

**Ontologi/taxonomi för att stödja integration mellan
KBE-applikationer**

(HS-IDA-EA-02-307)

Fredrik Hasselplan (a99freha@ida.his.se)

*Institutionen för datavetenskap
Högskolan i Skövde, Box 408
S-54128 Skövde, SWEDEN*

Examensarbete på det systemvetenskapliga programmet under
vårterminen 2002.

Handledare: Eva Söderström

Ontologi/taxonomi för att stödja integration mellan KBE-applikationer

Examensrapport inlämnad av Fredrik Hasselplan till Högskolan i Skövde, för Kandidatexamen (B.Sc.) vid Institutionen för Datavetenskap.

2002-06-07

Härmed intygas att allt material i denna rapport, vilket inte är mitt eget, har blivit tydligt identifierat och att inget material är inkluderat som tidigare använts för erhållande av annan examen.

Signerat: _____

Ontologi/taxonomi för att stödja integration mellan KBE-applikationer

Fredrik Hasselplan(a99freha@ida.his.se)

Sammanfattning

Som nämns i titeln till examensarbetet är målet att integrera olika knowledge-based engineering (KBE) -applikationer till ett nytt IT-stöd. Med mål i examensarbetets kontext avses att skapa en begreppsmodell genom att tillämpa ontologi och taxonomi som en teknik i en begreppsmodellering. På detta sätt kan ett gemensamt vokabulär skapas. Syftet med vokabuläret är att presentera en samstämmig förklaring till olika begrepp samt relationerna dem emellan. Därav kan tolkningen av ett begrepps betydelse minimeras och på så sätt undvika "språkförbistring". Vidare kan olika modeller hjälpa till att öka förståelsen av vilka delar som avses integreras. Beskrivningsteknikerna ontologi och taxonomi tillämpas för att utföra en begreppsmodellering inom ett produkttillverkande företag. Resultatet av begreppsmodelleringen åskådliggör vilka centrala begrepp som finns i den domän som undersökts samt tillhörande förklaringar. Dessutom redovisas ett flertal modeller som ger prov på vilka relationer som olika begrepp kan ha.

Nyckelord: Systemutveckling, produktutveckling, integration mellan IT-stöd, ontologi, taxonomi, begreppsmodellering.

Innehållsförteckning

1	Introduktion	1
2	Teoretiska utgångspunkter.....	8
2.1	Informationssystem och begreppsmodellering	8
2.1.1	Begrepps tolkning/betydelse	8
2.1.2	Data vs information	10
2.1.3	Systemutveckling och informationssystem.....	10
2.1.4	Produktutveckling.....	14
2.2	Ontologi.....	17
2.2.1	Vad är en ontologi?.....	17
2.2.2	Användningsområden för ontologier	21
2.2.3	Fördelar med en ontologi	22
2.2.4	Nackdelar med en ontologi	23
2.3	Taxonomi.....	24
2.3.1	Vad är en taxonomi?.....	24
2.3.2	Tillämpade taxonomier	25
2.3.3	Välformulerade taxonomier	26
2.4	Kopplingen mellan ontologi/taxonomi och systemutveckling	26
2.5	Varför behövs ontologier och taxonomier i systemutveckling?	30
3	Problemområde.....	32
3.1	Problematik.....	32
3.2	Problemprecisering	32
3.3	Avgränsningar.....	33
3.4	Förväntat resultat	33
4	Metoder och metodval	34
4.1	Möjliga metoder.....	34
4.1.1	Litteraturstudie	35
4.1.2	Enkät	35
4.1.3	Intervju.....	36
4.1.4	Survey	36
4.1.5	Fallstudie.....	37
4.1.6	Sammanfattning möjliga metoder	37
4.2	Vald metod	37

4.2.1 Litteraturstudie	37
4.2.2 Intervju.....	38
4.2.3 Sammanfattning av valda metoder	39
4.3 Bakgrund till fallstudien.....	39
5 Genomförande.....	43
5.1 Intervju-undersökning.....	43
5.2 Litteraturstudie.....	44
6 Materialpresentation	46
6.1 Intervju-undersökning.....	46
6.2 Litteraturstudie.....	54
6.2.1 STEP.....	54
6.2.2 PDM.....	56
6.3 Taxonomi över begrepp	58
7 Analys och resultat.....	66
7.1 Definitioner.....	66
7.2 Intervju-undersökning.....	68
7.3 Litteraturstudie.....	70
7.4 Problemprecisering och förväntat resultat.....	71
7.5 Sammanfattning av analys och resultat.....	74
8 Slutsatser	76
9 Diskussion.....	77
9.1 Genomförande	77
9.1.1 Intervju-undersökning.....	77
9.1.2 Litteraturstudie	77
9.1.3 Positiva aspekter kring genomförandet	78
9.1.4 Negativa aspekter kring genomförandet.....	79
9.2 Analys och resultat.....	79
9.3 Generella reflektioner kring examensarbetet.....	80
9.4 Förslag på fortsatt arbete	80
Referenslista	82
Bilagor	

Figurförteckning

Figur 1: Ogdens Triangel.....	9
Figur 2: Informationssystem på olika nivåer	11
Figur 3: Verksamhetsmodell.....	13
Figur 4: Exempel på användningsområden för ontologier	21
Figur 5: Exempel på tolkning av ett begrepp.....	23
Figur 6: Kopplingen mellan begreppsmodell, ontologi/taxonomi och system/produkt - utveckling.....	27
Figur 7: Kopplingen mellan ontologi och användare.....	29
Figur 8: Arbets sätt vid IVF.....	40
Figur 9: IT i verkstadsindustrin.....	47
Figur 10: Område för begreppsmodell, förslag 1.....	48
Figur 11: Område för begreppsmodell, förslag 2.....	49
Figur 12: Kopplingen mellan centrala begrepp och KBE.	50
Figur 13: Mål med integrerade IT-lösningar i PDM-system.	52
Figur 14: Modell över block i STEP	55
Figur 15: Exempel på integrering av olika system med STEP.	56
Figur 16: Illustration hur dokument kan representeras både genom business item och data item.....	57

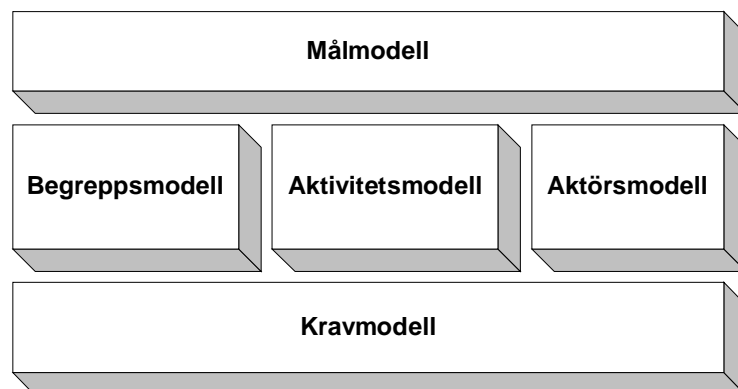
1 Introduktion

För att ge läsaren en introduktion till examensarbetet presenteras i detta kapitel en kort sammanfattning. Detta innebär att beskriva de viktigaste delarna i de teoretiska utgångspunkterna samt att argumentera för problemställningen. Vidare presenteras problempreciseringen samt hur de valda metoderna har tillämpats för att besvara denna. Därefter beskrivs de huvudsakliga resultaten och slutsatserna. Sist i kapitlet beskrivs rapportens struktur/upplägg.

Behovet av att kunna använda ett strukturerat, väldefinierat språk, går långt tillbaka i mänsklighetens historia. För att överföra information till varandra, oavsett om informationen är muntlig eller skriftlig, eller som idag ofta i digital form, är det grundläggande att veta vad sändaren avser med budskapet. Om olika begrepp inte är konsistenta kan en godtycklig tolkning göras, vilket kan leda till att budskapet förvanskas. I takt med utvecklingen av informationssystem i dagens moderna samhälle är beskrivningen ovan av särskilt intresse då olika företag och organisationer allt mer blir beroende av den nya informationstekniken. Begreppen data och information behandlas ofta på ett synonymt sätt (Eriksson, 1986). Inom systemutvecklingsområdet är det dock väsentligt att göra en distinktion mellan dessa begrepp eftersom de är föremål för olika tolkningar. Data innebär enligt Andersen (1994) och Avison och Fitzgerald (1998) uppgifter, fakta och symboler som kan behandlas manuellt eller maskinellt. Information i detta sammanhang är en upplysning eller underrättelse, det vill säga den tolkning som åstadkoms av data (Andersen, 1994; Avison & Fitzgerald, 1998). Ett datorbaserat informationssystem kan enligt Avison & Fitzgerald (1998) definieras som ett system som samlar in, lagrar, hanterar och presenterar information som är relevant för en organisation.

Eftersom detta examensarbete ligger inom det datavetenskapliga området med fokus på systemutveckling presenteras centrala begrepp inom området som till exempel teknik och verktyg. Av dessa uppräknade hjälpmedel är teknik av särskilt intresse på grund av den koppling som kan göras mellan teknik och ontologi/taxonomi. En verksamhetsmodell (efter ESPRIT, 1996, s.22) kan användas som en beskrivningsteknik inom systemutveckling för att samla olika delar under samma tak. Nedanstående modell är samma som figur 3 och återfinns på sidan 13.

Verksamhetsmodell



1 Introduktion

Fokus i detta arbete ligger på den begreppsmodell som kan ingå i nämnda verksamhetsmodell. I begreppsmodellen ska olika begrepp förklaras och klassificeras. Dessutom bör begreppsmodellen innehålla vilka koncept som finns i organisationen och deras relationer till varandra (ESPRIT, 1996). Syftet är bland annat att minimera tolkningen av vad ett begrepp betyder för att undvika "språkförbistring". Ontologi och taxonomi kan sägas vara ett medel för att undvika att olika begrepp tolkas på ett godtyckligt sätt. Därmed kan de användas som en teknik i den tidigare beskrivna begreppsmodellen. I avsnittet om ontologi presenteras först en sammanställning av olika synsätt av ontologi för att senare leda fram till följande definition:

"An ontology may take a variety of forms, but necessarily it will include a vocabulary of terms, and some specification of their meaning. This includes definitions of how concepts are inter-related which collectively impose a structure on the domain and constrain the possible interpretations of terms." (Jasper & Uschold, 1999, s. 2).

Översatt till svenska innebär definitionen ungefär att begreppet ontologi kan anta ett antal olika former. Dock innehåller den ett vokabulär av termer och en specifikation av vad termerna innebär. Detta innebär vidare att en ontologi innehåller definitioner hur olika koncept är relaterade till varandra, vilket i sin tur innebär att en tolkning av domänens struktur begränsas. Ontologi kan användas inom ett flertal områden som till exempel kommunikation mellan människor och den organisation de verkar i, det vill säga en slags begreppsmodell för gemensam förståelse (Uschold, 1996).

Eftersom ontologi ofta relateras och nämns i samband med taxonomi beskrivs även detta begrepp (Websters Encyclopedic Unabridged Dictionary of the English Language, 1996):

"The science or technique of classification."

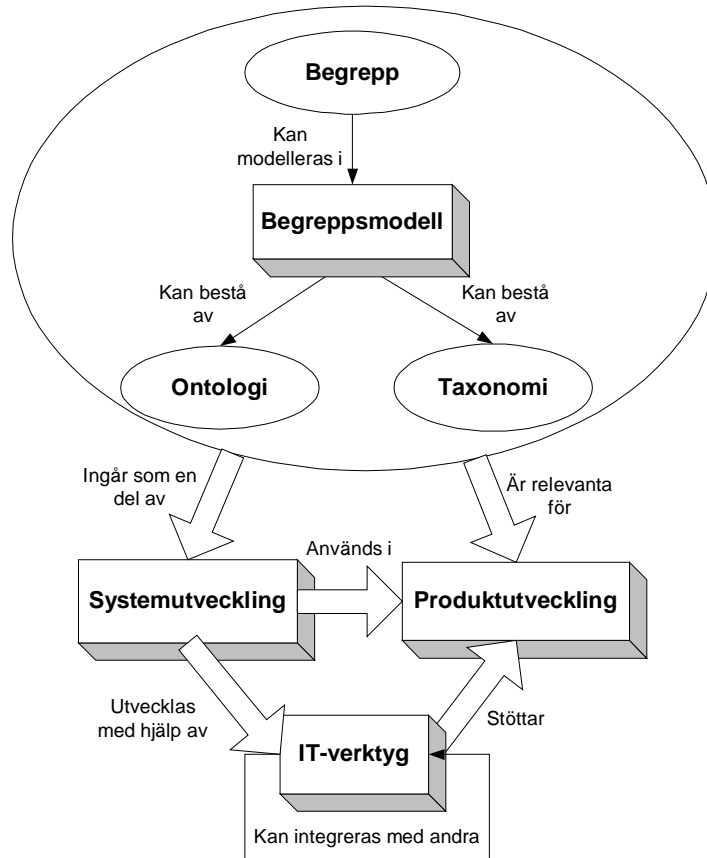
Taxonomi innebär enligt ovan definition: vetenskapen eller tekniken för klassificering. I sin enklaste form kan en taxonomi beskrivas som en ordlista som förklarar vad olika begrepp innebär (Jasper & Uschold, 1999).

Eftersom tillämpningen av begreppsmodelleringen i form av ontologi/taxonomi ska utföras i tillverkande företag är det viktigt att definiera olika begrepp som dessa använder. I sammanhanget är en grundläggande förståelse för begrepp som knowledge-based engineering (KBE) väsentligt för att beskriva produktutveckling. KBE kan sägas vara ett övergripande arbetssätt för att utföra olika uppgifter genom att använda kunskap som inte direkt finns tillgänglig utan finns lagrad, ofta i digital form (Penoyer, Burnett, Fawcett & Liou, 2000). Produktutveckling kan beskrivas vara den process som försöker identifiera en kunds krav och behov, för att i den miljö leverantören befinner sig kunna skapa en produkt på ett resurs- och kostnadseffektivt sätt. Produktutveckling innefattar en mängd områden, som till exempel design och tillverkning (Sutinen, Almfelt & Malmqvist, 2000a). Inom produktutveckling är det av stor betydelse att hitta metoder och tekniker som stödjer utvecklingen (Ullman &

1 Introduktion

D'ambrosio, 1995; Rask, et al., 2000). Ett sätt att stödja utvecklingen är att integrera olika IT-verktyg med varandra.

För att sammanföra de olika teoretiska utgångspunkterna presenteras följande figur (se nedan) för att beskriva kopplingen mellan begreppsmodell, ontologi/taxonomi, system- och produktutveckling.



Ovanstående modell är samma som figur 6 och återfinns på sidan 27. Även om någon utförligare beskrivning av figuren inte görs här, är det ändå grundläggande att ge en bild över hur de tidigare presenterade delarna kan kopplas samman. Den tidigare nämnda begreppsmodellen har i ovan figur lyfts ur verksamhetsmodellen för att sättas i relation till övriga delar.

Inom systemutvecklingsområdet finns det en mängd generella problem. Till dessa hör till exempel att verksamheter är komplexa och att systemutvecklingsprocessen ofta är komplex i sig (Avison & Fitzgerald, 1998; Pohl, 1994). För att minska komplexiteten kan processen delas upp i flera olika delar under ett gemensamt tak, en verksamhetsmodell. Den delen som är av intresse i samband med detta arbete är som tidigare nämnts den begreppsmodell som kan finnas inom verksamhetsmodellen. I begreppsmodellen är behovet av en begreppsanalys stort. Detta för att det i många sammanhang är av avgörande betydelse att mottagaren tolkar budskapet på det sätt som avsetts (Astrakan Strategisk Utveckling AB, 2002). Det är här ontologi och taxonomi kan vara behjälpliga för att definiera olika begrepp och dess relationer till varandra. Detta resonemang leder fram till examensarbetets problemprecisering:

Hur ska en ontologi/taxonomi se ut för KBE-system inom produktutveckling med avseende på vilka begrepp den innehåller och hur dessa relaterar till varandra?

Ur frågeställningen följer ett antal delfrågor som bör besvaras för att ovanstående problemprecisering ska kunna lösas. Till dessa hör bland annat: vilka centrala begrepp används/behövs i ett IT-stöd? Och vidare: Hur relaterar begreppen till varandra?

Det förväntade resultatet avses bli en begreppsmodell, inom ramen för ontologi och taxonomi, där olika begrepp och relationer dem emellan förklaras.

För att uppnå arbetets syfte och mål måste ett beslut fattas om hur informationen ska samlas in för att bäst besvara frågeställningen. Utifrån problempreciseringen kan olika möjliga metoder väljas ut. De metoder som anses möjliga i förhållande till problempreciseringen är litteraturstudie, enkät, intervju, survey och fallstudie. För att välja ut den/de metod/er som kom att användas förfinas urvalet ytterligare. Detta görs med fem kriterier som Dawson (2000) har identifierat. Anledningen till att förfina urvalet ytterligare är att motivera varför en specifik metod ska användas. De metoder som ska tillämpas för att besvara frågeställningen blev till slut intervjuer och litteraturstudie. I samband med metodvalet presenteras bakgrunden till det projekt som detta arbete är en del av samt de olika aktörer som finns kopplat till projektet. Huvudaktören i projektet är institutet för verkstadsteknisk forskning (IVF) och det är hos denna organisation som intervjuerna ska genomföras.

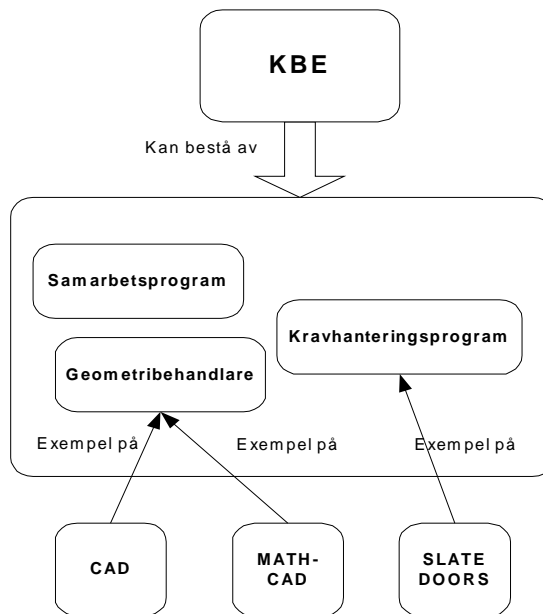
Målet med intervju-undersökningen var att inhämta domänkunskap från personer som arbetar inom/med produktutveckling genom ett praktiskt moment. Eftersom examensarbetet ingår som en del av ett projekt var det naturligt att genomföra intervju-undersökningen hos den organisation som initierat detta. För att rama in intervjuerna krävdes det att frågorna var formulerade på ett sådant sätt att en diskussion uppmuntrades. Intervjufrågorna skickades till respondenterna i god tid innan det bestämda datumet för frågestunderna. Anledningen till detta var att ge respondenterna möjlighet att förbereda sig på frågorna och eventuellt komma med kommentarer om oklarheter. För att "få ut" så mycket information som möjligt från varje respondent gjordes intervjuerna enskilt. Respondenterna uppmuntrades att rita modeller för att svara på frågorna. Utifrån modellerna fördes en diskussion över relationen mellan begreppen och vad de innebär. Efter det att intervjuerna var utförda sammanställdes de anteckningar och modeller som framkom i undersökningen för att sedan skickas till respondenterna för verifiering. Verifieringen visade sig vara av nytta eftersom några tidigare oklarheter kunde redas ut.

Syftet med litteraturstudien var att belysa problemområdet sett från ett annat perspektiv än den som intervju-undersökningen förväntades ge. Genom att söka efter litteraturkällor som kan besvara hela eller delar av frågeställningen kan ett pussel börja läggas. Litteraturstudien ska även ses som en kompletterande metod till intervjuerna för att eventuellt fylla de "luckor" som finns i domänkunskap hos respondenterna. För att finna olika källor som kan hjälpa till att besvara problempreciseringen och beskriva bakgrunden användes främst de olika databaser som finns på Högskolans i Skövde bibliotek. Fokus blev litteratur i form av vetenskapliga artiklar då endast ett fåtal källor återfanns i form av böcker. För att komplettera de databaser som biblioteket står till tjänst med gjordes olika sökningar med hjälp av nyckelord i sökmotorn Google på Internet. Det visade sig under arbetets

1 Introduktion

gång att det fanns begränsat med material kopplat till problempreciseringen. Perspektivet i det mesta av materialet som hittades kunde användas till att generellt beskriva ontologi och taxonomi, men inte hur en sådan kan byggas. Därav blev litteraturstudien ett komplement till intervju-undersökningen där målet istället blev att undersöka de delar som respondenterna sade sig sakna domänkunskap i.

Det material som finns redovisat, både kopplat till intervju-undersökningen och litteraturstudien, kan även sägas vara resultatet. I materialet presenteras modeller för att förklara olika centrala begrepp. I figuren nedan (som är en delmängd av figur 12) illustreras ett exempel på vilka delar KBE kan bestå av. Många begrepp finns i ett flertal av de skapade modellerna, detta innebär att samma begrepp kan tolkas utifrån olika perspektiv beroende på syftet med modellen. Alla modeller har relationer beskrivna mellan olika delar i den mån som det har varit möjligt.



Förutom de olika modeller som presenteras i materialet har en tabell skapats i form av en tabell över intressanta begrepp och tillhörande förklaringar. I nedanstående tabell (som är en delmängd av tabell 1) presenteras olika begrepp i vänster kolumn samt förklaringen i den högra spalten. I mitten av tabellen finns en hänvisning till vilken figur/modell som begreppet ska kopplas till samt en 1:a för intervju-undersökning eller en 2:a för litteraturstudie. Eftersom begreppen framkom både under intervjuerna och under litteraturstudien presenteras tabellen i ett eget avsnitt.

Begrepp	Anmärkning	Förklaring/beskrivning
DOORS	1 (figur 12)	IT-verktyg för kravhantering.
MathCad	1	Mjukvaruprogram. Möjlighet att exekvera beräkningar samt geometribehandling.

1 Introduktion

Analys och resultat redovisas i samma kapitel. Den främsta anledningen till att integrera de båda kapitlen till ett, är att materialet i föregående kapitel kan sägas vara resultatet. Utifrån de teoretiska utgångspunkterna görs en analys av det insamlade materialet. Begreppen ontologi och taxonomi, som tidigare har definierats, ”plockas” fram igen och jämförs med resultatet. Avsikten med jämförelsen är att analysera om resultatet uppfyller de definitioner som tidigare har presenteras. Analysen visar att ontologin/taxonomi överensstämmer med de tidigare gjorda definitionerna.

Därefter analyseras materialet som framkom under intervju-undersökningen. Skälet till att analysera själva materialet är att kortfattat försöka tränga in lite djupare i de svar som respondenterna gav. Det som bland annat framkom i samband med analysen är hur svårt det är att representera en domän på ett konsekvent sätt då olika personer har olika referensramar och uppfattning av ”verkligheten”. På samma sätt analyseras litteraturstudiens material.

Eftersom resultatet är integrerat i denna del av rapporten, analyseras även resultatet/materialet från arbetets problemställning. Resultatet kan sägas besvara de olika delfrågor som ställdes vilket innebär att även problempreciseringen kan sägas ha blivit besvarad. Syftet är också att resultatet ska kopplas tillbaka till det förväntade resultatet för att analysera eventuella skillnader mellan dessa båda. Även det förväntade resultatet kan sägas motsvara det material/resultat som presenteras. Sist i analys och resultat presenteras en sammanfattning. Sammanfattningen belyser både vad materialet kan användas till och vem som kan ha nytta av det. Exempelvis kan materialet bidra till att skapa en samstämmig bild över en domän. Detta för att inte någon ”språkförbistring” ska råda mellan människor. Därutöver kan materialet användas som ett gemensamt vokabulär som olika personer kan ta del av oavsett bakgrund. Eftersom hela projektet innefattar ett flertal aktörer med olika bakgrund, är det centralt att begrepp har samma eller åtminstone en mycket likartat betydelse. Med olika bakgrund avses datavetare och ingenjörer. Dessutom finns det inom både ingenjör- och datavetenskap ett antal specialister som ska fortsätta att arbeta med att utveckla ett IT-stöd som integrerar olika applikationer. Materialet kan här användas till att förstå begreppsfloran och de olika problem som finns förknippat med en integrering. Exempelvis kan en programmerare lättare förstå vad som avses med kunskap (knowledge) och vilka delar i konstruktörsarbetet som denna ska integreras.

De huvudsakliga slutsatserna som kan dras till det material/resultat som tidigare presenteras ska också belysas. Det som exempelvis framkom är vilka applikationer som kan tänkas användas i det framtida IT-stödet samt vilka delar inom produktutveckling det ska stötta. Resultatet innebär att IT-stödet ska stödja alla delar från krav (requirement) till tillverkning (process). En slutsats som kan dras av detta är att all information och data som kan vara relevant för en produkt ska finnas tillgänglig i digital form. I en av modellerna beskrivs vilka delar ett KBE-system förväntas innehålla. Detta innebär att det tänkta IT-stödet kan sägas behöva stödja hela eller delar av de system som illustreras i figuren. Detta kan direkt kopplas till de olika standardapplikationer som finns redovisade i materialet. Dessutom förstärks resonemanget med integrerade applikationer av en annan modell, där man kan se mål och trender med integrerade IT-lösningar i en viss typ av system.

Strukturen i denna rapport innebär att kapitel 2 redogör för arbetets teoretiska utgångspunkter för att ge en bakgrund till arbetet samtidigt som olika centrala begrepp diskuteras och definieras. I kapitel 3 presenteras arbetets problemområde utifrån de teoretiska utgångspunkter som diskuterats i kapitel 2. I kapitel 3 definieras också arbetets problemformulering och avgränsning i förhållande till angränsande områden.

1 Introduktion

Vidare beskrivs det förväntade resultatet av rapporten. Kapitel 4 behandlar vilket tillvägagångssätt och vilka tekniker/metoder som valts då arbetet ska genomföras. Där beskrivs också bakgrunden till projektet för att få insikt om de olika delprojekt som finns samt en beskrivning av Högskolan i Skövdes roll gentemot övriga aktörer som är inblandade. Dokumentationen kring genomförandet, det vill säga hur arbetet har gått till, återfinns i kapitel 5. I kapitel 6, materialpresentation, redovisas det material som framkom under intervjuerna och litteraturstudien. Analys och resultat (kapitel 7) presenteras i samma kapitel eftersom materialet i kapitel 6 kan sägas vara resultatet. I kapitel 8 redovisas de slutsatser som kan dras kopplat till materialet/resultatet. Sist i arbetet förs en diskussion (kapitel 9) kring examensarbetet, där skribenten fritt reflekterar personliga erfarenheter. Kapitlet innehåller dessutom förslag på fortsatt arbete eftersom ett flertal nya frågeställningar föddes under arbetets gång.

2 Teoretiska utgångspunkter

Kapitlet har till syfte att ge bakgrundsinformation till examensarbetet. Centrala begrepp definieras och sätts i förhållande till arbetets kontext. Först beskrivs ett begrepps tolkning/betydelse ur ett generellt perspektiv (avsnitt 2.1.1). Begreppen ontologi och taxonomi (avsnitt 2.2 respektive 2.3) är föremål för olika tolkningar och diskuteras därför tillsammans med övriga centrala begrepp (avsnitt 2.1). Exempel på sådana övriga begrepp är data och information och deras samband med systemutveckling och informationssystem (avsnitt 2.1.2 och 2.1.3). Kapitlet innehåller dessutom ett avsnitt om varför ontologier/taxonomier behövs (avsnitt 2.5) samt deras relation till systemutveckling, begreppsmodellering och produktutveckling (avsnitt 2.4). Strukturen i kapitlen om ontologi och taxonomi skiljer sig något åt på grund av att det finns mycket forskning kring ontologi medan det finns betydligt mindre material om taxonomi. Därför är avsnittet om taxonomi skildrat utifrån olika tillämpade sådana.

2.1 Informationssystem och begreppsmodellering

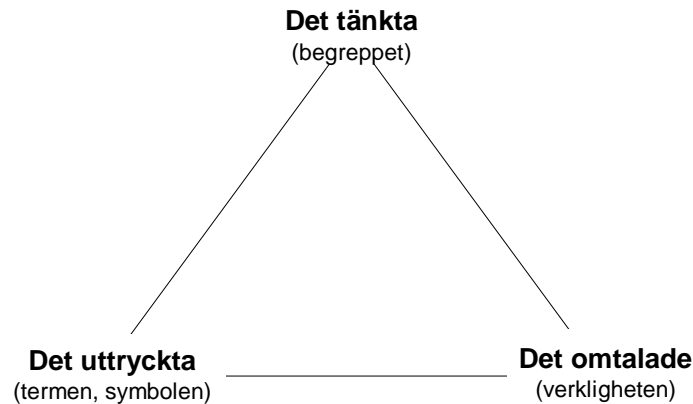
För att grundligare förstå begreppen systemutveckling och informationssystem är det viktigt att först beskriva ett begrepps tolkning/betydelse (se avsnitt 2.1.1). Därefter beskrivs och tolkas begreppen data och information (se avsnitt 2.1.2). Det finns idag flera olika synsätt på dessa begrepp. I avsnitt 2.1.3 presenteras bara ett sådant eftersom målet med examensarbetet inte är att utföra en djuplodande beskrivning av begreppen information och data. De beskrivna begreppen sätts därefter i relation till systemutveckling, verksamhetsmodellering och begreppsmodellering. Formen av systemutveckling ska bedrivas inom ett tillverkande företag, därför avslutas kapitlet med att beskriva centrala begrepp inom produktutveckling (se avsnitt 2.1.4).

2.1.1 Begrepps tolkning/betydelse

I samband med utveckling av olika typer av informationssystem är det viktigt att tolka begrepp på ett konsistent sätt, både för att beskriva begrepp och relationerna dem emellan.

Innan vi går närmare in på vikten av konsistent begreppstolkning är det nödvändigt att reda ut vad ett ”begrepp” egentligen är. För detta ändamål används Ogdens Triangel, eller Meningstriangeln som den också kallas, som exempel (se figur 1). Denna triangel används ofta för att diskutera begrepp och deras användning. Det övre hörnet i figur 1 symboliserar *det tänkta*, det vill säga den kunskap en individ har om ett begrepp. Vidare är det där som vi hittar föreställningar om världen i sig, det vill säga det som vårt intellekt skapar (Astrakan Strategisk Utveckling AB, 2002). *Det uttryckta*, i nedre vänstra hörnet, beskriver begreppet med ord, symboler eller termer (Avdic, 1999). Linjen mellan *det uttryckta* och *det tänkta* representerar tolkningen som gör att data blir till information. Det sista hörnet i Ogdens Triangel beskriver *det omtalade*. Detta kan sägas vara det fenomen som sker i ”verkligheten”. Linjen mellan den sist nämnda och det uttryckta representerar alltså en indirekt referens mellan termen och dess motsvarighet i verkligheten (via begrepp) (Avdic, 1999). Sammanfattningsvis kan sägas att det är viktigt att göra en distinktion mellan termen och begreppet av en företeelse eftersom termen refererar till symbolen och begreppet till det tänkta (Astrakan Strategisk Utveckling AB, 2002).

Ogdens Triangel



Figur 1: Ogdens Triangel (efter Avdic, 1999)¹.

Efter att ha rätt ut vad ett begrepp är ska nu vikten av konsistent begreppstolkning illustreras genom några exempel som är hämtade från Department of Computer and Systems Sciences, Stockholm University and KTH (2002). Som beskrivits i de enkla exemplen nedan kan samma begrepp betyda flera olika saker i förhållande till ordet/termen. Även användningen av samma ord kan leda till helt olika begrepp i samband med vad skribenten avser.

Samma ord – olika begrepp

Ordet "bok" används på olika sätt nedan:

Astrid Lindgren skrev många böcker.

Biblioteket i Skövde har många böcker.

Under andra världskriget förbjöd Tyskland många böcker.

Bokhandlaren i Lidköping sålde många böcker.

Samma begrepp – olika ord

Avskeda – Friställa

Arbetsgivare – Arbetsköpare

Afroamerikan – Färgad – Svart

I både kapitlet systemutveckling och informationssystem (se kapitel 2.1.3) och kapitlet som behandlar kopplingen mellan ontologi/taxonomi och systemutveckling, (se kapitel 2.4) beskrivs begreppsmodellering i en kontext av denna teoretiska utgångspunkt.

¹ Referensen är indirekt. Ogdens Triangel är beskriven i åtskilliga artiklar och böcker och härstammar ursprungligen från Ogden & Richards, 1949. Den indirekta referensen är tolkad efter Goldkuhl, Nilsson & Röstlinger (1982).

2.1.2 Data vs information

Begreppen *data* och *information* behandlas ofta på ett synonymt sätt (Eriksson, 1986). I en kontext av ett informationssystem är det dock viktigt att göra en klar distinktion mellan data och information eftersom de är föremål för olika tolkningar (Eriksson, 1986). Data innebär enligt Andersen (1994) och Avison och Fitzgerald (1998) uppgifter, fakta och symboler som kan behandlas manuellt eller maskinellt. Information i detta sammanhang är en upplysning eller underrättelse, det vill säga den tolkning som åstadkoms av data (Andersen, 1994; Avison & Fitzgerald, 1998). Skillnaden i begreppen ligger således i att data är otolkad, ostrukturerad fakta och symboler i motsats till information som är föremål för en speciell tolkning och innebörd för en viss person i en given situation (Andersen, 1994; Avison & Fitzgerald, 1998).

Kontentan av resonemanget blir således att data behandlas automatiskt av till exempel datorer och att data därför blir till information först när den tolkas av en människa. Vidare följer att ett informationssystem inte är det samma som ett datorsystem, även om delar av ett informationssystem kan utgöras av ett datorsystem (Persson, 2000). Målet med ett informationssystem är att ordna och hantera data på ett systematiskt sätt. Detta innebär att som ovan beskrivits samla in, lagra, bearbeta, överföra, och presentera data. (Avison & Fitzgerald, 1998) Distinktionen som beskrivits ovan mellan data och information är den som fortsättningsvis kommer att användas i detta arbete.

2.1.3 Systemutveckling och informationssystem

Systemutveckling innebär vetenskapen om människors sätt att analysera, utveckla, förändra och bedriva verksamheter där datasystem ingår eller förväntas ingå som integrerade delar (Avison & Fitzgerald, 1998). Kärnan i beskrivningen ligger i sambandet mellan människa och datorsystem och på det sätt som systemet ska användas. Som tidigare nämnts kan delar av ett datorsystem ingå som en integrerad del av ett informationssystem (Avison & Fitzgerald, 1998). Därför bör även begreppet informationssystem definieras.

Andersen (1994) definierar informationssystem enligt följande:

”Ett informationssystem är ett system för insamling, bearbetning, lagring, överföring och presentation av information” (Andersen, 1994, s.15).

En annan beskrivning av begreppet ges av Avison & Fitzgerald (1998) enligt följande:

”a system which assembles, stores, processes and delivers information relevant to an organisation (or to society), in such a way that the information is accessible and useful to those who wish to use it. Including managers, clients and citizens. An information system is a human activity (social) system which may or may not involve the computer systems.” (Avison & Fitzgerald, 1998, s.13).

2 Teoretiska utgångspunkter

Kort förklarat på svenska betyder definitionen ett system som samlar in, lagrar, hanterar och presenterar information som är relevant för en organisation. Detta ska ske på ett sådant sätt att informationen ska vara lätt att komma åt samt vara nyttig för användaren. Vidare är ett informationssystem ett system som bygger kring olika mänskliga aktiviteter som kan, men inte behöver, innefatta ett datorsystem (Avison & Fitzgerald, 1998). Andersen (1994) och Avison & Fitzgerald (1998) resonerar kring begreppet på liknande sätt, men Avison & Fitzgeralds (1998) definition har ett lite annorlunda perspektiv. Avison & Fitzgerald (1998) menar att människor måste ingå som en naturlig del av systemet oavsett om det är datoriserat eller ej. Det skulle kunna tyda på att Andersens (1994) definition är något knapphändig och behöver kompletteras med att människor bör ingå, detta kopplat till både Ogdens Triangel och de tidigare begreppen information och data där det är människan som tolkar data till information. Ställt till detta resonemang kommer fortsättningsvis Avison & Fitzgeralds (1998) definition av begreppet informationssystem att användas i denna rapport.

Anledningen till att begreppen informationssystem och systemutveckling är intressant att beskriva djupare är den koppling det har till produktutveckling, ontologi, taxonomi och begreppsmodellering. Dessa begrepp definieras och förklaras i avsnitt 2.1.4 respektive 2.2 – 2.5. Inom ramen för systemutveckling är det väsentligt att titta på inom vilket område systemet ska verka. Ett informationssystem kan vara av olika typer och behöver därför anpassas till var i organisationen det ska användas. Ett sätt att dela upp ett företag i olika nivåer, illustreras i figur 2.



Figur 2: Informationssystem på olika nivåer (bearbetad efter Brandt, Carlsson & Nilsson, 1998)

Brandt, et al. (1998) definierar tre olika nivåer i ett företag: strategisk-, taktisk och operativ nivå (se figur 2). På den strategiska nivån ska systemet förse ledningen med framåtriktad information. Mot bakgrund av den informationen ska ledningen kunna fatta strategiska beslut som leder till att långsiktiga mål och affärsidéer uppfylls och på så sätt håller företaget i en ledande ställning. På den taktiska nivån ska informationssystemet ge konkurrensfördelar med hjälp av ny teknik, exempelvis expertsystem. På den operativa nivån förväntas systemet hantera löpande

2 Teoretiska utgångspunkter

administration samt att reducera kostnader för organisationen. System som arbetar på den operativa nivån kan till exempel vara kontorsinformationsstöd (KIS), computer-aided design (CAD) och material-produktions-styrning (MPS).

För att integrera ett datorstött informationssystem oavsett vilken nivå det ska stödja är det viktigt att känna till några av de villkor/problem som kan uppstå inom området (Avison & Fitzgerald, 1998). Inom systemutvecklingen finns det en lång rad av generella problem som till exempel: moderna verksamheter är oerhört komplexa, processen är komplex i sig och aktörer har olika mål, språk och referensramar (Avison & Fitzgerald, 1998; Pohl, 1994). I systemutvecklingsprocessen finns det därför olika hjälpmedel, exempelvis: *teknik* och *verktyg* (Avison & Fitzgerald, 1998; Pohl, 1994). Dessa hjälpmedel kommer att beskrivas nedan.

Teknik i detta sammanhang är ett detaljerat arbetssätt. Till tekniker hör till exempel olika beskrivningstekniker som både kan beskriva verksamheten ur ett visst perspektiv och ge en förenklad modell av den. Beskrivningstekniker kan enligt Pohl (1994) vara av tre olika typer:

- Informella
- Semi-formella
- Formella

Informella-, semi-formella- och formella beskrivningstekniker kommer att presenteras något mera utförligt än verktyg, eftersom de har stora likheter med begreppet ontologi som beskrivs i kapitel 2.2. De *informella* beskrivningsteknikerna används företrädesvis i de tidiga delarna av systemutveckling och beskrivs i exempelvis naturligt språk, ritade bilder, godtycklig grafik eller animationer (Pohl, 1994). Enligt Pohl är bakgrunden till att de informella teknikerna används i de tidiga faserna av systemutvecklingen den att de är användarorienterade, det vill säga välkända eftersom de används i det dagliga livet. Detta gör uttrycksfullheten stor. Nackdelen ligger i att de inte har några formella regler vilket kan leda till godtyckliga tolkningar som riskerar att orsaka begreppsförvirring (Pohl, 1994). Den andra typen av beskrivningstekniker är de *semi-formella* och kan sägas vara ett mellanting i kontext av de båda andra, det vill säga mera standardiserade än de informella men inte lika strukturerade som de formella. Till dessa hör exempelvis entitets-relations diagram, (ER) (Pohl, 1994). Den största fördelen enligt Pohl ligger i att representationen är klar och ger en god överblick som täcker stora delar av det tänkta systemet enligt devisen "en bild säger mer än tusen ord". Vidare menar Pohl att de semi-formella teknikerna är kopplade till en formell semantik som kan användas till resonerande kring systemets uppbyggnad. Dock är denna semantik något informell och kan inte representera kunskap i en formell mening (Pohl, 1994). Den sista typen av tekniker är de *formella*, som har en väl formulerad semantik och därigenom möjliggör en formell representation. Ur de formella beskrivningsteknikerna kan exempelvis programmeringskod genereras på ett automatiskt sätt och gör dem på så sätt mera systemorienterade (Pohl, 1994).

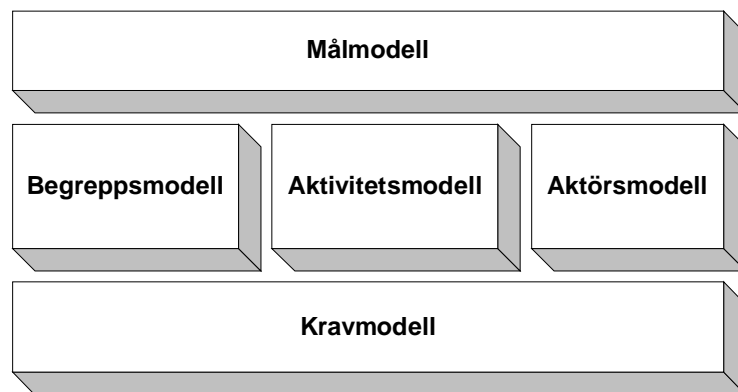
Nästa exempel på hjälpmedel inom systemutvecklingen är *verktyg*. Ett verktyg kan vara något enkelt som papper och penna men även ett mycket avancerat mjukvaruverktyg som till exempel Computer Aided Software Engineering (CASE). (Avison & Fitzgerald, 1998; Pohl, 1994)

2 Teoretiska utgångspunkter

Inom systemutveckling finns det många olika synsätt på tekniker och verktyg (Avison & Fitzgerald, 1998). Det pågår en ständig diskussion hur dessa ska användas. Ovan beskrivna synsätt är bara ett av många och gör inget anspråk på att vara komplett och helt accepterad. Dock kommer begreppen i fortsättningen användas på det ovan formulerade sättet. Skälet till att just ovan synsätt har används är den koppling som finns mellan ontologi/taxonomi och beskrivningstekniker. Kopplingen redovisas vidare i kapitel 2.4.

För att bygga, vidareutveckla eller köpa ett informationssystem bör som tidigare beskrivits olika beskrivningstekniker användas. I figur 3 nedan presenteras en tänkbar verksamhetsmodell ²(läs beskrivningsteknik) inom systemutveckling.

Verksamhetsmodell



Figur 3: Verksamhetsmodell (bearbetad efter ESPRIT, 1996, s. 22)

Verksamhetsmodellen i figur 3 kan användas som hjälp för att åstadkomma ett informationssystem. Syftet med en verksamhetsmodell är att fånga alla mål och krav som finns i en organisation med hjälp av andra modeller. *Målmodellen* ska ge svar på frågan *hur*, det vill säga på vilket sätt ett nytt system ska anskaffas eller byggas. I denna modell ska det även beskrivas vad organisationen vill åstadkomma med systemet men även vad som bör undvikas (ESPRIT, 1996). I *begreppsmodellen* ska olika begrepp förklaras och klassificeras. Dessutom ska en beskrivning finnas vad olika saker består av, exempelvis en faktura. Modellen bör även innehålla vilka koncept som finns i organisationen och deras relationer till varandra (ESPRIT, 1996). *Aktivitetsmodellen* beskriver olika flöden av information och/eller material som finns i organisationen. Den mittersta, högra, *aktörsmodellen* i figuren beskriver olika aktörer, roller, enheter och befogenheter mellan dessa. *Kravmodellen* slutligen bryter ner uppställda mål till konkreta krav utifrån alla ovanliggande modeller (ESPRIT, 1996).

Fokus i detta arbete ligger på *begreppsmodellering* som beskrivits i figur 3 och är som tidigare nämnts en del av verksamhetsmodellering. Övriga modeller kommer därför inte att diskuteras/beröras vidare i detta arbete. Innan olika typer av

² En verksamhetsmodell är en beskrivningsteknik trots att namnet antyder att det är en modell. Nämnts begreppet verksamhetsmodell i rapporten avses alltså beskrivningsteknik.

begreppsmodellering presenteras (se kapitel 2.2 Ontologi och kapitel 2.3 Taxonomi) ges en bakgrund till produktutveckling. Detta för att det i tillverkande företag är viktigt att koppla ihop både systemutveckling och produktutveckling för att på ett effektivt sätt kunna stödja framtagning av nya produkter (IVF, 2000).

2.1.4 Produktutveckling

Eftersom stora delar av detta examensarbete behandlar tillverkande företag, (se avsnitt 4.3 Bakgrund till fallstudien) är det väsentligt att beskriva och definiera olika begrepp som dessa använder. En grundläggande förståelse för begrepp som krav, systems engineering, knowledge-based engineering (KBE) samt kunskapshanterande system är viktiga för att få en uppfattning om generella villkor som råder inom produktutvecklingsområdet. Avsikten är att vinna förståelse för området sett ur ett datavetenskapligt perspektiv.

Begreppet *krav* är av stor vikt inom system- och produktutveckling. Den engelska termen *requirement* är svår att direkt översätta till svenskans ord *krav*, eftersom den engelska benämningen även kan innefatta rekommendationer och information. Rekommendationer beskriver vad som bör eftersträvas och kan avvika något om kravuppfyllelsen är svår att uppnå. Information innebär att produktutvecklaren ska ha vissa önskemål i åtanke och ta hänsyn till dem. Svenskans betydelse av *krav* är mera inriktat på egenskapskrav, alltså krav som ska uppnås, till exempel prestanda- eller myndighetskrav. (IVF, 2000) Begreppet *krav* är föremål för många tolkningar inom systemutveckling och ovan nämnda synsätt utgör bara ett bland många (Macaulay, 1996). Dock ska begreppet här kopplas till den roll det har inom produktutveckling och sättas i samband med den tolkning som många ingenjörer har. Detta innebär att den beskrivning som presenterats ovan, sett till den engelska termen *requirement*, fortsättningsvis kommer att användas i denna rapport.

Inom produktutveckling uttrycks ofta krav i användarnas terminologi och innehåller mer övergripande beskrivningar. För att åstadkomma det tekniska utvecklingsarbetet måste kundkraven tolkas och brytas ner till konkreta krav, även kallade systemkrav. (IVF, 2000) Svårigheten ligger i att krav ofta är kopplade till varandra och att utvecklingsarbetet hela tiden förändras och därför inte är konstant över en tidsperiod (Sutinen, Almefelt & Malmqvist, 2002). Detta leder till att spårbarhet av krav är av fundamental vikt. Spårbarhet kan beskrivas som den process där länkar mellan krav och kravställare till produkt skapas (Sutinen, et al., 2002). I samband med framtagandet av ett krav är det mycket viktigt med spårbarhet, det vill säga att ett beslut som är taget angående ett krav ska kunna spåras till källan. Spårbarheten ska kunna göras både framåt och bakåt. Om inte samma begrepp och betydelse av ett krav används blir spårbarheten i dokumentet mycket svår att åstadkomma och orsakar mycket extra arbete som riskerar att både fördröja och fördyra projektet. (Macaulay, 1996)

Kopplat till det föregående kapitlet (2.1.3) med avseende på begreppsmodellering, krävs det att begrepp och krav ska vara konsistenta annars finns det stor risk för olika konflikter dem emellan. Exempelvis skulle "P45" och "taxeringsblankett" kunna användas för att beskriva en och samma sak, det vill säga att olika termer syftar till samma objekt. Ett annat exempel på konflikt är att objekt har olika karaktäristik, det vill säga i en del av dokumentationen indikerar "rött ljus att någonting har gått fel" medan i en annan del av dokumentationen indikerar "blått ljus att något har gått fel" (Macaulay, 1996).

2 Teoretiska utgångspunkter

Produktutveckling kan beskrivas vara den process som försöker identifiera en kunds krav och behov, för att i den miljö leverantören befinner sig kunna skapa en produkt på ett resurs- och kostnadseffektivt sätt. Produktutveckling innefattar en mängd områden, som till exempel design, tillverkning och marknadsundersökningar (Sutinen, Almefelt & Malmqvist, 2000a). För att överleva på en öppen marknad där konkurrensen ofta är hård krävs det att företag kan leverera rätt produkt vid rätt tidpunkt (Sutinen, et al., 2000a). Idag gör många företag skäl för epitetet kunskapsföretag (Rask, Sunnersjö & Amen 2000). Kopplat till produktutveckling innebär detta att det är av stor betydelse att hitta metoder och tekniker som stödjer utvecklingen (Ullman & D'ambrosio, 1995; Rask, et al., 2000). Enligt Sutinen, et al. (2000a) utgör cirka 50-70 procent av utvecklingstiden de tidiga faserna inom produktutvecklingen. Eftersom den största delen av utvecklingsarbetet kan knytas till de tidiga faserna är det även här de största vinsterna kan göras (Sutinen, et al., 2000b).

Av stor vikt är även att göra en distinktion mellan företag som har en marknadsdriven produktutveckling av masstillverkade konsumentprodukter och företag med orderstyrd tillverkning av korta serier, ofta med ett annat företag som grund (IVF, 2000). Skillnaden ligger i hur kravbeskrivningen produceras för de olika typerna av företag. I marknadsdrivna företag skapas ofta en intern organisation som försöker tillgodose marknadens krav och förväntningar, för att på så sätt fungera som en ställföreträdande kund. De orderstyrda företaget däremot erhåller en kravspecifikation av kundföretaget. Oavsett om krav kommer från externa eller interna kunder, definieras de som kundkrav eller primärkrav (Sutinen, et al., 2000a).

Inom olika tillverkande företag brukar det engelska begreppet *systems engineering* användas för att beskriva arbetssättet. Någon enkel svensk översättning har varit svår att finna, men en tolkning presenteras i följande citat:

"...en metodik av övergripande karaktär och avser konstruktion av produkter innehållande många och samverkande system av olika tekniskt ursprung" (IVF, 2000, s. 5).

Ytterligare en definition bör beskrivas för att visa på komplexiteten och omfattningen av begreppet. The International Council on Systems Engineering (INCOSE) definierar begreppet systems engineering enligt:

Systems Engineering is an interdisciplinary approach and means to enable the realization of successful systems. It focuses on defining customer needs and required functionality early in the development cycle, documenting requirements, then proceeding with design synthesis and system validation while considering the complete problem:

- *Operations*
- *Test*
- *Manufacturing*
- *Cost & Schedule*
- *Training & Support*

2 Teoretiska utgångspunkter

- *Disposal*

Systems Engineering integrates all the disciplines and specialty groups into a team effort forming a structured development process that proceeds from concept to production to operation. Systems Engineering considers both the business and the technical needs of all customers with the goal of providing a quality product that meets the user needs. (INCOSE, 2002a).

Fritt översatt till svenska innebär ovan definition att systems engineering är ett sätt att möjliggöra realisering av ett lyckat system. Systemet fokuserar på att definiera kundens behov och dokumentation om krav/önskemål i en kontext av operationer, test, tillverkning, kostnader och support. Vidare innebär systems engineering att integrera alla grenar, speciellt olika grupper, som bildar en strukturerad utvecklingsprocess som går från koncept till produktion. Begreppet innefattar både de affärsmässiga- och tekniska behov som kunden har, med målet att producera en kvalitetsprodukt som möter alla kundens krav/önskemål.

INCOSE's (2002a) definition är betydligt vidare formulerad än den som IVF (2000) ger. Eftersom den först nämnda definitionen används av institutet för verkstadsteknisk forskning (IVF) och delar av detta examensarbete ingår som del av deras projekt (se avsnitt 4.3), kommer fortsättningsvis begreppet systems engineering att tolkas på detta sätt.

Ett annat näraliggande begrepp i ingenjörsvärlden är *kunskapshanterande ingenjörskonst*. Kunskapshanterande ingenjörskonst används ofta inom tillverkningsindustrin och kan sägas vara den svenska översättningen till *Knowledge Based Engineering* (KBE). Men eftersom den svenska termen inte är lika gångbar som den engelska är det väsentligt att beskriva och definiera vad begreppet KBE innebär. Även sett till problemställningen (se avsnitt 3.2) är det viktigt att beskriva begreppet. KBE utgör idag en del av produktutveckling (IVF, 2000). Begreppet är något svårt att översätta direkt till svenskan därav den engelska definitionen enligt Penoyer, Burnett, Fawcett och Liou (2000):

"Knowledge Based Engineering is the execution of engineering tasks using knowledge that is not immediately accessible to the designer or engineer, and that has been purposefully accumulated and stored for use by the designer or engineer, usually (but not always) in some computer-mediated form. Thus, KBE 'usually (but not always)' implies the use of some kind of computer system, examples of which include the so-called expert systems, web-based knowledge bases, and the like." (Penoyer, Burnett, Fawcett & Liou, 2000, s. 314).

Definitionen innebär i en kontext av det tidigare begreppet systems engineering att det finns kunskap som inte alltid är direkt tillgänglig utan lagras, eventuellt med datorer för att senare kunna tolkas.

Syftet med KBE är att erhålla en integrerad produktionsmodell som innefattar den kunskap eller det regelverk som används för att skapa produkter. På detta sätt

2 Teoretiska utgångspunkter

åstadkoms den kunskap som är specifik för produkten och kunskapen blir återanvändbar vid utveckling av nya produkter av samma typ (IVF, 2000). I samband med produktutveckling används, som tidigare nämnts, någon form av systemutveckling för att stötta framtagningen av nya produkter. Därför är det viktigt att förklara begrepp som KBE för att förstå delar av den metodik som råder inom området.³ För att vidare försöka förstå den begreppsflora som används inom produktutveckling och hur de är kopplade till varandra kan detta realiserats i form av ontologi och taxonomi som beskrivs och definieras i följande kapitel.

2.2 Ontologi

I detta kapitel presenteras en sammanställning av olika definitioner som finns av begreppet ontologi för att leda fram till vilken/vilka definitioner som ska användas inom ramen för detta examensarbete. Några huvudtyper av ontologier kommer också att kommenteras i kapitlet. För att ge en bild av olika källors sätt att se på begreppet beskrivs de vanligaste förekommande definitionerna.

2.2.1 Vad är en ontologi?

Enligt både Guarino och Giaretta (1995) och Uschhold (1996) finns det inte någon universell definition av begreppet *ontologi*, något som även blir tydligt av de många definitioner som florerar inom ämnet. Uschhold (1996) menar att det krävs att olika begrepp/termer definieras och vad dessa innebär i en kontext av ontologin. För att definiera begreppet ontologi presenteras här en genomgång av vad olika forskare menar med begreppet inom ramen för deras olika synvinklar.

”Ontology is a discipline of Philosophy that deals with what is, with the kinds and structures of object, properties and other aspects of reality” (Welty & Guarino, 2001, s. 51).

Denna första definition beskriver en ontologi som ett filosofiskt begrepp, det vill säga ett förhållningssätt att se på tillvaron. Ontologin hanterar vad olika begrepp innebär, dess struktur och förhållande till andra aspekter av verkligheten. Även om citatet är av mycket generell karaktär säger det alltså att en ontologi är en gren inom filosofi.

Enligt Fadel, Fox och Gruninger (1994) är huvudmålet för en ontologi att möjliggöra en koppling mellan företagets funktioner och dess respektive kunskap och verktyg. Vidare beskriver Fadel, et al. (1994) att ontologin agerar som ett protokoll för input, output och kommunikation, samt skapar en effektiv koordinering mellan olika delar i organisationen. Dessa båda andemeningar ska sättas i samband med *enterprise modelling* (Fadel, et al., 1994; Smith, 2001; Uschhold, 1996; Uschold, King, Moralee & Zorgios, 1997) där syftet är att ta fram en ontologi för att modellera resurser i en verksamhet (se även figur 3, verksamhetsmodell). Fadel, et al. (1994) menar att den grundläggande uppgiften är att ge en samstämmig representation av vad olika begrepp betyder i verksamheten.

³ Eftersom genomförandet (kapitel 5 och 6) syftar till att modellera en specifik domän som är starkt kopplad till produktutveckling kommer ytterligare begrepp inom området att beskrivas där. Detta beror främst på att centrala begrepp inom produktutveckling inte framkom förrän i genomförandet.

2 Teoretiska utgångspunkter

“An ontology defines the basic terms and relations comprising the vocabulary of a topic area, as well as the rules for combining terms and relations to define extensions to the vocabulary” (Neches, et al., 1991, s. 40).

Det Neches, et al. (1991) syftar till är att ontologin definierar vissa grundbegrepp och deras relationer till det vokabulär som används i en avgränsad domän. Vidare beskriver citatet regler för hur begrepp får kombineras och ger på så sätt en extension till vokabuläret. Dessutom specificerar ontologin regler för hur olika begrepp får kopplas ihop.

“An explicit account or representation of some part of a conceptualisation” (Uschhold, 1996, s. 3).

För att tränga in i ovan givna definition krävs det att begreppet *konceptualisering* beskrivs på ett utförligare sätt. Konceptualisering kan i sin fundamentala betydelse beskrivas som ett synsätt på domänen som är av intresse, det vill säga en uppsättning informella regler som begränsar hur strukturen i domänen ska tolkas (Uschhold, 1996). Reglerna bestäms ofta av en mängd koncept, till exempel entiteter, attribut och processer, samt deras definitioner och relationer till varandra (Uschhold, 1996). Konceptualisering kan sägas vara både implicit och explicit. En implicit konceptualisering kan till exempel vara någonting som endast existerar i en persons huvud. En explicit konceptualisering kallas vanligen för ontologi (Uschhold, 1996). Detta visas även i följande citat där Gruber (1993) definierar ontologi:

“An ontology is an explicit specification of a conceptualisation”
(Gruber, 1993, s. 199).

Både Grubers (1993) och Uschholds (1996) begreppsförklaringar kan tolkas på liknande sätt då båda talar om en explicit specificering av en konceptualisering.

“An ontology is a hierarchically structured set of terms for describing a domain that can be used as a skeletal foundation for a knowledge base.” (Swartout, Patil, Knight & Russ, 1997, s. 138).

Även Swartout, et al.'s (1997) förklaring (se ovan) av begreppet ontologi ligger nära både Gruber (1993) och Uschhold (1996). Dock menar dessa att ontologin ska vara hierarkiskt uppbyggd och utgöra grunden för en kunskapsbas.

Nästa definition som presenteras är den av Studer, Benjamins och Fensel (1998, s. 185) där deras begreppsförklaring innebär att *“en ontologi är en formell explicit specifikation av en delad konceptualisering”*. Sättet att förklara begreppet är även det likartat med både Gruber (1993) och Uschhold (1996), vissa skillnader finns emellertid. Till skillnaderna hör bland annat att Studer, et al. (1998) talar om formell och delad ontologi. *Formell* innebär att ontologin ska vara läsbar av maskiner, eller i

2 Teoretiska utgångspunkter

det här fallet datorer. *Explicit specifikation* handlar om att koncept, egenskaper, funktioner och begränsningar ska vara explicit uttryckta. Ordet *delad* i definitionen betyder att kunskapen om konceptualiseringen ska vara samstämmig i domänen. *Konceptualisering* förklaras som en abstrakt modell av ett fenomen i omvärlden (Studer, et al., 1998). Detta betyder att författarna (Gruber, 1993; Studer, et al., 1998; Uschold, 1996) är tämligen överens om vad en konceptualisering är.

Två andra forskare: Guarino och Giaretta (1995) beskriver att ontologi på senare tid har ökat i popularitet i forskning kring kunskapshandling (knowledge engineering), något som också styrks av Swartout, et al. (1997) definition. Guarino och Giaretta (1995) menar att begreppet ontologi är vagt på grund av att det används på olika sätt i olika sammanhang. Guarino och Giaretta (1995) är av den åsikten att en tydlig terminologi krävs för att definiera *ontologi*, *konceptualisering* och olika *ontologiska åtaganden*. Guarino och Giaretta (1995) delar upp begreppet ontologi i sju olika delar/kategorier:

1. Ontologi som en filosofisk disciplin.
2. Ontologi som ett informellt konceptuellt system.
3. Ontologi som en formell semantisk del.
4. Ontologi som en specifikation över en konceptualisering.
5. Ontologi som en representation av ett konceptuellt system via en logisk teori.
6. Ontologi som ett vokabulär som används av en logisk teori.
7. Ontologi som en specifikation på meta-nivå av en logisk teori.

Ontologi med stort O kategoriseras av Guarino och Giaretta (1995) som definitionen i punkt ett ovan, det vill säga som en filosofisk disciplin. Denna första definition skiljer sig markant från de övriga på grund av att den refererar till den filosofiska gren som innebär att organisera naturen och verkligheten. Denna definition stämmer väl överens med Weltys och Guarinos (2001) tankar om begreppet. Till denna kategori av tolkare kan nämnas Aristoteles som redan på sin tid arbetade med frågor som till exempel "Vad är att vara?" (Guarino & Giaretta, 1995).

Guarino och Giaretta (1995) definierar ontologi med litet o till specifika ontologier. Detta innebär att punkterna två till sju hamnar inom begreppet med litet o. Den fjärde definitionen av begreppet som författarna (Guarino & Giaretta, 1995) beskriver är definierad av Gruber (1993) och eftersom Guarino och Giaretta (1995) valt att använda denna får det tolkas som de är överens.

Den sista definitionen av begreppet ontologi som presenteras nedan är något mer generell i sin karaktär:

"An ontology may take a variety of forms, but necessarily it will include a vocabulary of terms, and some specification of their meaning. This includes definitions of how concepts are inter-related which collectively impose a structure on the domain and constrain the possible interpretations of terms." (Jasper & Uschold, 1999, s. 2).

2 Teoretiska utgångspunkter

Översatt till svenska innebär definitionen ungefär att begreppet ontologi kan anta ett antal olika former. Dock innehåller den ett vokabulär av termer och en specifikation av vad termerna innebär. Detta innebär vidare att en ontologi innehåller definitioner hur olika koncept är relaterade till varandra, vilket i sin tur innebär att en tolkning av domänens struktur begränsas. Tolkningen som Jasper och Uschhold (1999) gör stämmer väl överens med de övriga definitioner som gjorts sett till antalet olika ståndpunkter som olika forskare har inom området.

Av den mängd definitioner och synsätt på ontologi som presenterats har två huvudkategorier utkristalliserat sig. Den första beskriver ontologin som en filosofisk gren, medan den andra inriktar sig på ontologier som är tillämpade och exempelvis kan användas inom systemutveckling. Eftersom detta arbete kretsar kring ämnet systemutveckling är det den andra kategorin som är av störst intresse. Synsättet som kommer att råda i detta examensarbete på begreppet ontologi, relateras till det tidigare definierade begreppet teknik (se avsnitt 2.1.3), där teknik beskrivs som ett detaljerat arbetssätt som både kan beskriva verksamheten ur ett visst perspektiv och ge en förenklad modell över den. Definitionen som kommer att användas av begreppet ontologi är den som Jasper och Uschhold (1999) uttrycker (se ovan). Det främsta skälet till att ovanstående definition fortsättningsvis kommer att användas är att den understryker vikten av begreppsdefinitioner och begreppsmodellering. Detta innebär att definitionen även kan kopplas till systemutveckling och den begreppsmodell som presenterades i avsnitt 2.1.3. Vidare är definitionen av generell karaktär vilket inte strikt begränsar tolkningen av begreppet.

Efter att beskrivit några olika definitioner av begreppet ontologi och dessutom presenterat den tolkning som kommer att användas är det viktigt att utifrån olika parametrar försöka kategorisera och definiera olika typer av ontologier. Detta utträttas med hjälp av några av forskarnas (Guarino & Giaretta, 1995; Uschhold, 1996) tankar i nästa stycke.

Enligt Guarino och Giaretta (1995) och Uschhold (1996) finns det fyra typer av formalitet som en ontologi kan anta. Med formalitet avses graden av formalitet som används när vokabulärer skapas och specificeras. I nedanstående punktlista beskrivs dessa fyra typer:

- Mycket informella ontologier. Dessa uttrycks i naturligt språk, till exempel ett förråd av glosor.
- Strukturerade informella ontologier. Uttrycks i ett strukturerat naturligt språk som minskar graden av godtyckliga tolkningar.
- Semi-formella ontologier. Uttrycks i ett artificiellt och formellt definierat språk.
- Formella ontologier. Uttrycks i mycket noggranna regler med en formell semantik där bevis krävs på att teoremen är kompletta och sunda.

Ett annat viktigt perspektiv är kopplingen mellan syftet och hur generell ontologin ska vara. Graden av hur generell ontologin är beror till stor del på hur allmän den ska vara. Med allmän avses att en ontologi kan användas inom olika domäner. En

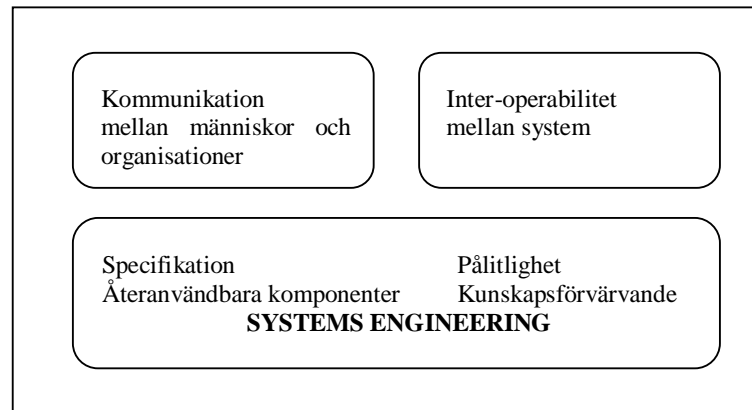
2 Teoretiska utgångspunkter

generisk ontologi kan anpassas till många olika områden medan en mindre generisk blir domänspecifik. Generiska ontologier kallas också *upper-level ontologies* och används främst för att organisera och strukturera mänsklig kunskap för att kunna tolkas på ett naturligt sätt (se exempelvis Bateman, et al., 1995; Lenat et al., 1990; Sowa, 1995). Mer specifika ontologier betecknas som *lower-level-* eller *application ontologies* och kan, som namnet antyder, användas i olika mjukvaruapplikationer (Uschhold, 1996).

För att ytterligare gräva djupare in i ontologier och på så sätt få en uppfattning om var de kan verka beskrivs några olika användningsområden för ontologier i avsnitt 2.2.2.

2.2.2 Användningsområden för ontologier

Ett sätt att beskriva de olika användningsområden där en ontologi kan tänkas användas med framgång, illustreras i figur 4 över tänkta appliceringsområden.



Figur 4: Exempel på användningsområden för ontologier (efter Uschhold, 1996 s. 4)

Det första området är kommunikationen mellan människor och den organisation de verkar i, det vill säga en slags begreppsmodell för gemensam förståelse. Här kan en godtycklig informell ontologi vara tillräcklig. Dock är det viktigt att relatera till den tidigare nämnda punkten *formalitet* (Uschhold & Gruninger, 1996; Uschhold, 1996).

Den övre högra rektangeln i figur 4 syftar till olika systems förmåga att samverka med varandra, till exempel hur olika modelleringstekniker, paradig och språk kan översättas till varandra. Ontologin fungerar här som en länk mellan ovan nämnda delar och möjliggör en samverkan.

Den sista rektangeln i figur 4 beskriver hur en ontologi kan användas i samband med systemkonstruktion. De fördelar som Uschhold och Gruninger (1996) samt Uschhold (1996) hävdar att ontologin ger i detta område är *återanvändbarhet*, *kunskapsförvärvning*, *pålitlighet* och *specifikation*.

Återanvändbarhet innebär att ontologin ger en formell bild över det som är intressant i domänen och att den kan återanvändas i ett mjukvarusystem. Kunskapsförvärvningen betyder att den kunskap som ontologin bygger upp kan användas som bas för att få svar på frågor om domänen. Med pålitlighet syftar Uschhold och Gruninger (1996)

2 Teoretiska utgångspunkter

samt Uschhold (1996) till den formella representationen som åstadkoms med en automatisk konsistenskontroll i vissa mjukvaror. Den sista punkten som författarna tar upp är specifikation, vilket innebär att en ontologi kan hjälpa till med att identifiera krav som ställs på ett IT-system.

Eftersom ontologier kan användas i olika domäner kommer här några exempel på relaterad forskning att kort beskrivas inom *enterprise ontology* och *finansiella rapporter*.

Enterprise ontology innebär att ansträngningar utförs för att utforma en ontologi som stödjer utvecklandet av affärsföretag (Fox & Gruninger, 1993; Smith, 2001; Uschold, King, Moralee & Zorgios, 1997). För att definiera en enterprise ontology (se även kapitel 2.1.3, figur 3) beskrivs en representation av strukturer, aktiviteter, processer, människor, beteende, mål och begränsningar som finns inom ramen för ett företag (Enterprise Integration Laboratory, 2002). Ett exempel där en enterprise ontology kan verka är en internationell bank, det vill säga en bank som har kontor över stora delar av världen. Företagets mål är att integrera informationssystemet i separata delar för att på så sätt få den att samverka. En ontologi behövs för att ge ett gemensamt ramverk för kommunikation (Smith, 2001). Dock måste företaget inse att det inte är en lätt uppgift att integrera alla delar inom finans, kredit och säkerhet när dessa är partitionerade på olika sätt och i olika kulturer (Smith & Zaibert, 2001; Smith, 2001).

Ytterligare en typ av domän är finansiella rapporter. Till dessa hör till exempel års- och delårsrapporter. Målet med ontologin är att hitta en gemensam standard för hur exempelvis kostnader ska hanteras trots att olika länder skiljer sig i fråga om taxeringslagar (Smith, 2001).

Wand och Weber (1990) beskriver en ontologisk modell för ett informationssystem. Det författarna (Wand & Weber, 1990) vill åstadkomma är en modell som fångar olika koncept som kan användas till att beskriva strukturen och beteendet i ett informationssystem. Vidare vill Wand och Weber (1990) forska kring de statiska och dynamiska egenskaperna i ett informationssystem för att på så sätt kunna förutse konsekvenser som olika uppdelningar ger. Med uppdelningar avser författarna olika sätt att "bryta ner" olika modeller i ett logiskt språk. Målet med modellen är således att ge en gemensam förståelse och undvika diffusa begrepp.

För att på ett enkelt sätt beskriva/illustrera nyttan av en ontologi beskrivs i nästa underkapitel några fördelar med konceptet.

2.2.3 Fördelar med en ontologi

Som tidigare nämnts kan en ontologi användas i ett flertal områden. Generellt kan dock sägas att en ontologi är en överenskommelse att använda ett vokabulär på ett sammanhängande och konsistent sätt. Ett enkelt exempel kan illustrera nyttan av en ontologi. (figur 5)



Figur 5: Exempel på tolkning av ett begrepp (Wanadoo, 2002)

Fritt översatt står det i bildtexten: *det här är ingen pipa*. Det figur 5 beskriver är att det inte är en pipa utan en *bild* av en pipa. Skillnaden ligger således i hur ett begrepp tolkas av betraktaren. Trots att exemplet är mycket enkelt är det av stor vikt att veta vad olika begrepp står för och deras relationer till varandra.

Ett annat exempel som belyser problemet med hur olika delar av verkligheten ska representeras är heltalet fem. Vad menas med heltalet fem? Är det V , $(101)_2$, 5_8 , eller $0.5E01$? (Smith, 2001).

En fördel som ofta inte uppfattas när väl en ontologi är skapad, där syftet är att integrera existerande informationssystem, är att ontologin även kan användas som bas för mjukvaruprogrammering för att byta ut gamla system (Smith, 2001).

2.2.4 Nackdelar med en ontologi

Efter att beskrivit en del fördelar med ontologi är det även av vikt att undersöka vilka nackdelar som eventuellt kan orsaka problem inom det ontologiska området.

Smith (2001) menar att problemet för en ontologi inom informationssystemutveckling liknar problemet med Babels torn. Olika grupper inom dataområdet har en egen begreppsvärld och egna koncept med vilka de bygger ramverk för informationsrepresentation. Detta menar Smith (2001) leder till att en generell ontologi eller en så kallad *upper-level ontology* som ska vara applicerbar inom många grenar av informationssystemutveckling är omöjlig att bygga. Ytterligare skäl till att en sådan ontologi är svår att bygga är dels den snabba teknikutvecklingen för datorer och dels den korta tidshorisont som utvecklingsarbetet ofta har. En ontologi bör därför inte vara av generell karaktär utan istället mer domänspecifik. Fokus bör ligga på klassificering, analys av olika objekt och begränsningar. (Smith, 2001)

Ytterligare en nackdel med en ontologi är det som Bateman (1993) betecknar som det semantiska problemet. Problemet är tudelat och beskrivs som:

2 Teoretiska utgångspunkter

1. Alla språk (naturliga eller artificiella) är uppbyggda av diskreta symboler som är organiserade i definierade syntaktiska strukturer.
2. Världen är uppbyggd av ett oändligt antal saker, former, ämnen och nyanser som ständigt rör sig på ett oförutsägbart sätt.

Som resultat menar Bateman (1993) att inget språk kan fånga alla de delar som behövs. Sammanfattningsvis bör konstruktören ha i åtanke att inte försöka skapa en alltför generell ontologi och vara medveten om svårigheten att försöka fånga alla begrepp då även ett formellt språk har sina begränsningar.

2.3 Taxonomi

Ontologi relateras och nämns ofta i samband med taxonomi. Litteratur som refererar till begreppet taxonomi beskriver ofta inte hur en taxonomi generellt ska/bör vara uppbyggd utan inriktar sig nästan uteslutande på en tillämpad sådan som återfinns till exempel i Shenhars och Bonens (1997), Ullmans och D'ambrosios (1995) samt Weltys och Guarinos (2001) forskningsmaterial. Dock finns det, trots det magra utbudet, material om hur en väldefinierad taxonomi bör vara uppbyggd och olika källor som stödjer denna uppfattning. Som konsekvens av detta ser strukturen något annorlunda ut i detta kapitel i förhållande till kapitlet om ontologi. För att penetrera begreppet taxonomi beskrivs först i kapitlet en definition (se avsnitt 2.3.1). Därefter beskrivs några tillämpningar på taxonomi (se avsnitt 2.3.2). Slutligen presenteras ett förslag på hur en väldefinierad taxonomi bör se ut (se avsnitt 2.3.3).

2.3.1 Vad är en taxonomi?

För att först beskriva begreppet taxonomi och ge en generell uppfattning om vad det innebär ger Websters Encyclopedic Unabridged Dictionary of the English Language (1996) följande definition:

”1. The science or technique of classification.”

“2. The science dealing with the identification, naming and classification of organisms.”

Den första definitionen, som på svenska betyder: vetenskapen eller tekniken för klassificering, kan kopplas ihop med begreppet ontologi som bland annat Gruber (1993), Swartout, et al. (1997) och Uschhold (1996) ger. Den andra definition ska sättas i samband med den filosofiska innebörden av en ontologi som författarna (Welty & Guarino, 2001) uttrycker, det vill säga: *”Ontologi är en disciplin av filosofi som handlar om vad är, vilka sorter, egenskaper och strukturer som ett objekt är av samt andra aspekter av verkligheten det kan kopplas till”* (Welty & Guarino, 2001, s. 51). Eftersom det inte föreligger någon diskussion i forskarkretsar kring vad en taxonomi innebär kommer fortsättningsvis definition *ett* ovan gälla eftersom den är nära sammankopplad med den typen av ontologi som till exempel kan användas inom systemutveckling (se avsnitt 2.2.1). Vad som däremot kan diskuteras är vad en taxonomi betyder i en kontext av en ontologi och hur denna ska uppfattas. Ofta fokuserar forskarna på begreppet ontologi och nämner endast taxonomi i förbifarten, som exempelvis Uschhold (1996) samt Welty och Guarino (2001). Litteraturen som handlar om taxonomi beskriver oftast inte hur en taxonomi generellt ska vara

2 Teoretiska utgångspunkter

uppbyggd utan inriktar sig nästan uteslutande på en tillämpad sådan, som till exempel Shenhar och Bonen (1997), Ullman och D'ambrosio (1995) samt Welty och Guarino (2001). Dock menar Jasper och Uschold (1999) att en taxonomi sin enklaste form kan beskrivas som en ordlista som förklarar vad olika begrepp innebär. Avsikten med ordlistan är att minimera vad ett begrepp betyder för att på så sätt undvika en godtycklig tolkning (Jasper & Uschold, 1999). För att tränga in i och djupare förstå begreppet taxonomi presenteras därför några exempel på tillämpad forskning inom området i avsnitt 2.3.2.

2.3.2 Tillämpade taxonomier

Det första exemplet på tillämpad forskning inom området är hämtat från Shenhar och Bonen (1997). Målet med taxonomin är där att dela in och klassificera systems engineering inom ramen för den typ av verksamhet som bedrivs. Bakgrunden till att taxonomin togs fram är den snabbhet med vilken ingenjörsvetenskap har utvecklats. Författarna (Shenhar & Bonen, 1997) menar att det är den snabba utvecklingen inom området som har gjort att en teoretisk förståelse för systems engineering saknas. Frågeställningen de vill besvara beskrivs enligt följande: är alla system lika, samt är alla processer som ingenjörer är inblandade i lika? Taxonomin är tvådimensionell, det vill säga har två axlar, den ena fångar hur tekniskt osäkert området är, medan den andra axeln visar systemets område/fokus. Osäkerheten inom tekniken delas in i fem delar, från låg-teknik till super-teknik. (Shenhar & Bonen, 1997) Resultatet presenteras i en tabell där de olika områdena klassificeras utifrån ett flertal variabler. Den andra axeln som symboliserar systemets område/fokus delas in i tre delar. Även här erhålls en tabell som delar in, klassificerar olika system enligt en mängd framtagna variabler. Vinsten med taxonomin förvärvas enligt Shenhar och Bonen (1997) först när de båda dimensionerna förs samman och ett mönster framträder för hur ingenjörskonst och systemkonstruktion bör bedrivas inom olika områden.

Det andra exemplet på tillämpad taxonomi är hämtat från Ullman och D'ambrosio (1995) taxonomi för att klassificera nuvarande tekniker och definiera krav för en idealisk ingenjörskonst med avseende på design och stödsystem. De klassificeringar som taxonomin syftar till att ge stöd för inom ramen för designbeslut är *struktur*, *fokus*, *räckvidd* och *support*. Problemet som ska lösas har alltid en viss struktur, det vill säga den präglas av den kvalitet och fullständighet som informationen kring problemet har. Fokus på problemet ändras i förhållande till de uppgifter som behövs för att stödja designbeslut. Lösningen på problemet påverkar andra delar av designen, det vill säga problemets omfång/räckvidd. Den sista klassificeringen, support, innebär stöd för frågan: vad är nästa steg att ta? (Ullman & D'ambrosio, 1995) Taxonomin presenteras i en tabell utifrån de fyra tidigare beskrivna klassifikationerna. Problemet struktur delas upp i ytterligare tre subklasser för att ytterligare penetrera området. Taxonomin består sammanlagt av elva numrerade mått. Alla måttenheterna är noga beskrivna och definierade för hur de ska sättas i relation till de delproblem de ska belysa. (Ullman & D'ambrosio, 1995)

De båda taxonomierna som författarna (Shenhar & Bonen, 1997; Ullman & D'ambrosio, 1995) presenterar har det gemensamt att de använder tabeller för att strukturera och klassificera problemet. Tilläggas kan att problemet delas upp i mindre delar för att på så sätt underlätta en djupare förståelse.

Welty och Guarino (2001) har en något annorlunda syn på en taxonomi och menar att den är en central del av de flesta konceptuella modeller. Noga strukturerade taxonomier hjälper till att hålla ordning på alla element i en modell. Särskilt

2 Teoretiska utgångspunkter

användbar/lämpad är taxonomin när en presentation ska göras över en begränsad vy som en eller flera personer ska förstå. Vid kritiska skeenden, som återanvändning och integrering av olika uppgifter, är en taxonomi lämplig. Om däremot taxonomin är dåligt strukturerad får den motsatt effekt och leder till att modellerna uppfattas som förvirrande. (Welty & Guarino, 2001)

2.3.3 Välformulerade taxonomier

Det sista kapitlet inom taxonomi ägnas åt hur en taxonomi kan vara uppbyggd enligt vissa utvalda kriterier. Enligt Smith (2001) samt Guarino och Welty (2000) finns det olika kriterier som en välformulerad taxonomi bör ha för att tjäna ontologin den verkar inom.

1. För det första bör en taxonomi ha formen av ett träd, i matematisk mening. Noderna på trädet kan representera kategorier av högre eller lägre generalitet och binds ihop med grenar som representerar relationen mellan de högre och lägre nivåerna. Maximalt får det finnas en förgrening upp till nästa nivå. Skälet till detta är att en underliggande kategori inte får vara ihopkopplad till mer än en förgrening är att klassificeringen inte får innehålla "double counting", det vill säga att ett objekt inte får räknas fler än en gång.
2. Trädet bör vara enhetligt i den betydelsen att bara en rot finns som representerar den mest generella betydelsen och därigenom inkluderar alla underliggande nivåer. Bakgrunden till att bara en toppnod eller rot finns är att det inte skulle vara *en* taxonomi utan kanske två som konkurrerar med varandra.
3. Taxonomin bör ha löv som är atomära, det vill säga att inga subkategorier finns i dessa.
4. Det ska finnas ett ändligt antal steg mellan toppkategorin och varje minimal, lägre nivå.
5. Taxonomin bör vara homogen på så sätt att samma antal steg ska finnas mellan toppkategorin och de lägsta kategorierna.

Målet enligt Smith (2001) är att producera en taxonomi som så långt som möjligt satisfierar ovan uppställda ideal.

Begreppet taxonomi kan användas ur de olika synvinklar som beskrivits både i detta och tidigare kapitel.

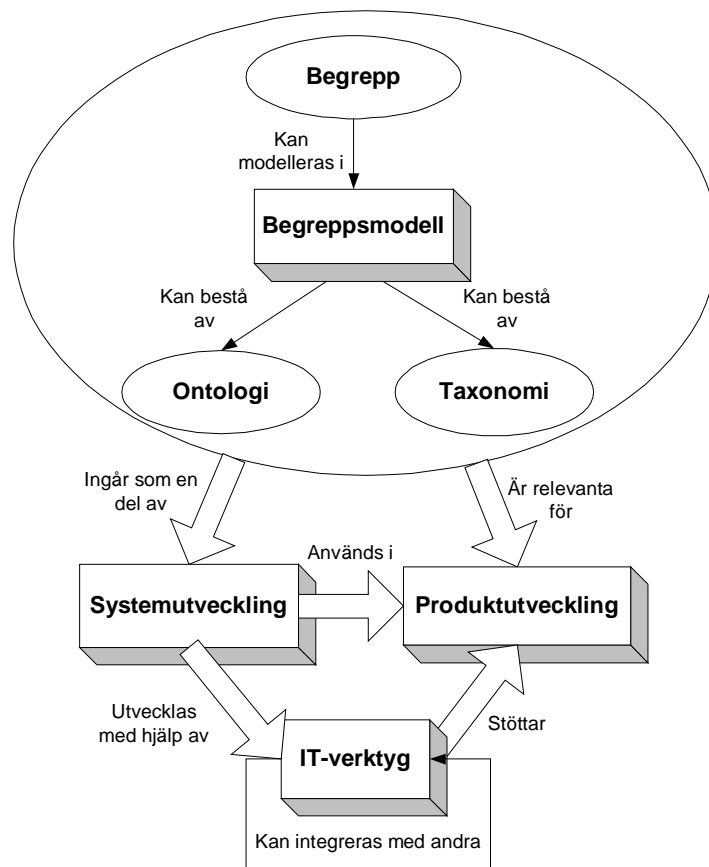
2.4 Kopplingen mellan ontologi/taxonomi och systemutveckling

Begreppen taxonomi och ontologi har tidigare förklarats och definierats var för sig. För att vinna förståelse för hur de båda begreppen kan knytas till varandra och sättas i relation till system- och produktutveckling presenteras synsättet som fortsättningsvis kommer att användas i detta arbete.

I kapitlet som behandlade systemutveckling och informationssystem (se kapitel 2.1.3) presenterades en bild (se figur 3) över hur en verksamhetsmodell kan se ut. I nedanstående figur 6 har begreppsmodellen lyfts ur från den tidigare beskrivna

2 Teoretiska utgångspunkter

verksamhetsmodellen för att visa sambanden mellan begrepp, begreppsmodell, ontologi, taxonomi, produkt- och systemutveckling.



Figur 6: Kopplingen mellan begreppsmodell, ontologi/taxonomi och system/produkt -utveckling

Ovanstående figur har som mål att illustrera olika delar som beskrivits var för sig tidigare samt kopplingen dem emellan. Med tidigare delar avses begreppsmodell, ontologi, taxonomi, system- och produktutveckling. Som tidigare nämnts utgör begreppsmodellering en central del av detta arbete. Därför är det viktigt att beskriva kopplingen mellan de ingående delarna utifrån perspektivet som en begreppsmodell har i detta arbete. I kapitel 2.1.1 beskrevs i generella ordalag vad ett begrepp är med hjälp av Ogdens Triangel. Syftet var där att ge en insikt till skillnaden mellan begreppet, symbolen och kopplingen till verkligheten. För att återgå till figuren ovan så kan begrepp modelleras i en begreppsmodell som är en del av den tidigare beskrivna verksamhetsmodellen. En begreppsmodell kan bestå av ontologi och/eller taxonomi och kan ingå som en del av systemutveckling. Systemutveckling används även i produktutveckling, därför är även begreppsmodellering i form av ontologi och taxonomi relevant för produktutvecklingsområdet. Inom systemutveckling används ofta olika former av verktyg (se även kapitel 2.1.3) som en integrerad del av utvecklingen. Dessa verktyg används även av produktutvecklare för att öka produktiviteten och på så sätt försöka minska den tid som främst åtgår i de tidiga delarna av utvecklingsprocessen (se även kapitel 2.1.4 om produktutveckling). En annan viktig aspekt som bör belysas är skillnaden mellan tillämpning och teori.

2 Teoretiska utgångspunkter

Teorin i detta arbete utgörs av en begreppsmodell i form av ontologi och taxonomi. Teorin ska tillämpas inom produktutvecklingsområdet där olika IT-verktyg ska integreras med varandra. För att knyta samman begreppsmodellering med ontologi och taxonomi kan några av likheterna vara intressanta att beskriva. I en begreppsmodell är en begreppsanalys central för att bland annat ge trygghet i kommunikationen mellan människor och skapa ett gemensamt språk (Astrakan Strategisk Utveckling AB, 2002). Detta beskrivs också av Uschhold (1996) i samband med användningsområden för ontologier (se kapitel 2.2). Även taxonomi är en viktig del av begreppsmodellering för att klassificera ett begrepps innebörd (se kapitel 2.3). Sett till detta resonemang står det klart att både ontologi och taxonomi kan användas som en del av begreppsmodellering.

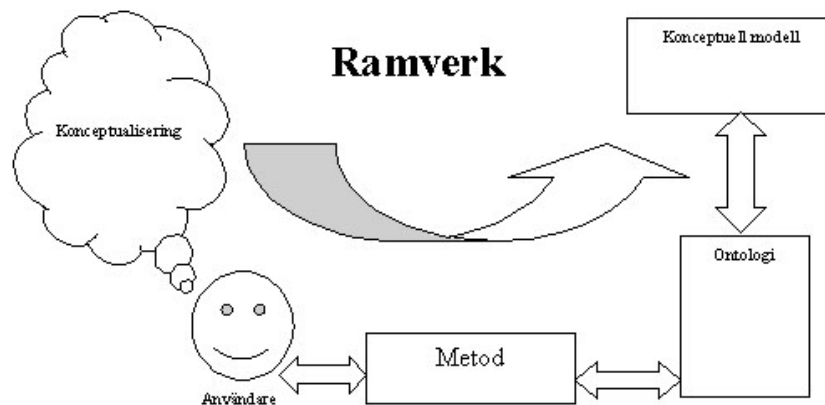
För att ytterligare tydliggöra kopplingen mellan beskrivningsteknik och ontologi/taxonomi är det angeläget att beskriva de likheter som finns mellan dessa begrepp. Behovet av att strukturera, definiera och dela upp problem i mindre delar för att på så sätt lättare finna en lösning går långt tillbaka i historien. Oavsett om problemet är stort eller litet används någon form av tillvägagångssätt. Systemutvecklingsområdet utgör inget undantag på denna punkt då det florerar olika redskap i domänen (Avison & Fitzgerald, 1998). Tidigare har Avison & Fitzgerald (1998) uttryckt att det finns olika typer av hjälpmedel inom systemutveckling (se avsnitt 2.1.3). Till dessa hör exempelvis tekniker och verktyg. I samband med tekniker och då i synnerhet beskrivningstekniker, kommer begreppet ontologi och taxonomi in i bilden. Både Uschhold (1996) och Pohl (1994) delar in ontologier respektive beskrivningstekniker i olika kategorier av formalitet. Uschhold (1996) delar in ontologier i fyra kategorier: informella, strukturerade informella, semi-formella samt formella. Pohl (1994) klassificerar beskrivningstekniker på ett liknande sätt: informella, semi-formella och formella. Både informella och strukturerade informella ontologier uttrycks i naturligt språk, även om graden av formalitet varierar (Uschhold, 1996). Detta uttrycker också Pohl (1994) i samband med informella beskrivningstekniker. Vidare finns en koppling mellan semi-formella ontologier och semi-formella beskrivningstekniker där både Uschhold (1996) och Pohl (1994) menar att dessa uttrycks i ett tämligen formellt språk. Dock är varken semi-formella ontologier eller semi-formella beskrivningstekniker så formella att de kan representera kunskap i en formell mening. Med formella beskrivningstekniker och ontologier avser både Pohl (1994) och Uschhold (1996) att de ska uttryckas i mycket noggranna regler med en formell semantik som kan tolkas av datorer.

Enligt Pohl (1994) används de informella beskrivningsteknikerna med fördel i de tidiga delarna av systemutvecklingsprocessen, detta håller även Uschhold (1996) med om i fråga om informella ontologier. Fördelarna med både informella ontologier och beskrivningstekniker är att de kan uttryckas i naturligt språk vilket gör uttrycksfullheten mycket stor (Pohl, 1994; Uschhold, 1996). Till nackdelarna hör att det naturliga språket leder till godtyckliga tolkningar på grund av att det inte har några formella regler (Pohl, 1994; Uschhold, 1996). Det är i detta sammanhang betydelsefullt med en taxonomi som delar in och klassificerar vad olika begrepp betyder i en kontext av ontologin (Welty & Guarino, 2001). En slutsats som kan dras av resonemanget kring både beskrivningstekniker och ontologi/taxonomi är att en ontologi/taxonomi kan vara en delmängd av en beskrivningsteknik men att det även finns tekniker att ta fram ontologier och taxonomier. Även kopplat till begreppet krav inom produktutveckling är det väsentligt att olika krav är uttryckta på ett samstämmigt sätt för att undvika merarbete (IVF, 2000). I kapitlet om produktutveckling refereras till Ullmans och D'ambrosios (1995) åsikter om vikten av

2 Teoretiska utgångspunkter

att hitta metoder och tekniker som stödjer utvecklingen av produkter och då främst i de tidiga faserna av produktutveckling. Anledningen till detta resonemang är att de största vinsterna kan åstadkommas i de tidiga faserna av produktutveckling eftersom upp till 50-70 procent av utvecklingstiden spenderas där (Sutinen et al., 2000a).

För att på ett ytterligare konkret sätt beskriva var begreppen ontologi och taxonomi kan höras hemma inom systemutvecklingsområdet kopplat till användare, illustreras detta i figur 7.



Figur 7: Kopplingen mellan ontologi och användare (efter Welty & Guarino, 2001 s. 52)

Med modell eller ramverk som beskrivs i figur 7, avses hur utvecklingen bör bedrivas, det vill säga den bakomliggande filosofin. Metod som illustreras i figuren ovan, används för att förverkliga idéerna i en modell och beskriver bland annat vilka tekniker som är lämpliga. (Avison & Fitzgerald, 1998; Pohl, 1994) Enligt Avison & Fitzgerald (1998) ska en metod på ett systematiskt sätt leda fram till att fånga de krav som ställs på systemet.

Fox och Gruninger (1993) menar att det som första steg är nödvändigt att göra en precis definition av de deluppgifter som olika komponenter i systemet ska hantera och sättet de ska samarbeta på. Detta kräver att en formell representation utvecklas (Fox & Gruninger, 1993). Resonemanget vinner vidare stöd av Welty och Guarino (2001) där taxonomier utgör en viktig del av den konceptuella modelleringen. Den leder till att informationen blir strukturerad och är en av nycklarna till en lyckad integration av olika system (Welty & Guarino, 2001). I figur 7 presenterar Welty och Guarino (2001) en ontologi som en brygga mellan en konceptuell modell och en metod för att fånga den konceptualisering en eller flera användare har på ett system.

Enligt Smith (2001) började informationssystemutvecklare använda begreppet ontologi i samband med att bygga taxonomier. Ontologin i det här sammanhanget utgör ramverket för att beskriva hur en taxonomi ska/bör vara uppbyggd (Guarino & Welty, 2000). Detta innebär att ontologin kan tolkas som den övergripande beskrivningen och att taxonomin utgör dess byggstenar. Resonemanget vinner vidare stöd av Gómez-Pérez (1999) som är av samma uppfattning. I kontext av figur 7 kan detta sägas innebära att ontologi är en delmängd av en teknik och att taxonomi utgör byggstenar inom ramen för en ontologi (Jasper & Uschold, 1999; Welty & Guarino, 2001).

2.5 Varför behövs ontologier och taxonomier i systemutveckling?

För att sätta detta examensarbete i relation till tidigare forskning inom systemutvecklingsområdet och för att motivera vikten av problemställningen beskrivs tidigare/relaterad forskning.

I forskningsartikeln (Ullman & D'ambrosio, 1995) beskrivs vikten av att ha en taxonomi för att klassificera beslutsproblem och stödsystem inom designprocessen i ett tillverkande företag. I varje designprojekt måste ofta flera tusen beslut fattas. Besluten fattas av individer, team eller kommittéer. Ullman och D'ambrosio (1995) menar att få beslut stöds av någon formell metod eller något stödverktyg. Detta leder till två slutsatser: antingen behövs inte något stödsystem eller så är dagens metoder och stödsystem omogna, det vill säga möter inte de krav som användarna har. För att strukturera de behov som finns och klassificera nuvarande tekniker används en taxonomi. Slutsatsen enligt Ullman och D'ambrosio (1995) är att konstruktörer/designers inte förmår att fatta rätt designbeslut i förhållande till den tid som står till förfogande. Detta bevisas genom de många och tidskrävande möten som designers och konstruktörer har. Skälet till rådande förhållande, menar författarna (Ullman & D'ambrosio, 1995), är frånvaron av en fungerande taxonomi att utgå ifrån.

I Fadel, et al. (1994) framgår att informationssystem som stödjer ett företags olika delar ofta har tagits fram oberoende av varandra. Detta leder till olika problem. Ett av problemen är att olika funktioner representeras på olika sätt, det vill säga olika representationer av samma företagskunskap. Ytterligare ett problem innebär att en specifikation över vad terminologin betyder rent semantiskt helt saknas och orsakar inkonsistens. (Fadel, et al., 1994)

Behovet av en taxonomi/ontologi stöds vidare av Schlenoff, Denno, Ivester, Libes och Szykman (2000) där en analys presenteras över befintliga ontologiska system för produktföretag. Taxonomier och ontologier identifierar inkonsistens i användandet av begrepp i olika domäner. De hjälper också till att etablera en generell betydelse för ett begrepp (Schlenoff, et al., 2000). Ytterligare framgår att det är av stor betydelse att en otvetydig kommunikation finns definierad genom taxonomier/ontologier. Målet med otvetydig kommunikation är att förmå individer i hela industrier att komma överens om tusentals begrepp, som till exempel vad *delversion* och *delrevision* betyder. (Schlenoff, et al., 2000)

För att ytterligare poängtera vikten av en taxonomi ur en något annorlunda vinkel än tidigare, beskrivs delar av Shenhar och Bonens (1997) forskningsarbete. Målet med författarnas taxonomi är att utveckla ett nytt sätt att bedriva systems engineering. Shenhar och Bonen (1997) menar att ett nytt tankesätt måste skapas när det gäller konstruktion, där hänsyn måste tas till vad som ska byggas och där förhållande till sättet att ta fram konstruktioner måste matchas. Shenhar och Bonen (1997) tar rymdfärjan Challengers missöde som exempel. Författarna (Shenhar & Bonen, 1997) menar att en felaktig klassificering gjordes av projekts typ och till följd av detta anställdes personer med fel kompetens, både i ledningen och i produktionen. Om taxonomimodellen hade tillämpats skulle en helt annan typ av medarbetare ha anställts (Shenhar & Bonen, 1997). Även om detta exempel hör till ytterligheterna över hur illa det kan gå, visar det dock på behovet av en väl fungerande taxonomi.

Som framgår av relaterade/tidigare gjorda forskningsarbeten är nyttan av att definiera, systematisera och klassificera begrepp väldigt viktig för att på ett effektivt sätt kunna hantera olika typer av data/information, begrepp och krav i ett system. Det finns goda skäl att tro att behovet av en väldefinierad taxonomi/ontologi lägger grunden till en

2 Teoretiska utgångspunkter

lyckad integration av olika IT-applikationer inom produktutvecklingsområdet. I nästa del av denna rapport (kapitel 3) beskrivs problemområdet kopplat till de teoretiska utgångspunkterna som presenterats här för att mynna ut i en problemprecisering, där tyngdpunkten ligger på att undersöka hur en ontologi/taxonomi kan förbättra och effektivisera integrationen av olika applikationer i ett IT-stöd.

3 Problemområde

Olika problemställningar presenteras kopplat till tidigare kapitel för att resultera i en problemprecisering som tar upp kärnfrågorna som berör detta examensarbete. I kapitel 3.2, problemprecisering, refereras det till tidigare kapitel, därför presenteras inga källhänvisningar. Sist i kapitlet finns avgränsningar följt av förväntat resultat.

3.1 Problematik

Som tidigare nämnts finns det en mängd problem förknippat med systemutveckling (se kapitel 2.1.3). Ett av dessa problem är att verksamheter ofta är komplexa och att systemutvecklingsprocessen är komplex i sig. För att lyckas med ett systemutvecklingsprojekt kan olika modeller användas och samlas i en verksamhetsmodell. En av dessa modeller kan utgöras av en begreppsmodell. I en begreppsmodell kan, som tidigare beskrivits, olika begrepp förklaras, klassificeras och relationerna dem emellan beskrivas. Vidare kan en begreppsmodell vara till nytta för att hålla ER-diagram och databibliotek konsistenta i förhållande till de olika tekniker som används (Pohl, 1994). I begreppsmodellen är behovet av en begreppsanalys stort. Detta för att det i många sammanhang är av avgörande betydelse att mottagaren tolkar budskapet på det sätt som avsetts (Astrakan Strategisk Utveckling AB, 2002). I takt med IT-utvecklingen sköts kommunikationen nu allt mer mellan datorer istället för som tidigare direkt mellan människor. Detta leder till att allt fler applikationer ska integreras med varandra. Produktutvecklingsområdet utgör inget undantag på denna punkt. Case och Harun (2000) beskriver att det är mycket svårt att utveckla produktmodeller som alla kan ta del av på grund av att data som behövs av olika applikationer ofta är omfattande och av olika karaktär, det vill säga representeras på olika sätt. Kopplat till begreppet krav är det av stor vikt att både inom systemutveckling och produktutveckling hålla dessa spårbara och konsistenta (IVF, 2000).

Som belysts ovan finns det en mängd problem inom området. Gemensam nämnare är svårigheten att strukturera och definiera begrepp, data och information på ett effektivt sätt. Genom att använda en ontologi/taxonomi som en beskrivningsteknik i en begreppsmodell kan hanteringen av olika begrepp stödjas. Vidare kan resultatet av en begreppsmodellering fungera som ett stöd för olika personer som kommer från skilda områden till exempel datavetare och ingenjörer. Med stöd avses en gemensam tolkning av begrepp som även kan användas för att förstå problematiken som råder inom ett avgränsat område.

3.2 Problemprecisering

Fokus i detta arbete är att utföra en begreppsmodellering (se kapitel 2.1.3) inom ramen för produktutvecklingsområdet (se kapitel 2.1.4). Denna ska utföras med hjälp av ontologi (se kapitel 2.2) och taxonomi (se kapitel 2.3). Målet är att stötta en integration mellan olika IT-applikationer och då främst undersöka vilka begrepp som ska hanteras. Mer precist uttryckt består arbetet av att hantera olika begrepp, information och data på ett konsistent sätt så att ett gemensamt vokabulär kan skapas. Som tidigare nämnts kan en ontologi verka i olika användningsområden (se kapitel 2.2.2). Två av dessa områden är systems engineering och förmågan hos olika system att samverka med varandra. Inom systems engineering och knowledge-based engineering (KBE) kan ontologin hjälpa till att identifiera de begrepp som finns i och kring olika IT-applikationer som ska integreras. Fokus på detta arbete kommer således

3 Problemområde

att ligga på att använda ontologi och taxonomi som en beskrivningsteknik i en begreppsmodell. Mer precist uttryckt är problemställningen följande:

Hur ska en ontologi/taxonomi se ut för KBE-system inom produktutveckling med avseende på vilka begrepp den innehåller och hur dessa relaterar till varandra?

Ur frågeställningen följer ett antal delfrågor som måste besvaras för att ovanstående problemprecisering ska kunna lösas:

- Vilka centrala begrepp används/behövs i ett IT-stöd?
- Hur relaterar begreppen till varandra?
- Hur ska en taxonomi/ontologi byggas för att effektivisera integrationen mellan olika IT-applikationer?
- Vilka typer av applikationer kan ingå i ett KBE-system?

Först är det viktigt att titta på vilka delar som ska integreras med varandra. Vilka typer av KBE-system finns och vilka kriterier måste vara uppfyllda för att kallas KBE-system? Därefter ska en undersökning utföras som fångar de olika begrepp som ska hanteras i systemet. Vidare ska samband och relationer mellan begrepp undersökas och beskrivas inom ramen för ontologi/taxonomi. En central del i arbetet är att undersöka hur ontologi/taxonomi ska användas/byggas på ett effektivt sätt för att integrera olika IT-applikationer. Som beskrivits ovan finns det en mängd delproblem som behöver lösas för att lyckas besvara frågeställningen. De delar som inte kommer att vara fokus i arbetet presenteras i nästa avsnitt (avgränsningar).

3.3 Avgränsningar

Som tidigare beskrivits kan både en ontologi och en taxonomi verka i olika domäner och vara utformade på olika sätt. Typen av verksamhetsområde som är av intresse i detta examensarbete är det som ett produkttillverkande företag har, även om ontologier och taxonomier är applicerbara inom många andra områden. Formella ontologier som ofta definieras i matematiska termer och teorem utgör inte fokus i detta arbete och kommer därför inte att beröras. De avgränsningar som presenteras ovan ska endast kopplas till problempreciseringen i avsnitt 3.2. Detta innebär att det kan förekomma andra avgränsningar i arbetet men dessa presenteras då i det kapitel som de berör.

3.4 Förväntat resultat

Målet är att först försöka hitta olika begrepp och information som ska hanteras av IT-stödet. Därefter ska en eller flera modeller byggas utifrån de tidigare relaterade begreppen ontologi och taxonomi för att på så sätt identifiera vad olika begrepp innebär och deras relationer till varandra. En delmängd av resultatet förväntas bli hur taxonomi och ontologi kan relateras till en integration av olika applikationer som IT-stödet ska hantera och då främst med avseende på begreppshantering.

4 Metoder och metodval

Utifrån de teoretiska utgångspunkterna (se kapitel 2) och presentationen av problempreciseringen (se kapitel 3.2) måste ett beslut fattas om hur information ska samlas in för att besvara problempreciseringen. Enligt Dawson (2000) är det nödvändigt att identifiera och planera det arbete som ska utföras för att kunna uppnå arbetets syfte och mål. Oavsett vilken metod som tillämpas är det viktigt att veta metodens för- och nackdelar då ingen kan sägas vara bättre eller sämre än någon annan (Patel & Davidson, 1994). Dock avgör ofta problempreciseringen vilken/vilka metod/er som kan tänkas användas (Dawson, 2000; Patel & Davidson, 1994). För att besvara frågan vilken metod som passar bäst är det grundläggande att titta på typen av problem. Detta innebär att problemets karaktäristik ska ligga till grund för olika krav som ställs på den valda metoden. De krav som ställs på metoden i detta fall i förhållande till problemställningen innebär att hitta olika begrepp, relationerna dem emellan och ett sätt att modellera/beskriva den inhämtade informationen. För att besvara frågeställningen krävs det både någon form av teoretisk undersökning att jämföra med samt ett praktiskt moment för insamlandet av domänkunskap. Den teoretiska delen behövs för att ge en plattform att luta sig emot och för att ge idéer och bakgrundsinformation till arbetet. Det är dessutom viktigt att beskriva/presentera de olika aktörer som finns i den omgivning som metoden ska användas i eftersom även detta ställer krav på metoden. Dessa krav innebär exempelvis att skaffa kunskap om arbetssätt och typ av organisation. I nästa avsnitt (se kapitel 4.1.1-4.1.5) presenteras tänkbara metoder. Därefter sammanfattas och motiveras de möjliga metoderna sett utifrån frågeställningen (se avsnitt 4.1.6). I påföljande kapitel (se kapitel 4.2) beskrivs och motiveras vald/a metod/er. Därefter (se avsnitt 4.2.3) presenteras en sammanfattning av de valda metoderna. För att ytterligare beskriva de krav som ställs på metoden presenteras i avsnitt 4.3 en bakgrund till fallstudien där olika aktörer som finns kopplat till projektet beskrivs.

4.1 Möjliga metoder

Målet med problempreciseringen är, som tidigare nämnts, att beskriva problemet som ska undersökas, men kan även ge information om typ av svar som förväntas. Vissa typer av undersökningsmetoder är mer lämpliga än andra i förhållande till frågeställningen. (Patel & Davidson, 1994) Detta ska ses i samband med syftet till detta examensarbete där målet är att söka kunskap inom ett problemområde där sådan helt eller delvis saknas. På grund av det tidigare nämnda kan arbetet sägas vara av explorativ karaktär (Dawson, 2000). I explorativa undersökningar används ofta flera olika metoder för att samla in information, exempelvis intervjuer och litteraturstudier (Dawson, 2000; Patel & Davidson, 1994). De metoder som kan tänkas användas är följande:

- Litteraturstudie
- Enkät
- Intervju
- Survey
- Fallstudie

I följande avsnitt presenteras först varje möjlig metod utifrån den generella karaktäristik de har samt några för- och nackdelar. Därefter sammanfattas och motiveras varför de uppräknade metoderna anses som kandidater för att besvara frågeställningen (se avsnitt 4.1.6).

4.1.1 Litteraturstudie

En litteraturstudie innebär att informationen kan hämtas genom olika dokument, till exempel böcker, tidskrifter, register, protokoll, tidningar och vetenskapliga forskningsartiklar (Patel & Davidson, 1994). Oavsett vilken typ av litteratur som studeras är det viktigt att inte brista i objektivitet och på så sätt bli selektiv, det vill säga bara välja ut de källor som passar de egna idéerna. Betydelsefullt blir därför att diskutera och analysera fakta som är motsägelsefull mot det område som är av intresse för skribenten. (Patel & Davidson, 1994) Väsentligt är också att skilja på om informationen är av typen primärdata eller sekundärdata (Befring, 1994). Enligt Befring (1994) kallas primärdata den information som samlas in med det primära syftet att bilda analysunderlag i området som ska undersökas. Detta innebär data som inte tidigare har samlats in. Sekundärdata är sådana data som redan tidigare har samlats in, där ändamålet varit ett annat än det för primärdata (Befring, 1994). För att kort beskriva några ytterligare problem som bör beaktas vid litteraturstudie görs detta med hjälp av tre olika typer av dokument.

Uppgifter som hämtas ur böcker kan anses som tillförlitliga då de utges av ett förlag som kontrollerar källorna och står bakom författaren. Detta gör att trovärdigheten bakom uppgifterna är hög. Information från tidskrifter har fördelen gentemot böcker att informationen är färsk. Uppgifterna ges ofta i form av nyheter. Problemet här är att tidningsartiklar ofta är korta och undanhåller vissa uppgifter för läsaren. Vetenskapliga tidskrifter är ytterligare ett sätt att inhämta information. Fördelen med dessa är att de tillhandahåller de senaste rönen inom olika områden. En nackdel med dessa tidskrifter kan vara det språkbruk som används med avseende på hur svårtolkad informationen kan vara för en lekman (Patel & Davidson, 1994).

Oavsett var informationen hämtas och vilken typ den är av är det väsentligt att ha i åtanke att dokumenten kan vara vinklade ur ett visst perspektiv beroende på skribentens avsikter med dokumentet, exempelvis kan interna konflikter skapa sådana snedvridningar (Patel & Davidson, 1994).

4.1.2 Enkät

Både enkäter och intervjuer (se avsnitt 4.1.3) bygger på samma teknik, det vill säga frågor (Patel & Davidson, 1994). Bell (1993) menar att en enkätundersökning är en bra metod för att på ett snabbt och billigt sätt skaffa sig en viss typ av information. Enligt Patel & Davidson (1994) är enkäter ett bra verktyg för att exempelvis genomföra statistiska undersökningar på stora grupper och är relativt enkla att sammanställa. Ett problem med enkäter är att läsaren måste tolka frågorna på det sätt som avsändaren hade i åtanke. Vidare måste avsändaren ha tillräckliga kunskaper för att utesluta sådana frågor som kan uppfattas som onödiga (Bell, 1993). Att konstruera en bra enkät kan vid en första anblick visa sig lätt, men så är ofta inte fallet då stort arbete både måste läggas vid utformningen av frågor för att undvika feltolkningar och vid hur layouten ska se ut (Bell, 1993). Bortfall är ett annat problem som bör tas med i beräkningen eftersom det är vanligt att många inte väljer att svara på enkäten (Patel & Davidson, 1994).

4.1.3 Intervju

Intervjuer kan genomföras på olika sätt men kärnan består alltid i att en direkt kontakt sker mellan intervjuaren och respondenten (Patel & Davidson, 1994). Patel & Davidson (1994) beskriver två aspekter som bör tas hänsyn till vid en intervju: graden av standardisering och graden av strukturering. Med standardisering avser Patel & Davidson (1994) hur mycket ansvar som vilar på intervjuaren, med avseende på frågornas utformning och inbördes ordning. Graden av standardisering sjunker exempelvis i takt med att ordningen på frågorna kastas om eller att frågorna formuleras om för olika respondenter. Strukturering innebär enligt Patel & Davidson (1994) i vilken utsträckning frågorna kan tolkas fritt av respondenten beroende på dennes inställning och tidigare erfarenheter.

Som beskrivits ovan kan intervjuer ske på olika sätt. Antingen på ett mycket strukturerat sätt med hjälp av förutbestämda frågeställningar eller på ett mindre strukturerat sätt där en diskussion uppmuntras. Strukturerad och standardiserad intervjuteknik har fördelen att alla som intervjuas får likvärdiga frågor och har samma möjlighet att påverka slutresultatet (Patel & Davidson, 1994). Sammanställningen blir dock något enklare gentemot den friare diskussionsmetoden som beskrivs i nästa stycke.

Det andra alternativet är en intervju med en friare approach, det vill säga mindre standardiserad och mindre strukturerad, där en diskussion uppmuntras som kan leda till att mer information av kritisk natur framkommer. En medvetenhet bör dock finnas att sammanställningen blir mer tidskrävande för den friare diskussionsmetoden. (Patel & Davidson, 1994)

Ytterligare en aspekt som bör belysas är att tidsåtgången för de båda teknikerna är olika och att antalet respondenter spelar en avgörande roll. Vid undersökningar med ett stort antal svarande är på förhand uppgjorda frågeställningar mycket tidsbesparande medan skillnaden inte är så stor vid ett mindre antal svarande. Detta på grund av den arbetsinsats som krävs för att ta fram en bra frågeställning. (Patel & Davidson, 1994)

Slutligen finns det vid båda ovan nämnda teknikerna risk för ledande frågor, det vill säga att den som frågar vinklar frågan på det sätt som svaret önskas. Men denna risk är dock störst vid den friare intervjuformen (Patel & Davidson, 1994).

4.1.4 Survey

Enligt Bell (1993) är en survey-undersökning ett system för att samla in information och fakta med avsikten att beskriva ett område som är av intresse. En survey-undersökning är väl lämpad för att besvara frågor som rör vad, var, när och hur (Patel & Davidson, 1994). Dawson (2000) och Patel & Davidson (1994) menar att undersökningen ofta sker på en större avgränsad grupp med till exempel intervjuer eller frågeformulär. Avsikten är att identifiera relevant information, från en representativ grupp, som senare kan analyseras och jämföras för att finna olika mönster. Till fördelarna med denna typ av undersökning ska räknas att den är billig och snabb samt att möjligheten till generaliseringar finns (Bell, 1993). Den stora nackdelen med metoden är att det är svårt att veta om den utvalda gruppen är tillräckligt representativ för att kunna utföra långtgående generaliseringar på en hel population (Bell, 1993).

4.1.5 Fallstudie

En fallstudie utförs ofta mot en mindre avgränsad grupp, som exempelvis en grupp av individer i ett företag eller organisation, men kan även utföras mot en enskild individ (Patel & Davidson, 1994). Flera fallstudier kan göras för att jämföras med varandra. En fallstudie används ofta i samband med att studera processer och förändringar (Patel & Davidson, 1994). Bell (1993) menar att en fallstudie används för att undersöka och studera ett problemområde på djupet. Flera metoder, som exempelvis intervjuer och litteraturstudier kan användas. Bell (1993) och Dawson (2000) menar att fördelen med en fallstudie är att den ger bred information om det som undersöks. De nackdelar som nämns är att generaliseringar är svåra att göra samt att varje studie kan vara tidskrävande (Bell, 1993; Patel & Davidson, 1994).

4.1.6 Sammanfattning möjliga metoder

Alla ovan uppräknade möjliga metoder (se avsnitt 4.1.1-4.1.5) ska ses som tänkbara kandidater till detta arbete. För att relatera till frågeställningen (se avsnitt 3.2) krävs det att en metod används som kan bidra med att fånga domänkunskaper till undersökningen. Både enkäter och intervjuer har förmågan att användas till att inhämta domänkunskaper eftersom dessa bygger på samma teknik, det vill säga frågor. För att jämföra den kunskap som fångas av någon av de övriga metoderna är det viktigt med en teoretisk kunskap inom området. Detta innebär att någon form av litteraturstudie bör göras. En survey-undersökning kan även den användas sett till problempreciseringen eftersom den rör frågor av typen *hur*. Eftersom undersökningen är tänkt att utföras på en mindre grupp av individer i en och samma organisation kan även en fallstudie vara möjlig att använda. I nästa avsnitt (4.2) presenteras och motiveras de metoder som ska tillämpas för att besvara frågeställningen.

4.2 Vald metod

Med utgångspunkt från de tidigare presenterade möjliga metoderna ska några väljas ut till detta examensarbete. Alla tidigare presenterade metoder får anses som kandidater vid ett första urval som baserar sig på problemets typ. För att kunna förfinas ytterligare har Dawson (2000) identifierat ett antal kriterier som bör finnas i åtanke när en eller flera metod/er ska väljas. Till dessa kriterier hör *resurser, tid, pengar, kvalité* och *projektets bredd*. Utifrån ovan uppräknade kriterier och formuleringen av problempreciseringen kan ett beslut fattas angående val av metod. Dock menar Bell (1993) att en metod kan anpassas, det vill säga bara för att undersökningsmetoder har delats in olika fack, klassificerats, innebär detta inte att avvikelser får göras. De metoder som kommer att tillämpas i detta arbete är intervju och litteraturstudie. Motiveringen till varför dessa båda metoder kommer att användas följer i nästkommande kapitel.

4.2.1 Litteraturstudie

För att ta reda på vad som tidigare gjorts inom ett ämnesområde är litteraturstudie ett utmärkt sätt att gå till väga (Bell, 1993). Dock menar Patel & Davidsson (1994) att litteraturgenomgången är en relativt tidskrävande process både med hänseende till sökande och att litteraturen som eftersöks inte alltid finns tillgänglig. Trots dessa fakta är litteraturstudie jämförelsevis den metod som tar minst tid i anspråk i förhållande till övriga metoder som uppräknades i avsnitt 4.1. Även sett till Dawsons (2000) uppräknade punkter (se kapitel 4.1) är litteraturstudie den mest lämpade tekniken sett ur examensarbetets synvinkel eftersom både resurser i form av tid och pengar är små.

Detta poängteras ytterligare av det faktum att relativt många åsikter kan inhämtas utan att behöva träffa personerna som står bakom litteraturen. Vidare kan en litteraturstudie utföras oberoende av andra inblandade aktörer och den tid på dygnet som passar skribenten bäst. Dessutom finns möjlighet att gå tillbaka i litteraturen och studera skillnader och oklarheter. En medvetenhet bör dock finnas att kritiskt granska och analysera (se även kapitel 4.1.1) innehållet för att fastställa hur sannolika fakta som presenteras är (Patel & Davidsson, 1994). Syftet med litteraturstudien är att utföra en kvalitativ undersökning för att på så sätt skaffa en djupare kunskap än den fragmentiserade kunskap som ofta erhålls av en kvantitativ metod (Patel & Davidsson, 1994). Patel & Davidsson (1994) menar att ambitionen med en kvalitativ undersökning är att försöka förstå och analysera helheter. Något som stämmer väl in på problemområdet. Ofta ska olika typer av textmaterial bearbetas i en kvalitativ undersökning som exempelvis forskningsartiklar och böcker (Patel & Davidsson, 1994).

Undersökningen som kommer att utföras består av två moment, ett teoretiskt och ett praktiskt. Skälet till detta ska ses i samband med den explorativa karaktär som problemområdet har och att det då ofta används fler än en metod (Dawson, 2000). Det teoretiska momentet utförs med litteraturstudie medan det praktiska momentet ska göras genom intervju. I nästa avsnitt motiveras och diskuteras metoden intervju.

4.2.2 Intervju

Intervjuer kommer att användas i detta examensarbete främst för att fånga de olika begrepp som ska användas i det tänkta IT-stödet och på så sätt ge ett annat perspektiv än litteraturstudien. Intervjuer är fördelaktiga att tillämpa i detta arbete på grund av den möjlighet som ges att skapa frågor som är anpassade till respondenten samt ett utmärkt tillfälle att ställa relevanta följdfrågor. Dessutom kan den som ställer frågorna klargöra vad frågorna syftar till i fall respondenten inte förstår vad som avses med frågan (Patel & Davidsson, 1994). Vid intervjuer är det grundläggande att syftet med intervjun klart framgår både för att motivera respondenten och för att hålla intresset uppe hos denne genom att hon/han får tillfälle att beskriva sina åsikter. Sett till dessa fördelar är enkät inte en lika gångbar teknik.

Även intervju är en typ av metod som kan sägas vara kvalitativ på grund av att stora textmassor ska bearbetas. Enligt Patel & Davidsson (1994) blir materialet redan omfattande efter några få intervjuer och detta innebär att en kvantitativ undersökning ofta blir arbets- och tidskrävande.

Som tidigare beskrivits är en intervju en frågeteknik som måste ta hänsyn till standardisering och strukturering. I undersökningen kommer en relativt hög grad av standardisering att användas. Detta på grund av att det är önskvärt att respondenterna får mycket liknande frågor i samma ordning. Det huvudsakliga skälet till detta är att kunna sammanställa och bearbeta svaren på ett lättare och snabbare sätt. Struktureringen av intervjuerna kan komma att bli ganska låg. Detta innebär att frågorna ska kunna tolkas fritt av respondenten i förhållande till dennes tidigare erfarenheter. Vidare uppmuntras en diskussion med en låg grad av strukturering som är mycket viktig när olika begrepp ska fångas in och klassificeras inom ramen för ontologi och taxonomi. Då antalet respondenter i undersökningen är få är det realistiskt att hinna sammanställa ett intervjumaterial som baserar sig på öppna frågor. För att ge respondenterna möjlighet att förbereda sig på intervjufrågorna kan dessa med fördel skickas till dem en tid innan intervjuerna äger rum. Ytterligare ett skäl till att skicka iväg frågorna innan intervjuerna utförs är att respondenterna får möjlighet

att ställa frågor angående formuleringen. Detta sett till att det skulle visa sig att de är otydligt formulerade.

Som beskrivits ovan varierar för- och nackdelarna beroende på graden av standardisering och strukturering. Detta innebär att det är viktigt att bedöma vilken typ av intervju som passar problemställningen. Sett utifrån både Dawsons (2000) och ovan beskrivna kriterier kommer litteraturstudie och intervju att användas i detta arbete.

4.2.3 Sammanfattning av valda metoder

För att sammanfatta och motivera beslutet av de båda valda metoderna refereras återigen till Dawsons (2000) kriterier; *resurser, tid, pengar, kvalitet* och *projektets bredd*. Först presenteras dock skäl till varför de övriga uppräknade metoderna inte kommer att användas. Projektets bredd är inte tillräckligt stort för att motivera en survey-undersökning då sådana ofta är omfattande och dessutom mycket tidskrävande. En enkätundersökning är ej idealisk då följdfrågor inte är möjliga och missuppfattningar kan bidra till felaktiga tolkningar av frågorna och kan därför komma att påverka arbetets kvalitet. En fallstudie anses inte heller realistisk att utföra främst för att de kan vara tidskrävande och används i första hand till att studera processer och förändringar i en organisation vilket inte är fallet i detta arbete. Hela projektet (se avsnitt 4.3) kan däremot kallas för en fallstudie där olika arbeten ska sammanfogas till en helhet för att bland annat kunna studera problemområdet på djupet. De två återstående metoderna litteraturstudie och intervju är lämpliga av flera orsaker. Litteraturstudien är troligen den minst tidskrävande metoden och kan som tidigare nämnts användas för att inhämta många åsikter utan att behöva kontakta författaren. Undersökningen kräver att en direkt kontakt tas med personer i organisationen för att fånga den kunskap som finns där. Därför är intervju ett utmärkt sätt att fånga domänkunskap och på så sätt bidra till arbetets kvalitet.

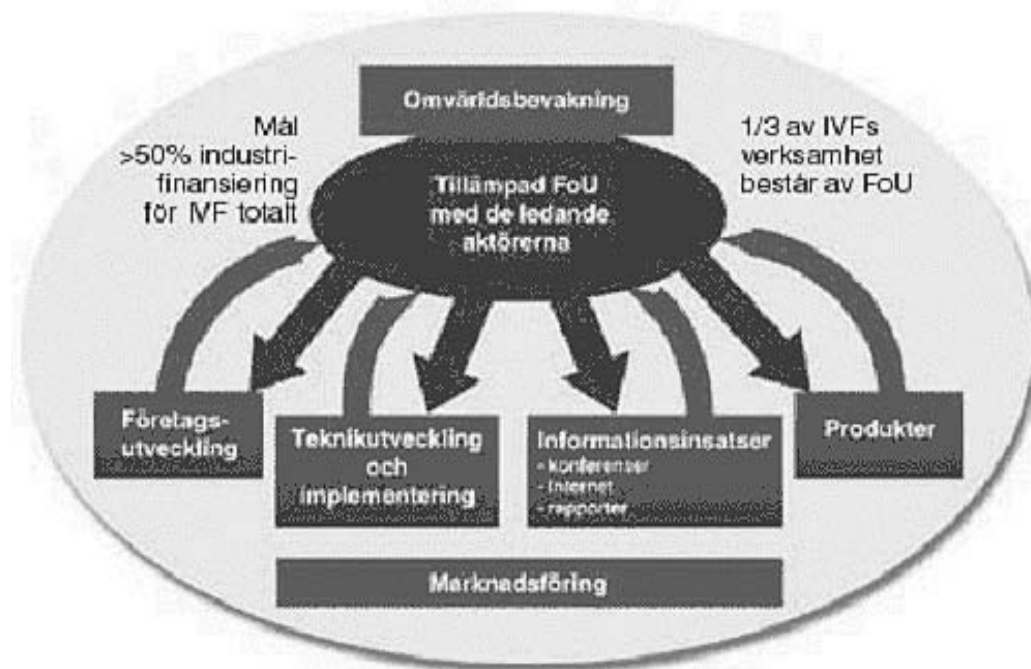
4.3 Bakgrund till fallstudien

Högskolan i Skövde har sedan en tid deltagit i ett projekt där avsikten är att ta fram ett IT-stöd för samordnad framtagning av produkter och produktionssystem. Projektet är ett samarbete mellan institutet för verkstadsteknisk forskning (IVF), Volvo, Kockums, Chalmers, Högskolan i Skövde samt Ingenjörshögskolan i Jönköping. Detta examensarbete utgör ett delprojekt inom ramen för det ovan beskrivna arbetet. Eftersom grunden till projektet har tagits på initiativ av IVF beskrivs först deras verksamhet.

IVF ägs till 40 procent av staten via bolaget Institute for Research and Competence holding AB (IRECO). Resterande 60 procent ägs av en ideell förening som består av olika svenska tillverkningsföretag (Institutet för verkstadsteknisk forskning, 2001). Kärnområden för industriforskningsinstitutet IVF är att erbjuda olika företag snabbare utveckling och tillväxt i direkta uppdrag. Några av IVF:s kärnområden beskrivs i punktlistan nedan (Institutet för verkstadsteknisk forskning, 2001):

- Produktframtagning – mekanik
- Produktframtagning – elektronik
- Informations- och kommunikationsteknik
- Miljö och verksamhetsutveckling

I 37 år har industrirelaterad forskning bedrivits och lett till utveckling inom företagens kärnområden (Institutet för verkstadsteknisk forskning, 2002). IVF har idag cirka 200 medarbetare, de flesta är civilingenjörer, med teknologie licentiater eller doktorer. Industrieforskningsinstitutet samarbetar med bland annat högskolor och teknikledande företag. IVF:s arbetssätt går till stor del ut på att genom omvärldsbevakning tillämpa forskningsutveckling ihop med några ledande aktörer. Forskningsutvecklingen knyter samman utveckling inom företagsutveckling, teknikutveckling och produkter. De tillämpar även informationsinsatser som exempelvis konferenser, information på Internet och olika rapporter. I dagsläget består cirka en tredjedel av IVF:s verksamhet av forskningsutveckling. Vidare beskrivs arbetssättet i figur 8.



Figur 8: Arbetssätt vid IVF (återgiven med tillstånd från Institutet för verkstadsteknisk forskning, 2002)

Grunden till det aktuella projektet lades med rapporten *Kunskapshanterande IT-system för produktframtagning* (Rask, et al., 2000). I rapporten (Rask, et al., 2000) framgår att många tillverkande företag gör skäl för epitetet kunskapsföretag. Olika producerande företag kan inte konkurrera genom att enbart disponera maskiner, byggnader, material och personal. Nästan alla företag som lyckas på en öppen marknad har dolda/informella kunskaper som till exempel erfarenheter, strategier och värderingar. (Rask, et al., 2000; IVF, 2000)

4 Metoder och metodval

”Denna kunskapsstruktur utgör många gånger företagets viktigaste tillgång och måste förvaltas väl och ständigt vidareutvecklas.”
(Rask, et al., 2000 s. 4).

Målet med detta projekt är således att ta fram moderna IT-verktyg som kan utnyttjas för effektiv kunskapshantering (Rask, et al., 2000). Enligt Rask, et al. (2000) finns det idag omfattande stödsystem för att dokumentera framtagna lösningar (till exempel CAD) samt verktyg för att analysera och prediktera förväntade egenskaper och beteenden (till exempel robotsimuleringsprogram). Dock saknas det helt eller finns knapphändigt IT-stöd för den skapande delen, syntesen, där det går från uppgift och förutsättning till lösning. (Rask, et al., 2000; IVF, 2000)

Produkttillverkande företag strävar idag efter att bedriva utveckling som en systematisk integrerad process. Allt oftare är den huvudsakliga informationsbäraren i utvecklingsprocessen en virtuell produkt, det vill säga informationen finns ofta som en digital representation. (Sutinen, et al., 2000a) Som tidigare nämnts finns det brist på IT-stöd vad gäller hantering av krav, funktioner och olika lösningar på konceptnivå. Hanteringen av den information som framkommer under de tidigare faserna är särskilt viktig för att de detaljer, som berörs av ändringar i olika krav, ska kunna identifieras. (Sutinen, et al., 2000a) Väsentligt är att inse vilka återverkningar som ett ändrat krav har på övriga delar.

Hela projektet är tänkt att löpa över tre år. Den del som innefattar detta och ett flertal andra arbeten ska vara klar till halvårsskiftet 2002 och kan sägas utgöra en förstudie, med målet att utveckla metodiken, det vill säga relatera produktens och tillverkningsystemets specifikationer till varandra. Denna förstudie ska användas i nästa etapp där målet är att definiera funktionalitet och arkitektur för det planerade IT-stödet och leda fram till tre körbara prototyper. Högskolan i Skövde ingår i projektet för att bidra med kunskap inom områdena systemutveckling, databaser, programmering och människa-maskin-interaktion. I dagsläget finns det fyra delprojekt som bedrivs av studenter vid Högskolan i Skövde.

Det första arbetet innefattar en utvärdering av gränssnittet hos ett av de verktyg som används i produktframtagningsprocessen. Genom att utvärdera ett gränssnitt som används erhålls kunskap om för- och nackdelar som senare kan ligga till grund för ett bättre anpassat gränssnitt hos det tänkta IT-stödet.

Nästa delprojekt handlar om att det inom tillverkningsindustrin ofta används designstruktur-matriser (DSM), vid design av produkter. DSM nyttjas för att visa på vilket sätt de olika stegen i tillverkningen är relaterade till varandra. Arbetet har som syfte att undersöka möjligheterna att använda DSM i en databas.

Ett annat delprojekt består i att det finns en avsaknad vad gäller datorstöd i konstruktionsarbete. Bristen på datorstöd finns i konstruktionsarbetets syntesfas där aktiviteterna kan delas upp i en kreativ del och en rutinartad del. Den stora potentialen för datorstöd ligger inom de rutinartade och repetitiva arbetsuppgifterna. Här finns möjligheter att bygga system utifrån olika typer av färdiga datorprogram som finns för applicering inom skiftande domäner, till exempel expertsystem och beräkningsprogram. Målet är att välja ut ett lämpligt verktyg och identifiera vilka egenskaper som karaktäriserar detta och på så sätt kunna utföra en integrering i denna typ av system.

4 Metoder och metodval

Det sista delprojektet, som även utgör ramen för detta examensarbete, består i att skapa en ontologi/taxonomi för att hantera olika begrepp och data som innefattas av det framtida IT-stödet. Mer specifikt innebär detta att hitta en informationsmodell som bidrar till att representera data och information på ett konsistent sätt så att även spårbarhet erhålls.

I nästa kapitel beskrivs hur undersökningen utfördes med hjälp av de tidigare valda metoderna.

5 Genomförande

Kapitlet har till syfte att redogöra för och beskriva hur informationsinsamlandet har genomförts, det vill säga intervjuer (avsnitt 5.1) och litteraturstudie (avsnitt 5.2). Detta kapitel fokuserar på hur arbetsprocessen sett ut, medan materialet som samlats in under processens genomförande presenteras i kapitel 6 (material).

I avsnitt 2.1.4 (produktutveckling) presenterades centrala begrepp kopplat till de teoretiska utgångspunkterna. Avsikten med avsnittet var att presentera en bakgrund till området sett från ett generellt perspektiv. Anledningen till att inte fler begrepp definierades där, är främst att dessa inte framkom förrän här i genomförandet. Detta ska också kopplas till problemställningen där fokus är att utföra en begreppsmodellering inom ramen för ontologi och taxonomi. Eftersom genomförandet syftar till att modellera en specifik domän kan det eventuellt framkomma att begrepp som förklarats och definieras i avsnitt 2.1.4 inte helt stämmer överens med det material som presenteras i kapitel 6.

5.1 Intervju-undersökning

Målet med intervju-undersökningen var, som tidigare presenterats, att inhämta domänkunskap från personer som arbetar inom/med produktutveckling genom ett praktiskt moment. Eftersom examensarbetet ingår som en del av det tidigare beskrivna projektet (se avsnitt 4.3) var det naturligt att genomföra intervju-undersökningen hos IVF. Det är också IVF som har mycket av den domänkunskap som ska modelleras i en begreppsmodell.

För att genomföra intervju-undersökningen kontaktades en representant från IVF via telefon för att bestämma ett första datum. Efter att datum och tid hade bestämts var det hög tid att påbörja formulera de frågor som skulle användas vid intervjuerna. För att ge respondenterna möjlighet att förbereda sig på frågorna skickades dessa iväg fem dagar innan intervjutillfället. Dessutom bifogades en prioritetsordning bland frågorna eftersom de är relativt många till antalet (se bilaga 2). Eftersom fokus i undersökningen är begreppsmodellering poängterades det att alla frågorna ska ses från denna aspekt. Då antalet respondenter i undersökningen är relativt få, endast tre stycken, var utgångspunkten att ställa så kallade ”öppna frågor”. Som beskrivits tidigare i avsnitt 4.2.2 (intervju) är avsikten med öppna frågor att ge tillfälle att ställa relevanta följdfrågor samt uppmuntra en diskussion. För att rama in intervju krävdes det att frågorna var formulerade på ett sådant sätt att ovan nämnda diskussion uppmuntrades. Antalet respondenter kan tyckas vara relativt få i förhållande till undersökningen. Anledningen till detta är att det är en domänspecifik undersökning vilket innebär att utomstående individer inte kan förväntas svara på frågor inom området. Tilläggas bör att det endast är tre respondenter som har denna kunskap i domänen, vilket innebär att samtliga har intervjuats. Dessutom var det en förutsättning inom projektet att det var just dessa tre individer som skulle intervjuas. De frågor som ställdes under intervjuerna presenteras i bilaga 1, intervjufrågor.

För att ”få ut” så mycket information som möjligt från varje respondent gjordes intervjuerna enskilt. Varje fråga gick igenom efter den prioritetsordning som finns redovisat i bilaga 2. Respondenterna uppmuntrades att rita modeller för att svara på frågorna men detta visade sig vara svårt att få dem att göra. Istället ritade intervjuaren (författaren till detta examensarbete) modeller över de svar som framkom på ett vanligt A4-papper. Utifrån de handritade modellerna fördes en diskussion över relationen mellan begreppen och vad de innebär.

Efter det att intervjuerna var utförda sammanställdes de anteckningar och modeller som framkom i undersökningen. För att verifiera att begrepp, modeller och olika relationer dem emellan var korrekt tolkades skickades en sammanställning i väg via e-brev till IVF. På detta sätt gavs respondenterna en möjlighet att rätta till eventuella missuppfattningar.

5.2 Litteraturstudie

Syftet med litteraturstudien, som tidigare beskrivits i avsnitt 4.2.1, var att belysa problemområdet sett från ett annat perspektiv än den som intervju-undersökningen förväntas ge. Genom att söka efter litteraturkällor som kan besvara hela eller delar av frågeställningen kan ett pussel börja läggas. Litteraturstudien ska även ses som en kompletterande metod till intervjuerna för att eventuellt fylla de "luckor" som finns i domänkunskap hos respondenterna. Med "luckor" avses de bristande domänkunskaper kring centrala begrepp som kom fram under intervjuerna. När en litteraturstudie genomförs är det brukligt att presentera och argumentera för de källor som används. Dessutom bör en motivation finnas till varför källor som har bäring på problemställningen inte används. I detta arbete kommer inte någon sådan presentation att göras. Skälet till detta är att det är intervju-undersökningen som utgör fokus medan litteraturstudien ska ses som ett komplement för att fylla i "luckor i domänkunskap". Vidare kan inte någon källa som presenteras i litteraturstudien sägas vara mer relevant än någon annan. Givetvis ska hänsyn tas till det som presenterades under kapitel 4.2.1 (litteraturstudie).

För att finna olika källor som kan hjälpa till att besvara problempreciseringen och beskriva bakgrunden har främst de olika databaser som finns på Högskolans i Skövde bibliotek använts. Fokus blev litteratur i form av vetenskapliga artiklar då endast ett fåtal källor återfanns i form av böcker. Böckerna var dessutom inte kopplade till det datavetenskapliga området utan relaterat till psykologi, samhällsvetenskap och humaniora med ett perspektiv som inte stämde in på frågeställningen. För att komplettera de databaser som biblioteket står till tjänst med gjordes olika sökningar med hjälp av nyckelord i sökmotorn Google på Internet. Här gjordes sökningar med olika kombinationer av nyckelord för att därefter gå igenom dokument efter dokument. Som exempel på nyckelord som användes kan nämnas: "ontology", "taxonomy", "conceptual modeling", "integration", "KBE", "system engineering" och så vidare. Av de "träffar" som sökmotorn returnerade gick cirka 70 dokument igenom för varje kombination av ord. Ibland var givetvis antalet träffar betydligt lägre på grund av den aktuella sammansättningen av nyckelord. Vid dessa tillfällen genomlästes alla dokument som sökmotorn returnerade.

Det har visat sig under arbetets gång att mycket lite material kunnat hittas som kan kopplas till problempreciseringen. Perspektivet i det mesta av materialet som hittades kunde användas till att generellt beskriva ontologi och taxonomi, men inte hur en ontologi/taxonomi kan byggas. Även material av mycket domänspecifik karaktär återfanns som exempelvis ontologier inom det medicinska området där mycket forskning pågår. Dock var detta material inte inom examensarbetets område och kan inte (enligt författaren av detta arbete) översättas. Översättas i det här fallet innebär att kunna överföra en ontologi från ett område till ett annat med vissa mindre förändringar.

Ett av målen, som tidigare nämnts, var att hitta material om hur en begreppsmodell kan realiserar/byggas med hjälp av ontologi och taxonomi inom ett produkttillverkande företag. Men eftersom det inte har gått att hitta tillräckligt

5 Genomförande

material kring denna punkt intog litteraturstudien ett annat perspektiv. Istället för att söka efter olika sätt att realisera/bygga en begreppsmodell som skulle kunna vara applicerbar inom ontologi, med inriktning på tillverkningsindustrin, undersöktes delar av den begreppsflora som finns inom tillverkningsindustrin. Att finna material om olika begrepp som används inom produkttillverkande företag visade sig vara betydligt lättare. Området är enormt stort och det finns mycket forskning där. Dessutom pågår det en hel del intressanta projekt som kan sättas i samband med det tidigare presenterade projektet (se avsnitt 4.3). Målet med litteraturstudien blev att fylla de "luckor" som fanns i domänkunskap hos respondenterna under intervjuerna. De begrepp som kom att bli fokus var PDM och en standard som benämns STEP. Dessa båda begrepp förklaras och definieras i kapitel 6. Anledningen till att dessa båda begrepp kom att förklaras ytterligare genom litteraturstudien var dels intresset från respondenternas sida och dels de många begrepp som finns kopplat till integration av olika IT-verktyg.

I nästa kapitel presenteras det material som samlats in under intervju-undersökningen och litteraturstudien.

6 Materialpresentation

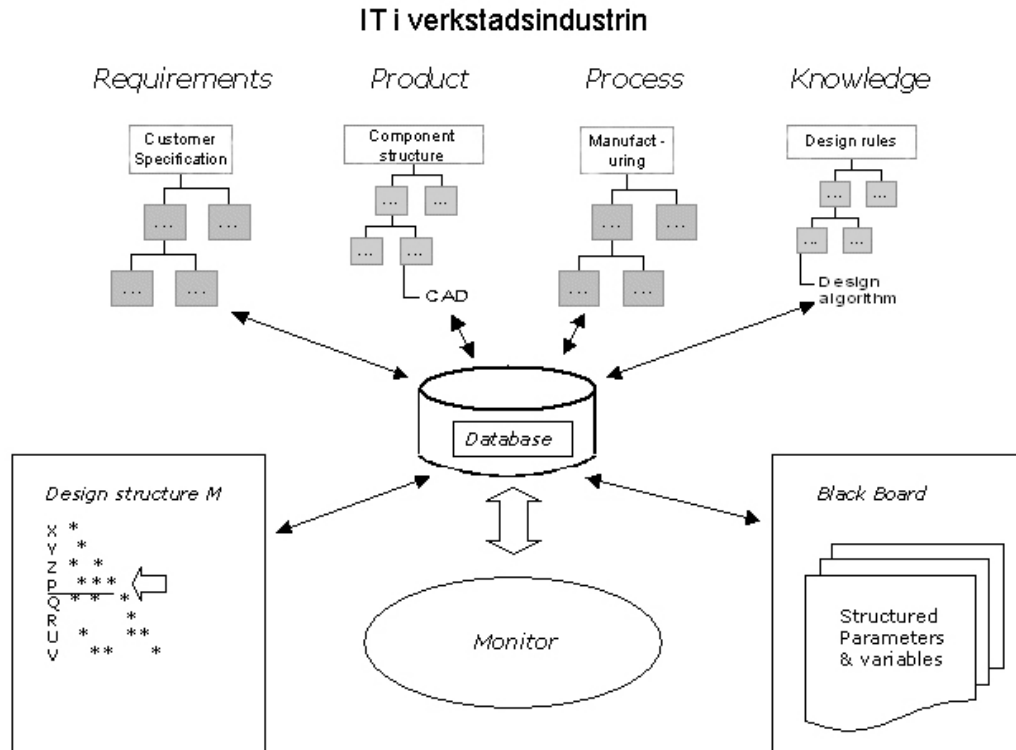
I kapitlet presenteras det material som har samlats in via intervju-undersökningen (avsnitt 6.1) och den kompletterande litteraturstudien (avsnitt 6.2). Materialet ligger sedan till grund för analys och resultat som återfinns i kapitel 7.

6.1 Intervju-undersökning

För att presentera materialet som framkom under intervjuerna delas frågorna in i olika områden på samma sätt som gjordes i det e-brev som skickades till respondenterna innan själva intervjuerna gjordes. Med område avses ett specifikt frågenummer och tillhörande delfrågor. De svar där respondenterna var överens presenteras och beskrivs tillsammans. I de fall där skillnader i åsikter fanns presenteras detta sist i varje område. All text som presenteras under respektive område ska tolkas som svar från respondenterna eftersom det var på detta sätt som de uttryckte sig. Tilläggas bör att en del områden går ihop med varandra, därför besvaras vissa frågor av olika områden. I bilaga 2 (förberedande e-brev till respondenterna) finns de olika områdena uppställda tillsammans med respektive frågenummer. Förutom de modeller som presenteras i nästa avsnitt har en ontologi/taxonomi skapas i form av en tabell (se tabell 1) över intressanta begrepp och tillhörande förklaringar. Eftersom begreppen framkom både under intervjuerna och under litteraturstudien presenteras tabellen i ett eget avsnitt (se avsnitt 6.3).

Område 1: Omfång begreppsmodell.

Figur 9 användes för att ringa in det område som ontologin/taxonomi ska verka i. De delarna som antogs beröra detta examensarbete är de fyra översta delarna det vill säga requirements, product, process och knowledge. Den undre delen av figur 9, det vill säga: databas, blackboard, monitor och design-structure-matrix utgör andra delprojekt som finns beskrivna i kapitel 4.3. Figur 9 ska tolkas utifrån ett tänkbart scenario där informationstekniken står i centrum och ska fungera som en länk mellan de olika ingående delarna. De fyra övre beskrivna delarna kan sägas vara kärnan för den integration som IVF hoppas kunna utföra med ett nytt IT-stöd. Med requirements avses olika typer av krav från en kund. Product innebär fokus på komponentstrukturen via de olika designmodeller som exempelvis kan realiseras i ett CAD-system. Processdelen i figuren avser att beskriva den fysiska tillverkning som sker. Knowledge innebär olika typer av kunskap som finns i organisationen. Under figuren redovisas för de svar som framkom kopplat till figur 9.

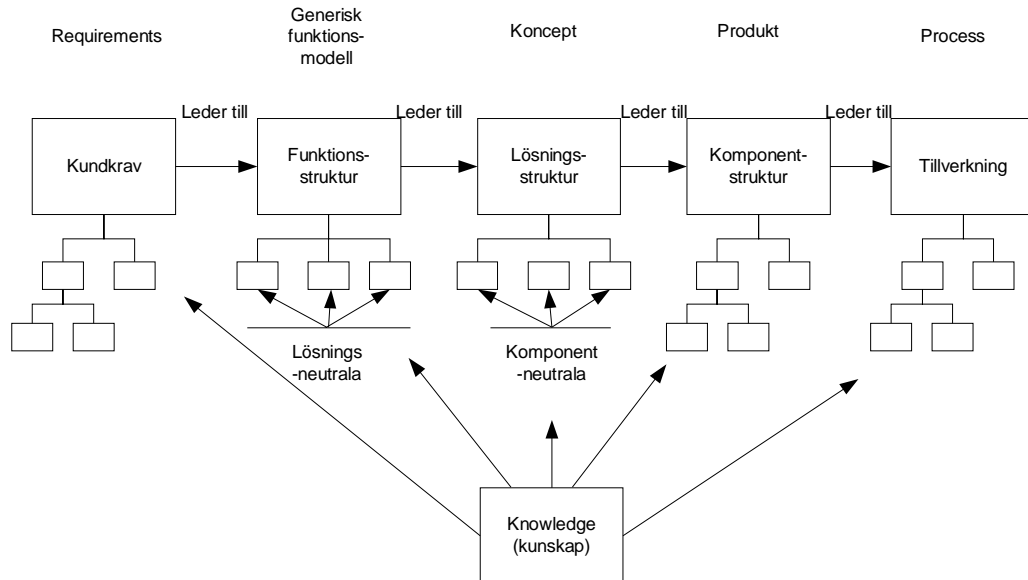


Figur 9: IT i verkstadsindustrin (återgiven med tillstånd från Sunnersjö, 2002)

Det framkom att figur 9 inte innehåller alla de delar som bör vara med sett till de fyra översta delarna requirements, product, process och knowledge. Istället bör figuren kompletteras med ytterligare delar för att få en helhet. Dock visade det sig att det *är* ovan beskrivna fyra delar som efter en komplettering är av särskilt intresse. Resultatet av nämnda komplettering redovisas i figur 10 (se nästa sida). Figuren ska tolkas utifrån den kunskap (knowledge) som finns i organisationen. Pilarna mellan kunskap och övriga ”moduler” symboliserar den koppling som önskas mellan kunskap och olika delar i konstruktionsprocessen. Anledningen till att inga relationer finns utsatta till dessa pilar är att det är svårt att beskriva relationen med några få ord. Kunskap tillhör konstruktionsfasen, det vill säga alla de övre delarna i figur 10, och är ett syntesverktyg som skall generera konstruktionslösningar. Pilarna i figurens övre del symboliserar ett tänkt flöde på ett konceptuellt plan. Detta innebär att ingen produkt konstrueras/designas i ett sekventiellt flöde. Istället görs många iterationer och hopp fram och tillbaka i varje ”modul”. Figur 10 är förenklad med syftet att ge en generell konceptuell bild över området. Requirements, det vill säga egenskapskrav, primärkrav och kundkrav leder fram till en funktionsmodell som realiseras genom olika funktionsstrukturer där en uppdelning sker i delfunktioner. Funktionsstrukturen är lösningsneutral, det vill säga ingen hänsyn tas till en viss lösning. Syftet med funktionsmodelleringen är att göra en produktbeskrivning som genomförs i en lösningsstruktur. I lösningsstrukturen tas olika konceptlösningar fram som är helt komponentneutrala, det vill säga den består av principlösningar. En godtyckligt vald lösningsstruktur påverkar i sin tur komponent- eller artikelstrukturen.

6 Materialpresentation

I dagsläget finns det olika IT-verktyg som stöd för komponentstrukturen exempelvis product-data-management (PDM) -system eller enklare arkivsystem. Med enklare arkivsystem avses till exempel utforskaren i MS Windows. Det sista som sker i det "tänkta" flödet i figur 10 är att komponentstrukturen leder till ett tillverkningsunderlag.

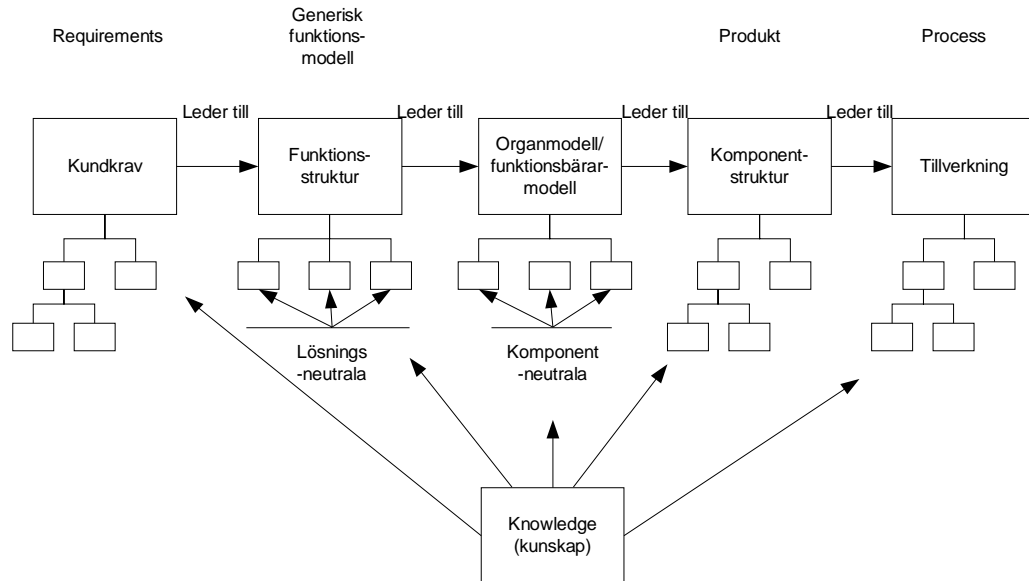


Figur 10: Område för begreppsmodell, förslag 1.

Det man vill åstadkomma är att "hänga på" kunskap till de delar som visas med pilar i figur 10. Kunskapen finns i organisationen, men inte i digital form. Med *knowledge* avses all den kunskap som finns om allt från konstruktion till tillverkningsprocess. För att beskriva den kunskapen kommer två exempel att användas. Det första exemplet är den "fingertoppskänsla" som en konstruktör har genom mångårig erfarenhet. Det andra exemplet är en konstruktionshandbok som finns i organisationen. Denna handbok finns ofta i form av en pärm eller på en CD-ROM skiva. Vidare är kunskap i huvudsak knuten till principlösningar. Detta innebär att realisera en principlösning så att den tillmötesgår vissa kundkrav och tillverkningskrav för att kunna upprätta anvisningar för hur detta skall gå till. Detta kan samlas i en konstruktionshandbok. *Produkt* innebär hur komponentstrukturen för en viss produkt är uppbyggd som ska tillverkas. *Process* i sammanhanget innebär fokus både på produkten som sådan men även på tillverkningsprocessen. Detta innebär att begreppet process består av två olika delar där det gemensamma målet är att ta fram den billigaste slutprodukten.

En av respondenterna modellerade om figur 9 från ett annat perspektiv. Den liknar figur 10 utom i ett avseende, nämligen att begreppet lösningsstruktur har tagits bort och ersatts med *organmodell/funktionsbärarmodell*. Detta presenteras figur 11.

6 Materialpresentation



Figur 11: Område för begreppsmodell, förslag 2.

I organmodellen (se figur 11) representeras olika principlösningar som sker exempelvis genom sökningar i konstruktionskataloger över fysikaliska principer, patentregister eller kreativt nytänkande. *Funktionsbärare* är fysiska realiseringar av de tidigare nämnda principlösningarna.

I samband med den verifiering som bland annat gjordes med avsikt att kontrollera de framtagna modellerna gentemot IVF framkom det några ändringar kopplat till figur 11. Anledningen till förändringen är den syn som ska råda på begreppet organmodell/funktionsbärarmodell. Detta innebär att det i vissa fall kan vara motiverat med en organmodell men i allmänhet så krånglar den bara till begreppsvärlden. Ska figuren vara "renlärig" bör det alltså finnas en organmodell. Dock ansåg respondenterna, i samband med verifieringen, att det inte var motiverat med en organmodell/funktionsbärarmodell i denna begreppsmodellering på grund av den komplexitet som finns kopplat till området. Detta innebär att figur 10 kan sägas vara den modell som ska illustrera området.

Område 2 KBE respektive 4 CAE.

Anledningen till att område 2 respektive 4 besvaras under samma "tak" är att dessa områden under intervjuerna visade sig vara nära sammanbundna.

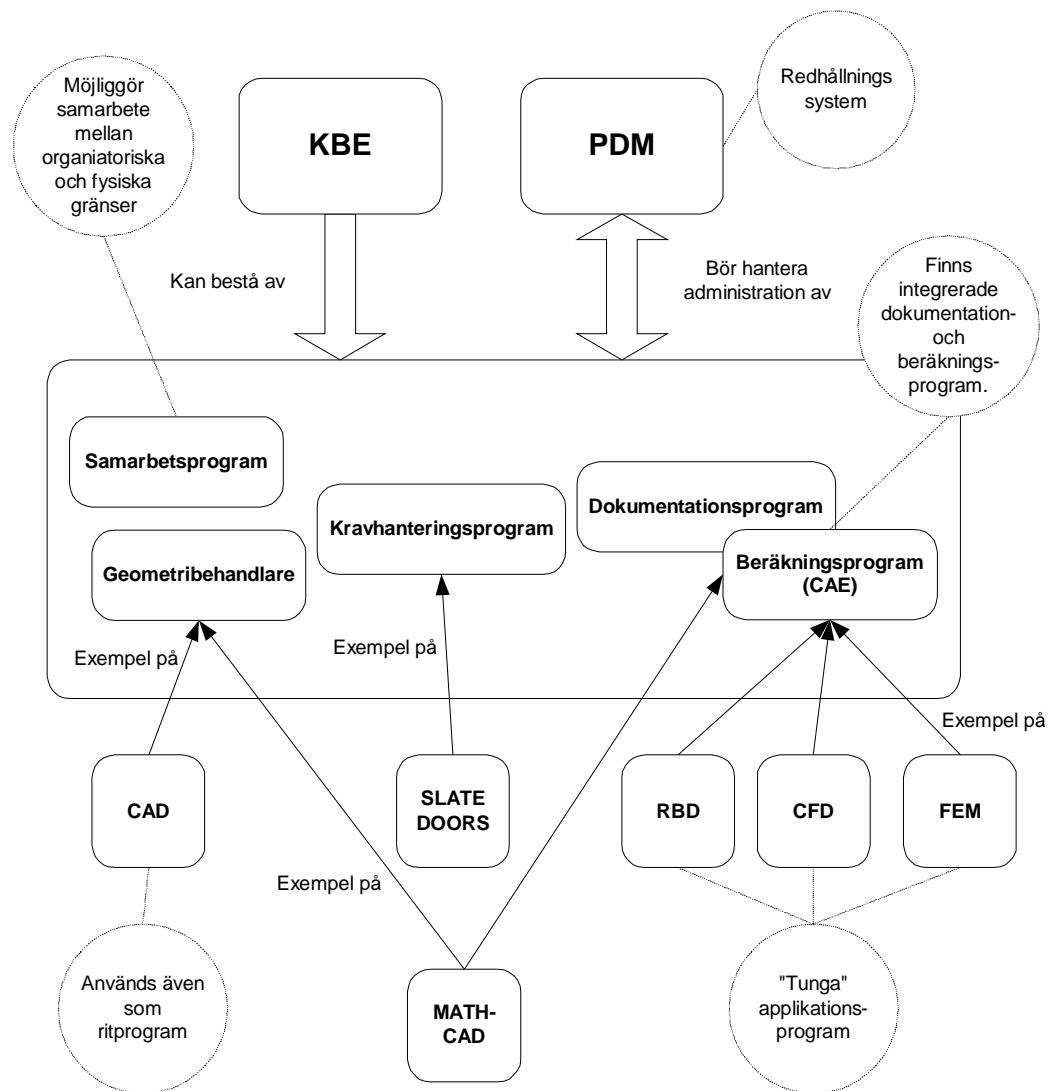
Knowledge-based engineering kan sägas vara ett övergripande arbetssätt inom ingenjörsvärlden. Vidare kan det ses som ett sätt att strukturera och återanvända kunskap i syfte att inget glöms bort, det vill säga att inte "uppfinna hjulet igen" om sådan kunskap redan finns. Begreppet behöver inte innefatta datorstödda verktyg men gör oftast det. Begreppet ska inte kopplas ihop med artificiell intelligens (AI).

För att beskriva relationen mellan KBE, product-data-management (PDM), computer-aided-engineering (CAE) gjordes en modell över detta. Det var även inom detta område som fler intressanta begrepp framkom. Detta innebar att område 4 och dess frågor kom att bli besvarade under denna del av intervjun. I figur 12 redogörs för hur

6 Materialpresentation

ovan begrepp relaterar till varandra. De streckade cirkelarna är kommentarer för att lättare kunna tolka bilden.

Som framgår i figur 12 kan ett KBE-system bestå av samarbetssystem, geometribehandlare, kravhanteringsystem, dokumentationssystem och beräkningssystem. Beräkningsprogrammen kallas också computer aided engineering (CAE). Exempel på CAE är rigid body dynamics (RBD), computational fluid dynamics (CFD) och finite element method (FEM). RBD är mjukvaruprogram som realiserar möjligheten att kunna se hur exempelvis en planetväxel beter sig. Med planetväxel avses till exempel en typ av kuggväxel som finns i vissa automatväxellådor i personbilar.



Figur 12: Kopplingen mellan centrala begrepp och KBE.

6 Materialpresentation

CFD används för att till exempel en motorutvecklare ska kunna göra flödesberäkningar. FEM-program (ändliga element-beräkningar) möjliggör belastningsberäkningar på olika typer av material. Gemensamt för RBD, CFD och FEM är att de alla är processorkrävande och därför hör till så kallade ”tunga” beräkningsprogram. Exempelvis utför en konstruktör en anpassning till en tidigare konstruktion för att möta nya krav där denne använder sig av överslagsmässiga beräkningar. Är det till exempel en kritisk konstruktion ur hållfasthetsteknisk synpunkt så måste den verifieras genom exempelvis FEM-beräkningar. Det finns i dag mjukvara, exempelvis MathCad, som både tillhör beräkningsprogram och geometribehandlare. Skälet till detta är att det går att exekvera beräkningar direkt i programmet samt att utföra olika geometriska modelleringar. Därför finns en koppling mellan geometribehandlare och MathCad. Ett annat exempel på geometribehandlare är CAD som även kan användas som ett ritprogram. Det finns även beräkningsprogram och dokumentationsprogram som är delmängder av varandra. Dock framkom inte någon ytterligare information eller exempel på sådana program. Inom KBE kan även kravhanteringsprogram användas som till exempel SLATE och DOORS.

De samarbetssystem som finns inom KBE utgör inte fokus för denna rapport därför diskuteras dessa inte vidare.

PDM-systemen fungerar som ett ”redhållningssystem” för de delar som ringats in i figur 12. Med redhållningssystem avses bland annat ett program som håller ordning på filer från andra program som kan kopplas till ett PDM-system. PDM-system redovisas mer utförligt i nästa delområde som följer nedan.

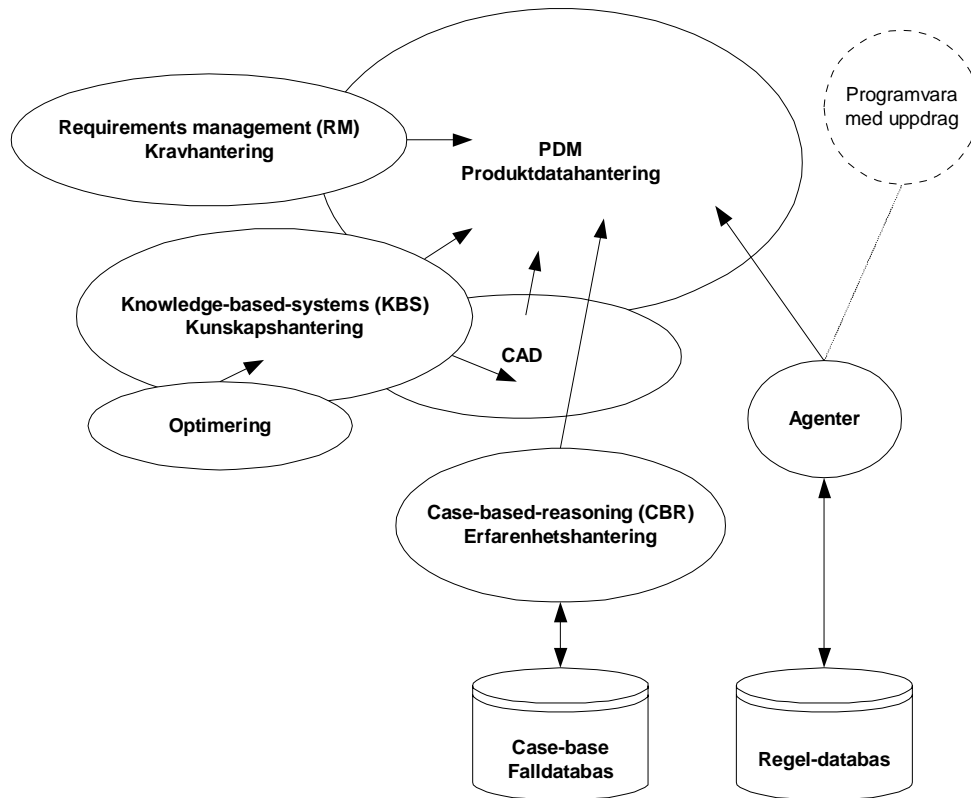
Område 3: PDM.

Generellt sett är ett PDM-system en programvara som hjälper till att hantera både produktdata och produktutvecklingsprocessen. Dess huvudsakliga uppgifter är: samla upp och strukturera produktdata, göra data tillgänglig för andra program, göra data tillgänglig för rätt personer, samt styra data mellan personer och system. PDM-systemet förväntas hantera all data som tas fram under produktutvecklingen, till exempel kravspecifikationer, ritningar, beräkningar och produktstrukturer. Dessutom hanterar systemet så kallad metadata (data om data), till exempel var en fil finns lagrad, till vilket system filen hör, vem som har behörighet till den, samt versionsnummer. Produktdata som ligger i PDM-systemets databas presenteras i formulär. Filer som kopplas till PDM-systemet, till exempel CAD-ritningar, kan oftast granskas direkt i ett sådant system. PDM-systemet stödjer främst produktutvecklingen, från kravställning till färdiga tillverkningsunderlag. Ett PDM-system består av en databas, ett datavalv, användargränssnitt, samt gränssnitt mot andra system. I databasen ligger produktmodellen. Det är en beskrivning av vilken information som behövs för att beskriva en viss produkt och hur informationen knyts samman. Där finns även metadata om de filer som skall hanteras av PDM-systemet, till exempel CAD-ritningar och andra dokument. Själva filerna ligger i datavalvet. Gränssnittet mot användare och andra system låter användaren ändra på data i databasen och skicka filer till och från andra system, exempelvis CAD-system.

Figur 13 har ett annorlunda perspektiv än figur 12 i det avseendet att här är det PDM-systemet som står i centrum. Det generella målet är att fler och fler perifera system och program ska integreras med ett PDM-system. Detta innebär att figur 13 illustrerar de funktioner som finns i öarna runt PDM-systemet och kommer på sikt att finnas

6 Materialpresentation

tillgängliga i PDM-systemen. Detta innebär att programmen kan exekveras inifrån PDM-systemet och de dokument som skapas kan checkas in och ut i ett sådant system.



Figur 13: Mål med integrerade IT-lösningar i PDM-system.

Figur 13 försöker visa dagsläget, det vill säga graden av integration, och pilarna visar trender. "Öarna" i figuren rör sig mot PDM och kommer att representera en integrerad produktmodell i vilken det går att finna all information relaterat till en produkt. Med information avses exempelvis krav, geometrisk beskrivning, tillverkningsbeskrivning, konstruktionsanvisningar, beräkningar och provresultat. Idag finns särskilda program för kravhantering till exempel SLATE och DOORS. För en mer detaljerad lista över program som hör till kravhantering, det vill säga Requirements management (RM), hänvisades till INCOSE's webbplats www.incose.org. För att ytterligare belysa trenderna med integrerade IT-verktyg som finns inom området gav en av respondenterna ett exempel. Detta exempel innebar att SLATE förra året köptes av dem som utvecklar PDM-systemet Metaphase och ett integrationsarbete har påbörjats. Det finns likaså trender inom knowledge-based-systems (KBS) som hanterar kunskap, det vill säga konstruktionsregler som integreras i CAD-system främst för att styra geometriska relationer i en konstruktion. Det som avses med KBE är kunskapshanterande system (KBS) för ingenjörproblem. I sådana kan optimering vara en viktig komponent eftersom ingenjörarbete ofta är iterativa processer med många variabler och det gäller för ingenjören att hitta den kombination av variabelvärden som ger den bästa lösningen. Genom att "slänga" på en lämplig

optimeringsalgoritm på regelverket kan ingenjören med automatik finna den optimala lösningen. Beroende på problemmodellen kan olika optimeringsalgoritmer väljas. Ett kunskapshanterande system (KBS) är vidare ett system som ska fånga expertkunskaper som finns hos olika individer inom ett visst område. KBS-systemet ska integrera denna kunskap i digital form, det vill säga göra den tillgänglig i en datoriserad applikation. Genom möjligheten att optimera kunskapen som finns i KBS-systemet kan mycket tid sparas i konstruktionsarbetet. Vidare är KBS ett samlingsbegrepp för program som kan exekvera kunskap i någon mening. Ofta förknippas KBS med expertsystemskal, det vill säga ett skal som har vissa grundläggande funktioner som möjliggör implementering och hantering av olika typer av kunskap.

Agenter, det vill säga programvara med uppdrag, ska kunna hämta data från PDM-systemet och presentera det i exempelvis ett formulär. Exempel på uppdrag kan vara att hålla reda på kostnader för en produkt. För att kunna presentera data måste olika regler implementeras och sparas i en regel-databas. I figur 13 symboliserar de dubbelriktade pilarna att redan gjorda erfarenheter och regler kan hämtas från databasen samt att nya kan läggas till.

Case-based reasoning (CBR), eller på svenska: fallbastechnik, handlar om erfarenhetshandling. CBR är i grunden en metod för att hantera okända samband, det vill säga kunskap finns att det föreligger ett samband mellan olika parametrar vilket leder till ett visst resultat. Dock saknas kunskap om varför det leder till ett specifikt resultat. CBR består av en databas som lagrar tidigare gjorda erfarenheter. Användaren matar in olika parametrar, via ett gränssnitt, och databasen tillhandahåller ett antal "fall" som liknar det efterfrågade. Systemet kan bara hitta liknande "fall". Detta innebär att det fortfarande är upp till användaren att tolka om de presenterade fallen är till hjälp att lösa ett aktuellt problem.

Det sista som framkom under detta delområde var att samtliga respondenter tyckte att deras domänkunskaper om PDM-system var något för generella, därför beskrivs PDM och relaterade begrepp i litteraturstudien (se avsnitt 6.2). Respondenterna ansåg att särskilt intresse borde riktas på hur integration mellan olika IT-system kan realiseras.

Område 5: Standards.

Den standard som respondenterna nämnde var Standard for the Exchange of Product model data (STEP). Dock saknade samtliga respondenter tillräckliga domänkunskaper inom STEP, därför presenteras även detta i litteraturstudien (se kapitel 6.2).

Område 6: Fler typer av system än område 2 – 4.

Frågan är besvarad både i område 2 och 3. Respondenterna kunde inte finna fler begrepp än de som redovisats under tidigare ställda frågor.

Område 7: Användningen av befintliga standardapplikationer till IT-stödet.

Syftet med att använda standardapplikationer är att de är billiga, tillgängliga och kan användas i samma miljö (exempelvis MS Windows). På detta sätt blir organisationen inte leverantörsberoende, det vill säga utelämnade till godtyckliga filformat och plattformar som har en benägenhet att variera över tiden. De mjukvaror som diskuteras i nuläget är MS Internet Explorer, MS Access, MathCad, MS Excel, Pro

Engineer (Geometribehandlare) och Windchill (mjukvara för administrativ dokumentation, PDM). Dessutom behövs någon form av textbehandlare, dock ej MS Word då denna inte anses som möjlig att använda. Någon motivering till varför Word ej är en tänkbar kandidat nämndes inte.

Område 8: Ytterligare material.

Förutom det material som tidigare finns framtaget (IVF, 2000; Rask et. al., 2000), hänvisade en av respondenterna till Asklund et. al., (2001) och deras rapport "Product data management and software configuration management – similarities and differences". Anledningen till hänvisningen var att det kan vara av intresse att något djupare beskriva PDM och då främst hur integration mellan olika system realiserar. Motiveringen till detta var att respondenten ansåg sig ha något för grunda domänkunskaper inom området.

Område 9: Eventuellt övriga intressanta begrepp.

Ingen av respondenterna tyckte att det fanns några ytterligare begrepp att belysa förutom de som redan framkommit.

6.2 Litteraturstudie

Målet med litteraturstudien, som tidigare har beskrivits, var att komplettera intervjuundersökningen med kunskap där sådan delvis eller helt saknas. Till dessa områden hör framför allt PDM och standards. Skälet till varför standards var intressant att beskriva är de integrationsmöjligheter som dessa kan ge i förhållande till olika IT-verktyg. Begreppet PDM har endast generellt förklarats genom intervjuundersökningen där fokus blev de relationer som begreppet har med andra delar inom KBE. Eftersom PDM är ett administrativt system där även möjlighet finns att öppna exempelvis CAD-filer innebär detta att någon form av integrering finns i sådana system. Detta gör det intressant att tränga in djupare i begreppet PDM och då främst integrationsaspekter (se avsnitt 6.2.2). Den standard som respondenterna nämnde under intervjuerna var STEP. I nästkommande avsnitt (6.2.1) beskrivs och förklaras denna typ av standard.

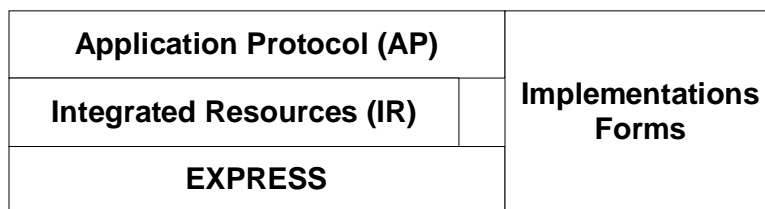
6.2.1 STEP

STandard for the Exchange of Product model data (STEP) är en standard som har utvecklats av International Organisation for Standardisation (ISO). Varje standard som ISO utvecklar tilldelas ett ISO-nummer vilket innebär att STEP är samma sak som ISO 10303. ISO 10303 betecknas som "Industrial automation systems and Integration – Product data representation and exchange" (NASA, 2002). Syftet med STEP är att kunna utbyta data mellan exempelvis CAD- och PDM-system genom ett standardiserat filformat. Enligt United Kingdom Council for Electronic Business (2002) har STEP den unika funktionen att kunna integrera produktdata. Produktdata representeras idag ofta av olika typer av system där integrationen mellan dem är bristande eller saknas helt. Detta leder till att mycket data kring en produkt är redundant. Standarden representerar ett alternativ till det rådande kaos som finns av multipla och fragmenterade datasystem (United Kingdom Council for Electronic Business, 2002). STEP definieras som en mängd standardiserade datoranalyserbara informationsmodeller som stödjer kommunikation av produktmodelldata. Med

6 Materialpresentation

produktmodelldata avses all data som behövs i analys, tillverkning, tester, operationer och expediering av en produkt. Detta innebär att avsikten med STEP är att stödja hela livscykeln för en produkt, det vill säga allt från beställning till leverans (Loffredo, 2002).

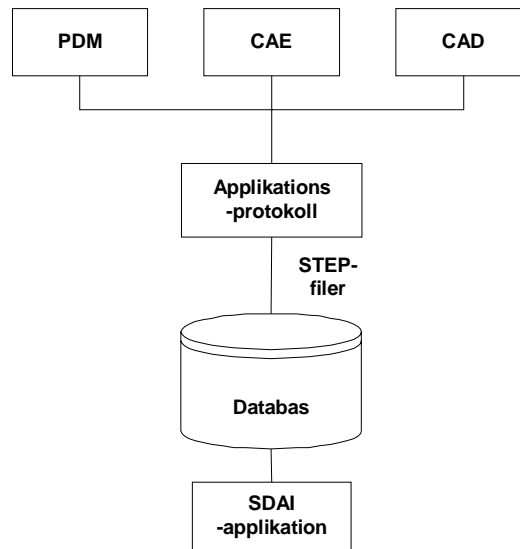
STEP består av olika delar (parts) där varje sådant har ett specifikt ISO-nummer. Följande generella block finns inom standarden: *EXPRESS*, *Implementations Forms*, *Integrated Resources (IR)* och *Application Protocols (AP)* (NASA, 2002). *EXPRESS* är ett datadefinitionsspråk vilket innebär att det fångar datastrukturen, relationer och begränsningar. Språket har inspirerats av objektorienterade programmeringsspråk och lånar flera koncept av exempelvis C++, Pascal och SQL. *IR* är abstrakta modeller som utgör grunden för alla *AP*. *IR* kan till exempel innehålla hur den geometriska eller den visuella representationen generellt ska vara uppbyggd. *IR* är inte direkt ihopkopplad med implementationsformerna i figur 14, därför når detta block inte ända fram. *AP* i sin tur förfinar de generella representationerna (från *IR*) ytterligare till ett specifikt applikationssystem exempelvis FEM. Vidare kan *AP* beskrivas som det block som anger hur semantiken ska definieras till en viss applikation. Därför är det viktigt att först ta reda på vilka typer av applikationer det finns *AP* till. Finns inga *AP* utvecklade kan inte STEP-standarderna användas. Med implementationsformer avses bland annat hur en STEP-fil ska överföras och representeras i ASCII. I denna del ingår även *Standard Data Access Interface (SDAI)* som är ett applikationsprogrammerings interface som möjliggör åtkomst av STEP-objekt i en databas eller applikation. *SDAI* stödjer vanliga programmeringsspråk, till exempel JAVA (NASA, 2002). I figur 14 nedan illustreras de olika block som STEP är uppbyggd av.



Figur 14: Modell över block i STEP (efter NASA, 2002)

För att beskriva hur STEP kan användas som en standard för att integrera olika system som exempelvis PDM, CAE och CAD illustreras detta i figur 15. I figuren symboliserar de övre blocken olika typer av system som "översätts", via olika applikationsprotokoll (*AP*), till STEP-filer. Varje applikationsprotokoll är som tidigare beskrivits specifik för en viss typ av system. Detta innebär att i databasen finns all produktdata lagrad i samma format. För att "manipulera", det vill säga komma åt, data som finns i databasen används en *SDAI*-applikation.

6 Materialpresentation



Figur 15: Exempel på integrering av olika system med STEP (efter STEP Tools, 2002).

STEP är bara en av många standards som finns på marknaden idag. Dock är STEP en standard som utvecklas av ISO, vilket borgar för en internationell spridning av denna. För vidare exempel på standards inom området hänvisas till Asklund et. al., (2001).

6.2.2 PDM

PDM kan sägas vara en disciplin som kontrollerar utvecklingen av en produktdesign med målet att hantera både olika projekt, produkter och vidare att ge korrekt produktinformation. Detta innebär att PDM utgör en del av produktens hela livscykel⁴. Det är svårt att göra en precis definition av begreppet PDM på grund av de olika nyanser som finns inom olika PDM-system (Asklund et. al., 2001). Inom området florerar det en mängd olika begrepp som alla kan sägas beskriva begreppet PDM. I listan nedan presenteras en del av dessa begrepp (Asklund et. al., 2001):

- PDT = Product Data Technology
- CPC = Collaborative Product Commerce
- ePDM = electronic Product Data Management
- ePLDM = electronic Product LifeCycle Definition Management
- ICM = Intellectual Capital Management
- PKM = Product Knowledge Management
- VPDM = Virtual Product Data Management
- PDM = Product Data Management

⁴ Begreppet livscykel kan tolkas på många sätt, dock utgör det inte fokus för detta arbete. Livscykel för en produkt (till exempel en bil) kan till exempel avse tillverkning, försäljning, användningen (av bilen), service, skrotning och återvinning (Asklund et. al., 2001).

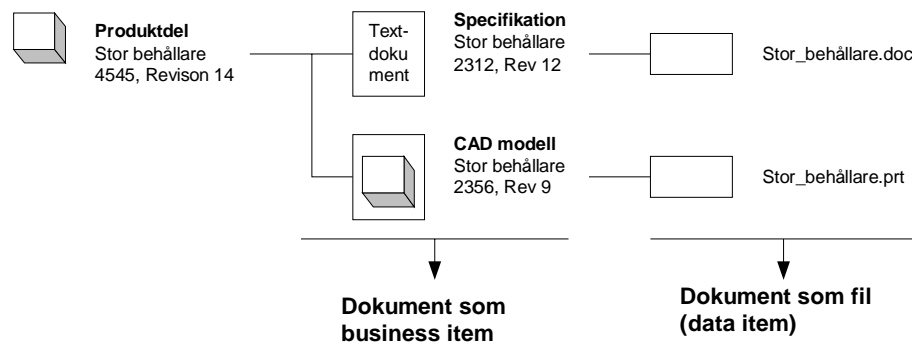
6 Materialpresentation

- CM(II) = Configuration Management (II)
- CM = Component Management
- PIM = Product Information Management

Som framgår av ovan lista finns det många begrepp i området som innebär samma sak. Fokus med denna litteraturstudie är hur olika system kan kopplas ihop, därför presenteras detta i nästa stycke.

Integration och *association* med andra applikationer är en viktig del av ett PDM-system. Med integration avses att all den funktionalitet som finns i exempelvis ett CAD-system kan användas direkt i ett PDM-system. Detta innebär vidare att ett program ska kunna exekvera i ett PDM-system. Association däremot innebär att bara en del av den funktionalitet som finns i en applikation kan användas i ett PDM-system (NASA, 2002). Målet med integration är att data bara ska behöva skapas på ett enda ställe oavsett vilken applikation som används. Det finns stora variationer mellan olika PDM-system med avseende på association. Det finns allt ifrån enklare associationer till mycket komplexa. Till de enklare hör exempelvis MS Word, det vill säga en vanlig textredigerare. Till de komplexa associationerna hör till exempel CAD- eller CAE-system. Associationen mellan ett PDM-system och en textredigerare realiserar genom en enkel "check-in/check-out" funktion. Att associera exempelvis CAD- eller FEM-system är betydligt mer vanskligt på grund av att dessa system har en helt annan sätt att representera data än en vanlig texteditor (Asklund et. al., 2001). Därför är det intressant att beskriva hur en sådan association kan realiserar sett ur ett generellt perspektiv.

Representationen av data i ett PDM-system sker på två olika sätt. PDM-systemet gör en distinkt åtskillnad mellan objektet och själva filen som innehåller datafilen, det vill säga dokumentet. Dokumentet lagras som en fil i dess ursprungsformat i något som kallas *data item*. Dokumentet är således både representerat som ett *business item* (som innehåller metadata) och lagrat som en eller flera filer. Skälet till detta är att separera metadata från den "riktiga" datan. I figur 15 nedan illustreras hur ett dokument kan hanteras genom sina metadata via *business item* och själva filen i sig, i *data item* (Asklund et. al., 2001).



Figur 16: Illustration hur dokument kan representeras både genom business item och data item. (efter Asklund et. al., 2001, s.25)

6 Materialpresentation

PDM-systemet hanterar alltså både metadata och data. Metadata lagras i en databas och data för en fil lagras i ett kontrollerat PDM utrymme. I en distribuerad miljö, som ofta PDM-system befinner sig i, replikeras alltid all data (Asklund et. al., 2001).

I dagsläget finns bara associationer mellan olika applikationer och PDM-system. Målet är att integrera olika applikationer med varandra och på så sätt undvika komplexa associationer. I samband med detta bedrivs en hel del forskning, bland annat av NASA i USA. Integrationen sker där med STEP som tidigare har presenterats i avsnitt 6.2.1.

Ett datavalv används som en ”behållare” för att kontrollera produktdata. Valvet är ett logiskt datalagringsutrymme som används för lagring och administration av åtkomst till de elektroniska dokumenten och övriga filer som har skapats av andra applikationer. Ett dokument som ska användas i PDM-systemet ”checkas” in i det. Dokumentet finns därefter tillgängligt för alla användare att titta på eller ”checkas ut”. För att ändra på ett dokument måste detta ”checkas ut”. Medan dokumentet är ”ut-checkat” kan inga andra användare ändra på det dokumentet. När dokumentet är färdigredigerat ”checkas” det in igen och blir därmed tillgängligt för andra användare.

Det som beskrivits ovan är generellt för olika PDM-system, för mer specifik information för ett visst PDM-system hänvisas till Asklund et. al., (2001).

PDM-området är enormt stort både sett till antal program som finns att köpa och den forskning som utförs. Att vidare penetrera området skulle ta sådan tid att det inte ryms inom detta examensarbete. Detta är inte heller målet sett till problempreciseringen där fokus är att hitta relevanta begrepp. Från det material som har presenteras både under intervju-undersökningen och under litteraturstudien har en taxonomi vuxit fram. Denna presenteras i nästa avsnitt (6.3 taxonomi över begrepp).

6.3 Taxonomi över begrepp

I tabell 1 nedan redovisas de olika begrepp som framkommit både under intervju-undersökningen och under litteraturstudien. Den vänstra kolumnen innehåller olika begrepp medan den högra kolumnen ger en förklaring/beskrivning av begreppet. I den mittersta kolumnen finns olika hänvisningar. **1** symboliserar att begreppet har sitt ursprung från intervju-undersökningen medan **2** hänvisar till litteraturstudien. I vissa fall finns ytterligare en anmärkning/hänvisning som markerats med ett (**figur nr**). Finns en sådan anmärkning ska den ses kopplat till en tidigare presenterad figur, vilket innebär att begreppet ska tolkas utifrån figurens perspektiv. Alla begrepp ska tolkas utifrån den domän som har undersökts vilken är ett tänkt produkttillverkande företag. Detta innebär att den tolkning som redovisas inte ska ses som generell utan som domänspecifik. I tabellen finns det både engelska och svenska begrepp definierade. Anledningen till att den engelska benämningen av ett begrepp ofta används är att den inte är direkt översättbar till svenskan. Ytterligare ett skäl till att använda den engelska termen är att taxonomin är domänspecifik, vilket innebär att den ska spegla det vokabulär som används i domänen. I den mån det finns en svensk ”gångbar” översättning skrivs också denna ut. Taxonomin är uppdelad i alfabetisk ordning för att lättare kunna söka efter ett begrepp.

6 Materialpresentation

Begrepp	Anmärkning	Förklaring/beskrivning
Agenter	1, (figur 13)	Programvara med uppdrag i till exempel ett PDM-system. Kan exempelvis hålla reda på kostnader.
Application Protocols (AP)	2 (figur 14)	En del av STEP. AP förfinar de generella representationerna (från IR) ytterligare till ett specifikt applikationssystem, exempelvis FEM. Kan även beskrivas som det block som anger hur semantiken ska definieras till en viss applikation.
Arkivsystem (enklare)	1	Exempelvis MS Windows utforskare.
Association	2	Innebär att bara en del av den funktionalitet som finns i en applikation kan användas i exempelvis ett PDM-system.
Baseline	1	Tidpunkt i utvecklingsprocessen när denna "fryses". Det vill säga inga ändringar får göras bakåt. Kallas även skeenden eller grids.
Beräkningsprogram	1 (figur 12)	Generellt begrepp för CFD, FEM och RBD. Kallas även CAE.
Business item	2	Innehåller metadata i ett PDM-system och lagras som en eller flera filer.
Case-base	1 (figur 13)	Databas som lagrar tidigare gjorda erfarenheter.
Case-based-reasoning (CBR)	1 (figur 13)	Erfarenhetshantering. En databas som lagrar och organiserar tidigare gjorda erfarenheter. Är dessutom en metod att hantera okända samband. Man vet att det föreligger samband mellan olika parametrar som leder till ett viss resultat men inte varför. Sv. Fallbasteknik.
Collaborative Product Commerce (CPC)	2	Se PDM.
Component Management (CM)	2	Se PDM.

6 Materialpresentation

Begrepp	Anmärkning	Förklaring/beskrivning
Computer-aided-engineering (CAE)	1 (figur 12, 15)	Syftar till "tunga" beräkningsprogram där datorns processorkraft måste vara stor. Exempel på CAE se CFD, FEM och RBD.
Configuration Management (II) (CM(II))	2	Se PDM.
Computational fluid dynamics (CFD)	1 (figur 12)	Beräkningsteknik som realiseras genom en mjukvaruapplikation. Möjliggör flödesberäkningar vid exempelvis motorutveckling. Undergrupp till CAE.
Data item	2	Dokument som fil i sitt ursprungsformat i ett PDM-system.
Datavalv (i samband med PDM)	1, 2	Används som en "behållare" för att kontrollera produktdata. Valvet är ett logiskt datalagringsutrymme som används för lagring och administration av åtkomst till de elektroniska dokumenten och övriga filer som har skapats av andra applikationer.
DOORS	1 (figur 12)	IT-verktyg för kravhantering.
Egenskapskrav	1	Krav på egenskap som en produkt innefattas av.
electronic Product Data Management (ePDM)	2	Se PDM.
electronic Product LifeCycle Definition Management (ePLDM)	2	Se PDM.
Exekverbar data	1	Program som tar indata och skapar utdata.
Expertsystemskal	1	Skal som har vissa grundläggande funktioner som möjliggör implementering och hantering av olika typer av kunskap.
EXPRESS	2 (figur 14)	Datadefinitionsspråk inom STEP vilket innebär att det fångar datastrukturen, relationer och begränsningar.

6 Materialpresentation

Begrepp	Anmärkning	Förklaring/beskrivning
Finite element method (FEM)	1 (figur 12)	<p>Beräkningsteknik som realiseras genom en mjukvaruapplikation. Möjliggör belastningsberäkningar på olika material. Delar in beräkningsdomänen i ett begränsat antal beräkningsbara element det vill säga digitaliserar ett kontinuum. Undergrupp till CAE.</p> <p>Sv. Ändliga element metoden.</p>
Funktion	1	Något som kan beskrivas med verb + substantiv + eventuellt attribut.
Funktionsanalys	1	Processen att gå från krav till funktion.
Funktionskrav	1	Krav som uppstår relaterat till de olika krav en kund har och eventuella funktioner som tillkommer vid funktionsanalysen.
Funktionsstruktur	1 (figur 10, 11)	Funktionskrav leder till en funktionsstruktur där produktens huvudfunktioner delas upp i delfunktioner. Funktionerna definieras i abstrakta lösningsneutrala termer, verb + substantiv + eventuellt attribut.
Generisk funktionsmodell	1 (figur 10, 11)	Realiseras genom olika funktionsstrukturer där en uppdelning sker i delfunktioner Innebär en strikt åtskillnad mellan funktionsanalys och lösningsstruktur. Resultat: funktionsstruktur.
Implementations Forms	2 (figur 14)	En del av STEP. Avser bland annat hur en STEP-fil ska överföras och representeras i ASCII.
Integrated Resources (IR)	2 (figur 14)	En del av STEP. IR är abstrakta modeller som utgör grunden för alla applikationsprotokoll. IR kan till exempel innehålla hur den geometriska eller den visuella representationen generellt ska vara uppbyggd.
Integration	2	Avser att all den funktionalitet som finns i exempelvis ett CAD-system kan användas direkt i ett PDM-system. Detta innebär att ett program ska kunna exekveras i ett PDM-system.

6 Materialpresentation

Begrepp	Anmärkning	Förklaring/beskrivning
Integrerad produktmodell	1	Beskrivning av vilken information som behövs för att beskriva en viss produkt och hur informationen knyts samman med andra system.
Intellectual Capital Management (ICM)	2	Se PDM.
International Organisation for Standardisation (ISO).	2	Organisation som utvecklar standards inom många olika områden.
Knowledge	1 (figur 10, 11)	Kunskap som finns i organisationen. Dock ofta inte i digitalt format. Exempel på kunskap är: ”fingertopps känsla” som en konstruktör har genom erfarenhet eller konstruktionshandbok för en organisation. Sv. Kunskap.
Knowledge-based-engineering (KBE)	1 (figur 12)	Ett sätt att strukturera och återanvända kunskap i syfte att inget glöms bort. Det vill säga att inte ”uppfinna hjulet igen” om sådan kunskap redan finns. Kan även kallas ett övergripande arbetssätt. Behöver inte innefatta datorstödda verktyg men gör ofta det. Ska inte relateras till artificiell intelligens (AI).
Knowledge-based-systems (KBS)	1 (figur 13)	System för ingenjörssystem. Ett system som ska fånga expertkunskaper som finns hos olika individer inom ett visst område. KBS-systemet ska integrera denna kunskap i digital form, det vill säga göra den tillgänglig i en datoriserad applikation. Är också ett samlingsbegrepp för program som kan exekvera kunskap i någon mening. Sv. Kunskapshanterade system.
Konstruktionshandbok	1	Olika principlösningar som är kopplat till kunskap. Detta kan samlas i en konstruktionshandbok som kan innehålla upprättade anvisningar för att tillmötesgå vissa kund- och tillverkningskrav.

6 Materialpresentation

Begrepp	Anmärkning	Förklaring/beskrivning
Krav	1	Generell beteckning för primärkrav, kundkrav och egenskapskrav.
Kravhanteringsprogram	1 (figur 12, 13)	IT-verktyg som definierar kravobjekt, etablerar länkar, kontroll av giltighet genom ändringar. Sammanställer även rapporter. Exempelprogram: SLATE och DOORS. Se även requirement management (RM)
Kvalitativa krav	1	Exempel: Förarstolen ska vid motorvägsfart uppfattas som komfortabel.
Kvantitativa krav	1	(Mätbara krav) Exempel: Hjulupphängningen ska överleva 500000 km på skakbana.
Lösningsstruktur	1 (figur 10, 11)	Från funktionsstrukturen görs olika konceptlösningar för en produkt. Är komponentneutrala. Kallas även koncept.
MathCad	1	Mjukvaruprogram. Möjlighet att exekvera beräkningar samt geometribehandling.
Metadata	2	Data om data.
Optimering	1 (figur 13)	Olika former av optimeringsalgoritmer som underlättar ingenjörsarbetet genom att ta bort ”mödosamma” iterationer.
Organmodell/ funktionsbärarmodell	1 (figur 10, 11)	Skapas efter att funktionsstrukturen är realiserad. Är principlösningar som sker genom sökningar i konstruktionskataloger över fysikaliska principer, patentregister eller kreativt nytänkande. Funktionsbärare är fysiska realiseringar av principlösningar.
Primärkrav	1	Samma sak som kundkrav.
Process	1 (figur 10, 11)	Innefattar både den fysiska tillverkningen och tillverkningsprocessen i sig. Det vill säga två olika processer för att få fram den billigaste produkten.
ProEngineer	1 (figur 12)	Exempel på ”geometribehandlingare” (CAD).

6 Materialpresentation

Begrepp	Anmärkning	Förklaring/beskrivning
Product	1 (figur 10, 11)	Komponentstrukturen för en viss produkt som ska tillverkas.
Product Data Management (PDM)	1, 2 (figur 12, 13, 15)	Programvara som hjälper till att hantera både produktdata och produktutvecklingsprocessen. Dess huvudsakliga uppgifter är: samla upp och strukturera produktdata, göra data tillgänglig för andra program, göra data tillgänglig för rätt personer, styra data mellan personer och system samt versionshantering.
Product Data Technology (PDT)	2	Se PDM.
Product Information Management (PIM)	2	Se PDM.
Product Knowledge Management (PKM)	2	Se PDM.
Produktmodell	1	Beskrivning av vilken information som behövs för att beskriva en viss produkt.
Produktstruktur	1 (figur 10, 11)	En modell över hur olika artiklar är relaterade/kopplade till varandra. Stöd finns ofta i PDM-system. Kallas även artikelstruktur.
Regeldatabas	1 (figur 13)	Regler som lagras i en databas för att exempelvis kunna användas av agenter.
Requirement	1 (figur 10, 11)	Kund-, primär- och egenskapskrav.
Requirement management (RM)	1 (figur 13)	Program för kravhantering, till exempel SLATE och DOORS. Sv. Kravhantering.
Ridgid body dynamics (RBD)	1 (figur 12)	Mjukvaruprogram för att exempelvis kunna se hur en planetväxel beter sig. Undergrupp till CAE.
Samarbetsprogram	1 (figur 12)	Mjukvarusystem som möjliggör arbete över organisatoriska eller geografiska gränser.
SLATE	1 (figur 12)	IT-verktyg för kravhantering.

6 Materialpresentation

Begrepp	Anmärkning	Förklaring/beskrivning
Standardapplikationer	1	Billiga och tillgängliga mjukvaror som kan användas i samma miljö (MS Windows). Exempel: MS Internet Explorer, MS Access, MathCad, MS Excel, Pro Engineer, Windchill.
Standard Data Access Interface (SDAI)	2 (figur 15)	Ingår som en del av implementations Forms och är ett applikations-programmerings interface som möjliggör åtkomst av STEP-objekt i en databas eller applikation. Stödjer vanliga programmeringsspråk, till exempel JAVA
STandard for the Exchange of Product model data (STEP)	1,2 (figur 14)	Standard som har utvecklats av International Organisation for Standardisation (ISO). Betecknas som "Industrial automation systems and Integration – Product data representation and exchange" Syftet med STEP är att kunna utbyta data mellan exempelvis olika CAD- och PDM-system.
Virtual Product Data Management (VPDM)	2	Se PDM.
Windchill	1	Mjukvara för administrativ dokumentation. Se PDM

Tabell 1: Taxonomi över begrepp.

7 Analys och resultat

Syftet med kapitlet är att redogöra och presentera analys och resultat av det insamlade materialet som återfinns i kapitel 6. Anledningen till att både analys och resultat presenteras tillsammans är *att resultatet är det material* som redovisas i föregående kapitel. Skälet till denna struktur är således att både analys och material/resultat är nära sammanbundna. Materialet analyseras först med utgångspunkt från arbetets teoretiska utgångspunkter (se avsnitt 7.1). Därefter analyseras materialet utifrån de områden som intervju-undersökningen delades upp i (se avsnitt 7.2). I avsnitt 7.3 utförs en analys av det material som kom fram under litteraturstudien. Därefter presenteras resultatet av undersökningen i förhållande till problemställningen samt en analys av resultatet (se avsnitt 7.4). Sist i kapitlet presenteras en sammanfattning av analys och resultat. Dessutom beskrivs vad resultatet kan användas till (se avsnitt 7.5).

7.1 Definitioner

Avsikten med att analysera materialet utifrån de teoretiska utgångspunkterna, och då särskilt med fokus på ontologi och taxonomi, är att presentera den tolkning som har gjorts mellan de båda begreppen och materialet. För att tydliggöra förhållandet mellan ontologi/taxonomi och materialet plockas de definitioner som beskrivits i de teoretiska utgångspunkterna fram igen. Begreppet ontologi definierades enligt följande:

”An ontology may take a variety of forms, but necessarily it will include a vocabulary of terms, and some specification of their meaning. This includes definitions of how concepts are inter-related which collectively impose a structure on the domain and constrain the possible interpretations of terms.” (Jasper & Uschold, 1999, s. 2).

Vidare definierades begreppet taxonomi enligt Websters Encyclopedic Unabridged Dictionary of the English Language (1996) som:

“ The science or technique of classification.”

Frågan är nu om det material som framkom under intervjuerna och litteraturstudien kan sägas fylla ovan båda gjorda definitioner? För att entydigt kunna svara ”ja” på denna fråga krävs det att en analys görs av materialet i förhållande till de båda definitionerna. Först beskrivs synen på begreppet ontologi följt av taxonomi.

Enligt definitionen av ontologi bör olika begrepp definieras samt relationen dem emellan beskrivas. I tabell 1, i avsnitt 6.3, förklaras olika begrepp som ansågs viktiga att belysa. Alla begrepp som finns i materialet återfinns således inte i tabellen. En anledning till detta val är att endast de mest centrala begreppen ska beskrivas, det vill säga de begrepp som framkom under intervjuerna eller kan relateras till dessa genom den kompletterande litteraturstudien. Dock bör en medvetenhet finnas att alla begrepp inte kan garanteras vara relevanta. Anledningen till detta är att de är svårt att ställa ”rätt” frågor i en domän som är relativt ny för skribenten, vilket i sin tur leder till att

skribenten litar på att de svar som framkommer är relevanta. Ett flertal av begreppen som finns i tabell 1 kan kopplas till de olika modeller som skapades under intervjuerna. Det går därmed att se vilka relationer som finns mellan olika centrala begrepp. I den presenterade definitionen av ontologi framgår det också att meningen med att förklara olika begrepp är att begränsa den tolkning som utförs. Genom att rada upp olika termer och förklara deras innebörd begränsas den tolkning som ett begrepp kan ha. För att kontrollera att begreppen i tabellen har den betydelse som råder inom domänen verifierades dessa av respondenterna. Detta innebär att begreppen och dess förklaringar bör vara det gemensamma vokabulär som används i domänen. På detta sätt kan det också sägas ytterligare begränsa den tolkning som utförs.

Begreppet taxonomi, som återigen definierades ovan, innebär vetenskapen eller tekniken att klassificera. Kopplat till det material, som redovisats i föregående kapitel, kan tabellen sägas vara en taxonomi. Detta kan kopplas till det resonemang som forskarna (Jasper & Uschold, 1999) förde i avsnitt 2.4, där en taxonomi i sin enklaste form kan beskrivas som en ordlista. Ytterligare en motivering är att tabellen förklarar vad olika begrepp innebär i förhållande till den domän som har undersökts. Resonemanget stödjer sig också på det som framkom under presentationen av de tillämpade taxonomier som redogjordes för i avsnitt 2.3.2. Med stöd avses hur taxonomin *presenteras* och inte dess innehåll. Det gemensamma för de tillämpade taxonomierna från forskarna Shenhar & Bonen, (1997) och Ullman & D'ambrosio, (1995) var att de båda använde tabeller för att strukturera och lösa problemet. I avsnitt 2.3.3 presenterades hur en väldefinierad taxonomi bör se ut kopplat till olika krav enligt Smith (2001) samt Guarino och Welty (2000). Kraven som forskarna (Guarino & Welty, 2000; Smith, 2001) ställde var fem till antalet och innefattade bland annat följande:

1. För det första bör en taxonomi ha formen av ett träd, i matematisk mening.
2. Trädet bör vara enhetligt i den betydelsen att bara en rot finns som representerar den mest generella betydelsen och därigenom inkluderar alla underliggande nivåer.
3. Taxonomin bör ha löv som är atomära, det vill säga att inga subkategorier finns i dessa.
4. Det ska finnas ett ändligt antal steg mellan toppkategorin och varje minimal, lägre nivå.
5. Taxonomin bör vara homogen på så sätt att samma antal steg ska finnas mellan toppkategorin och de lägsta kategorierna.

Vid en jämförelse mellan den taxonomi som presenteras i avsnitt 6.3 och de krav som uppvisas ovan kan dock inte taxonomin kallas väldefinierad. Anledningen till detta är att taxonomin inte uppfyller de krav som forskarna ställde.

Synsättet som råder mellan ontologin och taxonomin är också intressant att analysera i förhållande till det material som framkom. Ontologin kan sägas vara *hela* det material som presenteras, vilket i sin tur innebär att taxonomin är den tabell som tidigare redovisats för. Resonemanget stämmer även väl överens med de tankegångar som

både presenterades av Guarino & Welty, (2000) och Gómez-Pérez (1999) där de beskrev att ontologin kan tolkas som den övergripande beskrivningen och att taxonomin utgör dess byggstenar. Ytterligare en aspekt som är central är graden av formalitet som den skapade ontologin i kapitel 6 har. I avsnitt 2.4 diskuterades fyra kategorier av formalitet som en ontologi kan anta, till dessa hör: *informella*, *strukturerade informella*, *semi-formella* samt *formella* (Uschhold, 1996). Till vilken kategori hör då den presenterade ontologin i kapitel 6? För att reda ut detta beskrivs återigen vad som kännetecknar de olika graderna av formalitet. Enligt Uschhold, (1996) uttrycks både informella och strukturerade informella ontologier i naturligt språk. Det som avgör om det är en informell eller strukturerad informell ontologi är hur noggranna regler som finns specificerade. Detta innebär att finns det mycket regler är ontologin strukturerad informell, medan om det saknas eller finns få regler är ontologin informell. De semi-formella ontologierna däremot realiseras i ett tämligen formellt språk. Dock är semi-formella ontologier inte så formella att de kan representera kunskap i en formell mening. Med formella ontologier avser Uschhold (1996) att de ska uttryckas i mycket noggranna regler med en formell semantik som kan tolkas av datorer. Sett till ovan beskrivning kan den skapade ontologin i kapitel 6 sägas tillhöra den informella eftersom ontologin inte kan sägas uppfylla de krav som finns i de tre sist uppräknade kategorierna av formalitet. Detta styrks också av att den skapade ontologin uttrycks i ett naturligt språk samt har få regler. Med regler avses de beskrivningar som finns i textform till varje modell och den ”instruktion” som finns först i avsnitt 6.3, det vill säga hur taxonomin ska läsas. Resonemanget innebär att begreppsmodellen i form av en ontologi som beskrivs i föregående kapitel hör till den informella kategorin. En nackdel som nämndes kring informella ontologier var att det naturliga språket kan leda till godtyckliga tolkningar på grund av att det inte har några formella regler (Uschhold, 1996). Detta är ett resonemang som är viktigt att ha i åtanke, men någonstans måste man börja eftersom ”även det första spadtaget räknas när ett hus ska byggas”. Enligt (Uschhold, 1996) används de informella ontologierna med fördel i de tidiga delarna av systemutvecklingsprocessen. Detta resonemang stämmer även väl överens med det projekt som detta examensarbete är en del av. Avsikten med hela projektet, som tidigare beskrivits i avsnitt 4.3, är att göra en förstudie, med målet att utveckla metodiken.

7.2 Intervju-undersökning

Detta avsnitt syftar till är att analysera materialet i förhållande till de olika områden som frågorna delades upp i. Detta innebär att en analys utförs för varje delområde, det vill säga ”matchas” med de svar som delades in i olika områden i avsnitt 6.1 (intervju-undersökning).

Syftet med frågorna i område 1, som tidigare nämnts, var att ”ringa in” de delar som det tänkta IT-stödet ska koppla ihop. Avsikten med figur 9 var att presentera en modell som respondenterna tidigare kände till och kunde utgå ifrån. Det visade sig att figur 9 inte innefattade alla de delar som borde vara med. Därför skapades en ny modell (se figur 10) som respondenterna ansåg bättre belyser de delar som IT-stödet ska verka i. Modellen (figur 10) beskriver centrala begrepp sett som ett sekventiellt flöde. Målet med området var således att fokusera på centrala begrepp i detta flöde och i vilka delar som kunskap (knowledge) skulle in. Detta mål kan därmed sägas ha blivit uppfyllt eftersom figur 10 illustrerar detta. Det framkom också en viss diskrepans mellan olika respondenter i förhållande till vilka begrepp som var centrala. Det som syftas på är de två olika modeller (se figur 10 och 11) som diskuteras. En av respondenterna modellerade fram figur 11 som skiljer sig något från figur 10. Denne

respondent ville ha med organmodell/funktionsbärarmodell istället för lösningsstruktur. Vid verifieringen av modellerna framkom det dock anledningen till detta var hur ”renlärig” man är. Sammantaget visar detta på komplexiteten att modellera en domän som är relativt okänd för den som ska modellera den. Är då lösningsstruktur samma sak som organ-/funktionsbärarmodell? Svaret på detta är ”nej” men att använda detta begrepp innebär att ytterligare försvåra den tolkning som görs, därför analyseras inte detta begrepp ytterligare. För att inte utesluta någon av de ovan diskuterade begreppen återfinns båda i den skapade taxonomin i avsnitt 6.3.

Nästa område innefattade både område 2 och 4 eftersom dessa områden under intervjuerna visade sig vara nära sammanbundna. Både KBE, CAE och PDM är centrala begrepp inom produktutvecklingsområdet vilket poängterades av respondenterna. Detta var anledningen till att ställa frågor om hur dessa begrepp relateras till varandra. Resultatet blev figur 12 som visar hur KBE är relaterat till övriga begrepp som presenterades. Dessutom illustrerar figur 12 vilka typer av program som ett PDM-system bör hantera. Både i figur 12 och i text definieras respondenternas svar på vad KBE innebär och vilka typer av program som kan ingå i ett KBE-system.

PDM är även det en central del inom produkttillverkningsområdet enligt de svar som framkom av respondenterna i område 3. PDM är intresseväckande från två perspektiv i förhållande till undersökningen. Det första perspektivet som gör PDM intressant är de trender som finns inom området. I figur 13 beskrivs några av de mål som finns med att integrera olika perifera system i ett PDM-system. Kopplat till den integration som man vill åstadkomma med ett nytt IT-stöd gör det av speciellt intresse. Genom att vidare studera hur olika grupper har löst eller tänker sig att lösa dessa integrationsfrågor kan kunskap införskaffas som även kan användas i IVF:s fortsatta projekt. Det andra perspektivet som är värt att belysa är vilka typer av applikationer som målet är att integrera. Detta för att beskriva vilka typer av system som kan tänkas utgöra kärnan för ett framtida IT-stöd. Även om ett PDM-system ofta är ett omfattande system som ska klara av att hantera administration av bland annat kravspecifikationer, beräkningar och produktstrukturer och inte direkt kan sägas vara samma sak som det tänkta IT-stödet är det väsentligt att generellt förklara hur ett sådant realiserar. I samband med program som tillhör kravhantering, det vill säga Requirements management (RM), hänvisade en av respondenterna till INCOSE's webbplats för ytterligare information. På webbplatsen (INCOSE, 2002b) finns en lista på 15 olika program som tillhör kategorin RM-verktyg. Vidare innehåller webbsidan en tabell som sammanfattar vad de olika IT-verktygen kan klara av sett till ett antal uppställda kriterier. Tabellen kan vara intressant att studera i samband med att välja applikationer till det framtida IT-stödet.

Den enda standard som respondenterna nämnde i område 5 som skulle kunna vara relevant i sammanhanget var STEP. En anledning till att de ansåg att STEP kan vara relevant är att det är en standard som möjliggör att produktdata kan representeras på ett enhetligt sätt oavsett typ av applikation som används. Dock ansåg samtliga respondenter att de saknade tillräckliga kunskaper inom ämnet. Att de endast nämnde en standard bör inte tolkas som det inte finns flera som kan vara till nytta inom området.

Även om ingen av respondenterna kunde ”komma på” fler relevanta begrepp (område 6) än de som tidigare presenterats i område 2 till 4 innebär detta inte att sådana inte finns.

I område 7 redogjorde respondenterna för vad de avser med standardapplikationer samt vilka som kan komma i åtanke. Standardapplikationer är mjukvaror som är billiga, tillgängliga och kan användas i samma miljö. Därutöver kan nämnas att organisationen kan undvika ett ”osunt” leverantörsberoende genom att välja standardapplikationer. Med osunt leverantörsberoende avses att välja nya och ej etablerade programleverantörer. Sett till ovan resonemang menar respondenterna att detta minimerar leverantörsberoendet. Avsikten är alltså att använda MS Windows office-familj så långt som möjligt. Därutöver ska Pro Engineer (Geometribehandling), MathCad och Windchill (mjukvara för administrativ dokumentation, PDM) användas. Frågan är bara om de tre sist uppräknade mjukvarorna kan integreras med MS office eller ens med varandra. Eftersom denna fråga inte är fokus för detta arbete görs ej någon vidare analys, men frågan är ändå värd att ha i åtanke för det fortsatta arbetet i projektet. För att återknyta till leverantörsberoendet är det inte helt klart att detta har minimerats på grund av tankegångarna att använda olika mjukvaror från olika leverantörer. En vidare utredning angående detta bör också initieras.

I nästa område (område 8) kunde två av de tre respondenterna inte erinra sig något ytterligare material som skulle kunna användas till att komplettera undersökningen. Detta ska inte ses som det inte finns något ytterligare material, vilket också visade sig genom att en av de tre intervjuade personerna kunde hänvisa till ytterligare material.

Syftet med det sista området (område 9) var att fånga in eventuella övriga intressanta begrepp. Men liksom i ett tidigare område kunde ingen av respondenterna tillföra något ytterligare, dock ska även detta inte tolkas som att övriga intressanta begrepp saknas.

7.3 Litteraturstudie

Avsikten med litteraturstudien, som tidigare redogjorts för i kapitel 5.2, var att komplettera intervju-undersökningen. Detta främst för att fylla de bristande domänkunskaper kring centrala begrepp som kom fram under intervjuerna. De begrepp som innefattades av litteraturstudien var PDM och standards inom området. Fokus var att beskriva hur integrationen mellan olika IT-stöd kan realiserars genom att presentera en delmängd av centrala begrepp. Det material som beskrivits i avsnitt 6.2 analyseras alltså utifrån två begrepp, STEP och PDM.

Analys av STEP

Det som framgår av materialet är hur STEP generellt är uppbyggt med olika block. Målet med standarden är att ”översätta” olika filformat, det vill säga att data ska representeras på samma sätt oavsett typ av system. Detta innebär att STEP är en möjlig väg till att lösa det problem som Case och Harun (2000) tidigare beskrev. Problemet som forskarna (Case & Harun, 2000) pekade på innebär att det är mycket svårt att utveckla produktmodeller som alla kan ta del av på grund av att data som behövs av olika applikationer ofta är omfattande och av olika karaktär, det vill säga representeras på olika sätt. En nackdel med STEP är att det måste finnas ett applikationsprotokoll (AP) till ett specifikt system, exempelvis CAD, för att standarden ska kunna användas. Detta begränsar användningen av standarden eftersom man först måste kontrollera om ett AP finns till den typ av system som ett företag har för avsikt att använda, exempelvis skeppsbyggeri. Dock utvecklar ISO hela tiden nya AP för att försöka ”täcka” så många typer av system som möjligt. Frågan är bara om de någonsin ”hinner i kapp” det ständiga nytillflödet av diverse system. Det som talar *för* STEP är att det är en ISO-standard vilket borgar för en internationell spridning av denna. Det material som presenteras i avsnitt 6.2.1

”skrapar bara lite på ytan” och har inte för avsikt att på något sätt vara komplett eller djuplodande. Detta eftersom fokus för litteraturstudien var att komplettera intervjuerna där bristande domänkunskap fanns. Utöver STEP finns det idag en mängd andra standards som kan relateras till området. Anledningen till att inte fler olika standards presenteras är att detta skulle ta sådan tid i anspråk att det inte rymms inom detta examensarbete.

Analys av PDM

Enligt det material som presenterades i avsnitt 6.2.2 är det svårt att precis definiera begreppet PDM. Detta resonemang stärks av de många olika förkortningar som avser samma sak. I punktlistan i avsnitt 6.2.2 finns inte mindre än tio olika förkortningar som i grunden syftar till begreppet PDM. En anledning till att det florerar så många olika begrepp för att beskriva samma sak, kan bero på att varje leverantör vill använda ”sitt” specifika begrepp. Ett annat skäl till de många olika benämningarna kan bero på att marknaden fortfarande är ung för PDM-system, det vill säga de har inte funnits på marknaden mer än cirka 15-20 år (Asklund et. al., 2001). Trots de många benämningarna som finns är det väsentligt att komma ihåg att det är den domänspecifika förklaringen som ska gälla, vilken är den som framkom under intervju-undersökningen.

I litteraturstudien framkom det två andra centrala begrepp, *integration* och *association*. Anledningen till att de ska anses som centrala är att fokus för arbetet är en begreppsanalys för integration av IT-applikationer. Av intresse är att analysera om det är en integration eller en association som ska uppnås mellan olika applikationer i det tänkta IT-stödet. Att *associera* exempelvis ett CAD-system i ett PDM-system innebär att bara en delmängd av funktionaliteten kan användas i ett PDM-system. Ett exempel på funktionalitet som skulle kunna utföras är att titta på hur en CAD-modell ser ut, dock kan inga större ändringar göras. Vidare finns inte möjligheten att exekvera eller ”köra” ett perifert system i ett PDM-system. *Integration* däremot avser just att kunna exekvera olika program i ett sådant system. Ovanstående resonemang gör det intressant att koppla begreppet integration till den kunskap (knowledge) som IVF vill integrera i de olika delar som återfinns i figur 10. Med kunskap avses bland annat regler och principlösningar som finns i en konstruktionshandbok. Målet är att kunna exekvera denna kunskap i ett IT-stöd vilket i sin tur innebär att det är *integration* som de vill åstadkomma och inte *association*.

I materialet som presenteras i avsnitt 6.2.2 förklarades hur olika filer kan checkas in respektive ut i ett PDM-system, det vill säga en typ av association. Vidare beskrevs att en fil som är utcheckad blir ”låst” för alla utom den användare som plockat ut filen. Detta innebär att två användare inte kan förändra filen samtidigt. En av användarna måste vänta tills de andra är klar vilket kan innebära att arbetet försvåras. Det kan även finnas en risk att olika användare ”tävlar” om åtkomst till samma fil. Det kan också innebära att fler filer checkas ut än som behövs för stunden, det vill säga att en användare har en ”buffert” att jobba med som hela tiden är tillgänglig för denne men låst för övriga.

7.4 Problemprecisering och förväntat resultat

Målet med avsnittet är att analysera materialet/resultatet kopplat till både huvudfrågan och de delfrågor som presenterades i avsnitt 3.2 (problemprecisering). Detta innebär att analysera om frågeställningen har blivit besvarad sett till det material som återfinns i kapitel 6. Analysen av resultatet innefattar även varför vissa delfrågor eventuellt inte har blivit besvarade. Vidare ska materialet/resultatet återknytas till det förväntade

resultatet med syftet att analysera hur utfallet blev. För att analysera resultatet i förhållande till problempreciseringen och underliggande delfrågor presenteras dessa igen:

Hur ska en ontologi/taxonomi se ut för KBE-system inom produktutveckling med avseende på vilka begrepp den innehåller och hur dessa relaterar till varandra?

- Vilka centrala begrepp används/behövs i ett IT-stöd?
- Hur relaterar begreppen till varandra?
- Hur ska en taxonomi/ontologi byggas för att effektivisera integrationen mellan olika IT-applikationer?
- Vilka typer av applikationer kan ingå i ett KBE-system?

För att reda ut om huvudfrågan har blivit besvarad analyseras varje delfråga var för sig. Anledningen till denna struktur, som tidigare förklarats i avsnitt 3.2, är att om delfrågorna kan besvaras kan också huvudfrågan anses som besvarad.

Den första delfrågan, det vill säga vilka centrala begrepp används/behövs i ett IT-stöd, kan sägas vara besvarad genom att läsa igenom de begrepp som finns uppställda i den skapade taxonomin i avsnitt 6.3 och titta på den förklaring som presenteras. Återigen är det dock viktigt att poängtera att det kan finnas begrepp som är centrala men som inte finns med i tabellen. Anledningen till detta kan exempelvis vara att varken intervju-undersökningen eller litteraturstudien var utförda på ett sådant sätt att alla centrala begrepp fångades.

Nästa delfråga som rör hur begreppen relateras till varandra besvaras både genom de begrepp som förklaras i taxonomin (se avsnitt 6.3) och de olika modeller som skapats i kapitel 6. De flesta av begreppen kan kopplas till olika modeller genom den figurhänvisning som återfinns i tabellen/taxonomin. På detta sätt kan relationer mellan olika begrepp åskådliggöras. Ontologin kan dock inte sägas vara fullständig. Anledningen till detta beror på ett flertal faktorer. En faktor är att ingen ontologi kan vara fullständig hur goda än avsikterna är. Detta kan även kopplas till den nackdel som Bateman (1993) tog upp i avsnitt 2.2.4 (nackdelar med en ontologi), då denne betecknade detta som det semantiska problemet. Vilket innebär att inget språk kan fånga alla de delar som behövs. En annan faktor som spelar in är de begränsade resurser som fanns till förfogande, främst i form av tid och tillgång till personer med domänkunskap.

Ett av målen med litteraturstudien var att finna information kring hur en ontologi kan byggas. Som tidigare beskrivits i avsnitt 5.2 tog dock litteraturstudien en annan vändning. Skälet till detta var att inte några källor kunde finnas som beskrev hur en ontologi eventuellt kan byggas. Anledningen till detta kan givetvis vara många. Det kan bero på att skribenten inte sökte efter material med hjälp av "rätt" nyckelord eller också var kombinationerna felaktiga. Men det kan också vara så att det inte finns något material som beskriver hur en ontologi kan byggas kopplat till frågeställningen. Det material som hittades var ofta av mycket generell karaktär samt mycket svårt att tolka för en novis inom området. Trots detta har en ontologi/taxonomi skapats som uppfyller de tidigare beskrivna definitionerna av de båda begreppen. Detta innebär att

delfråga tre kan sägas vara besvarad men inte ur det perspektiv som först var tanken. I samband med detta är det intressant att analysera *varför* ontologin är uppbyggd på det sätt som presenteras i kapitel 6. I avsnitt 7.1 fördes ett resonemang som ledde till att ontologin kan ses som informell. Detta kan sägas vara den viktigaste grundbulten till varför ontologin är utformad som den är. I en informell ontologi används ofta ett naturligt språk vilket också görs i det presenterade materialet. Vidare kan godtyckliga modeller användas för att beskriva olika relationer som finns mellan olika begrepp. Detta är något som också har tagits fasta på eftersom just en godtycklig modellering ägde rum under intervjuerna. För att på ett intuitivt sätt sammanställa de olika begrepp som framkom valdes en tabell som presentationssätt. I tabellen finns både förklaringar till olika centrala begrepp och hänvisningar till olika modeller. Anledningen till att välja en tabell som presentationssätt var att det sågs som det enda alternativ som stod till förfogande. Dessutom använde både Shenhar & Bonen, (1997) och Ullman & D'ambrosio, (1995) tabeller, vilket tidigare har beskrivits. Dock innebär detta att det inte finns andra sätt att förklara olika begrepp.

Den sista delfrågan i problemställningen som berör vilka typer av applikationer som kan ingå i ett KBE-system kan också den sägas vara besvarad. I figur 12 illustreras vilka typer av program som kan ingå i ett KBE-system. Återigen bör det påpekas att andra system kan ingå i ett KBE-system även om det inte framgår av resultatet av intervjuerna. Anledningen till detta ska på nytt kopplas till att ontologin är domänspecifik. Förutom figur 12 finns de olika begreppen som kan ingå i ett KBE-system förklarade i taxonomin i avsnitt 6.3.

Slutligen ska resultatet analyseras i förhållande till det förväntade. De mål som ställdes i avsnitt 3.4 (förväntat resultat) var:

- Först att försöka hitta olika begrepp och information som ska hanteras av IT-stödet.
- Därefter att bygga en eller flera modeller utifrån de tidigare relaterade begreppen ontologi och taxonomi för att på så sätt identifiera vad olika begrepp innebär och deras relationer till varandra.
- En delmängd av resultatet förväntas bli hur taxonomi och ontologi kan relateras till en integration av olika applikationer som IT-stödet ska hantera och då främst med avseende på begreppshantering.

Det förväntade resultat kan sägas ligga i linje med det material/resultat som återfinns i kapitel 6. Olika begrepp har "fångats in", som kan kopplas till IT-stödet, via intervjuerna och litteraturstudien. Dock bör en viss försiktighet finnas i åtanke, som tidigare har nämnts, att påstå att *alla* begrepp har fångats. Olika modeller illustrerar relationerna mellan ett flertal av begreppen som finns uppräddade i taxonomin i avsnitt 6.3. Dessutom förklaras begreppen i taxonomin. Modellerna i de olika figurerna kan dock inte sägas belysa alla perspektiv och relationer mellan olika begrepp eftersom detta svårligen kan åstadkommas. Sammantaget innebär detta att både den översta och den mellersta punkten ovan kan sägas motsvara resultatet. Den sista ovanstående punkten i det förväntade resultatet handlar om hur ontologi och taxonomi kan bidra till att integrera olika applikationer genom begreppsmodellering. Resultatet kan även sägas motsvara detta mål eftersom centrala begrepp förklaras och modelleras. Detta

innebär att godtyckligheten i vokabuläret minimeras eftersom risken för feltolkningar reduceras.

Sammanfattningsvis har tre av de fyra delfrågorna besvarats utifrån problemställningen. Dock ska detta inte ses som att huvudfrågan har blivit obesvarad på grund av bristande material till hur en ontologi/taxonomi ska byggas. För trots detta faktum har en ontologi skapats som uppfyller de definitioner som tidigare redovisats. Detta innebär att delfråga tre kan sägas ha blivit besvarad men ur ett annat perspektiv än det som från början var tanken. Till sist kan det förväntade resultatet sägas motsvara det presenterade materialet i kapitel 6.

7.5 Sammanfattning av analys och resultat

Avsikten med den slutliga analysen är att föra samman materialet från både intervjuundersökningen och litteraturstudien. Detta innebär att beskriva och analysera de viktigaste punkterna som finns kopplat till de båda undersökningarna. Dessutom presenteras ett förslag till vad ontologin kan användas till sist i avsnittet. Målet med intervjuerna var att fungera som huvudundersökning för att finna relevanta begrepp i förhållande till problemställningen. Att intervjuerna blev just huvudundersökningen visas till exempel genom mängden av material som finns i förhållande till litteraturstudien. För att sammanfatta analys och resultat presenteras och diskuteras de viktigaste punkterna nedan.

För att koppla materialet/resultatet till ontologi och taxonomi är det centralt att förklara dessa båda begrepp. I avsnitt 7.1 motiverades till varför ontologin ska ses som hela det material som återfinns i kapitel 6. Ontologin kan sägas vara *informell* eftersom den har få regler och använder ett naturligt språk. Dessutom fördes ett resonemang hur taxonomin i avsnitt 6.3 ska ses i förhållande till ontologin. Resultatet av denna diskussion innebär att taxonomin ska ses som byggstenar till ontologin och förklara olika begrepps innebörd.

Analysen av de olika områden som återfinns i avsnitt 7.2 beskriver först vilket omfång som begreppsmodellen ska verka i. Det visade sig att figur 9 inte var komplett utan denna behövde utvidgas ytterligare för att fånga de delar som IT-stödet ska integrera. Två olika figurer (figur 10 och 11) konstruerades som liknar varandra utom i ett avseende. Efter verifieringen av modellerna framkom det att det var den ena som belyser området bäst. Detta tyder på hur svårt det är att representera en domän på ett konsekvent sätt då olika personer har olika referensramar och uppfattning av "verkligheten". Vidare presenteras olika begrepp kopplat till olika modeller för att åskådliggöra relationerna dem emellan sett ur ett visst perspektiv. Som tidigare nämnts finns det ingen garanti för att alla relationer eller begrepp har "fångats in". Målet med hela projektet är att integrera olika applikationer till *ett* IT-stöd. Därför var det intressant att belysa skillnaderna mellan integration och association. Efter en analys av dessa båda begrepp kan det sägas att det är *integration* som är målet eftersom möjlighet ska finnas att exekvera en eller flera applikationer i det tänkta IT-stödet. En annan aspekt som var intressant att klarlägga i sammanhanget var standards. Respondenterna ansåg sig inte ha tillräckliga kunskaper inom området varpå detta togs upp i litteraturstudien. Dock nämnde samtliga respondenterna STEP som intressant eftersom denna standard är ett sätt att modellera produktmodelldata oavsett typ av representation av data. Dock kan inte STEP-standarderna användas till vilken godtycklig applikation som helst eftersom det måste finnas ett applikationsprotokoll (AP) utvecklat till varje unikt program. Detta innebär att man är beroende och utlämnad till de AP som finns framtagna. Även sett till de olika

standardapplikationer som nämndes i avsnitt 7.2 (område 7) innebär STEP ett leverantörsberoende som IVF vill minimera. Dock kan nog nästan aldrig ett leverantörsberoende undvikas på grund av de olika plattformar som applikationer byggs på.

Det sista som presenteras i detta avsnitt är vad materialet kan användas till. Generellt sett är ontologin en begreppsmodell som förklarar/definierar centrala begrepp och relationer dem emellan. Men det finns också några andra aspekter att belysa. Målet, som tidigare har beskrivits, med en ontologi är att skapa en samstämmig bild över en domän. Detta för att inte någon ”språkförbistring” ska råda mellan människor. Vidare kan ontologin hjälpa till att definiera de begrepp som finns förknippat med att koppla ihop olika IT-verktyg. De olika modellerna som presenterats i föregående kapitel kan dessutom hjälpa till att förstå den problematik som finns inom området. Figur 10 beskriver vilka delar som det tänkta IT-stödet ska stödja. Genom att läsa ontologin kan en godtycklig individ ta till sig denna kunskap. Fördelen med ontologin är att den har verifierats av IVF och kan därför sägas vara ett gemensamt vokabulär som olika personer kan ta del av oavsett bakgrund. Eftersom hela projektet, som presenterats i avsnitt 4.3, innefattar ett flertal aktörer med olika bakgrund, är det centralt att begrepp har samma eller åtminstone en mycket likartad betydelse. Med olika bakgrund avses datavetare och ingenjörer. Dessutom finns det inom både ingenjör- och datavetenskap ett antal specialister som ska fortsätta att arbeta med att utveckla ett IT-stöd som integrerar olika applikationer. Ontologin kan här användas till att förstå begreppsfloran och de olika problem som finns förknippat med en integrering. Exempelvis kan en programmerare lättare förstå vad som avses med kunskap (knowledge) och vilka delar i konstruktörsarbetet som denna ska integreras.

8 Slutsatser

Med slutsats avser Patel och Davidson (1994) att resultatet bör sammanfattas, det vill säga beskriva de viktigaste delarna. Därför presenteras först i avsnittet en sammanfattning av de slutsatser som kan dras från materialet/resultatet i kapitel 6. Därefter beskrivs de eventuella slutsatser som ytterligare förtydligar vad som tagits upp i de teoretiska utgångspunkterna i kapitel 2.

IVF vill föra in kunskap (knowledge) i alla de delar som finns beskrivna i figur 10. Detta innebär att IT-stödet ska stödja alla delar från krav (requirement) till tillverkning (process). Vidare innebär detta att all information och data som kan vara relevant för en produkt ska finnas tillgänglig i digital form. I figur 12 beskrivs vilka delar ett KBE-system förväntas innehålla. Detta innebär att det tänkta IT-stödet kan sägas behöva stödja hela eller delar av de system som illustreras i figur 12. Detta kan direkt kopplas till de olika standardapplikationer som nämndes i avsnitt 6.1 (område 7). Standardapplikationerna som nämndes innefattades bland annat av: MathCad, Pro Engineer (Geometribehandling) och Windchill (mjukvara för administrativ dokumentation, PDM). MathCad kan relateras till både geometribehandling och beräkningsprogram. Pro Engineer är ett CAD-program som står under gruppen geometribehandling. Windchill, som tillhör gruppen PDM-system, kan därmed sägas vara det system som ska sköta administrationen av ovan uppräknade applikationer. En slutsats som kan dras är att ovanstående applikationer är de tänkbara kandidater som förväntas användas i det framtida IT-stödet. Målet med projektet, som tidigare beskrivits, är att *integrera* olika applikationer, det vill säga ha möjlighet att exekvera olika program i IT-stödet. Följden av detta innebär att det inte är *association* som IVF vill åstadkomma. Slutsatsen kan dras eftersom respondenterna nämnde att kunskap (knowledge) ska kunna exekveras i det framtida IT-stödet. I området kring integrering av olika applikationer förekommer mycket forskning vilket tyder på att det troligtvis finns mycket att vinna på att integrera olika program. Detta eftersom målet är att i så hög grad som möjligt minimera repetitiva arbetsuppgifter som kan lösas av datorer. Ingenjörer kan då fokusera på att utföra sådana uppgifter som inte kan realiseras genom interativa beräkningar av en dator. Vidare förstärks resonemanget med integrerade applikationer av figur 13, där man kan se mål och trender med integrerade IT-lösningar i ett PDM-system. Därav kan en parallell dras till detta projekt där olika applikationer ska kopplas samman i ett IT-stöd, även om figur 13 har perspektivet från ett PDM-system.

Som tidigare beskrivits i de teoretiska utgångspunkterna (se kapitel 2) är begreppsmodellering i form av ontologi/taxonomi ett stöd i utvecklingsprocessen. Detta förstärks ytterligare av materialet/resultatet eftersom en tydligare bild finns över vilka olika begrepp som används och hur de relaterar till varandra. Att området är väldigt komplext illustreras både av det som tagits upp i kapitel 2 och av de många olika begrepp som beskrivs i tabell 1 (taxonomi över begrepp). Om inte ett gemensamt vokabulär används blir det svårt att förstå området, det vill säga det finns risk för "språkförbistring" där olika individer tror att de har samma uppfattning av ett begrepps innebörd.

9 Diskussion

Enligt Patel och Davidson (1994) bör diskussionen inledas med att först reflektera över den undersökning som är gjord. Tankar och reflektioner kring arbetets genomförande, det vill säga kapitel 5 och 6, sker därför i avsnitt 9.1. Därefter diskuteras analys och resultat i avsnitt 9.2 följt av generella reflektioner kring examensarbetet i avsnitt 9.3. Slutligen presenteras förslag på fortsatt arbete i avsnitt 9.4.

9.1 Genomförande

Avsikten med avsnittet är att diskutera och reflektera över den undersökning som har utförts. Detta innebär att en diskussion förs till både intervju-undersökningen (avsnitt 9.1.1) och litteraturstudien (avsnitt 9.1.2). Därutöver presenteras positiva respektive negativa aspekter i avsnitt 9.1.3 och 9.1.4.

9.1.1 Intervju-undersökning

Det första som kan vara intressant att reflektera över är om intervju-undersökningen var ”rätt” metod att använda i förhållande till problemställningen. I avsnitt 4.2.2 motiverades till varför just denna form av metod användes. Så här i efterhand kan det som framkom där fortfarande sägas vara relevant eftersom resultatet av intervju-undersökningen hade den förväntade effekt som tidigare har beskrivits. Detta innebär att någon annan metod inte kan sägas besvara frågeställningen bättre än genom den utförda intervju-undersökningen.

Som tidigare nämnts utfördes bara ett fåtal intervjuer. Frågan man kan ställa sig är hur detta kan ha påverkat resultatet. Detta är givetvis svårt att spekulera kring men en fördel kan vara att intervjuerna kunde utföras med så kallade ”öppna” frågor, vilket i sin tur ställer krav på mycket tid till förfogande. Detta innebär att om respondenterna hade varit fler till antalet så fanns det en risk för tidsbrist. Ytterligare en aspekt som är värt att belysa igen är att begreppsmodelleringen *är* domänspecifik vilket innebär att det är svårt att intervjua en godtycklig individ med liknade bakgrund som respondenterna. Detta på grund av att en sådan individ inte har de specifika domänkunskaper som erfordras i ett unikt projekt.

En annan fråga som är intressant är om jag var tillräckligt förberedd inför intervjuerna. Även denna fråga är svår att besvara men givetvis kan man alltid vara mer ”påläst” inom ett område. Men eftersom undersökningen avser begreppsmodellering kan det till och med vara så att det är av nytta att inte ha djupa domänkunskaper som redan från början begränsar hur ett begrepp ska tolkas. Detta innebär att ett ”utifrån och in” perspektiv kan vara till nytta för projektet eftersom man lätt blir ”hemmablind”, det vill säga inte uppfattar att olika personer har olika uppfattningar av vad ett begrepp innebär.

9.1.2 Litteraturstudie

Avsnittet ska kopplas till *hela* litteraturstudien, det vill säga både det material som återfinns i avsnitt 6.2 och de teoretiska utgångspunkterna i kapitel 2.

Det som först slog mig i samband med insamlandet av bakgrundsmaterialet (avsnitt 2.2.1) är de många olika definitioner som finns kopplat till begreppet ontologi. Nästan varje forskare har sin uppfattning av vad begreppet innebär. Detta får anses som ironiskt eftersom syftet med ontologi ofta är att begränsa vad ett begrepp innebär. En

anledning till de många definitionerna kan vara att ett flertal av forskarna vill vara unika med sin definition. Vidare förtydligar detta ytterligare att begreppsmodellering är viktigt eftersom inte ens forskarna kan komma överens om vad begreppet betyder.

Det som var komplicerat i samband med insamlandet av material till bakgrunden (se kapitel 2) var att vinna insikt om hur ontologi och taxonomi kan kopplas till systemutvecklingsprocessen i allmänhet och begreppsmodellering i synnerhet. En orsak till detta kan vara de ofta svårbegripliga forskningsrapporter som jag läste. Trots detta kom jag på ”rätt köl” tack vare insiktsfulla kommentarer av både examinator och handledare.

När problemställningen togs fram var som tidigare nämnts syftet att genom en litteraturstudie försöka finna material kring hur en ontologi och taxonomi kan byggas. Detta mål kunde dock inte förverkligas på grund av att inget material hittades. Frågan man bör ställa sig är varför det inte gick att hitta sådan information och vidare om val av metod var felaktig. Metoden i sig kan inte anses som felaktigt vald eftersom jag fortfarande anser att den var det enda möjliga alternativet. Dock kan tillämpningen av metoden diskuteras. Det kan vara så att jag inte sökte efter relevanta nyckelord eller i rätt ordning. Dessutom var kanske valet av databaser inte de ”rätta” för ändamålet. En annan möjlig anledning till att jag inte hittade material om hur en ontologi kan byggas är att det helt enkelt inte finns någon forskning utförd inom området. Istället tog, som bekant är, litteraturstudien en annan vändning. Målet blev att komplettera med information kring begrepp som respondenterna inte kände att de hade tillräckliga kunskaper inom men ändå fann relevanta för undersökningen. Därför kom litteraturundersökningen att fokuseras på material kring STEP och PDM. Både STEP och PDM visade sig vara mycket stora områden att ”bita i” eftersom det finns väldigt mycket material kopplat till de båda begreppen. Då det fanns mycket material att tillgå måste en begränsning göras till vad som var centralt för min frågeställning och de svar som framkom under intervju-undersökningen. Därför är det material som presenteras i litteraturstudien starkt kopplat till integrationsaspekter mellan olika applikationer.

9.1.3 Positiva aspekter kring genomförandet

Först diskuteras några delar som jag anser vara väl utförda i genomförandet följt av det som har upplevts positivt i samband med undersökningen.

Idén att skicka i väg frågorna en tid innan intervjuerna för att förbereda respondenterna visade sig vara utmärkt. Två av tre respondenter hade förberett sig innan genom att läsa igenom och begrunda frågorna. En av respondenterna hade dessutom plockat fram material som visade sig vara av nytta för undersökningen. Detta innebar att både jag och flertalet av respondenterna kunde använda den tid som stod till förfogande på ett effektivare sätt. Taxonomin över begrepp (se tabell 1) anser jag förklarar många begrepp på ett intuitivt sätt genom att den presenteras just i en tabell. Dessutom finns det hänvisningar till många av begreppen så att man kan se både relationer och från vilken undersökning som begreppet härstammar.

Under intervjuerna bemöttes jag positivt av respondenterna, inga frågor har ansetts för dumma (tror jag i alla fall). En viktig detalj som arbetet har gett mig är att jag fått lära hur svårt det är att modellera en relativt ny och okänd domän. Dessutom är det mycket intressant att skaffa sig kunskap om produktutveckling och de många begrepp som finns kopplat till området. Vidare har jag vunnit insikt om hur komplex det är att utveckla ett nytt IT-stöd. Dessutom har jag återigen funnit bekräftelse för att olika

människor har olika mål och referensramar kopplat till vilka begrepp som ansågs centrala.

9.1.4 Negativa aspekter kring genomförandet

Strukturen i detta avsnitt är samma som i föregående utom i ett avseende. Skillnaden är att här diskuteras först några delar som jag anser vara mindre väl utförda följt av det som har upplevts som negativt i samband med undersökningen.

En del i materialet/resultatet som är mindre lyckad kan kopplas till de hänvisningar som återfinns i tabell 1 (taxonomi över begrepp). Eftersom taxonomin och modellerna (se kapitel 6) svårligen kan få plats på samma sida innebär detta att man måste ”hoppa fram och tillbaka” för att utläsa vilken eller vilka relationer ett begrepp har. Någon utväg för att lösa detta problem har jag inte uppnått. Ytterligare en negativ aspekt är att det kanske borde finnas fler modeller för att belysa begreppen ur fler perspektiv. Dock har den tid som stått till förfogande inte räckt till för att göra detta.

Ett stort problem med att utföra denna undersökning kan kopplas direkt till IVF:s projekt. Detta innebär att det fortfarande inte är helt klart vad IVF vill med sitt projekt trots den begreppsmodellering som detta examensarbete syftar till. IVF har inte kommit med några konkreta frågeställningar utan istället har Högskolan i Skövde försökt hitta lämpliga frågeställningar i ett område som IVF bäst känner till. Detta är enligt min åsikt inte rätt sätt att utnyttja de resurser som finns på Högskolan i Skövde. Istället borde det vara klart från början med mer inriktade frågeställningar kopplat till hela projektet, där varje aktör har sin bestämda ”del av kakan”. En idé vore kanske att först försöka skapa en kravspecifikation (målmodell) som innehåller de mål som finns med projektet. Det enda målet som konkret finns idag är att tre prototyper ska byggas i nästa del av projektet. För att råda bot på ovanstående problem måste en mer konkret och direkt projektstyrning skapas eftersom mycket kring projektet fortfarande är väldigt diffust. Visserligen kan det vara så att jag inte har uppfattat alla delar i projektet, vilket innebär att alla negativa aspekter som beskrivs ovan inte ska ses som problem.

9.2 Analys och resultat

Avsikten med avsnittet är att diskutera och reflektera över analys och resultat. Mer precist uttryckt kommer nedanstående fem punkter att tas upp:

- Blev resultatet det jag väntade mig när arbetet startade?
- Är jag nöjd med mitt material/resultat?
- Finns det ytterligare begrepp som borde förklaras?
- Borde materialet analyseras ytterligare eller på ett annat sätt?
- Hur generell är den skapade ontologin?

Kopplat till det förväntade resultatet i avsnitt 3.4 kan den första punkten sägas ha blivit besvarad. Detta trots att inget material kunde hittas kring hur en ontologi/taxonomi kan byggas. Förväntningarna jag hade från början var att hitta forskningsmaterial som jag kunde använda till att bygga en ontologi. Även om jag inte förväntade mig att finna en bruksanvisning, med steg för steg anvisningar, hade

jag hoppats på att kunna använda olika källor som stöd i begreppsmodelleringen. På den andra punkten är jag beredd att svara ett ”ja” eftersom jag efter bästa förmåga har försökt att besvara frågeställningen. Finns det då fler begrepp som borde förklaras? Givetvis kan man fortsätta att leta efter fler relevanta begrepp men någonstans måste en avgränsning göras. Sett utifrån tillämpningen av de båda valda metoderna och de resurser som stått till förfogande kan jag inte säga att fler begrepp borde ha hittats. Nästa punkt ovan handlar om en ytterligare analys borde ha utförts eller om den skulle ha gjorts på ett annat sätt. I dagsläget kan jag inte komma på fler perspektiv att analysera mitt material ifrån och ej heller på något annat sätt. Detta utesluter givetvis inte att det går att finna fler perspektiv eller tillvägagångssätt. Den sista punkten ovan ställer frågan hur generell den skapade ontologin är, det vill säga kan den användas i andra domäner. Återigen bör jag påminna om att ontologin är avsedd att vara domänspecifik. Dock utesluter detta inte att många av begreppen kan vara av generell karaktär, vilket innebär att delar av det vokabulär som finns även kan användas utanför den domän som det har för avsikt att verka i.

9.3 Generella reflektioner kring examensarbetet

Innan jag avslutar denna rapport med förslag på fortsatt arbete (se avsnitt 9.4) kommer några generella reflektioner kring examensarbetet att presenteras.

I samband med att arbetet började skapades en projektplan (se bilaga 3) efter inrådan av handledaren. Projektplanen har visat sig vara mycket nyttig på flera sätt under arbetets gång. Till att börja med är det bra att skriva ner de olika deadlines som finns kopplat till examensarbetet, eftersom detta ger en god överblick kring det tid som finns till förfogande till de olika rapportdelarna. Därutöver har mina egna förväntade tidsgränser lagts till i projektplanen vilket har gjort denna mer finmaskig. Så här i efterhand har faktiskt projektplanen visat sig stämma mycket väl utom i ett avseende. Bakgrunden till arbetet tog mer tid i anspråk än jag hade förväntat mig, men detta kompensades av att metoddelen inte var så omfattande som väntat.

De delar som jag har upplevt som svårast med arbetet är kopplat till bakgrundsmaterialet och problempreciseringen. Att läsa in sig på ett helt nytt område är inte det lättaste eftersom det material som jag fann ofta var mycket svårtillgängligt. Med svårtillgängligt avser jag det komplicerade språkbruk som många forskare använder. Dessutom saknar många forskare förmågan att beskriva någonting invecklat på ett enkelt sätt. Att finna en problemprecisering som är fristående till undersökningen har också varit knivigt eftersom det är lätt att fokusera på det projekt som detta examensarbete är en del av.

9.4 Förslag på fortsatt arbete

I nedanstående punktlista presenteras förslag på fortsatt arbete, det vill säga frågor som inte har besvarats utan har avgränsats bort men som ändå är viktiga att fortsätta utreda.

- En undersökning kring vilka standards som kan vara lämpliga att titta vidare på kopplat till projektet. Kan STEP vara en möjlig lösning, eller är den för komplex och krävande i förhållande till det tänka IT-stödet.
- Fortsätta att mer konkret finna vilka olika delar som ska integreras. Med mer konkret avses vilken typ av information som en användare vill ha för att lösa ett problem. Vore bra att eventuellt ”gå vid sidan” av en

9 Diskussion

ingenjör för att få en klarare bild över vad som saknas och i synnerhet kontrollera om detta kan realiserats med olika IT-lösningar.

- Hur ska IT-stödet vara utformat? Ska det bara vara ett skal som integrerar de olika applikationer som önskas, eller ska det finnas särskilda funktioner i IT-stödet.
- Vidare studera vad andra forskare har kommit fram till inom området med integrerade IT-lösningar. Finns det till och med "färdiga" lösningar. Denna undersökning kan givetvis utföras helt fristående, det vill säga genom en litteraturundersökning.
- Hur generell är den skapade ontologin, kan den användas i andra domäner inom produktutveckling?

Sammanfattningsvis kan det nämnas att det är den andra punkten i ovanstående lista som först bör utredas kopplat till IVF:s projekt. Detta eftersom det är önskvärt att undersöka vad det är för typ av information som en ingenjör vill ha som stöd i sitt arbete.

Referenslista

- Andersen, E. S. (1994) *Systemutveckling - principer, metoder och tekniker*. Andra upplagan, Studentlitteratur Lund.
- Asklund, U., Persson Dahlqvist, A., Crnkovic, I., Hedin, A., Larsson, M., Ranby, J. & Svensson, D. (2001) *Product data management and software configuration management – similarities and differences*. Rapport för The Association of Swedish Engineering Industries 2001.
- Astrakan Strategisk Utveckling AB (2002) *Begreppsanalys med modellering*. Stockholm: Utbildningsmaterial, Astrakan Strategisk Utveckling AB.
- Avdic, A. (1999) *Användare och utvecklare – om anveckling med kalkylprogram*. Linköping: Institutionen för datavetenskap Linköpings universitet.
- Avison & Fitzgerald (1998) *Information systems development: Methodologies, techniques and tools*. 2nd edition, McGraw Hill.
- Bateman, J.A. (1993) *Ontology construction and natural language*. Presenterad vid *Workshop on Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation*, Padova, Mars 1993.
- Bateman, J.A., Kasper, R.T., Moore, J.D. & Whitney, R.A. (1995) *General organisation of knowledge for natural language processing: the penman upper model*. Technical report. Marina del Rey: USC / Information Science Institute, Califonien, USA.
- Befring, E. (1994) *Forskningsmetodik och statistik*. Studentlitteratur Lund.
- Bell, J. (1993) *Introduktion till forskningsmetodik*. Studentlitteratur Lund.
- Brandt, P. & Carlsson, R. & Nilsson A.G. (1998) *Välja och Förvalta Standardsystem*. Studentlitteratur Lund.
- Case, K. & Harun, W (2000) Feature-based representation for manufacturing planning. *International Journal of Production Research*, 38, Nr.17, 4285-4300.
- Dawson, C. W. (2000) *The essence of computing projects A students guide*. Prentice Hall.
- Department of Computer and Systems Sciences, Stockholm University and KTH (2002) *Samma ord – Olika begrepp*. <http://www.dsv.su.se/~pajo/2i1100/98/modelldbd/sld006.htm>. As is 2002-03-26.
- Enterprise Integration Laboratory (2002) *Integrated Ontologies for Enterprise Modelling*. <http://www.eil.utoronto.ca/tove/ent-onto.fm.html>. As is 2002-02-05.

Referenslista

- Eriksson, B. A. (1986) *Systemering – från informationsbehov till informationssystem*. Studentlitteratur Lund.
- ESPRIT (1996) *EKD USER GUIDE*. Electrical Enterprise Knowledge for transforming Applications (Elektra), Projektnr: 22927.
- Fadel, F.G, Fox, M.S. & Gruninger, M. (1994) A generic enterprise resource ontology. Presenterat vid *IEEE Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprise*, Morgantown, West Virginia, April, 1994.
- Fox, M.S. & Gruninger, M. (1993) *Ontologies for Enterprise Integration*. Opublicerat manuskript. Department of Industrial Engineering, University of Toronto.
- Goldkuhl, G., Nilsson, A. & Röstlinger (1982) *Att specificera informationssystem – en användarorienterad och systematisk metodik*. Liber Malmö.
- Gómez-Pérez, A. (1999) *Tutorial on Ontological Engineering*. Opublicerat föreläsningsmaterial. Universitetet vid Politécnica de Madrid.
- Gruber, T. (1993) A translation Approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5, 199-220.
- Guarino, N. & Giaretta, P. (1995) Ontologies and knowledge bases –towards a terminological clarification. *Towards Very Large Knowledge Bases – Knowledge Building and Knowledge Sharing*, 25-32.
- Guarino, N. & Welty, C. (2000) A Formal Ontology of Properties, Knowledge Engineering and Knowledge Management: Methods, Models and Tools. Presenterat vid *12th International Conference (EKAW 2000)*, Berlin/New York.
- Institutet för verkstadsteknisk forskning (2002) *Startsida för enhet* http://www.ivf.se/om_ivf/om_ivf.htm. As is 2002-02-02.
- Institutet för verkstadsteknisk forskning (2001) *IVF verksamhetsberättelse för 2000*. Sandstens tryckeri.
- International Council on Systems Engineering (INCOSE) (2002a) *What is Systems Engineering*. <http://www.incose.org/./whatis.html>. As is 2002-02-25.
- International Council on Systems Engineering (INCOSE) (2002b) *Tools Database Working Group: RM Tools*. <http://www.incose.org/tools/tooltax.html>. As is 2002-04-25.
- United Kingdom Council for Electronic Business (2002) *Introducing STEP*. <http://www.ukceb.org/step.html>. As is 2002-04-10.
- IVF (2000) *Krav, Funktion, System –arbetsätt och IT-stöd*. IVF-skrift, 00832. Mölndal: Institutet för verkstadsteknisk forskning.

Referenslista

- Jasper, R. & Uschold, M. (1999) A Framework for Understanding and Classifying Ontology Applications. Presenterat vid *IJCAI-99 Conference for ontology workshop*.
- Lenat, D. & Guha, R.V. (1990) *Building Large Knowledge-based Systems: Representation and Inference in the CYC Project*. Addison Wesley.
- Loffredo, D. (2002) *Fundamentals of STEP Implementation*. New-York: STEP Tools Inc.
- Neches, R., Fikes, R., Finin, T., Gruber, T., Patil, R., Senator, T. & Swartout, W.R. (1991) *Enabling Technology for Knowledge Sharing*. *AI Magazine*, Winter, 36-56.
- Macaulay, L.A. (1996) *Requirements Engineering*. Springer-Verlag London.
- NASA (2002) *The Nasa STEP Testbed*. Powerpointpresentation, http://step.nasa.gov/slides/step_ise_050499.ppt. As is 2002-04-10.
- Patel R. & Davidson, B (1994) *Forskningsmetodikens grunder Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Andra upplagan, Studentlitteratur Lund.
- Penoyer, J. A. & Burnett, G. & Fawcett, D. J. & Liou, S-Y. (2000) Knowledge based product life cycle systems: principles of integration of KBE and C3P. *Computer-Aided Design*, 32, 311-320.
- Persson, A. (2000) *Informationssystem – introduktion*. Föreläsning, Datainstitutionen vid Högskolan i Skövde, VT-2000.
- Pohl, K. (1994) The three dimensions of requirements engineering: a framework and its applications. *Information Systems*, 19, (3).
- Rask, I., Sunnersjö, S. & Amen, R. (2000) *Kunskapshanterade IT-system för produktframtagning*. IVF-skrift, 00823. Mölndal: Institutet för verkstadsteknisk forskning.
- Schlenoff, C., Denno, P., Ivester, R., Libes, D & Szykman, S. (2000) An analysis and approach to using existing ontological systems for applications in manufacturing. *Artificial intelligence for engineering design, analysis and manufacturing*, 14, 257-270.
- Shenhar, A. J. & Bonen, Z. (1997) The New Taxonomy Of Systems: Toward an Adaptive Systems Engineering Framework. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics – Part A: Systems and Humans*, 27, Nr. 2, Mars.
- Smith, B. & Zaibert, L (2001) The metaphysics of Real Estate, *Topoi*, 20 (2), 161-172.
- Smith, B. (2001) *Ontology and Information Systems*. Opublicerat manuskript. University at Buffalo.

Referenslista

- Sowa, J. (1995) Top-level ontological categories. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43, 669-686.
- STEP Tools, Inc (2002) *Opportunity 2 – Shared Databases*. www.steptools.com/%7Ehardwick/sti97/sld008.htm. As is 2002-04-10.
- Studer, Benjamins & Fensel (1998) Knowledge Engineering: Principles and Methods. *Data and Knowledge Engineering*, 25, 161-197.
- Sunnersjö, S. (2002) *IT-stöd för samordnad framtagning av produkter och produktionssystem*. Oppublicerat projektmateriel. Högskolan i Jönköping.
- Sutinen, K., Almfelt, L. & Malmqvist, J. (2000a) *IT-systemstöd för systematisk konstruktion med tillämpning på cockpit/driving unit*. Göteborg: Maskin- och fordonskonstruktion Chalmers tekniska högskola.
- Sutinen, K., Almfelt, L. & Malmqvist, J. (2000b) Implementation of Requirements Traceability in Systems Engineering Tools. *Proceedings of Product Models 2000*, 313-328. Linköping, Sweden.
- Sutinen, K., Almfelt, L. & Malmqvist, J. (2002) Supporting Concept Development Using Quantitative Requirements Traceability. Presenterat vid *The 12th Annual International Symposium INCOSE 2002*. Las Vegas, NA, USA.
- Swartout, B., Patil, R., Knight, K. & Russ, T. (1997) Toward Distributed Use of Large-Scale Ontologies. *Ontological Engineering, AAAI-97 Spring Symposium Series*, 138-148.
- Ushold, M. & Gruninger, M. (1996) Ontologies: Principles, methods and applications. *Knowledge Engineering Review*, 11 (2).
- Ushold, M. (1996) Building ontologies: Towards a Unified Methodology. Presenterat vid *the 16th Annual Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems*, Cambridge 16-18 December 1996.
- Ushold, M., King, M., Moralee, S. & Zorgios, Y. (1997) *The Enterprise Ontology*. Artificial Intelligence Applications Institute (AIAI), University of Edinburgh, Scotland.
- Ullman, G.D. & D'ambrosio, B. (1995) Taxonomy for classifying engineering decision problems and support systems. *Artificial intelligence for engineering design, analysis and manufacturing*, 9, 427-438.
- Wanadoo (2002) *Ceci n'est pas une pipe- Magritte*. <http://perso.wanadoo.fr/wibo/nedry/supinfocom/p2/zoom/strator/magrittebg.htm>. As is 2002-02-20.
- Wand, Y., Storey V.C. & Weber, R (1999) An ontological Analysis of the Relationship Construct in Conceptual Modeling. *ACM Transactions on Database Systems*, 24, Nr. 4, 494-528.

Referenslista

- Wand, Y. & Weber, R (1990) An ontological Model of an Information System. *IEEE Transactions on software engineering*, 16, Nr. 11, 1282-1292.
- Wand, Y. & Weber, R (1995) On the deep structure of information systems. *Information Systems Journal*, 5, 203-223.
- Websters Encyclopedic Unabridged Dictionary of the English Language* (1996)
Gramerey Books, New Jersey
- Welty, C. & Guarino, N. (2001) Supporting ontological analysis of taxonomic relationships. *Data and Knowledge Engineering*, 39, 51-74.

Bilagor

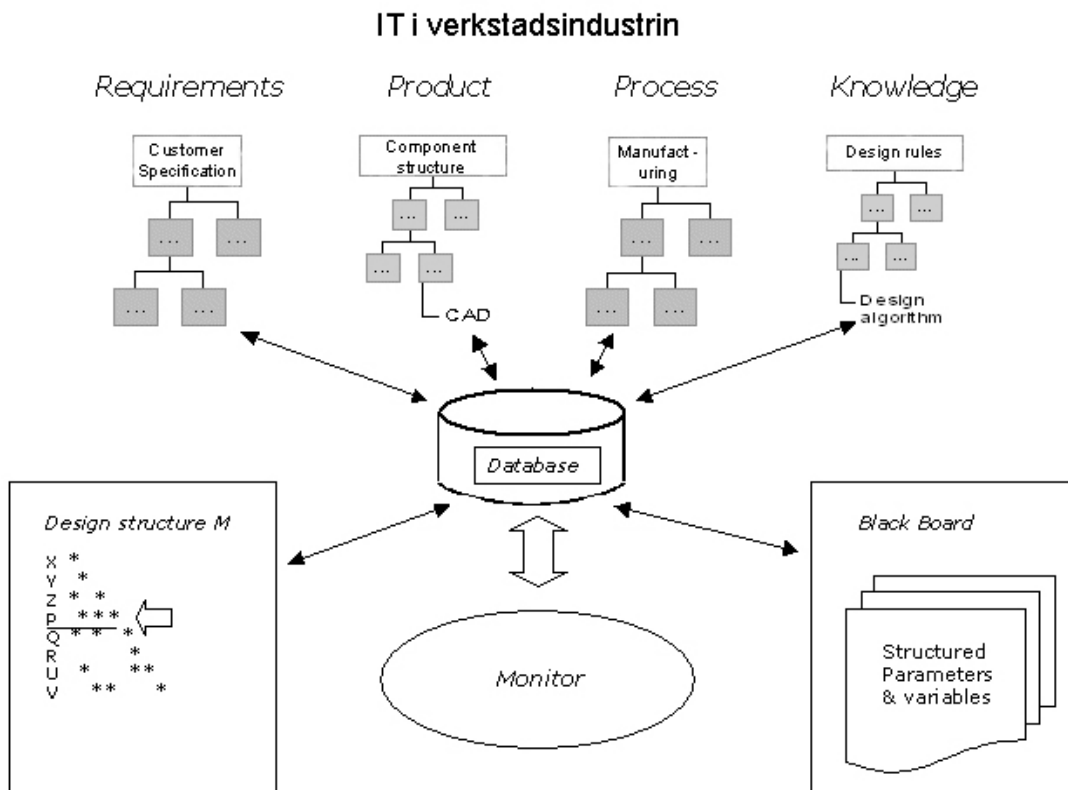
- Bilaga 1 Intervjufrågor IVF 2002-04-12
- Bilaga 2 Förberedande E-brev till respondenter
- Bilaga 3 Projektplan för examensarbetet

Intervjufrågor IVF 2002-04-12

Ett delmål med projektet har sagts vara att man snabbt behöver kunna ta fram grundkonstruktion för produktionsplanering och kostnadsplanering. Av speciellt intresse är det att studera hur system med KBE-liknande funktioner kan skapas för detta ändamål genom att komplettera med standardverktyg för CAD, PDM och CAE. Sett utifrån det lilla delprojekt som jag bedriver är nedanstående figur av stort intresse att utgå ifrån. Särskilt intressant är de fyra översta delarna, requirements, product, process och knowledge, för att sedan koppla dessa till en *begreppsmodell* i form av en ontologi/taxonomi.

1. Sett utifrån figuren, är det korrekt uppfattat att fokus för begreppsmodellen bör ligga på *requirements, produkt, process, och knowledge* samt de begrepp som dessa består av?

- Vad avses med denna uppdelning (requirements, produkt, process, och knowledge), vilka delar ingår i varje kategori?



2. Vad kännetecknar/kategoriserar ett (knowledge based engineering) KBE-system?

- Vilka typer av mjukvaror används inom ett KBE-system?
- Hur relaterar KBE-system till PDM- och CAE-system?
- Vilka delar i utvecklingsprocessen stöttar de?
- Hur är KBE-stödet tänkt att användas i dessa delar av utvecklingsprocessen?

Bilagor

3. Vad kännetecknar/kategoriserar ett (produkt data management) PDM-system?
 - Vilken typ av data förväntas ett PDM-system stödja?
 - Hur presenteras data och information?
 - I vilken delar av produktionsprocessen används ett PDM-system?
 - Består ett PDM-system av olika delar och i så fall vilka?
 - Om det finns olika delar hur relaterar dessa till varandra?

4. Vad kännetecknar/kategoriserar ett (computer aided engineering) CAE-system?
 - Vilka mjukvaror används inom ett sådant system?
 - Vilken typ av data förväntas ett CAE-system stödja?
 - Hur presenteras data och information?
 - Vilken typ av data och information förväntas ett CAE-system stödja?

5. Vilka standards finns inom området?
 - Vilka i så fall är de mest intressanta i förhållande till det tänkta IT-stödet?
 - Hur/på vilket sätt påverkar en vald standard integreringen av olika mjukvaruapplikationer?

6. Finns det fler typer än ovan uppräknade (KBE, PDM och CAE) system som kan förväntas att används?
 - Vilka i så fall?
 - Vilka delar i utvecklingsprocessen stöttar de i så fall?
 - Hur ser relationen till övriga system ut?

7. Fokus för det tänkta KBE-systemet ska om möjligt vara att använda i organisationen redan befintliga applikationer till IT-stödet, vilka?

8. Sett till alla ovan uppräknade frågor finns det hos IVF något tidigare forskningsmaterial som kan vara av intresse för en begreppsmodellering?

9. Finns det enligt din mening fler intressanta begrepp som bör diskuteras sett till ovanstående frågor? Vilka i så fall?

Förberedande E-brev till respondenterna

Hej!

Som ni kanske kommer ihåg ska jag utföra en begreppsmodellering i form av en ontologi/taxonomi som en delmängd i projektet *IT-stöd för samordnad framtagning av produkter och produktionssystem*.

Fokus i mitt arbete är att modellera olika begrepp och relationen dem emellan som finns i domänen där det tänkta IT-stödet ska verka. Detta ska göras för att översätta "er" domän till vårt datavetenskapliga perspektiv.

För att ni ska ha möjlighet (om tid finns) att förbereda er på de frågor som jag tänker ställa på fredag, bifogar jag dessa (se bilaga). Om möjligt har jag önskemål om att intervjua er individuellt. Eftersom det är en *begreppsmodellering* som jag tänker utföra bör ni se på frågorna utifrån denna aspekt. Frågorna är många därför är en prioritering lämplig. I följande lista har jag prioriterat frågorna:

<u>Prioritet</u>	<u>Frågenummer</u>	<u>Område</u>
1	1	Scope begreppsmodell
2	2	KBE
3	5	Standards
4	8	Material IVF
5	3	PDM
6	4	CAE
7	6	Fler typer än F.2 - F. 4
8	7	Befintliga applikationer
9	9	Eventuellt övriga intressanta begrepp

Om ni hinner titta på frågorna innan fredag och upptäcker några oklarheter tveka inte att höra av er via mail eller telefon.

Eftersom vår tid på fredag är relativt begränsad och alla frågor kanske inte hinner bli besvarade kanske vi kan boka ytterligare en tid för eventuell komplettering.

Bifogas:

Bilaga genomförande_frågor IVF 2002-04-12

Sändlista:

XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

Kopia:

Eva Söderström

Per Backlund

Vänligen

Fredrik Hasselplan

Högskolan i Skövde

E-post adress:

fredrik.hasselplan@telia.com

Telefon:

XXXX-XXXXXX

Internt tids-schema ex-jobb

Fredrik Hasselplan

