodeller vara så *balanserade* (eng. structured) som möjligt. Med balanserad menas i det här avseendet att det finns en balans i hur processen delas upp och sammanfogas (jämför med hur varje vänsterparantes i text ska ha en avslutande högerparantes). Varje koppling där flödet delas bör ha en sammanfogande koppling i andra änden för att ge läsaren ett avslut. Detta leder till färre fel av modellerare samt en bättre förståelse hos läsare (Mendling, Reijers & Cardoso, 2007; Mendling, Neumann & van der Aalst, 2007).

Risken för feltolkningar ökar även i takt med antalet start- och stoppobjekt som används i ett diagram. Begränsa därför om möjligt processdiagrammet till att innehålla endast ett startobjekt och ett stoppobjekt (Mendling, Reijers & van der Aalst, 2010). Detta kan göras genom att sammanfoga delad koppling så att processen avslutas i en för diagrammet gemensam stoppsymbol.

Undvik att använda OR-kopplingar<sup>6</sup>. Risken, både för att modellera och tolka fel, minskar om endast AND och XOR används. Det vill säga att när en aktivitet grenar ut sig i flera vägval kommer antingen *alla* vägval att följas (AND) eller endast *ett* av dem (XOR). Processer som beskrivs med hjälp av OR-kopplingar, det vill säga att *ett eller flera* vägval kan komma att följas, har visat sig i högre grad feltolkas än om samma process är beskriven på ett alternativt sätt (Mendling, Reijers & van der Aalst, 2010).

---

<sup>6</sup> I bland benämns OR-koppling även som ANY.

## Riktlinjer - Modellering av flöden

### **Riktlinje 19. Balansera flödet i processmodeller**

För att öka läsbarheten och därmed förståelsen bör det vara tydligt var delade flöden går samman eller avslutas.

### **Riktlinje 20. Undvik flera start- och stoppsymboler samt OR-kopplingar**

Användning av OR-kopplingar och flera start- och stoppsymboler ökar risken för feltolkningar. Använd hellre AND och XOR-kopplingar, samt endast en startsymbol och en stoppsymbol.

### **Riktlinje 21. Rita flöden vänster till höger eller uppifrån och ner**

För att följa västerländska läskonventioner och utnyttja en naturlig tolkning bör flöden ritas från vänster till höger eller uppifrån och ner.

## 4.8 Komplexitet i diagram

Komplexitet i diagram beror på flera aspekter: (1) antalet använda element (Moody, 2009), (2) antalet olika typer av symboler (Moody, 2009), (3) mängden information som förmedlas av en symbol (Moody, u.å.), samt (4) strukturen och layouten. Komplexiteten kan vara en kombination av ovanstående, och för att minska komplexiteten kan en eller flera av faktorerna därmed adresseras. En ökad komplexitet hos diagram har en negativ inverkan på förståelsen och den kommunikativa effekten av dem. En för läsare överväldigande komplexitet kan leda till en visuell chock eller *map shock* (Blankenship & Dansereau, 2000). Denna reaktion påverkar främst motivationen och koncentrationen och ger en känsla av att vara vilse. Läsare vet inte var de ska börja och vad som ska läsas härnäst. Denna reaktion riskerar att starkt begränsa förståelsen samt att läsare inte tar del av informationen i diagram överhuvudtaget.

Olika målgrupper har både olika behov och möjlighet att ta till sig modeller, varpå det kan finnas anledning att visualisera modeller på olika abstraktionsnivåer. Diagram med färre detaljer och mindre information bör inte ersätta diagram med en högre detaljeringsgrad och mer information (Bilaga B, 11.3), utan det kan finnas behov av dem båda (Bilaga B, 10.20; Bilaga B, 11.6), exempelvis att förenkla ett diagram vid en presentation.

#### 4.8.1 Stort antal element i diagram

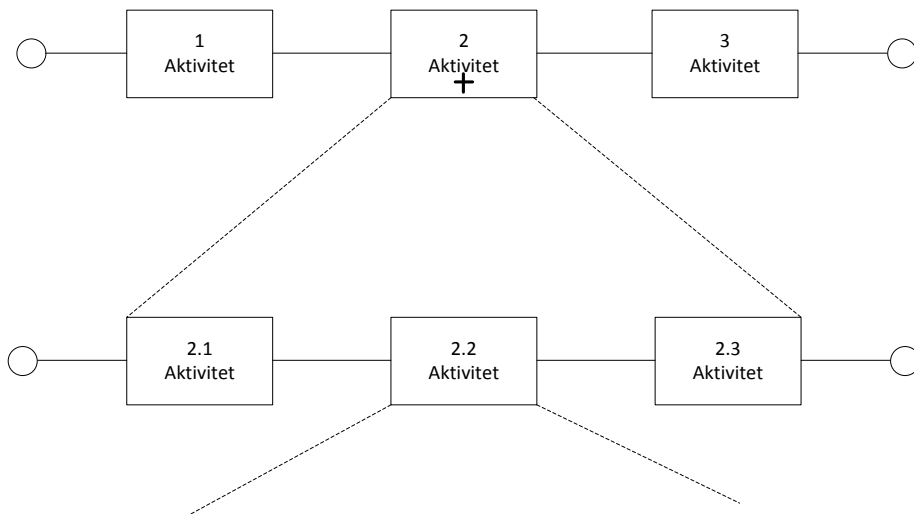
Ju fler element och ju större diagram desto högre komplexitet har diagrammet. Antalet element i ett och samma diagram korrelerar med risken för att modellerar gör formella fel. Sannolikheten för att diagram med över 50 element innehåller formella fel är över 50 procent (Mendling, Neumann & van der Aalst, 2007). Enligt Moody (2009) är komplexitet ett av de största hindren för förståelse av diagram, varför det är av stor vikt att begränsa antalet element, utan att negativt påverka innehållet (Mendling, Reijers & van der Aalst, 2010). Att avgöra vad som är lagom antal objekt i ett diagram är svårt och bedömningen måste ställas mot syftet med diagrammet samt läsares förutsättningar. Exempelvis kan ett större och mer komplext diagram vara acceptabelt om de tänkta läsarna är väl insatta modellerare och utvecklare, där deras arbete skulle försvåras av en uppdelning i flera diagram. Läsarnas behov av översikt över hela eller en stor del av modellen kan då väga tyngre än den ökade komplexiteten. Ett annat exempel är om läsarna är väl insatta i den verksamhet som beskrivs, då behöver ett större antal element i diagrammet inte nödvändigtvis innebära problem. Ett sätt att minska risken för en alltför hög komplexitet är att begränsa diagrammen till en storlek som går att skriva ut på en A4-sida (Ambler, 2005). Detta begränsar hur många element som i tydligt läsbar storlek får plats i diagrammet.

Den första frågan modellerare bör ställa sig vid hantering av ett komplext diagram är om all information är nödvändig att ta med – skulle innehållet i diagrammet kunna fokuseras? Att fokusera innehållet i ett diagram innebär att begränsa syftet med diagrammet till vad som är mest relevant att representera (Ambler, 2005; Bilaga B, 9.2; Bilaga B, 10.13). Det kan även handla om att prioritera bort onödiga element som inte har ett kommunikativt värde – det vill säga onödiga utsmyckningar (Mendling, Reijers & van der Aalst, 2010). Även om modelleraren konstaterar att all information i diagrammet är nödvändig för syftet kan delar av informationen lyftas bort från den grafiska representationen. Viss information representeras inte mest effektivt grafiskt, utan kan med fördel representeras textuellt. Komplexitet kan i vissa fall då minskas genom att välja att inte visa all information grafiskt, utan istället använda en textuell form antingen i diagrammet eller i bifogad dokumentation. Information som lämpar sig bra att framställas i text kan vara verksamhetsregler, detaljerad logik och undantag (Moody, 2009).

Om diagrammet efter ovanstående genomgång fortfarande innehåller allt för många symboler kan diagrammet delas upp i flera diagram, en teknik som kallas modularisering (Moody, 2009). Modularisering kan antingen göras *hierarkiskt* eller via *uppdelning*. Hierarkiska diagram används främst i processer och modularisering grundar sig då på att en aktivitet i ett diagram har en underliggande detaljeringsnivå, där aktiviteten kan expanderar till ett eget diagram (Figur 22) (Mendling, Reijers & van der Aalst, 2010; Moody, 2009).

Denna teknik bör kombineras med tekniker för att underlätta navigeringen mellan dessa diagram<sup>7</sup>.

Moody (2011) tydliggör dock att expanderbara element i diagram inte ska expanderas i det befintliga diagrammet (kallat *in situ decomposition*), utan i ett eget diagram, då det annars inte minskar komplexiteten i diagrammet.

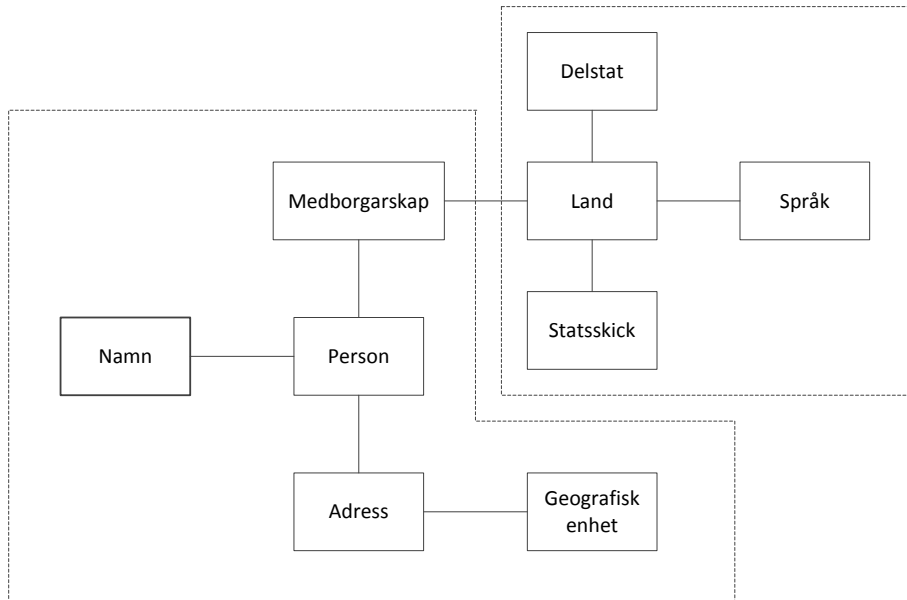


Figur 22. Hierarkisk modularisering av ett processflöde där detaljerna för 2 Aktivitet visas i ett eget diagram. Observera att den ökade detaljgraden visas i ett eget diagram och inte i det ursprungliga.

*Uppdelning* är lämpligt att använda på exempelvis stora informationsmodeller, där modellen kan delas in i logiska grupperingar, och varje gruppering läggs i ett eget diagram (Figur 23). Även denna teknik bör kombineras med tekniker för att underlätta navigeringen mellan dessa diagram och för att förstå grupperingens kontext<sup>8</sup>. Uppdelning kan även användas för långa processflöden på samma detaljeringsnivå, där kedjan delas upp i flera efterföljande diagram.

<sup>7</sup> Läs mer i 4.10 Överblick och navigering

<sup>8</sup> Läs mer i 4.10 Överblick och navigering



Figur 23. Exempel på hur en modell via uppdelning skulle kunna visas i två diagram.

#### 4.8.2 Stort antal olika typer av symboler

Även om antalet symboler i ett diagram är acceptabelt kan det finnas komplexitet i form av ett stort antal olika typer av symboler, vilket ger en högre kognitiv belastning hos läsare (Moody, 2009). Dessutom blir det svårare att göra symbolerna tydligt visuellt åtskilda ju fler symboler som används. Nordbotten och Crosby (1999, refererad i Moody, 2009) har genom empiriska studier påvisat att grafisk komplexitet signifikant reducerar förståelsen av diagram, i synnerhet för noviser.

Även vid denna typ av komplexitet bör modellerare först ställa sig frågan om all information som visas i diagrammet är nödvändig för diagrammets syfte. En del informationen kanske kan tas bort eller istället representeras i textuell form (Moody, 2009).

En annan lösning på detta problem är att minska antalet symboler, informationen som visas kanske är onödigt detaljerad och innehåller för många begrepp. Exempelvis kanske det inte är nödvändigt att specificera olika typer av roller med var sin symbol, *en* gemensam symbol för ”roll” kan vara tillräckligt. För att undvika missförstånd måste sammanslagningen göras försiktigt och det måste säkerställas att även de bakomliggande begreppen fungerar sammanslagna.

Om symbolerna inte är tillräckligt visuellt åtskilda och självförklarande blir det otydligt för läsare vad de betyder. Bättre utnyttjande av visuella variabler<sup>9</sup> skulle förtydliga symbolerna och därigenom minska komplexiteten (Moody, 2009).

Ett stort antal olika symboler innebär problem för läsaren att komma ihåg deras betydelse. En teckenförklaring kan underlätta detta stort, speciellt för noviser, men avvärjer inte helt problemet att antalet symboler ökar komplexitet och kan bromsa förståelseprocessen (Moody, 2009).

Ytterligare en lösning för att hantera komplexitet vid ett stort antal olika symboler i ett diagram är att dela upp det i två eller flera diagram som utifrån ett visst perspektiv fokuserar på delar av innehållet. Att dela upp utifrån perspektiv skulle då kunna ge ett mindre antal typer av symboler i varje diagram, utan att förändra det totala antalet olika symboler i modellen (Moody, 2011).

### 4.8.3 Informationsrika symboler

Komplexiteten kan även grunda sig i allt för komplexa och informationsrika symboler, vilket likt ett stort antal symboler ger en högre kognitiv belastning på läsaren (Figur 24) (Moody, u.å.).



Figur 24. Exempel på informationsrik symbol från BPMN.

För att undvika alltför informationsrika symboler bör modellerare göra ett ställningstagande huruvida diagrammet måste visa all information, eller om viss information kan visas i textuell form. Bedömningen av huruvida symboler är alltför informationsrika eller inte bör återigen göras utifrån målgruppens förutsättningar.

### 4.8.4 Svårläst diagram

Ett diagram kan av läsare upplevas som komplext och svårläst om dess struktur är rörig och svår att överblicka. Både att öka den visuella särskiljningen mellan

<sup>9</sup> Läs mer i 4.1 Visuella variabler

olika typer av element<sup>10</sup> och relationer samt att gruppera<sup>11</sup> relaterade element kan användas för att stävja problemen med komplexitet (Moody, 2011). Genom att med visuella variabler underlätta för läsaren att se skillnaden på olika element och relationer, stötts förståelsen. Att gruppera element i ett komplext diagram på ett logiskt sätt utifrån elements betydelse och roll i diagrammet ger läsaren stöd både för att få en översikt och förstå den underliggande strukturen<sup>12</sup>.

## Riktlinjer - Komplexitet i diagram

### **Riktlinje 22. Säkerställ att antalet element i diagrammet inte blir för stort**

I takt med att antalet element i ett diagram ökar, ökar även risken för map shock och minskad förståelse. Välj därför vid behov bort onödiga element och/eller dela upp stora diagram i flera mindre omfattande diagram.

### **Riktlinje 23. Undvik ett stort antal olika typer av symboler i samma diagram**

Ett stort antal olika typer av symboler ställer höga krav på läsarens minne, försök därför att hålla nere antalet olika typer av symboler, alternativt gör dem mer intuitiva eller återge information textuellt.

### **Riktlinje 24. Undvik alltför informationsrika symboler**

Symboler som innehåller ett stort antal informationsbärande element ger en hög kognitiv belastning. Försök därför att begränsa komplexiteten i enskilda symboler.

### **Riktlinje 25. Använd visuella variabler, gruppering och strukturering för att minimera komplexiteten**

Röriga diagram riskerar att försvåra läsning och förståelse. Försök därför att hålla diagrammen tydliga, enkla och strukturerade.

---

<sup>10</sup> Läs mer i 4.1 Visuella variabler och 4.2 Utformning av symboler

<sup>11</sup> Läs mer i 4.6 Gruppering av element

<sup>12</sup> Läs mer i 4.5 Strukturering av diagram



## 4.9 Konsekvent modellering

En viktig del av modelleringsarbetet är att vara konsekvent, både inom och mellan diagram. Detta dels för att inte riskera förvirring och missförstånd, och dels för att förenkla jämförbarheten och därmed förståelsen mellan diagram. Exempel på konsekvent modellering är att diagram är namngivna och det på ett likartat sätt (Bilaga B, 2.13; Bilaga B, 4.8) eller att färgkodning använts på ett enhetligt sätt i hela modellen (Bilaga B, 7.24).

Vid skapandet av modeller kan det vara till fördel om modelleraren tänker på att använda en konsekvent grammatisk stil och terminologi vid namngivning av diagram såväl som element i diagrammen (Bilaga B, 4.19; Bilaga B, 4.39).

### Riktlinjer – Konsekvent modellering

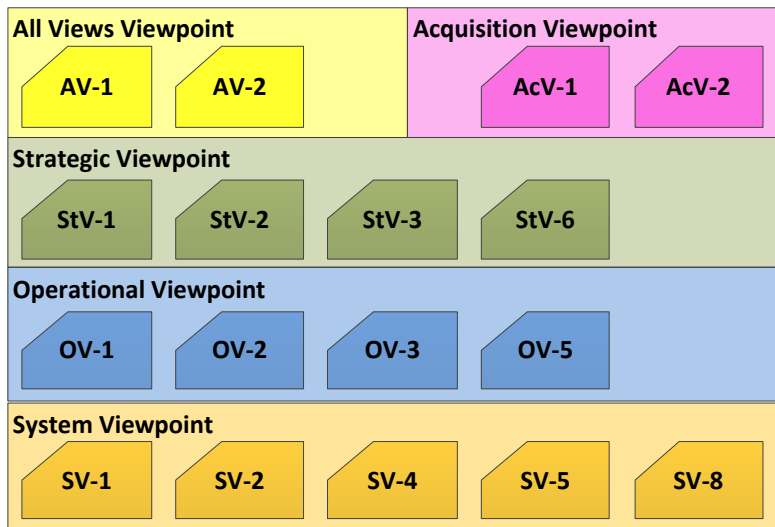
**Riktlinje 26. Var konsekvent i diagram och modell gällande exempelvis namngivning, grammatisk stil, symbolstil och färgkodning.**

Att använda text, symboler och visuella variabler konsekvent underlättar förståelse och minskar risken för missförstånd.

## 4.10 Överblick och navigering

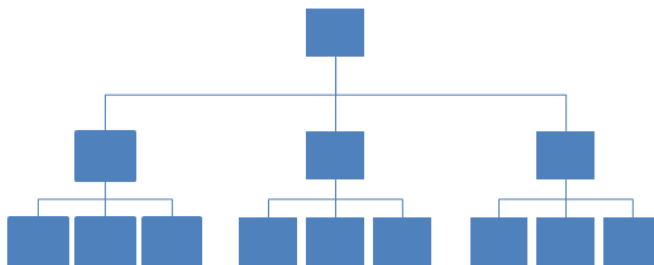
Modeller i systemutvecklingsssammanhang är ofta både komplexa och representeras i form av ett flertal diagram. I vissa fall består modellen av flera diagram av samma typ (ex. processer), men kan även bestå av olika typer av diagram (ex. olika typer av vyer i MODAF). Användning av flera diagram i en modell ökar kravet på kognitiv integration hos läsaren (Siau, 2004). Det innebär att läsaren mentalt måste hålla samman information i diagrammen för att skapa en mental helhetsbild och för att förstå var i helheten det aktuella diagrammet hör hemma (Moody, 2009). För att underlätta för läsaren behövs därför tekniker som stödjer den kognitiva integrationen och som hjälper läsaren att navigera mellan diagrammen.

Ett sätt att stödja övergripande förståelse för läsare som inte är insatta i modellen är via en förenklad helhetsbild (Moody, 2009; Bilaga B, 11.4). Detta kan ske genom att tillhandahålla översiktsdiagram som summerar flera andra diagram och visar hur olika delar av modellen hänger ihop (Moody, u.å; Moody, 2009; Watts-Perotti & Woods, 1999), vilket kallas för *Longshot diagram* (Figur 25).



Figur 25. Ett exempel på en variant av longshot-diagram som ger en översikt över använda perspektiv i en MODAF-modell.

Ett longshot diagram kan även integreras med eller kompletteras med en *Navigational map*, vilket visar på de enskilda diagrammen i modellen och hur de hör samman, inte olikt en sidkarta som används på websidor (Figur 26). För att ytterligare stödja läsaren kan dokumentation vid sidan av modellen användas för att stödja hur modellen ska angripas och tolkas (Bilaga B, 10.5)<sup>13</sup>.



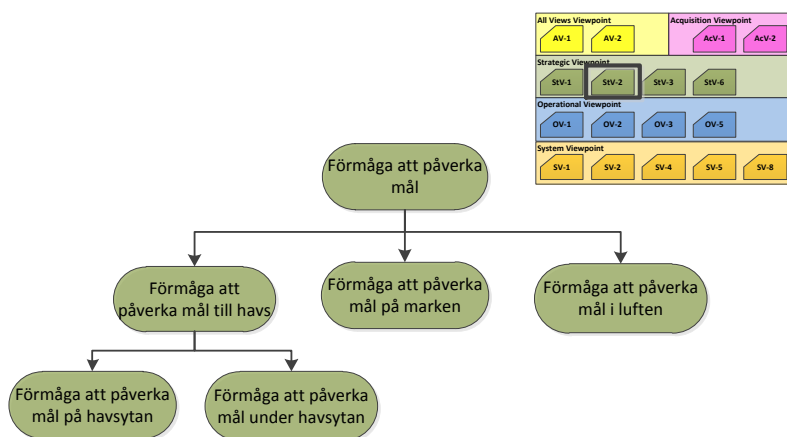
Figur 26. Exempel på en navigational map. Observera att kartan inte behöver vara hierarkisk.

När en modell består av flera diagram kan det föreligga ett behov av att stödja läsaren i hur denne kan navigera i modellen, till exempel mellan sekventiella eller hierarkiska diagram. Med hjälp av så kallade *landmärken* (eng. *signposting*)

<sup>13</sup>Läs mer i 4.11 Dokumentation av modellen

kan läsaren stödjas i läsningen. Exempel på detta kan vara att ha en genomtänkt och strukturerad namngivning där namn och/eller numrering tydliggör ordningen på diagrammen (Bilaga B, 4.48; Bilaga B, 4.49; Bilaga B, 6.3; Moody, 2009)<sup>14</sup>. Ett exempel på detta kan ses i Figur 22. Ett annat exempel är att inkludera en översiktsbild för att ge en förståelse hur diagrammet hör hemma till helheten (Figur 27). En jämförelse kan här göras med så kallade brödsrulespår inom webbdesign för att påvisa var i en struktur en användare befinner sig (Spool, 2008).

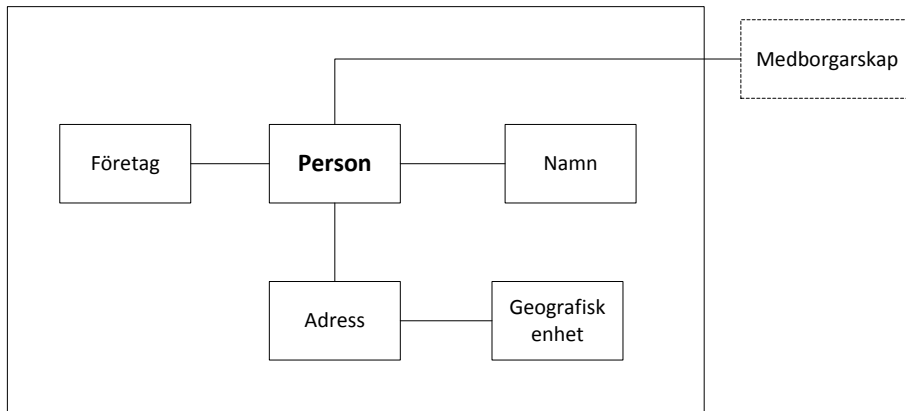
I de fall det finns element som representerar ett mer detaljerat, underliggande diagram kan detta tydliggöras visuellt i den aktuella symbolen (Bilaga B, 1.10), förslagsvis genom att lägga in ett + på de aktuella, expanderbara symbolerna.



Figur 27. Genom att inkludera en översiktskarta går det att se relationen mellan aktuellt diagram och hela modellen.

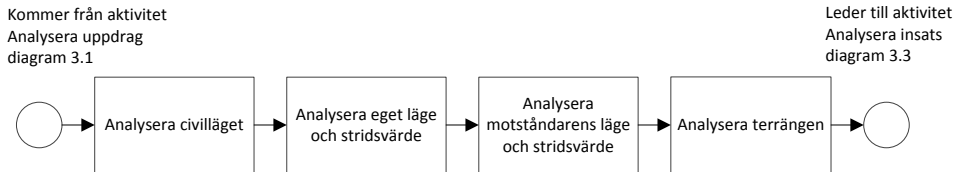
Ett exempel där det kan finnas behov att stödja förståelsen för hur flera diagram hör samman är då information delats i flera diagram utifrån en logisk gruppering. I dessa fall kan kontexten tydliggöras genom att inkludera en del av de objekt som hör till närliggande diagram i diagrammet (Bilaga B, 4.48, Moody, 2009). Det ger läsaren stöd i vad det aktuella diagrammet har för fokus, samt påvisar hur detta förhåller sig till närliggande diagram (Moody, 2009; Bilaga B, 1.27; Bilaga B, 1.28). Detta kallas för att kontextualisera (Figur 28).

<sup>14</sup> Läs mer om namngivning i 4.3 Kommentarer och etiketter



Figur 28. Att kontextualisera genom att visa på att Person har relation till Medborgarskap, vilket ligger i ett annat diagram med ytterligare relationer till andra objekt.

Ett annat exempel på kontextualisering är att genom namngivning av länkade processer ge förståelse för vart det aktuella processflödet är på väg och varifrån det kom (Figur 29).



Figur 29. Exempel på hur namngivning av start- och slutnoder skapar en kontext för diagrammet.

## Riktlinjer- Överblick och navigering

### **Riktlinje 27. Ta fram stöd för överblick av och översiktlig förståelse av modellen.**

För att läsaren lättare ska kunna ta till sig modellen underlättar det att få möjlighet att överblicka modellen och dess ingående diagram, exempelvis genom sammanfattande eller abstraherande diagram.

**Riktlinje 28. Ta fram stöd för navigering mellan diagram i modellen.**

Det underlättar läsningen om det framgår hur de olika diagrammen i modellen är relaterade till varandra. Detta kan göras genom att ta fram ett navigationsdiagram för den översiktliga navigationen. Varje diagram som på något sätt är länkat till ett annat diagram, bör namnges och med fördel numreras på ett sätt så att relationen dem emellan tydliggörs. Om ett diagram innehåller element som har underliggande egna diagram bör det tydliggöras visuellt.

**Riktlinje 29. Tydliggör diagrammets kontext**

Genom att i det aktuella diagrammet synliggöra relaterade element i andra närliggande diagram kan förståelsen för sammanhanget och navigeringen underlättas.

## **4.11 Dokumentation av modellen**

En grafisk eller visuell form är inte den mest effektiva formen för all typ av information, utan i vissa fall är en textuell form bättre (Moody, 2009; Petre, 1995). Det innebär att inte allting bör representeras grafiskt. Förståelsen av ett diagram eller modellen som helhet kan således underlättas genom att tillföra dokumentation till modellen.

Med dokumentation menas dokument som stödjer tolkning och förståelse av modellen, och som inte är en del av den grafiska presentationen. För att stödja läsaren kan dokumentationen beskriva vilket syfte som finns med ett diagram eller modell, vilka avgränsningar som har gjorts samt vad som faktiskt har modellerats (Bilaga B, 10.14; Bilaga B, 10.15). Dokumentationen ska tydligt visa hur den hänger ihop med modellen och informationen ska vara lätt att hitta (Bilaga B, 10.10; Bilaga B, 10.18; Bilaga B, 10.21). Detta skulle kunna ske via bland annat hänvisningar, namnsättning och/eller färgkodning. Dokumentationen kan även ge stöd för hur läsaren ska angripa modellen och tolka den korrekt (Bilaga B, 10.5).

Dokumentationen och de visuella diagrammen ska alltså stödja varandra i synergi för att ge läsaren en bättre förståelse.

## Riktlinjer – Dokumentation av modellen

**Riktlinje 30.** Upprätta dokumentation vid sidan av modellen som beskriver modellen på ett bra och introducerande sätt.

För att underlätta förståelsen för en modell kan introducerande information läggas i ett dokument som bl.a. beskriver modellens innehåll och syfte.

**Riktlinje 31.** Upprätta dokumentation som ger kompletterande information till enskilda diagram. Spårbarhet och koppling mellan diagram och dokumentation ska vara tydlig.

Då all information inte lämpar sig för grafisk återgivning kan viss information läggas i textuell form till diagrammet. Det är då viktigt att denna/dessa bilagor är tydliga med vilket/vilka diagram det tillför extra information till.

## 4.12 Anpassning efter målgrupp

En förutsättning för att modeller och diagram ska vara användbara och förstås av läsaren är att de är utformade efter de krav målgruppen ställer. Modellerna bör vara anpassade till de förkunskaper målgruppen har, den kontext de ska presenteras i och syftet de har.

## Riktlinjer – Anpassning efter målgrupp

**Riktlinje 32.** Utforma diagram utifrån målgruppens behov snarare än utifrån riktlinjer.

Vid tillämpning av alla övriga riktlinjer bör hänsyn tas till målgruppen för modellen och dess diagram, exempelvis om det är många noviser. I fall det anses öka det kommunikativa värdet hos diagram ska avsteg från riktlinjer göras.

## 5 Diskussion

Att ha tillgång till riktlinjer för att skapa modeller och diagram kan ha en positiv effekt genom att stötta modellerare i arbetet och leder till en ökad kvalitet hos diagrammen (Schuette & Rotthowe, 1998). I den här rapporten har sådana riktlinjer presenterats inriktade på att modellera kognitivt effektiva modeller genom att sätta ett fokus på själva visualiseringen genom diagram. Det räcker dock inte med riktlinjer för att skapa diagram och modeller av hög kvalitet. Den tyngst vägande faktorn är istället modellerarens erfarenhet och kompetens (Moody & Shanks, 1994). Att det inte räcker med riktlinjer beror på att det krävs erfarenhet och kompetens för att avgöra i vilka situationer specifika tekniker eller riktlinjer ska tillämpas eller inte.

Riktlinjerna ska inte, och kan inte, ses som strikta regler, utan främst som en källa till inspiration, stöd och råd. Rapporten belyser vikten av att problematisera och reflektera över användandet, och framförallt utformandet av modeller och diagram. Effektiv kommunikation är inte trivialt och är i grunden kontextberoende. Det finns en rad motstridigheter hos riktlinjerna där en avvägning måste ske i det givna tillfället. Det går inte att uppfylla alla riktlinjer, utan ett pragmatiskt val måste göras. Ett exempel där det potentiellt finns en motstridighet mellan riktlinjer är rekommendationen att både minimera antalet korsade relationslinjer och minimera längden hos relationslinjer. Det går inte i förhand att säga vilket alternativ som är att föredra. Hänsyn måste tas kontexten, målgruppen och syftet med diagrammet – eller i Pettersons (2010) ord: ”det beror på”. Det är där som modellerarens förmåga till väl avvägda val kommer in. Modelleraren behöver förstå vad som fungerar bäst för aktuell målgrupp och vad läsaren av diagram behöver i sammanhanget.

Att ta hänsyn till kontexten kan innebära ett behov av att anpassa diagram till en specifik situation. Ett exempel på detta är att ett eller flera diagram ur en modell ska presenteras kort och kärnfullt på ett ledningsmöte. I dessa situationer kan det vara lämpligt att göra en kopia av aktuella diagram och skapa presentationsvyer av dem. Det vill säga att lyfta fram det som bedöms vara av främsta intresse hos ledningsgruppen och ta bort det som inte är av intresse för tillfället. Allt för att så snabbt och enkelt som möjligt skapa förståelse för rätt saker hos publiken. Exempel på anpassning av ett diagram inför presentation kan vara att istället för notationens symboler för resurser använda bilder för vad de representerar, kanske en tankbil, ett flygplan och ett fartyg. I detta fall skiljs modell och diagram från presentationsvy av desamma.

Möjligheten att följa dessa riktlinjer kan även påverkas av det modelleringsverktyg som används. Områden där ett verktyg skulle kunna ge stöd är till exempel för att kontrollera konsekvent modellering och användande av symboler. Verktöget kan dock även begränsa möjligheterna för skapande om det till exempel inte går att anpassa eller skapa nya symboler.

Inte bara verktyget påverkar möjligheten att följa riktlinjerna, utan även den notation som används. Med använd notation åsyftas i detta sammanhang de semantiska begrepp och symboler som projektet/organisationen tillämpar. Ett vanligt exempel på en etablerad notation är UML. Det kan även vara att det används en lokal variant av en etablerad notation, eller en helt unik notation. I många fall kan dessa riktlinjer strida mot de möjligheter som finns inom gällande notation. Hur en avvägning mellan riktlinjerna och notationen bör göras täcker inte denna rapport, men dessa riktlinjer bör inte ignoreras enbart med motiveringen att det strider mot rådande notation. Att tillämpa riktlinjerna kan då innebära att tidigare använd notation behöver ändras.

Dessa riktlinjer strävar efter inspirera modellerare att använda en bred repertoar av tekniker för öka tydligheten hos diagram. Detta har skett genom att dokumentera samlade erfarenhet och vetenskapligt belagd fakta kring både skapandet och läsandet av diagram. Rapporten presenterar ett ramverk utifrån vilket det går diskutera modeller och hur dessa representeras i diagram, samt vilka kvaliteter dessa representationer innehåller. Riktlinjerna och de givna exemplen kan användas för att hitta inspiration för lämpliga och effektiva lösningar för att visualisera specifika modeller och därmed utöka repertoar hos modellerare. Modeller används som en kommunikationskanal mellan intressenter vid systemutveckling. Vad denna rapport har bidragit till är att understryka vikten att ge denna kommunikationskanal den uppmärksamhet som den förtjänar.

## 5.1 Framtida arbete

Den här rapporten har presenterat riktlinjer utifrån perspektivet att skapa diagram. Det torde dock fullt möjligt att använda samma riktlinjer för att utvärdera befintliga diagram. En metod för utvärdering av diagram baserad på dessa riktlinjer är planerad att tas fram som en fortsättning på denna rapport.



## 6 Referenser

- Ambler, W.S. (2005). *The Elements of UML 2.0 Style*. Cambridge University Press.
- Blankenship, J & Dansereau, D.F. (2000). The Effect of Animated Node-Link Displays on Information Recall. *Journal of Experimental Education*, 68(4), s. 292-309
- Byrne, M.D. (2002). Reading vertical text: Rotated vs. marquee. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 46(17), s. 1633–1635.
- Carr, R. & Will, D. (2006). A Picture is Worth a Thousand Words: Best Practice in the Visual Presentation of Quantitative Information. University of Nebraska-Lincoln. [www] Hämtat från [www.unl.edu/svcaa/200910/aaude/air2006.pdf](http://www.unl.edu/svcaa/200910/aaude/air2006.pdf)
- Chandler, D. (2002). *Semiotics: The basics*. Routledge.
- Coleman, M.K. & Stott Parker, D. (1996). Aesthetics-based Graph Layout for Human Consumption. *Journal of Software: Practice and Experience*, 26(12), s.1415-1438.
- Donnell, A.M.O, Dansereau, D.F. & Hall, R.H. (2002). Knowledge Maps as Scaffolds for Cognitive Processing. *Educational Psychology Review*, 14(1), s.71-86
- Eades, P. (1984). A heuristic for graph drawing Stanton. Ralph G., editor. *Congressus numerantium*, s. 149-160.
- Eichelberger, H. (2002). Aesthetics of Class Diagrams. *Proceedings of the First International Workshop on Visualizing Software for Understanding and Analysis*. 26 Jun, Paris, Frankrike, s. 23-31.
- Eklöf, M., Hallberg, N., Hansson, J., Sjödin, L. & Sparf, M. (2009). *Behovsanalys avseende Försvarsmaktens förbandsmålsättningsarbete*. FOI-R--2917--SE. Linköping: FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Ford, J.F. (2009). Complementary Colors. Hämtat 2012-09-20 från <http://worqx.com/color/complements.htm>
- Gansner, E. R. & North, S. C. (1998), Improved Force-Directed Layouts. *Proceedings of the 6th International Symposium on Graph Drawing*. Montreal, Kanada, 13-15 Aug., s. 364–373.
- Goldstine, H.H. & von Neumann, J. (1963). Planning and coding of problems for an electronic computing instrument. I A.H. Taub (Ed). *John von*

*Neumann: Collected Works Volume V*, s. 80-151. New York: Pergamon Press.

- Gurr, C.A. (1999). Effective Diagrammatic Communication: Syntactic, Semantic and Pragmatic Issues. *Journal of Visual Language and Computing*, 10(4), s. 317-342.
- Gutwenger, C. & Mutzel, P. (1998). Planar Polyline Drawings with Good Angular Resolution. *Proceedings of the 6th International Symposium on Graph Drawing*. Montreal, Kanada, August 13-15, s. 167-182.
- Hallberg, N., Lewau, N., Hansson, J., Granlund, H., Nilsson, S., Haraldsson, J. & Karlsén, H. (2011). *Kvalitetsbaserad ledningssystemutveckling: Metoder och principer*. FOI-R-3358—SE. Linköping: FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Hay, D. C. (2003). *Requirements analysis: From business views to architecture*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Johnson, J. & Henderson, A. (2002). Conceptual models: begin by designing what to design. *Interactions*, 9 (1), s. 25-32.
- Koning, H., Dormann, C. & van Vliet, H. (2002). Practical Guidelines for the Readability of IT-Architecture Diagrams. *Proceedings of the 20th Annual International Conference on Documentation*. Toronto, ON, Kanada, 20-23 Okt., s. 90-99.
- Krogstie, J. (2003). Evaluating UML Using a Generic Quality Framework. I L. Favre. (Ed.) *UML and the Unified Process*. IRM Press
- Krogstie, J., Lindland, O.I. & Sindre, G. (1995). Towards a deeper understanding of quality in requirements engineering. *Proceedings of the 7th International Conference on Advanced Information Systems Engineering*. Jyväskylä, Finland, 12-16 Jun., s. 82-95
- Larkin, J.H. & Simon, H.A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 11, s. 65-99.
- Larson, K. (2004). The science of word recognition. Advanced Reading Technology, Microsoft Corporation. Hämtad 2012-04-18 från <http://www.microsoft.com/typography/ctfonts/WordRecognition.aspx>
- Liddle, D. (1996). Design of the conceptual model. I Winograd, T. (ed) *Bringing design to software*, 17-31. Addison-Wesley, Reading, MA.
- Lindland, O.I., Sindre, G. & Sølvgberg, A. (1994). Understanding Quality in Conceptual Modeling. *IEEE Software* 11(2), s. 42-49.

- Lohse, G.L., Min, D. & Olson, J.R. (1995). Cognitive evaluation of system representation diagrams. *Information & Management*, 29, s. 79-94.
- Mayer, R.E. & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38(1), s. 43-52.
- Mendling, J., Neumann, G. & van der Aalst, W. (2007). Understanding the occurrence of errors in process models based on metrics. *Proceedings of the OTM Conference on Cooperative information Systems*. Vilamoura, Portugal, 25-30 Nov., s. 113-130.
- Mendling, J., Recker, J.C. & Reijers, H.A. (2010). On the usage of labels and icons in business process modeling. *International Journal of Information System Modeling and Design*, 1(2), s. 40-58.
- Mendling, J., Reijers, H.A. & Cardoso, J. (2007). What makes process models understandable? *Proceedings of Business Process Management, 5th International Conference, BPM 2007*, Brisbane, Australien, 24-28 Sept., s. 48-63.
- Mendling, J., Reijers, H.A. & Recker, J.C. (2010). Activity labeling in process modeling : empirical insights and recommendations. *Information Systems*, 35(4), s. 467-482.
- Mendling, J., Reijers, H.A. & van der Aalst, W.M.P. (2010). Seven process modeling guidelines (7PMG). *Information and Software Technology* 52, s. 127-136.
- Moody, D.L & Shanks, G.G (1994). What Makes a Good Data Model? Evaluating the Quality of Entity Relationship Models. *Proceedings of the 13th International Conference on the Entity-Relationship Approach*. Manchester, Storbritannien, 13-16 Dec., s. 94-111.
- Moody, D.L, Heymans P., & Matulevičius, R. (2010). Visual syntax does matter: improving the cognitive effectiveness of the i\* visual notation. *Requirements Engineering*, 15, s. 141-175.
- Moody, D.L. & Hillegersberg, J. (2009). Evaluating the Visual Syntax of UML: An Analysis of the Cognitive Effectiveness of the UML Family of Diagrams. I D. Gasevic, R. Lämmel and E. van Wyk (Eds.). *Software Language Engineering*. Berlin: Springer-Verlag.
- Moody, D.L. (2009). The “Physics” of Notations: Towards a Scientific Basis for Constructing Visual Notations in Software Engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*. 35(6), s. 756-763.
- Moody, D.L. (2011). The Physics of Notations: A Scientific Approach to Designing Visual Notations in Requirements Engineering.

Workshop vid 19th IEEE International Requirements Engineering Conference. Trento, Italien, 29 Aug. - 2 Sept.

- Moody, D.L. (u.å.). Why a Diagram is Only Sometimes Worth a Thousand Words: An Analysis of the BPMN 2.0 Visual Notation. Hämtat 2012-06-19 från <http://www.business.uq.edu.au/sites/default/files/event/supportingDocs/Analysis%20of%20BPMN%202.0%20Visual%20Syntax.pdf>
- Moody, D.L., Heymans, P. & Matulevicius, R. (2009). Improving the Effectiveness of Visual Representation in Requirements Engineering: An Evaluation of i\* Visual Syntax. *Proceedings of the 17<sup>th</sup> IEEE International Requirements Engineering Conference*. Atlanta, Georgia, USA, 31 Aug. - 4 Sept. s.171-180.
- Nardi, B. & Zamer, C. (1993). Beyond models and metaphors: Visual formalisms in user interface design. *Journal of Visual Languages and Computing* 4, s. 5-33.
- Oberlander, J. (1995). Grice for Graphics: Pragmatic Implicature in Network Diagrams. Draft: January 3, 1995. Human Communication Research Centre University of Edinburgh.
- Patrignani, M. (2001). *Visualization of Large Graphs*. Doctoral Thesis. Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Dottorato di Ricerca in Ingegneria Informatica, XIII Ciclo.
- Petre, M. (1995). Why Looking Isn't Always Seeing: Readership Skills and Graphical Programming. *Communications of the ACM*, 38 (6), s. 33- 44.
- Pettersson, R. (2010). Information Design—Principles and Guidelines. *Journal of Visual Literacy*, 29 (2), s. 167-182.
- Pierotti, D. (u.å.). Heuristic Evaluation – A system Checklist. Xerox Corporation. Hämtat 2012-04-17 från <http://www.stcsig.org/usability/topics/articles/he-checklist.html>
- Preece, J., Rogers, Y. & Sharp, H. (2007). *Interaction design: beyond human – computer interaction*. John Wiley & Sons, Inc.
- Price, R.J. & Shanks, G. (2004). A Semiotic Information Quality Framework. *Proceedings of the IFIP International Conference on Decision Support Systems: Decision Support in an Uncertain and Complex World*, Prato, Italien, 1-3 Jul.
- Purchase, H.C, McGill, M., Colpoys, L. & Carrington, D. (2001). Graph drawing aesthetics and the comprehension of UML class diagrams: an

- empirical study. *Proceedings of Australian Symposium on Information Visualisation*, Sydney, Australia, 3-4 Dec.
- Purchase, H.C., Alder, J & Carrington, D. (2001). User Preference of Graph Layout Aesthetics: A UML Study. *Proceedings of the 8th International Symposium on Graph Drawing*. Colonial Williamsburg, VA, USA, 20-23 Sept., s. 5-18.
- Purchase, H.C., Carrington, D. & Alder, J. (2001). Empirical Evaluation of Aesthetics-based Graph Layout. *Empirical Software Engineering*, 7, s. 233-255.
- Selic, B. (2003). The Pragmatics of Model-Driven Development. *IEEE Software* 20(5), s. 19-25
- Schuette, R. & Rotthowe, T. (1998). The Guidelines of Modeling - An Approach to Enhance the Quality in Information Models. *Proceedings of the 17th International Conference on Conceptual Modeling*. Singapore, November 16-19, s. 240-254.
- Siau, K. & Tan, X. (2005). Improving the quality of conceptual modeling using cognitive mapping techniques. *Data & Knowledge Engineering*, 55(3), s. 343-365.
- Siau, K.(2004). Informational and computational equivalence in comparing information modeling methods, *Journal of Database Management*, 15(1), s. 73-86.
- Spool, J.M. (2008). *Design Cop-out #2: Breadcrumbs*. User Interface Engineering, Aug 21 2008. Hämtad 2012-06-19 från <http://www.uie.com/articles/breadcrumbs>
- Sternberg, R.J. (2003). *Cognitive Psychology (3d Ed.)*. Tomson Wadsworth.
- Störrle, H. (2011). On the Impact of Layout Quality to Understanding UML Diagrams. *IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing*. Pittsburgh, PA, USA, 18-22 Sept, s.135-142.
- Watts-Perotti, J. & Woods, D.D. (1999). How Experienced Users Avoid Getting Lost in Large Display Networks. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 11(4), s. 269-299.

# Bilaga A: Sammanfattning av riktlinjer

Detta avsnitt presenterar en sammanfattning av riktlinjerna i Kapitlet 4 Riktlinjer för kognitivt effektiva modeller och diagram.

## Visuella variabler

**Riktlinje 1. Utnyttja visuella variabler för att förenkla och öka läsbarheten**

Form bör i första hand användas för att särskilja symboler, och färg kan med fördel komplettera formen för att effektivt särskilja eller koppla samman olika symboler i grupper, alternativt koda in information. Position kan användas för att exempelvis tydliggöra hierarki och/eller gruppering och storlek för att påvisa grad- eller storleksordning mellan symboler.

**Riktlinje 2. Förklara betydelsen av visuella variabler när dessa används för kodning av information**

Det kan vara svårt att göra den visuella kodningen självförklarande och det kan därför vara bra att på lämplig plats förklara betydelsen av de olika visuella variabler som använts för att koda in information.

**Riktlinje 3. Använd visuella variabler med eftertanke**

För hög användning av olika visuella variabler i ett diagram riskerar att göra diagrammet rörigt.

## Utformning av symboler

**Riktlinje 4. En symbol ska inte betyda flera olika saker**

Det är risk för missförstånd om en och samma symbol står för olika begrepp.

**Riktlinje 5. Ett begrepp bör inte representeras med flera olika symboler**

Om det finns flera symboler som betyder samma sak bidrar det till onödigt komplexitet och ställer högre krav på läsare att komma ihåg att det är samma sak och riskerar därmed att förvirra.

**Riktlinje 6. Symboler ska vara tydligt åtskiljda utan risk för förväxling, men semantiskt närliggande symboler kan dela gemensamma drag**

Symboler ska vara tydligt åtskiljda genom utnyttjande av de visuella variablerna, inte enbart genom text. Symboler som är allt för snarlika varandra är lätta att förväxla, men semantiskt närliggande symboler kan med fördel ges gemensamma drag för att visualisera släktskapet.

**Riktlinje 7. En symbol bör inte ha ett missvisande utseende**

Symbolens utformning och visualisering bör inte riskera att leda associationer till andra saker än vad symbolen är tänkt att symbolisera.

**Riktlinje 8. Använda symboler bör vara konkreta och bekanta för målgruppen**

Symboler anpassade efter målgruppens förutsättningar och förväntningar underlättar tolkning och läsning av diagrammet, exempelvis genom att vara semantisk genomskinliga.

**Riktlinje 9. Symboler ska vara tydligt läsbara**

För många detaljer i symbolen kan försvåra läsandet och bör undvikas. Likaså försvåra för liten storlek och dålig kontrast mot bakgrunden läsningen av diagrammet.

## **Kommentarer och etiketter**

**Riktlinje 10. Tydliggör och förklara betydelser genom välplacerade förklarande texter (t.ex. för symboler, grupperingar, flöden och relationer)**

Förklarande texter kan underlätta förståelsen för innehållet i diagram, kortfattat genom namngivning i en etikett, i korta kommentarer i löptext eller i form av en teckenförklaring. Etiketter och kommentarer bör vara placerade nära den aktuella symbolen, grupperingen och relationen, så att det är tydligt vad de beskriver, och helst horisontellt orienterad.

**Riktlinje 11. Varje diagram bör innehålla en beskrivning,**

Varje diagram bör ges ett beskrivande namn, tydligt och enhetligt placerat. I en kortfattad kommentar, som är

enhetligt placerad i alla diagram, bör det även framgå vem som äger diagrammet och när det senast uppdaterades.

**Riktlinje 12. Text i etiketter och diagram ska vara relevant och välformulerad**

För att minska både utrymmesbehov i diagrammet och tid för läsning och förståelse bör texten i etiketter vara kortfattad, enkel och tydligt formulerad, men samtidigt tillräckligt beskrivande. Innehållet bör vara relevant och konsekvent formulerat i hela modellen utifrån sedvanliga skrivregler och lämplig terminologi.

**Riktlinje 13. Använd tydlig och lämplig formatering av texten**

Välj typsnitt som i sammanhanget är tydligt och lämpligt för domänen och undvik överflödigt användande av versaler.

## Fokusering

**Riktlinje 14. Använd varierande visuella variabler för att lyfta fram betydelsefulla delar i diagrammet**

Genom att med exempelvis placering, färg eller storlek betona diagrammets viktiga element ges stöd till läsaren i läsningen av diagram.

**Riktlinje 15. Säkerställ att läsarens uppmärksamhet fokuseras på relevant information genom att endast representera det som krävs för budskapet**

Irrelevant och överflödigt information distraherar läsare från diagrams egentliga budskap. Genom att eliminera onödiga element ges mer utrymme åt det diagrammen syftar till att illustrera.

## Strukturering av diagram

**Riktlinje 16. Välj en symmetrisk och justerad placering av element i ett diagram**

Placera element justerade mot varande enligt ett rätvinkligt rutnät, och använd tomrum mellan element för att öka läsbarhet och vid behov påvisa samhörighet.



**Riktlinje 17. Rita relationslinjer sparsamt och tydligt**

Rita inte ut onödiga relationslinjer då det ökar komplexiteten i diagrammet. Låt relationslinjer utgå från mitten av symbolens kant och låt deras sträckning bli tydlig genom att inte vara för långa, korsa andra relationer eller ha för många riktningförändringar.

## Gruppering av element

**Riktlinje 18. Gruppera element för att tydliggöra betydelse och relationer**

När det finns behov av att visuellt illustrera att ett antal element hör samman kan de med fördel grupperas med hjälp av olika tekniker, såsom spatial placering, färg och/eller inramning. Gruppen kan namnges för att förtydliga vad som är den gemensamma nämnaren. Hierarkiska relationer kan förtydligas genom vertikal gruppering där över- och underliggande element centreras med varandra.

## Visualisering av flöden

**Riktlinje 19. Balansera flödet i processmodeller**

För att öka läsbarheten och därmed förståelsen bör det vara tydligt var delade flöden går samman eller avslutas.

**Riktlinje 20. Undvik flera start- och stoppsymboler samt OR-kopplingar**

Användning av OR-kopplingar och flera start- och stoppsymboler ökar risken för feltolkningar. Använd hellre AND och XOR-kopplingar, samt endast en startsymbol och en stoppsymbol.

**Riktlinje 21. Rita flöden vänster till höger eller uppifrån och ner**

För att följa västerländska läskonventioner och utnyttja en naturlig tolkning bör flöden ritas från vänster till höger eller uppifrån och ner.

## Komplexitet i diagram

**Riktlinje 22. Säkerställ att antalet element i diagrammet inte blir för stort**

I takt med att antalet element i ett diagram ökar, ökar även risken för map shock och minskad förståelse. Välj därför vid behov bort onödiga element och/eller dela upp stora diagram i flera mindre omfattande diagram.

**Riktlinje 23. Undvik ett stort antal olika typer av symboler i samma diagram**

Ett stort antal olika typer av symboler ställer höga krav på läsarens minne, försök därför att hålla nere antalet olika typer av symboler, alternativt gör dem mer intuitiva eller återge information textuellt.

**Riktlinje 24. Undvik alltför informationsrika symboler**

Symboler som innehåller ett stort antal informationsbärande element ger en hög kognitiv belastning. Försök därför att begränsa komplexiteten i enskilda symboler.

**Riktlinje 25. Använd visuella variabler, gruppering och strukturering för att minimera komplexiteten**

Röriga diagram riskerar att försvåra läsning och förståelse. Försök därför att hålla diagrammen tydliga, enkla och strukturerade.

## Konsekvent modellering

**Riktlinje 26. Var konsekvent i diagram och modell gällande exempelvis namngivning, grammatisk stil, symbolstil och färgkodning.**

Att använda text, symboler och visuella variabler konsekvent underlättar förståelse och minskar risken för missförstånd.

## Överblick och navigering

**Riktlinje 27. Ta fram stöd för överblick av och översiktlig förståelse av modellen.**

För att läsaren lättare ska kunna ta till sig modellen underlättar det att få möjlighet att överblicka modellen och dess ingående diagram, exempelvis genom sammanfattande eller abstraherande diagram.

**Riktlinje 28. Ta fram stöd för navigering mellan diagram i modellen.**

Det underlättar läsningen om det framgår hur de olika diagrammen i modellen är relaterade till varandra. Detta kan göras genom att ta fram ett navigationsdiagram för den översiktliga navigationen. Varje diagram som på något sätt är länkat till ett annat diagram, bör namnges och med fördel numreras på ett sätt så att relationen dem emellan tydliggörs. Om ett diagram innehåller element som har underliggande egna diagram bör det tydliggöras visuellt.

**Riktlinje 29. Tydliggör diagrammets kontext**

Genom att i det aktuella diagrammet synliggöra relaterade element i andra närliggande diagram kan förståelsen för sammanhanget och navigeringen underlättas.

## Dokumentation av modellen

**Riktlinje 30. Upprätta dokumentation vid sidan av modellen som beskriver modellen på ett bra och introducerande sätt.**

För att underlätta förståelsen för en modell kan introducerande information läggas i ett dokument som bl.a. beskriver modellens innehåll och syfte.

**Riktlinje 31. Upprätta dokumentation som ger kompletterande information till enskilda diagram. Spårbarhet och koppling mellan diagram och dokumentation ska vara tydlig.**

Då all information inte lämpar sig för grafisk återgivning kan viss information läggas i textuell form till diagrammet. Det är då viktigt att denna/dessa bilagor är tydliga med vilket/vilka diagram det tillför extra information till.

## Anpassning efter målgrupp

***Riktlinje 32.* Utforma diagram utifrån målgruppens behov snarare än utifrån riktlinjer.**

Vid tillämpning av alla övriga riktlinjer bör hänsyn tas till målgruppen för modellen och dess diagram, exempelvis om det är många noviser. I fall det anses öka det kommunikativa värdet hos diagram ska avsteg från riktlinjer göras.

## Bilaga B: Utdrag från Heuristic Evaluation med omtolkning för modeller

I tabellen nedan ges ett utdrag från Xerox heuristiker (tumregler) för användbarhetsutvärdering (Pierotti, u.å.). Tumreglerna är indelade i en rad olika kategorier, som markeras med fet text. Detta är den ursprungliga indelningen och bibehålls då tolkningen av vissa formuleringar beror på denna kategorisering.

I tabellen redovisas även omtolkningen av den ursprungliga formuleringen för att vara tillämpligt vid modellering och utvärdering av diagram. Heuristiker är indelade under tio rubriker vilka markeras med fet text.

Utdrag från Pierotti (u.å.)	Extraherad tumregel
<b>Visibility of System Status</b>	
1.1 Does every display begin with a title or header that describes screen contents?	Är diagram namngivna på ett beskrivande sätt?
1.2 Is there a consistent icon design scheme and stylistic treatment across the system?	Är det en konsistent design av symboler och modelleringsstil genom diagrammen?
1.10 Is there visual feedback in menus or dialog boxes about which choices are selectable?	Finns det visuell feedback om vilka symboler som kan expanderas, i meningen att mer detaljerade diagram finns tillgängliga?
1.25 Is the menu-naming terminology consistent with the user's task domain?	Är terminologin vid namngivningen anpassad för modellens/läsarens domän?
1.27 Do GUI menus make obvious which item has been selected?	Är det tydligt vad diagrammet har för specifik fokus?
1.29 If users must navigate between multiple screens, does the system use context labels, menu maps, and place markers as navigational aids?	Om en modell beskrivs i flera diagram, används navigerings hjälpmedel för att underlätta för läsaren?
<b>Match Between System and the Real World</b>	
2.1 Are icons concrete and familiar?	Är använda symboler konkreta och bekanta?
2.5 If shape is used as a visual cue, does it match cultural conventions?	Om former används som visuella ledtrådar, följer de då de kulturella konventionerna?
2.6 Do the selected colors correspond to common expectations about color codes?	Följer valet av färg vanliga förväntningar av betydelse?
2.13 Are menu titles parallel grammatically?	Används en konsekvent och jämförbar namngivning?
2.14 Does the command language employ user jargon and avoid computer jargon?	Används en lämplig jargon för läsardomänen?
<b>Consistency and Standards</b>	
4.1 Have industry or company formatting standards been followed consistently in all screens within a system?	Har en domänstandard för formatering används konsekvent över samtliga diagram?
4.2 Has a heavy use of all uppercase letters on a screen been avoided?	Har överflödigt användande av versaler undvikits?
4.3 Do abbreviations not include punctuation?	Följs skrivregler för förkortningar?
4.5 Are icons labeled?	Är element och relationer namngivna?

- |      |  |   |
|------|--|---|
| 4.8  | Does each window have a title?   | Är diagram konsekvent och lämpligt namngivna?   |
| 4.14 | Are menu titles either centered or left-justified?   | Är text konsekvent justerad?  |
| 4.19 | Are field labels consistent from one data entry screen to another?   | Är samma element konsekvent namngivet mellan olika diagram?                             |
| 4.22 | Are attention-getting techniques used with care?   | Används uppmärksamhetsriktande tekniker med försiktighet?                               |
| 4.31 | Is a legend provided if color codes are numerous or not obvious in meaning?  | Finns det en förklaring till färgkodningen, om den inte är uppenbar?                    |
| 4.39 | Are menu choice names consistent, both within each menu and across the system, in grammatical style and terminology? | Är namngivning konsekvent inom diagram gällande grammatisk stil och terminologi?        |
| 4.39 | Are menu choice names consistent, both within each menu and across the system, in grammatical style and terminology? | Är namngivning konsekvent mellan diagram samt gällande grammatisk stil och terminologi? |
| 4.48 | If the system has multipage data entry screens, do all pages have the same title?                                    | Vid uppdelade diagram är de då namngivna så att detta tydliggörs?                       |
| 4.49 | If the system has multipage data entry screens, does each page have a sequential page number?                        | Är sekventiella diagram numrerade?  |

#### Help Users Recognize, Diagnose, and Recover From Errors

- |      |   |   |
|------|---|---|
| 5.18 | Do error messages provide appropriate semantic information? | Innehåller de förklarande texterna lämplig information? |
|------|---|---|

#### Error Prevention

- |     |  |  |
|-----|--|--|
| 6.3 | Is the menu choice name on a higher-level menu used as the menu title of the lower-level menu? | Är hierarkiska diagram namngivna så att deras innebördes relation visas? |
|-----|--|--|

#### Recognition Rather Than Recall

- |      |  |   |
|------|--|---|
| 7.7  | Do text areas have "breathing space" around them?  | Finns det luft mellan områden med text?   |
| 7.11 | Is white space used to create symmetry and lead the eye in the appropriate direction?  | Används tomrum för att skapa symmetri och styra ögonen i rätt riktning?   |
| 7.12 | Have items been grouped into logical zones, and have headings been used to distinguish between zones?                                  | Är element grupperade i logiska zoner utifrån semantisk betydelse?  |
| 7.12 | Have items been grouped into logical zones, and have headings been used to distinguish between zones?                                  | Är logiska zoner namngivna med rubriker?  |
| 7.14 | Have zones been separated by spaces, lines, color, letters, bold titles, rules lines, or shaded areas?                                 | Har grupperingar blivit åtskiljda med t.ex. tomrum, linjer, färg?   |
| 7.15 | Are field labels close to fields, but separated by at least one space?   | Är förklarande text placerad på lämpligt ställe, tex i närheten av det relevanta elementet eller delen av diagramet?                          |
| 7.21 | Are size, boldface, underlining, color, shading, or typography used to show relative quantity or importance of different screen items? | Är storlek, fetstil, understrykning, färg, skuggning etc använd för att visa relativ kvantitet eller relevans för olika element i diagrammet? |
| 7.22 | Are borders used to identify meaningful groups?  | Används kantlinjer för att markera grupperingar?  |
| 7.23 | Has the same color been used to group related elements?  | Har färg används för att gruppera relaterade element?   |
| 7.24 | Is color coding consistent throughout the system?  | Är färgkodning konsekvent använt?   |
| 7.25 | Is color used in conjunction with some   | Används färg med annan redundant kodning?   |

	other redundant cue?	
7.26	Is there good color and brightness contrast between image and background colors?	Är det god färg och ljus kontrast mellan för- och bakgrund.
<b>Aesthetic and Minimalist Design</b>		
9.1	Is only (and all) information essential to decision making displayed on the screen?	Är endast relevant information med i diagrammet?
9.2	Are all icons in a set visually and conceptually distinct?	Är alla symboler i ett diagram konceptuellt skiljda åt?
9.2	Are all icons in a set visually and conceptually distinct?	Är alla symboler i ett diagram visuellt skiljda åt?
9.4	Does each icon stand out from its background?	Står varje symbol ut från bakgrunden?
9.6	Are meaningful groups of items separated by white space?	Är grupperingar separerad med tomrum?
9.7	Does each data entry screen have a short, simple, clear, distinctive title?	Har varje diagram ett kort, enkel, tydlig och distinkt namn?
9.8	Are field labels brief, familiar, and descriptive?	Är förklarande texter i diagrammet korta, tydliga och beskrivande?
9.11	Are menu titles brief, yet long enough to communicate?	Är namnen korta men tillräckligt lång för att kommunicera ett budskap?
<b>Help and Documentation</b>		
10.4	If menu choices are ambiguous, does the system provide additional explanatory information when an item is selected?	Om diagram eller element är tvetydiga, finns det ytterligare förklarande information att tillgång?
10.5	Are data entry screens and dialog boxes supported by navigation and completion instructions?	Finns det dokumentation som stödjer läsaren i hur diagrammen eller modellen skall angripas och tolkas?
10.10	Navigation: Is information easy to find?	Är informationen lätt att hitta?
10.11	Presentation: Is the visual layout well designed?	Är layouten väl designad?
10.13	Is the information relevant?	Är informationen relevant?
10.14	Goal-oriented (What can I do with this program?)	Beskriver dokumentationen vad syftet är med modellen/diagrammet ?
10.15	Descriptive (What is this thing for?)	Beskriver dokumentationen vad modellen/diagrammet beskriver?
10.18	Navigational (Where am I?)	Är det tydligt vilken del av modellen som beskrivs i dokumentationen?
10.20	Can the user change the level of detail available?	Går det studera modellen på olika detaljnivåer?
10.21	Can users easily switch between help and their work?	Går det enkelt att koppla ihop dokumentationen med modellen?
<b>Skills</b>		
11.3	If users are experts, usage is frequent, or the system has a slow response time, are there fewer screens (more information per screen)?	Finns det mer detaljerade diagram för experter?
11.4	If users are novices, usage is infrequent, or the system has a fast response time, are there more screens (less information per screen)?	Finns det mer översiktiga (eller mer förklarande) diagram för noviser?
11.6	If the system supports both novice and expert users, are multiple levels of detail available.	Stödjer diagrammet både experter och noviser?

**Pleasurable and Respectful Interaction with the User**

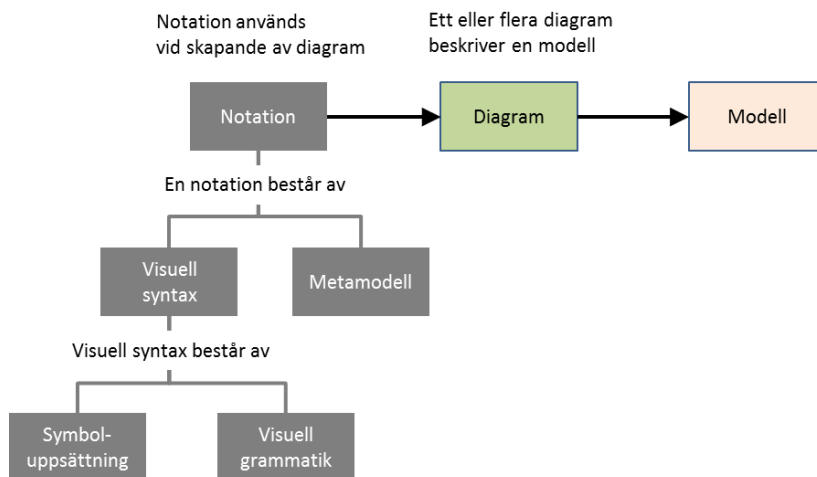
- |      |   |  |
|------|---|--|
| 12.1 | Is each individual icon a harmonious member of a family of icons?   | Har varje symbol och diagram en likriktad utformning?  |
| 12.2 | Has excessive detail in icon design been avoided?   | Har överdrivet detaljerade symbol undvikits?   |
| 12.3 | Has color been used with discretion?  | Har färg använts med eftertanke?   |
| 12.6 | Has color been used specifically to draw attention, communicate organization, indicate status changes, and establish relationships? | Har färg används speciellt för att dra till sig uppmärksamhet, påvisa organisation eller relationer eller indikera statusförändring? |



## Bilaga C: Terminologi

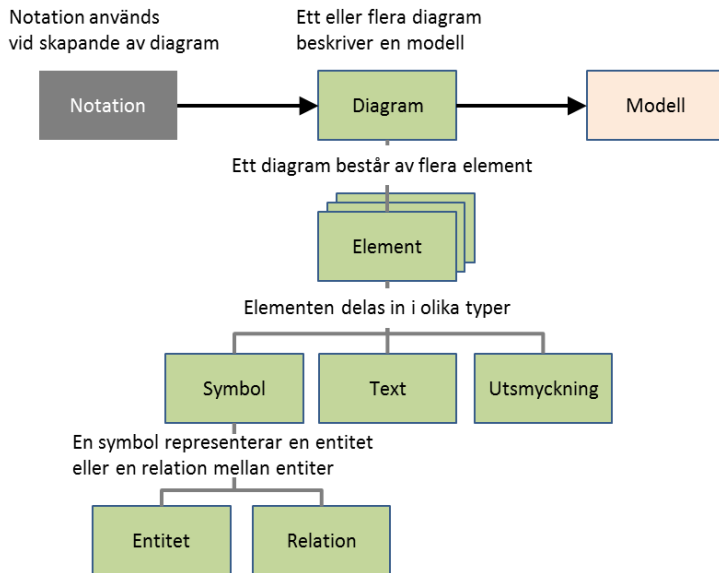
För att kunna diskutera utformningen av symboler, diagram och modeller har det i rapporten finns ett behov av att använda en rad specifika begrepp.

Grundbegreppen kan ses vara notation, diagram och modell. För att tydliggöra vad dessa betyder och hur de hänger ihop med varandra definieras dessa nedan.



Figur 30. Taxonomi för begrepp rörande notation.

<b>Notation</b>	En systematisk beskrivning av relationen mellan ett begrepp och dess representationsform. Betydelsen hos en representation kan definieras i en <i>metamodell</i> (kan även kallas den <i>visuella semantiken</i> ). Hur representationen faktiskt ser ut definieras i den <i>visuella syntaxen</i> som består av en <i>symboluppsättning</i> , men även av en <i>visuell grammatik</i> (Moody, 2009; NE).
<b>Metamodell</b>	En samling definitioner representerad som en <i>modell</i> . Definitionerna fastställer begrepp som entiteter och relationer, samt hur dessa kan förhålla sig till varandra, inom en viss domän. Enkelt uttryckt är det en modell för hur andra modeller får konstrueras. Ett exempel på en metamodell är MODAF.
<b>Visuell syntax</b>	Består av <i>visuell grammatik</i> och en matchande <i>symboluppsättning</i> vilka tillsammans definierar hur entiteter och relationer ska representeras utöver den enskilde symbolens utseende. Syntaxen anger hur symboler placeras i förhållande till varandra eller hur de förändras beroende på kontexten. Exempelvis kan en relation representeras genom placeringen av två element istället för med en linje (Moody, 2009).
<b>Symboluppsättning</b>	De <i>symboler</i> som ingår i en <i>notation</i> . Symbolerna kan antingen vara unika för den aktuella notationen eller bestå av konventionella symboler som ges en ny innebörd inom notationen (NE).
<b>Visuell grammatik</b>	Regler för hur <i>symboler</i> i <i>notationen</i> får arrangeras (Moody, 2009).



Figur 31. Taxonomi för begrepp rörande diagram

<b>Diagram</b>	Ett giltigt uttryck i en visuell <i>notation</i> kallas för diagram. Ett diagram består av <i>element</i> vilkas utseende och arrangemang definieras i den <i>visuella syntaxen</i> (Moody, 2009).
<b>Element</b>	Beståndsdel i ett <i>diagram</i> vilket kan vara en <i>symbol</i> för en entitet eller relation, men även textkommentarer, utsmyckning eller andra objekt.
<b>Entitet</b>	En konkret eller abstrakt företeelse eller fenomen (i världen).
<b>Relation</b>	En koppling mellan entiteter. Exempel på relationer kan vara informationsutbyte mellan entiteter, eller hur de förhåller sig hierarkiskt, kompositionellt eller temporalt. Relationer representeras oftast med att element kopplas samman med ett streck eller en pil, men kan även representeras på andra sätt.
<b>Symbol</b>	En grafisk representation av ett semantiskt begrepp som används för att förmedla information (ISO 22727, 2007(E)). Symboler används för att representera både entiteter och relationer.
<b>Text</b>	Textuell information som namnger, förklarar betydelsen hos enskilda symboler, hela diagram eller modellen. Text kan även användas för att beskriva sådant som inte representeras visuellt.
<b>Utsmyckning</b>	Visuellt element som inte symboliserar någon betydelse. Det kan t.ex. bestå av en inramning av diagrammet.

**Modell**

En representation av en företeelse genom element som länkas samman via relationer. Modeller kan visuellt representeras via ett eller flera *diagram* och t.ex. beskriva system, verksamheter, information eller processer. Det finns flera olika typer av modeller som används för olika syften, som konceptuella modeller eller datamodeller (NE; Moody, 2009).