

TREDIMENSIONELLA GIS VID FASTIGHETSFÖRVALTNING

Patrik Carlsson och Ulrik Nilsson

Copyright © Patrik Carlsson & Ulrik Nilsson, LTH.

Institutionen för byggvetenskaper
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet
Box 118
221 00 Lund

Telefon: 046-222 74 21
Fax: 046-222 44 20
Hemsida: www.bekon.lth.se
E-post: bekon@bekon.lth.se

ISRN LUTVDG/TVBP—10/5400-SE

Tryckt av Media-Tryck, 2010.

Institutionen för geo- och ekosystemvetenskap
Lunds Universitet
Sölvegatan 12
223 62 Lund

Telefon: 046-222 30 30
Fax: 046-222 03 21
Hemsida: <http://www.geko.lu.se>

Examensarbete I geografisk informationsteknik
nr: 01

Tredimensionella GIS vid fastighetsförvaltning

Three-dimensional GIS for Real Estate Administration

Examensarbete utfört av/Master of Science Thesis by:

Patrik Carlsson och Ulrik Nilsson. Civilingenjörsutbildning, Lantmäteri, Lunds universitet.

Opponent/Opponents:

Karin Ekman. Civilingenjörsutbildning, Lantmäteri, Lunds universitet.

Anna Fellesson. Civilingenjörsutbildning, Lantmäteri, Lunds universitet.

Handledare/Supervisors:

Lars Harrie. Tekn. Dr., inst. för geo- och ekosystemvetenskap, Lunds universitet.

Stefan Olander. Tekn. Dr., inst. för byggvetenskaper, Lunds universitet.

Examinatorer/Examiners:

Ola Hall. Fil. Dr., inst. för geo- och ekosystemvetenskap, Lunds universitet.

Kristian Widén, Tekn. Dr., inst. för byggvetenskaper, Lunds universitet.

Nyckelord: 3D-modeller, fastighetsförvaltning, informationsmodell, BIM, GIS, IFC, CityGML, 3D-GIS.

Keywords: 3D-models, real estate administration, information model, BIM, GIS, IFC, CityGML, 3D-GIS.

Förord

I och med det här examensarbetet avslutas våra studier på Lunds tekniska högskola. Det har varit fem intensiva år fulla av både lärande och nöje. Vi vill tacka våra studiekamrater för gott sällskap och ovärderlig hjälp under hela utbildningen. Vi vill också tacka alla anställda vid LTH och LU för att de har skapat en mycket bra utbildning och alltid ställt upp långt mer än vad deras tjänst kräver.

Ett speciellt tack går ut till de som hjälpte till att skapa den här rapporten: Anders, Björn H, Björn S, Fredrik, Karl-Heinz, Kristian, Léon, Margareta, Miso och Thomas som alla tog tid från sina arbeten för att hjälpa oss, utan krav på motprestation. Det sista tacket riktas till våra handledare, Lars och Stefan utan vilkas hjälp den här rapporten inte hade funnits överhuvudtaget. Ovanstående personer är ansvariga för allt bra i rapporten, felen är helt våra egna.

Lund 26 maj 2010

Patrik Carlsson och Ulrik Nilsson

Summary

An information system is basically a way to store and process information. All such systems are built from an information model, in essence a model for how to organize data in order to make it possible to process, thus turning it into information.

Today there exist advanced information systems for performing spatial analysis (GIS) and to model buildings (BLM-systems). At present the development of information models combining these two information systems, creating what is called a three-dimensional GIS (3D-GIS), is underway. The new information systems will be able to model both indoor and outdoor environments in three dimensions, and perform analyses on these environments. The development of a 3D-GIS is at present in its early stages and the information models that are meant to be used for building the 3D-GIS are *CityGML* and *Industry Foundation Classes* (IFC). These models are, however, generalized, with a large number of trades as targets, or specialized for a certain area of interest other than real estate administration.

The purpose of this thesis is to study the current prerequisites for creating a 3D-GIS for use by real estate administrators, and which benefits such an information system would grant the user of it.

The research has been conducted through the study of literature, interviews and case studies. The interviews were done with users of the information models that are meant to be the basis for a 3D-GIS. The case studies focused on the reality of the real estate administrators at three different companies. To complete the picture received from the interviews and the case studies, and to push the research forward, a more thorough study of relevant literature was performed.

The conclusions in the study are that a 3D-GIS based on IFC and *CityGML* does not fulfill all the needs of information from a real estate administrator but the models could be used to solve specific problems. The system would have its biggest area of usage as an electronic archive, or as a tool when performing single administrative tasks. What is among others missing in *CityGML* and IFC is the possibility to model tenements and properties as separate entities which makes many of the tasks of the real estate administrator impossible to perform using only information from the 3D-GIS.

Sammanfattning

Ett informationssystem är i grund och botten ett sätt att lagra och bearbeta information. Alla sådana system bygger på en informationsmodell, det vill säga en modell för hur data organiseras för att de ska gå att bearbeta och omvandla till information.

Idag existerar avancerade informationssystem för att göra spatiala analyser (GIS) och för att hantera byggnader (BLM-system). För närvarande pågår utveckling av informationsmodeller för att kombinera dessa två informationssystem för att skapa vad som kallas ett tredimensionellt GIS (3D-GIS). Det vill säga ett informationssystem som kan modellera både inomhus- och utomhusmiljöer i tre dimensioner och utföra analyser på dessa miljöer. Fortfarande är utvecklingen av 3D-GIS i ett inledande skede och de informationsmodeller som är tänkta att användas som grund är *CityGML* och *Industry Foundation Classes* (IFC). Dessa modeller är dock antingen generella med mål att passa ett stort antal branscher, eller specifika för ett intresseområde, annat än fastighetsförvaltning.

Syftet med den här undersökningen är att studera förutsättningarna idag för att skapa ett 3D-GIS att använda vid fastighetsförvaltning och vilka fördelar ett sådant informationssystem skulle ge den fastighetsförvaltare som använder det.

Undersökningen har genomförts via litteraturstudier, intervjuer och fallstudier. Intervjuerna har genomförts med användare av de informationsmodeller som är tänkta att utgöra grunden för ett 3D-GIS. Fallstudierna fokuserar på fastighetsförvaltarens verklighet på tre olika företag. Litteraturstudierna kompletterade bilden från intervjuerna och fallstudierna och ledde också undersökningen vidare.

Slutsatsen i undersökningen är att ett 3D-GIS baserat på IFC och *CityGML* inte motsvarar alla de informationsbehov en fastighetsförvaltare har men att de olika modellerna kan användas för vissa specifika problem. Systemet skulle ha sitt största användningsområde som ett elektroniskt arkiv eller som verktyg för att utföra enskilda förvaltningsuppgifter. Framför allt saknar *CityGML* och IFC möjligheten att modellera lägenheter och fastigheter som egna objekt vilket gör att många av fastighetsförvaltarens arbetsuppgifter inte kan utföras endast med hjälp av information från 3D-GIS:et.

Förkortningar

ADE - Application Domain Extension.

Egenskap hos *CityGML* som möjliggör en utökning av formatet.

BIM - Building Information Models.

Informationsmodeller för att lagra byggnadsinformation.

BLM - Building Lifecycle Management.

Den byggnadsspecifika varianten av ILM.

B-rep - Boundary Representation.

Ett sätt att beskriva geometrier utifrån dess ändpunkter.

CAD - Computer Aided Design.

Datorbaserade designverktyg.

CityGML - City Geography Markup Language.

Standardiserad informationsmodell för lagring av stadsdata.

CSG - Constructive Solid Geometry.

Beskrivning av komplexa geometrier genom kombinerings av enklare geometrier.

DBMS - Database Management System.

Mjukvara som hanterar kommunikationen mellan en användare och en databas.

FM - Facilities Management (am eng. Facility Management).

Samordningen av samtliga stödfunktioner en kärnverksamhet behöver.

GIS - Geografiska informationssystem.

Ett datorbaserat informationssystem som möjliggör insamlande, modellering, sparande, åtkomst, delande, manipulering, analys, och presentation av geodata.

GML - Geography Markup Language.

En utökning (dialekt) av XML för lagring av geodata.

IFC - Industry Foundation Classes

Standardiserad byggnadsinformationsmodell för lagring av byggnadsdata.

ILM - Information Lifecycle Management.

De riktlinjer, processer, verktyg och den praxis som gör att data sammankopplas med den mest lämpade och kostnadseffektiva informationsteknologin (Hu & Chu, 2009, s. 2).

LoD - Levels of Detail.

Detaljnivå.

SFS - Svensk författningssamling.

SDI - Spatial Data Infrastructure.

Infrastruktur för spatiala data.

SPR – Spatial-Partition Representation.

Variant av CSG där endast en geometri används.

SQL - Structured Query Language.

Frågespråk för att ställa frågor till en databas.

TIN - Triangular Irregular Network.

Ett sätt att representera en yta genom att dela upp den i trianglar av olika form och storlek.

XML - Extensible Markup Language.

Format för att lagra data.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	SYFTE	2
1.3	AVGRÄNSNINGAR	4
1.4	DEFINITIONER	4
1.5	RAPPORTENS DISPOSITION	5
2	METOD	7
2.1	VETENSKAPLIGT ARBETE	7
2.2	DATAINSAMLING	8
2.3	TILLVÄGAGÅNGSSÄTT	10
2.4	METODDISKUSSION	10
3	DATA OCH DATALAGRING	11
3.1	SPATIALA DATA	11
3.2	SYNTAX OCH SEMANTIK	16
3.3	DATALAGRING	17
4	INFORMATIONSMODELLER	25
4.1	MODELLERING	25
4.2	MODELLERINGSSPRÅK	26
4.3	STANDARDISERING AV INFORMATIONSMODELLER	28
5	STADSMODELLER OCH BYGGNADSMODELLER	29
5.1	MODELLERNAS SYFTE	29
5.2	JÄMFÖRELSE AV MODELLER	31
5.3	CITYGML	31
5.4	INDUSTRY FOUNDATION CLASSES	39
5.5	INTEGRATION AV STADS- OCH BYGGNADSMODELLER	44
6	DAGENS INFORMATIONSSYSTEM FÖR FASTIGHETSFÖRVALTNING	47

6.1	TILLGÄNGLIGA DATABASER	48
6.2	BYGGNADSSYSTEM	50
6.3	GEOGRAFISKA INFORMATIONSSYSTEM	55
<u>7</u>	<u>KATEGORISERING AV FASTIGHETSFÖRVALTARE</u>	<u>61</u>
<u>8</u>	<u>BEHOVEN AV INFORMATION VID FASTIGHETSFÖRVALTNING</u>	<u>67</u>
8.1	STRATEGISK FASTIGHETSFÖRVALTNING	67
8.2	OPERATIV FASTIGHETSFÖRVALTNING	82
8.3	INFORMATION SOM BEHÖVS VID FASTIGHETSFÖRVALTNING	87
<u>9</u>	<u>INFORMATIONSMODELLERNAS UPPFYLLNAD AV INFORMATIONSBEHOVET</u>	<u>91</u>
9.1	KRAV PÅ ETT 3D-GIS FÖR FASTIGHETSFÖRVALTNING	91
9.2	BEFINTLIGA MODELLER	94
9.3	UPPFYLLNAD AV KRAV HOS INFORMATIONSMODELLER	95
9.4	ÖVERBLICK	99
<u>10</u>	<u>NYTTOR AV 3D GIS INOM FASTIGHETSFÖRVALTNING</u>	<u>103</u>
10.1	STRATEGISK FASTIGHETSFÖRVALTNING	103
10.2	OPERATIV FASTIGHETSFÖRVALTNING	107
10.3	SAMMANSTÄLLNING AV NYTTORNA	109
<u>11</u>	<u>SLUTSATSER</u>	<u>111</u>
11.1	VALET AV INFORMATIONSMODELL	111
11.2	NYTTAN AV 3D-GIS INOM FASTIGHETSFÖRVALTNING	112
11.3	ALTERNATIVA ANSATSER OCH FORTSATTAS UNDERSÖKNINGAR	114
<u>12</u>	<u>REFERENSER</u>	<u>115</u>
12.1	PERSONLIG KOMMUNIKATION	122
<u>BILAGOR</u>		<u>123</u>

1 Inledning

Här ges en introduktion till undersökningen, med bakgrund, syfte och frågeställningar. Även avgränsningar, definitioner och en kort presentation av rapportens disposition kan hittas i detta kapitel.

1.1 Bakgrund

Sedan tidigt 1960-tal har *geografiska informationssystem*, GIS, utvecklats till ett sofistikerat system för att tillhandahålla och analysera spatiala objekt samt deras geometriska och tematiska egenskaper (Zlatanova & Stoter, 2006, s. 151). I takt med att GIS-mjukvaran har utvecklats har den också blivit mer lättillgänglig och används idag för tillhandahållande och analys av spatiala data inom ett flertal olika branscher.

CAD-verktygen utvecklades från grunden som designverktyg för att användas inom olika ingenjörsvetenskapsdiscipliner. Tekniken visade sig även användbar inom byggnadsindustrin och har blivit ett vanligt redskap för arkitekter, konstruktörer och ingenjörer för att visualisera byggnadsobjekt. På senare tid har *Building Lifecycle Management*, BLM, blivit ett begrepp för samarbetet mellan olika aktörer under designen, konstruktionen och förvaltningen av en byggnad. Metoderna inom BLM syftar till att samla all information om byggnaden på ett ställe och göra den tillgänglig för alla intressenter under hela dess livstid (Hu & Zhou, 2009 s. 1). Detta har möjliggjorts genom att CAD-modeller har utvecklats till byggnadsinformationsmodeller (eng. *Building Information Models*, BIM) som skapar en inomhusmodell genom att samla alla data rörande en byggnad.

Redan i slutet av 1980-talet gjordes många jämförelser mellan GIS och CAD, tillsammans med undersökningar för hur de kan kombineras på ett effektivt sätt. I mitten av 1990-talet framkom idéer om att integrera de två systemen (van Oosterom et al., 2006, s. 12). Dessa idéer härstammade från behoven av att kunna göra tredimensionella analyser inom framförallt stadsplanering, fastighetsregistrering och riskhantering (Zlatanova & Stoter, 2006, s. 173-174). Förverkligandet av denna integration leder till skapandet av ett tredimensionellt GIS (3D-GIS). 3D-GIS är således ett system som utgör en kombination av GIS och CAD och samlar de egenskaper som karakteriserar dem båda (Emgård, 2008). Att integrera GIS-funktionalitet i ett BIM kan också ses som en naturlig del av BLM eftersom GIS hanterar byggnader under en del av dess livscykel (van Oosterom et al., 2006, s. 10). För att kunna förverkliga 3D-GIS fullt ut behövs en informationsmodell som kan hantera olika objekts geografiska och semantiska data i tre dimensioner. Med anledning av detta startades 2002 *Special Interest Group 3D*, SIG 3D, inom initiativet *Geodata Infrastructure North Rhine-Westphalia*. SIG 3D har sedan dess utvecklat

CityGML som har blivit en internationell standard för tredimensionella spatiala data (Gröger et al., 2008, s. xv).

En fastighet omfattar både själva marken och byggnader som står på marken. Vid förvaltningen av en fastighet hanteras således både inomhus- och utomhusdata. Dessa data har alltid varit separerade i de olika systemen men med 3D-GIS finns en möjlighet att modellera både inomhus- och utomhusmiljöer i samma system.

Det totala taxeringsvärdet på hyreshusfastigheter (omfattar både bostäder och lokaler) i Sverige 2009 var 1 809 miljarder kronor. Det är alltså väldigt stora värden som måste tas om hand för att inte urholkas. Två av nycklarna till att vara en framgångsrik fastighetsägare är en bra uppfattning om det egna beståndet samt ett tekniskt och ekonomiskt styr- och kontrollsystem (Lundström, 1989, s. 20-21). Trots detta och trots det faktum att en fastighets värde kommer dels från värdet på marken, dels från värdet på byggnader på fastigheten, har fastighetsägande företag hittills inte visat något större intresse för 3D-GIS.

Med denna undersökning vill vi ta reda på vilka, om några, fördelar 3D-GIS kan ge en fastighetsförvaltare. Av den anledningen kretsar undersökningen kring de positiva aspekterna av att använda 3D-GIS. Kostnaden och de negativa aspekterna diskuteras endast översiktligt. Detta betyder inte att kostnaderna anses mindre viktiga, utan snarare att det är mer naturligt att fokusera på nyttan innan kostnaden analyseras. Om ingen nytta finns behöver inte heller kostnaden undersökas.

1.2 Syfte

Undersökningen syftar till att undersöka vilka förutsättningar som idag finns för att använda tredimensionella GIS inom fastighetsförvaltning och vilka nyttor som uppstår om sådana system skulle skapas utifrån dessa förutsättningar.

Syftet i undersökningen har två olika inriktningar: en teknisk och en fastighetsekonomisk. Den tekniska delen undersöker dagens förutsättningar för att utveckla ett tredimensionellt GIS för fastighetsförvaltning. Den fastighetsekonomiska aspekten är sedan att undersöka vilka förtjänster det innebär att använda ett sådant system.

1.2.1 Frågeställningar

För att kunna uppfylla undersökningens syfte har tre frågor formulerats.

- 1) Vilken geografisk information är användbar vid fastighetsförvaltning?
- 2) Hur väl anpassade för fastighetsförvaltning är de längst utvecklade informationsmodellerna för stads- och byggnadsmodellering?
- 3) Vilka nyttor kan olika fastighetsförvaltande organisationer ha av att använda tredimensionella GIS i sin fastighetsförvaltning?

Frågeställningarna kretsar kring vilket behov som finns och vilka möjligheter som erbjuds med dagens teknik. Det är inte tanken att som svar på den första frågan skapa en komplett lista på information att använda vid fastighetsförvaltning. Om det överhuvudtaget är möjligt att skapa en sådan lista är denna undersökning för liten för att lyckas med det. Däremot kommer mycket information att listas och analyseras för att på så sätt kunna dra slutsatser om vilka informationsbehov som kan tillgodoses utifrån informationsmodellerna.

Eftersom ingen uttömmande behovslista kommer att skapas kan inte heller den mest lämpade standarden och informationsmodellen identifieras, däremot kan standarder och informationsmodeller som inte uppfyller de listade behoven sorteras ut som mindre lämpliga. På så sätt identifieras också vilka standarder och informationsmodeller som berättigar till vidare undersökning.

Inom ramen för fråga tre kommer inte fördelarna med ett 3D-GIS särskiljas från fördelarna med ett traditionellt tvådimensionellt GIS eller andra informationssystem, till exempel kommer den geografiska information som endast kräver två dimensioner att räknas in som nyttor i det tredimensionella systemet.

Det är viktigt att påpeka redan här att bara för att det finns en nytta innebär det inte att ett tredimensionellt GIS bör användas. För att kunna fatta ett beslut kring om en organisation ska använda sig av tredimensionella GIS måste också en analys av kostnaden göras. Svaret på fråga tre ska alltså inte tolkas som en rekommendation kring i vilka situationer tredimensionella GIS bör användas. Det ska snarare fungera som en vägledning kring i vilka situationer och för vilka organisationer tredimensionella GIS bör övervägas som ett alternativ.

1.3 *Avgränsningar*

Endast förvaltning av fastigheter med bostäder och/eller lokaler ingår i studien, vilket innebär att förvaltning av industri-, skogs- och jordbruksfastigheter inte undersöks. Förvaltning av en enskild småhusfastighet som utförs av dess ägare undersöks inte heller. Även förvaltning av bostadsrättsföreningar lämnas utanför undersökningen.

Endast redan utvecklade informationsmodeller undersöks, således bortses från möjligheterna med att utveckla en egen informationsmodell.

1.4 *Definitioner*

BLM-system är ett system som utnyttjar en byggnadsinformationsmodell (eng. *Building Information Model*, BIM).

Byggnadsindustri används i denna studie som ett samlingsnamn för alla de yrkesgrupper som hanterar byggnadsinformation. Dessa innefattar exploatörer, designers, konstruktörer, leverantörer, konsulter och förvaltare (Hu & Zhou, 2009, s. 2).

Fastighet definieras i Jordabalkens (SFS 1970:994) första kapitelns första paragraf som *jord* (innefattar mark och vatten). Byggnader, föremål och anläggningar på marken räknas som fastighetstillbehör. Genomgående i denna undersökning kommer ordet fastighet att syfta på både jorden och tillbehören och därtill hörande rättigheter och skyldigheter. När endast en byggnad med därtill hörande rättigheter och skyldigheter avses kommer ordet *byggnad* att användas. Analogt kommer ordet *mark* att enbart syfta på marken och de rättigheter och skyldigheter som är knutna till denna. Det är sällan vatten förekommer på de fastigheter som undersöks, men då så är fallet kommer givetvis ordet *vatten* att användas på samma sätt som byggnad och mark.

Fastighetsförvaltning definieras i denna undersökning som *alla aktiviteter där en verksamhet utnyttjar fastigheter för att uppnå sina mål och visioner*. I fastighetsförvaltning ingår alltså en stor mängd aktiviteter av olika natur: teknisk, ekonomisk och juridisk. Beslut om huruvida ny- eller ombyggnad ska genomföras faller således in under begreppet fastighetsförvaltning, liksom själva byggprocessen. Även kartläggningar av farliga ämnen i marken är en aspekt av fastighetsförvaltning, så som det är definierat här. Exempel på någonting som däremot inte räknas som fastighetsförvaltning i denna undersökning är hur rutinerna för felanmälan från hyresgäster utformas och hanteras.

Lägenhet betyder i denna undersökning *avgränsad del av byggnad*. Detta avviker från Jordabalkens definition där ordet även kan avse mark, till exempel vid lägenhetsarrende.

1.5 *Rapportens disposition*

I kapitel 3-5 presenteras grunderna bakom datalagring och informationsmodeller. Här återfinns också en presentation av stads- och byggnadsmodeller.

Kapitel 6 och 7 fokuserar på fastighetsförvaltning och hur, för undersökningen relevanta, informationssystem används inom branschen idag.

Kapitel 8-11 besvarar undersökningens frågor och innehåller undersökningens slutsatser.

2 Metod

I detta kapitel presenteras undersökningens tillvägagångsätt och olika aspekter på forskningsmetoder i allmänhet.

2.1 Vetenskapligt arbete

Det finns två huvudsakliga perspektiv på forskning: kvalitativt och kvantitativt, där det kvantitativa perspektivet används av forskare som vill uppnå kvantifierbara (mätbara) resultat. Kvalitativ forskning syftar till att uppnå insikt, att förstå hur världen upplevs av människorna som lever och verkar i den. Vidare finns ett flertal vedertagna forskningsmetoder: aktionsforskning, fallstudier, etnografisk metod, surveyundersökningar, experimentella metoder och narrativa undersökningar. Aktionsforskning används för att lösa praktiska problem och resultatet av forskningen bedöms efter hur väl det fungerar i praktiken (Bell, 1999/2000, s.13-14). Fallstudier fokuserar på ett fenomen i sin naturliga miljö (Backman, 2008, s.55). En fallstudie kan vara en egen undersökning och den kan också användas som en pilotundersökning som ger information som leder forskningen vidare. Med den etnografiska metoden vill forskaren genom observation studera till exempel en aspekt av ett samhälle eller en grupp. Surveyundersökningar syftar till att få många svar på samma fråga. Opinionsundersökningar är ett bra exempel på en surveyundersökning. De experimentella metoderna går ut på att av två identiska grupper utsätts den ena för påverkan och sedan studeras skillnaderna mellan de båda grupperna. Experimentella metoder är svåra att använda för att förklara sociala fenomen eftersom det är svårt att isolera en enskild faktor som avgörande. Den sista metoden är den narrativa och går ut på att studera berättelser. Denna metod är speciellt lämplig när forskaren söker efter djupa beskrivningar av upplevelser av ett fenomen (Bell, 1999/2000, s. 16-22).

Vetenskapliga perspektiv och metoder kan blandas med varandra av forskaren för att komma åt den information som behövs för att kunna fullgöra syftet med forskningen (Bell 2000 s. 87). Resultatet av undersökningen måste utsättas för kritisk granskning efter två huvudsakliga parametrar, reliabilitet och validitet. Reliabiliteten beskriver hur tillförlitligt resultatet är, det vill säga om samma undersökning under samma förhållanden skulle ge samma resultat en andra gång. Validitet mäter hur väl resultatet visar vad det är tänkt att visa. I en undersökning av den här storleken och den här arten är det inte möjligt eller nödvändigt att gå alltför djupt in i validiteten i resultatet. Däremot krävs en kritisk granskning av resultaten (Bell, 1999/2000 s. 89-90).

2.2 *Datainsamling*

I den här undersökningen används en kvalitativ ansats. Vid en kvalitativ ansats utgår forskaren från en bred frågeställning som sedan spetsas till under arbetets gång (Backman, 2008, s. 58). Undersökningen inleds då med en litteraturstudie som vägleder forskaren till att kunna ställa mer precisa frågeställningar. Detta kallas för att arbeta induktivt (Backman, 2008, s. 54). Den fortsatta datainsamlingen sker sedan på olika sätt, beroende på hur undersökningen utvecklar sig. Strategier för datainsamling planeras alltså inte i förväg av den kvalitativa forskaren (DePoy & Gitlin, 1994/1999, s. 263). Det finns, inom det kvalitativa forskningsperspektivet, tre sätt att samla in data: iakta och lyssna, fråga samt att studera material. Att iakta och lyssna innebär att forskaren är en passiv observatör eller en aktiv deltagare i forskningsmiljön och syftet är att bekanta sig med det som undersöks. En användbar liknelse är att forskaren är som en videokamera som registrerar det som sker. Frågor ställs för att klargöra specifika aspekter av det studerade; formen för frågandet kan variera från informella samtal till strukturerade intervjuer. Studiet av material inleds med ett brett fokus för att sedan bli snävare efterhand forskaren tränger djupare in i det undersökta ämnet (DePoy & Gitlin, 1994/1999, s. 267-271).

2.2.1 *Litteraturstudie*

I linje med arbetsgången vid kvalitativa undersökningar inleddes undersökningen med en bred litteraturstudie där både fastighetsförvaltning och informationsmodeller för geografiska data studerades. Detta gav en uppfattning om vilka möjligheter och problem som finns inom fältet. De informationsmodeller som är längst utvecklade lokaliserades utifrån de inledande studierna och valdes ut för att studeras djupare. Valet grundade sig i första hand på tillgänglighet, modellerna var tvungna att vara öppna för granskning. Sedan gjordes ytterligare mindre litteraturstudier allteftersom frågeställningar dök upp i undersökningen och specifik information behövdes för att leda undersökningen vidare. Litteraturen hittades med hjälp av bibliotekskatalogerna Lovisa, Libris och ELIN@Lund. Den utgjordes av böcker, artiklar, undersökningar, rapporter och årsredovisningar. Även olika hemsidor användes som källor för information. Dessa har då tillhört vedertagna organisationer.

2.2.2 *Fallstudier*

Den studerade litteraturen innehöll inte information om direkta arbetsuppgifter för en fastighetsförvaltare varför fallstudier genomfördes. Fallstudierna skulle komplettera litteraturen för att ge en så heltäckande bild som möjligt. Tre fastighetsförvaltande företag valdes ut på grundval av egenskaper som identifierats i den inledande litteraturstudien. Dessa företag var *MKB Fastighets AB*, *Kungsleden* och *JM AB*. Det som eftersöktes var arbetsuppgifterna för en fastighetsförvaltare, helst i formellt nedskrivna dokument. I andra hand användes intervjuer och

kontakter med företrädare för företaget. Det underlag som användes i fallstudierna var en formell arbetsbeskrivning, en intervju och en konversation via mail.

Intervjun genomfördes 29 januari 2010 med Björn Hasselquist, fastighetsförvaltare på MKB. Det var en ostrukturerad intervju med formen av ett informellt samtal. Detta möjliggjorde för Björn att berätta friare om sitt arbete och lät honom själv avgöra vilka av hans arbetsuppgifter som var viktigast. På så sätt påverkade inte våra förutfattade meningar och uppfattningar resultatet i samma utsträckning som vid en mer strukturerad intervju.

Konversationen via mail genomfördes med Fredrik Sörling, marknadschef på *Kungsleden*. Eftersom *Kungsleden* inte har några formella arbetsbeskrivningar fick Fredriks beskrivning agera som en formell arbetsbeskrivning.

Den formella arbetsbeskrivningen erhöles från JM genom mailkorrespondens den 14 Januari 2010.

2.2.3 Intervjuer

För att ytterligare komplettera litteraturen och fallstudierna samt för att få information om det aktuella läget hos organisationer som arbetar inom det undersökta fältet har intervjuer gjorts med olika insatta personer. Intervjuerna är sex till antalet och har genomförts både personligen och via mail. Sättet att intervjua har styrts av praktiska förhållanden, då tre av de intervjuade är verksamma utanför Sverige. Följande personer har intervjuats:

Léon van Berlo - *BIMserver.org*, en ideell organisation som arbetar med BIM. Intervjun gjordes via mail.

Björn K Strangeland - *Data Design System*, ett norskt företag som arbetar med BIM. Intervjun gjordes via mail.

Karl-Heinz Häfele - Karlsruhes tekniska högskola (*Karlsruhe Institute of Technology*). Intervjun gjordes via mail.

Miso Iric - Malmö stad. Intervjun gjordes personligen.

Anders Pikkuniemi - H+-projektet, stadsförnyelseprojekt i Helsingborg. Intervjun gjordes personligen.

Thomas Åkerholm - Lunds kommun. Intervjun gjordes personligen.

Kristian Widén – Lunds Tekniska Högskola. Intervjun gjordes personligen

2.3 *Tillvägagångssätt*

Undersökningen inleddes med litteraturstudier som möjliggjorde en kategorisering av fastighetsförvaltning och fastighetsförvaltare samt att de för frågeställningen mest relevanta informationsmodellerna kunde identifieras. En mer specialiserad inläsning gjordes sedan om delar av fastighetsförvaltningen och de relevanta modellerna. Nästa steg var att genomföra fallstudier med utvalda fastighetsförvaltare. Utifrån litteraturstudierna och fallstudierna kunde en lista med informationsbehov vid fastighetsförvaltning skapas. Denna lista användes för att ställa upp krav på ett 3D-GIS som ska användas vid fastighetsförvaltning, framför allt med avseende på vilka data som behövs. De relevanta informationsmodellerna kunde nu jämföras med kravprofilen som skapats och eventuella problem med en implementering identifieras. Dessa problem och möjligheterna till dataåtkomst i verkligheten behandlades i intervjuer med personer verksamma inom branschen. Det sista steget var att analysera kraven och möjligheterna för att hitta de nyttor ett 3D-GIS har för en fastighetsförvaltande organisation.

2.4 *Metoddiskussion*

Kritik som har lyfts fram mot att använda fallstudier är att det kan vara svårt att kontrollera resultaten vilket innebär att de kan bli snedvridna. Det kan också vara svårt att säga något om ett större sammanhang utifrån en enskild fallstudie (Bell, 1999/2000, s. 17). Valet av företag som omfattas av fallstudien liksom de personer som valdes ut att intervjuas påverkar resultatet utan att det är möjligt att kontrollera hur mycket eller på vilket sätt.

Styrkan med metoden är att den tillåter mycket improvisation under arbetets gång. Det är en fördel eftersom undersökningen görs på ett mycket brett område där vår kunskap till en början inte var tillräckligt djupgående för att kunna formulera en exakt fråga. En följd av det studerade områdets bredd är också att det inte är realistiskt att vid en undersökning av denna längd komma fram till allomfattande svar. För att kunna göra det skulle det krävas storskaliga praktiska försök. En kvalitativ ansats är då fördelaktig eftersom den tillåter svar som pekar i en viss riktning, det vill säga som fungerar som vägledande för framtida forskning. Det finns inga krav på att alla aspekter av det undersökta ska lyftas fram.

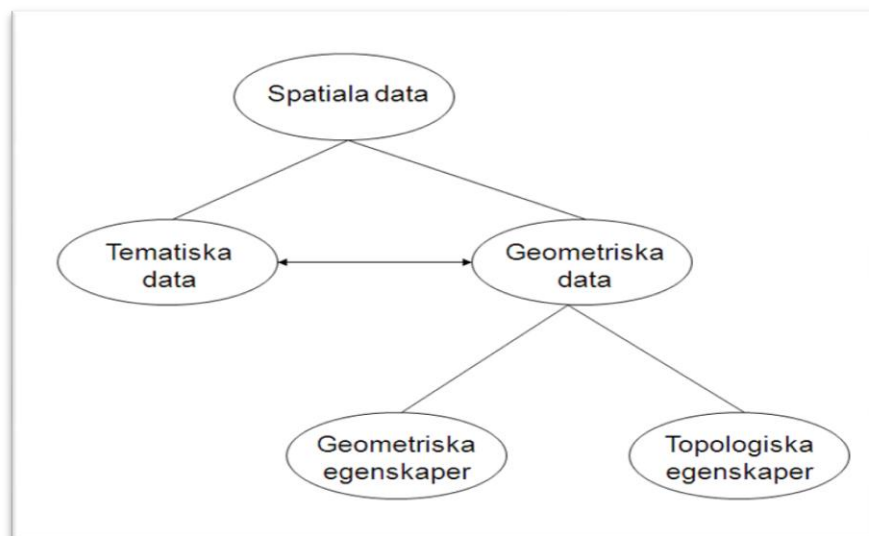
3 Data och datalagring

Kapitlet beskriver geografiska data och hur de kan lagras. Beskrivningen görs för att ge en bild av vad som ligger till grund för ett geografiskt informationssystem.

Ordet data brukar förklaras som innebärande en representation av verkligheten, till exempel fakta eller begrepp. I ordets betydelse ingår också att representationen ska vara lämpad för att överföras, tolkas eller bearbetas. I litteraturen varvas begreppen data och information friskt i liknande betydelse. Data i sig själva (t.ex. data från en väderstation) är enbart representationer. När data sätts i sina sammanhang (en väderleksrapport) utgör de information. Samma data kan alltså ge upphov till olika information beroende på i vilket sammanhang de presenteras (Worboys & Duckham, 2004, s. 5).

3.1 Spatiala data

Ett i verkligheten existerande objekt som måste beskrivas, eller relateras till en plats, är ett spatialt objekt (Abdul-Rahman & Pilouk, 2008, s. 44). Spatiala objekt kan beskrivas med hjälp av spatiala data. Spatiala data delas upp i tre komponenter: geometriska data, tematiska data och en länk för att kunna koppla samman geometriska och tematiska data (Abdul-Rahman & Pilouk, 2008, s. 44). Geometriska data innehåller de spatiala egenskaperna och den tematiska delen de icke spatiala egenskaperna. Geometriska data och deras koppling till tematiska data är således det som definierar spatiala data. Detta förhållande visas i figur 3.1. Det går också att lägga till tid som en komponent (Onstein, 2004, s. 8).



Figur 3.1. Uppdelning av spatiala data (Abdul-Rahman & Pilouk, 2008, s. 44).

Inom litteraturen diskuteras även geospatiala data eller geografiskt refererade data. Detta är spatiala data som innehåller en referens till jordens yta (Worboys & Duckham, 2004, s. 2). Detta utesluter vissa domäner av spatiala data såsom mikroskopiska (atomer, protoner och liknande) och makroskopiska (stjärnor och planeter; Onstein, 2004, s. 6). Under senare år rekommenderas termen geodata, vilken fortsättningsvis även kommer att användas i denna studie.

3.1.1 Geometriska data

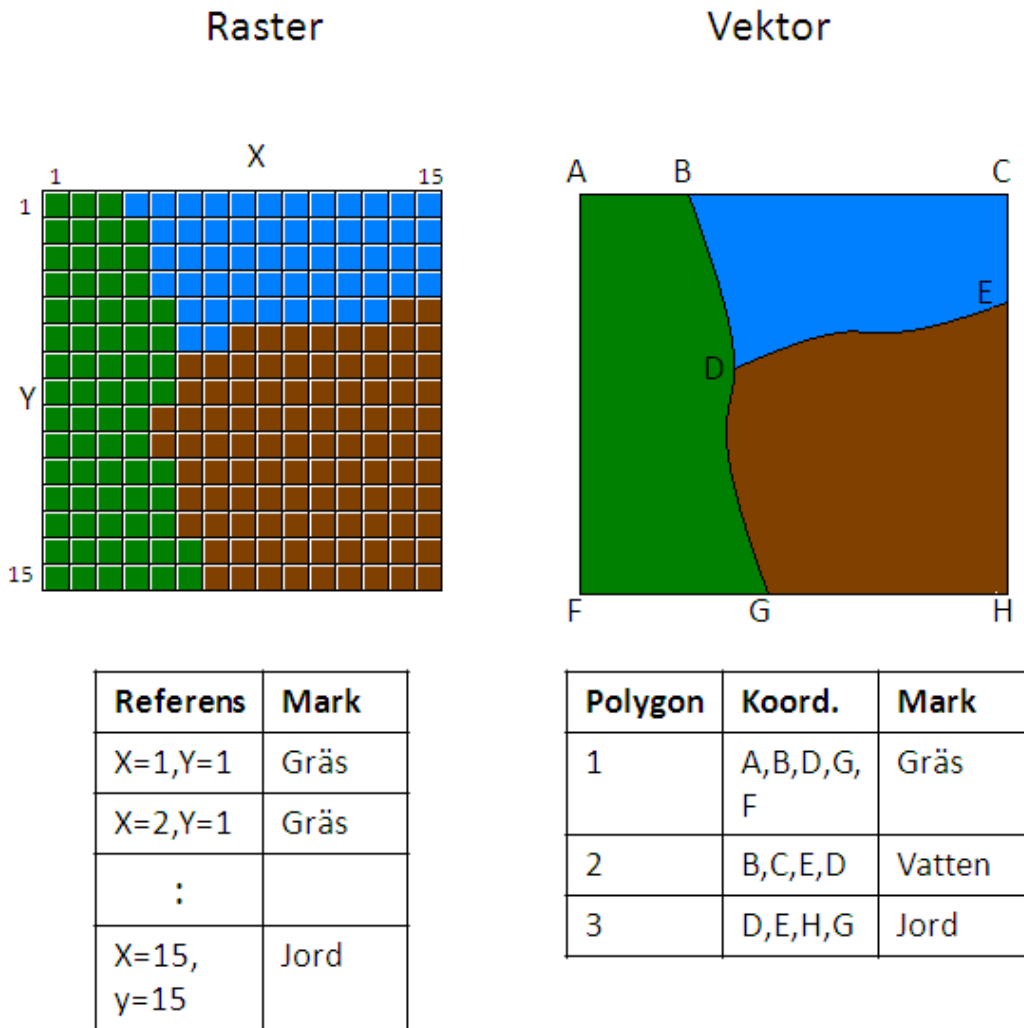
Geometriska data kan vidare delas upp i geometriska och topologiska egenskaper (Zlatanova & Stoter, 2006, s. 157). Det är oftast viktigt att skilja mellan de geometriska och topologiska egenskaperna och då ordet geometri används är det de geometriska egenskaperna som åsyftas. De geometriska egenskaperna är form, storlek och position (Abdul-Rahman & Pilouk, 2008, s. 54).

De topologiska egenskaperna beskriver relationer mellan geometriska objekt. Alla relationer mellan geometrier är inte topologiska utan endast de som inte förändras då topologiska transformationer av rummet utförs. Topologiska transformationer kan förklaras utifrån en gummiduk. De innefattar alla förändringar av gummiduken som inte gör att den förstörs. Att tänja ut eller vika gummiduken är en topologisk transformation men inte t.ex. att klippa i den (Worboys & Duckham, 2004, s. 99). Exempel på en topologisk egenskap är att en punkt ligger inuti en cirkel. En punkt som ligger nära en cirkel är däremot inte det. Om gummiduken dras ut ligger punkten inte längre nära cirkeln (Worboys & Duckham, 2004, s. 99).

Representation av geometriska data

Geometriska data lagras antingen som vektorer eller raster. Valet av lagringsmetod beror på hur data har samlats in och vad de skall användas till.

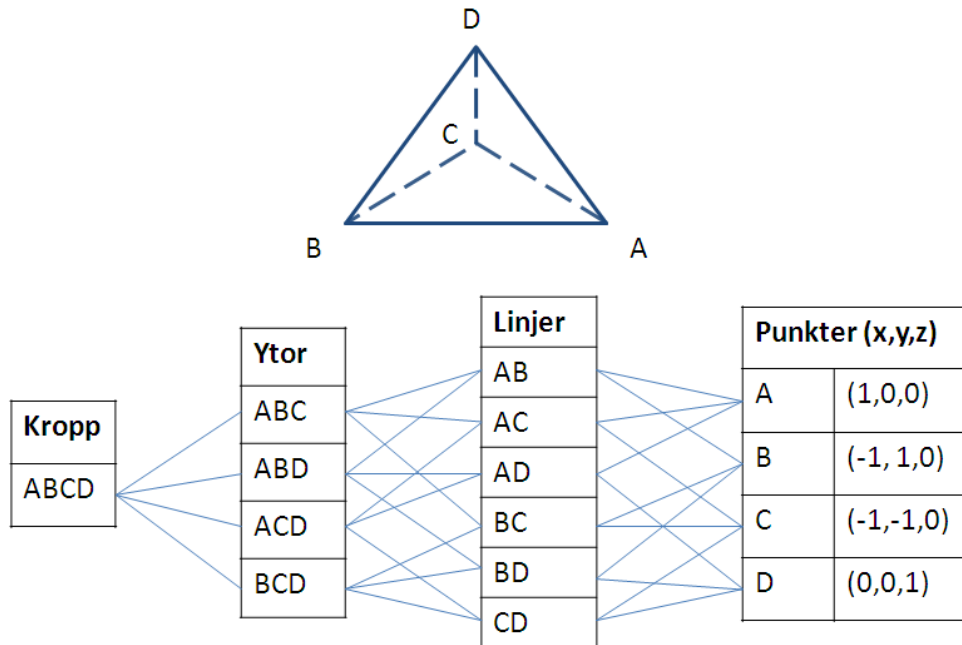
Rasterdata är strukturerad som en matris där varje cell (pixel) innehåller ett värde. Detta passar bra för användning i datorer eftersom de vanligaste programmeringsspråken stödjer användning av matriser. Nackdelen är att hela rummet måste innehålla celler och att stora likartade områden beskrivs med många likadana celler, vilket skapar onödigt stora mängder data. En vektor är en ändlig linje som definieras av dess ändpunkt angiven i förhållande till origo i något koordinatsystem. Med vektordata behöver bara de punkter som är av värde sparas och datamängden blir betydligt mindre än för raster. Vektordata används i större utsträckning än raster (Worboys & Duckham, 2004, s. 17). I figur 3.2 visas skillnaden mellan raster- och vektorformat.



Figur 3.2. Skillnaden mellan lagring i raster- och vektorformat.

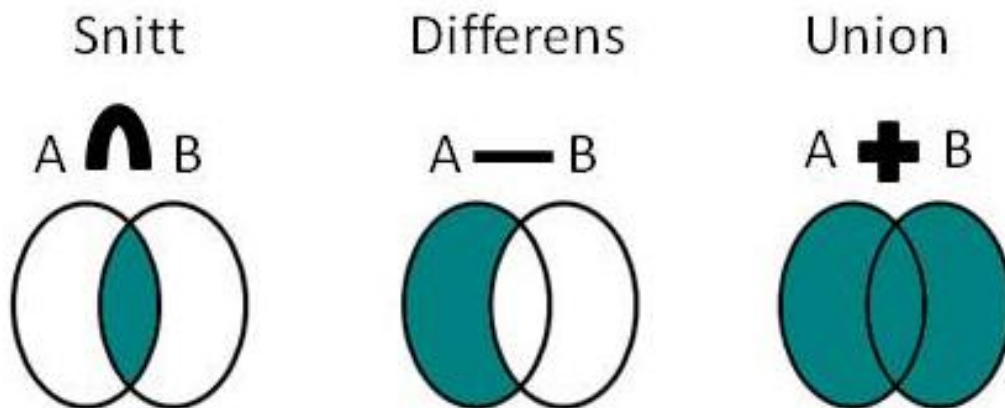
Även tredimensionella data kan lagras i motsvarande raster och vektor. Motsvarigheten till pixeln heter i tre dimensioner voxel. Med vektorer finns ett antal olika tredimensionella representationer: *Primitive Instancing*, *Sweep Representation*, *Boundary Representation (B-rep)*, *Constructive Solid Geometry (CSG)* och *Spatial-Partition Representation (SPR)*. De två första är av mindre intresse för studien varför noggrannare beskrivningar följer endast på de resterande.

I figur 3.3 visas hur ett objekt beskrivs genom B-rep; detta sker genom att objektets yttersta gräns anges. En geometri avgränsar en lägre dimensions geometri. En kropp avgränsas av ytor, ytor av linjer och så vidare ner till punkter som anges med koordinater.

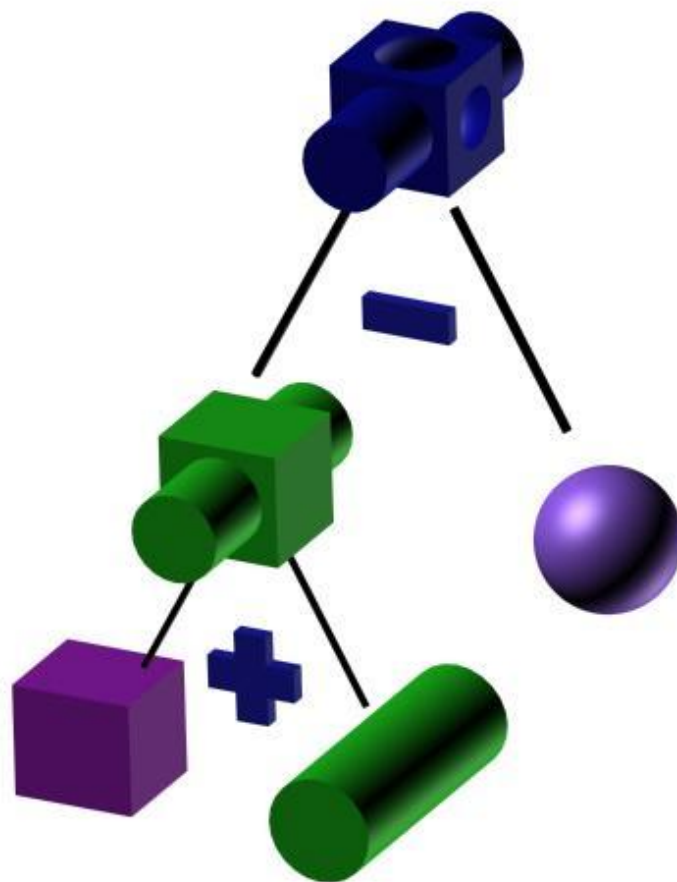


Figur 3.3. Representationen av en pyramid med B-rep (anpassad från Seguin, 2010).

CSG används för tredimensionella representationer och bygger på ett antal enkla geometrier som pyramid, klot och kub. Två geometrier sätts samman med en mängdoperator och bildar därmed en ny sammansatt geometri. Exempel på mängdoperatorer visas i figur 3.4. Den nya geometrin kan vidare kombineras med en annan enkel eller sammansatt geometri och efter flera sammansättningar kan mycket komplexa former skapas. I figur 3.5 kombineras olika former med hjälp av mängdoperatorer för att skapa en komplex form.



Figur 3.4. Mängdoperatorer (Worboys och Duckham, 2004, s. 92).



Figur 3.5. Exempel på *Construction Solid Geometry* (MIT, 2010).

SPR skapar en liknande hierarki men består endast av en enkel geometri och med union som enda tillåtna mängdoperator. SPR används ofta för att skapa större ytor eller kroppar i tre dimensioner. De enkla geometrierna delar alltid gränselement och överlappar aldrig varandra. De enkla geometrierna behöver inte ha samma form och storlek, detta benämns *Irregular Tessellation*. Vid uppdelning i trianglar fås *Triangular Irregular Network* (TIN; Abdul-Rahman & Pilouk, 2008, s. 55) som ofta används för att lagra markdata.

3.1.2 Tematiska data

Tematiska data består av data som identifierar och beskriver ett objekt. Beskrivande data kallas attribut och är objektets egenskaper. För en byggnad kan attribut vara byggnadsår, address, taktyp med mera. Själva ordet byggnad är identifierande data (Abdul-Rahman & Pilouk, 2008, s. 56). Identifieringen är en godtycklig uppdelning av objekten för att kunna differentiera dem från varandra och lättare kunna referera till dem. Uppdelningen är kopplad till det identifierande ordets semantiska betydelse.

3.2 *Syntax och semantik*

En av de stora skillnaderna mellan oss människor och övriga levande varelser är vårt sofistikerade språk. Språket används för att förmedla information mellan en sändare och en mottagare. Semantiken är det som tillsammans med syntaxen karakteriserar ett språk, syntaxen relaterar till de symboler ett språk känner igen och de regler som specificerar hur dessa symboler får kombineras för att bilda ord och meningar. Ett språks semantik klargör vad dess uttryck (symboler, termer och meningar) har för innebörd (Bittner et al., 2006, s. 140-141).

Att en syntaktisk kombination har flera olika semantiska betydelser är inget ovanligt inom ett språk. Som exempel kan tas det svenska ordet ställning, som kan ha betydelsen som i byggnadsställning, ställningen 1-1 i en fotbollsmatch, någons ställningstagande etc. Betydelsen av ordet kan i detta fallet fås av dess sammanhang, alltså att hela meningen har en semantisk betydelse. Semantiken är avgörande för interoperabiliteten mellan två informationssystem.

Ontologi är vetenskapen som studerar existens och varande och är nära kopplat till semantik. Med ontologi är det möjligt att specificera vad som existerar och särskilja mellan olika typer, helt enkelt att semantiskt beskriva verkligheten. Skillnad görs mellan logiska och icke logiska ontologier (Bittner et al., 2006, s. 142-143).

3.3 Datalagring

Datorernas intåg har revolutionerat möjligheterna att lagra data. Större mängder data ökar behovet av strukturer. Det finns två sätt att lagra data i en dator: i filsystem eller i en databas.

3.3.1 Filer

En dators minne består endast av ettor och nollor. De binära talen kan omgrupperas och bytas ut så att vissa områden utgör logiskt sammanhängande, begränsade enheter: filer. Olika filtyper är egentligen bara olika sätt att tolka sammansättningen av de binära talen, likt olika språks tolkning av bokstäver från samma alfabet. En filtyp kan alltså även den karakteriseras av dess syntax. Filtyperna är designade för att passa olika typer av datorprogram (Selander, 1996).

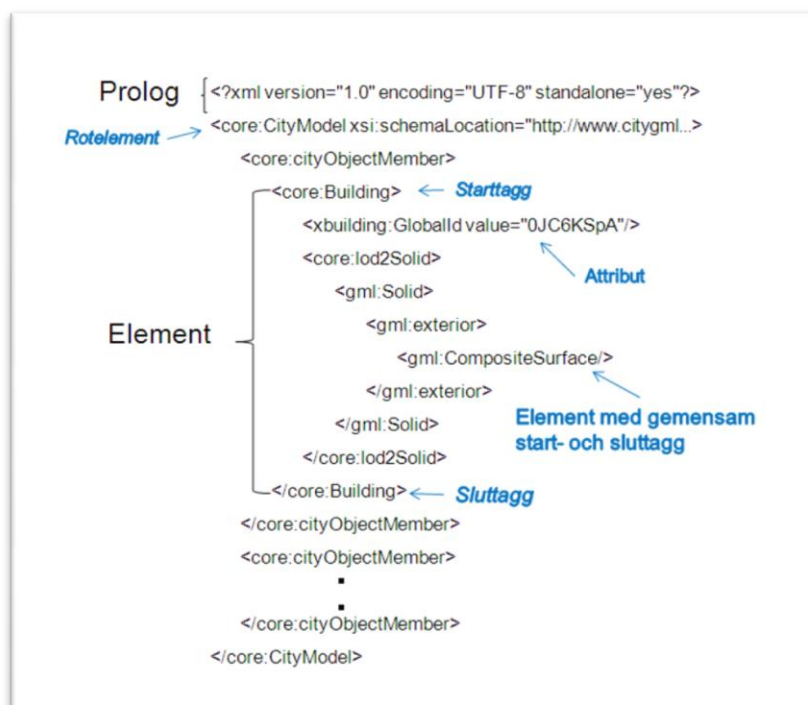
Det finns ett antal olika filformat för att beskriva geodata. För tvådimensionella geodata i vektorformat är *shape*- och *tabformat* frekvent använda. Nackdelen med dessa format är att de är begränsade till två dimensioner och vektorer. Nedan följer en beskrivning av filtyper av intresse för denna studie.

XML

För att effektivt lagra data på fil krävs ett filformat som är lätt att tolka och bevarar egenskaperna hos de data som lagras. I detta syfte är *Extensible Markup Language* (XML) utvecklat. XML är inte utformat för att läsas direkt av människor utan i första hand för att tolkas av datorer. XML är dock textbaserat och till skillnad från binära filer möjligt att förstå för en människa, vilket underlättar då det förekommer fel på en fil.

XML kan ses som reglerna för hur filen får struktureras, dessa regler möjliggör för en dator att generera och tolka data och garantera att den är entydig. Reglerna är mestadels rent syntaktiska och innehåller ingen semantisk tolkning av elementen, det är upp till programmet som använder filen att göra den tolkningen (Bos, 2001).

Figur 3.6 visar ett XML- dokument. Det är uppbyggt av element där varje element har en starttagg och en sluttagg med samma namn. Dokumentet innehåller en kort prolog med grundläggande information, och en *kropp* där alla data finns lagrade. Grundläggande krav är att *kroppens* första elementet (rotelementet) måste innesluta alla de andra och att elementen inte får vara nästlade. Elementen har attribut som kan finnas i starttaggen (på formen attribut="värde") eller mellan taggarna. Attributen mellan taggarna kan bestå av text eller andra element. Om det inte finns något mellan taggarna kan elementet skrivas med endast en tagg.



Figur 3.6. Exempel på ett XML-dokument.

En viktig funktion inom XML är referering via XLink. För att ett element skall vara refererbart måste det ha ett attribut som anger elementets id. Referensen till id:t skrivs href=id. Med XLink kan elementen innehålla attribut som finns angivna i en annan del av dokumentet eller helt andra dokument. Detta gör det möjligt att skapa mer komplexa strukturer.

Dialekter av XML

Som namnet antyder är *Extensible Markup Language* utökningsbart. Genom en utökning skapas en dialekt av XML. Varje dialekt har en egen namnrymd (eng. *namespace*) där olika element ges en semantisk betydelse. För att det skall vara möjligt att kombinera olika namnrymder har de ett eget prefix som varje elementnamn börjar med. Dialekten innehåller även vilka relationer som är tillåtna mellan elementen. Namnrymder som skall användas anges i prologen.

Dialekterna definieras genom *XML-Schema*. Genom att införa *XML-Schema* ökas de syntaktiska kraven på ett XML-dokument. *XML-Schema* är skrivet med XML och består av typdefinitioner och elementdeklarationer som beskriver vilka typer och element dokumentet får innehålla. Framför allt beskriver schemat hur elementen får struktureras. När ett element definieras anges vilka andra element det ska, får och inte får innehålla. En viktig egenskap är möjligheten att utöka gamla och definiera nya datatyper. Det *XML-Schema* som skall användas anges i prologen och resten av dokumentet valideras utifrån det refererade schemat (Antoniou & van Harmelen, 2008, s. 39-40).

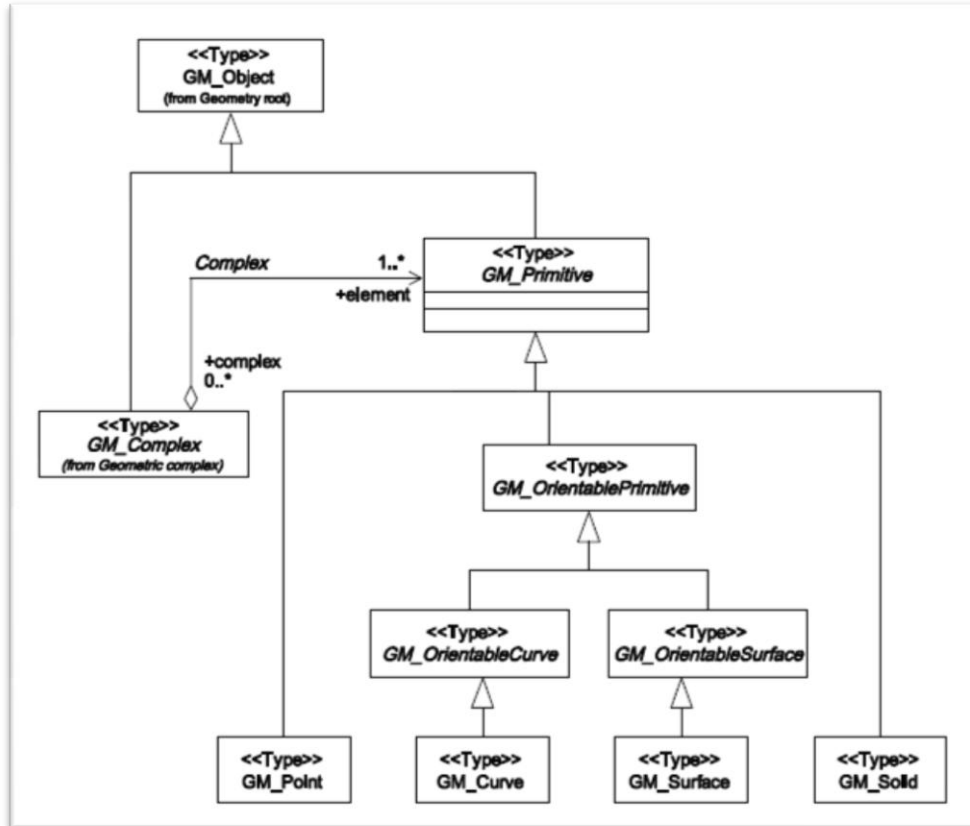
GML

Geography Markup Language, GML, är en XML-dialekt för att hantera geodata. Schemat har blivit en accepterad standard och är en del av ISO TC211-serien. Den senaste versionen är GML3 och den innehåller en mängd olika semantiska enheter för att beskriva spatiala objekt, geografiska koordinatsystem, geometri, topologi, tid, måtenheter och generaliserade värden. (Cox et al., 2004, s. 1). De spatiala objekten beskrivs främst i vektorformat.

Skillnaderna mellan GML3 och den föregående versionen GML2 är omfattande. Antalet definierade taggar är åtta gånger större i GML3. Strukturen hos GML3 gör att hela schemat inte behöver implementeras, utan tanken är att det endast är de delar som är av intresse som ska användas. En av de viktigaste nyheterna är möjligheten att representera tredimensionella geometrier i GML3. GML består av en mängd olika *XML-Schema* som beskriver hur ett dokument ska struktureras. För denna studie är den geometriska och topologiska beskrivningen av särskilt intresse (Cox et al., 2004, s. 12).

Inom GML görs skillnad på enkla, sammansatta och komplexa geometrier. De enkla geometrierna är punkter, linjer och ytor och kan inte delas upp i mindre enheter. De är inte avgränsade och deras huvudsakliga syfte är att bygga upp komplexa geometrier. En komplex geometri består av en enkel geometri i någon dimension och av avgränsande, enkla geometrier i dimensionen under, punkter är gräns för linjer, linjer för ytor och så vidare. De sammansatta geometrierna består av en mängd enkla geometrier i samma dimension. GML3 har ingen enkel geometri för tre dimensioner.

GML innehåller även en mängd olika enkla, komplexa och sammansatta geometrier som finns för att användas vid speciella tillämpningar. Modellen för GML:s geometrier är svår att överskåda och figur 3.7 visar endast förhållandet mellan de viktigaste geometrierna (Cox et al., 2004, s. 41).



Figur 3.7. Förhållandet mellan de vanligaste geometrierna i GML (Cox et al., 2004, s. 441).

Det topologiska schemat är i princip analogt med det geometriska. För varje dimension finns enkla topologiska objekt och det går även att skapa komplexa topologiska objekt. De topologiska objekten realiserar först då de kopplas som ett attribut till ett geometriskt objekt av samma dimension. Det topologiska objektet innehåller kopplingar till andra topologiska objekt, och binder på detta sättet ihop geometrierna (Cox et al., 2004, s. 155).

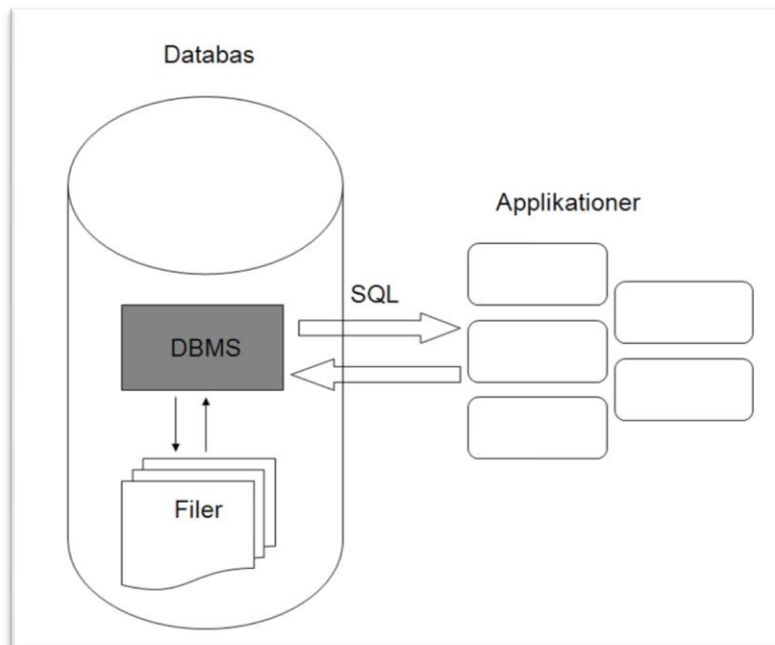
3.3.2 Databaser

Skillnaden mellan filer och databaser är egentligen inte sätten de lagrar data på utan möjligheten att komma åt dem. En databas kan ses som en eller flera filer lagrade på ett externt minne, såsom en disk. Skillnaden mot vanliga filer är att den faktiska fysiska lagringen av data är okänd för användaren, hanteringen av data sker istället via en databashanterare (eng. *Database Management System*, DBMS). De två egenskaper som tydligast karakteriserar en databas är att den klarar av att hantera stora datamängder och att dess data är beständiga, alltså att de består vid mjuk- och hårdvaruproblem (Rigaux et al., 2002, s. 3).

Databashanterare

Databashanteraren kan ses som ett verktyg för att lösa de datahanteringsproblem som uppkommer då filer arbetas med direkt, den separerar helt enkelt sparande och underhållande av data från applikationsspecifika uppgifter. Databashanteraren illustreras ibland som en del mellan databasen och användaren men vanligare är att den ses som en del av databasen, och vi väljer att följa den uppdelningen, se figur 3.8. Databashanterare möjliggör för användaren att: (Rigaux et al., 2002, s. 4).

- **definiera** en databas, vilka typer den får innehålla, strukturen på den m.m.,
- **skapa** en databas eller mer specifikt lagra data på en beständig plats,
- **fråga** databasen med hjälp av SQL och
- **uppdatera** databasen genom att ändra värdet på olika data.



Figur 3.8. Schematisk bild över en databas.

Databasen medför även andra fördelar jämfört med filsystem. Systemet är säkrare eftersom det går att reglera vilka som har tillgång till vad (Johnson, 1997, s. 3). Databasen gör även data tillgängliga och modifierbara för flera användare samtidigt. Det kan uppstå komplicerade situationer som ställer höga krav på databashanteraren när olika användare vill komma åt och ändra på samma datamängd samtidigt (Worboys & Duckham, 2004, s. 42-43).

Relations- och objektorienterade databaser

Relationsdatabaser är uppbyggda av tabeller (relationer). Varje kolumn i tabellen motsvaras av ett attribut och varje rad (tupel) består av en lista av värden, ett för varje attribut. Varje relation är en beskrivning av en företeelse och en tupel definierar en specifik instans av den företeelsen. Om en relation är av typen byggnad beskriver varje tupel i den relationen ett specifikt byggnadsobjekt. Ett av attributen (eller flera tillsammans) måste vara unikt för varje tupel och utgör primärnyckeln till typen. Med hjälp av nycklarna kan relationerna beskrivas mellan objekt av olika typer. Denna struktur är lätt att ta till sig och har medfört att databaser har blivit hanterbara för en större grupp människor (Johnson, 1997, s. 9).

Relationerna är sammankopplade enligt ett relationsschema. Vilka typer databasen skall innehålla och hur de skall vara kopplade till varandra är upp till kreatören men ett antal normalformer finns för att reglera databasens struktur så att den blir användbar (Worboys & Duckham, 2004, s. 74).

En annan typ av databas är objektorienterad. Grundargumentet för objektorienterade strukturer är att den kan användas både under planeringsfasen då man bestämmer vilken data som bör finnas i databasen och vid själva implementeringen av den, vilket leder till att information inte försvinner mellan dessa två steg. Ett objekt är likt en relation i den meningen att det visar det statiska tillståndet, likt relationernas attribut. Skillnaden är att objekten även har operationer kopplade till sig. Operationerna kan ändra objektets tillstånd genom att de beskriver hur objektet skall agera i en given situation (Worboys & Duckham, 2004, s. 73).

Objekt-relationella databaser (eng. *object-relational databases*) utgör en blandning av de ovan nämnda databastyperna. Data lagras i tabeller precis som för relationsdatabaser men attributen behöver inte vara av typer som är fördefinierade, istället kan abstrakta datatyper (eng. *Abstract Data Types*, ADT) definieras (Zlatanova & Stoter, 2006, s. 156). Med ADT kan t.ex. geometriska former definieras som egna typer. För att hantera de godtyckligt definierade typerna används en utökning av SQL System som bygger på objekt-relationella databaser kallas för hybrida system.

Spatiala databaser

Informationssystem som hanterar spatiala data var tidigare tvungna att spara geometriska data separat på fil vid sidan om databasen. Detta var ingen bra lösning då det var svårt att upprätthålla samstämmigheten mellan de spatiala och tematiska delarna av data. För att lösa detta skapades mjukvara som verkade ovanpå databasen. Där fanns de spatiala datatyperna definierade medan spatiala data fanns i databasen. Data var nu lättare att underhålla men frågor till databasen var svåra att implementera på ett effektivt sätt. Införandet av objekt-

relationella databashanterare har gjort det möjligt att lagra spatiala data med hjälp av ADT. Det hybrida systemet samlar alltså spatiala och tematiska data och möjliggör en effektiv lagring och hantering av informationen (Rigaux et al., 2002, s. 25).

3.3.3 SQL

För att kunna kommunicera med databasen krävs ett språk som är lätt att skriva för användaren och möjligt att förstå för databasen. Det finns relationsspråk utvecklade för att klara av komplexa frågor till en databas. Dessa skrivs dock med matematisk notation och är inte lämpade för en bred användning. På 1970-talet utvecklade IBM ett frågespråk som idag är känt som *Structured Query Language*, SQL. Språket bygger på relationsspråkens egenskaper men använder inte matematisk notation och har blivit den allmänt accepterade standarden för kommunikation med en databas (Johnson, 1997, s. 153).

SQL är uppbyggt av operationer, *statements* som på något sätt manipulerar tabellerna i en databas. De grundläggande operationerna är *create table*, *select*, *insert*, *delete* och *update*. Även om inte alla kommersiellt framgångsrika relationsdatabaser har SQL som sitt huvudspråk accepterar de SQL-statements (Johnson, 1997, s. 153). Ett exempel på hur en SQL-operation kan se ut finns i figur 3.9.

1 CREATE TABLE Fastighet
(
Fastighetsbeteckning String,
Yta Integer,
)

2 INSERT INTO Fastighet
VALUES (Lund Skogen 1:1) (14500)

INSERT INTO Fastighet
VALUES (Lund Skogen 1:2) (10000)

INSERT INTO Fastighet
VALUES (Lund Skogen 1:3) (12000)

3 SELECT *
FROM Fastighet
WHERE Yta > 11000

4

Fastighetsbeteckning	Yta
Lund Skogen 1:1	14500
Lund Skogen 1:3	12000

Figur 3.9. Exempel på olika SQL-Statements. En tabell skapas (1) och fylls med värden (2). En fråga ställs till databasen (3) som genererar ett svar (4).

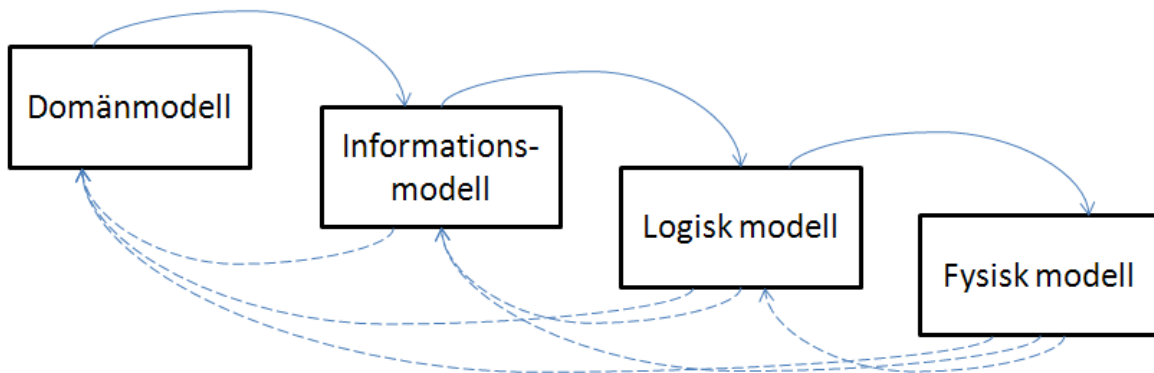
4 Informationsmodeller

I följande kapitel förklaras informationsmodellens roll i ett informationssystem. Olika språk för att beskriva informationsmodeller presenteras och kapitlet avslutas med en genomgång av standardiseringsarbetet av informationsmodellerna.

Vid utveckling av informationssystem är valet av informationsmodell det avgörande för om systemet skall bli framgångsrikt (Worboys & Duckham, 2004, s. 19). Likt användandet av begreppen data och information används informationsmodell och datamodell omväxlande. Modellen som åsyftas i bägge fallen beskriver hur data ska ordnas för att de skall kunna tas upp som information. Båda begreppen syftar på samma sak och kan anses korrekta. Vi väljer att använda det dominerande uttrycket informationsmodell.

4.1 Modellering

Modellering är processen som skapar en färdig modell utifrån ett specificerat behov. Processen kan beskrivas genom på varandra följande modelleringssteg, se figur 4.1. Varje steg i modelleringen ger upphov till en delmodell. I teorin rör sig utvecklaren nedåt i figuren och utvecklar en modell i taget, i praktiken är det däremot en iterativ process eftersom brister i en modell oftast framkommer först i ett senare skede av modelleringen. Det första steget innefattar skapandet av en domänspecifik modell utgående från vad som skall modelleras, det är helt enkelt en kravspecifikation för modellen.



Figur 4.1. De olika stegen vid modellering av ett informationssystem.

Det andra steget innebär skapandet av den konceptuella modellen (informationsmodellen) som också är den av störst intresse. Informationsmodellen beskriver hur data skall struktureras, alltså vilka datatyper modellen skall innehålla och deras förhållande till varandra. Den fungerar även som en specifikation av datastrukturen inte bara för den fortsatta utvecklingen utan även

under användning av systemet som bygger på informationsmodellen. Av denna anledning krävs att den är tydligt beskriven och möjlig att förstå för dem som inte är specialister inom den specifika domänen (Worboys & Duckham, 2004, s. 55).

De logiska och fysiska modellerna utvecklas då en informationsmodell skall implementeras. Den logiska modellen beskriver hur informationsmodellen behöver anpassas för att passa in i en specifik lagringsstruktur t.ex. en relationsdatabas. På den fysiska nivån beskrivs hur data lagras och nås i datorn samt hur mjuk- och hårdvaran hanterar data (Abdul-Rahman & Pilouk, 2008, s. 45).

En aspekt som är viktig att ta hänsyn till under modelleringen är behovet av att kunna representera objekt i olika detaljnivåer, *Levels of Detail* (LoD). Detta behov kommer ursprungligen från visualisering, men har visat sig användbart även i olika analysituationer. Informationsmodellen måste vara utformad för att ska finnas möjlighet att representera ett objekt i olika LoD och samtidigt säkerställa att endast en representation kan användas åt gången (Kolbe & Gröger, 2003, kap. 3).

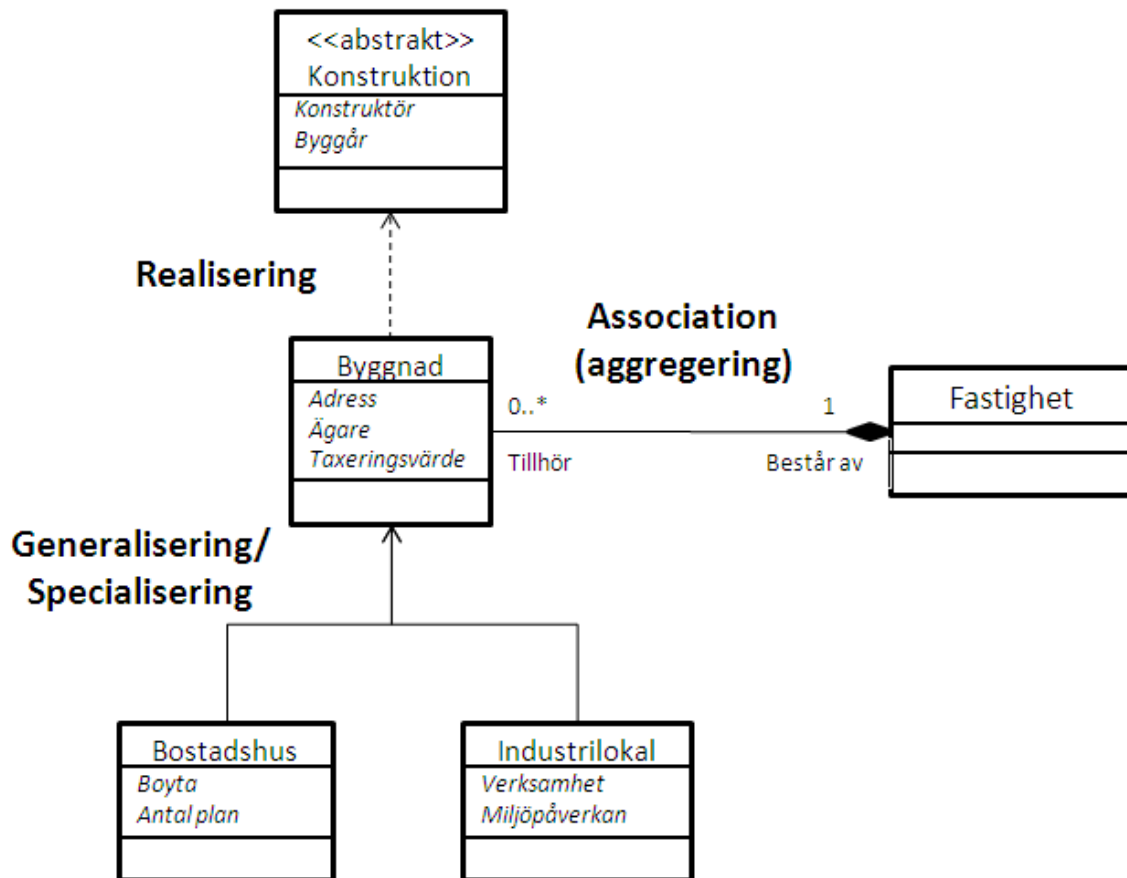
4.2 Modelleringspråk

För att beskriva informationsmodellen används modelleringspråk. Det vanligaste modelleringspråket har de senaste åren varit *Unified Modelling Language* (UML). UML kan användas för att modellera ett system utifrån olika aspekter. Figur 4.2 visar hur UML:s syntax ser ut. Vid modelleringen av ett system utifrån en informationsmodell skapas ett klassdiagram utifrån klasser och relationer. En klass representerar ett koncept inom det område som modelleras. En klass ritas som en rektangel indelad i tre horisontella delar. I den översta delen finns klassnamnet och andra, för klassen, generella egenskaper. Mellandelen innehåller en lista med attribut och i den understa delen finns en lista med operationer. Mellan klasserna kan olika former av relationer deklarerars med hjälp av specificerad notation. De viktigaste relationerna är (Booch et al., 1999, kap. 1):

- **Association.**
Beskriver det strukturella beroendet mellan två klasser. En speciell association är aggregering som beskriver vilka delar ett objekt kan bestå av. Association ritas som en linje oftast med multiplicitet och rollnamn mellan klasser angivet.
- **Generalisering.**
Är ett hierarkiskt förhållande mellan ett förälderobjekt och ett barnobjekt. Barnet är en specialisering (utökning) av föräldern och ärver alla dess egenskaper. Ritats med en pil från barnet till föräldern.

- **Realisering.**

Liknande generalisering fast föräldern är enbart ett gränssnitt som specificerar vissa egenskaper. Barnet förverkligar denna specifikation. Ritas med en streckad pil från barnet till föräldern.



Figur 4.2 Syntax för UML.

Ett annat språk för modellering är *EXPRESS* som finns i två varianter: ett grafiskt och ett lexikalt. *EXPRESS* definierar entiteter vilket är ekvivalent med UML:s klasser. Entiteterna kan innehålla tre varianter av attribut: explicita, härledda och inversa. Explicita attribut representerar direkta egenskaper hos entiteten och även relationer mellan entiteter. Härledda attribut motsvarar funktioner inom UML. Inversa attribut är representationen av ett explicit attribut hos en relaterande entitet (Onstein, 2004, s. 17).

4.3 *Standardisering av informationsmodeller*

På grund av de allt större mängder spatiala data som görs tillgängliga håller en infrastruktur för spatiala data (eng. *spatial data infrastructure*, SDI) på att utvecklas. Målet är att öka tillgängligheten till data och interoperabiliteten mellan olika system. Problemet idag är att olika informationsmodeller används och att överföringen mellan dem är långsam, ofullständig eller inte möjlig alls. Detta problem kan överkommas genom att allmänna modeller som strukturerar data på en syntaktisk, semantisk och schematisk nivå specificeras (Kolbe & Gröger, 2003, kap. 1).

4.3.1 *Standardiseringsorgan*

Idag finns speciella organisationer vars mål är att skapa standarder. Organisationerna både utvecklar egna standarder och tar upp standarder utvecklade av andra organisationer eller företag. Vissa standarder kommer från vad som redan är "standard" på marknaden medan andra utvecklas specifikt för att bli en standard.

Det finns både nationella och internationella standardiseringsorgan. I Sverige är *Swedish Standard Institute* (SIS) den organisation som ansvarar för standarder. SIS har ett nära samarbete med motsvarande europeiska (CEN) och internationella (ISO) organisationer (SIS, 2010). Inom ISO finns kommittéer som ansvarar för speciella områden. *ISO/TC211*-kommittén har ansvaret för digital geografisk information och har infört ett antal standarder inom området. Dessa standarder betecknas *ISO 191xx* och kallas för *19100-serien*.

En internationell fristående organisation med nära samarbete med ISO är *Open Geospatial Consortium* (OGC) som utvecklar standarder för användandet av geodata under varumärket *OpenGIS* (OGC, 2010). OGC har tagit fram en standard för semantiken runt geometriska och topologiska data för användande inom GIS. Standarden har även blivit en ISO-standard och är en del av 19100-serien. Standarden består av detaljerade definitioner av de geometriska formerna som har fått namn för att indikera deras geometriska och topologiska funktioner (van Oosterom et al., 2006, s. 29).

5 Stadsmodeller och byggnadsmodeller

Kapitlet beskriver olika typer av informationsmodeller. Inledningsvis görs en översiktlig beskrivning som följs av detaljerade genomgångar av de två modeller som är av störst intresse för denna undersökning.

Behovet av att modellera spatiala data i två eller tre dimensioner finns inom vitt spridda yrkesgrupper. Kraven på informationsmodellen är således också olika och det går att skilja på branschspecifika och allmänna modeller. De branschspecifika har utvecklats för att uppfylla behoven i en viss bransch eller t.o.m. för en viss applikation. De allmänna utvecklas ofta i syfte att bli standarder och för att underlätta översättningen av data.

5.1 Modellernas syfte

Informationsmodeller kan även delas in efter vad de modellerar och vilket syfte de har. Nedan presenteras tre typer av modeller som kan hantera tredimensionell data och är av intresse för denna studie: stads-, byggnads- och presentationsmodeller.

5.1.1 Stadsmodeller

Stadsmodellerna hör till de allmänna modellerna som är utvecklade för en bred användning. De är generella, icke applikationsspecifika, semantiska modeller som definierar objekt och beskriver objektens representation och inbördes relation i en stadsmiljö (Emgård & Zlatanova, 2008, s. 313-314). De är utvecklade för att användas i GIS.

Antalet stadsmodeller är inte stort. Den som är längst utvecklad och som även har blivit en ISO-standard är *CityGML*. Andra modeller är *Towntology Project* och den tvådimensionella *CONGOO* (Emgård och Zlatanova, 2008, s. 313).

5.1.2 Byggnadsmodeller

De modeller som beskriver inomhusmiljöer kallas för byggnadsmodeller. Tidigare var byggnadsmodellerna rena presentationsmodeller men på senare år har modeller med mer än ett geometriskt innehåll utvecklats. Framför allt beskriver byggnadsmodellerna tematiska data väl. Behovet av en geografisk referering har inte funnits inom de områden där byggnadsmodellerna används och de flesta saknar möjligheten till detta.

Tidigare byggnadsmodeller är nära sammankopplade med designverktygen CAD. Data till modellerna skapades i samband med designen och utvecklarna av CAD-verktygen har varit de som skapat informationsmodellerna. Framför allt har *Autodesk:s* format *DWG* varit

dominerande (Widén, 2010). De senaste åren har modellerna börjat innehålla mer tematisk information för att uppfylla kraven från den nya generationens CAD och samtidigt börjat benämnas byggnadsinformationsmodeller (BIM). Även här har CAD-utvecklarna egna modeller speciellt anpassade för sina egna applikationer. Det icke företagsspecifika format som har fått mest genomslagskraft och som från början utvecklades för att fungera som ett ramverk där all byggnadsinformation kan samlas är, *Industry Foundation Classes*, IFC.

5.1.3 Presentationsmodeller

Många modeller är utvecklade för att möjliggöra estetiskt tilltalande presentationer. Det finns både allmänna och mer branschspecifika. Eftersom de saknar tematiska data finns inga begränsningar när det gäller vilka miljöer de kan modellera, begränsningarna ligger istället i möjligheten att representera olika geometrier. Presentationsmodellerna kännetecknas även av att de saknar möjlighet att lagra topologiska egenskaper. Vid presentation är det viktigt att informationen är snabb att komma åt. Till exempel vid en presentation av en miljö i tre dimensioner är det önskvärt att kunna röra sig i modellen utan att få vänta på att varje bild ska laddas.

Det finns många format inom denna kategori, de vanligast förekommande är *KML* och *COLLADA* som bägge är dialekter av XML. *KML* är det format som används inom *Google Earth*. *COLLADA* är utvecklat som en allmän modell för presentationsmodeller; alltså en modell som kan användas som mellansteg under överföringen från en presentationsmodell till en annan. Den senaste versionen av *COLLADA* (version 1.5.0) möjliggör att definiera objekt och koppla fysiska attribut till dessa som t.ex. friktion, men det går inte att semantiskt definiera objekten. Det går även att representera geometrier med B-rep (Barnes & Levy Finch, 2008, s. 2-4).

5.2 Jämförelse av modeller

I tabell 5.1 jämförs modeller från de olika delar som är relevanta vid modellering av geodata. Skalan går från 0 (dåligt) till ++ (bra). De rutor som är tomma indikerar att modellen inte hanterar detta fenomen över huvud taget. Fördelarna med *CityGML* och IFC jämfört med presentationsmodellerna visas här. Den semantiska beskrivningen och topologin är det som tydligast särskiljer dessa modeller.

Tabell 5.1. Jämförelse av olika informationsmodeller (Kolbe, 2007a, s. 89).

	CityGML	IFC	KML	Collada
Geometri	+	++	0	+
Georeferering	++	+	+	
Topologi	+	+		0
Semantik	++	++		0/+
Dimension	3	3	3	3
Typ	Stadsm.	Byggnadsm.	Presentation	Presentation

5.3 CityGML

CityGML är en stadsmodell och beskrivs som en allmän semantisk informationsmodell för representationen av tredimensionella urbana objekt och för att möjliggöra att dessa kan delas mellan olika applikationer. *CityGML* möjliggör alltså att både inomhus- och utomhusdata ingår i samma modell. Bland de områden standarden syftar till att användas inom märks arkitektonisk design och fastighetsförvaltning. *CityGML* är implementerad som en XML-dialekt genom en utökning av GML (Gröger et al., 2008, s. xv).

5.3.1 Egenskaper

CityGML:s främsta egenskaper är att det kan hantera geometri, topologi, tematisk representation och presentation. *CityGML* består av en geometrisk och en tematisk struktur där de motsvarande objekten är sammanlänkade med hjälp av relationer. Denna uppbyggnad möjliggör navigering inom och mellan hierarkierna utan några restriktioner då tematiska och/eller geometriska frågor skall besvaras (Gröger et al., 2008, s. 10). Modellen har även en separat struktur för utseende. Möjligheterna att göra presentationer med hjälp av denna

struktur är omfattande men inte centrala för studien och fokus läggs istället på de egenskaper som är mer relevanta i sammanhanget.

Geometrisk-topologisk modell

Den geometriska modellen är en delmängd av GML3:s geometriska modell som bygger på B-rep. Ett exempel på en begränsning är att endast klassen *LineString* används för att representera linjer vilket begränsar dem till att vara raka. *CityGML* använder inte GML:s topologiska struktur alls utan topologin bevaras istället med hjälp av XLink:s. Topologin representeras alltså bara implicit genom referenser. Dessa topologiska referenser är helt valfria och krävs inte för att en *CityGML*-fil skall vara giltig (Gröger et al., 2008, s. 25).

Det finns en stor nackdel med att beskriva topologi på detta sätt. XLink är enkelriktad information och det är endast objektet som refererar som vet om att referensen existerar. Som exempel kan tas ett rumsobjekt som består av flera väggobjekt. De data som kopplar ihop rummets geometri och väggarna finns i rumsobjektet som refererar till de olika väggeometrierna. Med utgångspunkt i en vägg går det inte direkt att avgöra vilket rum den tillhör. På motsvarande sätt fungerar det om en geometri refereras till av ett eller flera objekt, om geometrin definieras för sig går det inte att utifrån den avgöra vilka objekt den bygger upp. Ett alternativ är att använda en XLink i andra riktningen också. Fördelen med detta sätt är att topologin inte måste sparas i modellen (Gröger et al., 2008, s. 25).

CityGML stöder även implicita geometrier. Det innebär att olika objekt med exakt samma geometriska uppbyggnad kan representeras med samma geometri. Geometrin finns lagrad på en plats och en ankarpunkt är angiven. Objekten refererar till geometrin via XLink och skapar en kopia av den. Kopians position anges med en transformation av geometrins ankarpunkt (Gröger et al., 2008, s. 26).

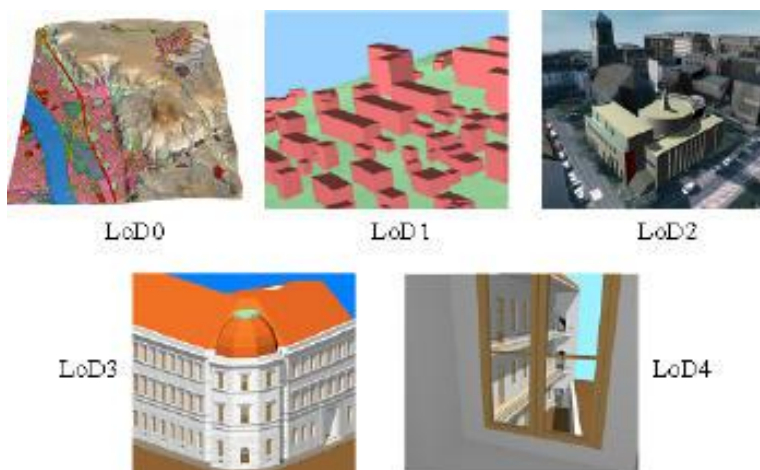
Tematisk modell

Den tematiska modellen bygger på uppdelningen i moduler, som vart och ett definierar de viktigaste topografiska stadsobjekten. En huvudmodul (*core*) beskriver de grundläggande koncepten och komponenterna inom *CityGML*. Core-modulen kan ses som en undre gräns för vad implementeringen måste innehålla och de övriga modulerna beror på den. Core-modulen är således den enda modul som måste implementeras för att uppfylla standarden, alla övriga moduler är logiskt oberoende av varandra och kan implementeras efter vilka behov som finns. Denna organisering är gjord för att *CityGML* skall ha ett så brett användningsområde som möjligt. De övriga moduler som finns definierade är *Appearance*, *Building*, *CityFurniture*, *CityObjectGroup*, *Generics*, *LandUse*, *Relief*, *Transportation*, *Vegetation*, *WaterBody* och *TexturedSurface*.

I *CityGML* finns även *Application Domain Extension* (ADE): en mekanism för att möjliggöra skapandet av nya moduler. Specifika applikationer kan behöva information som inte kan fås utifrån de existerande modulerna, detta tomrum kan fyllas med en ADE. Tanken är att fristående organisationer inom ett specifikt intresseområde skall utveckla och tillhandahålla ADE för användning inom hela branschen (Gröger et al., 2008, s. 102).

Detaljnivå

CityGML omfattar fem stycken olika detaljnivåer (LoD), där den första, LoD0, i princip är en 2,5D terrängmodell. Detaljnivån ökar sedan i takt med stigande LoD (se figur 5.1). Detaljerna är det som öppnar möjligheten för många applikationer men skapar samtidigt stora datamängder. Möjligheten att minska datamängden genom att använda en lägre detaljgrad är en av de stora fördelarna med olika detaljnivåer. *CityGML* ger möjligheten att kombinera och integrera samma objekt från två olika LoD men lämnar det till applikationen att lokalisera vilken geometri som motsvarar ett och samma objekt i de olika nivåerna.



Figur 5.1. Olika detaljnivåer inom *CityGML*.

Attribut och Ordlistor

De attribut som tillhör objekten i *CityGML* kan vara av de typer som finns i GML3. Det finns även möjlighet att deklarerar nya, generiska, attribut och koppla dem till objekt. De generiska attributen kan vara av typerna text, heltal, flyttal, datum eller en extern referens (*Uniform Resource Identifier*, URI).

Det finns ännu ett sätt att representera attribut, utifrån externa ordlistor. Ordlistorna är som en egen datatyp där varje tillåtet värde finns definierat i en lista. Dessa ordlistor kan utökas eller omdefinieras för olika ändamål. Den refererade ordlistan måste finnas globalt tillgänglig för att datamängder skall kunna delas.

TIC

Ett problem som har funnits i stadsmodeller är att matcha byggnader och andra uppbyggda objekt med marken. Data från olika källor och bristande precision gör att objekt hamnar en bit under eller över marken. För att motverka detta finns *Terrain Intersection Curve* (TIC). Till ett objekt kan en TIC som anger var marken och objektet skall mötas kopplas och marken kan då anpassas för att matcha med objektet (Gröger et al., 2008, s. 11).

Externa referenser

För att koppla samman spatiala objekt med data som inte kan lagras i *CityGML* används externa referenser. En extern referens skrivs med *Uniform Resource Language*, URL, som anger systemet och den företeelse som refereras till (Gröger et al., 2008, s. 12).

5.3.2 Moduler

Byggnader

Av särskilt intresse för denna studie är utseendet av byggnadsmodulen som även är den mest detaljerade av modulerna i *CityGML*. Modellen för en byggnad och dess komponenter finns specificerad med UML-notation och är anpassad till de olika LoD som *CityGML* tillåter. I LoD1 består byggnaden av ett objekt av klassen *Building* som i sin tur eventuellt består av en eller flera objekt av klassen *BuildingPart*. Båda dessa klasser ärver attribut från *AbstractBuilding* som är huvudklassen i byggnadsmodulen. Typerna till fyra av dessa attribut definieras i externa ordlistor. Den geometriska representationen består enbart av byggnadens volym. Från och med LoD2 kan byggnaden innehålla klasserna *_BoundarySurface* och *BuildingInstallation*. *_BoundarySurface* tillför en semantisk beskrivning av byggadens yta. Klassen har sju subklasser som var för sig beskriver en typ av avgränsande yta, t.ex. golv, tak eller vägg. Byggnaden består av flera *_BoundarySurface*-objekt som var för sig innehåller en geometrisk yta. Dessa ytor utgör tillsammans byggnadens geometri. En av underklasserna till *_BoundarySurface*, *ClosureSurface*, beskriver inget verkligt objekt utan används för att göra byggandens geometri solid. *BuildingInstallation* beskriver arkitektoniska detaljer på utsidan av byggnaden som antenner, taköverhäng och kolonner. Dessa beskrivs semantiskt av klassens tre attribut vars typer alla är definierade i externa ordlistor. Möjligheten att representera öppningar som dörrar och fönster som egna objekt finns från och med LoD3. Ett öppningsobjekt tillhör en *_BoundarySurface* och blir på så sätt en del av byggnadens avgränsande yta (Gröger et al., 2008, s. 56-62).

I den fjärde och mest detaljerade nivån går det även att beskriva inomhusmiljön. Rummen representeras som solida kroppar med flera *_BoundarySurface* på samma sätt som själva byggnaden. Objekten som finns i hålen i byggnadens geometri tillhör även rumsobjekten på insidan och utgör den topologiska kopplingen mellan rummet och byggnaden (Gröger et al.,

2008, s.67). På ett analogt sätt kopplas de olika rummen ihop. Med hjälp av denna topologi kan t.ex närmaste vägen inomhus räknas ut. Det finns ingen möjlighet att direkt representera våningar. Alternativet är att samla rum och inomhusobjekt i objektgrupper, *CityObjectGroups*.

LoD4 tillför även möjligheten att representera inomhusobjekt, för detta finns två klasser: *BuildingFurniture* och *IntBuildingInstallation*. *BuildingFurniture* beskriver flyttbara objekt (inredning) som t.ex. möbler medan fasta objekt beskrivs av *IntBuildingInstallation*. Inredning tillhör alltid ett specifikt rum medan de fasta objekten antingen tillhör ett rum eller byggnaden i sig. Objekten innehåller en geometri och inredningen kan även beskrivas med implicit geometri. Båda dessa klasser innehåller attributen klass, funktion och användning varav alla är av typer som definieras av externa ordlistor.

Sammantaget finns sexton externa ordlistor som beskriver olika attribut i byggnadsmodulen. Ordlistornas omfattning är varierande. De mest uttömmande ordlistorna är de som beskriver typen hos byggnader (168 alternativ) och inredning (132 alternativ), medan ordlistorna för yttre installationer och framförallt inre installationer är mer begränsade (se tabell 5.2).

Tabell 5.2. Ordlistan för invändiga byggnadsinstallationer.

IntBuildingInstallationFunctionType			
Code list proposed by the SIG 3D			
1010	Radiator	3020	Light switch
1020	Oven	5030	Power point
1030	Fireside	5020	Cable
1040	Ventilator	7010	Rafter
1050	Air Conditioning	7020	Column
5010	Pipe	8010	Railing
3010	Lamp	8020	Stair

Markytan

Markytan representeras av tre olika moduler i *CityGML*: *Relief*, *WaterBody* och *LandUse*. *Relief*-Modulen innehåller den digitala terrängmodellen (eng. *Digital terrain Model*, *DTM*), *WaterBody* hanterar vatten och *LandUse* delar in markytan efter användningsområde.

Markytan representeras i *Relief*-Modulen av en klass *ReliefFeature* som består av en eller flera objekt av klassen *ReliefComponent*. *ReliefComponent* har fyra stycken subklasser som var för sig representerar ett sätt att beskriva markytan: med ett TIN, vanlig rasterdata, med hjälp av brytlinjer, eller av masspunkter. De fyra alternativen kan alla kombineras med varandra och tillsammans utgöra en *ReliefFeature*. Alla *ReliefComponent*-objekt har ett geometriskt attribut som anger dess geografiska avgränsning. Detta tillsammans med att de olika komponenterna kan representeras i olika LoD inom samma *ReliefFeature* ger ett mycket flexibelt sätt att representera markytan. Till exempel kan markytan byggas upp av data från flera olika källor (Gröger et al., 2008, s. 51-52). Den enda semantiska information som fås från *Relief*-modulen är vilka typer av data markytan är uppbyggd av.

Ett sätt att tillföra semantisk information till markytan är att använda modulen *LandUse*. *LandUse*-objekten har attributen klass, funktion och användning som respektive anger områdets typ, tänkta funktion och vad det verkligen används till (Gröger et al., 2008, s. 94). *Relief*- och *LandUse*-modulerna är inte relaterade på något sätt och kan använda olika geometrier, *LandUse*-modulen är dock begränsad till att använda ytor. Ytterligare semantisk information kan tillföras markytan med modulerna *Vegetation* och *Transportation*. Ingen av modulerna möjliggör en beskrivning av förhållanden under markytan såsom berg- och jordtyper.

Markytan är inget statiskt objekt utan påverkas konstant av klimatet. Detta är extra tydligt när det gäller vattenytor, som kan ändra sig över dagen (tidvatten) och över säsonger, beroende på nederbörd. Vattenobjekten (*WaterBody*) i *CityGML* är statiska och innehåller mycket små möjligheter att modellera dynamiska rörelser. I LoD2 och uppåt består vattenobjektet av ett antal gränsobjekt. Objektet som avgränsar mellan vatten och luft (*WaterSurface*) är obligatorisk och avgränsningen mot marken under är frivillig. Det går även att avgränsa mellan olika delar av en vattenkropp. *WaterSurface* kan innehålla attributet *WaterLevel* som visar vilken vattennivå som ytan modellerar. Övriga attribut är kopplade till *WaterBody* och är klass, funktion och användning (Gröger et al., 2008, s. 72-73). Alla fyra attributen definieras av externa ordlistor, samtliga med mellan 17 och 28 alternativa värden, vilket ger en detaljerad semantisk uppdelning av vattenobjekt.

Ytor

Modulen *Appearance* finns för att ge ytor specifika egenskaper. Huvudklassen i *Appearance* innehåller ett eller flera teman som var för sig samlar olika egenskaper, ytdata. Ytdata beskrivs med ett antal olika attribut som alla har med ytornas utseende att göra.

Ytdata sparas separat från ytornas geometri för att bevara GML3:s geometriska struktur. Kopplingen lagras i länkar från olika tema till geometrierna de beskriver. *CityGML* har inga restriktioner på hur många ytdata en ytgeometri kan ha kopplad till sig, hantering av eventuella motstridigheter lämnas till applikationen. Ytdata är endast möjliga att koppla till en yta; för att ge alla delar av en kropp samma ytegenskaper måste alla ytsegment finnas refererade av ytdata. Varje detaljnivå hos en ytgeometri kan vara kopplad till olika ytdata.

Vägar

Olika former av vägar och transporteringssträckor modelleras i *CityGML* med modulen *Transportation*. I LoD1 beskrivs sträckan av klassen *_TransportationObject*. Från och med LoD2 representeras en väg av ett *TransportationComplex*-objekt som består av områden för transporterering (*TrafficArea*) och övriga delar (*AuxiliaryTrafficArea*). Klassen kan semantiskt specificeras genom någon av subclasserna väg, järnväg, gångväg eller torg. I LoD1 representeras vägen endast av *TransportationComplex*. Både *TrafficArea* och *AuxiliaryTrafficArea* kan liksom *TransportationComplex* innehålla attributen funktion och användning. Transportområdena har även ett attribut som anger materialet (Gröger et al., 2008, s. 77-79). Samtliga attribut definieras av externa ordlistor. Broar och tunnlar går inte att modellera men tilläggsmoduler är under utveckling.

Vegetation och stadsobjekt

De två modulerna *Vegetation* och *CityFurniture* beskriver utomhusobjekt. Ensamma växtobjekt representeras av klassen *SolitaryVegetationObject* och har attributen klass, art, funktion, höjd, stamdiameter och kron diameter. Det går även att representera sammanhängande vegetation såsom en skog eller en gräsmatta som ett objekt med klassen *PlantCover* som har attributen klass, funktion och medelhöjd (Gröger et al., 2008, s. 85-86). Värden för dessa olika attribut finns definierade i externa ordlistor.

CityFurniture innehåller endast en klass med samma namn som modellerar oflyttbara föremål och har attributen klass och funktion. De tre klassalternativen som existerar är trafik, kommunikation och övrigt. De funktioner som finns angivna i den externa ordlistan är inte kopplade till någon klass utan överensstämmelse måste kontrolleras av applikationen (Gröger et al., 2008, s. 90-91).

Gruppering

Modulen *CityObjectGroup* består av en klass som innehåller flera *CityObject* från core-modulen. Eftersom alla moduler ärver från *CityObject* kan vilka objekt som helst kombineras ihop till en *CityObjectGroup* (Gröger et al., 2008, s. 12). Grupper kan även ingå i andra grupper. Gruppen kan innehålla ett eller flera namnattribut. Flera transporteringsenheter i ett hus kan som exempel grupperas och döpas till brandväg.

5.3.3 Ordlistornas semantiska betydelse

På objektsnivå är *CityGML*:s semantiska beskrivning begränsad. Som exempel kan tas modulen *Vegetation* som endast innehåller de två klasserna *SolitaryVegetationObject* och *PlantCover*. Denna uppdelning skiljer alltså bara på ensamma växter och sammanhängande vegetation. Semantik tillförs istället med attributen som utnyttjar fördefinierade ordlistor. I fallet med sammanhängande vegetation finns en ordlista som beskriver vilka olika klasser *PlantCover*-objektet kan tillhöra.

Ordlistorna tillför alltså en bredare semantisk beskrivning på attributnivå, vilket möjliggör en ökad flexibilitet då ordlistorna går att utöka och anpassa för användning inom ett specifikt projekt. De utökade ordlistorna kan göras globalt tillgängliga så att data kan överföras mellan system. Detta kan leda till problem om två datamängder ska slås samman och de använder två olika varianter av samma ordlista. Ordlistornas omfattning har således betydelse för användningen av *CityGML* som informationsmodell. Brister i ordlistorna bör ses som ett problem som bäst löses genom att ordlistorna utökas utifrån befintliga standarder eller ontologiska modeller.

5.3.4 Nackdelar med *CityGML*

Modellen är inte komplett ur någon synvinkel och beroende på användningsområde kan ett antal nackdelar med *CityGML* framföras. Användningen av *CityGML* har påvisat en del problem med standarden som är oberoende av användningen. Några av dessa är (jfr. Kolbe, 2007b, s. 28-30):

- Filerna blir snabbt väldigt stora, för en större kommun rör det sig om flera gigabyte. Detta gör att XML-validering tar problematiskt lång tid.
- Informationsmodellen är relativt komplex och ställer stora krav på processorer och lagringsenheter.
- Den topologiska strukturen med Xlink är svår att implementera.

5.4 *Industry Foundation Classes*

Industry Foundation Classes, IFC, är en byggnadsinformationsmodell utvecklad av *buildingSMART* (tidigare *International Alliance for Interoperability*). *BuildingSMART* är en internationell organisation som 2006 fanns representerad i 19 olika länder och av 450 olika organisationer. Organisationen består av olika domäner som var för sig hanterar en specifik del av byggnadsindustrin (Eastman et al., 2008, s. 72-73). Delar av IFC har blivit upptagen som en ISO-standard. (Vanlande et al., 2008, s. 73).

Målet med IFC har varit att det skall vara användbart inom hela byggnadsindustrin och den första utvecklingen var som ett ramverk med vida definitioner, möjlig att anpassa för specifika ändamål (Eastman et al., 2008, s. 73). Utvecklingen av IFC har pågått sedan 1997 (Eastman et al., 2008, s. 72) men har ännu inte blivit den frekvent använda standarden för dataöverföring inom byggindustrin som förhoppningen var (van Oosterom et al., 2006, s. 31). Det finns exempel där IFC har realiserats och används inom saluförda produkter, ett av dem är *active3d* (Vanlande et al., 2008, s. 70-71); men enligt en undersökning tror många experter inom BIM att spridningen av IFC kan ta 10 till 20 år ytterligare (Howard & Björk, 2008, s. 275).

I dagsläget (maj 2010) är IFC2x3 TC1 den version som rekommenderas för implementering. Flera ofullständiga versioner av IFC2x4 har gjorts tillgängliga för utvärdering och beskrivningen i denna studie bygger på den senaste av dessa IFC2x4 beta3. I en undersökning gjord av *buildingSMART* framgår att de som väljer att inte använda IFC gör det på grund av att modellen inte är fullständig (*buildingSMART*, 2010). Utifrån ovanstående kan förändringar av modellen förväntas i framtiden.

5.4.1 **Struktur**

IFC består av fyra lager som var för sig har en egen modell. Varje nivå definierar ett antal entiteter, som inte bara är byggnadsdelar som väggar, räcken och tak utan även koncept som konstruktionskostnader, scheman, processer etc. Entiteterna definieras genom en hierarkisk struktur där de allmänna attributen definieras i abstrakta entiteter som sen ärvs av entiteterna längre ner i hierarkin. De olika nivåerna är resurs-, huvud- (eng. *core*), interoperabilitets- och domänlagret (Khemlani, 2004). Definitionen av IFC bygger på modelleringsspråket *EXPRESS* (Eastman et al., 2008, s. 73). Antalet entiteter och den stora friheten att koppla ihop olika entiteter gör att strukturen blir väldigt komplex och det saknas schematiska bilder för att få en överblick av strukturen. Detta gör att det krävs tid för att lära sig hur data lagras i IFC.

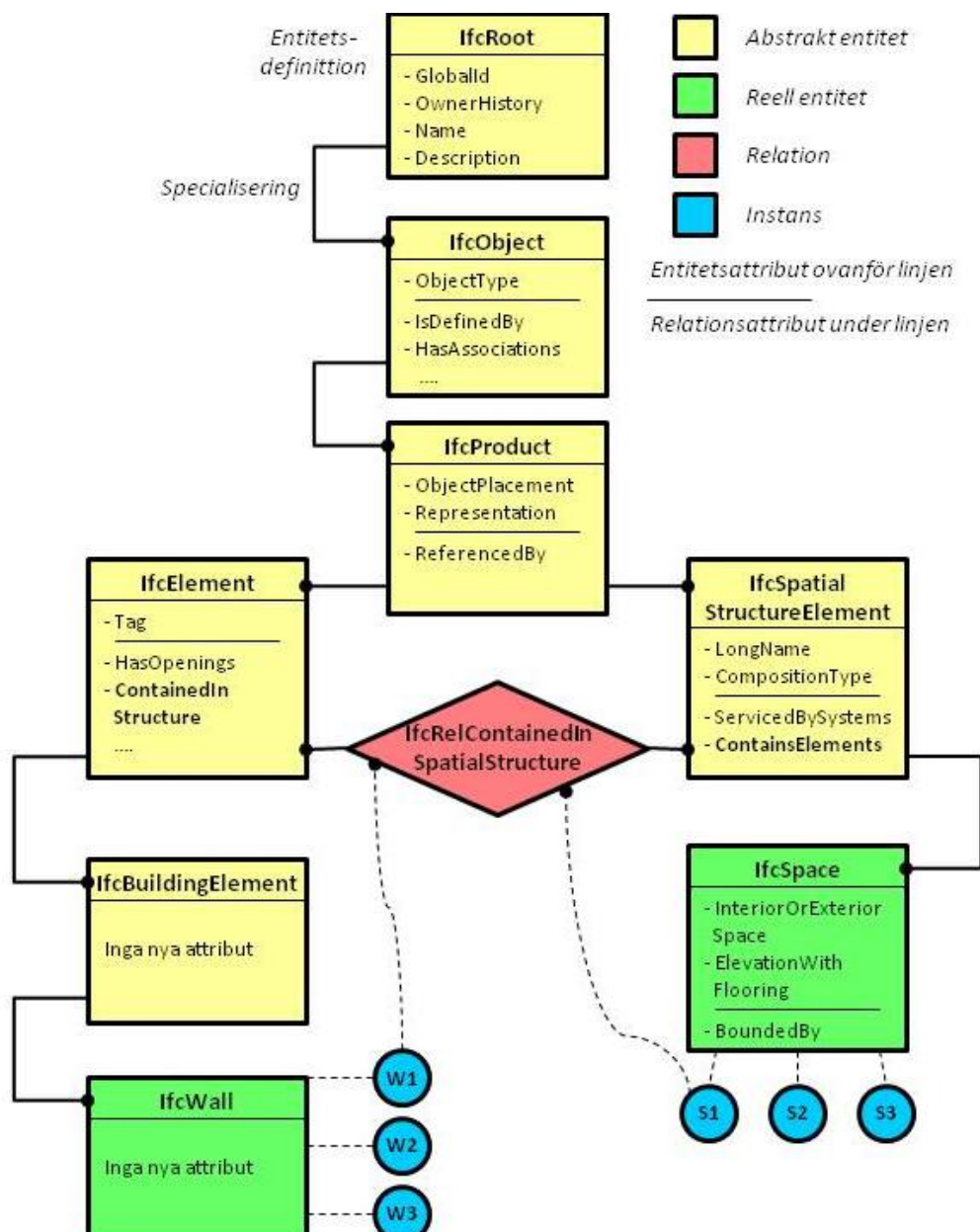
De två understa lagren är till för att användas av de övre lagren i modellen. Resurslagret består av grundentiteter som är allmänna och används som attribut för entiteterna i de överliggande

lagren. Dessa entiteter beskriver grundläggande egenskaper såsom geometri, datum, kostnad, material och liknande. Huvudlagret innehåller endast abstrakta entiteter eller relationsentiteter. Dessa beskriver grundläggande koncept inom byggnadsindustrin såsom byggnad, tomt och byggnadsdel och mer allmänna koncept som grupp, relation, process etc. Entiteterna i huvudlagret utgör toppen av hierarkin eller används för att ange samband mellan entiteter (Khemlani, 2004).

Interoperabilitetslagret innefattar koncept som används inom de flesta byggnadsprojekt medan domänlagret anger domänspecifika entiteter. Inom interoperabilitetslagret finns entiteter för alla fysiska byggnadsdelar och mer abstrakta koncept som ljud- och flödesegenskaper. Det översta lagret definierar koncept som är specifika för en viss domän; detta lager ingår inte i ISO-standarderna (Khemlani, 2004).

Entiteterna har två olika sorters attribut kopplade till sig: entitets- och relationsattribut. Entitetsattributen är ett direkt värde som enbart berör entiteten. Relationsattributens värde är en egen entitet där namnet på attributet beskriver relationen mellan entiteterna. Relationsentiteterna har ofta en invers variant som beskriver samma förhållande fast i andra riktningen.

För att visa hur två entiteter definieras och kopplas samman följer en beskrivning av en vägg och en volym (se figur 5.2). En vägg är en instans av entiteten *ifcWall* och volymen av *ifcSpace*. Båda dessa entiteter ärver sina grundläggande attribut från entiteterna *ifcRoot*, *ifcObject* och *ifcProduct* som tillhör huvudlagret. Där slutar de gemensamma attributen och väggen ärver sina attribut från *ifcElement* och *ifcBuildingElement* och volymen från *ifcSpatialStructureElement*. Olika relationer kan användas för att koppla ihop entiteterna, i exemplet används en relationsentitet som utgör attributet *ContainedInStructure* (ärvd från *ifcElement*) för väggen och attributet *ContainsElements* (ärvd från *ifcSpatialStructureElement*) för volymen (Khemlani, 2004). Rektanglarna i figuren är alltså endast specifikationer av entiteterna medan cirklarna och diamanten är instanser och de som förekommer i den IFC-fil som motsvarar figuren.



Figur 5.2. Hierarkin bakom två sammankopplade entiteter (Anpassad från Khemlani, 2004).

Semantisk omfattning

IFC:s semantiska beskrivning täcker i princip inga utomhusmiljöer. Modellens hierarkiska struktur toppas av entiteten *ifcProject* som hanterar data om ett projekt och inte är bunden till någon position. Under *ifcProject* ligger *ifcSite* som är en representation av tomten en byggnad byggs på. *ifcSite* är den enda entitet som har en referenspunkt med en position i ett geografiskt koordinatsystem (WGS84), övriga geometriers position anges utifrån referenspunkten. *ifcSite* beskriver själva markytan och det är även det enda utanför byggnaden som går att modellera i IFC. Markytan kan beskrivas antingen med ett TIN eller raster (Wix, 2006).

Möjligheterna att representera den fysiska byggnaden och dess delar är väldigt stor. Interoperabilitetslagret består av 108 entiteter för olika byggnadsdelar. Alla viktiga objekt har egna entiteter såsom väggar, trappor, balkar medan mindre objekt utan större betydelse för konstruktionen samlas i allmänna entiteter. Till exempel *ifcElementComponent* som samlar objekt som är del av eller kopplade till större entiteter som t.ex. en skruv i väggen.

En stor del av IFC är de entiteter som beskriver icke-spatiala objekt som t.ex. kostnader, produkters livstid och ägare. Dessa kan ses som attribut till de spatiala objekten. Fördelen med att modellera dem som egna entiter är att de kan kopplas till flera entiteter samtidigt.

5.4.2 Egenskaper

IFC klarar av att representera geometri på ett antal lika sätt inklusive B-rep och CSG (Kolbe & Plümer, 2004, s. 12). Relationerna som finns i IFC är inte begränsade till att vara mellan entiteter utan även mellan entiteter och externa dokument, representationen av en möbel kan till exempel kopplas till försäljarens dokumentation. De topologiska data som är möjliga att spara är om två entiteter gränsar till varandra, detta görs med relationsentiteterna. Det finns inget krav på att länken mellan entiteterna implementeras eller att den skall vara komplett om den implementeras. Topologiska egenskaper är således inte alltid lagrade i IFC-filer.

De egenskaper som gör IFC flexibelt och utökningsbart är möjligheten att definiera *Property-set* (P-set) och *proxies*. P-set fungerar som komplement till attribut. De attribut som är definierade för de olika entiteterna är de som är allmänna och otvetydiga. Ett P-set består av attribut och när det kopplas till en entitet blir P-setets attribut en del av entiteten. Ett P-set beskriver attribut som hör ihop men som inte kan kopplas till enbart en specifik entitet (Khemlani, 2004). Ett exempel är egenskaperna för ett visst material som definieras i ett P-set som kan kopplas till alla de olika entiteter som består av det materialet. Antalet fördefinierade P-set ökar för varje ny version av IFC men ett flertal viktiga definitioner saknas fortfarande, bland annat saknas toleransattribut som behövs vid mätningsanalyser (Eastman et al., 2008, s. 77-78). En användare har möjligheten att definiera nya entiteter, dessa kallas för *proxies* och fungerar precis likadant som de ursprungliga entiteterna.

Entiteterna definieras utifrån en hierarkisk struktur, en annan hierarkisk struktur bildas av de implementerade entiteterna genom deras relationer till varandra. En entitet är ofta en del av en större och består i sig själv av en sammansättning av mindre entiteter (Eastman et al., 2008, s. 75-76). Som ett exempel kan tas en vägg som utgör en del av ett rum, samtidigt som det består av fönster, dörrar och liknande.

IFC för GIS

Utvecklarna av IFC har drivit ett projekt i syfte att utveckla IFC så att det kan fungera som överföringsformat mellan GIS-format och BIM. Projektet som gick under namnet *IFC for GIS* (IFG) avslutades 2006 och ledde till en del förändringar av IFC för att anpassa det till GIS. Det som är framtaget inom IFG-projektet och som finns redogjort för nedan finns inte med i IFC2x3 utan finns för utvärdering av förversioner av IFC2x4, det är således inte klart om nämnda entiteter kommer att tas med i IFC.

Den viktigaste nya entiteten är *ifcGeographicalElement* som gör det möjligt att modellera vilket spatialt objekt som helst. Entiteten *ifcSystem* infördes för att hela system som energi- och vattensystem ska kunna modelleras som ett objekt och ha gemensamma attribut. Inom traditionella GIS-program behöver sällan enskilda delar av ett system (t.ex. ett rörsegment) vara ett eget objekt utan det räcker med att beskriva hela systemet. Sammanslagningar till större objekt gör det lättare att överföra objekt till ett GIS-format (Wix, 2006). Ett antal entiteter lades även till för att hantera geografiska koordinatsystem. Under ett byggprojekt används i regel lokala koordinatsystem, dessa måste vara möjliga att transformera till ett geografiskt koordinatsystem för att data skall kunna införas i ett GIS och det är detta som entiteterna hanterar. IFG har också infört identifierbara geometrier i IFC. Detta behövs för att kunna införa geometrier som en anteckning i modellen, exempelvis en höjdkurva. Höjdkurvan skall inte kopplas till någon entitet utan utgör information i sig själv.

5.4.3 Domäner

Entiteterna under de olika domänerna finns för att uppfylla behov inom ett specialområde. Domänerna tillhör inte den standardiserade delen av IFC.

Facility Management-domänen

Domänen innehåller entiteter för att hantera dokumentationen kring underhåll av byggnaden. Entiteten *ifcCondition* består av flera *ifcConditionCriterion* som innehåller ett värde mellan 1 (dåligt) och 10 (bra) alternativt ett värde med en enhet och förklaring. *ifcCondition* kopplas samman med en entitet och beskriver då tillståndet för den entiteten i en eller flera aspekter. Domänens andra två entiteter *ifcActionRequest* och *ifcPermit* kopplar samman en entreprenör med en arbetsuppgift och en tid. Den första är en förfrågan om arbetet kan utföras och den andra en beskrivning av vad entreprenören har tillgång till under utförandet av uppgiften.

5.5 Integration av stads- och byggnadsmodeller

Det finns ett antal förslag för hur integrationen mellan stads- och byggnadsmodeller skall genomföras. Kraft har lagts både på en automatisk översättning mellan två olika modeller och en utveckling av en komplett informationsmodell. Möjligheten att skapa en komplett modell som kan användas i alla tänkbara användningsområden har ifrågasatts eftersom de semantiska behoven inte alltid går att sammanföra. Det behövs däremot en modell som innefattar alla grundföreteelser både under och över markens yta (Emgård & Zlatanova, 2008, s. 315).

5.5.1 En fastighetsinformationsmodell

En komplett fastighetsinformationsmodell skulle samla all den data som en stads- respektive byggnadsmodell innehåller. Utvecklingen av en sådan modell är ett omfattande projekt vilket inte minst utvecklingen av IFC visar. Till skillnad från IFC utnyttjar *CityGML* tidigare utvecklade modeller (XML och GML) och har i sig inte tagit lika lång tid att utveckla. För att förverkliga en fastighetsinformationsmodell inom en rimlig framtid behöver de modeller som finns idag utnyttjas. En integration av *CityGML* och IFC skulle resultera i en sådan modell.

Integrationen av *CityGML* och IFC skulle innebära att olika system kan utnyttja samma datamängd och ses som ett enda system. De flesta försöken har syftat till att överföra IFC-data till *CityGML*. IFG-projektet är ett försök som har realiserats, nedan följer exempel på några andra ansatser.

IfcExplorer

Programmet är utvecklat av *Karlsruhe Institute of Technology* för att kunna exportera IFC till *CityGML*. Vid exportering måste en detaljnivå väljas för hela datamängden. Konverteringen i LoD2 och LoD3 kräver att *isExternal*-attributet finns angivet för alla byggnadselement, för att programmet skall kunna avgöra om ett byggnadselement utgör en del av byggnads yttre. I LoD2 till LoD4 exporteras byggnadens alla omslutande ytor som ett *_BoundarySurface*-objekt och delas alltså inte upp på specifika objekt som väggar, tak och golv. I det fallet tappas information i överföringen till *CityGML* (Häfele, 2010).

BIMServer

Den obundna intresseorganisationen *BiMserver* har utvecklat en *CityGML* ADE utifrån IFC. Målet är att kunna exportera alla entiteter inom IFC till *CityGML*. IFC ADE:n blir en extra modul till *CityGML* och därmed kompatibel med all annan *CityGML*-data.

Den nuvarande versionen av ADE:n innehåller endast tio IFC-entiteter men enligt utvecklarna är en fullskalig översättning av tematiska data möjlig. Geometriska data skapar större problem.

CityGML stöder endast att geometrin sparas som B-rep. De geometrier som finns representerade med hjälp av CSG i IFC måste överföras till B-rep , utvecklarna från BiMServer ser idag ingen lösning på det problemet (Berlo, 2010). Utvecklingen står idag stilla på grund av bristande finansiering och någon tidsplan för att slutföra projektet finns inte.

6 Dagens informationssystem för fastighetsförvaltning

Detta kapitel inriktar sig på att beskriva olika typer av informationssystem som används inom fastighetsförvaltning, dock utan att närmare beskriva i vilken utsträckning systemen används.

Fastighetsförvaltning, som det definieras i denna undersökning, är ett mycket brett begrepp. Det har två framträdande aspekter: dels uppgifter som kan läggas ut på entreprenad, dels uppgifter som bör skötas av fastighetsägaren. Nedan presenteras dessa aspekter.

De uppgifter fastighetsägaren bör sköta själv kallas *strategisk* fastighetsförvaltning och sådant som kan läggas ut på entreprenad kallas *operativ* fastighetsförvaltning (Grandin et al., 2002, s. 44). Inom alla fastighetsföretag bör en uppdelning mellan strategisk och operativ förvaltning göras. Den strategiska förvaltningen bör alltid utföras av personer med överblick över hela verksamheten, t.ex. styrelse eller ledning.

Exempel på sådant som Grandin et al. (2002) anser vara strategisk förvaltning, och därmed bör skötas internt, är beslut om vilka fastigheter företaget ska köpa respektive sälja, vilka fastigheter kan utvecklas och vilka bör avvecklas. Även prioritering av underhållsinsatser bör, enligt Grandin et al. (2002) behandlas som en strategisk fråga. För vissa typer av fastighetsföretag (exempelvis sådana som förser en kommun eller koncern med lokaler) är också lokalresursplanering och effektivt utnyttjande av lokaler att räkna som strategisk förvaltning. Alla fastighetsförvaltare har att ta hänsyn till sådana frågor men de har störst betydelse och är mest uttalade hos sådana fastighetsföretag som är att betrakta som stödfunktioner till en kärnverksamhet. Slutligen tillkommer också beställarfunktionen som en strategisk förvaltningsuppgift. Med beställarfunktion avses att handla upp de delar av förvaltningen som inte sköts internt; detta kan innebära allt från en specifik ombyggnad till gräsklippning en gång i veckan (Grandin et al., 2002, s. 44).

Operativ fastighetsförvaltning definieras som: "att, i det korta tidsperspektivet, ansvara för och verkställa den löpande tekniska, ekonomiska och administrativa förvaltningen" (Grandin et al., 2002, s. 44).

6.1 Tillgängliga databaser

Geodata i Sverige tillhandahålls i första hand av kommuner och statliga myndigheter. Det finns även några privata aktörer, oftast i form av internationella företag (Rystedt & Sandgren, 2006, s. 338). Tredimensionella geodata är inte lika frekvent förekommande som tvådimensionella men större kommuner och ett fåtal företag har geodata i tre dimensioner.

Det finns även databaser som är helt öppna för användning (eng. *Free data*). Ett exempel på detta är *OpenStreetMap* där privatpersoner laddar upp vägdata som då blir tillgänglig för vem som helst. Konceptet bygger på att utvecklare bidrar med skapandet av mjukvaran och att alla data som laddas upp skall vara utan upphovsrättsskydd (OpenStreetMap, 2010).

6.1.1 Interoperabilitet hos tillgängliga databaser

För att öka interoperabiliteten mellan olika system som hanterar geodata har EU initierat INSPIRE-direktivet som trädde i kraft 2007. INSPIRE är en infrastruktur för spatiala data (eng. *spatial data infrastructure, SDI*). I Sverige har det lett till utvecklandet av den nationella geodataportalen inom geodataprojektet. Geodataportalen fungerar som ett nav för webbaserade kart- och datatjänster, i första hand riktat till professionella användare. På geodataportalen skall det gå att söka efter specifika geodata och bli länkad till den organisation där geodata finns. Data som görs tillgängliga på geodataportalen har inga direkta formkrav på sig, istället är fokus på att ställa krav på metadata, alltså beskrivningen av data.

6.1.2 Tillgång till utomhusdata

Svenska stadsmodeller

Tillgången till stadsmodeller är skiftande mellan olika kommuner och under denna studie har de tre till invånarantalet största kommunerna i Skåne: Malmö, Helsingborg och Lund granskats. Alla tre kommunerna är i olika stadium av utvecklingen av stadsmodeller. Lunds modell är utvecklad i första hand för presentation och innehåller bara geometriska data utan någon koppling till tematiska data. Att skapa en semantiskt rik modell kräver mer resurser och det saknas idag incitament för att skapa en sådan modell (Åkerholm, 2010).

I Helsingborg pågår H+projektet som innefattar en större ombyggnad av stadens centrala delar. Projektet förväntas pågå i 20 år och berör ett område på runt en miljon kvadratmeter (Hplus, 2010). I samband med projektet har en tredimensionell stadsmodell utvecklats. Modellen täcker större delarna av centrala Helsingborg och visar objekt motsvarande dem som finns semantiskt beskrivna i *CityGML*. Modellen saknar dock tematiska data. Inom H+projektet fanns en önskan om att modellen skulle innehålla tematisk information men kommunikationsproblem med

konsulterna som utvecklade modellen ledde till att så inte blev fallet (Pikkuniemi, 2010). Utförande och förståelse av kravspecifikationer är ett problem i det här fallet och en parallell dras till utvecklandet av IFC som i början sköttes till stor del av IT-kunniga personer och i det skedet inte beaktade de ISO-standarder som fanns för byggklassifikation (Ekholm et al., 2000).

Malmö modell omfattar större delarna av centrala staden. Modellen går att exportera till *CityGML* i LoD3. Den semantiska beskrivningen består endast av byggnader som byggs upp av ytor. Ytorna är inte semantiskt beskrivna utan de tillhör alla den samlade klassen *Surfacemember*.

Inom de tre kommunerna är visualisering av staden det enda modellerna har använts till. Några konkreta användningsområden som kräver en semantiskt rik modell finns inte ännu. En anledning till att utveckla en sådan inom en snar framtid kan vara ett påbud från myndighetshåll (Åkerholm, 2010). Data till modellernas geometri kommer i huvudsak från laserskanning. I Helsingborg har tvådimensionell punktdata för trädets positioner använts för att generera tredimensionella träd.

Stadsmodeller i *CityGML*

CityGML utvecklades i Tyskland och det är även där de mest utvecklade stadsmodellerna finns. Modellerna är i LoD 1 till 3 och består av byggnadsdata som i de flesta fall är genererade utifrån IFC-data samt utomhusdata som är manuellt införd data. En modell med detaljerad semantisk information existerar inte heller här.

6.1.3 Tillgång till inomhusdata

Ett av problemen byggnadsinformationsmodeller löser är att samma data inte finns på mer än en plats, vilket gör att problem med motsägelsefull data undviks. Möjligheten att automatiskt uppdatera data gör att det är lättare att data är korrekta gentemot verkligheten.

Data för en byggnad skapas i det skede den designas och byggs. Ett BLM-system möjliggör att data lagras i en BIM samtidigt som den skapas. IFC är tillräckligt utvecklat för att innehålla alla data som genereras under byggnationen. För redan färdiga byggnader måste data samlas in genom andra metoder. För alla digitalt lagrade data finns möjligheten att automatisera överföringen från det befintliga formatet till IFC så länge IFC klarar av att lagra insamlade data. Övriga data måste lagras för hand på motsvarande sätt som sker när den skapas.

Att lagra data för färdiga byggnader medför en del problem: befintliga data kan vara inkorrekt eller motsägelsefull. I sådana fall eller om data inte existerar i någon lagrad form, kan datainsamling behövas, all form av införande av data i modellen innebär ett merarbete jämfört

med om de lagras samtidigt som de skapas. I de fall byggnadsmodeller har realiserats har det varit genom att data har lagrats under en nybyggnation.

Realiserade IFC-modeller

Norge är ett av de länder som har kommit längst i praktiserandet av BIM. Den statliga fastighetsförvaltaren Statsbygg har satt upp som mål att alla deras nya byggprocesser skall utnyttja BIM från och med 2010 (Statsbygg, 2010a). När Statsbygg utlyste en arkitekttävling för det nya nationalmuséet i mars 2009, ställdes inga krav på en fysisk modell; däremot var ansökningarna tvungna att innehålla en BIM. Statsbygg fick in 237 bidrag från hela världen vilket visar på möjligheterna att genomföra projekt med IFC (Statsbygg, 2010b). Exemplet från Statsbygg visar att det finns möjlighet att genomföra ett införande av IFC och därmed göra inomhusdata tillgängliga för ett 3D-GIS.

I Sverige saknas en lika stor statlig myndighet som hanterar fastigheter motsvarande Statsbygg i Norge och IFC har heller inte realiserats i samma utsträckning. Intresset finns inom byggindustrin i Sverige för ett införande av BIM men det saknas undersökningar om vilka nyttor BIM tillför en organisation. Det finns en övertygelse om att BIM kommer att bli standard i framtiden och i sådana fall kommer det att finnas stor tillgång till byggnadsdata, tidsramen för detta är dock omöjlig att förutse (Jongeling, 2008).

6.2 Byggnadssystem

CAD-verktyg beskrivs som de grafiska datorprogram som har använts för design av bilar, maskiner, flygplan och rymdfarkoster samt inom byggnadsindustrin och arkitekturen. CAD utvecklades således för att hantera människoproducerade objekt med väldefinierade former, storlekar, spatiala relationer och tematiska egenskaper (Abdul-Rahman & Pilouk, 2008, s. 4).

Utvecklingen av CAD-verktygen kan beskrivas utifrån teorier kring hantering av byggnadsspecifik information som benämns *Building Lifecycle Management* (BLM; Vanlande et al., 2008, s. 70-71). BLM är den byggnadsspecifika varianten av idén om *Information Lifecycle Management* (ILM). Tanken med ILM är att omfatta alla de riktlinjer, processer, verktyg och den praxis som gör att data sammankopplas med den mest lämpade och kostnadseffektiva informationsteknologin (Hu & Chu, 2009, s. 2). Den nya generationen av CAD-verktyg utvecklas för att kunna användas i de informationssystem som uppfyller BLM. Skillnaden mot tidigare är att programmen måste klara av att hantera tematiska och topologiska data.

Byggnadsinformationsmodeller (eng. *Building Information Models*, BIM) är ett brett begrepp för de informationsmodeller som kan användas inom dessa nya informationssystem. Denna definition används inte konsekvent inom litteraturen. BIM används ofta för att beskriva hela

informationssystem eller de tredimensionella modellerna med information i. Men BIM är bara den modell för att samla och strukturera byggnadsdata som systemen och de tredimensionella modellerna bygger på. En mer precis definition är att BIM skall möjliggöra generering, sparande, underhållande, utbyte och delande byggnadsinformation på ett interoperabelt och hållbart sätt (Vanlande et al., 2008, s.71).

Något vedertaget begrepp för informationssystemen som utnyttjar BIM finns inte. System som hanterar en produkts hela livscykel benämns PLM-System (*Product Lifecycle Management*) och de byggnadsspecifika systemen kallar vi härmed BLM-System. De olika intressenter som hanterar byggnadsinformation och som därmed är en del av BLM är exploatörer, designers, konstruktörer, leverantörer, konsulter och förvaltare (Hu & Zhou, 2009, avsnitt II). I litteraturen används oftast *Architectures, Engineers, Constructors* (AEC), ibland med tillägget *Facility Management* (FM) när dessa intressenter åsyftas (i den här studien har vi valt att benämna dem för byggnadsindustrin).

6.2.1 Karaktärsdrag

Det finns fem nyckelegenskaper ett BLM-system skall ha (Eastman et al., 2008, kap. 1):

- **digitalt**,
- **mätbart** (kvantifierbart, dimensionerbart och möjligt att fråga),
- **omfattande**, systemet skall samla och förmedla designen, byggnadens hälsa, konstruktionen och sekventiella och finansiella aspekter,
- **tillgängligt** för alla brukare genom ett användarvänligt interface, och
- **varaktigt** under hela byggnadens livstid.

De BIM som används inom BLM-system beror mycket på dess ursprung. Som ett designverktyg har CAD fokuserat på de geometriska aspekterna och möjligheten för visualisering i tre dimensioner. Topologiska egenskaper har inte varit av intresse och dessa har inte införlivats i modellerna. Geometrin har traditionellt varit uppbyggd med SCG, men dagens BLM-system klarar av att representera geometrier både med B-rep och CSG (Eastman et al., 2008, s. 36).

Den tematiska uppdelning som används inom byggnadsindustrin har varit specifik för varje datamängd och har alltså uppkommit utifrån en subjektiv selektion av designern (Abdul-Rahman & Pilouk, 2008, s. 4-5). För att upprätthålla interoperabiliteten mellan BLM-system krävs att den tematiska uppdelningen och dess semantiska beskrivning är allmänt definierad. I dagsläget har de kommersiellt tillgängliga BLM-systemen olika tematiska och semantiska beskrivningar och det går inte att överföra information mellan systemen (Eastman et al., 2008, s. 53).

6.2.2 Hur används BIM inom fastighetsförvaltning

Chuck Eastman et al. (2008) presenterar tio stycken fallstudier där BIM har använts i verkligheten. Nedan kommer två av dessa studier att refereras. Dessa två valdes ut för att de rör sådana fastigheter som faller inom ramen för denna undersökning samt att BIM i dessa projekt användes för mer än bara att effektivisera byggprocessen. Eftersom BIM är en relativt ny modell finns det inga studier som har lyckats kvantifiera eller ens teoretisera kring alla fördelar med att använda BIM vid fastighetsförvaltning. Fokus har hittills legat på att undersöka hur BIM kan göra själva byggprocessen effektivare. I de två nedan refererade fallstudierna finns dock ett mått av strategisk fastighetsförvaltning inblandat och dessa bör ge en fingervisning om den fulla potentialen hos BIM.

BIM vid bedömning av byggnader

Den första fallstudien handlar om den amerikanska kustbevakningen som år 2001 bestämde sig för att använda BIM för att effektivisera bedömningen av skicket på sina byggnader. Tekniken utvecklades sedan för att också effektivisera en storskalig nybyggnad. Dessa bägge projekt beskrivs utförligt i Eastman et al. (2008, s. 339-354).

Kustbevakningen har 8 000 byggnader som de antingen äger själv eller hyr. Fastigheterna som byggnaderna tillhör är spridda över hela USA. Traditionellt har kustbevakningen gjort en bedömning av varje byggnad med några års mellanrum. Parallellt med bedömningen har också planlösningar samlats in eller skapats. Bedömningen har dock inte kopplats till planlösningarna utan de har funnits i olika dokument (Eastman et al., 2008, s. 339-342).

Innan införandet av BIM sattes ett antal kriterier upp. Det var viktigt att varje objekt bara skulle behöva modelleras en gång, antingen i byggnadsskedet eller i efterhand. Till varje objekt skulle dessutom tre parametrar kunna knytas som beskrev resultatet av bedömningen. Den första parametern skulle beskriva en byggnadsdel eller en komponent av en byggnadsdels fysiska skick, det vill säga hur lång livslängd som återstod. Nästa parameter skulle beskriva hur viktiga olika delar av en byggnad var för att kustbevakningen skulle kunna utföra sina uppdrag. Den tredje och sista parametern skulle beskriva hur väl ett utrymme stämde överens med kustbevakningens standarder för ett sådant utrymme. Det var också viktigt att systemet skulle tillåta både manuella och automatiska uppdateringar (Eastman et al., 2008, s. 342).

Lösningen kustbevakningen valde var att skapa en internetbaserad applikation som kopplade samman designprogrammet (i det här fallet ArchiCAD) med en central databas. Både servern och databasen byggdes på öppen källkod (MySQL och Apache). De viktigaste delarna av systemet var kopplingarna mellan ArchiCAD, ett centralt objektsförråd och internetportalen där parametrarna från bedömningen matades in. Systemet baserades på öppna standarder (IFC och

XML) för att tillåta interoperabilitet. Systemet innehöll också gränssnitt till andra nödvändiga applikationer (till exempel Microsoft Excel och Google Earth). Varje byggnad tilldelades ett unikt ID och varje objekt (rum, byggnadsdel eller komponent i en byggnadsdel) tilldelades också ett, för den byggnaden, unikt ID. Kombinationen av byggnadens ID och det enskilda objektets ID utgjorde sedan referenser inom hela systemet. För att kunna mata in några data i systemet måste de vara kopplade till ett ID (Eastman et al., 2008, s. 344-345).

Arbetsgången var sådan att när en tredimensionell modell av en byggnad skapats exporterades den till det centrala objektsförrådet. Väl där kunde alla inom kustbevakningen komma åt modellen och uppdatera eller mata in parametrarna för ett objekt via internetportalen. På detta sätt hade alla berörda tillgång till den senaste uppdateringen av varje modell. Det var också möjligt att uppdatera flera objekt samtidigt genom att använda Excel. Förutsatt att informationen var strukturerad på ett visst sätt kunde systemet automatiskt läsa av Excel-arket och uppdatera de objekt som skulle uppdateras (Eastman et al., 2008, s. 345).

Under det pilotprojekt som genomfördes för att testa det nya systemet visade det sig att tidsbesparingen var på 98 %. De största källorna till att så mycket tid sparades var att samtliga inblandade i processen direkt kunde mata in sina data och att systemet tillät automatiska uppdateringar via till exempel Excel-ark (Eastman et al., 2008, s. 347-348).

BIM vid byggnadsdesign

Under 2000-talets början var kustbevakningen tvungen att förändra sin verksamhet och skapa en helt ny typ av anläggning. Förutom att definiera den nya anläggningen från grunden (inklusive att utveckla en standard för dess utseende och funktion) skulle de planera för byggnationen av 35 sådana anläggningar och dessutom göra det så fort som möjligt. De valde då att jobba vidare med den internetapplikation som använts för att effektivisera bedömningen av befintliga byggnader. Denna gång var kraven att systemet skulle kunna användas för att först skapa standarder och mallar för hur den nya typen av anläggning skulle se ut och sedan för att designa varje unik byggnad utifrån standarderna. Målet var också att personal utan erfarenhet av, eller kunskap om, BIM skulle kunna använda systemet (Eastman et al., 2008, s. 349-350).

Med hjälp av ett internetbaserat gränssnitt som tillförde de nya funktionerna som krävdes kunde den befintliga internetapplikationen användas och projektet blev på så sätt en framgång (Eastman et al., 2008, s. 350). De 35 nya anläggningarna utformades och ritades på sex månader. Med traditionella arbetsmetoder hade processen tagit tio månader per anläggning, det vill säga 350 månader totalt. Den största fördelen med systemet var att olika grupper kunde arbeta parallellt med varandra, trots att den ena gruppens arbete var beroende av att den andra gruppen hade gjort något förberedande. Beslut kunde även fattas snabbare allt eftersom olika

simulationer visade att kustbevakningens krav på anläggningen inte kunde tillgodoses med en viss lösning (Eastman et al., 2008, s. 353-354).

Nästa fallstudie kommer från en höghusbyggnation i Hong Kong, där BIM började användas efter att huset redan hade börjat ritas. BIM användes sedan i resten av ritprocessen och vid själva byggnationen. En detaljerad beskrivning av projektet finns i Eastman et al. (2008, s. 418-430).

Fastighetsföretaget *Swire Properties* skulle bygga en 70 våningar hög skyskrapa med kontorslokaler i Hong Kong. De började rita byggnaden på traditionellt vis, med tvådimensionella ritningar, men bestämde sig sedan för att byta över till BIM. Förutom modellen av själva byggnaden innehöll systemet också en portal för kommunikation mellan de inblandade i framtagandet av BIM:en. Tack vare att alla jobbade med samma modell kunde felaktigheter i ritningarna upptäckas och korrigeras redan innan offerter började tas in. Fler än 2 000 sådana felaktigheter upptäcktes på detta sätt (Eastman et al., 2008, s. 418-423).

Det BIM som användes av *Swire Properties* var uppbyggt av delar, där en del kan vara till exempel en vägg eller en hiss. Dessutom fanns en fil som innehöll en produktstruktur, det vill säga som placerade in de olika delarna i hierarkier. Fördelarna med denna uppbyggnad var att det var möjligt att öppna antingen hela byggnaden eller valfria delar av den, till exempel en våning eller bara vattenledningarna. Systemet tillät också att flera användare kunde rita på modellen samtidigt. Olika delar kunde kopplas samman och därmed tillåta att automatisk uppdatering av kopplade delar skedde när ändringar gjordes i modellen. Storleken på modellen var tillräckligt liten för att den enkelt gick att öppna på en laptop (Eastman et al., 2008, s. 423-424).

Alla delar som modellerades försågs också med attribut, till exempel area, vikt och volym. Systemet kunde automatiskt summera ett visst attribut för en viss typ av del. Summerandet blev sålunda automatiserat. Företag som lämnade offerter försågs sedan med hela modellen och resultatet blev lägre offerter med ett mindre riskelement. Systemet användes också för att snabbt utvärdera kostnadspåverkan av föreslagna ändringar. Detta kunde göras på själva byggarbetsplatsen (Eastman et al., 2008, s. 426-427).

De ovan refererade projekten har bägge haft stor nytta av att använda BIM, men denna nytta bör inte anses vara allmänt gällande. I sitt urval har Eastman et al. (2008) sorterat ut projekt vars nytta av BIM har varit speciellt stor. De säger vidare att syftet med boken har varit att hjälpa beslutsfattare att framgångsrikt använda BIM eftersom många har haft negativa erfarenheter när de försökt införa BIM (Eastman et al., 2008, s. vii-viii). En viktig lärdom att dra

blir således att arbetet med BIM måste vara konsekvent genom ett helt projekt. Hela organisationen bör också arbeta gemensamt med BIM för att maximal nytta ska uppnås. Det är därför väldigt viktigt att noga tänka igenom och utveckla rutiner för arbetet innan det påbörjas.

6.3 Geografiska informationssystem

Geografiska informationssystem (GIS) definieras som ett datorbaserat informationssystem som möjliggör insamlande, modellering, sparande, åtkomst, delande, bearbetande, analys, och presentation av geodata (Worboys & Duckham, 2004, s. 2). En liknande definition av GIS uppgifter är: 1) importera spatiala data, 2) strukturera data, 3) bearbeta data, 4) analysera data och 5) presentera informationen (Abdul-Rahman & Pilouk, 2008, s. 16). Vad båda paren är överens om är att analysen är GIS:ets kärnuppgift och ger det sin speciella karaktär.

6.3.1 Analyser

De spatiala analyser ett GIS kan utföra kan sammanfattas i tre olika kategorier:

- geometriska, topologiska och mängd-orienterade analyser,
- fält-baserade analyser och
- nätverksanalyser.

Den första och mest betydelsefulla kategorin kan tillämpas på geodata som har geometriska, topologiska och mängdbaserade egenskaper vilket omfattar data från i princip alla geografiskt refererbara fenomen. Mängdororienterade egenskaper är kopplade till den tematiska grupperingen av data och kan beskrivas med hjälp av t.ex. booleska operationer eller hierarkiska strukturer.

Överlagring, flödesanalyser och sluttningsuträkningar är exempel på fältbaserade analyser. Nätverksanalyser innefattar ruttplanering, undersökningar om element är sammankopplade med mera (Worboys & Duckham, 2004, s. 14).

Frågebaserade och uträkningsbaserade analyser särskiljs. Frågebaserade analyser innefattar topologiska förfrågningar som till exempel "vad gränsar till objekt A" (Abdul-Rahman & Pilouk, 2008, s. 63). Här framgår fördelen med att explicit lagra topologiska egenskaper, eftersom det som gränsar till A finns direkt åtkomligt. Det uträkningsbaserade alternativet, att söka igenom alla element och för varje se om de gränsar till A, tar betydligt längre tid och kan gå fel om precisionen på de lagrade koordinaterna är för dålig. Att explicit lagra en topologisk struktur har även vissa nackdelar: mängden data ökar, rent geometriska frågor tar längre tid liksom visualiseringen av data (Zlatanova & Stoter, 2006, s. 172).

6.3.2 Arkitektur

Hur ett GIS-program är uppbyggt kan variera beroende bland annat på användningsområde. För att uppfylla kriterierna i definitionen måste vissa byggstenar finnas med. Databasen är den viktigaste byggstenen och utgör grunden för alla GIS (Worboys & Duckham, 2004, s. 3). Med hjälp av databasen och applikationerna kan den grundläggande strukturen för ett GIS illustreras. Denna struktur är vanlig för informationssystem i allmänhet och det som särskiljer GIS är att databasen hanterar spatiala data.

Med de nya integrerade databaserna öppnas möjligheten att göra spatiala analyser redan i databasen istället för i applikationen. Flera studier har visat att det är bättre att utföra operationerna nära data (här: i databasen) men det finns motstånd mot detta, inte minst av historiska anledningar eftersom analyser traditionellt sett har varit applikationens uppgift. Zlatanova och Stoter (2006) föreslår att de spatiala operationer som inte är specifika för någon applikation utan kan anses allmänna bör finnas i databasen, däribland grundläggande topologiska operationer.

För att ett GIS skall klara av att utföra de önskade analyserna krävs att informationsmodellen databasen bygger på innefattar följande punkter (Kolbe & Gröger, 2003, kap. 5):

- 1) tematiska representationen av objekt,
- 2) representation av geometri, topologi och hierarkier av geografiska objekt,
- 3) möjligheten att representera objekt i olika detaljnivåer och
- 4) representation av objektens grafiska egenskaper.

Att samla och analysera geodata samt att presentera informationen kan genomföras olika både i sätt och omfattning. En GPS med navigeringssystem och möjlighet att räkna ut kortaste väg mellan två punkter uppfyller dessa kriterium lika mycket som ett fullskaligt kommersiellt GIS-program där navigeringen bara är en av många funktioner. De två olika systemen är gjorda för olika ändamål, då närmaste vägen söks är GPS-systemet fördelaktigt eftersom det är bättre på att visualisera informationen medan för alla andra spatiala analyser är GIS:et det enda alternativet. Exemplet visar att presentationen av informationen kan vara avgörande för ett GIS funktionalitet.

6.3.3 GIS inom fastighetsförvaltning

Castle III (1998) sammanställer olika användningsområden för GIS vid hanteringen av kommersiella fastigheter. Nedan presenteras några av dessa exempel. Framställningen är uppdelad efter olika situationer och typer av fastighetsförvaltare, där de tre med relevans för denna undersökning är fastighetsvärdering, kapitalplacering och egenutnyttjare.

Värdering

Det finns många situationer där kännedom om en fastighets värde är mycket viktig att besitta, exempel är köp, beskattning och bokföring. Det finns, enligt Castle, fyra sätt att värdera en fastighet: *sales comparison approach*, *income approach*, *cost approach* och *computer-assisted mass appraisal* (CAMA; Castle III, 1998, s. 24) vilka på svenska kan översättas till: *ortsprismetoden*, *kassaflödesmetoden*, *produktionskostnadsmetoden* och *massvärderingar*.

Ortsprismetoden går ut på att jämföra fastigheten som ska värderas (värderingsobjektet) med likvärdiga fastigheter som har sålts nyligen (jämförelseobjekten). Genom nuvärdesberäkningar och justering för skillnader mellan värderings- och jämförelseobjekten kan sedan ett marknadsvärde för värderingsobjektet beräknas. GIS kan i denna process bidra med att rita ut både värderingsobjektet och jämförelseobjekten på samma karta. Detta gör det enkelt för värderaren att välja relevanta jämförelseobjekt för närmare undersökning samt att identifiera viktiga värdepåverkande faktorer som skiljer mellan värderings- och jämförelseobjekten (till exempel närhet till skola och trafikvolym). Med hjälp av presentationsfunktionerna i ett GIS kan också värderingsrapporten göras mer professionell och begriplig (Castle III, 1998, s. 24-25).

I kassaflödesmetoden görs en prognos för de inkomster och utgifter fastigheten beräknas generera under ett antal år framåt. Utifrån dessa kan värdet beräknas på flera olika sätt (*kapitaliseringsmetoder*); värderaren kan själv välja den kapitaliseringsmetod som är mest lämplig i det enskilda fallet. Castle påpekar att GIS endast underlättar vid värdering av flera fastigheter, när kassaflödesmetoden används (Castle III, 1998, s. 25-26).

Produktionskostnadsmetoden bygger på ett antagande om att ingen är beredd att betala mer för en fastighet än summan av dess uppskattade värde (i befintligt skick) och kostnaden för att riva befintliga byggnader och uppföra nya med jämförbar funktion. Vid värdering enligt denna metod blir alltså rivnings- och nybyggnadskostnaderna av stor vikt. Ett GIS kan hjälpa till att identifiera faktorer som kraftigt påverkar dessa kostnader. Castle tar upp exemplet förkastning vilket skulle innebära att en ny byggnad måste jordbävningssäkras (Castle III, 1998, s. 26). Ett exempel med mer relevans för den svenska marknaden skulle kunna vara att marken behöver saneras innan en ny byggnad kan uppföras.

Ett massvärderingssystem utgår från ett stort antal försäljningar och knyter värdet till vissa faktorer, till exempel antal sovrum eller tomtstorlek. Värdet på ännu inte sålda fastigheter kan sedan beräknas med hjälp av statistiska metoder. Ett GIS kan tillföra geografiska variabler till analysen, till exempel närhet till en skola eller en vårdcentral. Det kan också användas för att identifiera fastigheter med ett beräknat värde som avviker från omgivande fastigheters riktiga försäljningspris (Castle III, 1998, s. 26-27).

Kapitalplacerare

Kapitalplacerare verkar på en marknad med mycket hård konkurrens. Därför är det en fördel för ett företag att framstå som att det använder mer sofistikerade metoder än konkurrenterna vid val av fastigheter att investera i. GIS är ett sätt för ett företag att använda och presentera sofistikerade metoder och är sålunda en konkurrensfördel i sig själv. Det är framför allt på tre områden GIS har använts av kapitalplacerare i USA: marknadsranking, analys av submarknader och *due diligence* (Castle III, 1998, s. 37).

Egenutnyttjare

Wyatt och Ralphs (2003) presenterar ett stort antal fall där GIS har använts inom fastighetsförvaltning. De säger att GIS har sin mest uppenbara användning hos den offentliga förvaltningen (kommun, landsting och stat), men att även större privata markägare kan dra fördelar av att använda GIS. Till skillnad från vanliga numeriska databaser kan den geografiska aspekten GIS medför avslöja trender och utvecklingar, trots att indata är desamma (Wyatt & Ralphs, 2003, s. 121). Nedan presenteras ett par exempel på hur GIS har använts av myndigheter, stora markägare och för undersökningar av fastighetsmarknaden.

Strax utanför London i England ligger Aylesbury Vale, där GIS används av kommunförvaltningen som ett stöd vid planarbete och väg- och fastighetsskötsel. Till exempel underlättar GIS vid upphandlingen av gräsklippning, genom att arealen som ska klippas lätt kan beräknas. Det används även vid lokalisering av nya anläggningar och för att motverka "anti-social behaviour" (Wyatt & Ralphs, 2003, s. 127-128).

University of Minnesota i USA har 80 000 studenter, 1 000 byggnader och drygt 2 miljoner m² mark att förvalta. Där används ett centralt GIS som kan kopplas ihop med avdelningsspecifika program. På så sätt kan, exempelvis, ekonomiavdelningen undersöka driftskostnader i olika byggnader. Ett annat exempel är att en avdelning kan använda de centralt lagrade planlösningarna för att underlätta hanteringen av giftiga kemikalier. Det sista exemplet på applikation som används av universitetet är när studenter ska välja boende, till exempel om studenten vill bo i en enkönad eller rökfri byggnad kan dessa bostäder enkelt sorteras ut och visas (Wyatt & Ralphs, 2003, s. 145-147).

Under 1990- och början av 2000-talet använde den engelska mataffärskedjan *Safeway* [som idag heter *Morrisons*] GIS vid lokaliseringen av nya butiker. Först gjordes en analys av de kunder som spenderade mest pengar i redan existerande Safeway-butiker för att kunna identifiera de människor med en benägenhet att handla i butikerna. En sökning efter sådana människor kunde sedan korsrefereras med en sökning av existerande och planerade konkurrentbutiker. På detta sätt skapades ett nationellt och regionalt utvecklingsprogram som avgjorde var nyetablering skulle ske. Speciellt intressanta platser kunde nu väljas ut för vidare analys. Denna gick ut på att upptagningsområdet definierades baserat på körtider, tillgänglighet, synlighet samt psykologiska och fysiska hinder. Inom upptagningsområdet analyserades konkurrensen och olika utvecklingsscenarier (till exempel vad effekten av ändrad infrastruktur skulle vara). När beslutet om etablering var taget användes GIS för att skraddarsy den enskilda affären för att passa befolkningens behov (baserat på undersökningar som visade att olika grupper av människor köper olika varor). Till sist användes GIS för att rikta marknadsföringen rätt och för att utvärdera det verkliga resultatet mot det prognostiserade (Wyatt & Ralphs, 2003, s. 205-206).

6.3.4 Tredimensionella GIS

Världen vi lever i är tredimensionell. Problem med att gestalta någonting i tre dimensioner beror på att objekt ser olika ut beroende av vilken vinkel de iakttas från. Lösningen på detta då kartor började produceras var att projicera ner världen på ett plan, och representera den i två dimensioner. Denna förenkling har också varit norm inom GIS som en naturlig övergång från fysiska kartor till digitala. Behovet av att modellera i tre dimensioner finns inom många områden som geologi, hydrologi, landskapsarkitektur, arkeologi etc. (Abdul-Rahman & Pilouk, 2008, s. 3). Inom vissa discipliner finns även behov av att göra spatiala analyser i tre dimensioner, vilket ställer krav på ett GIS som kan hantera tre dimensioner (Zlatanova & Stoter, 2006, s. 173).

Definition av ett 3D-GIS

GIS är idag ett etablerat begrepp inom många arbetsområden. Tvådimensionella GIS har blivit mer tillgängliga de senaste åren och användningsområdena har blivit fler. Det som skiljer GIS från andra informationssystem, och som används för att definiera det, är möjligheten att utföra spatiala analyser. De andra delarna av definitionen kan sammanfattas med att samla data och att presentera information.

Ett GIS i tre dimensioner har samma definition som det tvådimensionella; alltså att samla, visualisera och analysera tredimensionell geodata (Abdul-Rahman & Pilouk, 2008, s. 5). Ett tredimensionellt GIS bör dock inte begränsas till att vara en förlängning av de tvådimensionella motsvarigheterna. Den tredje dimensionen innebär möjligheter att modellera och analysera

områden som tvådimensionella GIS inte har använts till t.ex. inomhusmiljöer. Ett 3D-GIS kan ses som en integrering av flera olika informationssystem t.ex. byggnadsmodeller.

De informationsmodeller som finns för att strukturera och semantiskt beskriva tredimensionell geodata, innefattas av stadsmodeller och byggnadsmodeller som var för sig beskriver utomhus- respektive inomhusmiljöer. Informationsmodellen ligger till grund för vilka data som är möjliga att samla. Vad som även behövs i alla tredimensionella GIS är databaser som kan lagra data och applikationer som utför visualisering och analys.

Informationsmodellen är bara en av komponenterna i ett tredimensionellt GIS men samtidigt den som sätter gränserna för vad som är möjligt att göra med systemet. Från modellen kan direkt avgöras vad som är möjligt att lagra i den, exakt vilka visualiseringar och analyser som är utförbara.

Det viktigaste problemet för att ett tredimensionellt GIS ska kunna förverkligas fullt ut är att en komplett datamodell måste utvecklas. Skillnader mellan GIS och CAD utmynnar till viss del från de olika sätten att samla in den geografiska informationen. Inom GIS-området skapas objekt utifrån fotografier, laser-skanning eller markbundna observationer; utifrån detta skapas modeller som gör det lätt att beskriva dessa observationer. CAD-branschen utgår från byggnadsprocessen och deras modeller är utformade för att lättare kunna beskriva mänskligt producerade objekt snarare än topografi (Kolbe & Plümer, 2004).

Sammanfattningsvis följer vad ett 3D-GIS måste kunna uppfylla (Lattuada, 2006, s. 76):

- Integration av spatiala och tematiska data,
- bevarande av spatiala relationer mellan objekt,
- effektiv lagring och hantering av data,
- möjlighet att utföra operationer på olika objekt, slå samman likadana objekt och utföra spatiala operationer,
- möjlighet att skapa olika representationer utifrån samma konceptuella modell,
- kunna generalisera objekt i olika detaljnivåer och
- hantera geometriska och numeriska begränsningar.

Framför allt är det viktigt att kunna sätta samman geometriska objekt utan att förstöra spatiala egenskaper hos objekten (Lattuada, 2006, s. 76-77).

7 Kategorisering av fastighetsförvaltare

I kapitlet delas fastighetsförvaltare upp i olika kategorier. De olika kategorierna presenteras i detalj tillsammans med företag som exemplifierar kategorin.

En följd av denna undersöknings breda definition på fastighetsförvaltning är att det finns många olika typer av aktörer som ägnar sig åt denna aktivitet. De olika aktörerna har dessutom olika målsättning och motiv för att förvalta sina fastigheter. Oberoende av hur en fastighetsägare väljer att sköta den operativa förvaltningen (internt eller på entreprenad) är det ägaren som har att bestämma ramarna inom vilka förvaltningen sköts. Detta innebär att även om den operativa förvaltningen sköts av ett, från ägaren, fristående företag kommer ändå ägarens motiv för fastighetsägandet att avgöra hur förvaltningen sköts. Enligt det resonemanget blir det då ingen skillnad på den operativa förvaltningen om den läggs ut på entreprenad eller sköts internt. Entreprenören kan till exempel inte genomföra driftsåtgärder om inte ägaren ger pengar till dessa. Således är det avgörande att kategorisera fastighetsförvaltare efter deras motiv för att äga en fastighet, snarare än efter vilken typ av förvaltning det rör sig om. Tidigare forskning har kategoriserat fastighetsförvaltande organisationer på olika sätt. Nedan presenteras två sätt som har använts av olika forskare och den kategorisering som använts i denna undersökning.

Offensiva och defensiva organisationer

Birger Rapp och Jan Selmer (1982) gör sin uppdelning efter organisationens mål, fastighetsrörelsens andel av den totala verksamheten samt fastighetsrörelsens roll i organisationen. De säger att en organisation kan ha antingen offensiva eller defensiva mål, där ett defensivt mål innebär att kostnadsminskningar är det naturliga sättet att öka lönsamheten på kort sikt. En offensiv organisation, däremot, använder även en ökad omsättning för att öka sin lönsamhet på kort sikt. Detta innebär, enligt Rapp och Selmer, att det är lättare för en defensiv organisation att genomföra energibesparande åtgärder och dylikt. Exempel på defensiva organisationer är kommuner, landsting och allmännyttiga bostadsbolag. Som offensiva organisationer räknas privata fastighetsföretag och byggnadsföretag (Rapp & Selmer, 1982, s. 2-3).

Rapp och Selmer konstaterar vidare att storleken på fastighetsförvaltningen i förhållande till storleken på den totala verksamheten är avgörande för hur mycket uppmärksamhet som ägnas åt fastighetsförvaltningen. För organisationer där fastighetsrörelsen är en liten andel görs en ytterligare kategorisering beroende på vilken roll förvaltningen har i organisationen; alternativen är då att den är antingen en produktionsresurs eller en delrörelse (Rapp & Selmer, 1982, s. 3-4). Ur den ovan beskrivna kategoriseringen kan Rapp och Selmer urskilja fem olika typer av fastighetsförvaltande organisationer (se tabell 7.1; Rapp & Selmer, 1982, s. 5):

Tabell 7.1. Olika typer av fastighetsförvaltare.

Fastighetsföretag	Mål	Andel	Roll
Allmännyttiga bostadsföretag och vissa statliga myndigheter.	Defensiva	Stor	-
Kommuner, landsting och vissa statliga myndigheter.	Defensiva	Liten	Produktionsresurs
Privata fastighetsföretag.	Offensiva	Stor	-
Byggnads- och försäkringsföretag.	Offensiva	Liten	Delrörelse
Verkstads- och handelsföretag samt vissa statliga myndigheter.	Offensiva	Liten	Produktionsresurs

Kategorisering efter motiven för fastighetsägandet

Håkan Bejrums och Stellan Lundströms (1986) identifierar också de fem kategorier av fastighetsförvaltande organisationer, men tar sin utgångspunkt i motivet för att äga och förvalta en fastighet (Bejrums & Lundström, 1986, s. 20). Motivet med ägandet genomsyrar sedan hela förvaltningen, framför allt med avseende på långsiktigheten i förvaltningen (Lundström, 1989, s. 34-35). Kategoriseringen som valts för denna undersökning är en moderniserad variant av Bejrums och Lundströms (1986). Den enda skillnaden är att de allmännyttiga bostadsföretagen har tagits bort som kategori eftersom de har förlorat sin juridiska särställning. Nedan följer den moderniserade varianten av Bejrums och Lundströms (1986) kategorisering:

- **Egenutnyttjare.**
Har små förräntningskrav; drivs ofta enligt självkostnadsprincipen. Målet med fastighetsägandet är inte främst att tjäna pengar.
- **Kapitalplacerare.**
Marknadsmässiga avkastningskrav. Både bostäder och lokaler. Målet med ägandet är att tjäna pengar och/eller riskdiversifiering. Har ett långsiktigt perspektiv.
- **Spekulatörer.**
Endast intresserade av ett kortsiktigt innehav för att tjäna pengar på värdeökningen; förvaltningen är här underordnad i betydelse.
- **Byggare.**
Ägnar sig åt nybyggnad/förädling följt av försäljning; behåller endast ett litet fastighetsinnehav själva, för att kontinuerligt kunna sysselsätta sin personal.

Egenutnyttjare

Egenutnyttjarna drivs av andra motiv än de rent ekonomiska. Till denna grupp räknar Bejrums och Lundströms bostadsrättsföreningar, privatpersoner och privata företag (förutom fastighetsföretag). Med privatpersoner avser Bejrums och Lundströms sådana personer som köper en mindre hyresfastighet främst för att själva bo i den. Alla kostnader i samband med förvaltningen ses då ofta som boendekostnader och inga avkastningskrav formuleras på förvaltandet av fastigheten. Privata företag är sådana som äger och förvaltar en fastighet för att tillgodose det egna lokalbehovet. Inte heller för dessa finns några avkastningskrav på fastighetsägandet (Bejrums & Lundström, 1986, s. 21).

Som fallföretag från gruppen egenutnyttjare valdes *MKB Fastighets AB*. Det är det kommunala bostadsföretaget i Malmö kommun, med ett bestånd på 22 000 lägenheter och 1 100 kommersiella lokaler år 2008. Företagets affärsidé är att "MKB ska genom balanserad hyressättning och nyproduktion bidra till en positiv utveckling i Malmö. Verksamheten ska drivas utifrån ett affärsmässigt synsätt. Detta gäller även bolagets sociala insatser för ökad sysselsättning och minskat bidragsberoende" (MKB, 2008, s. 3). I MKB:s affärsidé kan ett antal nyckelord identifieras. Dels ska företaget verka för en "positiv utveckling i Malmö"; det finns alltså ett mål med fastighetsägandet vid sidan av att tjäna pengar. Dels kan det utläsas ur affärsidén att företaget ska syssla med "sociala insatser". Att företaget ska anta ett "affärsmässigt synsätt" är inte tillräckligt för att placera det i kategorin kapitalplaceringar.

Gränsen mellan egenutnyttjare och kapitalplaceringar är ibland svår att dra. Ett bra exempel för att förklara denna är ICA:s fastighetsföretag, *ICA Fastigheter Sverige AB*. Deras affärsidé är: "Att producera, äga och förvalta fastigheter åt koncernens verksamheter i Sverige och Norge på ändamålsenliga och strategiska affärslägen" (ICA, 2010). Det faktum att företaget i sin affärsidé uttryckligen säger att de existerar för att tillgodose ICA:s behov gör att det tillhör egenutnyttjarna och inte kapitalplaceringarna. Det finns givetvis inget som säger att ett företag i gruppen egenutnyttjare inte får gå med vinst, men vinstintresset får inte vara det överskuggande intresset.

Kapitalplaceringar

Kapitalplaceringar är sådana organisationer som äger och förvaltar fastigheter med syftet att tjäna pengar. De har alltså noga formulerade avkastningskrav. Till kapitalplaceringarna räknas både de privata fastighetsföretagen och de institutionella placeringarna, till exempel pensionskassor och försäkringsbolag (Bejrums & Lundström, 1986, s. 21).

Ett exempel på en kapitalplacering är *Brinova Fastigheter AB*, med affärsidén att "Brinova skapar värden genom att långsiktigt, effektivt och med hög kompetens utveckla

fastighetstillgångar på utvalda marknader i Sverige" (Brinova, 2008, s. 9). Det centrala i företagets verksamhet är alltså att "skapa värden". Om affärsidén genomförs hundra procentigt bör allt företaget utför syfta till att "skapa värden". Detta kan jämföras med MKB:s huvudsyfte att "bidra till en positiv utveckling i Malmö" eller *ICA Fastigheters* att tillgodose ICA:s lokalbehov. Precis som egenutnyttjare mycket väl kan gå med vinst kan kapitalplacering ägna sig åt icke-vinstgivande verksamhet. Ett exempel på detta är att *Brinova* stöder Cancerfonden (Brinova, 2010).

Den andra stora gruppen av kapitalplacering är de institutionella placeringarna. Dessa investerar i fastigheter för att åstadkomma riskspridning. *Andra AP-fonden* är ett exempel på detta. 2008 bestod fondens portfölj till 5 % av fastigheter (Andra AP-fonden, 2010). Fondens fastighetstillgångar består "dels av innehav i den marknadsnoterade aktieportföljen och dels av innehav i de onoterade fastighetsbolagen Norrporten [...] och Vasakronan" (Andra AP-fonden 2009, s. 14).

Spekulatörer

Den tredje kategorin av organisation Bejrums och Lundströms identifierar är spekulatörerna, vars motiv för att köpa en fastighet är att tjäna på prisstegringen. Dessa organisationer är alltså inte intresserade av att bedriva en långsiktigt hållbar förvaltning utan köper fastigheten med avsikten att sälja den efter endast ett kort innehav (Bejrums & Lundström, 1986, s. 21-22).

Begreppet spekulatör utvecklas av Håkan Johansson och Hans Lind (1979) som också presenterar ett exempel på vad spekulation är. Om en person köper en vara med förväntningen att priset kommer att stiga kraftigt inom den närmsta tiden så att personen kan tjäna pengar på en snabb försäljning, rör det sig om en spekulationsaffär. De slutsatser Johansson och Lind (1979) drar ur exemplet är att en spekulationsaffär inte per definition är mer riskfylld än någon annan affär samt att det måste röra sig om en snabb affär där avsikten är att tjäna mycket pengar på värdestegring. Hur snabb en affär bör vara eller hur mycket pengar den är tänkt att ge är svårt att kvantifiera, men bör ändå finnas med i definitionen. En viktig skiljelinje existerar mellan spekulation och bedrägeri. Vid en spekulationsaffär förekommer inga olagligheter; det som säljs, säljs till marknadspriset. Bedrägeri, å andra sidan, är när säljaren manipulerar sanningen för att öka marknadsvärdet (Johansson & Lind, 1979, s. 16-20).

En variant av spekulativ fastighetsverksamhet är där försäljning inte nödvändigtvis är målet med fastighetsköpet. Värdestegringen ska då istället utnyttjas till att kraftigt höja hyrorna i fastighetens lägenheter. Ett exempel på denna typ av verksamhet kommer från området East Harlem i New York, USA. Där köpte det brittiska företaget *Dawnay Day* 47 byggnader med bostadslägenheter. Avsikten med köpet var att ersätta de fattiga hyresgästerna med yngre, mer

kapitalstarka hyresgäster (Haughney, 2009a). Detta skulle vara möjligt genom en process kallad *gentrifiering* (eng. *gentrification*), vilket innebär att personer med hög social och/eller ekonomisk status flyttar till ett nedgången område och bidrar till att området rustas upp. Statusen ökar då och det blir mer attraktivt att bosätta sig i området, vilket innebär att hyrorna kan höjas (NE). *Dawnay Day* räknade med att kunna höja hyrorna i East Harlem mer än tiofalt när de köpte fastigheterna (Haughney, 2009b). Den typ av spekulation *Dawnay Day* bedriver har gemensamt med den spekulation Johansson och Lind (1979) identifierar det att vinsten från fastighetsaffären ska komma från något annat än en bra förvaltning. I Sverige är sådan spekulation omöjlig för bostäder på grund av bruksvärdessystemet.

Spekulatörerna är en grupp som är svåra att komma in på livet. Detta eftersom de bygger sin verksamhet på asymmetrisk information, det vill säga att de tjänar pengar på att veta sådant som andra inte vet. Innebörden blir då att de inte gärna delar med sig av denna information. Det bästa sättet att hitta svenska exempel på denna grupp fastighetsförvaltare är därför att gå tillbaka i tiden, närmare bestämt till slutet av 1970-talet. Affärsmannen Hans Thulin köpte då centrala fastigheter där hyran var under marknadsmässiga nivåer. Thulin höjde därefter hyran upp till marknadshyra och kunde på så sätt göra stora vinster på kort sikt. Senare, under 1980-talet, övergick Thulin till att köpa fastigheter han ansåg var undervärderade för att kunna tjäna pengar på en snabb värdestegring, det vill säga den typen av spekulation som beskrivs av Johansson och Lind (1979). Rent praktiskt gick det till så att en fastighet köptes med hjälp av stor belåning, till exempel upp till 95 % av fastighetens värde. Om fastigheten köptes för 100 miljoner och ökade i värde under första året till 120 miljoner hade Thulin tjänat 20 miljoner på sina investerade fem miljoner (Nylander, 1991, s. C4-5).

Byggare

Byggaren/förnyaren definieras av Bejrums och Lundströms som ett företag som köper en fastighet med syftet att förädla den och sedan sälja. Dessa företag förvaltar dock också ett mindre antal fastigheter för att på så sätt bli mindre konjunkturkänsliga (Bejrums & Lundström, 1986, s. 21). Som fallföretag från denna grupp används *JM AB*; ett företag vars affärsidé är att "utveckla attraktiva boende- och arbetsmiljöer som uppfyller individuella behov idag och i framtiden" (JM, 2009, s. 3). Företaget ägnar sig framför allt åt nyproduktion av bostäder, utveckling av kommersiella lokaler och entreprenadverksamhet (JM, 2009, s. 3). Skillnaden gentemot kapitalplacerarna finns i det faktum att *JM* (och de övriga byggarna) har själva utvecklandet av byggnaderna i sin ägo som kärnverksamhet. Ingenting sägs i affärsidén om huruvida en färdigutvecklad fastighet ska behållas i egen ägo eller säljas.

Kostnads- och marknadsorienterade organisationer

Utifrån målen med att äga och förvalta en fastighet delar Lundström (1989) in fastighetsföretagen i kostnads- och marknadsorienterade. Ett kostnadsorienterat företag har ofta en funktion att fylla i samhället, förutom förräntningen av kapital. Därför kommer ett sådant företag att bedriva en förvaltning där målet är att täcka sina kostnader. Företaget kommer också att försöka att öka sin lönsamhet genom rationaliseringar och effektiviseringar. Ett marknadsorienterat företag försöker istället att öka sin lönsamhet genom en ökning av intäkterna. Exempel på kostnadsorienterade företag är kommunen, landstinget och allmännyttan. Marknadsorienterade företag hittas framför allt inom den privata sektorn (Lundström, 1989, s. 31-32).

8 Behoven av information vid fastighetsförvaltning

I det här kapitlet presenteras de informationsbehov en fastighetsförvaltare har, det vill säga att undersökningens första fråga besvaras. Framställningen delas upp i två delar: informationsbehov vid strategisk respektive operativ fastighetsförvaltning. Kapitlet avslutas med en sammanställning av behovet av information.

8.1 Strategisk fastighetsförvaltning

Den fastighetsförvaltande organisationen har en stor mängd beslut att fatta. Dessa beslut kan placeras i två huvudkategorier: strategiska och operativa. De strategiska besluten bör fattas av personer med överblick över hela organisationen. Det gör ingen skillnad på vilken typ av organisation det rör sig när det gäller de strategiska besluten, samtliga är av en natur alla fastighetsägare måste ta ställning till. Dessa beslut är (Grandin et al., 2002, s. 44):

- Vilka fastigheter organisationen ska äga själv respektive hyra.
- Vad ska byggas nytt/om/till respektive rivas.
- Vilka fastigheter ska utvecklas, vilka ska lämnas orörda och vilka ska säljas.
- Hur underhållsåtgärder ska prioriteras på organisationens fastigheter.
- Lokaleffektivitetsplanering.
- Beställarkompetens.

Nedan följer en beskrivning av hur dessa beslut kan fattas och vilken information de bör baseras på. Många av besluten ovan kräver att beslutsfattaren har kännedom om värdet på sina fastigheter. Av denna anledning inleds kapitlet med en genomgång av hur en fastighetsvärdering bör göras. Vissa av momenten i värderingen kan även användas som beslutsunderlag i andra sammanhang, varför dessa presenteras i större detalj.

8.1.1 Värdering

En fastighetsvärdering kan göras på en mängd olika sätt. Här presenteras den modell som har utarbetats av Lantmäteriverket (som sedan rapporten gavs ut har bytt namn till Lantmäteriet) och Mäklarsamfundet. Denna modell delar in arbetet i sju steg (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 15):

- 1) Inledande arbete.
- 2) Datainsamling.
- 3) Marknadsanalys.
- 4) Besiktning.
- 5) Värderingsmetod.
- 6) Värdebedömning.
- 7) Redovisning/dokumentation.

Inledande arbete

Det inledande arbetet handlar i stort om att förtydliga ramarna för värderingen samt att klara av vissa formalia, till exempel vilken fastighet som avses och för vilken tidpunkt värdet gäller, värdetidpunkten (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 16-18).

Datainsamling

För att kunna göra en värdering behövs information från en mängd olika källor. Den information som återfinns i fastighetsregistret, det vill säga fastighetens läge, lagfaren ägare, in-teckningar och så vidare är viktig att ta del av. Till fastighetsregistret är också olika kartor kopplade som visar fastighetsgränser, eventuella servitut och annat som är behjälpligt vid värderingsarbetet. Ytterligare information som behövs är fastighetsprisstatistik för andra sålda fastigheter, både på orten och i hela landet. Sådan statistik finns i *fastighetsprisregistret* och hos *Statistiska Centralbyrån* (SCB; Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 19-21 och 25).

Genom att studera bygglovshandlingar och de ritningar som använts vid byggnationen kan viktig information hittas. Det gäller till exempel vilken isolering som använts och hur tjock den är samt hur elledningarna är dragna. Värt att tänka på är att ritningarna inte alltid stämmer överens med verkligheten av olika anledningar. Det är därför klokt att kontrollera ritningarna gentemot verkligheten. Något som påverkar värdet på en fastighet är byggrätten och möjligheten att göra fastighetsbildningsåtgärder på marken; sådana uppgifter hittas i detaljplanen. Även en möjlig ny detaljplan för en fastighet påverkar dess värde. Det är därför också viktigt att ta hänsyn till eventuella pågående planarbeten (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 22-25).

Ytterligare information som kan vara av värde är det underlag *Skatteverket* använt vid fastighetstaxeringen. Ur detta kan utläsas areauppgifter och standardpoäng med mera. Vidare behövs information kring värderingsobjektets belåning. Här är typ av lån, bindningstider och räntenivåer av särskilt intresse. Det är också viktigt att känna till hur belåningen förhåller sig till den på jämförelseobjekten. På så sätt kan värderaren avgöra om värderingsobjektet är gynnsamt belånat eller ej. Värderaren bör även ha tillgång till radonmättningsprotokoll (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 25-28).

Vid värdering av sådana fastigheter som omfattas av undersökningen, bostadshyreshus och lokalhyreshus är det extra viktigt att få ett grepp om drift- och underhållskostnader samt hyresintäkter. Värderaren måste då ta ställning till om de totala hyresintäkterna är marknadsmässiga, vilka hyreskontrakt som finns och när de löper ut, prognos för framtida hyror, vakansgrad både nu och i framtiden samt hyresgästernas betalningsförmåga (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 127). Vad som är marknadsmässig hyra kan avgöras genom en marknadsanalys.

Marknadsanalys

En marknadsanalys görs på tre nivåer: omvärldsanalys, ortsanalys och objektsanalys. Dessa tre analysnivåer kan behandlas som fristående analyser, men de bör ses som en helhet eftersom det annars finns risk att missa viktig information. Omvärldsanalysen sker på makronivå, vilket innebär att ekonomiska faktorer gemensamma för hela samhället behandlas. Ett exempel på en sådan faktor är inflationsnivå. Ortsanalysen syftar till att undersöka prispåverkande faktorer som är ortsspecifika, exempelvis befolkningsstruktur. Objektsanalysen i sin tur fokuserar på faktorer knutna till värderingsobjektet (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 31-32).

Omvärldsanalysen är som nämnts ovan en analys av makroekonomiska prispåverkande faktorer. Viktigast av dessa är inflationsnivån eftersom den påverkar olika prognostiseringar som görs i värderingsarbetet. Andra viktiga faktorer att studera är konjunkturläget och räntenivåer, som får genomslag på värdet genom att de styr tillgången på kapital vid ett köp. Det politiska klimatet kan ibland vara betydelsefullt att ta hänsyn till i omvärldsanalysen (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 32-33). Ett exempel på det är när den borgerliga alliansen inför valet 2006 lovade att avskaffa fastighetsskatten. I det läget hade det politiska klimatet stor betydelse för värdet på vissa fastigheter.

I ortsanalysen undersöks lokala prispåverkande faktorer, det vill säga efterfrågan. Vad som menas med en ort varierar från fall till fall. Ibland är en ort en kommun, ibland flera kommuner och ibland endast en del av en kommun. Orten bör beskrivas utifrån följande faktorer (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 33-36):

- **Allmän beskrivning.**
Bland annat yta, politiskt styre kommunikationer mellan och inom orten samt karaktär (till exempel industristad).
- **Näringsliv och sysselsättning.**
Eventuella dominerande näringsgrenar samt sysselsättningsnivå både nu och i framtiden.
- **Befolkningsammansättning.**
Till exempel folkmängd och åldersstruktur.
- **Befolkningens inkomster.**
Bland annat medelinkomst.
- **Delmarknader.**
Identifiering av olika delmarknader där största fastighetsägaren, prisnivåer, direktavkastningskrav och vakansgrad med mera listas för varje intressant delmarknad.

Utifrån ovan beskrivna faktorer kan värderaren skapa sig en uppfattning om efterfrågan på orten. Utbudet kan analyseras genom att titta på existerande bestånd, planerade projekt och hur många byggnader som rivs eller får ändrad användning (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 36).

Objektsanalysen inleds med en analys av det område fastigheten är belägen i. Av särskild vikt är då områdets attraktivitet för fastigheter av den aktuella typen. Sedan beror det givetvis på vilken typ av fastighet det rör sig om när resten av objektsanalysens fokus ska avgöras. För lokalhyresfastigheter är marknadshyran i området viktig att iaktta och för bostäder närheten till olika sorters service. Det är vidare viktigt att också titta på själva objektet med dess hyresgäster, hyreskontrakt samt drifts- och underhållskostnader (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 37). Ytterligare värdepåverkande faktorer på bebyggda fastigheter är uthyrningsbar area, återstående ekonomisk livslängd, planlösning med flera. För obebyggd mark gäller det att identifiera framtida möjlig användning vilket innebär att en icke planlagd tomt får sitt värde från den användning som ger störst intäkter (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 131). Det är således viktigt att kontrollera pågående planarbeten i området förutom allt annat värderaren också ska undersöka och ta hänsyn till.

Besiktning

Under en fastighets livslängd görs ett flertal besiktningar. Protokollen från dessa besiktningar ger värdefull information om fastighetens skick vid värderingen. Exempel på sådan information är huruvida marken eller byggnader på fastigheten innehåller miljöfarliga ämnen. Även konstruktionsfel i byggnader avslöjas vid besiktningar (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 38). Vid själva värderingen bör besiktning göras av värderingsobjektet, jämförelseobjekten och värderingsobjektets närområde, det som analyseras i objektsanalysen. Det gäller då att speciellt fokusera på värderingsobjektets avvikelser från det normala eftersom det är det som är värdepåverkande gentemot jämförelseobjekten (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 47).

Saker som är speciellt viktiga att ta hänsyn till vid värdering av de fastigheter som undersöks här är befintliga hyresgäster och deras hyreskontrakt. Vidare är det viktigt att studera förvaltningskostnader, till exempel kostnaden för fjärrvärme. Eventuell alternativ användning får också betydelse eftersom en tänkbar köpare kanske identifierar möjligheter att förädla fastigheten och därmed vill betala ett högre pris än vad värdet av den nuvarande användningen motiverar. Fortfarande är det dock fråga om att framför allt undersöka avvikelser från det normala (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 132-136).

Värderingsmetod

Det finns tre olika metoder för att räkna fram ett fastighetsvärde: *ortsprismetoden*, *avkastningsmetoden* och *produktionskostnadsmetoden*. Vid ortsprismetoden måste först en prisutveckling beräknas. Detta görs genom att ett antal relativt nya köp av liknande fastigheter identifieras (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 51-52). Köpeskillingen normeras med hjälp av ett nyckeltal, till exempel köpeskillingen dividerat med taxeringsvärdet (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 140). Ur dessa liknande köp sorteras de fastigheter som är mest lika värderingsobjektet ut. Den framräknade prisutvecklingen appliceras på jämförelseobjekten för att få ett värde som är aktuellt vid värdetidpunkten. Medeltalet av de uppräknade köpeskillingarna på jämförelseköpen utgör sedan grunden för att bedöma fastighetsvärdet. Till sist kompenseras för skillnader i till exempel skick mellan värderingsobjektet och jämförelseobjekten (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 51-52). I teorin är det möjligt att använda ortsprismetoden för de fastighetstyper som omfattas av undersökningen men i praktiken är det ofta svårt, eftersom det rör sig om väldigt unika objekt. Det blir således svårt att hitta jämförelseköp i tillräcklig omfattning.

När ortsprismetoden inte kan användas rekommenderas att avkastningsmetoden används (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 137). Då strävar värderaren efter att räkna om framtida nyttor genererade av fastigheten till ett ekonomiskt värde vid värdetidpunkten

(Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 53). Det finns två huvudsakliga sätt att räkna: *cash-flowmetoden* och *intäkts/kostnadsmetoden* (I/K-metoden). Skillnaden mellan beräkningssätten är att vid cash-flowberäkningar tas hänsyn till löpande in- och utbetalningar under kalkylperioden medan ett enda normerat driftnetto används vid I/K-metoden (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 142-143). En cash-flowmetod är således mer avancerad. Gemensamt för metoderna är att det krävs en uppfattning om hyresinkomster samt drifts- och underhållskostnader.

Oavsett vilken kalkylmetod värderaren väljer måste en kalkylränta användas för att göra betalningar jämförbara över tiden. Kalkylräntan kan antingen härledas från marknaden eller från ett enskilt företags avkastningskrav. Ofta behövs även ett restvärde för att kalkylen ska kunna genomföras. Det kan beräknas på ett antal olika sätt, till exempel genom nyckeltal eller pristrender på samma sätt som i ortsprismetoden (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 149-150).

Den tredje och sista värderingsmetoden, produktionskostnadsmetoden, går ut på att byggkostnaden för de byggnader som ska värderas reduceras med hänsyn till slitage. Värdet på marken adderas sedan till de reducerade byggkostnaderna och därmed fås fastighetens totala värde (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 53-54). Produktionskostnadsmetoden bör endast användas som en kontroll av rimligheten i värden framräknade med andra värderingsmetoder (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 154).

Värdebedömning och redovisning

Sista steget i värderingen är att bedöma huruvida värderingsobjektet är bättre eller sämre än jämförelseobjekten och om det i så fall får inverkan på värdet (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 55). I synnerhet är hyreskontrakten viktiga att studera (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2006, s. 155). Slutligen ska hela värderingen redovisas på ett sätt som är överenskommet mellan beställaren och värderaren.

8.1.2 Äga själv eller hyra?

I avvägningen mellan att hyra och att köpa en fastighet måste hänsyn tas till två saker: dels organisationens långsiktiga planering, dels organisationens likviditet. Det finns, till exempel, ingen poäng med att köpa en fastighet för att bygga ett regionalt kontor om företaget planerar att lägga ner alla sina regionala kontor inom kort. I ett sådant läge är det bättre att hyra kontorslokaler.

Annuitetsberäkningar

Förutsatt att det är långsiktigt önskvärt för organisationen att ha tillgång till en fastighet är det ändå inte nödvändigtvis bättre att äga än att hyra. Det kan till exempel vara att kostnaden för att hyra är lägre än kostnaden för att äga. Ett sätt att göra en sådan jämförelse är med annuitetsmetoden (Bejrums & Lundström, 1986, s.109):

$$b = a + V_n \frac{p}{(1+p)^n - 1} - G \frac{p(1+p)^n}{(1+p)^n - 1}$$

där

b = årligt överskott,

a = årligt betalningsöverskott,

V_n = restvärde vid kalkylperiodens slut,

p = kalkylränta,

n = antal år kalkylen omfattar och

G = grundinvestering.

Jämförelsen som görs vid ett beslut huruvida det är bättre att köpa eller att hyra en fastighet är om det är totalt sett dyrare med en liten investering som utförs oftare (hyresbetalningen) än en stor betalning som utförs mer sällan (fastighetsköpet). Ett exempel förtydligar hur beräkningarna genomförs. Ett företag behöver nya kontorslokaler och överväger då om det är bättre att köpa eller att hyra. Kalkylperioden sätts till fem år och en real kalkylränta på 3 % väljs. Fastigheten skulle kosta 40 000 kr/m² att köpa och antas kunna säljas för 44 000 kr/m² vid kalkylperiodens slut. Vid ett köp antas de löpande kostnaderna vara 450 kr/m². Hyran för lokalen ligger på 540 kr/m²/år och betalas årligen. De löpande kostnaderna antas, vid hyra, vara 300 kr/m². Beräkningarna blir då som följer:

$$b_{hyra} = 300 + \left(540 + \frac{540}{1.03^2} + \frac{540}{1.03^3} + \frac{540}{1.03^4} + \frac{540}{1.03^5} \right) * \frac{0.03(1.03)^5}{1.03^5 - 1} = 843 \text{ kr/m}^2$$

$$b_{köp} = 450 - \frac{44000 * 0.03}{1.03^5 - 1} + 40000 * \frac{0.03(1.03)^5}{1.03^5 - 1} = 897 \text{ kr/m}^2$$

Det är alltså billigare för företaget att hyra lokalen än att köpa fastigheten. I exemplet används bara en fastighet och en lokal, men i verkligheten måste den här typen av beräkningar genomföras på ett antal olika fastigheter.

Teoretiskt består kalkylräntan i uträkningen av alternativkostnaden för investerat kapital, det vill säga den avkastning investeraren kan förvänta sig att få från en alternativ investering med lika

stor risk. I praktiken beräknas kalkylräntan som en summa av den riskfria räntan och en riskpremie, där riskpremien som namnet antyder ska ta hänsyn till risken i investeringen (Geltner, Miller, Clayton & Eicholtz, 2007, s. 249-250). Eftersom fastighetsköp ofta finansieras med lånat kapital måste kalkylräntan också innehålla låneräntan på de lån som krävs för att kunna finansiera investeringen (Bejrums & Lundström, 1986, s. 100). Information som då behövs är riskpremier och räntenivåer (inklusive den riskfria räntan).

Likviditetsbudget

Som alltid vid en investering (alltså oavsett om beslutet blir att äga eller hyra) är det viktigt att göra en likviditetsbudget, både för den enskilda fastigheten och för företaget. Den information som då behövs är driftnetto samt betalningsnetto före och efter skatt (Bejrums & Lundström, 1986, s. 104). Driftnettot beräknas som de löpande inbetalningarna fastigheten genererar minus kostnader för drift och underhåll. Betalningsnettot beräknas som driftnettot minus finansiella kostnader, det vill säga räntor, amorteringar och eventuella skatter. (Bejrums & Lundström, 1986, s. 28) Beroende på om analysen görs för hela företagets bestånd eller för den enskilda fastigheten behövs informationen för olika antal fastigheter. Analysen bör också göras för ett antal år framåt i tiden (Bejrums & Lundström, 1986, s. 104).

Spatiala analyser

Förutom ekonomiska kalkyler måste också spatiala analyser göras vid valet mellan att äga eller att hyra. Dessa analyser görs i åtminstone två steg: en grov gallring och noggrann jämförelse mellan intressanta lokaler. Den grova gallringen görs i det inledande skedet av beslutsfattandet och kan bestå av till exempel val av stad eller område i en stad. Vid denna inledande gallring sorteras de fastigheter/lokaler ut som de ekonomiska kalkylerna sedan utförs på. Den noggrannare jämförelsen görs sedan på de ekonomiskt mest fördelaktiga alternativen. Nu är det alltså frågan om att fälla avgörandet mellan förhållandevis likvärdiga alternativ. Till exempel kan avstånd till närmaste motorväg eller avstånd till pendeltågsstation här fälla avgörandet. Det gäller alltså att bedöma hur bra läge fastigheten/lokalen har för verksamheten.

8.1.3 Vad ska byggas nytt/om/till?

En ny-, om- eller tillbyggnad är en investering som görs med avsikten att öka förräntningen en fastighet ger. För olika typer av fastighetsförvaltare mäts förräntningen olika, till exempel får en egenutnyttjare inte nödvändigtvis några hyresintäkter från sina fastigheter. Beräkningarna i det inledande skedet blir dock desamma. Även bedömningarna i det avslutande skedet är av samma karaktär för alla typer av fastighetsförvaltande organisationer. Skillnaden ligger i vilka parametrar bedömningen omfattar.

Kapitalvärdekvot

För att bedöma huruvida en investering är lönsam och vilken av flera alternativa investeringar som är mest lönsam kan *kapitalvärdekvoten* användas (Bejrums & Lundström, 1986, s. 106-107):

$$K = \frac{C - G}{G}$$

där

K = kapitalvärdekvot,

C = nuvärdet av framtida betalningsöverskott och

G = grundinvestering.

Alla investeringar med en positiv kapitalvärdekvot är lönsamma och den där kvoten är störst är mest lönsam (Bejrums & Lundström, 1986, s. 107). För en egenutnyttjare som inte får några hyresinkomster, det vill säga ett negativt betalningsöverskott, gäller att investeringen med minst negativ kvot är den mest lönsamma.

Cash-flowkalkyl

Nuvärdet av framtida betalningsöverskott kan beräknas med hjälp av en cash-flowkalkyl (Bejrums & Lundström, 1986, s. 106):

$$C = L_0 + E_0 = L_0 + \sum_{t=1}^{t=n} \frac{(I_t - D_t - U_t - R_t - A_t)}{(1 + p_e)^t} + \frac{(V_n - L_n)}{(1 + p_e)^n}$$

där

C = nuvärdet av framtida betalningsöverskott,

L₀ = Summan av lånen vid tidpunkten 0,

E₀ = Nuvärdet av de betalningar som tillfaller eget kapital,

t = tidsvariabel,

n = kalkylperiodens längd,

I_t = inbetalningar år t,

D_t = driftutbetalningar år t,

U_t = underhållsutbetalningar år t,

R_t = räntebetalningar år t,

A_t = amortering år t,

p_e = räntekrav på eget kapital, före skatt,

V_n = restvärde vid kalkylperiodens slut och

L_n = återstående skuld vid kalkylperiodens slut.

Verksamhets- och marknadsanpassning

Varje investering innehåller ett visst mått av risk investeraren måste ta hänsyn till. Detta görs i samband med att räntekravet sätts. En aspekt av riskbedömningen är graden av verksamhets- eller marknadsanpassning. Det är till exempel mer riskfyllt att bygga en extremt specialiserad byggnad än en mer anpassningsbar byggnad med flera alternativa användningsområden (Grandin et al., 2002, s. 67-68). Här kan det skilja sig mellan egenutnyttjare och övriga typer av fastighetsförvaltande organisationer. Egenutnyttjaren bör mäta risken genom graden av verksamhetsanpassning, det vill säga hur bra investeringen passar för kärnverksamheten. Övriga organisationstyper bör mäta risken genom graden av marknadsanpassning, det vill säga hur väl investeringen motsvarar efterfrågan på orten. Det är till exempel mer riskfyllt att bygga lyxlägenheter i en fattig stadsdel än att bygga billiga lägenheter i samma stadsdel. Gradens av marknadsanpassning kan sedan ges en poäng, på en godtycklig skala, och knyts till en byggnad, lägenhet eller ett utrymme.

Tidigare beskrivs hur BIM användes av den amerikanska kustbevakningen för att bedöma graden av verksamhetsanpassning för deras byggnader. Varje byggnad beskrevs då utifrån tre parametrar: det fysiska skicket, hur viktiga olika delar av byggnaden var för kärnverksamheten samt hur väl ett utrymme stämde överens med kustbevakningens standarder för ett sådant utrymme. Mer detaljerat gick det till så att varje komponent i ett byggnadssystem eller hela byggnadssystemet (till exempel en vägg) tilldelades ett värde mellan 0 och 100, där 100 betydde att hela livslängden återstod. Varje del av byggnaden tilldelades sedan ett värde mellan 0 och 100 (där 100 var viktigast) beroende på hur viktig den var för kärnverksamheten. Slutligen tilldelades varje utrymme ett värde mellan 0.95 och 1.15 (där 1.0 betydde perfekt överensstämmelse) beroende på hur väl det stämde överens med kustbevakningens standard (Eastman et al., 2008, s. 342). Sammantaget gav dessa tre parametrar en bild av hur bra anpassade varenda en av kustbevakningens utrymmen var till kärnverksamheten.

Generella parametrar att använda vid mätning av verksamhetsanpassning är (Lundström, 1996, s. 31):

- Hur fastigheten utnyttjas idag och hur den kommer att utnyttjas i framtiden.
- Hur effektivt ytorna utnyttjas och hur de kan utnyttjas mest effektivt utan ombyggnader.
- Standarden på lokaler jämfört med nystandard för samma verksamhet.
- Kvaliteten på arbetsmiljön.
- Fastighetens underhållsbehov.
- Möjlighet att till inga eller låga kostnader ändra användningen för att passa annan verksamhet.
- Mediaförbrukning (värme, vatten och dylikt) i förhållande till normala nivåer.
- Det geografiska läget med hänsyn till den aktuella verksamheten och eventuell alternativ verksamhet.

8.1.4 Utveckla eller sälja?

Vid vissa situationer kan en organisation ställas inför valet att antingen utveckla eller sälja en fastighet. Det kan röra sig om att organisationen inte har den likviditet som krävs för att kunna behålla fastigheten. Det kan också vara att fastigheten inte uppnår sin fulla potential, till exempel en lokal som inte går att hyra ut eftersom den är för specialiserad inom fel område i jämförelse med den rådande, eller framtida förutspådda, efterfrågan. Ytterligare en möjlighet är att en fastighet har potential att utvecklas för att uppnå ännu större lönsamhet, till exempel genom att driftskostnaderna kan minskas. Gemensamt för de tre ovan beskrivna situationerna är att det är reaktiva åtgärder, det vill säga att fastighetsägaren anpassar sig efter en förändrad verklighet.

För att upptäcka när verkligheten har förändrats kan nyckeltal användas. Tillvägagångssättet blir då att mål för nyckeltalen sätts på förhand och när dessa understigs är det en signal till organisationen att någonting är fel. I det läget görs en mer noggrann analys av den aktuella fastigheten och åtgärd kan bestämmas (Lundström, 1996, s. 32-33). Ett exempel på nyckeltal som kan användas är driftnetto per kvadratmeter. För egenutnyttjaren som inte erhåller några hyresintäkter är målet att minska kostnaderna och då kan lämpliga nyckeltal vara drift- och underhållskostnader per kvadratmeter eller elförbrukning per lägenhet. Även finansiella nyckeltal kan vara av intresse, till exempel räntetäckningsgraden som visar hur stort driftnettot är jämfört med räntekostnaderna (Bejrum & Lundström, 1986, s. 68-69).

Ett exempel för att förtydliga hur arbetet kan gå till. Elkostnaden per kvadratmeter för en fastighet ökar över en viss förutbestämd nivå under en tidsperiod. Detta inleder ett energieffektiviseringsarbete som genomförs i fem steg: samla in underlag, analysera energiprestanda, identifiera åtgärder, utreda åtgärder samt att utföra åtgärder (Utveckling av Fastighetsföretagande i Offentlig Sektor [U.F.O.S], 2009a, s. 21-22).

Vid insamlingen av underlag undersöks byggnadens utformning och tekniska system samt hur den används, det vill säga vilken verksamhet som bedrivs i lokalen och på vilka tider. Mätningar bör även göras för att komplettera bilden av byggnadens prestanda och användning (U.F.O.S, 2009a, s. 23-24). Nästa steg i energieffektiviseringsarbetet är att analysera energiprestandan för fastigheten. Detta görs genom jämförelser med antingen fastigheten själv eller andra fastigheter (U.F.O.S, 2009a, s. 25). Till exempel kan inomhustemperaturer eller vattenförbrukning jämföras. Resultatet av analysen är en lista på saker att åtgärda där fastigheten har en utvecklingspotential. Det tredje steget i arbetet är att identifiera möjliga åtgärder för att komma tillrätta med de problem analysen har visat på (U.F.O.S, 2009a, s. 27). För var och en av dessa åtgärder ska en utredning göras som beskriver åtgärden, dess effekter på energiprestandan samt kostnader och vinster med åtgärden (U.F.O.S, 2009a, s. 28).

Förutom att använda nyckeltal kan utvecklingspotential i en fastighet identifieras genom marknadsanalys eller verksamhetsanalys. Båda analyserna syftar till att undersöka hur väl anpassad en fastighet är till den rådande och framtida efterfrågan. Skillnaden är att verksamhetsanalys används när den fastighetsförvaltande organisationen är en stödfunktion till en kärnverksamhet (Lundström, 1996, s. 30-32). Marknadsanalysen görs på samma sätt som vid en fastighetsvärdering och verksamhetsanalysen genomförs som vid investeringsbeslut.

8.1.5 Prioritering av underhåll

Underhåll av fastigheter har stora likheter med investeringar och gränsen mellan de bägge är ofta godtycklig. Olika typer av organisationer använder också individuellt utformade strategier för att prioritera mellan underhållsåtgärder (U.F.O.S, 2009a, s. 7). Det är möjligt att identifiera fyra olika underhållsstrategier som kan kombineras på olika sätt beroende på situation: *verksamhetsbaserad*, *kundorienterad*, *livscykeleconomisk* samt *livscykelkostnadsbaserad* (U.F.O.S, 2009a, s. 11). Gemensamt för alla fyra strategierna är att det krävs en uppfattning om nuvarande och framtida lokalbehov, kännedom om fastigheternas fysiska status och konstruktion samt kunskap om vilka minimikrav som ställs på byggnaderna (U.F.O.S, 2009a, s. 15). Beroende på vilken typ av organisation det rör sig om behövs alltså olika information. För egenutnyttjarna är det viktigt att veta de nuvarande och de framtida lokalbehoven och graden av verksamhetsanpassning både nu och i framtiden. Övriga organisationer behöver istället

information om graden av marknadsanpassning. Vidare behöver alla typer av organisationer känna till den fysiska statusen hos fastigheterna. Detta kan till exempel göras med ett poängssystem på det sätt som den amerikanska kustbevakningen gjorde. Den sista biten i informationspusslet som är gemensam för samtliga fastighetsförvaltande organisationstyper är att känna till de krav som finns på olika byggnadskomponenter. Ett exempel är att kraven på termisk komfort uppfylls.

En verksamhetsbaserad strategi för underhållet har sin utgångspunkt i behoven hos kärnverksamheten (U.F.O.S, 2009a, s. 11). Här blir alltså verksamhetsanpassning, marknadsanpassning samt lokalbehov av extra stor vikt. Ett kundorienterat synsätt innebär att det är kunden (det vill säga hyresgästen) som avgör vad som ska underhållas. För fastighetsägaren med denna underhållsstrategi är hyresgästhanteringen och ett bra grepp om hyresgästens behov viktigast. Förvaltare av sjukhus och köpcentrum är exempel på sådana organisationer (U.F.O.S, 2009a, s. 12).

Livscykelberäkningar

Med en livscykeleconomisk strategi undersöks hur en underhållsåtgärd lönar sig på längre sikt. Det krävs då att vissa förlopp för indata antas, till exempel hyra och driftskostnader (U.F.O.S, 2009a, s. 12). Beräkningarna genomförs enligt följande (Bejrums et al., 1994, s. 12):

$$P = \sum_{t=0}^n \frac{I_t - U_t}{(1+r)^t} - A + \frac{R_n}{(1+r)^n}$$

där

P = livscykelvinst,

A = anskaffningsutgift,

I_t = Inkomster år t,

U_t = Utgifter år t (drift, underhåll),

R_n = restvärdet efter kalkylperioden och

r = kalkylränta.

När en underhållsåtgärd inte genererar några intäkter eller det inte går att förutspå ett restvärde vid kalkylperiodens slut kan en livscykelkostnadsbaserad strategi istället användas (U.F.O.S, 2009a, s. 12). Den ekonomiskt mest lönsamma är då den åtgärd med lägst livscykelkostnad. Livscykelkostnaden beräknas enligt följande (Bångens, 2006, s. 5-7):

$$LCC = G + LCC_{energi} + LCC_{underhåll} + LCC_{övrigt} - restvärde$$

där

LCC = livscykelkostnad,

G = grundinvestering,

LCC_{energi} = energikostnader under hela brukstiden och under genomförandet av åtgärden,

LCC_{underhåll} = underhållskostnader under hela brukstiden,

LCC_{övrigt} = övriga kostnader under brukstiden och

restvärde = installationens värde efter brukstiden.

Eftersom kostnaderna uppstår under olika tidpunkter i en installations livstid måste en kalkylränta användas för att nuvärdesberäkna kostnaderna och restvärdet (Bångens, 2006, s. 6).

8.1.6 Lokaleffektivitet

Genom att så effektivt som möjligt utnyttja de lokaler som finns kan en organisation göra sig av med överflödiga lokalyta vilket innebär en besparing. Allra viktigast blir det för egenutnyttjare som inte får några hyresintäkter för sina lokaler. Förvaltare av bostäder kan också använda sig av ett liknande arbetssätt för att identifiera överflödiga bostäder i sitt bestånd, även om det får anses vara av mindre betydelse för dessa organisationer.

Det finns ett par åtgärder att vidta för att uppnå större lokaleffektivitet där den första är att göra en inventering av befintliga lokaler och deras användning, en *lokalrevision*. Nästa åtgärd är att undersöka det framtida lokalbehovet. För en egenutnyttjare innebär det att titta på verksamhetsplaneringen för att på så sätt kunna utröna vilka lokaler som kommer att behövas. Den kommersiella hyresvärden får istället undersöka förväntad framtida efterfrågan, det vill säga göra en marknadsanalys (Sandgren & Lundström, 1995, s. 8).

Lokalrevisionen resulterar i en mängd information och nyckeltal kring varje lokal inom en organisation. Denna information och dessa nyckeltal är (Sandgren & Lundström, 1995, s. 39):

- Vilka lokaler som finns att tillgå för organisationen.
- I hur stor utsträckning lokalen är anpassad efter verksamheten.
- Vem som använder lokalerna och när.
- Hur stor andel av tillgänglig tid lokalerna används.
- När lokalen används, hur mycket av den teoretiska kapaciteten som används.
- När en lokal kan bokas, hur mycket av den uppbokade tiden som också utnyttjas.
- Vilka samordningsmöjligheter som finns i en lokal mellan olika verksamheter, både interna och externa.
- Hur stora varje lokals drift- och underhållskostnader är.

Det är möjligt att utvidga lokalrevisionen till att även gälla andra tillgängliga lokalytor som ägs av andra organisationer än den egna (Sandgren & Lundström, 1995, s. 39). I det här stadiet kan en organisation identifiera underutnyttjade och överflödiga lokaler och genomföra en effektivisering. Genom att studera verksamhetsplaneringen/marknadsundersökningen är det också möjligt att förbereda för det framtida lokalbehovet, antingen genom att utveckla i dagsläget överflödiga lokaler och ändra deras användning eller genom att förbereda för försäljning av lokaler som inom kort kommer att vara överflödiga.

8.1.7 Beställarkompetens

Arbetsuppgifter fastighetsägaren inte kan sköta i egen regi måste beställas från entreprenörer. Det krävs då att fastighetsägaren besitter tillräcklig kunskap inom det aktuella fackområdet för att kunna avgöra om entreprenören har levererat beställd vara eller tjänst. Beställaren måste precisera omfattningen av den vara eller tjänst som beställs tillräckligt noggrant för att entreprenören ska kunna lämna ett seriöst anbud. Kvaliteten i beställningsunderlaget avgör också möjligheten för beställaren att kontrollera huruvida entreprenören har levererat avsedd vara eller tjänst (U.F.O.S, 2009b, s. 7-9). Just precisionen i beställningsunderlaget upplevs idag som ett av de stora samarbetsproblemen vid offentliga upphandlingar, det vill säga då en offentlig organisation är beställare. Ett oklart beställningsunderlag leder till tvister mellan beställare och entreprenör kring vad som egentligen ingår i upphandlingen (U.F.O.S, 2009b, s. 11).

För att motivera entreprenören att agera i beställarens intresse utöver vad som stadgas i upphandlingen kan incitament införas som belönar eller bestraffar ett visst beteende. Två huvudproblem att ta ställning till vid användandet av incitament är hur utgångsläget ska dokumenteras och hur uppföljning ska ske för att kunna avgöra om incitamentet ska komma i fråga (U.F.O.S, 2009b, s. 20). Hur dessa problem ska lösas beror på de unika omständigheterna vid beställningen. Vid upphandling av teknisk byggnadsförvaltning kan till exempel skicket på byggnadsdelar inspekteras före och efter och åsättas en poäng. Incitamentet kan då bestå av att entreprenören får ta del av eventuellt minskade drifts- och underhållskostnader, förutsatt att byggnadens skick inte blir lidande. Ytterligare ett exempel på incitament som kan användas vid upphandling av byggprojekt är att entreprenören, om produktionskostnaden understiger en överenskommen summa, får behålla en del av besparade kostnaderna. Det är då viktigt att beställaren kontrollerar att den vara som levereras verkligen är av tillräckligt bra kvalitet.

Vid en intervjustudie med fastighetsägare som har använt sig av driftentreprenader har det visat sig att det finns ett utvecklingsbehov när det gäller förfrågningsunderlagen, statuskontrollen och uppföljningen. Förfrågningsunderlagen måste vara tillräckligt noga för att entreprenören ska kunna kalkylera kostnaderna. Statuskontroll måste göras för att driftentreprenaden ska kunna utvärderas och följas upp (U.F.O.S, 2009, s. 24).

8.2 Operativ fastighetsförvaltning

Förutom de strategiska besluten som har beskrivits ovan måste den fastighetsförvaltande organisationen också sköta den dagliga driften av sina fastigheter. Exempel på sådana arbetsuppgifter är hyresavisering, bokslutsarbete, reparationsarbeten samt att få bästa möjliga driftsekonomi och inomhusklimat med mera (Grandin et al., 2002, s. 44). Olika kategorier av fastighetsförvaltare har olika mål med sin fastighetsförvaltning; vissa vill minska kostnaderna medan andra vill öka intäkterna (Rapp & Selmer, 1982, s. 3). Ett exempel är när en kommuns lokalförsörjningsenhet vill öka sin lönsamhet. I den aktuella kommunen tillämpas inga internhyror vilket innebär att den enda möjligheten för lokalförsörjningsenheten att öka sin lönsamhet är att minska kostnaderna. Detta kan bland annat ske genom att minska på städningen eller minska den el byggnaden använder. För kapitalplaceringen i samma situation ligger det snarare närmare till hands att öka intäkterna för att öka lönsamheten.

Nedan har fastighetsförvaltarens arbetsbeskrivning för tre företag från tre olika kategorier av fastighetsförvaltande organisationer använts för att kartlägga vilka arbetsuppgifter som kan förekomma inom den operativa fastighetsförvaltningen. De utvalda företagen är *MKB Fastighets AB*, *Kungsleden* och *JM*. Utgångspunkten i undersökningen är att spekulatörer inte bedriver någon organiserad operativ fastighetsförvaltning varför inget sådant företag är undersökt här.

8.2.1 MKB Fastighets AB

MKB Fastighets AB är det kommunala bostadsföretaget i Malmö. Företaget är en egenutnyttjare med tonvikt på bostäder. Fastighetsförvaltarens arbetsuppgifter finns inte nedskrivna varför de inhämtades genom en intervju med Björn Hasselquist, fastighetsförvaltare. Björns arbetsuppgifter är följande (Hasselquist, 2010):

- Totalt operativt ansvar för tilldelade fastigheter.
- Totalt underhållsansvar så länge investeringsbeloppet är mindre än cirka 400 000 kr.
- Göra underhållsplan.
- Göra upphandlingar.

Totalt operativt ansvar

Att fastighetsförvaltaren har totalt operativt ansvar för sina fastigheter är helt i linje med den uppdelning på strategisk och operativ förvaltning som har gjorts i den här undersökningen. Dock blir det nu aktuellt att gå djupare in i denna indelning. Det ligger nära till hands att göra kopplingen att en person med totalt ansvar för sin fastighet också behöver total information, det vill säga tillgång till all information som behövs för den operativa förvaltningen. En viktig distinktion att förstå är skillnaden mellan att ha ansvar och att rent praktiskt vara den som genomför en åtgärd; det vill säga att fastighetsförvaltaren inte klipper gräset, men han eller hon måste veta vad som ska klippas, när det ska klippas och av vem det ska klippas.

Den operativa fastighetsförvaltningen omfattar drift och underhåll av byggnadens installationer, administrativ förvaltning, ansvar för värme, el och vatten, akut underhåll samt inre och yttre skötsel (Grandin et al., 2002, s. 46). Informationen som behövs för att kunna sköta dessa arbetsuppgifter är mångfacetterad och skiftande. Bland annat rör det tekniska detaljer och ritningar, krav på inomhusmiljö, avtal med leverantörer, hyresaviser och leverantörsfakturor. Ett exempel med hyresavisering får illustrera hur en programvara kan fungera. Fastighetsförvaltaren skriver själv inte ut hyresavierna, men han eller hon måste ha tillgång till informationen att avin har skrivits ut och skickats, när detta har skett och vilken information avin har innehållit, till exempel OCR-nummer.

Underhållsplan

En underhållsplan innehåller både teknisk och ekonomisk information. I den samlas information om vilka underhållsåtgärder som ska genomföras och när de ska genomföras. Underhållsplanen bör även ange beräknad kostnad för åtgärderna (Spångberg, 1990, s. 17-18). Arbetet med underhållsplanen görs i fyra steg (Spångberg, 1990, s. 21):

- 1) Besiktning och insamling av uppgifter.
- 2) Uppmätning.
- 3) Beräkning av kostnader.
- 4) Sammanställning av kostnader.

De uppgifter som behöver samlas in är till exempel ritningar, byggnadsbeskrivningar, tidigare underhåll, byggår med mera. Om sådana ska användas behövs också schablonnivåer för underhåll samlas in. Besiktningen syftar till att bedöma den aktuella standarden på olika byggnadsdelar men det är även bra att bedöma saker som energiförbrukning i förhållande till standarden för nybyggda hus och på så sätt kunna se eventuell utvecklingspotential (Spångberg, 1990, s. 22-24). Vid uppmätningen eftersöks olika areauppgifter, till exempel väggarea. Dessa ligger sedan till grund för kostnadsberäkningen för underhållet (Spångberg, 1990, s. 26). Kostnadsberäkningar görs sedan för varje åtgärd för sig och är en enkel multiplikationsberäkning. Om åtgärden ligger längre fram i tiden bör dock en indexuppräknings göras. Detta är en vanlig nuvärdesberäkning och räntan som används utgår från faktorprisindex från SCB. Sammanställningen av kostnader är en enkel summering av alla kostnader och bör göras årsvis (Spångberg, 1990, s. 30-32). En viktig aspekt att tänka på vid underhållsplanering är organisationens långsiktiga plan för fastigheten. Ska denna tas ur bruk om två år är det troligen onödigt att utföra en underhållsåtgärd med en livslängd på 50 år (Sandgren & Lundström, 1995, s. 26).

Underhållsansvar och upphandlingar

De två återstående arbetsuppgifterna, underhållsansvaret och att göra upphandlingar, har beskrivits ovan. Skillnaden mellan den strategiska fastighetsförvaltningen som har beskrivits ovan och den operativa som det här är frågan om är storleken på besluten. Fastighetsförvaltare på MKB har endast underhållsansvar upp till ett värde av cirka 400 000 kr, däröver är det ett beslut för företagsledningen att fatta (Hasselquist, 2010). Principen för hur beslutsunderlaget utformas är densamma vid både strategisk och operativ förvaltning.

8.2.2 Kungsleden

Kungsleden är en kapitalplacerare, vilket visas i företagets affärsidé: "Kungsleden ska äga och förvalta fastigheter med långsiktigt hög och stabil avkastning" (Kungsleden, 2009, s. 7). Företaget äger och förvaltar lokaler, varav hälften av beståndet är äldreboenden, skolor och vårdlokaler (Kungsleden, 2009, s. 6). Målet med förvaltningen är tvådelat: för det första att öka avkastningen från fastigheten och för det andra att minska risknivån (Kungsleden, 2009, s. 8). Precis som i fallet MKB finns inga nedskrivna arbetsbeskrivningar för Kungsledens fastighetsförvaltare. Företagets marknadschef, Fredrik Sörling, formulerar då fastighetsförvaltarens arbetsbeskrivning enligt följande: "[f]ullt ansvar för de fastigheter som ingår i förvaltarens portfölj. Ansvaret fördelas på respektive förvaltarteam bestående av förvaltare, teknisk förvaltare och förvaltningsassistent" (Sörling, 2010).

Precis som för MKB:s fastighetsförvaltare behöver Kungsledens förvaltare tillgång till all information rörande de fastigheter han eller hon har ansvar för. En viktig aspekt hos Kungsleden är att varje fastighet förvaltas av ett team bestående av tre personer, förvaltare, teknisk förvaltare och förvaltningsassistent. Således krävs det kommunikation mellan dessa tre personer angående vad som har gjorts och vad som behöver göras i förvaltningen.

8.2.3 JM

Det sista företaget vars fastighetsförvaltarens arbetsbeskrivning har undersökts är *JM AB*. Företaget hör till kategorin byggare. JM äger, förvaltar och utvecklar både bostäder och kommersiella lokaler. Det är också det enda företaget i den här undersökningen med en nedskriven arbetsbeskrivning för sina fastighetsförvaltare. Den undersökta arbetsbeskrivningen gäller en förvaltare av bostadsfastigheter. De huvudsakliga arbetsuppgifterna är:

- Ansvarar för att hyra ut nyproducerade samt äldre bostäder till privatpersoner.
- Skapa förutsättningar för nöjda hyresgäster genom att aktivt arbeta med hyresgästpassningar.
- Uppnå budget och resultatmål dock inget ekonomiskt ansvar för tilldelat fastighetsbestånd.
- Utföra arbetet i enlighet med företagets krav och förväntningar.
- Ansvara för att samhällskrav uppfylls och att eventuella externa krav beaktas.

Fastighetsförvaltaren på JM har en roll som skiljer sig jämfört med den hos MKB och Kungsleden. En trolig orsak till detta är att JM har en annorlunda kompetens jämfört med övriga undersökta företag. Större renoveringar som andra företag måste beställa från entreprenörer

kan JM istället tillhandahålla internt. Av den anledningen behöver inte förvaltaren ha ansvar för att göra upphandlingar. Fokus kan då snarare ligga på att identifiera hyresgästernas behov, det vill säga att genomföra hyresgästpassningar.

Den information som behövs för att kunna hyra ut bostäder är dels uppgifter om vilka lägenheter som behöver hyras ut, dels uppgifter om vilka personer som är intresserade av att hyra bostad av JM. Uppgifter om lägenheten omfattar sådant som standard och skick, planlösning, läge samt hyra med mera. Kort sagt den information en potentiell hyresgäst vill veta för att kunna bestämma sig för huruvida han eller hon ska hyra bostaden. Uppgifter om intresserade personer är bland annat namn, telefonnummer, plats i en eventuell kö och lägenhetspreferenser med mera.

En hyresgästpassning är en ombyggnad som görs på begäran av en hyresgäst. Arbetsgången blir således densamma som vid strategiska ombyggnader. I det här speciella fallet är det hyresgästens önskemål som initierar undersökningen av lönsamheten i ombyggnaden, vilket innebär att fastighetsförvaltaren måste känna till hyresgästens önskemål. Till exempel kan förvaltaren med hyresgästens hjälp göra en bedömning av graden av verksamhetsanpassning. I fallet med bostäder blir graden av verksamhetsanpassning hur väl anpassad lägenheten är för den boende. Ett exempel är om bostaden är handikappsanpassad eller om inomhusklimatet inte är tillfredsställande på grund av att den boende är allergiker.

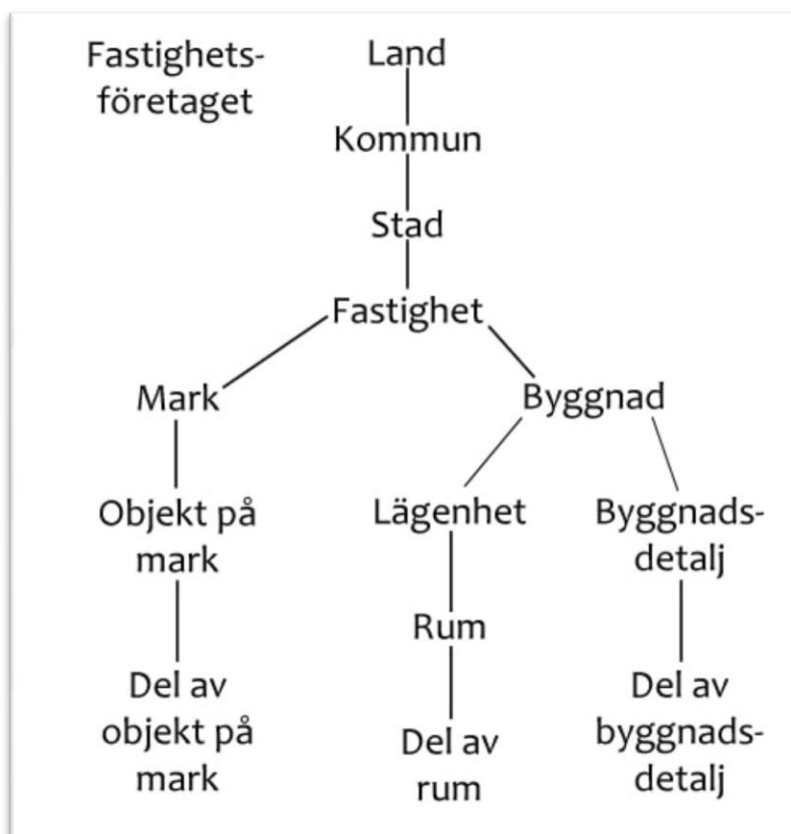
För att kunna nå företagets budget- och resultatmål för sina fastigheter måste förvaltaren känna till dessa. Vidare måste förvaltaren ha översikt över fastighetens ekonomiska status. Denna ekonomiska information är densamma som används vid cash-flowkalkyler.

Att fastighetsförvaltaren ska göra sitt arbete "i enlighet med företagets krav och förväntningar" får tolkas som att den anställda ska agera enligt JM:s grundvärderingar. Således är det snarare en fråga om uppträdande och bemötande, än om den faktiska förvaltningen. Därför lämnas denna arbetsuppgift utanför undersökningen.

Den sista arbetsuppgiften är att uppfylla samhällskrav och andra externa krav. Även här måste förvaltaren känna till vilka krav det handlar om. Precis som för budget- och resultatmålen ovan bör 3D-GIS:et kunna matas med vissa miniminivåer, till exempel att temperaturen vid en viss punkt i ett visst rum måste vara minst en viss nivå.

8.3 Information som behövs vid fastighetsförvaltning

Ovan har de huvudsakliga arbetsuppgifterna för både strategisk och operativ fastighetsförvaltning presenterats. Nu följer en sammanställning och en analys av dessa informationsbehov. All nödvändig information kan hänföras till olika nivåer. Dessa nivåer visas i figur 8.1 nedan. De flesta nivåerna kan placeras in i en hierarki där *Land* är överst och *Del av objekt/rum/byggnadsdetalj* är längst ner. Utanför hierarkin finns en nivå som samlar företagsspecifik information.



Figur 8.1. Informationsnivåer vid fastighetsförvaltning.

Figuren visar hur de olika informationsnivåerna förhåller sig rent storleksmässigt till varandra. Det vill säga att en *Fastighet* innehåller både *Mark* och *Byggnad*, men en *Lägenhet* är en del av en *Byggnad*. I Jordabalken kan lägenhet också avse mark, till exempel vid lägenhetsarrende, men i denna undersökning används den snävare definitionen att en lägenhet är en del av en byggnad. Till exempel är då ett trapphus en lägenhet. Information tillhörande ett lägenhetsarrende, eller ett annat arrende, hänförs istället till detaljnivån *Mark*. I bilaga 1 presenteras en lista med exempel på information som enligt denna undersökning används i fastighetsförvaltning och vilken nivå denna information kan hänföras till.

Land och Kommun

Till nivån *Land* förs makroekonomiska faktorer, till exempel räntenivåer, politisk risk och konsumentprisindex. Denna information används bland annat vid bedömning av kalkylräntor och uppräkningsnivåer vid cash-flowkalkyler. Nivån *Kommun* innehåller information specifik för varje *kommun*, till exempel medelinkomst och sysselsättningsnivå. Kommungemensam information används framför allt vid marknadsanalyser. Gränsen mellan den högre nivån *Kommun* och den lägre *Stad* kan vara svår att dra, i synnerhet där kommunen och staden är samma, som är fallet i Stockholm. Skillnaden är dock av mer akademisk natur, det vill säga att för Stockholm kan de två nivåerna läggas samman till en. Ett försök till generell gränsdragning är att *Stad* är detaljplanelagt, eller snart detaljplanelagt, område medan *Kommun* inte nödvändigtvis är det. Stadsinformation är till exempel adresskartor, pågående planarbeten och byggprojekt samt kollektivtrafik inom staden.

Fastighet, Mark och Byggnad

Fastighet är en informationsnivå som samlar fastighetsspecifik information. En fastighet i denna undersökning omfattar både mark och byggnad. Exempel på sådan information är inteckningar, prisutvecklingskoefficient och kalkylränta för fastigheten. Fastighetsnivån har två undernivåer, *Mark* och *Byggnad*. Exempel på Markinformation är areal och byggrätt medan Byggnadsinformation är ritningar av olika slag med mera. Mark- och Byggnadsinformation kan avse samma geografiska plats, till exempel när det gäller byggrätten på en markbit. Det finns ingenting som säger att just den markbiten inte redan har en byggnad stående på sig, snarare tvärtom eftersom det generellt krävs byggrätt för att få bygglov.

Under nivån *Mark* finns två ytterligare nivåer *Objekt på mark* och *Del av objekt på mark*, där *objekt på mark* innehåller information om till exempel VVS-ledningar och kulvertar. *Del av objekt på mark* innehåller, som namnet antyder, information om delar av objekten. Ta till exempel en situation då en kulvert har två olika diametrar. Kulverten som helhet är ett *Objekt på mark* men samtidigt är den uppbyggd av två delar innehållande olika information.

Byggnad å sin sida har två undergrenar, *Byggnadsdetalj* och *Lägenhet*. Med *Byggnadsdetaljer* avses till exempel fasad, väggar och stamledningar. Information tillhörande denna nivå kan vara u-värde eller fasadfärg. Under Byggnadsdetaljnivån finns sedan, precis som för *Objekt på mark*, *Del av byggnadsdetalj* som avser till exempel en del av en vägg. Information på denna nivå är bland annat underhållsbehov och myndighetskrav. Till *Lägenhet* hänförs bland annat hyra och återstående hyrestid. Nästa nivå nedåt i figur 8.1 är *Rum* som innehåller information om till exempel nyttjandegrad och vem som använder rummet. För ett kontorsrum skulle denna information då ta sig uttryck i att rummet används av Sven Svensson åtta timmar av dygnet, det vill säga en nyttjandegrad på 100 % av kontorstid men endast 33 % av dygnet. *Del av rum* syftar

på till exempel en tapet eller helt enkelt en punkt i rummet. Information på denna nivå är till exempel skick (i tapetfallet) och inomhusklimatparametrar (i punktfallet).

Ett exempel som förtydligar hur uppdelningen fungerar. En vägg består, inifrån och ut, av tapet, betong, isolering och tegel. Tapeten tillhör då *Del av rum* medan betongen, isoleringen och teglet är *Del av byggnadsdetalj*. Väggen som helhet tillhör nivån *Byggnadsdetalj*. Teglet är dessutom en del av två olika *Byggnadsdetaljer*, väggen och fasaden.

Fastighetsföretaget

Den sista nivån Fastighetsföretaget ligger utanför hierarkin och samlar sådan information som är företagsspecifik, till exempel likviditet och intresseanmälningar för lägenheter. Tillgången till eget kapital är väldigt viktig att känna till, bland annat vid investeringsbeslut. Om företaget har en allmänt vedertagen kalkylränta, det vill säga att ingen speciell uppskattning av kalkylräntan görs för varje investeringsberäkning, kan denna räntenivå lagras under objektet Fastighetsföretaget.

9 Informationsmodellernas uppfyllnad av informationsbehovet

Kapitlet svarar på undersökningens andra fråga, det vill säga att lämpliga informationsmodeller jämförs med behoven från fastighetsförvaltaren. En detaljerad beskrivning av kraven på informationsmodellerna inleder följt av en genomgång av hur väl informationsmodellerna uppfyller kraven. Avslutningsvis sammanfattas och illustreras jämförelsen mellan informationsmodellerna och kraven.

Skillnaden mellan de olika informationsmodellerna är i första hand vilka spatiala objekt de beskriver. För att inte blanda ihop spatiala objekt med objekten som inom *CityGML* kommer de spatiala objekten i fortsättningen benämnas företeelser. Företeelser syftar således på de spatiala objekten i sig, alternativt som en synonym till både *CityGML*-objekt och IFC-entiteter när informationsmodellerna diskuteras.

9.1 Krav på ett 3D-GIS för fastighetsförvaltning

Kraven som presenteras i detta avsnitt kommer från två håll: informationsbehoven och definitionen av tredimensionella GIS. Kraven har delats upp efter de egenskaper ett 3D-GIS har utifrån Abdul-Rahman och Pilouks definition.

9.1.1 Samlande och strukturering av data

Måste vara geodata

Ett 3D-GIS hanterar geodata som kan definieras som *data som beskriver företeelser inklusive deras geografiska läge* (Geodata, 2010). Geodata avgränsas av att de måste vara uppmätta, beräknade, uppskattade eller på annat sätt konstaterade data. Detta innefattar inte prognoser eller scenarier (Geodata, 2010). Från denna definition kan det konstateras att data måste beskriva företeelsens geografiska läge. Data som beskriver färg, storlek och geometri för ett hus utgör geodata endast om det lagras tillsammans med data som beskriver husets geografiska läge. Samma data kan alltså hamna både innanför som utanför definitionen av geodata. I detta stadi har vi inte tagit någon hänsyn till *om det krävs* geodata för att informationen skall genereras utan bara *om det är möjligt* att lagra data som geodata, alltså om det är möjligt att koppla det som attribut till geografiskt refererade objekt. För att visa på skillnaden tas Sveriges styrränta som exempel. Sverige kan modelleras som ett objekt med geometriska data och en geografisk referens. Styrräntan kan som ett konstaterat värde vara ett attribut till Sverigeobjektet och det faktiska räntevärdet är geodata. Sveriges geografiska position är

oväsentlig då t.ex. investeringskostnaderna i en fastighet räknas ut och det krävs inte att Sverige modelleras som ett geografiskt refererat objekt. Kravet som mynnar ut från detta är att alla företeelser som har tematiska data även måste ha tredimensionella geometriska data.

Företeelserna motsvarar nivåerna

De olika informationsbehov en fastighetsförvaltare har skiljer sig genom hur mycket data som behövs för att uppfylla dem, dess förändringstakt, lättillgänglighet med mera. För att inneha informationen för en byggnads byggår krävs endast data i form av det år byggnaden byggdes och en möjlighet att lagra det så att det framgår att det är just en viss byggnads byggår, detta värde är även konstant. Åldersstrukturen för en kommun däremot kräver data om åldern på alla invånare i en kommun och är i ständig förändring. Det finns även informationsbehov som är samlingar av flera olika informationer t.ex. den tekniska beskrivningen för en fastighet. Data i sig kan även vara uppbyggda av andra data, invånarantalet i en kommun är en summering av invånarantalet i kommunens alla samhällen som i sin tur är en summering av invånarna på varje address. För att få information om kommunens invånarantal kan antingen varje samhälles eller varje address invånardata lagras och GIS:et ges möjlighet att räkna kommunens invånare eller att hämta data från en annan källa, räkna ut dem separat och endast lagra framräknade data. Om kommunens invånarantal räknas ut kan det verka onödigt att inte lagra underliggande data också och finns det plats och möjlighet att göra det är det även att föredra. Lagringen kräver dock en mer semantiskt detaljerad datastruktur som kan beskriva bostäder och samhällen och förhållandet (vilka som tillhör varandra) mellan dem och kommunen. Kravet på 3D-GIS:et blir att data skall gå att lagra i sina enklaste former.

Under sammanställningen av behoven har informationen kopplats till olika nivåer som var för sig representerar olika geografiska företeelser. Enligt det första kravet måste dessa modelleras som geografiska objekt. Och enligt det andra kan all information kopplas som attribut till dessa objekt, nivåerna i bilaga 1 kan alltså direkt översättas till krav på företeelser som måste modelleras.

9.1.2 Bearbetning, analys och visualisering

De analyser som har framkommit i sammanställningen av informationsbehoven utgör en liten del av det totala informationsbehovet. Den information som har listats ligger i många fall som grund för andra analyser. För att kunna bearbeta och analysera data ställs krav på applikationsdelen av ett 3D-GIS. Studien behandlar inte utvecklandet av applikationer som kan utföra de eftersökta analyserna närmare, utan utgår från vilken data som krävs för att utföra dem. Analysbehoven bygger på analyser som utförs idag, det är även tänkbart att ett 3D-GIS

möjliggör analyser som ej har varit möjliga att utföra tidigare och därmed inte hamnar under sammanställningen av informationsbehoven.

De generella informationsbehoven medför en mängd nya krav på informationsmodellen. Behoven av att kunna skapa ritningar, förteckningar, kartor och marknadsföringsmaterial kräver att en mängd data finns tillgängliga i modellen.

Som exempel tas kraven för att kunna skapa en situationsplan. För att kunna generera en situationsplan digitalt krävs positionen inklusive höjden för varje företeelse. Företeelser som finns med i bilden är t.ex. träd, sandlåda, flaggstång, hårdlagda ytor, piskställ och byggnader inklusive trappor och tak. Motsvarande företeelser måste kunna modelleras för att situationsplanen skall kunna skapas. En stor skillnad uppstår här mellan den traditionella ritningen och den digitala. Den traditionella ritningen är statisk och skapad för att innehålla tillräckligt med information för att täcka en mängd behov. Den digitala ritningen är helt flexibel och det finns möjlighet att skapa kartor som innehåller precis den eftersökta informationen alternativt att använda en tredimensionell miljö istället för en tvådimensionell plankarta. Dessa möjligheter kan leda till nya krav på data, höjden på alla företeelser blir intressant; informationen kan även bli mycket mer lättillgänglig med färger och dylikt.

Nya företeelser och andra krav

De nya krav på företeelser som kommer från de generella behoven finns i bilaga 2. De nya företeelserna är alla semantiska specifikationer av de tidigare. Behoven av att koppla attribut skiftar mellan företeelserna, ett fåtal behöver inga specifika attribut och skulle kunna beskrivas semantiskt genom ett attribut till en gammal företeelse. Semantisk uppdelning med hjälp av attribut är oflexibelt och vi väljer att bortse från det alternativet. Studien är inte heller tillräckligt omfattande för att utesluta att det finns behov av att koppla attribut till företeelserna. Kravet bli att företeelserna i bilaga 2 skall kunna beskrivas.

Vissa av de nya företeelserna utgör inte specialiseringar av gamla företeelser och kräver en närmare förklaring. Den *juridiska indelningen* av marken är en generalisering av en fastighet och utgör huvudföreteelsen med *fastighet*, *samfällighet* och *gemensamhetsanläggningar* som specialiseringar. Företeelserna *schakt- och fyllnadsmassor* kräver att marken kan representeras av tredimensionella kroppar. *Översikts- och detaljplanerna* behöver inte vara underordnade *Mark* utan kan även ses som en separat företeelse, vilket även förenklar det hierarkiska förhållandet mellan *Mark* och *Fastighet*.

Både *Mark* och *Del av byggnadsdetalj* innehåller *transportanläggningar*. Med transportanläggning menas en tänkt väg för det närmaste avståndet mellan två punkter för ett

visst transportföremål. Ett transportföremål kan vara en bil, cykel, människa etc. Transportanläggningen är i sig oberoende av vilken företeelse den är knuten till men företeelsen kan användas för att lagra informationen. Det går att lagra transportanläggningar som helt egna företeelser som innehåller data om transporteringsstyp, framkomlighet m.m. som är tillräckligt för att lösa olika ruttplaneringssystem. Ett alternativ är att koppla transportanläggningen till andra företeelser som implicit lagrar data. En företeelse *Bilväg* med attributet *Hastighet* kan utnyttjas av en transportanläggning alternativt att anläggningen själv lagrar *Vägtyp* och *Hastighet* som attribut. Kravet blir att på något sätt kunna representera transportanläggningar.

Hierarkiska krav

De generella behoven leder även till krav på att vissa företeelser måste vara relaterade till varandra. De hierarkiska kraven beskriver hur företeelserna måste *associera* till varandra. De flesta associationerna är väldigt naturliga som att en *stad* består av *mark*. Staden visar också att det krävs att en företeelse måste kunna associeras av flera olika företeelser. Den hierarkiska uppdelningen är ingen absolut nödvändighet, i fallet med staden går det att räkna ut vilka fastigheter som ligger innanför stadsgränsen med en spatial jämförelse av de båda företeelsernas koordinater. Detta faktum bortses från eftersom det är uträkningsmässigt fördelaktigt att ha associationen lagrad som en relation jämfört med att behöva räkna ut den. Kravet blir att de hierarkiska kraven i bilaga 2 måste vara uppfyllda.

Det kommer även krav från definitionen av GIS. Av kraven har de för tematisk och geometrisk representation samt företeelsernas hierarkiska struktur redan framförts och specificerats. Det krävs även att topologin går att modellera, att företeelsernas utseende representeras samt att de är möjliga att representera i olika detaljnivåer.

9.2 Befintliga modeller

Någon komplett sammanställning av alla informationsmodeller som kan tänkas användas inom fastighetsförvaltning är inte gjord. Interoperabiliteten mellan olika system är en viktig egenskap för ett 3D-GIS. För att detta skall kunna uppnås krävs att data är lagrade i en standardiserad informationsmodell och de modeller som presenteras i kap. 7 är de som semantiskt beskriver tredimensionella miljöer och som är helt eller delvis upptagna som standarder av ISO. Övriga modeller som faller innanför denna kategorisering har inte ansetts relevanta för användning inom fastighetsförvaltning.

Hur modelleras en företeelse

Representationen av företeelser skiljer sig åt mellan *CityGML* och IFC. Båda modellerna beror på de modelleringsspråk som används för att definiera dem och terminologin inom modellerna kommer från dessa språk. Inom *CityGML* motsvaras en företeelse av ett objekt. Alla objekt har således en geometri och en geografisk position. Nästan alla objekt har även ett typattribut där företeelsen specificeras. Detta medför att alla specificerade företeelser innehåller samma attribut, relationer m.m. och skiljs endast åt genom den semantiska beskrivningen. IFC använder entiteter för att representera företeelser. Den geografiska referensen sparas separat men går inte att koppla till alla entiteter.

Utvecklingsmöjligheter

Viktigt att poängtera är att det är modellerna i dess befintliga form som undersöks här. Både *CityGML* och IFC innehåller möjligheter att definiera egna företeelser och lägga till egna attribut och för den enskilde användaren finns möjlighet att anpassa modellerna så att de passar de enskilda behoven. En modifiering av modellerna leder dock till att den semantiska beskrivningen blir skiftande mellan olika system och därmed att interoperabiliteten minskar. Eftersom interoperabiliteten är en av de största fördelarna med att använda standardiserade modeller så kommer vi inte att närmare undersöka hur IFC och *CityGML* kan modifieras.

9.3 Uppfyllnad av krav hos informationsmodeller

Under genomgången av möjligheterna att samla data läggs fokus på om de företeelserna finns representerade i modellerna. Möjligheten att koppla attribut till de olika enheterna diskuteras separat i slutet av avsnittet.

9.3.1 Samlande och strukturering

Utomhusmiljön

Behovet av att representera företeelser i utomhusmiljön finns framför allt för att kategorisera markområden. *Landet*, *kommunen* och *staden* är alla i grunden tvådimensionella indelningar av markytan. Dessa gränser har alltid ansetts i två dimensioner liksom tidigare även varit fallet med fastigheter. Införandet av 3D-fastigheter visar på att det kan finnas fördelar med en tredimensionell indelning.

Företeelserna *Land* och *Kommun* finns varken i *CityGML* eller IFC. De data som behöver kopplas till dessa enheter i form av attribut går alla lätt att få tag i från andra källor och det kan inte ses som någon stor nackdel att dessa företeelser inte finns. *Stad* är i samma situation med den

skillnaden att den finns representerad i *CityGML*. *Stad* har ingen geometri inom *CityGML* utan fungerar som ett samlande objekt.

De data som måste finnas kopplad till företeelsen *Fastighet* innefattar data som normalt hanteras av en fastighetsförvaltare och det finns ett stort behov av att representera fastigheten som en företeelse. Varken IFC eller *CityGML* har en tillräcklig beskrivning av fastigheten som företeelse. IFC:s enda utomhusentitet *Site* har inga attribut där fastighetsinformation kan lagras. Med *CityGML* finns större möjligheter, med *LandUse*-modulen går det att geografiskt representera önskade markområden. Den semantiska beskrivningen begränsas här av ordlistorna som är kopplade till attributen i *LandUse*. Genom att utöka ordlistorna är det möjligt att representera olika fastigheter, men vad som skulle behövas är fastigheten som en egen klass för att kunna koppla attribut till den. Ett extra incitament till detta är utvecklandet av 3D-fastigheter där det inte räcker med att definiera fastigheter utifrån en yta. Marken i sig kan representeras i båda modellerna med ovan nämnda *LandUse* och *Site*. *CityGML* har även *reliefobjekt* som endast representerar marken utan någon vidare semantisk beskrivning.

Kraven täcker även en del tredimensionella företeelser i form av *Objekt* och *Del av objekt på mark*. *CityGML* beskriver *Objekt på mark* via *Vegetation* och *CityFurniture*-modulerna. Inom IFC finns ingen entitet som motsvarar *Objekt på mark* men däremot går det att koppla vilka entiteter som helst till *Site*-entiteten och därmed implicit representera dem som *Objekt på mark*.

Inomhusmiljön

Kraven på att kunna representera företeelser i inomhusmiljön sträcker sig från byggnaden i sig ner till delar av byggnadsdetaljer. *CityGML* har klasser som motsvarar *Byggnad*, *Rum* och *Byggnadsdetalj*. Något motsvarande *Lägenhet* eller *Del av rum/byggnadsdetalj* finns inte. Byggnadsdetaljerna beskrivs av tre olika klasser invändiga och utvändiga detaljer samt inredning.

IFC har en mer omfattande beskrivning av inomhusmiljön. Av de företeelser som har listats finns *Byggnad*, *Rum*, *Del av rum*, *Byggnadsdetalj* och *Del av byggnadsdetalj* som egna entiteter. Däremot saknas möjlighet att representera *Lägenhet*. Även inom IFC är byggnadsdetaljer uppdelade mellan två olika företeelser: *ifcBuildingElement* och *ifcFurnitureElement*.

Omfattning av attribut

Möjligheten att koppla egna attribut till en företeelse finns både i *CityGML* och IFC och det är även möjligt att referera till dokument eller liknande i andra informationssystem i båda modellerna. IFC erbjuder störst flexibilitet och har 15 entiteter för olika referenser till externa dokument, det går t.ex. att ange formatet på ett dokument som refereras till. Alla attribut är alltså möjliga att koppla till företeelserna antingen genom att de sparas direkt i modellen eller genom en referens. Att lägga till egna attribut minskar interoperabiliteten hos lagrade data och är en stor nackdel för modellerna.

En detaljerad beskrivning av alla attribut är ett omfattande arbete och samtidigt irrelevant på grund av att sammanställningen av informationsbehov inte är komplett. En jämförelse görs utifrån en företeelse som finns i båda modellerna, byggnaden. Byggnadsklassen i *CityGML* har ett attribut (byggnadsår) av de som har framkommit vid undersökningen av informationsbehoven, dessutom finns tio andra attribut. IFC:s byggnadsentitet innehåller tre attribut plus fyra p-set med sammanlagt 35 extra attribut, av dessa är det bara byggår och byggnadsstil som motsvaras i listan. Ingen av formatens attribut passar de attribut som har framkommit i vår studie speciellt väl i fallet med byggnaden. För att sätta mängden attribut i de olika formaten i relation till varandra finns det i IFC 315 P-set medan *CityGML* har 38 externa ordlistor fördelade på 18 entiteter. Både objekten i *CityGML* och entiteterna i IFC har dessutom extra attribut. Attributen är aldrig fler än fyra per objekt i *CityGML* och sammantaget har IFC fler attribut per företeelse.

9.3.2 Bearbetning, analys och visualisering

Utomhusmiljön

Den juridiska uppdelningen motsvaras av beskrivningen av fastigheter i avsnittet ovan. Detsamma gäller för planbestämmelser med den enda skillnaden att ordlistorna till *LandUse*-klassen specificerar markens användningsområden och därmed kan majoriteten av planerna semantiskt beskrivas i *CityGML* med hjälp av attribut. Någon företeelse som motsvarar schakt- och fyllnadsmassor finns inte i någon av modellerna, det går dessutom endast att koppla ytor som geometrisk beskrivning av Markföreteelserna. Transportanläggningar beskrivs grundligt av *CityGML* med *Transportation*-modulen.

Under *Objekt på mark* tillkommer krav på många nya företeelser, situationsplanen kräver att alla större företeelser kan representeras. Sättet att representera *Objekt på mark* i *CityGML* är lite "konstgjort" och de enda företeelser som går att modellera är de som även är vanliga inomhus som el- och VVS-ledningar. Företeelserna som kan modelleras inom *CityGML* beskrivs genom attribut. Ordlistorna som definerar attributen är omfattande när det gäller vegetationen

men mer bristfälliga när det gäller tillverkade företeelser. Att enbart representera företeelser som attribut kan räcka för att skapa en situationsplan, då det handlar om att få en översiktlig bild och inga ytterliggare data om företeelserna, men *CityGML*:s struktur räcker inte till för att spara företeelsespecifika data.

Inomhusmiljön

Specialiseringarna av lägenheter är inte möjlig då ingen av modellerna innehåller *Lägenhet* som en företeelse. Vissa av kraven på specialisering av fastigheter bygger på att olika delar av en byggnad skall kunna kategoriseras. Denna information kan istället lagras i den mer detaljerade uppdelningen rum.

Kraven på att modellera olika byggnadsdetaljer är omfattande och det område där den semantiska beskrivningen måste vara mest detaljerad. *CityGML* har klasser för fönster, dörr och vägg samt attribut kopplade till de olika klasserna för byggnadsdetaljerna. Ordlistan för inredning och yttre byggnadsdetaljer är relativt omfattande medan den för invändiga byggnadsdetaljer är bristfällig, t.ex. representeras alla värme och luftkonditioneringsföremål av ett alternativ i ordlistan. Även om de flesta objekt kan beskrivas utifrån de externa ordlistorna är det bara tre av företeelserna som finns representerade som klasser i *CityGML*.

Antalet företeelser inom IFC som beskriver olika byggnadsdetaljer är omfattande. El-komponenter beskrivs i en egen domän med 43 olika entiteter. Även VVS-komponenterna och larmanordningar täcks bra av *HVAC*- och *Plumbing FireProtection*-domänerna. Dessa tre områden liksom *byggnadselement*, *prefabricerade delar* och *konstruktionskomponenter* är alla breda områden och en djupare undersökning av entiterna blir för detaljerad i förhållande till de utformade kraven. Istället konstateras att det finns ett antal entiteter för varje område och att det kan anses att IFC uppfyller kraven. Det kan dock ej uteslutas att viktiga företeelser saknas. Av de mer konkreta företeelseerna saknas hiss, skylt och terrass som företeelser men vägg och markiser finns. En fasad går att specificera genom attribut.

Geometri och topologi

Båda modellerna har en geometrisk representation som är separerad från den tematiska. *CityGML* kan endast representera geometri genom B-rep medan IFC även klarar av CSG samt böjda kurvor (eng. *splines*). Att explicit lagra topologi mellan geometrier är ett frivilligt inslag i båda modellerna. *CityGML*:s representering av topologi med hjälp av XLink kan leda till problem vid topologiska uträkningar eftersom det inte går att "vandra" mellan sammansatta geometrier.

Hierarki

Den hierarkiska uppbyggnaden av modellerna lagrar topologiska relationer mellan företeelserna. *CityGML*:s struktur är relativt platt, de elva olika modulerna har ingen inbördes relation, vilket passar dåligt för strukturen hos en fastighet. Fastigheten består av *Mark*, *Byggnad* och *Objekt på mark* m.m. och för att införa fastighetsbegreppet inom *CityGML* skulle alla de uppräknade företeelserna behöva ingå i samma modul. Ett alternativ är att fastighetsbegreppet finns med i *core*-modulen men då måste alla företeelser delas in efter fastigheter vilket inte är lämpligt för *CityGML*:s breda målgrupp. IFC:s struktur är inte lika statisk utan de olika relationsentiteterna kan koppla ihop företeelser relativt godtyckligt. Flexibiliteten gör att applikationer inte kan lita på att data finns lagrade. Om t.ex. vad som finns i ett rum skall listas, kan vissa företeelser missas om rumsentiteten används som utgångspunkt. Detta kan sättas i kontrast till *CityGML* där innehållet i ett rum måste vara kopplat till ett rumsobjekt.

GIS-krav

Kravet på att utseende skall kunna modelleras stöds av både *CityGML* och IFC. En noggrannare beskrivning av möjligheterna att lagra utseendedata kommer inte att genomföras inom ramen för denna studie. *CityGML* är direkt översättbar till presentationsmodeller som t.ex. X3D (Kolbe, 2007b, s. 30).

9.3.3 Egenskaper utanför kraven

Kravpresentationen ovan utgår från att de data som lagras skall utgöra geodata. IFC innehåller en mängd entiteter som faller utanför geodata-begreppet men som kan vara användbart för en fastighetsförvaltare, speciellt märks entiteterna inom *facility management*-domänen.

CityGML är utformat för att vara en bred modell och av denna anledning finns det inga intentioner av utvecklarna att utöka den semantiska beskrivningen ner på detaljnivå då de semantiska beskrivningarna kan skilja sig mellan olika branscher (Kolbe, 2007b, s. 10).

9.4 Överblick

Utifrån jämförelserna mellan informationsmodellerna och kraven på desamma kommer följande sammanfattning i tabell 9.1. Färgläggningen av tabellen är gjord som en extra angivelse för hur väl kraven uppfylls, grön betyder att kraven är uppfyllda eller att endast små skillnader finns, gul står för att företeelsen finns men i ett otillfredsställande format eller att en liten del av en mängd företeelser finns, röd innebär att kraven inte uppfylls alls. De rutor som har lämnats vita är sådana det inte finns några krav på, där finns ändå beskrivet vilka företeelser modellerna innehåller eftersom sammanställningen inte är komplett och krav kan tänkas förekomma hos enskilda användare.

Varje nivå är uppdelad i *Företeelser* och *Specialisering*. *Företeelser* syftar till om den specifika nivån finns som företeelse i modellen. *Specialisering* är en utökning av *Företeelser* och är analog med relationen specialisering som används i UML (se 4.2). Som illustrerande exempel tas *Objekt på mark* där specialiseringar t.ex. är falggstång och staket. Dessa är i sig företeelser och ärver *Objekt på marks* egenskaper samtidigt som de har egna.

Tabell 9.1. Sammanställning av modellernas uppfyllande av kraven på företeelser.

	CityGML		IFC	
	Företeelser	Specialisering	Företeelser	Specialisering
Land	Behövs ej	Behövs ej	Behövs ej	Behövs ej
Kommun	Finns ej	Finns ej	Finns ej	Finns ej
Stad	Finns	Finns ej	Finns ej	Finns ej
Fastighet/Samfällighet	Finns ej	Finns ej	Finns ej	Finns ej
Mark	Finns	Transportanlägg.	Finns som attribut	Finns ej
Objekt på mark	Finns	Ordlista	Finns som attribut	Inomhusförete.
Del av objekt på mark	Finns ej	Finns ej	Finns ej	Finns ej
Byggnad	Finns	Ordlista	Finns	Finns som attribut
Lägenhet	Finns ej	Finns ej	Finns ej	Finns ej
Rum	Finns	Ordlista	Finns	Finns som attribut
Del av rum	Finns ej	Finns ej	Finns	Finns
Byggnadsdetalj	Finns	Fönster, dörr och vägg	Finns	Majoriteten finns
Del av byggnadsdetalj	Finns ej	Finns ej	Finns	Majoriteten finns

Av sammanställningen framgår *CityGML*:s semantiska bredd och detaljbrist samt hur *IFC* omfattar det mesta som rör byggnader men inget utanför det. Tillsammans fyller de upp en stor del av kraven men de centrala bergreppen *Fastighet* och *Lägenhet* saknas i båda modellerna och även möjligheten att semantiskt beskriva *delar av objekt på mark*.

I tabell 9.2 beskrivs de övriga egenskaperna hos *CityGML* och *IFC*. Dessa egenskaper har inte blivit graderade med färger, detta beror på att förekomsten av vissa egenskaper inte är uteslutande positiva eller negativa. Den geometriska representationen kan anses vara bättre i *IFC* eftersom den innehåller fler alternativ, samtidigt som det kan argumenteras till fördel för *CityGML* att den gör det lättare att implementera applikationer som endast behöver kunna hantera en geometrisk representation.

Tabell 9.2. Sammanställning av modellernas övriga egenskaper.

	CityGML	IFC
Geometri	B-rep	Valfritt B-rep eller CSG
Topologi	frivillig, enkelriktad	frivillig, navigeringsbar
Hierarki	Fast, platt struktur	Flexibel struktur
Utseende	Finns	Finns
Detaljnivåer	5 nivåer	Saknas
Attribut	Få och bristfälliga	Många men bristfälliga

10 Nyttor av 3D GIS inom fastighetsförvaltning

Kapitlet svarar på undersökningens tredje fråga vilket innebär att nyttorna av att använda 3D-GIS vid fastighetsförvaltning presenteras. Nyttorna för varje arbetsuppgift framställs och sammanfattas i slutet av kapitlet.

Utifrån de arbetsuppgifter och informationsmodellernas möjligheter att lagra informationen som behövs för att utföra dessa uppgifter kan nu nyttorna av att använda 3D-GIS vid fastighetsförvaltning identifieras. Tanken är här att jämföra behovet av information med möjligheterna att lagra informationen. Där det är möjligt att lagra den nödvändiga informationen uppstår en nytta med att använda 3D-GIS vid fastighetsförvaltning. I detta läge görs ingen åtskillnad mellan vilken av informationsmodellerna informationen kan lagras i, med 3D-GIS nedan syftas således på ett system som utnyttjar bägge modellerna som förutsätts vara helt och hållet kompatibla. Det är inte i denna undersökning möjligt att sätta exakta siffror på nyttan eftersom den varierar beroende på organisation och situation. Det är helt enkelt upp till den enskilde fastighetsförvaltaren att bedöma storleken på den specifika nyttan.

Nyttorna i detta kapitel syftar ej på vad en fastighetsförvaltare skulle kunna ha nytta av utan vilka nyttor de system som går att skapa idag skulle medföra. En avsaknad av nytta är alltså ett behov från en fastighetsförvaltare som modellerna inte klarar av att uppfylla. Återigen görs här en uppdelning på strategisk och operativ fastighetsförvaltning, för att göra framställningen mer lättöverskådlig.

10.1 *Strategisk fastighetsförvaltning*

Värdering

En värdering inleds med att nödvändig information samlas in. En del av den nödvändiga informationen kan kopplas som attribut direkt till företeelser. För den information som inte kan utgöra attribut kan referenser till de aktuella dokumenten lagras i 3D-GIS:et. För just datainsamlingen uppstår alltså en nytta. Framför allt består denna nytta av att 3D-GIS:et fungerar som ett elektroniskt arkiv. Det faktum att det är ett elektroniskt arkiv innebär att datainsamlingen snabbas upp jämfört med ett manuellt letande i pärmar och informationsförfrågningar till myndigheter.

När värderaren ska göra sin marknadsanalys uppstår problem med möjligheten att lagra information i ett 3D-GIS. Framför allt saknas möjligheten att koppla attribut till *Fastigheten* och *Lägenheten*. Exempel på viktig information som inte går att lagra är för fastigheten inteckningar

och för lägenheten hyresnivå, speciellt för lokaler. Även om det är möjligt att koppla hyresnivån till en hel byggnad ger detta inte en riktig bild; något som blir tydligt när hyresnivån för en byggnad med butiker i bottenplan och kontor på de övre planen. En värderare som ska bedöma marknadshyran för butiker i ett område kan då inte använda sig av totalhyran för denna byggnad eftersom det då också innefattar hyran för kontor.

Det uppstår nyttor när det gäller vissa delar av marknadsanalysen, närmare bestämt omvärlds- och ortsanalysen. Ett exempel är att det är möjligt att enkelt få tillgång till befolkningsstatistik inom ett område värderaren väljer, till exempel en stad. I det fallet kan antal folkbokförda i varje byggnad, samt deras ålder snabbt och enkelt sammanställas. Vid marknadsanalyser uppstår alltså vissa nyttor, men det finns även brister i att använda 3D-GIS.

Även vid besiktningen finns det både nyttor och brister. Nyttorna kommer från bland annat möjligheten att lagra drift- och underhållskostnader för byggnader. Ytterligare ett exempel på en nytta är att det går att lagra byggnadsdetaljer som egna företeelser och därmed ge dem attribut. Det går då alltså att lagra noggranna uppgifter om byggnadens skick. Bristerna här hänför sig framför allt till avsaknaden av en lägenhetsföreteelse. Det blir då svårt att bedöma huruvida värderingsobjektets hyra avviker från marknadshyran i området enligt samma resonemang som för marknadsanalysen, eller om det är kort återstående tid på hyreskontrakten.

När värderaren sedan ska göra sina beräkningar är det möjligt att 3D-GIS tillför en nytta. Det är möjligt att lagra den information som behövs eftersom informationen hänför sig till byggnader. Den huvudsakliga bristen uppstår vid bedömning av belåning. Detta eftersom det oftast är fastigheten som belånas, inte enskilda byggnader. Det går således inte att göra tillfredsställande beräkningar på en byggnads värde om den inte är enda byggnaden på en fastighet. För att 3D-GIS:et ska innebära en nytta vid själva värderingsberäkningarna måste alltså hela fastigheten värderas som en enhet.

Sista steget i värderingen är att kompensera för avvikelser mellan värderingsobjektet och jämförelseobjekten. Även här finns det viss nytta, framför allt i och med arkivfunktionen som gör informationen lättåtkomlig för värderaren. Bristerna här är samma som vid marknadsanalysen, det vill säga att det saknas möjlighet att koppla attribut till fastigheter och lägenheter.

Äga själv eller hyra?

Beslutet huruvida en organisation ska köpa en fastighet eller hyra en lägenhet när mer yta behövs kräver i det inledande skedet övergripande information. Det gäller att känna till den långsiktiga planeringen för organisationen samt tillgången till kapital. Denna information tillhör själva fastighetsföretaget, som inte har någon position och därför inte är geodata. Det är möjligt att lagra företagsspecifik information i en egen databas som sedan kommunicerar med databasen med geodata. Hur detta görs i detalj faller dock utanför undersökningen; det räcker med att här konstatera att informationen går att lagra och använda.

De annuitetsberäkningar som genomförs för att identifiera det ekonomiskt mest lönsamma alternativet kräver information knuten till fastigheten vid köp och till lägenheten vid hyra. Här räcker alltså inte informationsmodellerna till och ingen nytta uppstår.

De spatiala analyserna kräver information som kan knytas till byggnaden, vilket innebär att den nödvändiga informationen kan lagras i ett 3D-GIS.

Vad ska byggas nytt/om/till?

I det här fallet görs två beräkningar: kapitalvärdekvoten och en cash-flowanalys. Kapitalvärdekvoten kan beräknas utifrån information som lagras i en *Byggnadsföreteelse*. Precis som vid värderingen ovan uppstår ett problem vid cash-flowanalysen när det gäller belåningen. Det är också viktigt att känna till företagets tillgång till kapital, information som lagras i en separat databas.

Kalkylräntan i cash-flowanalysen kommer bland annat från graden av verksamhets- eller marknadsanpassning. Graden av verksamhetsanpassning kan lagras i *Byggnads-, Rums-, Byggnadsdetaljs-, Del av rums-* eller *Del av byggnadsdetaljsföreteelserna*. Här uppstår alltså en nytta. Marknadsanpassningen bör lagras i en *Lägenhetsföreteelse* och det uppstår sålunda ingen nytta. Själva mätningen av marknadsanpassningen görs på grundval av en marknadsanalys, vilket är förknippat med både nyttor och brister, som presenterats ovan.

Hur nyttan med att använda ett 3D-GIS uppstår i praktiken kan förklaras enligt följande. En mer realistisk uppfattning om graden av verksamhets- eller marknadsanpassning ger ett bättre underlag för att bedöma risken i en investering, och därmed ett lägre räntekrav eftersom räntekravet innehåller en riskpremie där en del av premien avspeglar risken att kalkylen är fel (Geltner et al., 2007, s. 249). När kalkylen baseras på ett bättre beslutsunderlag minskar risken för att den är fel och därmed minskar också räntekravet vilket i sin tur ger ett högre nuvärde av en investering. Enbart genom att i sina kalkyler kunna använda en bättre beskrivning av verkligheten kan alltså resultatet av kalkylen förbättras. Själva utfallet av investeringen

förändras dock inte, men organisationen tillåts att operera med mindre säkerhetsmarginaler eftersom den har en bättre uppfattning om hur verkligheten ser ut. En jämförelse kan göras med en parkerad bil som backar ut där föraren har tillgång till en kamera som exakt visar avståndet till bakomvarande bil. Denna förare kan då, som regel, backa närmare bilen bakom än en förare som endast har backspeglarna att titta i. Verkligheten (avståndet till bilen bakom) förändras inte beroende på vilken information föraren har tillgång till, men däremot ändras hur nära föraren vågar backa den andra bilen. Bättre information gör alltså att säkerhetsmarginalen kan minskas utan att resultatet påverkas negativt.

Tidigare presenterades också hur BIM har minskat projekteringskostnaden för ett skyskrapoprojekt i Hong Kong (Eastman et al., 2008, s. 418-430). Genom att använda BIM vid den övervägda ny-, om- eller tillbyggnaden kan en organisation alltså minska kostnaden för grundinvesteringen vilket ger en mer lönsam investering. Den ökade lönsamheten visar sig i kapitalvärdekvoten där hänsyn måste tas till byggkostnaden.

Utveckla eller sälja?

Det är inte möjligt att entydigt konstatera att det uppstår en nytta av att använda 3D-GIS vid beslut om en fastighet behöver utvecklas eller säljas. Det är fullt möjligt att fatta beslutet med information som kan lagras i ett 3D-GIS som beslutsunderlag. Dock är det möjligt att även raka motsatsen gäller. Det beror på i vilken situation beslutet fattas. Nyckeltalen som utlöser en undersökning kan beskriva skilda faktorer, till exempel driftnetto per kvadratmeter (som går att lagra) eller elförbrukning för en viss lägenhet (som inte går att lagra). Samma tvetydighet gällande nyttan uppstår även om verksamhets- eller marknadsanpassning, beroende på att verksamhetsanpassningsinformation är möjligt att lagra, medan marknadsanpassningsinformation inte nödvändigtvis är det. Det är tänkbart att mäta graden av marknadsanpassning för varje rum för sig, eller för en byggnad som helhet, men det är också lika tänkbart att denna information lagras för varje lägenhet.

I nästa steg görs en undersökning av vilka utvecklingsmöjligheter som är aktuella att genomföra. I de flesta fall bör informationen för denna undersökning vara möjlig att lagra, eftersom sådana åtgärder som kräver lägenhets- eller fastighetspecifik information oftast behandlas som en ombyggnad. Här kan det alltså sägas uppstå en nytta.

Prioritering av underhåll

Vid det här beslutet uppstår ett antal nyttor med att använda 3D-GIS. Den analys som krävs för att mäta graden av marknadsanpassning kan inte göras helt och hållet med information från ett 3D-GIS, men graden av marknadsanpassning kan lagras i informationsmodellerna. I övrigt kan all nödvändig information lagras i 3D-GIS:et. De företeelser som behövs är *Byggnad*,

Byggnadsdetalj, Del av byggnadsdetalj, Rum samt *Del av rum*. Även företagsspecifik information behövs, vilket inte utgör något problem enligt resonemanget ovan.

Lokaleffektivitet

För att en organisation ska utnyttja sina lokaler mer effektivt kan en lokalrevision följt av en bedömning av lokalbehovet göras. I lokalrevisionen samlas information in som kan lagras i huvudsak i *Rumsföreteelsen*. Av främst praktiska skäl kan även *Byggnadsföreteelsen* komma till användning för att lagra information. Det gäller då drift- och underhållskostnader som ibland inte kan mätas per lägenhet.

Det framtida lokalbehovet bedöms utifrån en långsiktig verksamhetsplanering för egenutnyttjaren och en marknadsanalys för kapitalplaceringen och byggaren. Verksamhetsplanering kan lagras i en separat databas medan marknadsanalysen endast till viss del underlättas av att använda 3D-GIS.

Beställarrollen

En beställning kan omfatta egentligen vad som helst. Det är därför omöjligt att säga något generellt om nyttorna vid den här aspekten av strategisk fastighetsförvaltning. Det bör dock uppstå nyttor vid merparten av beställningarna, till exempel när fasadrenovering eller injustering av fjärrvärmesystem ska beställas.

10.2 Operativ fastighetsförvaltning

Exemplen MKB & Kungsleden

Arbetsuppgifterna för fastighetsförvaltarna på *Kungsleden* och MKB är till viss del identiska, i den meningen att bägge har totalt operativt ansvar för sina fastigheter. MKB:s förvaltare har vissa ytterligare ansvarsuppgifter jämfört med *Kungsledens*. Den gemensamma uppgiften är det totala operativa ansvaret. Som ovan nämnts krävs för detta information om mycket skiftande saker längs hela spektrat av företeelser. Det innebär att nyttor kommer att uppstå, men också brister i och med att företeelser för *Lägenhet* och *Fastighet* saknas. Framför allt lägenhetsknuten information är central för fastighetsförvaltaren att kunna lagra, till exempel hyresvillkor.

På MKB (och troligen också på *Kungsleden*) är det fastighetsförvaltarens uppgift att upprätta underhållsplaner. För detta behövs information som kan lagras i företeelserna *Byggnad*, *Byggnadsdetalj*, *Del av byggnadsdetalj*, *Rum* samt *Del av rum*. Vid upprättandet av underhållsplaner behövs även prisnivåer på åtgärder. Dessa utgör inte geodata men kan

hanteras på samma sätt som information rörande fastighetsföretaget i stort, det vill säga i en separat databas. För upprättandet av underhållsplaner är nyttorna med 3D-GIS alltså stora.

De två återstående uppgifterna för MKB:s fastighetsförvaltare, underhållsansvaret och att göra upphandlingar, utförs, som nämnts ovan, på samma sätt vid operativ och strategisk förvaltning och det krävs därför samma information och samma nyttor uppstår.

Exemplet JM

En fastighetsförvaltare hos JM har ansvaret för att hyra ut bostäder till privatpersoner. Information som då behövs knyts bland annat till företeelsen *Lägenhet*. Det gäller då sådant som till exempel hyresnivå. Eftersom det inte är möjligt att ha lägenheten som en egen företeelse med attribut i 3D-GIS uppstår här ingen nytta. Det finns dock andra aspekter av denna arbetsuppgift där 3D-GIS innebär en nytta. Ett exempel är planlösningar. I och med att det går att ha enskilda rum som en egen företeelse är det möjligt att utforma en applikation som kan kombinera utvalda rum och skapa en planlösning över valfritt område. Det är således möjligt att skapa planlösningar utan att ha lägenheten som en egen företeelse. Information om standard och skick på lägenheten är också möjlig att lagra och då uppstår nyttor.

Vidare arbetsuppgifter är att fastighetsförvaltaren ska arbeta med hyresgästanpassningar, vilket kräver samma information som vid beslut om ny-, om- och tillbyggnad. En fastighetsförvaltare hos JM måste också känna till samhällets krav på sina fastigheter och ansvara för att dessa uppfylls. Sådan information är möjlig att lagra i informationsmodellerna, i företeelserna *Rum*, *Del av rum*, *Byggnadsdetalj* samt *Del av byggnadsdetalj*. Här kommer det alltså att uppstå nyttor.

Den sista arbetsuppgiften för en fastighetsförvaltare hos JM är att uppnå företagets budget- och resultatmål för tilldelade fastigheter. Det kan här bli svårt att hantera inkomster eftersom dessa härstammar från lägenheter, medan utgifterna både kan sorteras under hela byggnaden och under enskilda lägenheter (beroende t.ex. på hur mediaförbrukningen mäts). Det går dock att komma runt detta problem genom att hänföra alla betalningsströmmar till hela byggnaden, det vill säga att ignorera var inkomsten/utgiften uppstår. Ett tänkbart scenario är då att ett 3D-GIS matas med en miniminivå på driftnettot för en byggnad. I takt med att driftsfakturor betalas registreras dessa automatiskt i 3D-GIS:et och när driftnettot då förändras varnar 3D-GIS:et när driftnettot understiger miniminivån. Analogt sker naturligtvis för hyresinbetalningar. Principen går även att tillämpa på betalningsnettot. En nödvändighet är att uppdateringen ska ske automatiskt, det vill säga att när fakturan bokförs i ekonomistyrningssystemet matas samtidigt informationen in i 3D-GIS:et. För just den här arbetsuppgiften uppstår alltså nyttor.

10.3 *Sammanställning av nyttorna*

Nyttorna med att använda 3D-GIS vid fastighetsförvaltning kommer till största delen från två källor. Den första är att 3D-GIS:et fungerar som ett elektroniskt arkiv, det vill säga att mycket nödvändig information samlas på ett och samma ställe och görs lättåtkomligt. Nyttan består då av en tidsvinst i och med att fastighetsförvaltaren slipper leta efter dokument och ritningar i olika arkiv som ligger på olika platser. En tidsvinst för fastighetsförvaltaren innebär i förlängningen en pengabesparing för fastighetsföretaget.

Det faktum att informationen kan samlas i ett 3D-GIS innebär inte med automatik att det är möjligt att genomföra analyser på informationen, men det kan generellt sett sägas vara möjligt att utveckla applikationer för alla sorters analyser.

Den andra stora nyttokällan vid fastighetsförvaltning är möjligheten att lagra information rörande *byggnader, rum, del av rum, byggnadsdetaljer* samt *del av byggnadsdetaljer*. Detta är av särskild nytta när det gäller att bedöma standard, skick och underhållsbehov hos fastighetsföretagets byggnader. Nyttan kommer från att erhålla en bättre kontroll över byggnaderna. På så sätt kan bättre prioriteringar göras när det gäller underhållet och pengarna som avsätts kan vara mer exakt beräknade. Företaget kan alltså arbeta med mindre säkerhetsmarginaler i sin underhållsfondering, vilket innebär att mer kapital frigörs utan att underhållet blir försämrat. Det är också möjligt att skapa ett bättre beställningsunderlag vid olika sorters beställningar. Detta leder till bättre, mer exakta anbud, och är något som önskas av beställande fastighetsföretag.

11 Slutsatser

Kapitlet innehåller de slutsatser undersökningen har lett till. På slutet diskuteras även vilka alternativa ansatser som kunde gjorts samt vilka fortsatta undersökningar som kan göras.

Undersökningen kombinerar två åtskilda och i sig själva breda områden. En del av utmaningen med att sammanföra områdena har varit att använda ett språkbruk som är förståeligt för specialister inom respektive område, detta underlättas inte av de vaga definitioner vissa begrepp omges av. Undersökningen utfördes med syftet att studera dagens förutsättningar att använda 3D-GIS vid fastighetsförvaltning. Dels undersöktes vilka standardiserade informationsmodeller som kan användas, dels vilka nyttor användandet av dessa informationsmodeller skulle medföra för fastighetsförvaltaren.

Fastighetsförvaltning är ett hantverk och det finns sålunda inget allmänt vedertaget "rätt" sätt att bedriva verksamheten. Det är därför omöjligt att identifiera ett allmängiltigt informationsbehov för fastighetsförvaltning. Utifrån de förutsättningarna bör denna undersökning ses som en förstudie, en plattform att utgå från vid djupare studier och försök till utveckling av både informationsmodeller och applikationer. Syftet med undersökningen får därför anses vara uppfyllt.

11.1 Valet av informationsmodell

Förutsättningarna för att skapa ett 3D-GIS avgörs av tillgången till en lämplig informationsmodell. De standardiserade informationsmodeller som finns tillgängliga idag är inte anpassade för användning vid fastighetsförvaltning. Behovet av information gäller både inomhus- och utomhusmiljöer. Presentationsmodeller (t.ex KML och COLLADA) beskriver båda dessa miljöer i tre dimensioner men saknar den semantiska detaljrikedom som behövs inom fastighetsförvaltning. De semantiskt rika modellerna IFC och CityGML som är specialiserade på var sin av miljöerna saknar den semantiska bredden som behövs. Var för sig täcker IFC och CityGML upp delar av de informationsbehov som finns men det saknas möjlighet att modellera två för fastighetsförvaltning centrala företeelser: *Fastigheter* och *Lägenheter*. Eftersom de befintliga modellerna inte är utvecklade för fastighetsförvaltning är det orimligt att tänka sig en total överensstämmelse med behoven, avgörande blir istället om modellerna uppfyller vissa specifika uppgifter.

För att kunna koppla data till olika företeelser krävs semantiska modeller och IFC och CityGML är de modeller som kan användas inom fastighetsförvaltning. Skillnaden i den semantiska

beskrivningen mellan dessa modeller visar på ett dilemma vid utvecklandet av informationsmodeller. Behoven av semantisk beskrivning skiljer sig åt mellan olika branscher och mellan olika företag inom en bransch. Den ultimata modellen för ett företag blir bristfällig för en annan och ur det perspektivet bör varje företag använda sin egen modell. Det är samtidigt förknippat med stora fördelar att hela branschen använder samma informationsmodell eftersom kommunikation mellan olika aktörer då underlättas. Fördelarna syns tydligt inom fastighetsförvaltning där databehovet är brett vid olika analyser och när fastigheter byter ägare. För detta behov krävs en modell som kan fungera som språngbräda mellan de olika systemen. Dilemmat är alltså att modellen måste vara både detaljerad och allmän. Detta dilemma kommer från denna undersöknings samhällsekonomiska synvinkel där en standardiserad modell är att föredra. Bilden kan bli en annan om valet av modell ses ur ett enskilt företags perspektiv. Privata företag kan mycket väl tänkas utveckla sina egna informationsmodeller och sedan använda dessa som konkurrensfördelar gentemot andra företag. En sådan situation råder gällande konstruktionsritningar, där företaget *Autodesk* har utvecklat den allmänt rådande informationsmodellen och i princip har monopol på marknaden.

Valet av modell grundar sig till viss del på ett företags vilja att bidra till etableringen av en oberoende standard. Den avgörande frågan är dock om modellen har tillräckliga kvaliteter för att uppfylla behoven. Av de modeller som undersökts har IFC de absolut största fördelarna för en fastighetsförvaltare eftersom den är så gott som heltäckande när det gäller data om byggnaden, behovet av att kunna representera lägenheter kan uppfyllas genom en utveckling av modellen. En förutsättning för att kunna använda IFC är att lagringsformatet används av arkitekter och konstruktörer under uppförandet av en byggnad och för fastighetsförvaltaren krävs ett närmare samarbete med dessa för att kunna dra nytta av fördelarna. *CityGML* kan i dagsläget mestadels användas för visualisering av fastigheter och behöver en utökning som är specialiserad mot fastighetsinformation för att bli mer användbar. För att få en informationsmodell anpassad efter fastighetsförvaltning bör de existerande standarderna integreras för att uppfylla behoven av allmänhet och detaljering.

11.2 Nyttan av 3D-GIS inom fastighetsförvaltning

En av slutsatserna i undersökningen är att det finns stora nyttor med att skapa ett 3D-GIS baserat på existerande informationsmodeller. Många arbetsuppgifter underlättas och effektiviseras genom att 3D-GIS används. Dock kan brister påpekas med informationsmodellerna när det gäller nästan samtliga arbetsuppgifter. Huruvida det då är motiverat att införa ett 3D-GIS beror på om det går att använda för att utföra delar av arbetsuppgifter.

Tidigare erfarenheter av användandet av allomfattande informationssystem, framför allt BLM-system, har visat att det krävs att alla inblandade parter använder systemet fullt ut för att nyttan med att samla data skall framkomma. Omvänt innebär det att ett sådant informationssystem måste ge användarna förutsättningar att utföra alla de arbetsuppgifter systemet ska användas till. Risker är annars att systemet endast används delvis, vilket gör att tilltron till informationen i det urholkas och måste kontrolleras innan varje användning. Användaren måste då utföra mycket onödigt arbete och informationssystemet kan till och med innebära att arbetet blir mindre effektivt. Med dagens förutsättningar kan endast en liten del av fastighetsförvaltarens arbetsuppgifter utföras fullt ut med hjälp av 3D-GIS, det gäller då framför allt sådant som rör underhållet av byggnader. Sålunda är det svårt att, utifrån dagens förutsättningar, motivera ett införande av ett fullskaligt 3D-GIS. De nyttor som finns ligger i att utveckla begränsade system för specifika uppgifter.

Det är viktigt att tolka slutsatsen rätt. Bara för att det i dagsläget inte är motiverat att använda 3D-GIS vid fastighetsförvaltning betyder det inte att det för alltid kommer att förhålla sig så. I teorin är 3D-GIS synnerligen väl lämpat för fastighetsförvaltning och problemen som kan identifieras härstammar från att systemet inte är utvecklat specifikt för fastighetsförvaltning. Det har resulterat i att det inte är möjligt att lagra *Lägenheter* och *Fastigheter* som egna företeelser med attribut knutna till sig. Detta innebär att en stor mängd, för fastighetsförvaltaren, vital information inte går att lagra i systemet. Vidare betyder det också att så snart en ny informationsmodell utvecklas (alternativt att redan existerande modeller förändras) som kan hantera *Lägenheter* och *Fastigheter* som separata företeelser kommer 3D-GIS att tillföra mycket större nyttor för fastighetsförvaltaren, jämfört med situationen idag.

De nyttor som framkommit bygger på den semantiska beskrivning IFC och CityGML har idag. Modellerna är utformade för att det ska gå att utöka dem efter egna behov och en enskild användare kan förvänta sig större nyttor än de som framkommit genom att införa de företeelser som saknas i modellerna. Detta är negativt för samstämmigheten mellan olika datamängder men det är rimligt att anpassningar behöver göras oberoende av hur utvecklade modellerna är. Ett frågetecken höjs här kring IFC som endast delvis är standardiserad. De ostandardiserade delarna kan mycket väl komma att förändras vilket bör ses som en nackdel för modellen.

En nytta med att införa ett 3D-GIS baserat på IFC och CityGML är att det då kan fungera som ett elektroniskt arkiv. Informationsutbytet inom ett företag kan underlättas genom att sådant som tidigare funnits i pärmar på en fysisk plats nu kan bli åtkomligt via internet för alla företagets anställda. Nyttor framkommer även vid visualisering av information. Inom fastighetsförvaltning används en mängd olika ritningar som kan genereras och modifieras efter olika behov och det kommer att finnas en mycket större flexibilitet än tidigare.

En relevant fråga är om det krävs ett 3D-GIS för att få tillgång till dessa nyttor. Samma nyttor kan tillvaratas på enskilda håll av enklare system, vad 3D-GIS:et gör är att det samlar dessa egenskaper och lämnar möjligheter för vidare utveckling. När informationsmodellerna har anpassats för fastighetsförvaltning kommer det företaget som använder 3D-GIS:et som arkiv att ha ett försprång och lättare kunna börja tillgodogöra sig hela funktionaliteten hos ett 3D-GIS. Det är således inte värt att förkasta 3D-GIS som ett alternativ när det gäller att välja det informationssystem ett företag ska använda.

En viktig aspekt att ta hänsyn till är de nya möjligheter ett 3D-GIS kan tänkas medföra som framkommer då systemet är utvecklat. Nyttorna av dessa nya möjligheter är av naturliga skäl svåra att förutse men de kan förväntas öka den totala nyttan. De behov av analyser och visualiseringar som finns idag bygger mycket på den teknik som finns tillgänglig och det finns fördelar med att försöka förutse de nya möjligheterna. En tanke är att juridiskt bindande dokument eller andra typer av protokoll som innehåller geografiskt bunden information helt kan finnas i digital form som en del av en 3D-modell.

11.3 Alternativa ansatser och fortsatta undersökningar

En tänkbar alternativ ansats till denna undersökning hade varit att utföra en större fallstudie, det vill säga att välja ut ett företag och en fastighet och försöka utveckla ett 3D-GIS i liten skala. Problem uppstod i och med att data i stor utsträckning saknades. De företag och organisationer som kontaktades hade inte heller tillräckligt utvecklade informationssystem för att en sådan ansats skulle vara möjlig. Det är troligt att en sådan ansats hade lett till ett delvis annorlunda resultat, men att slutsatserna fortfarande hade bestått.

Vidare undersökningar kan antingen göras i form av fallstudier som i större detalj identifierar informationsbehovet och därmed kan utforma krav på informationsmodeller eller i form av försök att komplettera redan befintliga standarder för att de ska passa bättre för fastighetsförvaltning. Ett tänkbart tillvägagångssätt kan då vara att utveckla en tredje informationsmodell som innehåller fastigheter och lägenheter som egna företeelser och som är kompatibel med både IFC och *CityGML*.

12 Referenser

Abdul-Rahman, A., & Pilouk, M. (2008). *Spatial Data Modelling for 3D-GIS*. Hämtad från <http://www.springerlink.com/content/x248w2/>

Andra AP-fonden (2009). *Halvårsrapport: 1 januari - 30 juni 2009*. Hämtad februari, 9, 2010 från http://www.ap2.se/upload/AP2_halvarsrapport_09.pdf

Andra AP-fonden (2010). *Strategisk tillgångsallokering*. Hämtad februari, 4, 2010 från <http://www.ap2.se/template/Page.aspx?id=600>

Antoniou, G., & van Harmelen, F. (2006). *A semantic web primer* (2 uppl.). Cambridge: MIT Press.

Backman, J. (2008). *Rapporter och uppsatser* (2 uppl.). Lund: Studentlitteratur.

Barnes, M., Levy Finch, E. (Red.). (2008). *COLLADA – Digital Asset Schema Release 1.5.0 – Release Notes* (Sony Computer Entertainment Inc.). Hämtad Maj, 15, 2010 från <http://www.khronos.org/collada/>

Bejrums, H., & Lundström, S. (1986). *Fastighetsekonomi, hyresfastigheter: [diagnos, prognos, värdering]*. Stockholm: VM fastighetsekonomer.

Bejrums, H., Hanson, R., & Johnson, B. G. (1994). *Livscykeekonomi för byggnader: förslag till utvecklingsprogram*. Stockholm: Statens råd för byggnadsforskning.

Bell, J. (2000). *Introduktion till forskningsmetodik* (3 uppl., B. Nilsson övers.). Lund: Studentlitteratur (Originalarbete publicerat 1999).

Bittner, T., Donnelly, M., & Winter, S. (2006). Ontology and Semantic Interoperability. I S. Zlatanova & D. Prospero (Red.), *Large-scale 3D data integration* (s. 139-160). Hämtad från <http://www.crcnetbase.com/doi/pdf/10.1201/9781420036282.pt3>

Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (1999). *The Unified Modelling Language user guide*. Harlow: Addison-Wesley.

Bos, B. (2001). *XML i 10 punkter* (O. Olsson övers.). Hämtad februari, 16, 2010 från http://www.w3c.se/resources/office/translations/XML-in-10-points_sw.html

- Brinova Fastigheter AB (2008). *Årsredovisning 2008*. Hämtad från <http://feed.ne.cision.com/wpyfs/00/00/00/00/00/0E/87/F1/wkr0003.pdf>
- Brinova Fastigheter AB (2010). *Ansvar och engagemang om miljö och CSR*. Hämtad februari, 4, 2010 från <http://www.brinova.se/default.asp?pid=3&uid=56>
- buildingSMART (2010). *Results IFC Questionare 2009: Results Section2 – User feedback to IFC deliverables*. Hämtad April, 26, 2010 från http://www.iai-tech.org/Survey/results/survey_results_ifc_2009/results-section-2
- Bångens, L. (2006). *Räkna för livet: har vi råd att inte använda livscykelkostnad (LCC)*. Stockholm: Sveriges kommuner och landsting.
- Castle III, G. H. (1998). Commercial Applications of GIS Technology. I G. H. Castle (Red.), *Geographic information systems: GIS in real estate: integrating, analyzing and presenting locational information* (s. 24-57). Chicago: Appraisal Institute.
- Cox, S., Daisey, P., Lake, R., Portele, C., & Whiteside, A. (Red.). (2007). *OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Encoding Specifikation* (Open Geospatial Consortium Inc., OGC 03-105r1, version: 3.1.1). Hämtad januari, 19, 2010 från http://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/index.php?artifact_id=4700
- DePoy, E., & Gitlin, L. N. (1999). *Forskning: en introduktion* (J. Hellberg övers.). Lund: Studentlitteratur (Originalarbete publicerat 1994).
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. Hoboken: Wiley.
- Ekholm, A., Tarandi, V., & Thåström, O. (2000). *Tillämpning av IFC i Sverige – etapp 2 Slutrapport*. (Rapport från AB Svensk Byggtjänst, A15, 2000-06-30). Hämtad från http://www.lth.se/fileadmin/projekteringsmetodik/research/Construction_informatics/slutrap98309.pdf
- Emgård, L. (2008). *Svenska intressegruppen för 3D-GIS*. Hämtad februari, 4, 2010 från http://www.geoforum.se/_files/Svenska%20intressegruppen%203DGIS.pdf

- Emgård, L., & Zlatanova, S. (2008). Implementation alternatives for an integrated 3D information model. I W. Cartwright, G. Gartner, L. Meng, M. P. Peterson, P. van Oosterom, S. Zlatanova, F. Penninga & E. M. Fendel (Red.), *Advances in 3D Geoinformation Systems* (s. 313-329). Hämtad från http://www.springerlink.com/content/x1454h/?sortorder=asc&p_o=10
- Foley, J. D., Dam, A. van, Feinen, S. K., Hughes, J.F. (1996), *Computer Graphics: Principles and practice – 2nd ed.* In C. Boston: Addison-Wesley Publishing company, Inc.
- Geltner, D. M., Miller, N. G., Clayton, J., & Eicholtz, P. (2007). *Commercial Real Estate: Analysis & Investments* (2 uppl.). Mason: Thompson South-Western.
- Gentrifiering. (n.d.) I *Nationalencyklopedien*. Hämtad mars, 10, 2010 från <http://www.ne.se/lang/gentrifiering>
- Geodata (2010). *Ordlista*. Hämtad från <http://www.geodata.se/sv/service/Ordlista/#GHI>
- Grandin, A., Lindqvist, T., & Sandgren, U. (2002). *Facility Management: Offentligt fastighetsföretagande i nytt perspektiv* (2 uppl.). Stockholm: Svenska kommunförbundet.
- Gröger, G., Kolbe, T.H., Czerwinski, A., & Nagel, C. (Red.). (2008). OpenGIS® City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard (Open Geospatial Consortium Inc., OGC 08-007r1, version: 1.0.0). Hämtad januari, 8, 2010 från http://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=http://portal.opengeospatial.org/files/index.php?artifact_id=2880
2
- Haughney, C. (2009a, december 21). Tenants struggle as a British Landlord Goes Bust (s. 1). *NY Times*. Hämtad februari, 9, 2010 från http://www.nytimes.com/2009/12/22/nyregion/22dawnay.html?_r=2&pagewanted=1
- Haughney, C. (2009b, december 21). Tenants struggle as a British Landlord Goes Bust (s. 2). *NY Times*. Hämtad februari, 9, 2010 från http://www.nytimes.com/2009/12/22/nyregion/22dawnay.html?pagewanted=2&_r=1
- Howard, R., & Björk, B.-C. (2008). Building information modelling - Experts' views on standardisation and industry deployment. /Elektronisk version/. *Advanced Engineering Informatics*, 22, 271-280. Hämtad januari, 8, 2010 från http://www.sciencedirect.com.ludwig.lub.lu.se/science?_ob=MImg&_imagekey=B6X1X-4R8M4CW-3-

3&_cdi=7254&_user=745831&_orig=search&_coverDate=04%2F30%2F2008&_sk=999779997&view=c&wchp=dGLbVzz-zSkWz&_valck=1&md5=07be8b6549d59544027a6f525775e32f&ie=/sdarticle.pdf

Hplus (2010). *Vad är H+?*. Hämtad från

<http://www.helsingborg.se/templates/StandardPage.aspx?id=63052&epslanguage=SV>

Hu, W., & Chu, X. (2009). IFC-Based Information Lifecycle Management in Construction Projects. /Elektronisk version/. *2009 International Conference on Management and Service Science*, 1-4.

http://elin.lub.lu.se/cgi-bin/linker/link/lub/ieee/_2009__1-4/5300802/5300803/5303075/5/10.1109/ICMSS.2009.5303075

Hu, W., & Zhou, M. (2009). An Integrated and Comprehensive Information Management Model for Construction Project Lifecycle. /Elektronisk version/. *2009 International Conference on Management and Service Science*, 1-4. http://elin.lub.lu.se/cgi-bin/linker/link/lub/ieee/_2009__1-4/5300802/5300803/5301366/5/10.1109/ICMSS.2009.5301366

ICA (2010). *ICA Fastigheter*. Hämtad maj, 7, 2010 från <http://www.ica.se/Om-ICA/Detta-ar-ICA/Organisation/ICA-Fastigheter/>

JM AB (2009). *Hus att trivas i: en presentation av JM-koncernen*. Hämtad februari, 9, 2010 från http://www.jm.se/upload/79096/JM_2009.pdf

Johansson, H., & Lind, H. (1979). *Spekulation i fastigheter: en översikt av begrepp, orsaker, konsekvenser och åtgärder*. Stockholm: Statens råd för byggnadsforskning.

Johnson, J. L. (1997). *Database: models, languages, design*. New York: Oxford University Press.

Jongeling, R. (2008). *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt: en jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM* (Rapport 2008:04). Luleå: Luleå Tekniska Högskola, Institutionen för Samhällsbyggnad/Byggkonstruktion. Hämtad från <http://epubl.luth.se/1402-1528/2008/04/index.html>

Khemlani, L. (2004). *The IFC Building Model: A Look Under the Hood*. Hämtad april, 23, 2010 från <http://www.aecbytes.com/feature/2004/IFCmodel.html>

Kolbe, T. H. (2007a). *CityGML Tutorial*. Presentation vid 1st Joint Workshop on the Sino-Germany Bundle Project "Interoperation of 3D Urban Geoinformation" in Urumqi, China. Hämtad februari, 26, 2010 från

http://www.citygml.org/fileadmin/citygml/docs/CityGML_Tutorial_Kolbe_Internet.pdf

Kolbe, T. H. (2007b). *CityGML - 3D Geospatial and Semantic Modelling of Urban Structures*. Presentation vid GITA/OGC Emerging Technology Summit 4, Washington D.C., USA. Hämtad februari, 3, 2010 från http://www.citygml.org/fileadmin/citygml/docs/CityGML_ETS4_2007-03-21.pdf

Kolbe, T. H., & Gröger, G. (2003). *Towards unified 3D city models*. Paper presenterat vid ISPRS Comm. IV Workshop "Challenges in Geospatial Analysis, Integration and Visualization II", Stuttgart, Tyskland. Hämtad februari, 3, 2010 från http://www.citygml.org/docs/CGIAV2003_Kolbe_Groeger.pdf

Kolbe, T. H., & Plümer, L. (2004). Bridging the gap between GIS and CAAD. /Elektronisk version/. *GIM International*, 18(7), 12-14. Hämtad februari, 2, 2010 från http://www.citygml.org/fileadmin/citygml/docs/GIM-Artikel7_04.pdf

Kungsleden (2009). *Årsredovisning 2009*. Hämtad från <http://feed.ne.cision.com/client/kungsleden//Commands/File.aspx?id=1109566>

Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet (2006). *Fastighetsvärdering: grundläggande teori och praktisk värdering*. Gävle; Solna: Lantmäteriverket; Mäklarsamfundet.

Lattuada, R. (2006). Three-Dimensional Representations and Data Structures in GIS and AEC. I S. Zlatanova & D. Prospero (Red.), *Large-scale 3D data integration* (s. 57-86). Hämtad från <http://www.crcnetbase.com/doi/pdf/10.1201/9781420036282.ch3>

Lundström, S. (1989). *Fastighetsföretagande*. Stockholm.

Lundström, S. (1996). *Strategisk fastighetsplanering: förvaltningsplaner i offentlig fastighetsförvaltning: principer och exempel*. Stockholm: Svenska kommunförbundet.

MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory (2010). *Constructive Solid-Geometry Methods*. Hämtad 4 Juni 2010 från <http://groups.csail.mit.edu/graphics/classes/6.837/F98/talecture/>

MKB Fastighets AB (2008). *Årsredovisning 2008*. Hämtad från http://www.mkbfastighet.se/upload/Tidningar/MKB_Arsr_2008.pdf

Nylander, J. (1991, november, 17). Han toppar skuldligan: Men behöver ändå aldrig ta bussen. *Dagens Nyheter*, s. C4-5.

OGC (2010). *About OGC*. Hämtad februari, 12, 2010 från <http://www.opengeospatial.org/ogc>

OpenStreetMap (2010). *Open Street Map – introduktion på svenska*. Hämtad från <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Sv>About>

Onstein, E. (2004). *Modelling the geographical world*. (Lunds Universitet, Institutionen för geo- och ekosystemvetenskap, 22362 Lund).

Rapp, B., & Selmer, J. (1982). *Organisation av energibesparande åtgärder: en explorativ studie av 69 olika organisationers fastighetsförvaltning*. Stockholm.

Rigaux, P., Scholl, M., & Voisard, A. (2002). *Spatial databases: with application to GIS*. San Francisco: Morgan Kaufmann.

Rystedt, B., Sandgren, U. (2006). *Infrastruktur för geografisk dat*. I L. Eklundh (red.), *Geografisk informationsbehandling - metoder och tillämpningar* (s. 321-241). Stockholm: Formas

Sandgren, U., & Lundström, S. (1995). *Fullt hus: styrverktyg för effektivt lokalutnyttjande*. Stockholm: Svenska kommunförbundet.

Seguin, C. H. (2010), *B-rep and winged-edge data structure*, hämtad från <http://www.cs.berkeley.edu/~sequin/CS184/IMGS/Breps.GIF>

Selander, A. (1996). *Datorhandboken*. Hämtad februari, 18, 2010 från http://www.acc.umu.se/~handbok/01_datorsystem/filsystem.html

Spångberg, L. (1990). *Grundkurs i fastighetsförvaltning: Underhållsplanering* (2 uppl.). Stockholm: Brevskolan: HSB.

Statsbygg (2010a). *Statsbygg går för BIM*. Hämtad från <http://www.statsbygg.no/Aktuelt/Nyheter/Statsbygg-gar-for-BIM/>

Statsbygg (2010b). *Nasjonalmuseet på Vestbanen. Fase 2*. Hämtad från <http://www.statsbygg.no/Utviklingsprosjekter/Nasjonalmuseet/>

Utveckling av Fastighetsföretagande i Offentlig Sektor (2009a). *UFOS antologi: Del 6: Drift och underhåll*. Hämtad från http://brs.skl.se/brsbibl/kata_documents/doc39523_1.pdf

Utveckling av Fastighetsföretagande i Offentlig Sektor (2009b). *UFOS antologi: Del 4: Beställarrollen*. Hämtad från http://brs.skl.se/brsbibl/kata_documents/doc39481_1.pdf

van Oosterom, P., Stoter, J., & Jansen, E. (2006). Bridging the Worlds of CAD and GIS. I S. Zlatanova & D. Prospero (Red.), *Large-scale 3D data integration* (s. 10-36). Hämtad från <http://www.crcnetbase.com/doi/pdf/10.1201/9781420036282.pt1>

Vanlande, R., Nicolle, C., & Cruz, C. (2008). IFC and building lifecycle management. /Elektronisk version/. *Automation in Construction*, 18, 70-78.
http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V20-4SV12NW-1&_user=10&_coverDate=12%2F31%2F2008&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=0da2026308eef4c47ebf783dc0263b18

Wix, J. (2006). *IFC for GIS: Introduction*. Hämtad april, 28, 2010 från http://www.iai.no/ifg/Content/ifg_index.htm

Worboys, M., & Duckham, M. (2004). *GIS: a computing perspective* (2 uppl.). Boca Raton: CRC Press.

Wyatt, P., & Ralphs, M. P. (2003). *GIS in land and property management*. New York; London: Taylor & Francis.

Zlatanova, S., & Stoter, J. (2006). The role of DBMS in the new generation GIS architecture. I S. Rama & J. Sharma (Red.), (s. 155-180). Hämtad från <http://www.springerlink.com/content/mn1uug8226712498/fulltext.pdf>

12.1 *Personlig kommunikation*

Berlo, L.A.H.M (Leon) van, kontaktperson för BIMServer.org, intervju via mail, 24 mars, 2010

Hasselquist, Björn, fastighetsförvaltare MKB Fastighets AB, personlig intervju hållen 29 januari, 2010.

Häfele, Karl-Heinz, Dipl. Ing. vid Karlsruhes tekniska högskola (*Karlsruhe Institute of Technology*), intervju via mail, 13 april, 2010

Pikkuniemi, Anders, IT-ansvarig för H+-projektet, personlig intervju, 23 februari, 2010

Sörling, Fredrik, marknadschef Kungsleden, intervju via mail, 12 februari, 2010.

Widén, Kristian, Tekn. Dr. vid inst. för byggvetenskaper, Lunds universitet, personlig intervju, 13 april, 2010

Åkerholm, Thomas, Kart- och GISchef på Lunds kommun, personlig intervju, 17 februari, 2010

Bilagor

Bilaga 1 Informationsbehov vid fastighetsförvaltning

Generella krav

Kunna kombinera olika attribut och beräkna nyckeltal.

Kunna använda attribut för att identifiera geografiska områden, delmarknader.

Kunna skapa ritningar, förteckningar och kartor.

Kunna skapa marknadsföringsmaterial, t.ex. perspektivvyer.

Land

Inflationsnivå.

Räntenivåer.

Konjunkturläget.

Politiskt klimat (politisk risk).

Konsumentprisindex.

Kommun

Sysselsättningsnivå.

Prognos sysselsättningsnivå.

Invånarantal.

Åldersstruktur.

Medelinkomst.

Stad

Avstyckningskarta.

Registerkarta/adresskarta.

Pågående planarbeten.

Yta.

Politiskt styre.

Kommunikationer inom staden.

Kommunikationer till andra städer.

Karaktär (ex. industristad eller studentstad).

Dominerande näringsgrenar.

Pågående och planerade byggprojekt.

Fastighet/samfällighet

Fastighetsregisterutdrag, innehåller:

Beteckning.
Lagfaren ägare.
Köpedatum.
Köpeskilling.
Tomträtt.
Tomträttsinnehavare.
Inteckningar.
Inskrivningar.
Övriga anteckningar.
Rättigheter.
Planuppgifter och andra bestämmelser.
GA-medlemskap.
Tidigare förrättningar.
Adress.
Koordinater.
Användning.
Taxerad ägare.
Typkod.
GA-registerutdrag.
GA-läge.
GA-beteckning.
GA-andelstal.
Översiktsplan/situationsplan.

Alternativ användning.

Taxeringsunderlag.

Typ av lån.

Bindningstider på lån.

Räntenivåer på lån.

Räntebidrag.

Prisutvecklingskoefficient.

Risikompensation.

Företagets kalkylränta.

Räntekostnader.

Amorteringskostnader.

Lånesumma.

Förvaltas av.

Mark

Areal.

Taxeringsvärde.

Markbyggnadsritning.

Schakt- och fyllnadsmassors läge, mängd och kvalitet.

Byggrätt.

Byggrätt i bruttoarea.

Radonmätningsprotokoll.

Objekt på mark

Planer och snitt för terrasser.

Pålar, kulvertar och yttre ledningsnät m.m.

Yttre elledningar.

Yttre VVS-ledningar.

Trädgårdsanläggningar.

Del av objekt på mark

Myndighetskrav.

Byggnad

Koordinat.

Taxeringsvärde.

Bygglovshandlingar.

Teknisk beskrivning.

Arkitektritningar.

Drift- och underhållskostnader.

Konstruktionsritningar.

VVS-ritningar.

El-ritningar.

Uppställning och förteckningar över el-apparatur.

Byggår.

Radonmätningsprotokoll.

Ombyggnader.

Byggnadsstil.

Byggkostnad/investeringskostnad.

Mediaförbrukning.

Långsiktigt mål.

Underhållsplan.

Lägenhet

Hyreskontrakt, innehåller:

Hyresvärd.
Hyresgäst.
Adress.
Nummer.
Areauppgifter.
Antal rum.
Användning.
Tillhörande biutrymmen (ex. vind).
Hyrestid.
Villkor för uppsägning.
Hyra.
Förhandlingsklausuler.
Ansvar för värme och varmvatten.
Tillägg till hyran.
Tillval av utrustning.
Hushållsel.
Trappstädning.
Garage/p-plats.
Hyrans betalning.
Allmänna villkor.
Särskilda bestämmelser.
Betalningsförmåga.
Område för i- och urlastning.
Skyltplats.
Förlängningstid.
Momsplikt.
Förseningsavgift.
Miljöpåverkan.
Byggvarudeklarationer.
Revisionsbesiktningar.
Tillgänglighet till vissa utrymmen.
PBL-avgifter.
Brandskyddsklausul.
Ansvar för myndighetskrav.
Inredning.
Ansvar för underhåll.

Skötsel, drift och ändringsarbeten.
Ansvar för ledningar för tele- och datakommunikation.
Skyltar, markiser o.d.
Försäkringar.
Ansvar för yttre åverkan.
Ansvar för låsanordningar.
Villkor för nedsättning av hyra.
Återställande vid avflyttning.
Force majeure.
Säkerhet för hyrans betalning (ex. borgen eller bankgaranti).

Hyresprognos.

Attraktivitet.

Rum

Nyttjande.

Prognostiserat nyttjande.

Potentiellt nyttjande.

Yteffektivitet.

Potentiell yteffektivitet.

Arbetsmiljö kvalitet.

Möjlig alternativ användning.

Myndighetskrav.

Vem som använder rummet och när.

Samordningsmöjligheter med andra verksamheter.

Del av rum

Skick.

Standard.

Inomhusklimatsparametrar.

Myndighetskrav.

Planerat underhåll.

Byggnadsdetalj

Fasadritningar.

Fasader.

Takplan.

Vertikalsnitt.

Detaljritningar av byggnadsdelar.

Ritningar av byggnadselement (ex. köksinredning).

Ritningar över prefabricerade delar (ex. fönster).

Flödes- och stamschema.

Ledningsnät för VVS.

Yttre ledningar på fasader.

Huvudelledningsschema.

Placering av el-apparatur, eluttag och dyligt.

Styr- och reglersystem.

Transportanläggningar.

Larmanordningar m.m.

U-värde.

Fasadfärg.

Del av byggnadsdetalj

Betongkonstruktioner.

Trä- och metallkonstruktioner.

Fukt- och värmeisoleringar.

Detaljer för VVS-utrustning.

Snitt med el-detaljer.

Miljöfarliga ämnen.

Konstruktionsfel.

Underhållsbehov.

Myndighetskrav.

Planerat underhåll.

Bilaga 2 Krav på specialisering

Stad

Hierarkiska krav:

Förälder till fastighet/samfällighet.

Förälder till mark.

Fastighet/samfällighet

Företeelser:

Juridisk indelning av marken.

Gemensamhetsanläggning.

Hierarkiska krav

Barn till stad.

Förälder och barn till mark.

Förälder till byggnad.

Mark

Företeelser:

Översikt- och detaljplan inklusive plandetaljer.

Schakt- och fyllnadsmassors mängd och kvalitet.

Transportanläggningar.

Hierarkiska krav:

Barn till stad.

Förälder och barn till fastighet/samfällighet.

Objekt på mark

Företeelser:

All vegetation och alla fasta föremål (situationsplan), t.ex. pålar, kulvertar, yttre elledningar, yttre VVS-ledningar och trädgårdsanläggningar.

Hierarkiska krav:

Förälder till del av objekt på mark.

Barn till fastighet/samfällighet.

Del av objekt på mark

Hierarkiska krav:

Barn till Objekt på mark.

Byggnad

Hierarkiska krav:

Förälder till byggnadsdetalj, lägenhet och rum.

Barn till fastighet/samfällighet.

Lägenhet

Företeelser:

Trapphus, biutrymmen (ex. vind), garage/p-plats, område för i- och urlastning samt kategorisering för underhållsplan.

Hierarkiska krav:

Barn till byggnad.

Förälder till byggnadsdetalj.

Förälder till rum.

Rum

Hierarkiska krav:

Förälder till del av rum.

Barn till byggnad.

Barn till lägenhet.

Del av rum

Hierarkiska krav:

Barn till rum.

Byggnadsdetalj

Företeelser:

VVS-komponenter och el-komponenter.

Byggnadselement (ex. köksinredning) och prefabricerade delar (ex. fönster).

Fasader.

Hissar

Konstruktionskomponenter

Larmanordningar

Skyltar, markiser, skyltplats o.d.

Terrass.

Vägg.

Hierarkiska krav:

Barn till byggnad.

Barn till lägenhet.

Förälder till del av byggnadsdetalj.

Del av byggnadsdetalj

Företeelser:

Betongkonstruktioner, trä- och metallkonstruktioner, fukt- och värmeisoleringar, VVS-detaljer samt el-detaljer.

Transportanläggningar.

Hierarkiska krav:

Barn till byggnadsdetalj.