

MITTUNIVERSITETET

Projekt TIC

Forskning och utveckling kring teknisk
information

Lena-Maria Öberg
November 2007

Rapport TIC-1
ISBN nr. 978-91-86073-29-9

Förord

Teknisk information (TI) avser den information som möjliggör att kvalificerade tekniska produkter och tjänster kan introduceras, brukas, underhållas och avvecklas på ett säkert och miljömässigt sätt. Teknikinformationscentrum (TIC) är ett utvecklingsprojekt med syfte att tillskapa en arena för behovsstyrd FoU och kompetensutveckling samt kunskapsöverföring och innovation inom TI-området.

Projektets mål är vidare att utveckla metoder och instrument för identifiering, test och värdering av ny TI-teknik, utveckla instrument för kompetensplanering, utveckla material för kompetensförsörjning inom TI-området, utveckla och stärka nätverk och samverkansformer samt att etablera TIC som en nationell och internationell kunskapsnod inom TI.

Projektet utvecklar vidare metoder för identifiering och värdering av forsknings- och utvecklingsresultat av intresse för TI-företagen samt etablerar nätverk för spridning av dessa resultat ut till slutanvändarna. Vi hoppas att denna rapportserie skall fylla en väsentlig roll i denna spridningsaktivitet.

Stig C Holmberg
Rapportredaktör

Innehåll

1. Inledning	4
2. Trender som påverkar området Teknisk information	4
3. Beskrivning av tillvägagångssätt	6
4. Resultat	7
4.1. Kommunicera	7
4.2. Hämta (söka)	9
4.3. Analysera	9
4.4. Organisera	11
4.5. Transformera	12
4.6. Generera	13
4.7. Modifiera	14
4.8. Lagra	16
4.9. Generell aktivitet	17
5. Värdering av forskningsaktivitet	19
5.1. Diskussion	19
6. Referenser	24

1. Inledning

Hösten 2007 fick Informatikkollegiet i Östersund i uppdrag att kartlägga och värdera forskning inom området Teknisk information (TI). Uppdragsgivaren har varit Försvarets Materielverks (FMV) lokalkontor i Östersund. Anledningarna till att FMV gjort den här beställningen är flera. På lokalkontoret i Östersund finns en avdelning som arbetar med frågor som rör Teknisk information. Avdelningen är under uppbyggnad och deras idé är att de skall vara en expertfunktion när det gäller teknisk information och det är de som ska skapa underlag för hur all teknisk dokumentation som kommer till FMV ska kravställas. Det är även så att FMV och det svenska försvaret står inför nya uppgifter som kommer att ställa nya krav på den tekniska dokumentationen. Bland andra så finns följande förändringsdrivare:

- Försvarsmateriel används på nya sätt och i nya sammanhang (Insatsförsvaret)
- Försvarsmateriel anskaffas till stor del på nya sätt från nya leverantörer (internationell försvarsmaterielindustri)
- Nya försvarsmaktstrender, som t ex NBF, medför ökad komplexitet i såväl materielsystem som dess tillhörande TI.
- Aktuella begrepp, som t ex lärande (intelligenta) organisationer medför nya och högre krav på den tekniska informationshanteringen.
- Tekniska framsteg inom dator- och kommunikationsteknik möjliggör nya lösningar.

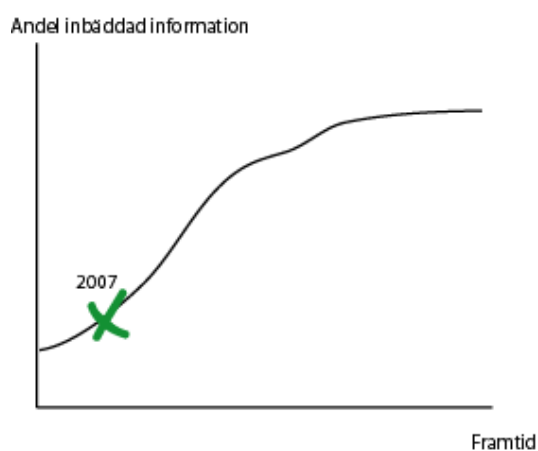
Syftet med rapporten är att den ska ligga till grund för beslut om fortsatta fördjupade studier inom området.

2. Trender som påverkar området Teknisk information

Den tekniska utvecklingen som sker i vårt samhälle påverkar också informationen om tekniska artefakter. TI omfattar manualer, underhållsinformation, ritningar, reservdelskataloger, utbildningsmaterial med mera har förändrats både på grund av tekniken och med hjälp av tekniken. Med hjälp av teknik kan informationen skapas och underhållas på ett annat sätt än tidigare men informationen kan ju även se annorlunda ut. Hall et al.(2006,p.2) skriver i sin artikel att "passande och korrekt dokumentation och som är ett snabbt åtkomligt (dvs semantiskt indexerad och åtkomlig) format kan vara en livräddare – eller åtminstone nödvändig för att serva en produkt på ett ekonomiskt sätt under lång tid.

Redan 1988 konstaterade Ventura (1988) att med mer och mer avancerade system så ökar också informationen. På 1960-talet så behövde ett F101B

Flygplan 25000 sidor med dokumentation, i slutet av 1980-talet var motsvarande siffra 300 000 till 500 000 sidor. Konsekvenserna av denna tillväxt är enligt Ventura (1988) att informationen blir mindre noggrant gjord, allt mindre fullständig och allt mer ogiltig, mer komplex och desorienterad och mindre flyttbar. Frågan är om elektronisk information löst alla dessa problem som Ventura (1988) diskuterar i sin artikel. Många artiklar om teknisk dokumentation idag diskuterar även de problem som flyttbarhet och möjlighet att överföra information mellan olika aktörer samt problem med åtkomst av information på grund av ständigt ökade mängder information. För att åskådliggöra en trolig utveckling har vi gjort ett diagram som visar hur stor del av den tekniska informationen som finns inbäddade i tekniken idag och i framtiden.



Utveckling sker som bekant ofta gradvis vilket ofta innebär att det i praktiken existerar teknik från många olika generationer samtidigt. Detta gäller med största sannolikhet även TI-området. Företag inom området som är producenter av TI visar att man arbetar med nya tekniker såsom animationer, 3D och multimedia för exempelvis utbildningsmaterial. Men pappersmediet är fortfarande det som är det vanligast förekommande. En orsak kan ju exempelvis vara svensk lagstiftning som kräver att det alltid ska finnas en instruktionsmanual tillgänglig i t ex alla lastbilar. Om informationen då vore digital och det blir problem med strömtillförseln blir ju detta omöjligt att uppnå. En annan orsak till att papper ofta används mer än en elektronisk variant är att det är svårare för det mänskliga ögat att läsa text på en skärm än på en dator. En forskargrupp vid Microsoft bedriver forskning i syfte att ta fram typsnitt som gör det lättare att läsa från skärm (Larson, 2007).

Informationen kan med dagens teknik innehålla tredimensionella animationer som exempelvis en mekaniker kan ta hjälp av vid underhåll. En ytterligare dimension är ju att med hjälp av inbäddad mjukvara så kan tekniska artefakter också innehålla information. Henzinger och Sifakis (2007) skriver om utvecklingen av inbäddade tekniker i sin artikel och de menar att

möjligheterna med den nya tekniken är mycket stora. Inom bilindustrin är antalet elektroniska kontrollenheter mycket stort och enligt författarna eskalerar därmed mjukvarukomplexiteten. Paradoxalt menar Henzinger och Sifakis (2007) så gör nackdelarna med dagens design, validering och underhållsprocesser mjukvaran den dyraste och minst pålitliga delen av en inbäddad applikation.

Det finns sammanfattningsvis en hel del forskning som indirekt påverkar möjligheterna för teknisk information.

3. Beskrivning av tillvägagångssätt

Eftersom uppdraget var formulerat för att täcka in ett stort område har vi valt att genomföra en bred undersökning där forskningsmaterial från många olika områden har använts. För att säkerställa att ingen väsentlig information faller utanför sökningen har arbetet strukturerats utifrån en heltäckande modell. Modellen som använts är baserad på Uhlig, Farber och Bairs (1979) modell som bygger på de två huvudkoncepten informationsprocesser och informationsaktiviteter. De ser informationsanvändningen i en verksamhet som en kombination av aktiviteter och processer. Med IP avses de processer i verksamheten som på något vis använder information. Namnen på IP sätts vanligen utifrån syftet eller målet med verksamheten i vårt fall har IP fått följa en produkts livscykel och består därför av följande faser; Design och konstruktion, anskaffning/acceptans/test, utbildning, användning, reparation och underhåll och avveckling. IA beskriver vad man faktiskt gör med informationen, kommunicerar, hämta och söka, analysera, organisera, transformera, generera, modifiera, och lagra. Genom att kombinera IP och IA erhålls en "informationsmatris". Aktiviteterna och processerna har tillsammans med begrepp såsom teknisk dokumentation, teknisk information sedan utgjort utgångspunkt för generering av sökbegrepp i vetenskapliga litteraturlösningsdatabaser. Informationsmatrisen har sedan utgjort grunden för att värdera den forskningsaktivitet som finns i respektive cell. Detta i syfte att tydliggöra var forskningsintresset finns och eventuellt också tydliggöra luckor i den forskning som bedrivs idag.

Sökningen och det praktiska arbetet har utförts av Lena-Maria Öberg. Regelbundna möten har genomförts tillsammans med Stig C Holmberg för att diskutera funna sökresultat och begränsningar och tillägg. Under uppdragets gång har en intervju hos TIKAB (Lars Andersson) i Krokomb samt ett diskussionsmöte hos FMV (Anna Öhrnell och Torbjörn Innervik) genomförts. Mötet hos FMV syftade till att göra avstämningar kring innehållet i uppdraget. Intervjun hos TIKAB syftade till att göra ett nedslag hos ett producerande företag för att se vilka verktyg och metoder som de använder.

4. Resultat

Sökningen i de olika databaserna har sammanfattats i ett antal bilagor, en för varje informationsaktivitet. Bilagorna återfinns i ett separat dokument. Huvuddragen i respektive aktivitet beskrivs i rapporten i det här kapitlet.

4.1. *Kommunicera*

Med dagens teknik kan kommunikation se ut på många olika sätt, det kan vara en animation en motor som går exempelvis i genomskäring, en illustration eller ett videoklipp och i de flesta fall även text. Från flera håll har jag hört verksamheter som sneglar på IKEA:s bruksanvisningar. De består av illustrationer med några siffror som anger turordningen, men det finns ingen text. Det innebär att IKEA kan leverera samma tekniska information till alla sina kunder i alla länder utan större förändringar. Bilder och animationer är mycket kraftfulla när det gäller kommunikation så det är kanske självklart att det är många som har IKEA som "målbild". I det här sammanhanget är det då också intressant med symboler och det finns en grupp forskare som försökt hitta studier som utvärderat och jämfört effektiviteten i att kommunicera genom symboler. De har bland annat vänt sig till Michelin eftersom de länge använt sig av exempelvis stjärnor för att beskriva ett hotells kvalitet. Men förvånande nog har de inte kunnat hitta några sådana studier (Schünemann, Best, Vist, & Oxman, 2003). De skriver också att om symboler används så måste de vara enkla att förstå för många olika kulturer, symbolerna begränsningar och ordningen måste vara "intuitivt" klara. Ett forskningsspår som är intressant att följa när det gäller språk och språkets utveckling så är det "Evolutionary computing" (Cangelosi, 2001). De försöker genom att skapa intelligenta system undersöka möjliga teorier till hur språk utvecklas. När de kommit längre i sina teorier kan de kanske användas baklänges, det vill säga att man kan försöka utveckla symboler om man har en teori om hur språket utvecklas.

Inom E-learning finns det exempel på forskning av stor relevans för TI-området. Ett exempel är Bluemel et. Al (2003) som skrivit en artikel som virtuella miljöer för undervisning inom underhåll och reparation. Deras modell baseras på scenarion som den som går utbildningen får följa. Istället för att visa en enskild animation så håller systemet rätt på statusen i det underliggande scenariot som användaren deltar i. Den som tränar kan välja mellan att själv ta kommandot eller låta systemet visa handhavande steg för steg. (Bluemel et al., 2003). När det då sedan gäller forskningen inom tekniker för att skapa illustrationer och animationer pågår det en hel del intressant. Ett exempel är Hartmann och Strohotte (2002) som skrivit en artikel om ett

verktyg som kan användas för att automatiskt skapa illustrationer. Hartmann och Strohotte (2002) menar att det är mycket kostsamt att göra om befintligt material såsom böcker och lexikon till multimedieprodukter. De har därför utvecklat ett verktyg som kan extrahera interna och externa länkar och illustrationer som tillhör små textsegment kan genereras automatiskt. Presentationen kan sedan också utvecklas och förändras beroende på hur användaren vill att det ska se ut. Verktöget har testats på material om anatomi. Ett annat exempel är Stock och Weber (2006) som anser att Augmented Reality är en tillför ytterligare en dimension i teknisk information. För att få lönsamhet i att skapa animationer baserade på Augmented Reality är det mycket viktigt att använda samma grunddata i hela produktionsprocesser menar Stock och Weber (2006).

Inom systemutvecklingsbranschen använder designerns och programmerare olika typer av diagram eller visualiseringstekniker för att kommunicera hur det aktuella systemet ska se ut och fungera. De här diagrammen förvirrar ofta användaren och gör dessutom dokumentationen onödigt stor. IBM mjukvarulaboratorium testar därför metoder där utvecklare, skribenter och grafiska designers träffas för att samarbeta kring den tekniska dokumentationen (MacKinnon & Murphy, 2003). För TI-området är kanske inte tekniken kring UML-diagram som just den här artikeln behandlar intressant utan det är snarare tanken på att dokumentationsprocessen tar sin början redan när programmet eller i det här fallet produkten utvecklas.

En grundsten i att kunna kommunicera elektroniskt är olika typer av informationsstandarder, här har till exempel utvecklingen av XML haft stor betydelse. Ett annat exempel på en standard för kommunikation är PLCS (Product Life Cycle Support), vilket är en ISO-standard (ISO-10303-239). PLCS är avsedd för att dela information genom en produkts hela livscykel. Nyceklkonceptet beskrivs av Dunford och Bergström (2007) som att skapa "en källa för sanningen". Det vill säga oavsett var i produktkedjan information skapas och används så ska samma datakälla användas. PLCS innehåller mekanismer för att strukturera produkt data och också att länka den till relaterade objekt. En reflektion är att en sökning på ISO-standarderna ger relativt få sökträffar och att PLCS inte ger sökträffar alls. Detta verkar vara i starten av forskning kring detta. Det bör dock nämnas att PLCS har utvecklats genom åren och i sin ursprungsform använts sedan 1994. Men förändringarna är vad jag kan bedöma ganska stora från starten varför det ändå är intressant att se att forskningsaktiviteten finns men det har inte hunnit bli några volymer publiceringsmässigt.

4.2. Hämta (söka)

Att söka rätt på information kan vara problematisk dels på grund av de mängder information som finns exempelvis på Internet eller internt i en organisation men dels även hur väl beskriven en viss informationsmängd är. Det pågår en ständig utveckling av sökmotorer (såsom Google och Yahoo) och i samband med det forskning som jämför olika ranking och indexeringsmetoder mot varandra. Janssen och Amanda (2003) har uppskattat att 54% av Internetanvändarna enbart använder sökresultatet från den första resultatsidan ytterligare 19% tittar på den andra och enbart 10% tittar på den tredje resultatsidan. Ranking och indexering fyller därmed en viktig uppgift. När det gäller TI-området så är ju XML-dokument vanligt och det finns exempel på forskare som koncentrerat sig på att lösa åtkomstproblematiken i just XML-dokument. Ett exempel är Fuhr och Großjohann (2001,; Fuhr & Grossjohan, 2004) som utvecklar ett frågespråk för XML. De frågespråk som finns tillgängliga för XML saknar funktionalitet för exempelvis ranking och viktning av resultat. De kallar sitt frågespråk XIRQL och det inkluderar ranking och viktning. Liu, Zou och W.Chu (2004) har utvecklat ett frågespråk för XML som möjliggör att användaren kan påverka hur index ska ta hänsyn till olika typer av XML-taggar.

Men utvecklingen av dessa frågespråk och sökmotorer är mer inriktade mot allmän informationssökning än mot informationssökning i en arbetssituation menar Paganelli och Mounier (2003). De har studerat användare av teknisk dokumentation och menar att söksystem måste anpassas dels efter teknisk information och dels efter att informationssökning ser annorlunda ut i en arbetssituation. Deras förslag till lösning heter Sysrit. Ett problem som diskuteras inom arkivvetenskapen och närbesläktade områden är att det vid en sökning av information är mycket viktigt att kunna avgöra om träffen visar all tillgänglig information(Tough & Moss, 2003). Det är ju inte fallet vid en vanlig Googlesökning till exempel. Förslagen för att åstadkomma den typen av sökningar är märkningar och klassificeringar av olika slag. Märkningar sker ofta med hjälp av metadata och det finns en uppsjö av varianter av metadata-scheman (Dublin Core, VERS, ISAD(G) med flera). Klassificeringar kan se mycket olika ut från enkla vokabulärer till ontologier (se underrubriken analys för förklaringar)(Garshol, 2004). En intressant teknik inom detta område är Topic Maps som är en form av mind maps där man beskriver ett objekt dels med hjälp av metadata men även dess relationer till andra objekt och informationsresurser(Garshol, 2004,; Sigel, 2006).

4.3. Analysera

Att analysera information innebär i det här sammanhanget att sortera information på något sätt och att göra korsreferenser mellan olika informationsmängder som på något sätt är relaterade till varandra (Uhlig et

al., 1979). Tekniker som används är dels metadata och dels klassifikationer av olika slag.

När det gäller metadata (data om data) så finns det olika typer, allt från administrativ till format, och var det finns lagrat, till innehållsbeskrivande metadata såsom beskrivning, titel och författare. Det finns en mängd olika scheman för metadata. Ett exempel på ett schema som används mycket i många olika typer av verksamheter är Dublin Core (www.dublincore.org, 2007). Det består av 13 olika element till exempel, författare, språk, beskrivning och titel. Dublin Core har utvecklats för metadatamärkning av webbsidor. När det gäller teknisk dokumentation så har Stock, Weber och Steinmeier (Stock, Weber, & Steinmeier, 2005) beskrivit automatisk metadatamärkning för att underlätta den tekniska dokumentationsprocessen. Genom att använda data som skapas vid design och konstruktionsfasen för att märka fördefinierade animationsmallar.

När det då sedan gäller klassifikationstekniker så beskriver både Garshol (2004) och Siegel (Siegel, 2006) ett antal tekniker utifrån ett progressionstänkande. Dvs. att vokabulärer beskrivs som det enklaste verktyget och ontologier det mest avancerade. Kontrollerade vokabulärer innebär användning av fördefinierade termer i listform. Vokabulären kan kombineras med ett metadataschema på så sätt att varje metadata element har ett antal godkända termer (Garshol, 2004). Garshol (2004) beskriver vidare taxonomier som har använts mycket för att göra innehållsbaserade klassifikationer. Begrepp arrangeras och kategoriseras i grupper vilket gör det enklare att hitta rätt begrepp för att förklara någonting eller för att söka rätt på något. Ett mer kraftfullt verktyg än både vokabulärer och taxonomier är thesauri. En thesauri följer samma princip som en taxonomi (dvs hierarkiska begreppsstrukturer) men den tillåter även ytterligare förklaringar om ett objekt. Ontologier beskrivs av Sure, Ehrig och Studer (2006) som bestående av fyra huvudelement. Dessa fyra element är:

- Begrepp (gemensam konceptualisering) av representationer av verkligheten.
- Semantiska relation, dvs länka ihop begrepp med varandra
- Lexikon (vokabulärer) dvs beskrivning av symboler, beskrivningar av begrepp och de semantiska relationerna.
- Regler för begreppen och dess relationer.

Det finns en stor forskningsaktivitet kring ontologier och användning av klassifikationer av olika slag. En stor orsak till detta beskrivs vara problem att återsöka material. En teknik som har sitt ursprung i tidigt 90-tal är Topic Maps. Topic Maps består av tre huvudelement (Pepper, 2007), topic, informationsresurser och associationer. Genom att skapa mind map liknande grafiska representationer av topic med dess relationer till informations-

resurser kan man söka rätt på all tillgänglig information om något genom att hitta en tråd i kartan. Enligt Garshol (2004) kan det ännu så länge vara svårt att hitta experter på Topic Maps och eftersom tekniken är ny finns en viss osäkerhet inför att välja den.

Avslutningsvis så finns det XML-baserade språk för att beskriva exempelvis ontologier.

4.4. Organisera

X-teknologierna utökas och revideras ständigt och ansvariga för dessa teknologier är webbkonsortiet W3C (www.w3.org). XML (Extensible Markup Language) utfärdades som rekommendation från konsortiet redan 1998 och har utvecklats ifrån SGML. SGML (Standard Generalized Markup Language) är en ISO-standard som används för att definiera och representera strukturerade dokument i en applikationsoberoende form (Salminen, Lyytikäinen, & Tiitinen, 2001). Att även XML är applikationsoberoende skapar möjligheten att kommunicera och utbyta information oavsett vilken plattform som används för att spara informationen (Varlamis & Vazirgiannis, 2001). Med hjälp av XML skapas ett regelverk för hur informationen ska organiseras det kan göras med hjälp av till exempel DTD (Document Type definition) eller XML-schema. I regelverken specificeras vilka element och attribut som får användas. Ett XML-dokument kan sedan valideras mot exempelvis ett XML-Schema (Murata, Dongwon, Murali, & Kohsuke, 2005). Eftersom XML har använts under ett antal år finns det redan erfarenheter och exempel på vidareutveckling av XML. Den spridda användningen av XML har drivit på utveckling av exempelvis relationsdatabaser och frågespråk för att de ska användas tillsammans med XML. En finsk forskargrupp (Salminen et al., 2001) har sedan 1994 deltagit i ett projekt tillsammans med den finska regeringen där man implementerat SGML-lösningar för offentliga handlingar. En erfarenhet är att det är viktigt att planera den externa presentationen åtminstone delvis, tillsammans med planeringen av DTD-erna. Samma forskargrupp har under senare år (Salminen, 2005) även studerat användningen av XML i uppbyggnaden av den Finska digitala regeringsformen. Enligt forskargruppen erfar att standardiseringsarbete med hjälp av XML kan möta problem när det gäller metadata. Metadata har visat sig vara ett begrepp som definieras på många olika sätt. Ett annat problem som man identifierat är ständiga förändringar i specifikationer och mjukvara. (Salminen, 2005).

XML-tekniken är som sagt välspredd och det finns flera exempel på applikationsområden som är relevanta för TI. Ett sådant är DocBook. DocBook har utvecklats sedan 1991 idag i OASIS (Advancing open standards for the information society) regi. DocBook beskrivs som ett schema (en DTD)

som finns tillgänglig på flera olika språk (Relax NG, SGML, XML DTD och W3C XML). DocBook är utvecklat för böcker och artiklar om datorhård- och mjukvara alltså teknisk dokumentation(*Homepage of DocBook.org*, 2007). Enligt Molloy (2003) är huvudskillnaden mellan DocBook och andra strukturerade format är att i DocBook separeras innehållet från formateringar. Det här skapar möjligheter till olika presentationer från samma innehåll med hjälp av olika stilmallar. Molloy (2003) beskriver i sin artikel ett försök att använda DocBook för att dela dokument i en E-learning kurs där de skapat en applikation för att även kunna skydda dokumenten med hjälp av kryptering. Erfarenheterna av försöket var goda men de har även identifierat några svårigheter som är av relevans för TI. DocBook-standarden är speciellt anpassad till dator/ingenjörsinnehåll. För att göra anpassningar mot andra applikationsområden krävs en hel del arbete. Ett annat problem är att det saknas lämpliga WYSIWYG –editorer.

Ett annat exempel är S1000D ("S1000D," 2007). S1000D är en specifikation som först har utvecklats för det militära flygets behov av dokumentation. S1000D används idag även av det civila flyget. Specifikationen är omfattande och innehåller styrning för struktur, innehåll, lagring och utbyte av teknisk information(*Greenough M & Williams*, 2007). S1000D bygger på att dela upp dokumentation i moduler som sedan kan återanvändas. Specifikationen baseras på ISO, CALS och W3C standarder vilket gör att informationen skapas i ett neutralt format. Alla moduler lagras i en databas som kallas Common Source DataBase och det finns ett antal aktörer som tillhandahåller verktyg som stödjer arbetet med S1000D. Utöver användning inom flygindustrin (militär och civil) samt övrig militär verksamhet har vi inte hittat några exempel på användning idag. Men Greenough och Williams (2007) studie syftar till att undersöka om tekniker som används inom flyget är överförbara till exempelvis verktygsindustrin. Deras slutsats, som dock inte grundar sig på någon test, är att det skulle vara möjligt.

4.5. *Transformera*

Transformera har här tolkats som att översätta information till ett annat språk. Kostnaderna för att översätta text anses höga och utöver det finns det även en del problem förknippat med översättning. För att uppnå högre kvalitet i teknisk dokumentation är det vanligt att arbeta med kontrollerad eller begränsad engelska. En av de mest använda kontrollerade "språken" är Simplified English (SE). Standarden började utvecklas redan på 1970-talet av Boeing och utvecklas och tillhör idag AECMA (The Association Europeene de Constructeurs de Material Aérospatial)(*Spyridakis*, 1997). Såsom för andra kontrollerade språk så anses det att användningen av SE kan leda till mer begriplig och mer lättöversättlig dokumentation. På senare år har studier visat att automatisk översättning av text underlättas också av att texten är

skriven med SE eller liknande språk (Möller, 2003). SE-standarderna innehåller en kärnvokabulär och en uppsättning språkregler som styr grammatik och stil. Men trots att SE är väl använt finns det få studier som kan visa på att man når utlovade positiva effekter (det vill säga mer begriplig och mer lättöversättlig dokumentation). Boeing har tillsammans med Washingtons universitet gjort ett test för att undersöka om SE ger mer lättöversättlig dokumentation. Deras resultat visar att i vissa fall ger SE avsedda effekter. Deras resultat tyder också på att man vinsterna är större mellan engelska och spanska än översättningar mellan kinesiska och engelska (Spyridakis, 1997). Möller (2003) har gjort en undersökning för att se om 1) text som skrivits i ett kontrollerat språk är mer läsbar än text som skrivits i ett okontrollerat språk (gäller vid språkbruk för speciella syften), och 2) kontrollerade språk producerar bättre resultat vid maskinöversättning än okontrollerade språk. Resultaten visar att kontrollerade språk producerar bättre resultat vid maskinöversättning, men om målgruppen är tekniska experter så är det att föredra att skriva på ett mer konventionellt tekniskt skrivsätt. Ett förslag från Möller (2003) är att försöka antingen kombinera dessa två skrivsätt eller att producera både och. Bernth (2006) anser att de kontrollerade språken måste utvecklas för att bli mer avancerade. SE är visserligen det mest avancerade men enligt Bernth (2006) borde alla kontrollerade språk ta hänsyn till längre textstycken än enstaka meningar. Bland annat borde översättningen ta hänsyn till textrytm, dvs att det bör finnas långa och korta meningar, löpande text och listor.

Det finns flera exempel på maskinöversättningssystem som utvecklats för att ersätta manuell översättning som nämnts tidigare är kostsamt. Llitjós och Carbonell (2006) arbetar med en ny metod för maskinöversättning. En maskinöversättning kräver alltid efterkorrigeringar. Deras metod baseras på en feedbackloop vilket innebär att personen som gör efterkorrigeringarna också ska mata in dem i systemet för att bli bättre allteftersom. Akis et. al (2003) har skrivit en artikel om Sun Microsystems erfarenheter av att använda ett program som på engelska kallas translatability checker och som automatiskt specificerar och söker efter fel i terminologi, grammatik och stil. Deras erfarenheter när det gäller användningen är bland annat att källdokumentationen blev mer koncis och enklare att läsa än text som inte kontrollerats. Dokument som har kontrollerats är också enklare att översätta till andra språk.

4.6. Generera

Behoven att generera olika output baserad på samma information kan vara flera. Ett behov som beskrivs av Stock och Weber (2006) är att bilar görs i så många varianter att det blivit mycket viktigt att kunna anpassa den tekniska informationen exakt efter den bilen. Stock och Weber (2006) anser därför att

teknisk dokumentation måste baseras på en generell dokumentationsprocess där all teknisk data lagras i en gemensam databas. Utifrån databasen kan man sedan skriva ut dokumentationen för en speciell produkt.

Men det finns även behov att kunna presentera dokumentation på olika publicerings sätt, exempelvis på webben eller i pappersformat. För att generera information finns ett antal olika tekniker, men för strukturerade dokument är XML den just nu mest använda tekniken och därför har urvalet av tekniker koncentrerats kring tekniker för att presentera XML-filer. Märkspråktekniker baserade på SGML och XML förenklar skapandet av adaptiv information. Genom domänanpassade märkspråk och genom genomtänkt användning av style sheet-teknologier kan dokument anpassas efter speciella behov hos olika grupper av användare (Martínez-Ortiz, Moreno-Ger, Sierra-Rodríguez, & Fernández-Manjón, 2006). De av W3C framtagna teknikerna för presentation heter CSS och XSL. Enligt W3C så är XSL ett språk för att göra style sheets. Ett XSL style sheet är en fil som beskriver hur en visst XML-dokument ska presenteras (<http://www.w3.org/Style/XSL/>, 2007). Med hjälp av XSLT kan HTML-sidor genereras utifrån XML data. Teknikerna finns tillgängliga och möjligheten till att utifrån en källa publicera material på olika sätt betonas ofta såväl i XML-litteratur såsom när det gäller fördelar med produkter som används för att hantera stora informationsmängder (exempelvis content management system se dokumentet om File för mer information).

Både såväl DocBook (*Homepage of DocBook.org*, 2007) som S1000D ("S1000D," 2007) innehåller även de färdiga förslag på style sheets för att kunna generera dokument enligt gemensamma mallar.

Vid diskussion hos ett besök hos TIKAB (Andersson, 2007) diskuterade vi användningen och fördelarna med XML. Lars Andersson berättade då att man vid TIKAB använder XML för att strukturera dokument medan att man däremot inte utnyttjar möjligheterna att presentera flera typer av publikationer från samma datakälla. Förklaringen är att kunden beställer i vilket format de vill att informationen ska levereras och sedan utnyttjar man inte möjligheten att framställa olika publikationer. Utifrån en intervju med Lars Andersson kan inga långtgående slutsatser dras utan detta bör ses som ett intressant exempel på praktiskt användning.

4.7. Modifiera

Hall et.al (2006) har i sin artikel beskrivit ett verktyg som försvaret i Australien använt i flera projekt för att hantera dokumentation genom produktens livscykel. Från 2002 använder man där ett verktyg som heter CMIS (Configuration Management Information System) CMIS erbjuder ett

gemensamt användargränssnitt och ett elektroniskt arbetsflöde för att kontrollera utveckling, godkännande, utgåvor och publikationer av all explicit kunskap som skapas i ett projekt. För att kunna integrera förändringar i olika delar och dokumentation som är kopplade till dessa delar används S1000D. CMIS beskrivs därmed som en länk mellan MRP (Management Resource Planning), CADsystem samt de system som används för teknisk publikation (exempelvis FrameMaker). EMC²(EMC Software, 2007) har en produkt som heter EMC Documentum som påminner om den som beskrivs i Hall (Hall et al., 2006). EMC Documentum beskrivs som en produkt där det är möjligt att skapa, granska, godkänna och publicera olika typer av information i enlighet med de affärsregler som verksamheten har. Även EMCs lösning baseras på XML-format och kan ta emot information från exempelvis ett produktionshanteringssystem (PLM) eller ett ERP(Enterprise Resource Planning)-system. EMC kan också leverera information till olika publiceringsverktyg för publicering på ett intranät eller för tryck.

Grundtanken i S1000D ("S1000D," 2007) det vill säga att dela upp dokumentationen i moduler för att möjliggöra återanvändning och därmed också ett medel för att förenkla förändringar av information. Tanken är ju att en modul kan användas i olika typer av dokumentation, men även i de fall då samma information används flera gånger i samma dokument. Många organisationer vill också ha stöd för själva dokumentationsprocessen som ofta innefattar exempelvis både författare, granskare och de som godkänner ett dokument samt versioner av dokument.

Ytterligare ett intressant initiativ är SCORM (The Sharable Content Reference Model). Grundtanken i SCORM är att dela upp inlärningsmaterial i mindre "learning objects" (ADL-Net, 2007). Eftersom SCORM baseras på användning av standarder (XML) så vinner man dels fördelar av att kunna utbyta LO med andra, dels att vissa LO kan återanvändas vid behov. Nackdelarna med SCORM anses vara den tidskrävande processen att ta fram de här modulerna och att även underhållet av dem kan vara problematiskt(Bohl, Schellhase, Sengler, & Winand, 2002). Kopplingen mellan SCORM och S1000D beskrivs av Krinock(2004) som att utbildningsmaterial kan vara slutprodukten i en SCORM-standardisering av e-learningmaterial och materialet bygger ofta på tekniska data och specifikationer vilka styrs av i S1000D. För övrigt så har även SCORM sin utgångspunkt inom försvaret.

Inom bilindustrin har BMW utvecklat en generell dokumentationsprocess som bygger på att man samlar data genom hela produktionsprocessen. En gemensam databas där informationspaketen samt de logiska kopplingarna mellan paketen är en av grundpelarna i deras föreslagna arbetsmetod. Stock och Weber (Stock & Weber, 2006) presenterar även en prototyp till ett verktyg

som kan stödja denna metod i sin artikel. Ett annat exempel på en forskargrupp som menar att det är av stor betydelse att dela information genom hela livscykeln av en produkt är Briggs, Rando och Daggett (2005). Här behövs ett samarbete mellan S1000D och två andra standarder (ISE informationsmodeller och STEP AP239) anser dem.

4.8. Lagra

Att lagra data kan ske på olika sätt. En lösning är att spara filer i någon form av filsystem som antingen sköts manuellt men med hjälp av programvara. Ett alternativ är att lagra data i databaser. En databas kan sedan givetvis också innehålla eller länka till filer. Eftersom många anser att mängderna elektronisk information ökar mycket snabbt så har lagring varit ett ganska hett område de sista åren. Kraven på åtkomst, struktur och mängden information har öppnat upp för en marknad för system som hanterar lagring av information. Det finns EDM (Electronic Document Management systems) och ECM (Electronic Content Management) för att nämna några av de begrepp som florerar (Borglund, 2007). I ett EDM system ingår ofta funktioner för att skapa, lagra, organisera, spridning, åtkomst, manipulation, uppdatera och eventuell arkivering (Päivärinta, 2001). Ett ECM har av Nordheim och Päivärinta (2004) definierats som "ett integrerat sätt att gripa sig an hanteringen av all information i en organisation: vilket även innefattar strategier, processer, färdigheter och verktyg". Enligt EMC som levererar ett ECMsystem som de kallar Dokumentum är de stora inom teknisk dokumentation. De har bland annat Volvo, Scania, SKB och Astra Zenica som kunder.

När det gäller den fysiska lagringen finns det ett antal strategier för att bevara data över lång tid. Det finns ett antal strategier för att bevara data över lång tid från vanlig kopiering till emulering och migrering (Asproth, 2005). Emulering går ut på att återskapa exempelvis en operativsystemsmiljö eller en informationssystemsmiljö eller både och. Migrering innebär att flytta över data till ett annat medium eller ett annat format eller en annan plattform (Granger, 2000). Problemet är att samtliga strategier har svagheter och både migrering och emulering innebär informationsförluster. Rothenberg (Rothenberg, 2000) har uttryckt det som att man får välja vad man förlorar men förlorar information gör man med dagens tekniker.

Det finns gott om exempel på forskning inom exempelvis tekniker för databaser. Relationsdatabaser är fortfarande det mest använda även om det funnits experter som spått exempelvis objektorienterade databaser en lysande framtid. Ett intressant exempel för TI-området är Kudrass (2002) artikel. Enligt Kudrass (2002) kan det uppstå problem hos organisationer som använder XMLfiler som är skapade med hjälp av ett antal olika DTD:er och

Schegan. De föreslår därför en teknik för att hämta och spara XML-filer i en relationsdatabas utan att använda DTD-er eller XML-schegan.

Inom arkivvärlden råder det en viss skepticism mot möjligheterna att kunna ta tillvara information som är lagrad i exempelvis databaser. I tankarna kring att skapa moduler av information så är detta ju verkligen ett exempel på där informationen inte lagras i sin helhet på ett ställe. Ett förslag till lösning för att komma undan framtida problem kan ju då vara att lagra både moduler och de kopplingar som finns mellan modulerna men även exempelvis den instruktionsbok som kan skapas utifrån dessa moduler.

En annan viktig aspekt kring lagring av information över tid är filformat. XML har länge setts som en positiv utveckling inom långtidslagring. Ball och Ding (2006) har skrivit en intressant artikel där de diskuterar olika lösningar för att komma över problem som rör lagring av information över tid. De nämner bland annat PLCS som ett tänkbart alternativ men presenterar även en lösning baserad på Open Archival Information System Reference Model.

4.9. Generell aktivitet

När det gäller test och acceptans av information tycker jag att det är svårt att strukturera forskning kring detta i någon av de åtta aktiviteter som annars utgör huvudstruktur i den här rapporten. Det skulle eventuellt vara i aktiviteten kommunikation i sådana fall. Eftersom test och acceptans har att göra med kommunikation mellan kund och leverantör för att skapa underlag för att bedöma om rätt saker levererats. Men test och acceptans har nu istället placerats under en egen rubrik.

När sedan då gäller aktuell forskning och utveckling inom området så finns det ett antal standarder för hur test ska utföras och dokumenteras. ISO 12207 (ISO, 2006) är ett exempel på en sådan, dock specialiserad för utvecklingsprocessen för mjukvara. Att testa huruvida dokumentation uppfyller kraven beror på hur kraven är ställda. Krav av typen vilket/vilka filformat som dokumentationen ska levereras i, lagringsmedia är lätttestade. Interaktiva utbildningar kan testas med traditionella användartester såsom till exempel att en användare ombeds utföra ett antal uppgifter och att användaren filmas under tiden för att skapa en uppfattning om hur exempelvis effektiv (eller vad som nu ska mätas) utbildningen är. När det sedan gäller om dokumentationen är konstruerad på ett sätt som möjliggör till exempelvis återanvändning är kanske en framtida forskningsfråga.

För att kunna garantera att man nått en hög kvalitet på en produkt (i det här fallet teknisk information) är det viktigt att kvaliteten på processen är hög (Hägerfors, 1995). Det finns ju idag också många olika typer av verktyg som

kan stödja produktionsprocessen av dokument, en del av detta är ju också ett kvalitetsarbete. Många organisationer arbetar med användare i olika nivåer, det vill säga författare, granskare och kanske även språkgranskare.

En viktig del av dokumentationen är helt klart språket, forskning inom kontrollerade språk visar att det är högaktuellt. Idag finns också en medvetenhet om att användaren ska vara nöjd vilket syns tydligt i de exempel som jag hittat på att det görs tester (Möller, 2003,; Spyridakis, 1997) i hur effektiva de kontrollerade språken egentligen är (se vidare i avsnittet om transformera). Att forskning inom områden som ontologi är högaktuell är ett tecken på att det finns en syn på att det är viktigt att en organisation (Garshol, 2004) är tydlig i till exempel användningen av begrepp.

5. Värdering av forskningsaktivitet

För att tydliggöra resultatet ytterligare har jag valt att göra en matris som i x-led visar de nio informationsaktiviteter som setts som aktuella för TI-området och i y-led de sex huvudprocesser som en produkt livscykel består av. Matrisen består därmed av 54 kontaktytor mellan aktiviteter och processer. I varje sådan kontaktyta har jag utifrån den identifierade forskning som beskrivits gjort en bedömning av **forskningsaktiviteten**. Forskningsaktiviteten har bedömts utifrån antalet pågående projekt och även när i tiden artiklarna producerats. Det kan mycket väl vara så att intresset för lösningar är högt i ett område där forskningsaktiviteten är låg. Forskningsaktiviteten har jag delat in i en tregradigskala: Hög, Medel och Låg. Det finns också gott om celler där jag inte har gjort någon bedömning det kan bero på att jag inte identifierat någon forskning som berör just den kombinationen av aktivitet och process. Kanske kan man då säga att forskningsaktiviteten är mycket låg men det kan ju också vara så att den kombinationen inte är helt relevant för TI-området. För att tydliggöra aktiviteten har jag också använt mig av färger för att markera graden av forskning, grön för hög aktivitet, gul för medel och blå för låg aktivitet.

Aktiviteter	Kommunicera	Hämta/Söka	Analysera	Organisera	Transformera	Generera	Modifiera	Lagra	Generell
Processer									
Design/Konstruktion	M	M	H	M	H	L	H	H	
Anskaffning/Acceptans/Test									L
Utbildning	H		H	M		M	H		
Användning	M		M	H	H	L	M		
Reparation/Underhåll/Livsförlängning	M	M						M	
Avveckling								M	

5.1. Diskussion

Resultatet visar att det pågår en hel del forskning som berör forskningsområdet TI. En avsevärd stor del av artiklarna som ingått i materialet till rapporten har uttalat handlat om teknisk information eller teknisk dokumentation och diskuterat speciella problem eller speciella lösningar för just detta område. Exempel på detta är Stock, Weber och Steinmeiers (2005) artikel som diskuterar lösningar för bilindustrin eller Hall et.al (2006) som handlar om det australiensiska försvarets användning av

verktyg för att hantera dokumentation kring produkter. Material om S1000D är med bakgrunden inom militärt flygindustrin högtintressant eftersom specifikationen är utvecklad för att hantera just militär information om militära fordon. Men det finns också exempel på forskning inom helt andra discipliner där det finns mycket att hämta. Jag tänker särskilt på utbildning och då främst inom e-learning. Inom e-learning och utbildningsmaterial finns det antagligen mycket intressanta studier gjorda, vilket kan vara något att tänka på inför framtida samarbete kring just utbildning. Mittuniversitetet bedriver mycket undervisning via distans och ibland även helt webbaserat och exempelvis Bluemel et.al (2003) beskrivning av en virtuell övningsmiljö för underhålls och reparationsarbete är mycket intressant. Att det sedan också finns redan ett etablerat samarbete mellan S1000D och SCORM gör att jag bedömer hela utbildningssektorn som "het". Värt att notera är också att den modultanke som S1000D bygger på också återfinns inom standarder för utbildningsmaterial samt även i den metod som presenteras av BMW Group.

Ett område där det också är hög forskningsaktivitet är inom analysområdet och då främst metadata och klassifikationstekniker. Inom det här området finns det många olika vetenskapliga discipliner som är intresserade men dessvärre har samarbetet dem emellan hittills varit mycket lågt (Sigel, 2006). Bakgrunden till att forskningsaktiviteten är hög inom detta område torde vara de problem som finns med att hitta den information som man behöver och tillsammans med det också ett behov av att hantera många olika versioner av ett och samma dokument. Utvecklingen inom metadata och klassifikationstekniker går därför lite hand i hand med utvecklingen inom att kunna hantera olika versioner av information och olika lagringssystem. Här bör det dock noteras att forskningen inom både såväl metadata som klassifikationstekniker kan ligga långt före den praktiska användningen. En jämförelse av metadataanvändning i dokumentationssystem jämfört med standarder för metadata för långtidslagring visar att antalet metadata som används är långt färre än vad standarderna föreslår (Öberg, 2008). En del av problematiken är att det är kostsamt att arbeta både med metadata och med klassifikationstekniker. I de organisationer som ingick i studien fångades metadata manuellt vilket medför både kostnader och felaktiga metadata.

Många av de forskningsartiklar som ingår i den här rapporten handlar till mycket stor del om standardisering eller åtminstone början till standarder. XML, S1000D, DocBook och SCORM är ju alla exempel på lösningar på den problematik som finns kring överföring av information mellan olika parter som samarbetar. X-teknologierna har verkligen haft stor genomslagskraft inom det här området vilket är väldigt tydligt i såväl S1000D som DocBook

till XML-baserade språk för att skapa ontologier. Krinock (2004) har skrivit en intressant artikel där han jämför SCORM, S1000D samt en standard för simuleringar. Krinock (2004) menar att det finns visst överlapp mellan dessa standarder och att det därför bör finnas ett samarbete mellan de organisationer som står bakom dessa standarder. En intressant fråga är vad som påverkar att kanske vissa branscher eller verksamheter anammar liknande standarder fortare än andra. Inom exempelvis e-tjänster inom offentlig sektor så är det ett vanligt problem att utbyta information eftersom parterna inte använder samma typer av system och att systemen heller inte använder sig av någon etablerad standard för att skicka data. I projektet Bygga Villa (*Mitt Bygge*, 2007) som har byggt en tjänst som bland annat möjliggör att skicka in bygglov elektroniskt, är det idag långt ifrån alla kommuner som automatiskt kan ta emot och skicka data från den gemensamma tjänsten.

Greenough och Williams (2007) konstaterar i sin artikel att inom flygindustrin såväl militärt som civilt så har utvecklingen inom TI-området varit betydligt mer omfattande än inom verktygsmaskinsindustrin. De har gjort en studie där man med hjälp av intervjuer, enkäter och en workshop kan konstatera att verktygsmaskinindustrin använder mindre lämpliga verktyg för att skapa och underhålla TI än vad man gör inom flygindustrin. Författarna föreslår en ökad användning av lämpliga verktyg och tekniker, vilket skulle leda till minskade kostnader för att skapa och underhålla TI. Det kanske troligaste scenariot (enligt Greenough och Williams) är att man inom verktygsmaskinindustrin gradvis kommer att införa en del av de den dokumentationspraxis som finns inom flygindustrin. Denna utveckling tror man drivs på av den allmänna spridningen av informationsstandarder som skapas globalt.

Med utgångspunkt i produktens livscykel består dokumentationsprocessen av en mängd olika faser och därmed också ett antal olika leverantörer. Någon är beställare av teknisk information och kanske också användare, någon annan är producent och kanske den som är ansvarig för uppdatering och lagring av informationen. När det gäller processen anskaffning, acceptans och test så finns det få exempel på forskning inom detta område. Det är en smula bekymmersamt eftersom det ju faktiskt är en mötespunkt mellan olika typer av aktörer. Det finns en hel del rapporter om att man inom IT-projekt upplever det som problematiskt att beställa och få det man har beställt ,eftersom varan är abstrakt. Kanske finns delar av samma problematik inom det här området? Briggs et al. (2005) visar på insikt i problematiken där de diskuterar överlämningar mellan olika system och aktörer. De har sin

utgångspunkt inom det amerikanska försvaret och refererar till ett projekt som har studerat en teknisk arkitektur för att dela data mellan olika faser under en produkts livstid. Här fyller vad jag kan bedöma PLCS ett stort behov.

När sedan gäller val av vilken teknik eller vilka verktyg som passar ens verksamhet bäst så det ju på intet sätt trivialt. Dels så ska ju den teknik, verktyg eller metod som man väljer passa ihop med ett antal leverantörers uppsättning av detsamma. Utöver det ska det vara anpassat till den egna verksamheten och användarna i den egna organisationen. Eftersom det ofta finns stora kostnader i samband med ny teknik så är det ju också så att det val man gör nu kommer att påverka ens system för lång tid framöver och därför måste man ta även det i beaktande. Några generella råd kan vara svåra att ge men den standardisering som sker är ju positiv i många bemärkelser och framförallt när det gäller att borga för att det är möjligt att utbyta information med andra. X-teknologierna är ju till exempel en teknik med stor genomslagskraft med en solid organisation bakom sig som ständigt jobbar med förbättringar och anpassningar. Utöver det så verkar S1000D vara väldigt i ropet just nu, Greenouch och Williams (2007) artikel visar detta tydligt. Det vill säga att andra verksamheter sneglar mot S1000D för att se om det är möjligt att använda den även inom andra applikationsområden. Alternativen till S1000D kan vara att som organisation själv kombinera och skapa de delar som S1000D består av. Fördelarna med detta är den passar den egna verksamheten bättre än att använda något som är generellt. Genom att basera valen på XML, göra egna DTD:er, välja någon lämplig metadatastandard och så vidare så kan man ändå nå fördelar av att kunna utbyta information med andra. Men det finns stora kostnader i samband med att utveckla sina egna specifikationer, dessutom kan det i vissa fall vara bra att välja något som är styrande. I val av standardprogramvaror har det ibland visat sig att organisationer med många olika varianter av exempelvis rutiner kan vara betjänta av att få stöd för det i en programvara. Ett alternativ kan också vara att välja DocBook men den är generell och måste anpassas efter den egna verksamheten. När det sedan gäller val av exempelvis tekniker för åtkomst så har Paganelli och Mounier(2003) lämnat en viktig synpunkt, nämligen att fundera över verksamhetens behov av sökmöjligheter. Hur stora informationsmängder finns och vilka är problemen som användarna i den egna organisationen upplever.

När det gäller forskning inom test och acceptans verkar forskningsaktiviteten vara låg men inom många av de övriga aktiviteterna finns många exempel på forskning som härrör från behoven av att nå hög kvalitet på den dokumentation som produceras. Forskning kring kontrollerade språk,

ontologier, gemensamma standarder är alla exempel på att nå hög kvalitet på det som produceras.

Avslutningsvis så har rapporten visat på ett antal spännande forskningsområden. Den har också visat på ett antal alternativa möjligheter för hur en verksamhet kan hantera teknisk dokumentation. Syftet med rapporten var att den skulle ligga till grund för beslut om fortsatta studier inom området. Viktiga områden att beakta och även fördjupa kunskaper inom anser jag vara; standarder, anpassning av standarder till den egna verksamheten (gällande t. ex. S1000D), modifiering och lagring för att undersöka möjliga lösningar för att kunna hämta information från många olika leverantörer, samt att undersöka behovet av eventuella klassificeringstekniker.

6. Referenser

- ADL-Net. (2007). Retrieved 21 November, 2007, from www.adlnet.gov
- Akis, J. W., Brucker, S., Chapman, V., Ethington, L., Kuhns, B., & Schemenaur, P. J. (2003). *Authoring Translation-Ready Documents: IS Software the Answer?* Paper presented at the SIGDOC'03, San Fransisco.
- Andersson, L. (2007). Personal Communication. TIKAB, Krokomb.
- Asproth, V. (2005). Information Technology Challenges for Long-term Preservation of Electronic Information. *International Journal of Public Information Systems*, 1, 27-37.
- Ball, A., & Ding, L. (2006). An Approach to Accessing Product Data across System and Software Revisions. *Submitted to Advanced Engineering Informatics 2007*.
- Bernth, A. (2006). *EasyEnglishAnalyzer: Taking Controlled Language from Sentence to Discourse Level*. Retrieved November 3, 2007, from <http://mt-archive.info/CLAW-2006-Bernth.pdf>
- Bluemel, E., Hintze, A., Schultz, T., Schumann, M., & Stuering, S. (2003). *Virtual environments for the training of maintenance and service tasks*. Paper presented at the winter Simulation Conference.
- Bohl, O., Schellhase, J., Sengler, R., & Winand, U. (2002). *The Sharable Content Object Reference Model 8SCORM) - A Critical Review*. Paper presented at the International Conference on Computers in Education.
- Borglund, E. (2007). En introduktion till EDM och ECM ur ett arkivvetenskapligt perspektiv. *Arkiv, Samhälle, Forsknin*, 1, 44-57.
- Briggs, T. L., Rando, T. C., & Daggett, T. A. (2005). *Re-Use of Ship Product Model Data for Life-Cycle Support*. Paper presented at the SNAME Maritime Technology Conference & Expo, Houston, Texas.
- Cangelosi, A. (2001). Evolution of Communication and Language Using Signals, Symbols, and Words. *IEEE Transactions on Evolutionary Computing*, 5(2).
- Dunford, J., & Bergström, P. (2007). Standards-based PLM Re-engineering the Aftermarket with PLCS. Eurostep.
- EMC Software. (2007). Retrieved 19 November, 2007, from software.emc.com
- Fuhr, N., & Grossjohan, K. (2001). *XIRQL: A Query Language for Information Retrieval in XML Documents*. Paper presented at the SIGIR'01, New Orleans, Louisiana, USA.
- Fuhr, N., & Grossjohan, K. (2004). XIRQL: An XML Query Language Based on Information Retrieval Concepts. *ACM Transactions on Information Systems*, 22(2), 313-356.
- Garshol, L. M. (2004). Metadata? Thesauri? Taxonomies? Topic Maps! Making Sense of it all. *Journal of Information Science*, 30, 378-391.

- Granger, S. (2000). Emulation as a Digital Preservation Strategy. *D-Lib Magazine*, 6(10), 1-11.
- Greenough M, R., & Williams, D. (2007). Investigating the transfer of techniques for electronic technical support documentation from aerospace to machine tools. *International Journal Advanced Manufacturing Technology*, 32, 774-779.
- Hall, W. P., Richards, G., Sarelius, C., & Kilpatrick, B. (2006). *Organizational Management of Project and Technical Knowledge over Fleet Lifecycles*. Paper presented at the World Congress on Engineering Asset Management, Gold Coast Queensland 11-14 July.
- Hartmann, K., & Strothotte, T. (2002). *A Spreading Activation Approach to Text Illustration*. Paper presented at the International Symposium on Smart Graphics, Hawthorne, NY, USA.
- Henzinger, A. T., & Sifakis, J. (2007). The Discipline of Embedded Systems Design. *Computer*, October, 32-40.
- Homepage of DocBook.org. (2007). Retrieved 23 October, 2007
- <http://www.w3.org/Style/XSL/>. (2007). Retrieved 24 October, 2007
- Hägerfors, A. (1995). *Att samlära i systemdesign*. Lund: Studentlitteratur.
- ISO. (2006). ISO-12207 Information technology - Software life cycle processes.
- Janssen, B. J., & Amanda, S. (2003). *An analysis of web documents retrieved and viewed*. Paper presented at the 4th International Conference on Internet computing, Las Vegas, Nevada.
- Krinock, J. A. (2004). Standards Integration in E-learning, simulations, and technical manuals. *Information and Security. An International Journal*, 14, 71-80.
- Kudrass, T. (2002). Management of XML Documents without Schema in Relational Database Systems. *Information and Software Technology*, 44(3), 269-275.
- Larson, K. (2007). The technology of text. *IEEE Spectrum The magazine of technology insiders*, May, 20-25.
- Liu, S., Zou, Q., & W.Chu, W. (2004). *Configurable Indexing and Ranking for XML Information Retrieval*. Paper presented at the SIGIR'04, Sheffield, South Yorkshire, UK.
- Llitjós, A. F., & Cabonell, J. (2006). *The Translation Correction Tool: English-Spanish user studies*. Retrieved November 3, 2007, from <http://www.mt-archive.infor/LREG-2004-Llitjos.pdf>
- MacKinnon, N., & Murphy, S. (2003). *Designing UML Diagrams for Technical Documentation*. Paper presented at the SIGDOC'03, San Francisco.
- Martínez-Ortiz, I., Moreno-Ger, P., Sierra-Rodríguez, J. L., & Fernández-Manjón, B. (2006). Using DocBook and XML Technologies to Create Adaptive Learning Content in Technical Domains. *International Journal of Computer Science & Applications*, 3(2), 91-108.

- Mitt Bygge. (2007). Retrieved 23 November, 2007
- Molloy, D. (2003). *Single-Source Interactive and Printed Content Publishing Using the Docbook XML Standard*. Paper presented at the 2nd International Conference on Multimedia and Information & Communication Technologies in Education, Badajoz, Spain.
- Murata, M., Dongwon, L., Murali, M., & Kohsuke, K. (2005). Taxonomy of XML Schema Languages Using Formal Language Theory. *ACM Transactions on Internet Technology*, 5(4), 660-704.
- Möller, M. H. (2003). *Grammatical Metaphor, Controlled Language and Machine Translation*. Retrieved November 3, 2007
- Nordheim, S., & Päivärinta, T. (2004). *Customization of enterprise content management systems: An exploratory case study*. Paper presented at the 37th Hawaii International Conference on System Science, Hawaii.
- Paganelli, C., & Mounier, E. (2003). *Information Retrieval in Technical Documents: from the User's Query to the Information-Unit Tagging*. Paper presented at the SIGDOC'03, San Fransisco, California, USA.
- Pepper, S. (2007). *The TAO of Topic Maps*. Retrieved 21 November, 2007, from <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tao.html#d0e632>
- Päivärinta, T. (2001). *A genre-based approach to developing electronic document management in the organizations*. Jyväskylä, Jyväskylä.
- Rothenberg, J. (2000). Preserving Authentic Digital Information. In *Authenticity in a Digital Environment* (pp. 51-68).
- S1000D. (2007). www.S1000D.org.
- Salminen, A. (2005). *Building Digital Government by XML*. Paper presented at the International Conference on System Sciences, Hawaii.
- Salminen, A., Lyytikäinen, V., & Tiitinen, P. (2001). *Experiences of SGML Standardization: The Case of the Finnish Legislative Documents*. Paper presented at the International Conference on System Sciences, Hawaii.
- Schünemann, H. J., Best, D., Vist, G., & Oxman, A. D. (2003). Letters, numbers, symbols and words: how to communicate grades of evidence and recommendations. *CMAJ*, 169(7), 677-680.
- Sigel, A. (2006). *From traditional Knowledge Organization Systems (authority files, classifications, thesauri) towards ontologies on the web*. Paper presented at the International Conference of the International Society for Knowledge Organization (ISKO), Vienna, Austria.
- Spyridakis, J. H. (1997). Measuring the Translatability of Simplified english in Procedural Documents. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 40(1), 4-12.
- Stock, I., & Weber, M. (2006). *Authoring Technical Documentation Using a Generic Document Model*. Paper presented at the SIGDOC'06, Myrtle Beach, South Carolina, USA.

- Stock, I., Weber, M., & Steinmeier, E. (2005). *Metadata based Authoring for Technical Documentation*. Paper presented at the SIGDOC'05, Coventry United Kingdom.
- Sure, Y., Ehrig, M., & Studer, R. (2006). *Automatische Wissensintegration mit Ontologien*. Paper presented at the Workshop Modellierung für Wissensmanagement, Innsbruck.
- Tough, A., & Moss, M. (2003). Metadata, controlled vocabulary and directories: electronic document management and standards for records management. *Records Management Journal*, 13(1), 24-31.
- Uhlig, R. P., Farber, D. J., & Bair, J. H. (1979). *The Office of the Future:communication and computers*. Amsterdam: North Holland.
- Varlamis, I., & Vazirgiannis, M. (2001). *Bridging XM-Schema and relational databases. A system for generating and manipulating relational databases using valid XML documents*. Paper presented at the DocEng'01, Atlanta Georgia.
- Ventura, C. A. (1988). *Why switch from paper to Electronic manuals?* Paper presented at the ACM, Santa Fe, New Mexico.
- www.dublincore.org. (2007). Retrieved 1 November, 2007
- Öberg, L.-M. (2008). Metadata use in document management systems which support business processes. *Archives and Social Studies. A journal of interdisciplinary resaerch*. Retrieved