

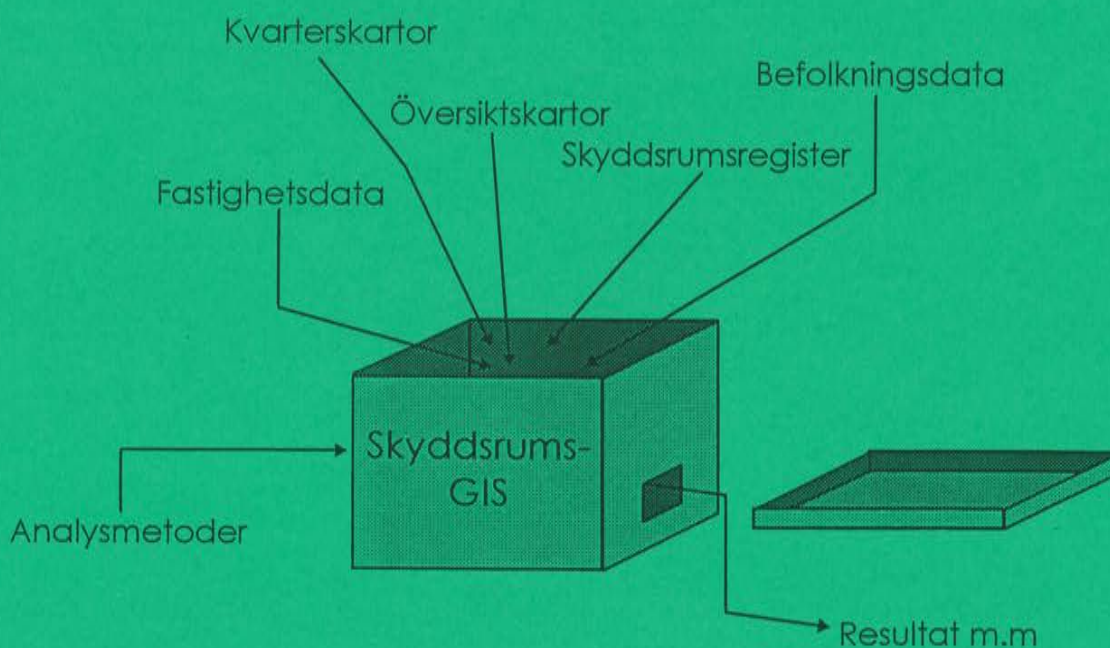


Avdelningen för Lantmäteri  
Lunds Tekniska Högskola  
Lunds Universitet

---

# GEOGRAFISKT INFORMATIONSSYSTEM FÖR SKYDDSRUMSHANTERING

- med Lunds kommun som exempel



Erika Westesson



Avdelningen för  
LANTMÄTERI  
Lunds Tekniska Högskola  
Lunds Universitet  
Box 118  
221 00 LUND



Department of  
SURVEYING AND REAL  
ESTATE MANAGEMENT  
Lund Institute of Technology  
University of Lund  
Box 118  
S - 221 00 LUND  
Sweden

**GEOGRAFISKT INFORMATIONSSYSTEM FÖR SKYDDSRUMSHANTERING  
- med Lunds kommun som exempel**

**GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR THE MANAGEMENT OF SHELTER  
- having the municipality of Lund as an example**

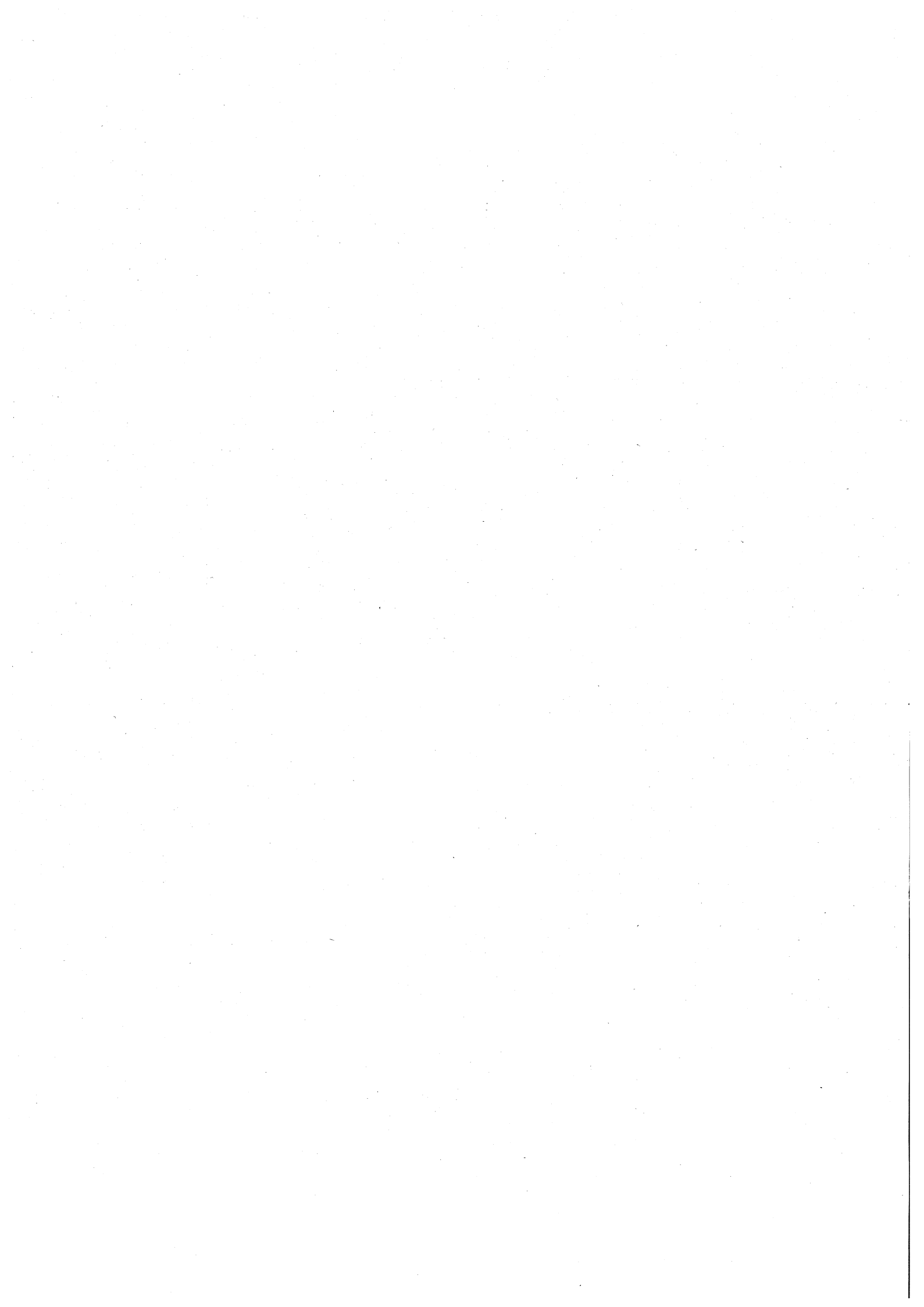
Examensarbete omfattande 20 poäng utfört av:  
Erika Westesson  
Civilingenjörsutbildningen inom Lantmäteri  
Lunds Tekniska Högskola

ISRN LUTVDG/TVLM 98/5022 SE

*Abstract: Overview of geographic data, geographic databases and geographic information systems (GIS) and creation of conceptual models for databases in a GIS. Building a GIS for handling information of air-raid shelters in the municipality of Lund, which contains a background map, detailed maps and computer files. Problems with linking data in such a job is also discussed. (Swedish)*

*Keywords: geographical database, conceptual modelling, GIS, air-raid shelter*

*Sökord: geografisk databas, konceptuell modellering, GIS, skyddsrum*





## FÖRORD

Examensarbetet har utförts under tiden 97-09-01 - 98-02-25 för Lunds Lantmäteri. Det avser att ta upp uppbyggandet av ett geografiskt informationssystem för skyddsrumshantering i Lund. Rapporten beskriver resultat men även teori för att även personer som är mindre insatta i ämnet ska kunna ta del av den.

Jag vill härmed rikta ett tack till min handledare och examinator på LTH, Bengt Rystedt samt ett speciellt varmt tack till handledare Lars Harrie som varit till stor hjälp och alltid ställt upp då jag behövt hjälp och tips för arbetet.

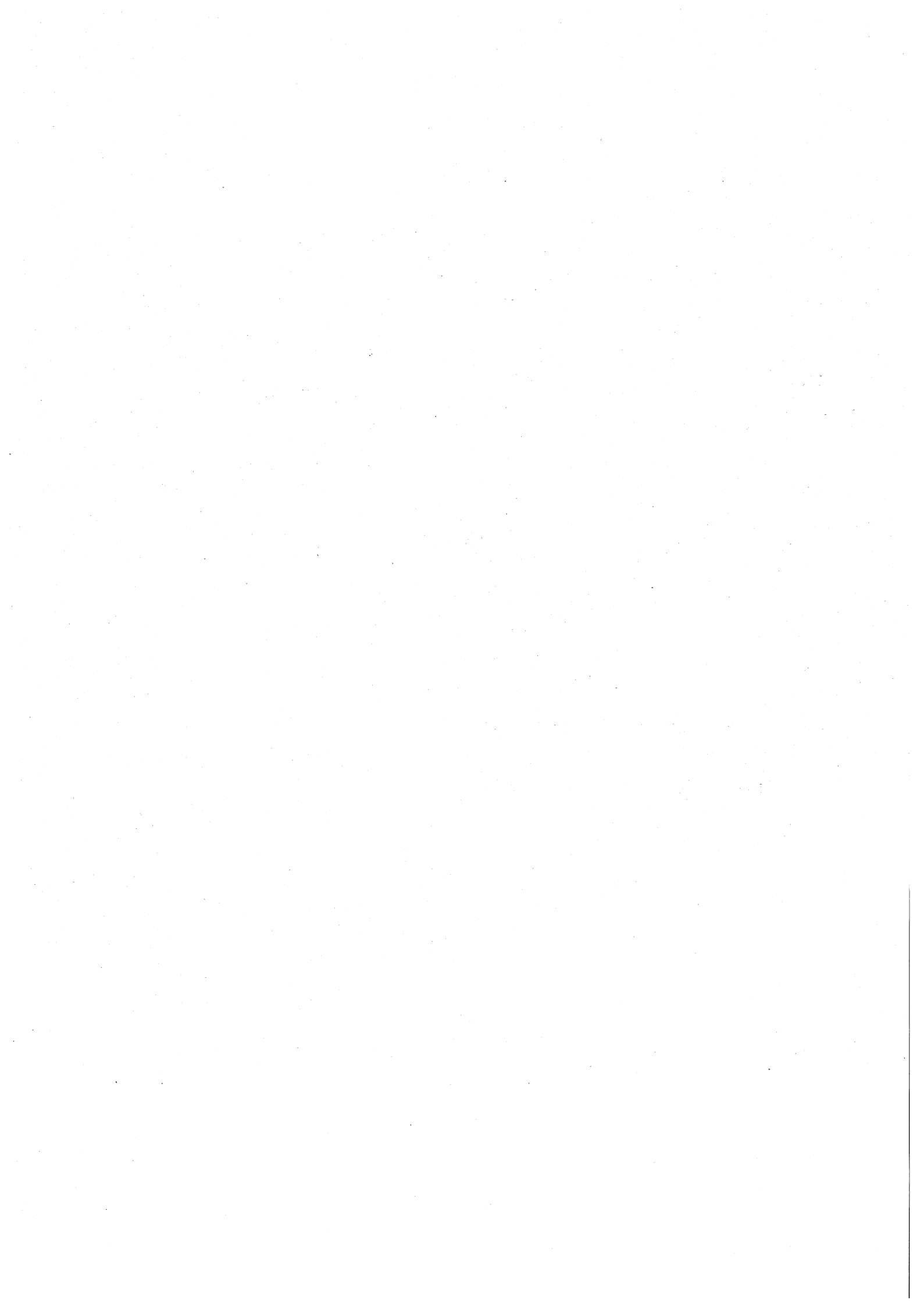
Tack även till Erik Rånlund, Arne Bomelin och Otto Paska på Lunds lantmäteri som hjälpt till med insamling av material och goda råd, liksom till Sune Andreasson, Stadsarkitektkontoret, Bengt-Åke Leijon, Drätselkontoret samt Hans G Petersson och Anna Englander, Enheten för civilt försvar.

Sist men inte minst ett tack till de andra ex-jobbarna i "fikagruppen" som stått för glada stunder varje dag och som varit god avkoppling när det känts tungt och motigt.

Lund 98-02-27



Erika Westesson



## SAMMANFATTNING

Som i många andra förvaltningar inriktar sig Lunds lantmäteri mer och mer mot en GIS-anpassning av arbetet. Kartdata finns idag digitalt och hösten -97 köptes uppgifter från fastighetsdatasystemet in för lagring i ett lokalt fastighetsinformationsregister (FIR), tillgängligt för olika förvaltningar via det kommunala nätverket. Efter lämplig behandling av kartmaterialet är det möjligt att länka FIR eller annan attributdata till kartor, som ett steg i GIS-utbyggnaden.

Examensarbetets avsikt är att titta på ett exempel på användningen av GIS, inom skyddsrumshandlingen i kommunen, där registerdata, kartdata och övrigt material rörande skyddsrummens tillkomst och underhåll ska samlas ihop och länkas samman. Det råder nämligen viss oordning när det gäller material inom detta område. Uppgifter finns lagrat digitalt eller analogt på ett antal olika förvaltningar inom kommunen utan kontakt emellan, vilket försvårar arbetet med ajourföring och framförallt ställer till problem då någon behöver tillgång till alla uppgifter samlat med känd och godtagbar aktualitet. En undersökning av var och i vilken form material är lagrat samt en sammanlänkning av detta i ett GIS där olika analyser och utfrågningar kan genomföras, skulle underlätta arbetet med skyddsrum betydligt.

Ett GIS kan sägas vara ett informationssystem bestående av både lägesbundna och icke lägesbundna databaser samt funktioner för behandling och analys av dessa. När en geografisk databas byggs upp kan en viss arbetsgång följas, som börjar med verksamhetsanalys, vilken resulterar i en beskrivning av vilka krav som ställs. Därefter modelleras databasen på en konceptuell nivå och objekttyper, attributtyper och samband tas fram, vilka ligger till grund för konstruktion av databasen liksom insamling av data till den. I detta fall finns dock inget behov av att ta fram nya databaser då allt material redan finns tillgängligt och ajourförs på respektive lagringsställe, varför arbetsstegen blir något förändrade. Visserligen krävs även här en kravspecifikation och modellering för att se vilka data som behövs och hur dessa ska användas. Därefter rör det sig däremot om att undersöka hur de befintliga databaserna ser ut och vid behov anpassa dem efter den konceptuella modellen som tagits fram. Databaserna avses inte att lagras på något nytt ställe, utan de kommer att länkas från den plats de ligger idag, då ajourföringen blir enklast och ingen dubbellagring uppstår. Skillnaden blir bl a att uppgifterna blir aktuella då de uppdateras genom länknigen, samtidigt som det i ett GIS blir möjligt att se och arbeta med alla uppgifter samlade på ett ställe.

Material som samlas in består bl a av skyddsrumskartor, information från FIR, befolkningsstatistik och skyddsrumregister. Kartdata läggs in i MapInfo och registerdata länkas dit från Access. Krav har ställts på att olika analyser ska kunna genomföras, t ex en skyddsanalys som visar över- eller underskott av skyddsrumspatser. Det är även intressant att titta på hur behov och placering av nya skyddsrum behandlas. Dessa krav tillgodoses och resultatet visar att om data finns samlat i rätt format så går det att genomföra många olika typer av analyser. De olika analyserna genomförs i huvudsak i MapInfo.

Vid genomgång av materialet visar det sig att vissa brister finns som förhindrar att resultatet av modelleringen ska kunna uppfyllas fullt ut. Bl a är kartmaterialet ej fullständigt vad gäller ytbildning. Vad gäller registerdata saknas tillgång till befolkningsstatistik och uppgifter om samhällsviktiga verksamheter på byggnadsnivå, vilket krävs för att analyser ska kunna genomföras på byggnadsnivå (Byggnadsnämndens krav). Problem uppstår också då registerdata

inte alltid stämmer överens med kartdata. Detta är saker som måste ses över om materialet ska kunna sammanställas i ett GIS. I arbetet har problemen rättats till tillfälligt för att ge möjlighet att se hur det skulle kunna se ut vid användning.

## SUMMARY

Like other administrations the surveying office in Lund increasingly focuses on a GIS-adjustment of the work. Maps are now held in digital form and in the autumn of 1997 information from the Swedish property information system was bought to store in a local information system (FIR), accessible for the administrations in the municipality via the internal network. After an appropriate preparation of the map data it will be possible to link the FIR or other kinds of attributes to the maps, as a step forward in the development of GIS.

The aim of this Master of Science Thesis is to look at an example of the use of GIS, namely the handling of air-raid shelters in the municipality, where register data, map data and other information about the establishment and maintenance of shelters can be assembled and conjoined. At the present stage there exists a certain disorder when it comes to information in this area. Information is stored in digital or analogue form in a number of different administrations with no contact in-between, which complicates the work of holding the information up to date and above all when someone needs to have access to all the information gathered. The work would be easier after an investigation of where and how information is stored, followed by a join in a GIS where analyses and questions could be carried out.

A GIS could be explained as an information system consisting of databases that are spatial or non-spatial, and functions for handling and analyses of the databases. When to construct a geographic database a number of steps could be followed, beginning with an analysis of the present situation which results in a description of the requirements. Then the database is modelled on a conceptual level and object types, attribute types and relations are described, as a base for the database construction and data collection. In this case though, there is no need for constructing new databases since all information already is accessible and updated at their respective place of storage, and the steps are thus changed. But, a specification of the requirements and a conceptual model are necessary to see what data is needed and how it is used. Then an investigation of the existing databases follows and, if necessary, an adjustment of the databases in conformity with the conceptual model. The databases are not stored in a new place, but they will be linked together from where they are stored today, which results in an easier update and an avoidance of double storage. The difference is that the information will be up to date when updated through the link and with a GIS it will be possible to view and work with all information at one place.

The information to be used consists among others of shelter maps, FIR-data and statistics of the population. The map data is stored in MapInfo and register data is linked from Access. There are the requirements of some analyses to be carried out, for example an analysis that shows the surplus or lack of shelter places. Another interesting thing is an investigation of the need and location of new shelters. The requirements are then satisfied and the result shows that with data gathered in regular format it is possible to perform a number of analyses. The analyses are mainly performed in MapInfo.

At a survey of the body of information a number of shortages shows up and prevents the result of the modelling work to be completed. Among other things the map data is not complete concerning the creating of polygons. Concerning the register data there is a lack of statistics of population and information of activities of importance for the society, on the level of buildings, which is needed to perform the analyses on the level that is required by the local



building committee. There is also a problem when register data not always agree with map data. These are things that have to be controlled if the information is to be gathered in a GIS. In this work the problems are corrected temporarily to enable looking at a possible usage.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</b>	<b>7</b>
<b>KAP 1 - INLEDNING</b>	<b>9</b>
1.1 ALLMÄNT	9
1.2 BAKGRUND	9
1.3 NULÄGESBESKRIVNING	9
1.4 KRAV OCH ÖNSKEMÅL	10
1.4.1 <i>Kravdiskussion</i>	10
1.4.2 <i>Kravbild</i>	11
1.5 PROBLEMSTÄLLNING OCH SYFTE	12
1.6 LÖSNINGSFÖRSLAG OCH METOD	12
1.7 AVGRÄNSNINGAR	13
1.8 RAPPORTUTFORMNING	13
<b>KAP 2 - FÖRUTSÄTTNINGAR</b>	<b>15</b>
2.1 BESKRIVNING AV LUNDS KOMMUN	15
2.1.1 <i>Byggnadsnämnden</i>	15
2.1.2 <i>Enheten för civilt försvar</i>	15
2.2 SKYDDSRUM	16
2.2.1 <i>Skyddsrum i lagen</i>	16
2.2.2 <i>Skyddsrumsbesked</i>	16
2.2.3 <i>Placering av skyddsrum</i>	17
2.2.4 <i>Arbetsgång efter skyddsrumsbesked</i>	18
2.2.5 <i>Skyddsanalys inom hemskyddsområde</i>	18
<b>KAP 3 - GEOGRAFISKA INFORMATIONSSYSTEM</b>	<b>19</b>
3.1 VAD ÄR GEOGRAFISKA INFORMATIONSSYSTEM?	19
3.1.1 <i>Vad kan man göra?</i>	19
3.1.2 <i>Var kommer data ifrån?</i>	20
3.1.3 <i>GIS i Sverige</i>	20
3.2 GEOGRAFISKA DATA	20
3.2.1 <i>Objektens geometri och topologi - grundelement</i>	21
3.3 DATASTRUKTUR	22
3.3.1 <i>Geometriska data</i>	22
3.3.2 <i>Attributdata</i>	23
3.3.3 <i>Länkning av geometri och attribut</i>	23
3.4 KOPPLING MELLAN KARTA OCH REGISTERDATA (GEOKODNING)	23
3.5 GEOGRAFISKA DATABASER	24
3.5.1 <i>DBMS och databasstruktur</i>	25
3.5.2 <i>SQL</i>	25
3.5.3 <i>Lagring av geografiska databaser</i>	26
<b>KAP 4 - MODELLERING</b>	<b>27</b>
4.1 MODELLERING AV GEOGRAFISKA DATABASER	27
4.1.1 <i>Arbetsgång</i>	27
4.2 KONSTRUKTION AV EN DATABAS	29
4.2.1 <i>Konstruktion av en relationsdatabas</i>	30
4.3 DATAINSAMLING	31
4.4 MODELLERING AV SKYDDSRUMS-GIS	32
4.4.1 <i>Geometri</i>	35
<b>KAP 5 - BEFINTLIGA DATA</b>	<b>37</b>
5.1 DATA	37
5.1.1 <i>Bakgrundskarta</i>	37

5.1.2 Fastighetsdatasystemet, FDS	37
5.1.3 Skyddsrumregister	39
5.1.4 Befolkningsdata	39
5.1.5 Begränsningar i arbetet med befolkningsstatistik	40
5.1.6 TEFAT i Kristianstad	40
5.1.7 Lägenhetsregister	41
5.2 PROBLEM MED DATA	42
5.2.1 Aktuella data	42
5.2.2 Skillnader i data	42
5.2.3 Ytbildning	43
5.3 PERSONLIG INTEGRITET	44
5.3.1 Hur mycket får sammanställas?	44
5.3.2 Vad är offentligt?	45
<b>KAP 6 - TEKNISKA HJÄLPMEDEL</b>	<b>47</b>
6.1 DATABASHANTERING	47
6.2 GIS-PROGRAMVARA	47
6.2.1 Skikt	48
6.2.2 Koppling till andra databaser, ODBC	49
6.2.3 Info	49
6.2.4 Urval, frågor	49
6.2.5 Geokodning	50
6.2.6 MapBasic	50
6.2.7 Filtyper	50
6.2.8 Rasterbildhantering	51
6.3 KONVERTERING MELLAN OLIKA DATAFORMAT	51
6.4 KVALITETSMÄRKNING AV DATA	52
<b>KAP 7 - GENOMFÖRANDE</b>	<b>55</b>
7.1 BEHANDLING AV KARTMATERIAL	55
7.2 TABELLHANTERING I ACCESS	56
7.3 ARBETA MED TABELLER I MAPINFO	57
7.3.1 Sammanslagning av tabeller	57
7.3.2 Import och länkning av tabellerna	58
7.4 TABELL FÖR SKYDDSRUMSBESKED	61
7.5 GENOMFÖRANDE AV SKYDDSANALYS	61
7.6 KOPPLING AV KVARTERSKARTA TILL SKYDDSRUM	62
7.7 UPPDATERING OCH AJOURHÅLLNING	62
7.8 YTTERLIGARE GEOGRAFISKA ANALYSER	63
7.8.1 Buffert	63
7.8.2 Rumslig analys med Thiessenpolygoner	64
7.8.3 Multipel lokalisering	68
7.9 SKYDDSRUMS-GIS I PRAKTIKEN	69
<b>KAP 8 - RESULTAT OCH REKOMMENDATIONER</b>	<b>71</b>
8.1 MODELLERING AV DATABASER	71
8.2 BRISTER I DAGENS MATERIAL	71
8.3 SKYDDSRUMS-GIS I LUNDS KOMMUN?	72
8.4 FÖRDELAR MED ETT SKYDDSRUMS-GIS	72
<b>FÖRKORTNINGAR</b>	<b>75</b>
<b>LITTERATURFÖRTECKNING</b>	<b>77</b>
<b>BILAGOR</b>	
BILAGA A	
BILAGA B	

## Kap 1 - Inledning

### 1.1 Allmänt

Examensarbetet omfattar 20 poäng på civilingenjörsutbildningen inom lantmäteri på Lunds Tekniska Högskola, LTH. Arbetet är utfört för Lunds Lantmäteri under tiden 97-09-01 – 98-02-25. Handledare på LTH är professor Bengt Rystedt och Lars Harrie och på Lunds Lantmäteri Erik Rånlund. Examinator är professor Bengt Rystedt.

### 1.2 Bakgrund

Hantering och planering av skyddsrum i Lunds kommun innebär en hel del arbete med olika typer av material och uppgifter från olika förvaltningar inom kommunen. Uppgifter lagras på olika ställen vilket kan göra det komplicerat att inom rimlig tid få fram de uppgifter som för tillfället önskas. Vissa delar av materialet som används är dessutom inaktuellt och en del kartor och register förs manuellt och förvaras på papper. För att de uppgifter som finns tillgängliga på olika förvaltningar alltid ska vara aktuella och stämma överens med originalet ställs stora krav på ajourföring.

Ett sätt att effektivisera arbetet och smidigare administrera uppgifter är att samla allt som rör skyddsrumsarbetet, både kartor och andra uppgifter, digitalt i ett geografiskt informationssystem (GIS). Detta underlättar inte bara vid ajourföring och säkring av uppgifter, utan förklarar även arbete och förståelse när de olika uppgifterna kan ses tillsammans på en datorskärm.

Lunds Lantmäteri arbetar för tillfället med en beställning åt Enheten för civilt försvar, som består i att producera digitala hemskyddsområdeskartor över Lunds tätorter, med skyddsrum inlagda som objekt. Dessa kartor kan utgöra en utgångspunkt för arbetet.

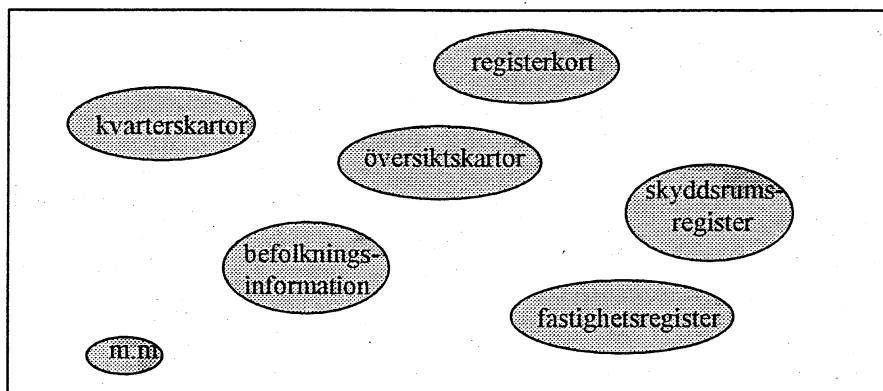
Målet för examensarbetet är att beskriva uppbyggnaden av ett geografiskt informationssystem för hantering av skyddsrumsuppgifter, där data från befintliga databaser länkas samman och rutiner för behandling av uppgifterna skapas.

### 1.3 Nulägesbeskrivning

När det gäller information om skyddsrum i Lund är det många olika parter inblandade. Del i arbetet med skyddsrummens byggande och tillsyn har främst Byggnadsnämnden (Stadsarkitektkontoret) och Enheten för civilt försvar. Dessutom finns intressant data i andra delar av kommunen. Lunds Lantmäteri har kartmaterial och är även inblandade i ajourhållning av vissa skyddsrumsuppgifter som är inlagda i byggnadsregistret. Hos drätselkontoret finns information om befolkningen och dess sammansättning i kommunen.

Många av parterna är intresserade av att kunna ta del av andras uppgifter. Som läget är nu är detta komplicerat då uppgifter lagras skilt från varandra på olika håll utan kommunikation emellan (figur 1). Exempel på detta är hanteringen av kvarterskartor för skyddsrum; efter Byggnadsnämndens slutbesiktning av ett skyddsrum lämnas kartmaterial över till Enheten för civilt försvar. Utför de därefter någon ändring finns det risk att detta inte kommer Byggnadsnämnden tillhanda, vilket naturligtvis ställer till problem nästa gång de vill använda materialet. Det finns alltså ett stort behov av att dela informationen och på samma gång lösa ajourfö-

ringsproblem, för att alla hela tiden enkelt ska kunna få fram aktuella uppgifter både i form av kartor och övrig data rörande skyddsrum.



Figur 1 Som läget är nu finns en stor del av de uppgifter som behandlar skyddsrumshantering utspridda på olika platser hos olika förvaltningar i kommunen.

De skyddsrumskartor som produceras hos Lunds Lantmäteri kommer till en början att hållas och ajourföras hos dem, dock är tanken att Enheten för civilt försvar ska ta över detta när lämplig programvara finns. Dessutom borde det vara naturligt att även Byggnadsnämnden ska ha tillgång till detta system, exempelvis via det interna kommunala Intranet.

## 1.4 Krav och önskemål

### 1.4.1 Kravdiskussion

De huvudsakliga användarna av ett geografiskt informationssystem som här byggs upp är Byggnadsnämnden (Stadsarkitektkontoret) och Enheten för civilt försvar. Önskemål och krav som kommit fram är till viss del desamma för båda parter men skiljer sig i vissa fall. Detta är naturligt då Byggnadsnämnden främst är intresserad av uppgifter i samband med planering och byggande av skyddsrum, medan Enheten för civilt försvar har större intresse av uppgifter rörande de befintliga skyddsrummen.

Den diskussion som förts med *Byggnadsnämnden* har framförallt behandlat följande områden:

- En stor del av kartor och andra uppgifter om skyddsrum är inte ajourförda på ett vettigt sätt. Det finns ett stort behov av ajourhållning av skyddsrumskartor och information runt skyddsrummen för att hela tiden kunna arbeta med aktuella uppgifter och för att slippa dubbelkolla.
- Problem upplevs med att material lämnas över till Enheten för civilt försvar och att förändringar ej syns hos Byggnadsnämnden. Ett system önskas till vilket alla parter har tillgång och kan se varandras ändringar osv.
- I stället för att endast se en markering för skyddsrum på kartan vill man kunna peka på markeringen för att se närmare information om skyddsrummen såsom placering, ingångar, antal platser och storlek. Om möjligt önskas kvarterskarta kunna hämtas fram. Detta kan bli en minskning av arbetet med att samla in kartor och ritningar från olika håll vid behov.
- Vid lämnande av skyddsrumsbesked behöver sammanställda uppgifter över befolkning och antal anställda i verksamheter kunna tas fram.



- Önskvärt är att på kartan förutom byggda skyddsrum även kunna se vilka byggnader som har fått skyddsrumskbesked men ännu ej byggts. Detta kan exempelvis visas med annan färg eller symbol. Vid förändring av tillståndet, t ex om det blir byggt ska detta registreras och symbolen ändras i samband med detta.
- Brist eller överskott på skyddsrum dagtid respektive nattetid behöver analyseras på nytt, säkra befintliga uppgifter finns på kartor från 1986.

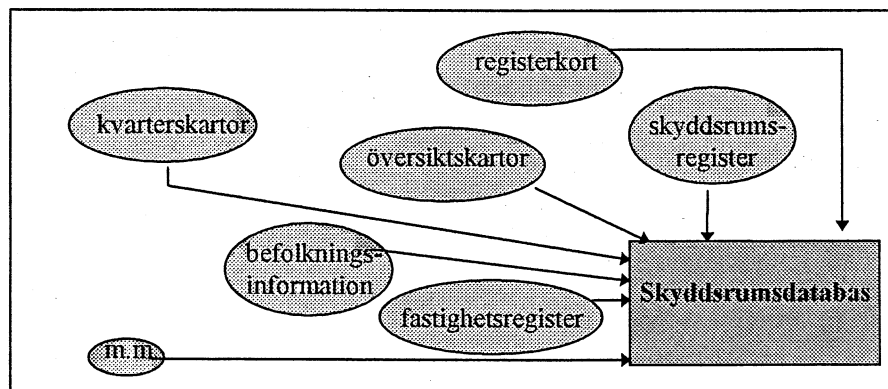
Hos *Enheten för civilt försvar* finns framförallt krav på databasen i fredstid:

- På ett enkelt sätt kunna få tag i kartor, exempelvis via Intranet, och samtidigt kunna få upp närmre, detaljerade kartor, ritningar osv.
- Vid exempelvis besiktningar av skyddsrum lätt kunna få tag på ägare, liksom annat underlag som behövs för genomförandet av en besiktning, istället för att samla in denna information för hand.
- Att kunna se antalet anställda i ett företag för användning i skyddsanalyser.
- Ett informationssystem av denna typen uppdateras med fördel månadsvis.

#### 1.4.2 Kravbild

De krav som har kommit fram vid samtal med ovan definierade användare sammanfattas här för att sedan kunna användas i det fortsatta arbetet. I något fall har olika åsikter kommit fram, men kraven har försökt tolkas på bästa sätt och arbetet har koncentrerats på de gemensamma önskemålen:

- Ett gemensamt informationssystem ska tas fram, till vilket alla har tillgång och där en aktuell bild av verksamheten ständigt visas.
- Byggda skyddsrum ska finnas i databasen, liksom byggnader i vilka skyddsrumskbesked getts men skyddsrum ännu inte byggts.
- Kartor och mer detaljerade bilder och ritningar som visar exakt placering av skyddsrummet i en byggnad, dess in-/utgångar osv ska kopplas samman och kunna tas fram (figur 2). Önskvärt är att kunna se en digital kvarterskarta.
- Uppgifter om skyddsrumnummer, storlek, höjdläge över marknivå och typ ska visas tillsammans med övrig information.
- Ägaruppgifter och liknande (exempelvis för besiktning) från register ska kunna tas fram via kartan.



Figur 2 Alla uppgifter önskas samlas i en gemensam databas för att öka tillgängligheten till dem.

Behov av analyser finns inom följande områden:

- Skyddsanalys, är det ett överskott eller underskott på skyddsrum (natt/dag) inom ett område? Olika områdesindelningar ska kunna testas.
- Ligger de befintliga rummen inom godkänt avstånd?
- Behandling av behovet av nya skyddsrum? Var ska de placeras?
- Vilka byggnaders befolkning hör till vilket skyddsrum?

### 1.5 Problemställning och syfte

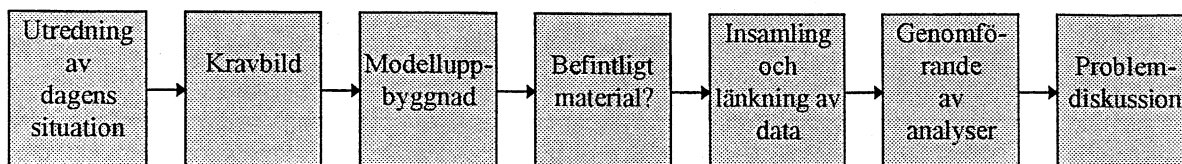
Då uppgifter rörande skyddsrumshantering ej finns ordnade på ett ställe gäller det i detta arbete att undersöka vilket material som finns i de olika delarna av kommunen och som huvudsakligen används i hanteringen och planeringen av skyddsrum. Önskemål finns om att arbetet med hantering av material ska förenklas samtidigt som alla ska ges tillgång till samma typ av uppgifter samlat på ett ställe.

Arbetet går därför ut på att undersöka om det är möjligt att sammanställa de uppgifter som finns inom området till ett informationssystem. Undersökning av nuläget och diskussioner om vilka problem och nackdelar som finns leder fram till vissa krav, vilka i sin tur till stor del ger arbetet dess fortsatta inriktning. En databas ska därefter modelleras och konstrueras och data som ska komma att ingå i denna samlas in från de olika förvaltningarna. Med hjälp av uppgifterna i databasen kopplade till kartan ska analyser kunna utföras för att ta fram den information som söks.

### 1.6 Lösningförslag och metod

Utgångspunkter för arbetet blir de krav och behov som kommit fram i kravbilden. För att lösa dessa problem utförs arbetet i ett antal steg. Till att börja med modelleras en databas, med hjälp av STANLI's<sup>1</sup> modelleringsspråk. Med hjälp av modellen samlas data in från de olika källorna i kommunen och sammanställs i ett geografiskt informationssystem. Kopplingar mellan uppgifterna möjliggörs via gemensamma uppgifter som finns hos material med olika ursprung och lösningar tas därefter fram för de olika önskade analyserna från kravbilden. Den sista frågan i kravbilden innebär en lagring av dynamiska uppgifter om antal skyddsrum och befolkningen i ett register. Med dynamiska uppgifter blir det lätt problem redan vid ajourföringen av ett sådant register. Förmodligen finns inget behov av denna information tillräckligt ofta för att det ska vara värt besväret. I stället föreslås att algoritmer eller arbetsgång som tar fram det sökta registret lagras medan själva innehållet i registret inte lagras. Detta tillfälliga register kan i stället på nytt tas fram vid behov och lagras temporärt.

Programvaran som används för tabellhantering är Microsoft Access medan arbetet med sammanställning av kartor och tabelldata sker i GIS-verktyget MapInfo. Figur 3 visar en mer detaljerad indelning i de arbetsmoment som bygger upp rapporten.



Figur 3 Beskrivning av de arbetsmoment som går igenom i examensarbetet.

<sup>1</sup> STANLI - STANdardiseringsgruppen för LandskapsInformation

I vissa fall där data inte funnits tillgänglig i den form som behövs har data modifierats för att uppfylla kraven, om det ansetts realistiskt att förändringen kommer att genomföras längre fram i tiden (exempelvis utbildning av fastigheter, kap 7.1). I de fall detta inte varit möjligt har andra lösningsförslag diskuterats (exempelvis befolkningsdata, kap 5.1).

### **1.7 Avgränsningar**

Inom arbetet har ett antal begränsningar gjorts, framförallt med tanke på den tillgängliga tiden:

- Alla dokument som tas fram i modellering och konstruktion (t ex kvalitetsdeklaration och databasspecifikation, kap 4.1.1) kommer inte att tas fram inom detta examensarbete, då det pågått under kortare tid och författaren inte ansett att detta påverkar resultatet. Det viktiga har framförallt varit att titta på möjligheterna att ta fram databaser och införa i ett informationssystem.
- För att undvika att insamlingen av data (framförallt befolkningsdata) upptar för mycket tid har denna begränsats till att omfatta ett mindre testområde inom Lund (hemskyddsområde 20). För resultatet av arbetet har detta dock ingen betydelse.
- Vissa förenklingar har gjorts vid utförandet av analyser. Det viktiga här har varit att titta på principerna för användning av data i databaser och informationssystem och inte att få exakta resultat i just detta fall.
- Av integritetsskäl har inte fullständiga uppgifter från befolknings- och verksamhetsregister kunnat användas, varför det inte går att anta att alla analysresultat stämmer. Även här har det viktiga dock varit att se vilka typer av data som kan sammanställas i ett system samt vilka undersökningar som går att utföra baserat på detta. Likaså har tryckta utdrag från övriga register modifierats till viss del för att inte visa aktuella fall.

### **1.8 Rapportutformning**

Innan det praktiska arbetet startar ges i ett par kapitel en översikt över de olika förvaltningarna som har koppling till detta ämne samt en genomgång av de olika begrepp som kommer att användas i arbetet. Rapporten är uppdelad i åtta delkapitel med följande innehåll:

Kap 1: Inledning. Här behandlas bakgrund och nuläge. Kravbilden tas fram för det fortsatta arbetet.

Kap 2: Förutsättningar. Behandlar berörda förvaltningar i Lunds kommun samt hur ett skyddsrum behandlas från planering till byggstart.

Kap 3 & 4: Arbetet med att bygga upp databaser för ett geografiskt informationssystem börjar med att verkligheten modelleras i en konceptuell modell. Själva modelleringen och konstruktionen av en databas beskrivs i kap 4, medan kap 3 framförallt behandlar termer och beskrivningar för geografiska data och databaser.

Kap 5: Befintliga data. De data som används beskrivs och de problem som kan komma upp vid hantering av data diskuteras.

Kap 6: Tekniska hjälpmedel. Använda program tas upp och förklaras närmre, liksom konvertering mellan olika format samt behovet av att kvalitetsmärka data.

Kap 7: Genomförande. Här visas det praktiska genomförandet med behandling av befintligt kart- och tabellmaterial, framtagandet av nya tabeller och genomförandet av vissa analyser. För att undersöka till vilket skyddsrum en person har närmast har även en egen algoritm tagits fram och redovisas i detta kapitel.

Kap 8: Resultat och rekommendationer. Kapitlet sammanfattar resultat av genomförandet och problem som uppstått på vägen baserat på det utförda arbetet. Rekommendationer för användning av GIS för skyddsrumshantering ges.

## Kap 2 - Förutsättningar

### 2.1 Beskrivning av Lunds kommun

Inom kommunen finns ett antal förvaltningar som har del och intresse i hanteringen av information kring skyddsrum.

#### 2.1.1 Byggnadsnämnden

Byggnadsnämnden är den nämnd i Lunds kommun som handhar frågor rörande plan- och byggverksamheten. Dess verksamhet styrs till stor del av Plan- och bygglagen (PBL). Under Byggnadsnämnden ligger två förvaltningar, Stadsarkitektkontoret och Lunds Lantmäteri, med olika arbetsuppgifter. Båda har ca 30 anställda (Lunds Stadsarkitektkontor, 1997).

Stadsarkitektkontoret är alltså en förvaltning under Byggnadsnämnden. Här sköts myndighetsutövning enligt PBL m fl lagar. Ärenden handläggs och råd och service om planering och byggande lämnas. Viktiga områden är fysisk planering med miljö, trafik och naturvård, arkitektur mm, liksom ekonomiska, juridiska och sociala frågor (Lunds Stadsarkitektkontor, 1997). Man ska för Byggnadsnämndens räkning ha tillsyn över byggverksamheten enligt PBL, lagen om civilt försvar m fl lagar.

Lunds Lantmäteri består av en fastighetsavdelning vilken utgör kommunal lantmäterimyndighet och behandlar ärenden om fastighetsbildning, fastighetsregistrering mm. Det finns även en teknisk avdelning som svarar för geografisk information i kommunen (t ex baskarta), utför mätuppgifter och producerar kart- och reproprodukter enligt uppdrag från kunder både inom och utanför kommunens organisation. Arbete som planeras att genomföras i Lund inom den närmaste tiden är:

- införande av lokalt fastighetsinformationsregister (FIR) i verksamheten, med åtkomst via kommunnätet (hösten 1997),
- att göra kartor, såsom småskalig kommunkarta, tätortskartor, registerkarta samt ekonomisk och topografisk karta, tillgängliga på Internet,
- utveckling mot GIS-användning.

Här bör skillnaden mot Lantmäteriverket (LMV) påpekas. LMV är ett statligt verk medan Lunds lantmäteri är en kommunal lantmäterimyndighet under Byggnadsnämnden. I fortsättningen av detta arbete menas med lantmäteriet Lunds kommunala lantmäteri.

#### 2.1.2 Enheten för civilt försvar

Under en av nämnderna i Lunds kommun, räddnings- och beredskapsnämnden, ligger i fredstid Enheten för civilt försvar, vilket organisatoriskt är en del av Lunds brandförsvar (Lunds brandförsvar, 1997). Vid krigssituationer ändras organisationen och denna nämnd, liksom övriga nämnder försvinner, vilket betyder att ledningen utförs direkt av kommunstyrelsen.

Enheten är kommunens gemensamma organ när det handlar om civilt försvar. Viktiga arbetsuppgifter är:

- att informera och utbilda kommunalanställda och politiker
- att utbilda och öva hemskyddspersonal
- att planlägga för och utbilda/öva organisationen för räddningstjänst under höjd beredskap, RUHB (Civilförsvarsförbundet Malmöhus län, 1997).



### *Statens Räddningsverk*

Den centrala myndigheten för räddningstjänsten är Statens Räddningsverk (SRV) i Karlstad. Här förs ett centralt register över Sveriges alla skyddsrum, i vilket olika uppgifter för skyddsrummen finns registrerade.

SRV har samarbetat med Lantmäteriverket (LMV) och kopplat ihop information mellan LMV:s byggnadsregister och SRV:s skyddsrumregister. Resultatet har blivit att skyddsrum-ID lagts in i byggnadsregistret på de byggnader som har skyddsrum. På så sätt kan information utbytas och SRV kan hämta uppgifter som fastighetsbeteckning, byggnadskoordinater osv. Någon GIS-applikation har inte testats ännu. Byggnadsregistret utvecklas och intresse finns för att utöka användningen av detta. T ex kan områden som vid krigsfara kan komma att byggas ut med t ex skyddsrum läggas in. De signalhorn som nu sitter på byggnader för att varna i risksituationer kan också komma att läggas in i registret.

## **2.2 Skyddsrum**

### 2.2.1 Skyddsrum i lagen

Bestämmelser om skyddsrum, dess utformning och byggande finns i Lagen om civilt försvar 6 kap. Här står skrivet att det måste finnas skyddsrum och skyddade utrymmen i områden som kan antas bli särskilt utsatta för verkningar av stridsmedel. Bland annat städer, järnvägar och vägar räknas tillhöra det mest drabbade i krigssituationer, varför ett krav på skyddsrum finns i Lund, vilket även gäller Revinge, Dalby, Södra Sandby, Genarp och Veberöd. I Lund finns det totalt knappt 800 skyddsrum och det byggs 35-40 nya varje år. Utanför tätbebyggt område finns inget krav på skydd. Förutom skyddsrum finns det även mindre utrustade s k skyddsutrymmen, vilket oftast är fallet i mindre byar.

Enligt Lagen om civilt försvar 6 kap 4§ ska register föras över samtliga skyddsrum i kommunen. För skyddsrummen i Lund finns två olika sorters register:

1. SRV's rikstäckande register med detaljerade uppgifter om varje skyddsrum. Skyddsrummens numren är blandade, eftersom de sätts kronologiskt i hela landet.
2. Lunds eget lokala register med uppgifter om hemskyddsområde, skyddsrumnummer, adress, platser, kvarter, anmärkning, typ och datum för senaste underhållsbesiktning.

Det lokala skyddsrumregistret ajourförs löpande t ex vid nybyggnad och besiktningar. Registret används idag främst för övningar, planeringar och besiktningar samt för upplysning till allmänheten. De digitala kartorna som görs hos lantmäteriet inkluderar dessa skyddsrum men inte skyddade utrymmen, då avsikten i stället är att dessa ska hållas i ett eget system.

### 2.2.2 Skyddsrumsbeked

Beslut om var skyddsrum ska finnas och att de ska byggas tas av kommunen i samråd med Länsstyrelsen, genom lämnande av skyddsrumsbeked. Länsstyrelsen ska vara med framförallt för att frågan ska få en rättvis behandling i de olika kommunerna.

Då en person vill bygga nytt eller bygga om måste han söka bygglov samt göra en bygganmälan. Denna regel finns för att kunna kontrollera att förändringen sker i överensstämmelse med gällande detaljplan, att utseendet på byggnaden ska kunna regleras och att kravet på tillgänglighet för räddningstjänsten är tillgodosett. Förutom det ska skyddsrumsbeked sökas hos Byggnadsnämnden. Detta förfarande är lagreglerat i Lagen om civilt försvar 6 kap 8§, där det står att kommunen ska underrättas om man inom ett område där skyddsrum ska byggas avser

att göra sådana byggnadsåtgärder som anges i Plan- och bygglagen 9 kap. 2§ 1 och 3 som kräver byggnadsåtgärder (uppförande eller tillbyggnad av byggnad respektive ändringar i byggnad berörande de bärande delarnas konstruktion). Efter underrättelse blir Byggnadsnämnden skyldig att bedöma skyddsläget inom ett område och vid behov ge skyddsrumsbesked. Detta besked gäller i två år.

För att bygga ett skyddsrum kan ägaren söka statsbidrag hos Länsstyrelsen. Anses en person skyldig att bygga och utrusta ett skyddsrum har han nämligen rätt till ersättning av staten för de merkostnader som uppkommer för skyddsrummets tillkomst. Om byggandet godkänds reserverar Länsstyrelsen pengar för detta, varefter de erhåller en kopia av skyddsrumsbeskedet.

### 2.2.3 Placering av skyddsrum

Vid detaljplanläggning av ett område undersöks numera i vilka hus skyddsrum ska byggas. Detta är en uppgift som inte ingått i tidigare planläggning, varför tomtägaren upplyses om sina skyldigheter vid byggande (se ovan).

För att få en bild av behovet av skyddsrum vid ny bebyggelse utgår planerarna från förväntad befolkning efter schabloner samtidigt som grannkvarterens utbud av skyddsrumspatser studeras. Tillvägagångssättet är liknande då skyddsrum planeras byggas i äldre områden. I dessa fall används befintlig befolkningsstatistik för området, 92% av de boende blir dimensionerande antal, enligt meddelande från Räddningsverket 1990:1. Är det ett verksamhetsområde blir det 45% av de boende som blir dimensionerande, enligt meddelande från Räddningsverket 1987:4. Det är även här lämpligt att undersöka utbudet av skyddsrum i angränsande kvarter. Befintliga skyddsrum finns markerade på en skyddsrumskarta hos Byggnadsnämnden, vilken dock kan vara inaktuell (för tillfället är den senaste från -86 och därefter endast manuellt uppdaterad). För att vara säker på uppgifterna måste de jämföras med kvarterskartorna som är mer aktuella. Då uppgifter om aktuell befolkning samlas in är det inte ovanligt att detta görs ute på platsen. Det finns även normer att använda sig av för en del platser, exempelvis för bostäder och hotell. Viktigt är att ta hänsyn både till dag- och nattbefolkningen, i krig respektive i fred. Krigs- och fredsbefolkningssiffror kan räknas fram mha schabloner då aktuell befolkning är känd (Se kap 7.3.2). Dag- och nattbefolkning är viktigt att känna till framförallt vid krigssituation. Annars används främst uppgifter om nattbefolkning. Det finns uppgifter för arbetsplatser men dessa är sällan tillförlitliga, då de ofta anger antalet anställda på ett ställe, vilket inte är tillräcklig information. För arbetsplatser krävs att samhällsviktig verksamhet ska ha skyddsrum eftersom det är denna som kan tänkas behövas i krig.

Förutom befolkningens storlek är det av intresse att veta fördelningen av åldersgrupper för de olika områdena då det behöver vara känt t ex om det finns många barn och då behov av annan storlek på skyddsrum osv. När planeringen här görs beroende på befolkningens storlek och sammansättning kan påpekas att planering inte görs för varje enskild person, en person har nämligen inte ett bestämt skyddsrum utan planeringen utgår från befolkningens storlek.

Vid planering av skyddsrum ska hänsyn tas till befolkningens möjligheter att efter varning nå rummen i tid och kunna uppehålla sig under den tid som krävs. SRVFS 1992:1, dvs Skyddsrumregler (SR), säger att det ska vara max 70 m från husets entré till ett skyddsrum.

#### 2.2.4 Arbetsgång efter skyddsrumsbesked

Det är alltså Byggnadsnämnden som ger besked om skyddsrum, efter en genomgång av var befintliga skyddsrum är belägna och hur mycket folk som befinner sig i området dag- resp nattetid.

Efter att skyddsrummet är byggt gör Byggnadsnämnden en slutbesiktning för att kontrollera att allt är rätt genomfört. Statens Räddningsverk registrerar skyddsrummet och tilldelar skyddsrumnummer (skr-nummer). Då besiktning är gjord fyller Byggnadsnämnden i ett registerkort. Stadsarkitektkontoret ska dessutom upprätta en kvarterskarta på underlag från lantmäteriet. Skyddsrummets läge på fastigheten visas liksom in-/utgångar, skr-nummer, den tekniska bestämmelse enligt vilket skyddsrummet är byggt, nettoyta och höjdläge. Skyddsrummet markeras även på en översiktskarta över skyddsrum. Lantmäteriet kan därefter få uppgifter för att komplettera sina register, där det färdigställda skyddsrummet registreras på byggnaden. Mikrofilmning görs av iordningställanderitning och elritning, varefter numret på filmen förs in på registerkorten.

Godkända skyddsrum, dvs endast de som är färdigbyggda, registreras av Enheten för civilt försvar. Kvarterskarta, skyddsrumskort osv lämnas över från Byggnadsnämnden och de tar efter Byggnadsnämndens slutbesiktning över underhållsbesiktningen av skyddsrummen och blir därmed skyldiga att vart tionde år kontrollera skyddsrummen. Det är SRV som centralt sköter bevakning av vilka skyddsrum som ska besiktigas varje år.

#### 2.2.5 Skyddsanalys inom hemskyddsområde

I 4 kap. Lag (1994:1720) om civilt försvar regleras att hemskyddsorganisationer ska byggas upp. Hemskyddet är en del av kommunens krigsorganisation som ska ge allmänheten information och hjälp vid krigsfara eller krig. Kommunerna är uppdelade i hemskyddsområden som vid krig bemannas med pliktpersonal och frivilliga i hemskyddsgrupper och hemskyddsombud.

Staden Lund består av ett antal hemskyddsområden (46 stycken) uppdelat så att ca 2000 personer ingår i varje. Dessa samlas sedan i totalt sex olika samverkansområden. Även landsbygden i kommunen är indelad i samverkansområden.

En typ av analyser berörande antal skyddsrumspplatser är gjord på Enheten för civilt försvar, nämligen skyddsanalys per hemskyddsområde. Uppgifter (kända och uppskattade mha schabloner) för varje hemskyddsområde har då sammanställts gällande:

- fredsbefolkning
- krigsbefolkning natt
- krigsbefolkning dag
- samhällsviktig verksamhet
- antal skyddsrumspplatser.

Med dessa siffror, som är beräknade med hjälp av schabloner för att få fram krigsbefolkningen, kan sedan följande räknas fram:

- skyddsläge natt
- skyddsläge dag,

dvs om det föreligger ett över- eller underskott på platser.

## Kap 3 - Geografiska Informationssystem

### 3.1 Vad är Geografiska Informationssystem?

Geografiska Informationssystem (GIS) är en typ av informationssystem som karakteriseras av att det behandlar geografisk data. Syftet med ett informationssystem är att data ska struktureras så att information effektivt kan utvinnas. Dubbellagring ska undvikas med de kostnader och ajourföringsproblem det medför. Skillnaden mot andra informationssystem ligger bland annat i att det i ett GIS är möjligt att lagra geografiska data och på dessa utföra geografiska analyser, men även i att det ofta är betydligt större datamängder som hanteras än i andra informationssystem. Geografiska företeelser ger nämligen en stor datamängd.

Det finns många olika uppfattningar om hur begreppet GIS ska avgränsas. En definition av GIS, gjord av Lantmäteriverket (1994, s.5) lyder:

*”Ett GIS är ett datorbaserat informationssystem med funktioner för inmatning, bearbetning, lagring, analys och presentation av geografiska data. I ett operationellt GIS ingår en eller flera databaser.”*

GIS-verksamhet består alltså i att utveckla, bygga upp, föra in och tillämpa informationssystem som är baserade på geografiska databaser (se kap 3.5 - Geografiska databaser).

GIS kan sägas vara en teknik där en mängd information från olika databaser kopplas samman till objekt på en karta, objekten kan bestå av byggnader, orter, vattendrag osv. Inte bara databaserna utan även metoder och funktioner för behandling av data från dessa ingår i ett GIS. Information som tidigare funnits tillgänglig i analog form på olika kontor, i olika lokaler, med olika skalor osv och inte kunnat utnyttjas tillsammans på något smidigt sätt kan nu kombineras i analyser och utnyttjas på ett effektivt sätt. Ofta måste aktuella data bearbetas för att passa in i programvarans format.

De första system som kallas vektor-GIS (vektor, se kap 3.3.1) kommer från Kanada där det togs fram i mitten av 60-talet (Malmström och Wellving, 1995). Detta fick namnet Canada Geographic Information System. I detta lagrades och bearbetades data från en landsomfattande naturinventering.

Ofta kan datainnehållet i ett GIS beskrivas som ett antal skikt, vart och ett representerande ett tema, t ex ett skikt med vägar, ett med byggnader, ett med fastighetsgränser. De intressanta skikten kan sen väljas ut och tillsammans överlagras för att visa en aktuell bild.

#### 3.1.1 Vad kan man göra?

Enklare former av bearbetningar i ett GIS kan vara att beräkna längden av en väg, ytan av en fastighet eller motsvarande på andra objekt i databasen. Buffertzoner kring ett objekt kan också beräknas, t ex för att simulera spridning av utsläpp efter en olycka. Andra funktioner är att kontrollera om en given punkt ligger på en viss linje eller i en viss polygon.

Dessa operationer kan sedan sättas samman då mer komplicerade frågor ställs till systemet. Genom att peka på en byggnad på en karta kan information om vilken fastighet denna ligger på tas fram liksom vidare vilken ägare fastigheten har. Det går till på så sätt att då användaren pekar på kartan undersöker programmet i vilken yta markering skett och ser vilken fastighetsbeteckning som hör samman med ytan. Därefter går programmet in i attributdatabasen för att

se vem som är ägare till fastigheten och presenterar detta för användaren. Andra operationer som kan utföras av systemet är att hitta kortaste eller snabbaste vägen mellan två platser, liksom att olika teman (jordtyp, boende, vattendrag, osv) kan överlagras för att få fram lämplig placering av vindkraftverk osv.

### 3.1.2 Var kommer data ifrån?

Mycket av den data som avses sammanställas i ett GIS kommer från andra redan befintliga databaser och kartsystem. Detta kan minska kostnaderna drastiskt, då nyinsamling av data medför höga kostnader. Manuell digitalisering och datainsamling görs då man avser att komplettera och ajourhålla materialet, samt naturligtvis då det inte finns något färdigt material att tillgå, se vidare kap 4.3.

### 3.1.3 GIS i Sverige

I Sverige har databaser tidigare framför allt byggts upp för kartframställning liksom register har byggts upp för geografiska data, dock utan att dessa behandlats gemensamt, vilket görs i ett geografiskt informationssystem (Malmström och Wellving, 1995). GIS-marknaden har inte vuxit lika fort här i landet som i övriga Europa. Anledningarna till detta är troligtvis att potentiella användare känner att det råder en brist på tillgängliga geografiska data, och då framförallt digitala fastighetsdata, liksom att det kan uppstå problem vid samkörning av olika leverantörers data (Kvarnström och Ollvik, 1996). Detta betyder att en övergång till GIS resulterar i stora kostnader, då datafångsten är det dyraste i systemuppbyggnaden. Av hela systemets kostnader beräknas 60-90% gå åt till digitalisering eller köp av data (Malmström och Wellving, 1995). I samband med redovisning av de höga kostnaderna för datafångsten kan tilläggas att det dock är data som har den längsta livslängden, mycket längre än både maskin- och programvara.

I de flesta kommuner är arbetet nu igång med att bygga upp databaser med geografisk information över kommunens område. Databaserna består framförallt av primärkartor, registerkartor och uppgifter om ledningar, vägar och gator.

Utvecklingen har gått framåt och användningsområdena för GIS har förskjutits från att tidigare främst ha utgjorts av kartproduktion. Numera används GIS-tillämpningar även inom områden som ledningsdokumentation, samhällsplanering, projektering, natur- och miljövård, naturresursdokumentation, statistik och skogstillämpningar. Förslag på nya tillämpningsområden är socialtjänst, skola/barn, miljö/kultur, räddningstjänst och fastighetsförvaltning (ULI, 1996).

## 3.2 Geografiska data

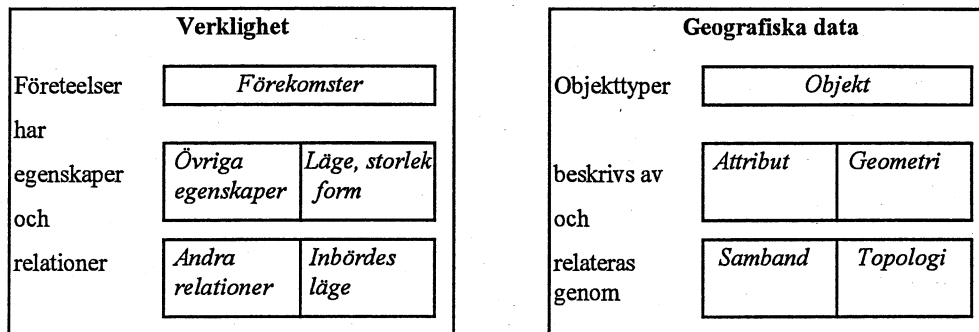
I definitionen av GIS (kap 3.1) används termen geografiska data. Det finns även kartografiska data och skillnaden mellan dessa två är att kartografiska data är utformade för att presentera verkligheten i kartform och framförallt att användas för utritning, medan geografiska data är generella data som beskriver en modell av verkligheten. Enkelt kan geografiska data sägas beskriva en modell av verkligheten medan kartografiska data beskriver kartan, där kartan är anpassad för visuell presentation. (Uppgifterna som behandlar geografiska data är främst hämtade från Lantmäteriverket, 1994.)

I en geografisk databas lagras olika typer av data. En företeelse i verkligheten avbildas som ett objekt, vilket består av attributdata (egenskaper) respektive lägesdata, exempelvis koordi-



natangivelse. Mellan olika företeelser finns relationer vilka benämns samband. Mellan objekten person och fastighet kan t ex sambandet *äger* finnas. En speciell typ av samband kan visa förhållande i läge mellan två objekt som kallas topologi. Detta kan vara att fastighet A *gränsar till* fastighet B eller att en väg *korsar* vissa fastigheter. Dessa relationer är ofta viktiga vid analyser och kan lagras som data i en databas.

I och med att ett objekt i verkligheten avbildas på detta sätt kan det även hittas i databasen genom identifieringar med attribut och samband. Objekt, attribut och samband klassificeras i en geografisk databas i objekt-, attribut- och sambandstyper (figur 4).



Figur 4 Hur verkligheten beskrivs som geografiska data i en geografisk databas. Bilden är hämtad från Lantmäteriverket (1994, s. 7).

Geografiska data beskriver objekt som är lägesbundna, dvs har en lägesangivelse. Objekt i en geografisk databas är alltså förknippade med geometriska data och kan därmed anges på en karta. Dessutom tillhör objekten en objekttyp och har en identitet (ID-nummer). Den unika identiteten behövs för att man ska kunna söka ut objekt i en databas. Om ett objekt ej är lägesbundet kan det bli det genom att objektet tillförs en lägesangivelse antingen direkt genom digitalisering eller indirekt genom t ex fastighetsbeteckning, geokodning (se kap 3.4).

### 3.2.1 Objektens geometri och topologi - grundelement

Geometrin hos objekten byggs upp av geometriska grundelement, som består av element i 0 till 3 dimensioner. Särskilda termer används när det gäller topologiska samband, dvs de speciella typer av samband som anger ett objekts läge i förhållande till ett annat, t ex *gränsar till* eller *ligger på*.

För 0 dimensioner består grundelementet av punkt. Olika betydelser gör att det finns olika sorters punkter, t ex brytpunkt, ändpunkt, identitetspunkt, attributplaceringspunkt, centralpunkt och nod, där den sistnämnda är en topologisk term och utgör en knutpunkt i ett nätverk av länkar.

Härefter kommer de 1-dimensionella grundelementen som utgörs av linje, vilken kan definieras genom sammanbundna punkter. Även här finns det olika typer varav två är linjesegment och ring (sekvens av linjesegment) och de två topologiska termerna är länk och kant, där länk har topologiskt samband till två noder, medan kant är en länk som har topologiskt samband till angränsande områden.

Yta, som begränsas av en yttre ring och ev inre ringar är det 2-dimensionella grundelementet. De specialfall som finns här är skal, område (med topologiska samband till angränsande områden) och vägg (med topologiska samband till angränsande rum).

Det *3-dimensionella* (3-D) och sista grundelementet är kropp, vilket begränsas av yttre och ev inre skal. Rum är en kropp med topologiska samband till angränsande rum. Ännu så länge har inte mycket gjorts inom detta område, men med erfarenheter från CAD-sidan är en utveckling väntad (Lantmäteriverket, 1994). Mellan 2- och 3-D finns en dimension som kallas 2.5-D, där en företeelse behandlas som 2-D men förutom angivande av koordinater i plan ges koordinater i höjd.

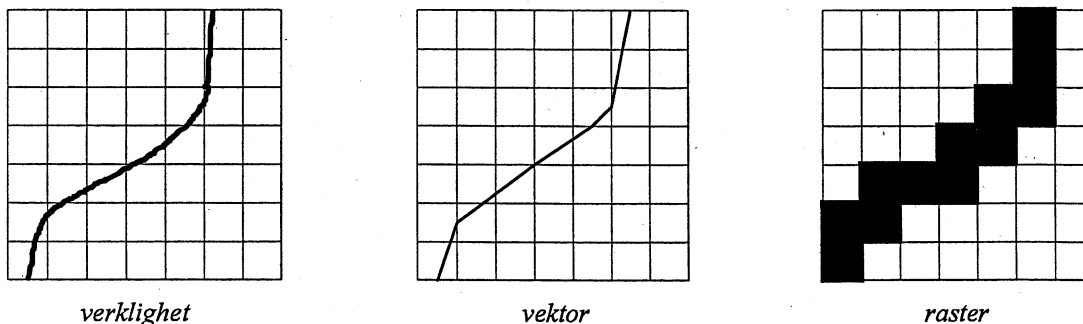
Den topologiska datastrukturen för objekt byggs upp av noder, länkar och områden. De GIS som klarar av denna struktur kan konvertera icke-topologisk struktur till topologisk, eftersom topologin finns implicit i geometrin. Trots att topologi är en förutsättning för många analyser är det inte självklart med en topologisk datastruktur i ett GIS. Bl a är topologi komplicerat att lagra samt att topologin blir felaktig om geometrin hos datamaterialet ej är korrekt utan består av ytor som ej är slutna osv.

### 3.3 Datastruktur

För att komplicerade geografiska data ska kunna lagras digitalt och kunna utnyttjas på ett effektivt sätt måste de struktureras logiskt så att de kan införas i en databas och hanteras av ett databashanteringssystem.

#### 3.3.1 Geometriska data

Objektens geometri kan representeras med antingen vektor- eller rasterdata. Vektordata beskriver geometrin mha en uppsättning punkter, vars läge beskrivs av plan- och ev höjdkoordinater. En vektor är ett linjesegment som definierats av sina ändpunkter. En punkt är därmed given av koordinater, en linje är uppbyggd av en sekvens av linjesegment och en yta är en sluten samling av linjesegment. Rasterdata däremot representeras av ett rutnät, där varje cell kallas pixel. Varje pixel är adresserad genom sin placering i rutnätet (rad- och kolumnnummer) och till varje pixel kan information knytas i form av ett datavärde. Rasterdata kan representera spatiala objekt genom att en punkt kan motsvaras av en cell, en linje av en sekvens av celler och en yta av en samling sammanhörande celler (se figur 5). Det kan påpekas att rasterdata inte endast kan bestå av rutor utan kan även ha formen av liksidiga trianglar, sexkantningar osv.



Figur 5 En väg i verkligheten representerad med vektor- respektive rasterstruktur.

Rasterdata har jämfört med vektordata en enkel datastruktur men tar stor plats vid lagring. Det är enkelt att knyta attributdata till vektordata, men det finns även system för rasterdata där man kan bilda objekt och därmed knyta attribut till dessa. Translationer mellan raster och vektor är möjligt och kallas vektorisering respektive rasterisering. Påpekas bör dock att detta inte kan ske utan informationsförlust. Det är i vissa system möjligt att visa en bakgrundskarta med rasterstruktur för att kunna se vektorobjekt mot denna bakgrund.

### 3.3.2 Attributdata

*Attributdata* hos objekten struktureras vanligen så att data ordnas upp i ett antal tabeller, som bl a innehåller det beskrivna objektets identitet (ID). Detta gör att data på ett enkelt sätt kan föras in i en relationsdatabas, se vidare kap 3.5.

<i>ID</i>	<i>adress</i>	<i>adressnr</i>	<i>förnamn</i>	<i>efternamn</i>
1	Rengatan	2	Bengt	Bengtsson
2	Hjortgatan	3	Karl	Karlsson
3	Hjortgatan	5	Åke	Åkesson
4	Älggatan	1	Jan	Jansson

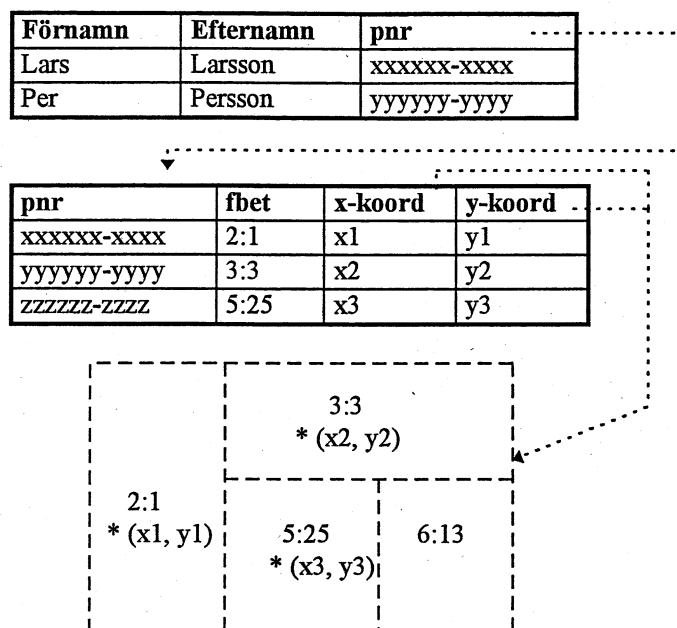
Figur 6 Attributdata lagras exempelvis i en tabell, där objektets ID och övriga attribut radats upp.

### 3.3.3 Länkning av geometri och attribut

När geometriska data och attributdata hanteras i ett GIS kan de alltså struktureras på olika sätt. Just i detta fall sker arbetet med MapInfo varför endast denna struktur tas upp. I MapInfo kopplas geometriska kartdata och attributdata i register samman på så sätt att varje geometriskt objekt motsvaras av en rad i attributdatatabellen. Mellan geometri och attribut råder därmed ett ett-till-ett-förhållande (se vidare kap 3.5.3 och 6.2).

### 3.4 Koppling mellan karta och registerdata (geokodning)

Länkning av kartdata och attributdata görs via ett gemensamt attribut i de båda datasamlingarna. Så kan attributdata som ej är kopplade till geografien knytas samman med ett geografiskt objekt om något attribut är gemensamt, vilket benämns geokodning. Som exempel kan visas hur viss persons fastighet kan hittas på en karta, eftersom personen kopplas till en fastighet via personnummer och fastigheten sen i sin tur kopplas till en karta via fastighetens centralpunktskoordinater (se figur 7). Förutsättningen är då att personnummer är attribut både i personregistret och fastighetsregistret, att koordinater finns i fastighetsregistret och kan kopplas till kartan samt att fastigheterna är ytbildade (för att kunna se fastighetens yta och ej endast centralpunkt). Detta är ett exempel där det visas att data som inte har någon som helst geografisk anknytning kan kopplas till geografien och få andra användningar än tidigare.



Figur 7 Koppling mellan registerdata och kartbild via gemensamma attribut.

Samtidigt kan olika typer av attribut som tidigare inte haft något gemensamt kombineras på detta sätt. Om t ex ett nytt vindkraftverk ska lokaliseras måste bl a hänsyn tas till data om markens beskaffenhet, skyddade områden och byggnader. Alla dessa uppgifter har koppling till kartan och kan överlagras för att utnyttjas tillsammans och på så sätt hjälpa till att välja ut det mest optimala läget.

### 3.5 Geografiska databaser

Geografiska data lagras normalt i databaser. Häri lagras data på ett ställe på ett strukturerat och kontrollerat sätt, så att de lätt kan delas och lätt uppdateras vid behov, jämfört med manuellt lagrade uppgifter som ofta är spridda över olika användare i olika format och skalor. Många användare kan snabbt få tillgång till data samtidigt som data från olika källor kan användas tillsammans.

Enligt Allmänna standardiseringsgruppen (1996, s.32) förklaras en databas som en "samling av samhörande data som är lagrade i strukturerad form och som kan bli åtkomlig för sökning, bearbetning och sortering". På dessa data kan användaren utföra olika operationer, t ex

- lägga till nya filer
- föra in ny data i filer
- hämta data från filerna
- uppdatera eller ta bort data
- ta bort filer från databasen (Date, 1995).

Eftersom data ofta lagras i tabellform, hänvisas hellre till tabeller (relationstabeller) än filer (se kap 3.5.1).

### 3.5.1 DBMS och databasstruktur

För att kunna upprätta en databas och manipulera data i en databas, t ex importera, sortera, lagra eller hämta data, används en speciell programvara, DBMS (Database Management System), på svenska kallat databashanteringssystem. Detta databashanteringssystem gör även att filerna struktureras på ett visst sätt, så att de lätt kan nås.

DBMS kan tänkas ligga mellan användaren och den fysiska databasen. Alla åtgärder som utförs mot databasen går genom denna DBMS, t ex de operationer som nyss togs upp. Förenklat arbetar DBMS så att användaren formulerar en begäran med hjälp av ett språk för sökning i databaser (se t ex SQL nedan). DBMS tar emot begäran, analyserar den och utför operationerna på databasen (Date, 1995).

Det finns olika strukturer efter vilka en databas kan konstrueras och därefter implementeras med en databashanterare:

- hierarkisk databasstruktur
- nätverksdatabasstruktur
- relationsdatabasstruktur
- objektorienterad databasstruktur.

Den enda databasstruktur som kommer att beröras här är relationsdatabasstrukturen, då den är den vanligaste strukturen för attributdata i GIS-sammanhang (Bernhardsen, 1992), framförallt pga dess enkla och flexibla struktur. Dessutom tillåter den komplexa samband som är vanliga i verkliga geografiska objekt. Påpekas kan att denna struktur inte är lämplig för lagring av geometriska data, för vilka andra lösningar används. T ex kan geometriska data lagras i ett filsystem där alla uppgifter är oberoende av varandra, vilket är fallet då topologi saknas som i MapInfo.

Databashanteraren benämns i detta fall relationsdatabashanterare (RDBMS). Strukturen för data i en relationsdatabas kan närmast jämföras med tabeller. Data och relationer mellan data organiseras nämligen i tabeller där en rad (tupel) i tabellen består av ett antal kolumner (fält) med attributvärden tillhörande ett objekt (STG, 1996). Alla fält i en rad är permanent förbundna med varandra, men tabellerna innehåller ingen information om andra tabeller än den egna. De fristående tabellerna kan dock kopplas ihop på olika sätt genom att något eller några gemensamma attribut i olika tabellers rader har samma värde, såsom beskrevs tidigare i kap 3.4. Alla objekt och attribut kan relateras till varandra på detta sätt, vilket medför att en samling data för många objekt med komplexa samband kan resultera i ett stort antal tabeller. En speciell egenskap för relationsdatabaser är just det att operationerna som användarna utför på tabellerna i en relationsdatabas resulterar i nya tabeller.

Ett exempel på en relationsdatabashanterare är Access som körs under Microsoft Windows (kap 6.1).

### 3.5.2 SQL

I relationsdatabaser finns det inga pekare mellan fält, vilket betyder att sökning efter data sker sekventiellt genom tabellerna. Är en tabell given kan dock ett sökt fält snabbt hittas. Med hjälp av indexering<sup>2</sup> kan sökningarna snabbas upp.

<sup>2</sup> Jämför med index i en bok, som underlättar sökandet betydligt.

Systemets enkla struktur har gjort det möjligt att utveckla ett officiellt standardfrågespråk, SQL (Structured Query Language), vilket möjliggör frågeställning, hantering och manipulation av data i relationsdatabaser. SQL-språket används t ex för att ställa frågor i Access och MapInfo i senare kapitel.

SQL används för att formulera operationer som

- definierar (CREATE)
- manipulerar (SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE, PROJECT, JOIN)

data i relationsdatabaser. Urval kan göras med SELECT och PROJECT, där specificerade rader respektive kolumner väljs ut från en tabell. Med JOIN kan två tabeller sättas samman via någon gemensam kolumn i de båda tabellerna. På detta sätt kan nya tabeller skapas tillfälligt eller för permanent bruk.

### 3.5.3 Lagring av geografiska databaser

Som tidigare nämnts (se 3.3 - Datastruktur) separeras geografiska data i geometri och attribut i ett GIS. Dessa behandlas sedan vanligtvis med olika databashanteringssystem (DBMS). Normalt hanteras i GIS attributdata i en relationsdatabas och geometrin i ett eget databashanteringssystem. Med hjälp av nycklar hålls objektdata från de båda sidorna ihop.

Kopplingen mellan databaserna med geometri och attribut osv kan dock se olika ut i olika system. I MapInfo används intern hybridlösning, vilket innebär just att attributen finns i en databas och geometrin i en annan och kopplingen mellan geometri och attribut görs med identifierare. En extern hybridlösning däremot betyder att geometrin liksom tidigare finns i en egen databas men att det nu finns ett relationsdatabasgränssnitt mot någon extern relationsdatabas med attribut. En hybridmodell innebär alltså att geometriska data och attributdata lagras i skilda databaser och hanteras av olika databashanterare. Ett tredje exempel visar på en annan lösning där det i *ett* databashanteringssystem finns både geometri- och attributdata samt att det finns en koppling till en extern databas för attribut, integrerad databashantering (Lantmäteriverket, 1994).

Dessa tre metoder (även andra varianter finns) för lagring av geografiska databaser kan sammanfattas i:

- två separata system, ett för geometriska data och ett för attributdata
- en databas för geometriska data kopplad till externa databaser med attributdata
- ett enda databassystem där både geometriska data och attributdata lagras.

## Kap 4 - Modellering

### 4.1 Modellering av geografiska databaser

Avgörande för vilka data som behöver samlas in för lagring i en databas är hur verkligheten avbildats i en verklighetsmodell (se nedan). Då en geografisk databas ska byggas upp är det därför viktigt är att från början mycket noga klargöra och fastställa syftet och användningen med databasen och först därefter börja samla in data. Modellering görs alltså för att identifiera och strukturera data i databasen på ett sådant sätt att den uppfyller de krav som ställts för den aktuella tillämpningen. Att det är så viktigt att följa denna ordning och därmed samla in "rätt" data beror på att en mycket stor del av kostnaderna för en geografisk databas ligger på just data. Data är dessutom mer långlivade än både maskin- och programvara, varför det är klokt att beskriva den ideala databasen för verksamheten, även om det inte för tillfället är möjligt att uppfylla alla krav. Detta arbetssätt leder också till att det kan bli lättare och billigare att i framtiden ändra eller komplettera då nya behov uppstår.

Att ta hänsyn till behov av utskrifter, kartor osv hos användarna är också viktigt vid modelleringen, dock bör arbetet inte endast koncentreras på utdatabehovet utan det är i stället verkligheten som ska modelleras för att ge ökad flexibilitet (Lantmäteriverket, 1994).

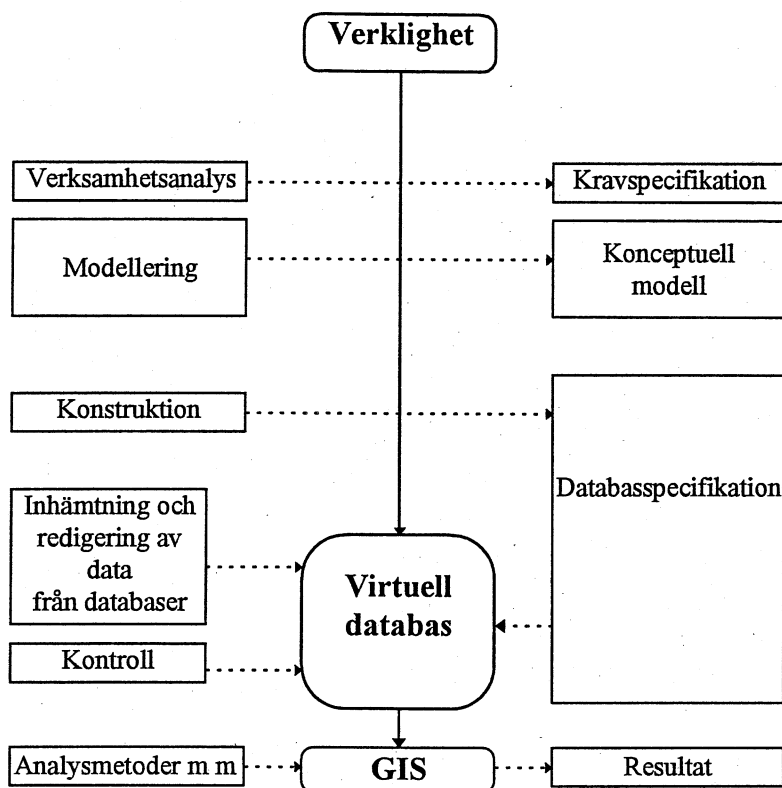
I många fall finns databaser redan varför det framförallt blir ett arbete att länka samman data från dessa till en så kallad virtuell databas för att användas i ett GIS. Med virtuell databas menas att databasens innehåll och utseende visserligen modelleras men att databasen inte lagras fysiskt, utan att befintliga databaser länkas samman. Med tanke på ajourföring av data i systemet underlättas arbetet om de befintliga databaserna i stället används, då dessa redan ajourförs på en plats. Skulle man i stället lagra alla databaserna på ett nytt ställe måste ajourföringen göras på två ställen. I det GIS som byggs upp i detta fall kommer endast register och tabeller från befintliga databaser att ingå. Inga nya databaser kommer därför att skapas utan data som används länkas samman från befintliga databaser. Ansvaret för och ajourföringen av uppgifterna kommer då att ligga på dem som lagrar databaserna. Behandlingen av databaserna blir framförallt att anpassa data för att passa in i ett skyddsrum-GIS.

#### 4.1.1 Arbetsgång

En inom STANLI<sup>3</sup> utarbetad arbetsgång för datamodellering av geografiska databaser beskrivs i Lantmäteriverket (1994) och redovisas delvis i kapitel 4.1 och 4.2. Modelleringen sker på en konceptuell nivå, dvs arbetet utförs oberoende av system och implementeringslösningar. Detta är av intresse först i konstruktionsfasen (se kap 4.2).

En något modifierad arbetsgång används här för att få fram en modell över ett geografiskt informationssystem som bl a består av befintliga databaser (se figur 8). I stället för att modellera nya databaser görs en anpassning av befintliga databaser för att kunna användas i ett GIS. Man kan, som ovan nämndes, säga att en virtuell databas modelleras, dvs databasens innehåll modelleras men fysiskt lagras inte databasen på något nytt ställe. Resultatet av modelleringen ska visa från vilka databaser data behövs och hur dessa data kan länkas ihop.

<sup>3</sup> STANdardiseringsgruppen för LandskapsInformation



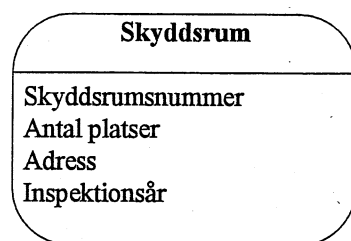
Figur 8 Arbetsgången vid konstruktion av en geografisk databas och ett geografiskt informationssystem. Bilden är modifierad med ursprungsbild hämtad från Lantmäteriverket (1994, s 32).

Det är viktigt att från början vara medveten om verksamhetens behov och krav, då dessa är utgångspunkten för modelleringen. Därför är det lämpligt att börja med en verksamhetsanalys som resulterar i en kravspecifikation. Med hjälp av denna går arbetet in i modelleringsfasen, där en konceptuell modell (verksamhetsmodell) över verksamheten upprättas, som visar data-behov och vilka analyser som behövs.

Den konceptuella modellen är en modell på typnivå som ofta redovisas i ett grafiskt schema och som uttrycker hur man i databasen kommer att återge de typer av företeelser, egenskaper och relationer, som finns i verkligheten, och vilka sammanhang det finns mellan dessa. Modellen tas fram även i detta fall för att vara klar över hur de olika företeelserna återges och för att visa hur de behöver anpassas för att vara lämpade för systemet.

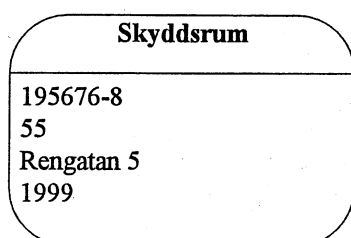
Att det är en modell på typnivå betyder att det inte är t ex skyddsrum i sig självt som modelleras, utan objekttypen skyddsrum och hur denna ska representeras (figur 9). I detta steg bestäms alltså vilka objekttyper, attribut och relationer som kommer att ingå i modellen (se kap 3.2).





Figur 9 Exempel på en objekttyp i en konceptuell modell, modell på typnivå.

För att göra det hela lättare att förstå kan det dock vara lämpligt att börja med att beskriva verkliga företeelser i en verklighetsmodell, vilket alltså är en modell av verkligheten på förekomstnivå (figur 10). I denna görs exemplifieringar med t ex verkliga fastigheter för att modellen lättare ska kunna förstås. För att förklara de komponenter som ingår i verksamhetsmodellen används en sk begreppsmodell, där t ex begreppen objekttyp och attributtyp definieras.



Figur 10 Exempel på verklighetsmodell för objekttypen skyddsrum. Modell på förekomstnivå. Motsvarande verksamhetsmodell finns i figur 9.

Innehållet i verksamhetsmodellen redovisas lämpligen även genom objekttypsdefinitioner, där alla använda objekttyper, attributtyper osv definieras och beskrivs. För att få bättre överskådlighet grupperas objekttyperna i en klassificeringsstruktur.

Som resultat av denna arbetsgång finns tre viktiga dokument; verksamhetsmodell, objekttypsdefinitioner och klassificeringsstruktur, vilka samlas i en objekttypskatalog. När verksamhetsmodellen är klar kan den översättas t ex till tabeller i en relationsdatabas, där varje objekttyp blir en tabell och attributen blir kolumner i tabellen, se kap 4.2.1.

En viktig del i modelleringen är att tänka på geometrin för geografiska data. De geometriska grundelementen punkt, linje och yta hanteras i modellen som andra objekt. Samband mellan dessa och de geografiska objekten ger de senare sin geometriska beskrivning. Geometrimodellen blir alltså en del av verksamhetsmodellen.

#### 4.2 Konstruktion av en databas

Efter att modelleringen är klar tar nästa steg vid, nämligen konstruktion av databasen. Dock kan påpekas att det är ett iterativt arbete mellan modellering och konstruktion av databasen. Skillnaden mellan dem består främst i att hänsyn till system tas vid konstruktionen, medan arbetet med modelleringen utförs på en konceptuell nivå. Konstruktionen består dels av design av databasen (fastställande av data- och filstruktur), men även av insamling av data.

Ett viktigt dokument som tillkommer i konstruktionsfasen är databasspecifikationen. Denna upprättas framförallt före datainsamlingen och grundar sig på innehållet i objekttypskatalogen. Dokumentet ska visa vilka behov som finns och vilken ambitionsnivå som eftersträvas vid databasuppbyggnaden avseende innehåll, detaljeringsgrad och kvalitet.

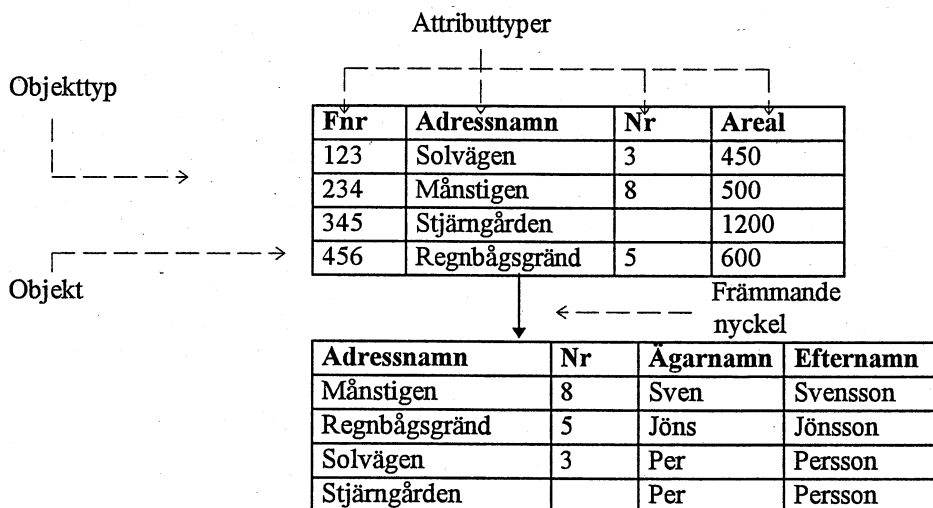
Tre huvuddelar ingår i databasspecifikationen:

1. En *allmän del* med uppgifter om databasens beteckning, förvaltande organisation, koordinatsystem, aktualitetskrav, täckningsområde, krav på lägesnoggrannhet osv.
2. *Innehåll, datainsamling, lagring och ajourhållning*, där databasens innehåll redovisas, liksom metoder för datainsamling och kvalitetskontroll, data- och filstruktur, geometrisk representation, attributtyper med tillåtna värden osv. Kodning och lagring (implementering) bör beskrivas noga.
3. *Kvalitetsdeklaration* med beskrivning av vilka kvalitetsuppgifter som finns och hur de redovisas samt resultat från utförda kvalitetskontroller, mm (se kap 6.4).

#### 4.2.1 Konstruktion av en relationsdatabas

Konstruktion av en relationsdatabas, dvs uppbyggnad av tabeller, utgår alltså ifrån modelleringen som gjorts. Varje objekttyp kommer att motsvaras av en tabell i databasen och varje objekt blir en rad i tabellen. Attributtyperna för objekten motsvaras av kolumner i tabellen.

För varje tabell väljs en eller flera kolumner som ska utgöra nyckel (primärnyckel) och för varje objekt vara en unik identifierare som gör att objektet kan urskiljas från övriga objekt. Den eller de kolumner som är primärnyckel i en tabell måste alltid innehålla ett värde för varje objekt (rad). Nyckeln kan också återfinnas i en annan tabell (främmande nyckel), vilket betyder att objekt i olika tabeller på detta sätt kan kopplas ihop. Relationer mellan objekttyper åskådliggörs av dessa främmande nycklar om relationerna utgör ett ett-till-ett eller ett-till-många-förhållande. Om det handlar om ett många-till-många-förhållande kommer relationen att resultera i en egen tabell (uppgifter från Date, 1995).



Figur 11 Konstruktion av relationsdatabasen med utgång från resultatet av modelleringen. Objekttypen är fastighet och varje fastighet (objekt) representeras av en rad i tabellen. Mellan Fastighetstabell och Ägartabell finns ett 1-m-förhållande, varje fastighet ägs av en ägare och varje ägare kan äga en eller flera fastigheter. Detta kan visas med en främmande nyckel.

När tabellernas utseende och nycklar definierats återstår realiseringen i ett specifikt databashanteringssystem samt införandet av data, manuellt eller genom överföring från andra källor.

I detta fall är de flesta databaserna redan färdiga att använda, varför konstruktionsfasen framförallt består i en inventering och undersökning av vilka databaser som finns samt en anpassning av dem till ett skyddsrum-GIS genom att länka samman dem och välja ut de intressanta attributen, välja primärnycklar osv. Som grund ligger den konceptuella modellen.

### 4.3 Datainsamling

För att spara tid och pengar kan det vara klokt att, innan data börjar samlas in manuellt, undersöka om den data som behövs redan finns i digital form. Den största delen data som används i ett GIS kan förmodligen importeras från andra databaser. Likaså kan befintliga databaser länkas samman till en virtuell databas utan att lagras på något nytt ställe. Attributdata kan hämtas från befintliga register medan geometriska data ofta kommer från olika kartsystem. För ajourhållning och komplettering av materialet kan dock manuell digitalisering av befintliga kartor eller datainsamling från flygbilder vara en lösning.

Den vanligaste datafångstmetoden är alltså en kombination av inköp och egen produktion av data (ULI, 1996). Några producenter som har databaser med uppgifter inom landskapsinformationsområdet är:

- LMV - fastighetsdata (FDS) och Geografiska Sverige Data (GSD), t ex Gröna, Blå och Röda kartan
- Vägverket - nationell vägdata
- Kommuner - primärkarta, vägdata, fastighetsdata
- SCB - befolkningsstatistik, fastighetsuppgifter, lantbruksregister
- Länsstyrelser - miljödata
- SGU - uppgifter om jordart, berggrund, grundvatten osv
- Satellitbild AB - satellitbilder
- SMHI - Svenskt Vattenarkiv, sjöregistret.

SCB har en stor geografisk databas med olika geografiska indelningar. Det går att få uppgifter på en mängd nivåer som tätorter, församlingar, kommuner, fastigheter, statistikområde<sup>4</sup> osv. Detta kan vara statistik om befolkning, boende, bebyggelse, inkomstförhållande, utbildning osv. Statistik från SCB går att presentera och analysera i ett GIS. Mycket av informationen är knuten till just fastigheter, och aktuellt i detta arbete är väl främst uppgifter om befolkningen per fastighet. Denna går att få på SCB, som i sin tur uppdaterar uppgifterna från folkbokföringen. Om information om själva fastigheten därefter önskas kan detta fås från LMV (ULI, 1995:2).

För att informera om vilka databaser som finns och om deras innehåll kan uppgifterna sammanställas i en databaskatalog, dvs en katalog med data om databaser. Lantmäteriet har fått i uppdrag att skapa en nationell databaskatalog över geografiska data. Denna kan hittas på Internet (Lantmäteriverket, 1998).

Av olika anledningar kan problem med samkörning av olika leverantörers data uppstå. Detta kan orsakas av olika objektkodningar för innehållet i olika material, skilda filformat hos data, avsaknad av standarder, användande av olika koordinatsystem, avsaknad av kvalitetsangivelse, olika konceptuella modeller från modelleringen osv (ULI, 1996). Behov som finns för

<sup>2</sup> Statistikområde eller nyckelkodsområde, uppdelning av kommunytan i områden med liknande sammansättning, t ex kan närliggande kvarter med studenter eller barnfamiljer slås samman till ett statistikområde på en viss nivå.

att få en rätsida på detta är standardisering, upprättande av databaskatalog, ökat utbyte mellan olika aktörer och GIS-anpassade basdata. För standard och kvalitet se kap 6.3 respektive 6.4.

#### 4.4 Modellering av skyddsrum-GIS

Vid modelleringen gäller det att urskilja vilka data som kommer att behövas och hur de ska användas. Innehållet ska uppfylla de krav och behov som användarna ställt, varför det är viktigt att alla är överens om detta innan man sätter igång. Vilka objekttyper, attributtyper och sambandstyper som behövs ska klargöras, då dessa bygger upp verksamhetsmodellen. I just detta fall finns en stor del av uppgifterna redan samlade i register vilket har gjort att modelleringen till stor del styrts av detta.

Viktigt är att inte samla på sig ”bra-att-ha-data”, det kostar onödiga pengar att förvalta denna data. Men samtidigt ska systemet bli något sånär allmänt för att kunna tillgodose framtida behov. Byggs det upp på detta sätt kan det bli lättare och framförallt billigare att längre fram ändra eller bygga ut det med nyinsamlade data.

Efter upprepade diskussioner med berörda ansågs ett behov av följande objekttyper föreligga:

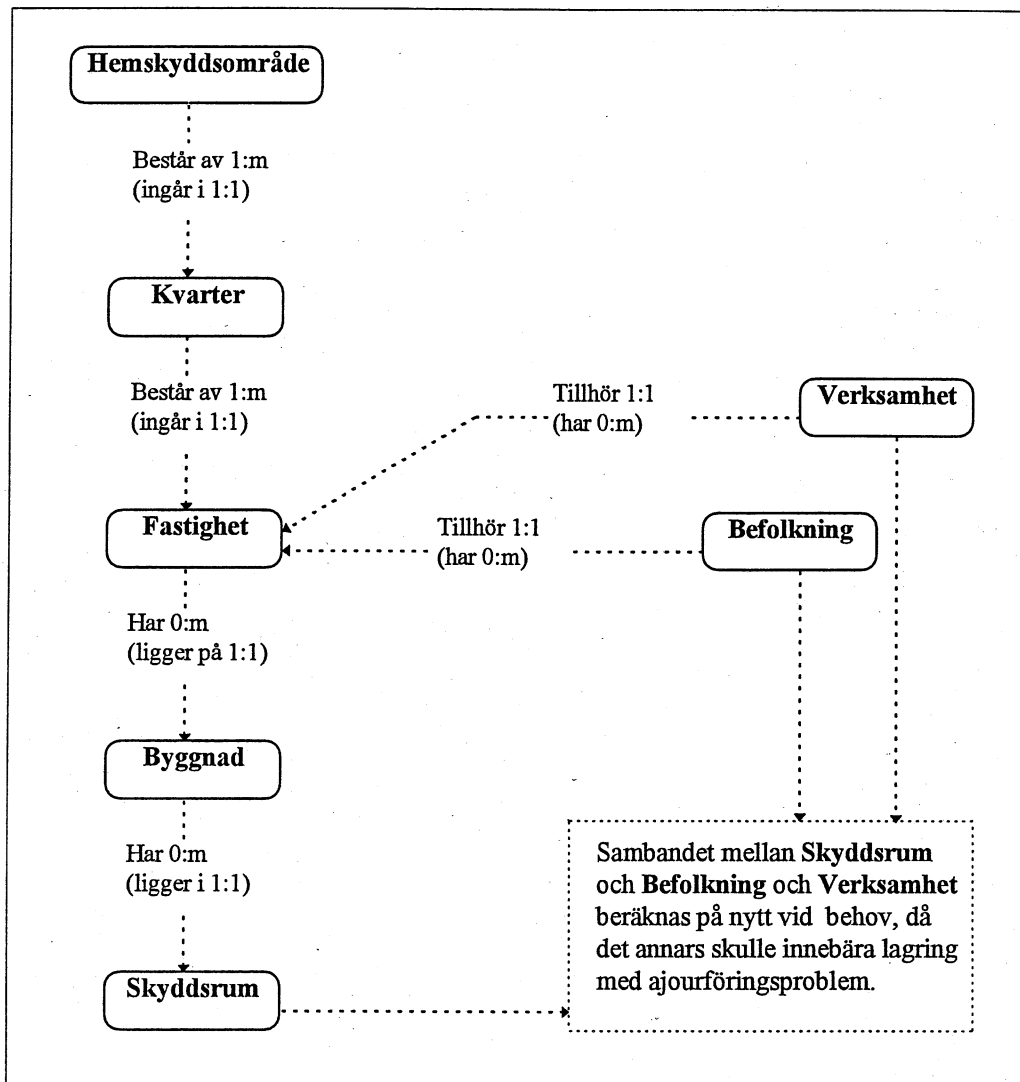
- hemskyddsområde
- kvarter
- fastighet
- byggnad
- skyddsrum
- befolkning
- verksamhet.

Förutom dessa objekttyper finns bakgrundskartan med vägar, vattendrag osv.

Om man börjar bakifrån med *verksamhet* och *befolkning* är det en förutsättning att känna till dessa uppgifter för att kunna göra de analyser som önskas. Verksamhet visar uppgifter om antalet anställda i olika verksamheter på en fastighet och behövs för att kunna se hur många personer som vistas på dessa ställen. Befolkningsuppgifterna är relaterade till fastighet och kan på så sätt kopplas till en fastighets placering samt till övrig information om fastigheter.

Alla *skyddsrum* finns registrerade i byggnadsregistret på den byggnad de är placerade i. Skyddsrummen skulle därmed kunna utgöra en attributtyp för objektet byggnad. Det har dock bildats en egen objekttyp för dessa då objektet kommer att användas självständigt vid ett antal tillfällen i analyserna och då det finns en hel del uppgifter för varje skyddsrum. Skyddsrum hör till en *byggnad* och därmed kan en koppling mellan dessa bildas. Byggnader i sin tur ligger på *fastigheter*, vilka bildar en objekttyp. *Kvarter* består av ett antal fastigheter liksom den sista objekttypen, *hemskyddsområde*, som består av en (större) grupp fastigheter och kvarter.

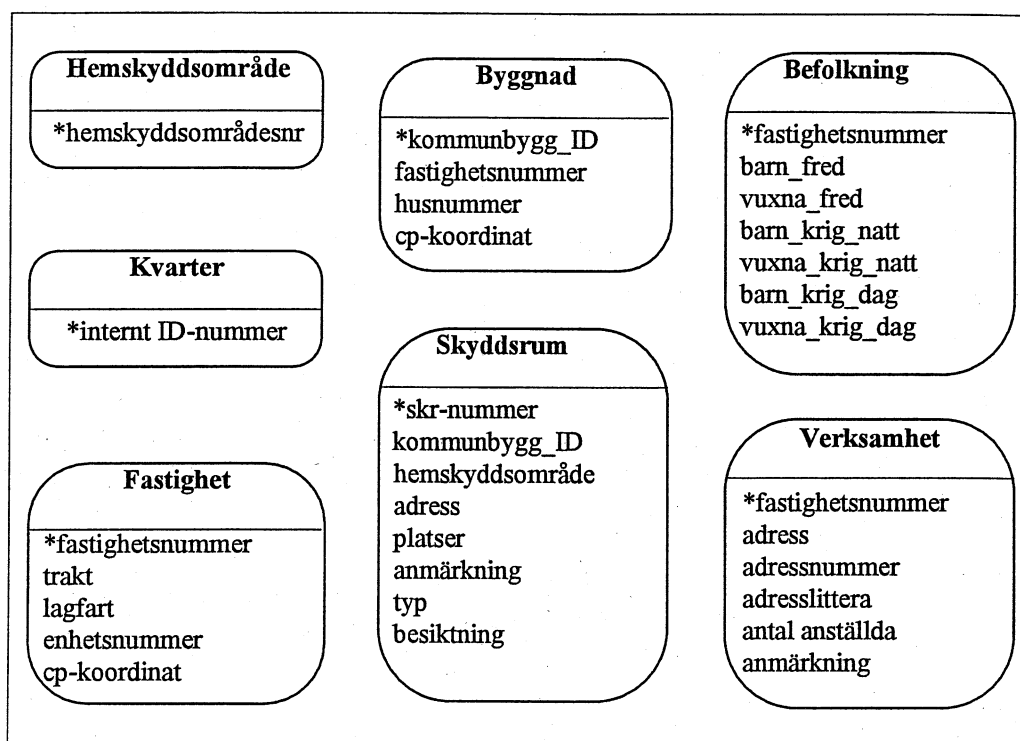
Nedan ses ett grafiskt schema över verksamhetsmodellen, vilken kopplas till en geometrimodell, enligt kapitel 4.1.1 och 4.4.1 (sidan 35).



Figur 12 Verksamhetsmodell för uppbyggnad av skyddsrumsdatabasen.

Egenskaperna hos de olika företeelserna i verkligheten motsvaras i databasen av attribut hos objekten. För varje objekt finns det ett eller flera sammansatta attribut eller ett attribut tillsammans med ett samband till ett annat objekt som fungerar som primärnyckel (se kap 4.2.1). Detta för att ett unikt objekt från verkligheten ska kunna hittas i databasen. Exempelvis identifieras ett skyddsrum av sitt unika skyddsrumnummer.

Attributtyperna för de olika objekttyperna har valts som följer:



Figur 13 Objekttyper med respektive attributtyper, primärnycklar är markerade med \*. Vad gäller attributtypen lagfart i fastighet har den av integritetsskäl inte tagits med i arbetet.

I det befintliga materialet finns databaser och tabeller med ungefär det innehåll som figur 13 visar, vilket gör dessa lämpliga för användning och inga nya databaser behöver konstrueras (för befintligt material, se vidare kap 5). I stället görs en kontroll av varje databas och attributtyper av mindre intresse plockas bort så att databaserna stämmer överens med vad som kommit fram vid modelleringen.

Då adresser finns som attribut i flera av objekttyperna skulle man kunna bryta ut adresserna och samla dessa i en egen objekttyp som kopplas via ett adress-ID. Detta skulle undvika dubbellagring och problem vid uppdatering i någon av de övriga objekttyperna. Att bilda denna objekttyp var till en början avsikten men det har dock inte genomförts då adressuppgifterna inte alltid är enhetliga i de olika registren och då det i detta fall inte rör sig om alltför många fall. När en genomgång av adresser gjorts kan dock lösningen med en egen objekttyp för adresser vara lämpligare.

Uppgifterna i *befolkning* och *verksamhet* skulle kunna läggas som attribut under *fastighet*. Detta har dock inte ansetts lämpligt då det rör sig om en stor mängd uppgifter som självständigt har betydelse. Samtidigt anses det inte lämpligt att i *fastighet* lägga attribut som inte används tillsammans med övriga fastighetsuppgifter i vanliga fall.

Funderingar har också funnits om att under *fastighet* ha en objekttyp *område*, men då fastigheterna inom testområdet endast bestod av ett delområde har detta inte setts som nödvändigt. Hade fallet varit att det fanns flera delområden per fastighet skulle denna objekttyp vara vettig att skapa då befolkningsdata osv behöver kopplas till en bestämd placering på en fastighet.

#### 4.4.1 Geometri

Vid modelleringen måste hänsyn tas till vilka geometriska objekt som ska användas, dessa behandlas likadant som andra objekt, i geometrimodellen. Övriga objekt får sin geometriska beskrivning genom att samband upprättas mellan dem och geometriobjekten. T ex beskrivs objekttypen byggnad av objekttypen yta.

I skyddsrumsdatabasen modelleras geometrin för de olika objekttyperna på följande sätt:

- hemskyddsområde yta
- kvarter yta
- fastighet yta
- byggnad yta
- skyddsrum punkt

Objekttyperna befolkning och verksamhet motsvaras inte av något geometriskt objekt utan kopplas i detta fall till fastigheternas yta. Då utgångsmaterialet inte alltid stämmer med modelleringen ändras det tidigare för att få överensstämmelse med modellen. Exempel på detta är kartmaterialet för fastigheter som består av linjer. Fastigheter har modellerats som ytor då detta underlättar för vissa typer av analyser och ytor måste då bildas för att materialet ska kunna användas på önskat sätt. Likaså kan registermaterialet innehålla fler uppgifter än det här finns intresse av, varför vissa attributtyper sorteras bort. Mer om detta kan läsas i kap 7.1.





## Kap 5 - Befintliga data

### 5.1 Data

#### 5.1.1 Bakgrundskarta

Den bakgrundskarta som används finns i digital form i Lunds lokala koordinatsystem och är producerad av Lunds Lantmäteri i systemet AutoCad Map. Kartan är en linjekarta utan topologi där varje objekttyp motsvaras av ett skikt, vilket gör det möjligt att välja ut för tillfället intressanta objekttyper eller teman. Inga ytterligare attribut finns inlagda. Den kommer från en översiktlig kartdatabas (småskalig), i första hand avsedd att användas som bakgrund vid presentation av skyddsrumsuppgifter. Den visar objekttyperna fastighet, byggnad (tre olika typer), väg, vattendrag, mm. I kartmaterialet är kvarter ytbildade och avsikten är att i framtiden även ytbilda bl a fastigheter.

Vad gäller ytbildning kan nämnas att avsikten är att i det pågående arbetet med en digital registerkarta på Lunds Lantmäteri, se till att alla fastighetspolygoner blir slutna och ytbildas och att materialet därmed blir anpassat för användning i GIS-sammanhang. Därefter kan attributdata från t ex FIR kopplas till kartmaterialet (se nedan).

På kartan är skyddsrummen markerade som symboler, placerade på centralpunkterna för de byggnader i vilka skyddsrummen ligger. För byggnader med flera skyddsrum har på vissa ställen en markering med annan färg lagts in och på andra ställen, där skyddsrummens exakta läge i byggnaden varit känt, har markeringar lagts in på exakt placering. För vissa skyddsrum finns digitala detaljerade kvarterskartor som skulle kunna kopplas till skyddsrumssymbolen på den digitala kartan.

Import av kartan till MapInfo sker i DXF-format, vilket medför att varje skikt (objekttyp) lagras för sig (se kap 6.2.1). Vid importen ges möjlighet att bestämma vilka objekttyper eller vilken kombination av dessa som ska representera ett skikt i MapInfo. I detta arbete har varje objekttyp lagts i ett enskilt skikt även i MapInfo.

#### 5.1.2 Fastighetsdatasystemet, FDS

Fastighetsdatasystemet är ett statligt ADB<sup>5</sup>-system som används för att sköta fastighetsregistrering och inskrivning. Ansvarig för systemet är LMV. FDS tillkom genom fastighetsdatareformen som genomförts i hela landet, då uppgifter i inskrivningsmyndighetens fastighetsböcker och jord- och stadsregisterböckerna lades över till ADB. FDS består av ett antal delregister med fastighets- inskrivnings- och taxeringsuppgifter liksom andra data om fastigheter, samfälligheter och gemensamhetsanläggningar. I detta arbete ligger intresset främst på uppgifter gällande fastighetsbeteckningar, byggnader, adresser och koordinater. Uppgifterna i FDS är offentliga och kan nås av anslutna terminaler hos t ex registermyndigheter runt om i landet som kan läsa och föra in beslut och anteckningar. Genom detta har fastighetsinformationen blivit mer lättillgänglig och användbar i samhället. Mer om offentlighet kan läsas i kap 5.3.2.

---

<sup>5</sup> ADB - automatisk databehandling

I fastighetsregistret finns lantmäterimyndigheternas uppgifter om fastighetsbeteckning, areal, belägenhetsadress, centralpunktskoordinat, planer och bestämmelser mm. Många av fastighetsregistrets uppgifter kan användas som nycklar för att länka till andra register i kommunerna. Registret innehåller även ett koordinatregister som redovisar läge för fastigheter och samfälligheter, vilket betyder att data knuten till en fastighet kan lägesbestämmas och redovisas på en kartbild. Även koordinater för bebyggelse och fornlämningar är registrerade.

Adressregistret innehåller belägenhetsadress för fastigheter och adressbeteckningen består av:  
*kommun, kommundel, adress och adressnummer.*

Adresserna är redovisade som en egen informationsgrupp på fastigheter och kan användas som ingång vid sökning efter fastighetsinformation. Även byggnader i byggnadsregistret har uppgifter om adress.

Varje byggnad får i FDS en unik identitet och ingår sedan vanligen i byggnadsregistret. Uppgifter om byggnadens ägare, belägenhetsadress, koordinater och taxeringsuppgifter finns inlagt i registret liksom fastigheten som byggnaden ligger på, byggnadens byggnadsidentitet, populärnamn och statistikområde. Det är även möjligt att se hur många byggnader som finns på varje fastighet. Om det finns ett skyddsrum i en byggnad finns en särskild referensuppgift om detta med skyddsrummets nummer angivet.

#### *Filer med data från FDS*

I ett GIS kan det vara intressant att göra analyser där uppgifter om fastigheter, ägare osv ingår. För att möjliggöra detta kan filer med uppgifter om en kommuns fastigheter och samfälligheter importeras från FDS. Varje enhet motsvaras av en post med valfria uppgifter som läns-, kommun- församlingskod, beteckning, koordinat osv. Även en fastighetsnyckel är inlagd, vilken är ett unikt nummer för varje fastighet i FDS.

Fastighetsdatasystemet lagras i en hierarkisk databas (Lantmäteriverket, 1996), men då många användare arbetar med data i relationsmodeller (kap 3.5.1) kan uppgifter från FDS beställas i detta tabellformat. Olika uppgifter om en fastighet lagras i olika tabeller. I denna form är det möjligt att på ett enkelt sätt ändra och komplettera tabellerna och använda dem tillsammans med annan data. För att tabellerna ska kunna länkas till varandra och till annat tabellmaterial finns den unika fastighetsnyckeln med i varje objekttyp.

Genom fastigheters centralpunktskoordinater kan information om fastigheter kopplas till digitala kartdatabaser. Om delar av fastighetsinformationen i FDS förs till ett lokalt fastighetsinformationssystem (FIR) kan de därefter mha koordinaterna kopplas till den grafiska kartdatabasen. Detta betyder att den kommunala kartdatabasen kan användas som underlag för GIS-tillämpningar (Kvarnström och Ollvik, 1996). På samma sätt kan information från byggnads- och adressregistret läggas in i FIR. Dessa lokala FIR-system har byggts upp i många kommuner, t ex i Lunds kommun hösten 1997 (se kap 2.1.1).

Lunds Lantmäteri har beställt uppgifter i tabellform ur fastighetsdatasystemet för att bygga upp ett lokalt FIR. Uppgifterna tas ut med koordinater angivna i Lunds lokala system och består av koordinater och adresser för byggnader och fastigheter, uppgift om lagfart och taxerad ägare, mm. För att användas i detta arbete hämtas uppgifterna i Access-format (figur 14).

KOM_BID	FNR	HUSNR	PUNKTTYP	REFKARTA	X_TRANS	Y_TRANS
7XX	1200635XX	1	B	-35512	75454	76629
7XX	1200635XX	2	B	-35512	75464	76594
7XX	1200635XX	1	BC	-35513	75526	76656
11XX	1200639XX	1	BC	-35517	75280	76453
11XX	1200639XX	1	BC	-35517	75273	76488
11XX	1200639XX	1	BC	-35517	75251	76513
11XX	1200639XX	1	BC	-35517	75233	76503
11XX	1200639XX	1	BC	-35517	75247	76479
11XX	1200639XX	1	BC	-35511	75406	76137

Figur 14 Ett exempel på en FIR-tabell (FDS) i Access, denna visar byggnader med fastighetsnummer, koordinater i Lunds system, mm.

### 5.1.3 Skyddsrumregister

Hos Enheten för civilt försvar förs ett för Lund lokalt skyddsrumregister, med uppgifter om:

- hemskyddsområde
- skyddsrumnummer
- adress
- antal platser per rum
- anmärkningar
- skyddsrumstyp
- senaste besiktningår (figur 15).

Dessutom finns fastighetsbeteckning, vilken dock ej överförts för detta arbete. Registret ligger i registerprogrammet AVANTI men har kunnat överföras till Access, vilket ger möjlighet att ställa frågor till registret samt att kunna länka det till MapInfo. Vid överföringen av registret valdes skyddsrumnummer som primärnyckel, då detta nummer är unikt för varje rum.

hsk-omr	skr_nr	adress	platser	anm	typ	besiktning
23	104036-X	Trastv X	40		ASKR	1991
23	104037-X	Trastv X	40		ASKR	1986
20	104040-X	Byggmästareg X	65		S3/S7 ?	0
20	104041-X	Öresundsv X	100		ASKR	1992
20	104042-X	Äldermansg X	28		S3	0

Figur 15 Utdrag från Lunds eget skyddsrumregister.

### 5.1.4 Befolkningsdata

Befolkningsstatistik för kommunens behov finns i register på drätselkontoret i Lund (statistik- och utredningsavdelningen). I registret finns uppgifter om antal personer i olika åldersklasser på fastighetsnivå. Uppgifterna uppdateras varje vecka med uppgifter från skattemyndigheternas folkbokföring. På skattemyndigheterna görs ingen annan sammanställning av uppgifter för statistik osv, utan här förs folkbokföring och från denna kan kommunen själv hämta uppgifter. Statistikuppgifterna är offentliga, dvs allmänheten har tillgång till dem och får använda dem. De används i huvudsak för planeringar och analyser, t ex trafik- och bostadsplanering och ofta är kommunen användaren.

Mycket av kommunens statistik finns på statistikområden (nyckelkodsområden, NYKO), t ex antalet boende per statistikområde, verksamheter inom ett område osv. Vid beställning av

statistik från SCB används ofta dessa statistikområden på olika nivåer. Förutom statistikområde kan uppgifter i vissa fall fås på kvarters- eller fastighetsnivå, bl a för befolkningens storlek. I det lägenhetsregister som ska byggas upp, framförallt för att kunna genomföra en registerbaserad folk- och bostadsräkning (se kap 5.1.7), kommer uppgifterna att vara ännu mer detaljerade.

Vid arbetet med skyddsrum finns många uppgifter på byggnadsnivå och önskvärt vore att komma ner i nivåerna även vad gäller befolkning eftersom det mycket väl kan finnas flera byggnader på varje fastighet. Den finaste indelningen som finns är dock fastighetsnivå och denna väljs i arbetet. Tyvärr är det dock ej möjligt att få dessa data överförda som filer i digital form från kommunens system utan utskrifter för varje fastighet måste göras och sedan manuellt läggas in i en Access-fil. Detta går naturligtvis inte att göra när det handlar om större områden utan då får andra lösningar tas fram, t ex det planerade lägenhetsregistret eller KID, kommuninvånardata (se nedan 5.1.6), då byggnadsnivå nås, eller genom uttag från SCB på fastighetsnivå.

Även för verksamheter finns ett register med uppgifter om antal anställda, adress osv, som uppdateras en gång i kvartalet och är av intresse för arbetet. Dessa data finns endast på NYKO men kan nås en och en via adress till verksamheten alternativt att en lista för alla verksamheter inom ett statistikområde beställs. I detta fall är det sistnämnda sättet mest aktuellt, då data över statistikområden som täcker hela eller mer av testområdet beställs. I efterhand kan verksamheter utanför området väljas bort. Av integritetsskäl är det endast möjligt att för detta examensarbete få tillgång till uppgifter om antal anställda i ett intervall, dvs antal anställda ligger mellan 1-5 osv.

### 5.1.5 Begränsningar i arbetet med befolkningsstatistik

För att kunna analysera behov av skyddsrum osv, behövs uppgifter om befolkningens storlek. På drätselkontoret finns data om befolkningssammansättningen på fastighetsnivå tillgänglig. På Enheten för civilt försvar anses detta vara tillräckligt, medan uppgifter om befolkningen på byggnadsnivå är önskvärt på Stadsarkitektkontoret, eftersom det kan finnas stora fastigheter med flera byggnader. Gemensamt är dock kravet att kunna analysera med uppgifter om dag-/nattbefolkning i krig och fred. Dagbefolkningen beräknas hos Enheten för civilt försvar normalt av nattbefolkning multiplicerat med en koefficient samt med ett tillägg för verksamheter. Eftersom det inte är möjligt att få färdiga uppgifter om antalet boende per byggnad kommer befolkningsdata på fastigheter att användas. För att få en uppskattning av byggnadernas befolkning, skulle befolkningen kunna antas vara jämnt fördelad över byggnaderna på en fastighet. Finns det tre byggnader på en fastighet med 300 boende antas alltså att det bor 100 personer per byggnad. Detta kommer dock ej att genomföras då det inte ger några säkra värden som resultat.

### 5.1.6 TEFAT i Kristianstad

Följande uppgifter är främst hämtade från telefonsamtal med Göran Persson, Stadsingenjörskontoret Kristianstad i december 1997.

Ett exempel på en kommun som arbetar med att koppla kommunens information till digitala kartor är Kristianstad. I ett databasgränssnitt kallat TEFAT finns ett fastighetsinformationsregister (FIR) med uppgifter från FDS i tabellformat. FIR ajourhålls av kommunen självt, genom att uppdateringsfiler från FDS läses in. Sedan ca ett år tillbaka lagras även befolknings-

data i tabellformat. Detta är lagt i en databas som heter kommuninvånardata (KID). KID innehåller data från Riksskatteverket som uppdateras en gång per vecka med uppgifter från folkbokföringen. I detta register finns personuppgifter för invånarna i kommunen, dvs namn, personnummer, adress, fastighet för folkbokföring, civilstånd osv. Eftersom invånarna är folkbokförda på fastigheter kan fastighetsbeteckningen användas för att koppla uppgifterna vidare t ex till andra databaser.

TEFAT kan användas mot olika typer av relationsdatabaser, t ex ORACLE och SQL Server, och presentera tabelldata härifrån. I TEFAT kan det finnas applikationer för bl a hantering av fastighetsinformation, planinformation, bygglov, exploateringsavtal och nybyggnadskartor. I Kristianstads fall finns endast FIR och KID. TEFAT innehåller även funktioner för rapportgenerering till skärm/skrivare samt för koppling mot karta, där data från TEFAT kan skickas för presentation i t ex ett GIS-program och vice versa. Väljs en fastighet på en karta kan beteckningen hämtas med till TEFAT där mer information om fastigheten finns att hämta och vice versa. Kopplingen mot kartan sker genom fastighetsnummer (fnr) och centralpunktskoordinater.

Uppgifterna från TEFAT kan alltså antingen användas separat eller knytas till digitala kartor. I Kristianstad presenteras kartor i Kartago, ett verktyg som arbetar med tittskåpskartor. Detta betyder att just den kartan man önskar arbeta med, t ex Gröna kartan, kan läggas in och därefter via koordinater få informationen kopplad till denna. Från denna kartan kan ett mindre område markeras och uppgifter om detta kan hämtas ut om så önskas. Med hjälp av Kartago är det möjligt att titta på, söka i och skriva ut kartor. Vilka detaljer som ska visas på kartan kan väljas manuellt och det är möjligt att läsa in enskilda kartfiler. Är något annat program kopplat mot Kartago, t ex en databas, kan data om ett objekt skickas iväg till det andra programmet, vilket kopplar ihop kartdata med databaser. Se t ex förra stycket om TEFAT.

Information i TEFAT kan användas inom mycket av kommunens arbete. Exempel på användningsområden är:

- Snabbt och lätt hitta berörda fastighetsägare vid en planändring.
- Söka upp alla 7-åringar vid placering av nya skolor eller vid skolskjutsplanering.
- Planera för barn- respektive äldreomsorg.
- Planering av vägbyggen.

Att ha befolkningsdata i denna form skulle underlätta betydligt i detta arbete. Genom att definiera det aktuella området skulle de intressanta uppgifterna kunna hämtas ut och knytas till kartan och till övrig information via koordinater, fastighetsbeteckning eller liknande.

### 5.1.7 Lägenhetsregister

1995 beslutade riksdagen att registerbaserade folk- och bostadsräkningar ska genomföras, dvs de uppgifter som tidigare samlats in manuellt ska i fortsättningen hämtas in från befintliga register (Sveriges Riksdag, 1998). En förutsättning för detta är att ett lägenhetsregister byggs upp innehållande ett heltäckande adressregister med lägenhetsbeteckning för alla folkbokföringsadresser. I Gävle kommun och Högalids församling har provverksamhet genomförts med positiva resultat, och visar att det bör vara möjligt att genomföra en folk- och bostadsräkning år 2001 (Sveriges Riksdag, 1998). En folk- och bostadsräkning framtagna på detta sätt kan framställas oftare och på sikt till lägre kostnader än på det traditionella tillvägagångssättet.

Dessutom förbättras folkbokföringen genom att folkbokföringsadress kompletteras med lägenhetsnummer.

Ett lägenhetsregister hade gjort det möjligt att i detta arbete få tillgång till befolkningsuppgifter på byggnadsnivå som önskades i stället för på fastighetsnivå. En förutsättning för ett fungerande lägenhetsregister är att ordning råder inom adressområdet. För närvarande kan tre olika adressuppgifter finnas för en person, nämligen de som finns registrerade i/hos:

- fastighetsdatasystemet, FDS,
- folkbokföringen eller
- Posten.

Ett arbete pågår för att ta fram en enhetlig adress för varje person. Kommunerna kommer att vara ansvariga för att adressuppgifter sätts och det är också de som begär att adressregister ska upprättas och föras. De riktiga uppgifterna kommer att ligga i FDS och härifrån kan uppgifter hämtas ut. LMV lägger in det material (datafiler, adresskartor osv) som kommunen har och därefter ajourhålls registret vanligtvis av kommunen, i annat fall av LMV som då får underlagsmaterial från kommunen. Under 1998 kommer adressregistret att vara infört i hela landet (Lantmäteriverket, 1998).

Att ha enhetliga adresser hjälper naturligtvis till även i andra tillämpningar än lägenhetsregistret. T ex kan adresser utnyttjas i en geografisk databas för att koppla uppgifter till en karta eller som koppling till andra uppgifter, vilket betyder att fastighetsbeteckningen inte alltid behöver vara känd.

## **5.2 Problem med data**

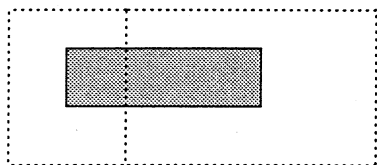
### **5.2.1 Aktuella data**

Vid uppbyggnad av ett system med data från ett antal olika källor är det viktigt att aktualiteten hos de olika uppgifterna är känd. För att få användbara databaser med överensstämmelse mellan data krävs att uppgifterna kommer från samma tidpunkt. Ett exempel på detta är att i befolkningsstatistiken är befolkningsgrupper knutna till fastigheter i en viss indelning. Detta betyder att även fastighetsindelningen på kartan bör vara från samma tidpunkt för att undvika informationsförlust.

### **5.2.2 Skillnader i data**

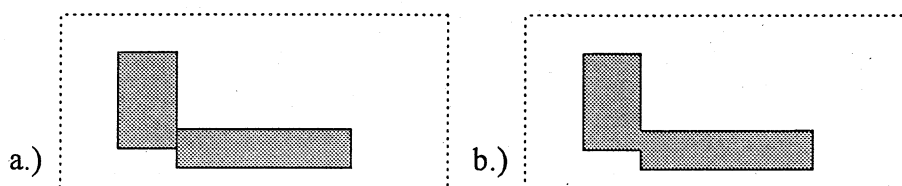
Då olika typer av register- och kartdata ska behandlas tillsammans kan även många andra problem uppstå pga att uppgifter från en källa inte stämmer överens med en annan källas uppgifter. Det rör sig inte om skillnader i format (kap 6.3) utan om skillnader i data som adresser, id-nummer, fastighetsbeteckningar osv. Av detta visas vikten av att kontrollera data innan de sammanställs med annan data och då skillnader upptäcks, att dessa kontrolleras noggrant innan de ändras.

Ett vanligt problem som kan uppstå är skillnader mellan kartans uppgifter och uppgifter från FDS, se figurerna på nästa sida. För att få överensstämmelse mellan de båda krävs en genomgång av kartmaterialet och FDS.



Figur 16 Behandlas byggnaden som en eller två?

I figur 16 visas ett exempel på problem som kan uppstå. Över gränsen mellan två fastigheter ligger en (fysisk) byggnad som i FDS har två byggnadspunkter och alltså motsvarar två byggnader. Arbete med detta material kommer att innebära att *en byggnadsyta* som innehåller två byggnadspunkter kommer att motsvara *två byggnader*. Informationen från FDS om de båda byggnaderna kommer alltså att vara kopplad till en gemensam yta utan att särskiljas. Klickar en användare på byggnaden kommer information om två byggnader att visas. Likaså kommer de olika fastighetsuppgifterna som rör byggnaderna att kopplas till en byggnadsyta, trots att de endast rör en av byggnadsdelarna.



Figur 17 Består byggnaden av en eller två byggnadsdelar?

Figur 17 visar en annan situation som kan uppstå; i FDS beskrivs formationen som två byggnader och motsvaras av två byggnadspunkter (a) medan den enligt kartan behandlas som en byggnad (b). På samma sätt som ovan kommer här en byggnad på kartbilden (yta) att innehålla två punkter och därmed motsvara två byggnader från FDS. All behandling av den ena byggnaden kommer även att beröra den andra. Sätts exempelvis antalet boende på byggnad A till 200 och 300 på byggnad B, kommer båda uppgifterna att visas vid klickning i kartbilden.

Liknande problem som troligtvis ofta uppstår vid denna typ av datahantering är fel i register- eller kartmaterial, där registers centralpunktskoordinater för byggnader och hus avviker något från det befintliga kartmaterialet. Detta ställer till problem vid koppling av registerdata till kartan, se även genomförandet i kap 7.3.2. Felet kan ligga antingen i tabelldata eller i det ritade kartmaterialet. Viktigt är att data är korrekt och att dessa problem undviks för att slippa att gå miste om information.

Problemet kommer att rättas till genom att lantmäteriets kartmaterial skickas till LMV för kontroll mot registeruppgifter för att undvika dessa motsägande uppgifter.

### 5.2.3 Ytbildning

Att kunna ytbilda objekt är ofta en förutsättning för att på ett enkelt sätt kunna koppla data till objekten, ställa frågor och göra analyser där de olika objekten är inblandade. Ibland är det dessutom ett krav att objekten är ytbildade, t ex vid punkt-i-polygon-operationer då det undersöks om en centralpunkt ligger inom en ytas gräns. För att kunna ytbilda objekt krävs att de linjer som bygger upp objektet är slutna utan luckor, dvs bildar en sluten polygon. Ett exem-

pel på detta kan vara arbetet med fastigheter, vilka lämpligen hanteras som ytor. Fastighetens gränser måste vara slutna så att en yta kan bildas av området som omsluts av gränserna.

Ytbildning ställer alltså vissa krav på kvaliteten hos datamaterialet som används vid uppbyggnad av geografiska databaser, vilka inte alltid är uppfyllda i det material som finns tillgängligt hos användarna. Detta är en viktig del att ta tag i för att databasen ska bli användbar. För att materialet i Lunds kommun ska kunna anpassas för GIS-användning kommer strukturen hos data att ses över.

### **5.3 Personlig integritet**

#### **5.3.1 Hur mycket får sammanställas?**

Genom att samla data från olika håll kan mycket ny information utvinnas. Detta kan även vara ett hot mot den personliga integriteten. I Datalagen (1973:289) regleras frågor om personregister som upprättas och förs med ADB. (Kapitlet hämtar framförallt uppgifter från Datainspektionen, 1997).

Med ett personregister menas i datalagen ett datafört register med uppgifter som kan kopplas till en enskild person. Det är alltså inte endast register med namn och personnummer som direkt berör en person som är personregister utan alla register med uppgifter om telefonnummer, bilnummer, kundnummer osv, vilka kan kopplas till en person. T ex är fastighetsbeteckning en sådan uppgift då den via FDS kan knytas till en person.

För att registrera denna typ av uppgifter krävs anmälan till Datainspektionen för licens. Licensen gäller för ett obegränsat antal register. Datainspektionen är en statlig myndighet som ska förebygga integritetsintrång och kontrollera att myndigheter, företag osv följer data-, inkasso- och kreditupplysningslagarna. De ska hålla balans mellan personlig integritet och rationell databehandling i samhället. Förutom licens krävs för vissa register även särskilt tillstånd från Datainspektionen. Dessa typer av register är följande:

- Register som innehåller känsliga uppgifter eller omdömen om personer.
- Register med personer som inte har någon anknytning till den registeransvarige.
- Register som samkörs med andra personregister.

Vissa branscher och verksamheter behöver inte alltid söka tillstånd för personregister. Dessa register regleras i stället av Datainspektionen genom egna författningar. Exempel på sådana generella föreskrifter är:

- Direktreklamregister
- Vissa personregister inom kommunal verksamhet
- Personregister i skolverksamhet.

Lunds Lantmäteri har i sitt myndighetsutövning ett generellt tillstånd att föra register.

Den myndighet, förening, osv som använder registret i sin verksamhet och som bestämmer vilka personer och vilka uppgifter som ska finnas i registret och vad dessa ska användas till är registeransvarig. Den högsta verkställande ledningen för verksamheten ansvarar för att datalagen följs.



### 5.3.2 Vad är offentligt?

Det som kallas offentlighetsprincip finns inte som begrepp i svensk lag utan består av olika fri- och rättigheter. Det viktigaste för en medborgares insyn och för massmediers granskning av makt och myndigheter är handlingsoffentligheten. Medborgaren har nämligen en rätt att ta del av allmänna handlingar. Denna rätt är grundlagsfäst sedan 200 år tillbaks och behandlas i Tryckfrihetsförordningen (TF). Två utmärkande drag i offentlighetsprincipen är:

- Allmänna handlingar är offentliga (huvudregel).
- Om det finns undantag från huvudregeln måste det föreskrivas i särskild lag, vilken är sekretesslagen (SkrL).

Detta betyder att om en allmän handling inte är hemlig enligt bestämmelser i SkrL är den offentlig.

En allmän handling är enligt TF 2 kap 3§ en handling som förvaras hos en myndighet eller anses vara inkommen till eller upprättad hos myndigheten. Offentlighetsprincipen inbegriper inte bara traditionella pappershandlingar. Även kartor, ritningar, ljudband och ADB-upptagningar kan vara allmänna handlingar, liksom ett brev som kommer med e-post, vilket betyder att även en geografisk databas berörs av offentlighetsprincipen och ska följa ovanstående lagar och förordningar. (Uppgifter hämtade främst från Lunds universitet, juridiska enheten, 1997).



## Kap 6 - Tekniska hjälpmedel

### 6.1 Databashantering

För databashantering används relationsdatabashanteringssystemet Microsoft Access. I denna programvara kan data från olika källor lagras i tabellform och tabellerna kan sedan länkas till varandra. Genom att generera frågor kan data från tabellerna kombineras och ny information utvinnas. Frågorna kan skrivas i SQL (se kap 3.5.2) eller mha ett menysystem.

hsk-omr	skv_nr	adress	platser	anm	typ	besiktring
20	104017-5	Banvaktsg 2	67		S3	
20	104018-0	Lokförareg 7	30		S7	1989
20	104019-6	Ejnerredsparken 1	33	daghem Forsbergs n	NSKR	1981
23	104030-6	Steglitsv 3	200		NSKR	1992
23	104031-1	Steglitsv 7	200		NSKR	1990
23	104032-7	Steglitsv 11	200		NSKR	1990
23	104033-2	Trastv 11	40		ASKR	1992
23	104034-8	Trastv 9	40		ASKR	1991
23	104035-3	Trastv 7	40		ASKR	1991
23	104036-9	Trastv 5	40		ASKR	1991
23	104037-4	Trastv 3	40		ASKR	1986
20	104040-0	Byggmästareg 11	65		S3/S7 ?	0
20	104041-6	Öresundsv 1	100		ASKR	1992
20	104042-1	Äldermansg 10	28		S3	0
20	104043-7	Järngatan 2	59	konstigt kort	S3	0
20	104044-2	Lokförareg 15	40		S3	0
24	104045-8	Gässlingav 21	250	Fågelskolan		
24	104046-3	Gässlingav 21	250	Fågelskolan	NSKR	1992

Figur 18 Accessfönster med tabell för skyddsrumdata.

### 6.2 GIS-programvara

De vanligast använda GIS-programvarorna i Sverige är MapInfo, ArcView, ArcInfo och AutoCad (ULI, 1996). För detta arbete har MapInfo valts, då det finns tillgängligt på både Lunds Lantmäteri och LTH. På Lunds Lantmäteri arbetar man dock framförallt i AutoCad Map. Programmet MapInfo kommer från början från ett forskningsprojekt vid Rensselaer Polytechnic Institute (RPI) USA, där det utvecklades 1986. Det finns nu på 20 språk i 58 länder och man har mer än 150 000 användare (MapInfo, 1997).

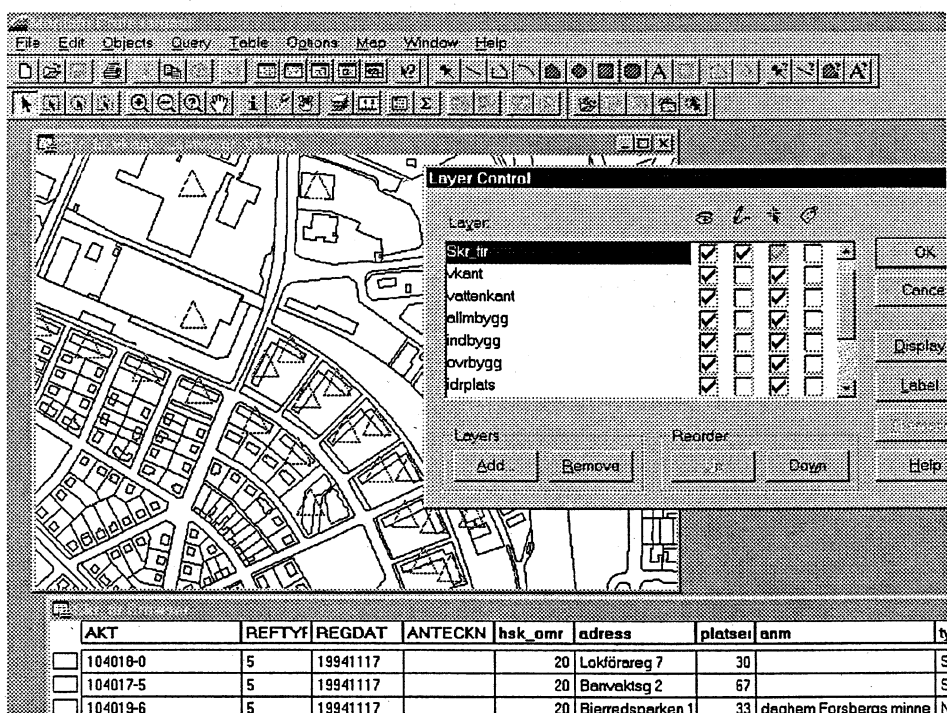
I MapInfo kan en relation skapas mellan digital kartdata och attributdata (registerdata, tabell) från en databas, vilket är grunden i ett GIS. Kartdata (geometrisk data) är det som beskriver ett objekts läge och form, medan övrig data som kan knytas till objektet, t ex ID och namn är objektets attributdata. När ett objekt bestående av punkt, linje eller yta förs in i kartfönstret förs även information om objektet in i tabellen, vilket visar att det råder ett ett-till-ett-förhållande mellan tabell och objekt, varje geometriskt objekt motsvaras av en post i tabellen och vice versa. Genom detta förhållande görs det möjligt att få fram information om ett objekt genom att peka på objektet.

I MapInfo kan ett stort antal olika databaser hanteras samtidigt och även vid olika skalområden. Analyser som gjorts kan presenteras i kart-, text- eller diagramform. Dessutom kan enkla kartor framställas i MapInfo genom digitalisering och editeringsfunktioner och tematiska yt- och punktkartor genereras genom statistikbearbetning av attributdata som är knuten till objekten. Programmet används ofta för planering, nätverksanalyser, riskanalyser men även för marknadsundersökningar osv. (Uppgifterna om MapInfo är främst hämtade från Metria (1996)).

### 6.2.1 Skikt

MapInfo är grundat på att de olika kartorna och dess attributdata hanteras som skikt (table). Ett skikt i MapInfo motsvarar en tabell, vilket i sin tur består av en mängd attributdata. I ett skikt finns poster, vilka representerar en förekomst av något, dvs ett objekt. Varje post har ett antal fält eller kolumner av olika typ och längd, vilka innehåller attributdata om objekten. Varje post kan knytas till ett grafiskt objekt genom ett ett-till-ett-förhållande, vilket gör att det redovisas i ett kartfönster. Objekten kan vara hus, kommungräns, fastighet och liknande. Viktigt att tänka på är att inga relationer mellan olika objekt lagras i MapInfo, dvs topologi lagras inte explicit.

Den delen av ett skikt som innehåller grafiska objekt är kartan och visas i ett kartfönster, i vilket objekten kan redovisas och förändras. Olika projektioner kan användas om de grafiska objekten har jordrelaterade koordinater. Den andra delen av skiktet kallas tabell och det är denna som innehåller attributdata. I tabellfönstret kan skiktets alla fält eller ett urval av fält visas.



Figur 19 MapInfo-fönstret med kartbild och tabell. I förgrunden visas lagerkontrollen.

Med MapInfos lagerkontroll, verktyget för skikthantering, kan de olika skiktens uppförande bestämmas på ett enkelt sätt. Skiktets utseende och ordning kan ändras samt att vissa skikt kan släckas ner, beroende på kartans användningsområde. Genom att sätta gränser för i vilka

zoomintervall de olika skikten ska visas kan man få kartan att vara tydlig även vid zoomning. Denna funktion finns eftersom det kan bli plottrigt att visa samma information i liten skala som i stor, och vissa skikt av mindre intresse kan därmed väljas bort.

### 6.2.2 Koppling till andra databaser, ODBC

Det är möjligt att koppla andra relationsdatabaser till MapInfo, dvs att länka data från externa databaser. En uppsättning drivrutiner för olika databashanterare (t ex MS Access och ORACLE) gör det möjligt för programmen att läsa varandras data. Dessa drivrutiner kallas ODBC (Open DataBase Connectivity). På detta sätt blir det möjligt att lagra all data på ett ställe, vilket resulterar i minskad dubbellagring liksom uppdateringsproblem med motsägande uppgifter. Det gör också att MapInfos egen databashantering stärks av en riktig relationsdatabashanterare. Inte bara tabelldata utan även kartdata kan kopplas på så sätt att en tabell med koordinater för punktobjekt kan länkas till MapInfo. Objekten kan därefter ritas ut på kartan och vid eventuell editering kommer ändringarna att utföras även i tabelldata.

Då databasen editeras sker detta i serverdatabasen (MS Access, ORACLE osv), vilket dock inte syns för användaren. Det ser fortfarande ut som om man editerar en databas i MapInfo.

### 6.2.3 Info

För att få information om ett objekt finns ett verktyg klart att använda, nämligen Info Tool. Med detta kan tabelldata som finns om objektet visas. För att få fram uppgifterna klickar man helt enkelt på objektet av intresse. Härmed kommer ett fönster upp där objektets alla attribut visas, likaså visas namnet på tabellen i vilken objektet finns. Ligger det mer än ett objekt i en punkt kommer ett fönster upp, där alla objekt som finns under punkten räknas upp, med ett av sina attribut. Genom att i fönstret peka på det intressanta objektet går det att komma vidare och se all data om detta.

### 6.2.4 Urval, frågor

Sökfunktioner i MapInfo används för att göra uppsökning av vissa poster eller objekt som uppfyller givna kriterier och för att göra geografiska analyser, skapa resultattabeller osv.

MapInfo har de vanliga operatorerna (>, <, <>, =, and och or) men även topologiska operatörer för geografisk sökning och analys av data. Exempel på sistnämnda är Contains, Within och Intersects, vilka är en del av MapInfos utvidgade SQL-språk och kan användas i olika uttryck. I och med att MapInfo har en inbyggd relationsdatabashanterare kan nämligen SQL utnyttjas för definition och manipulation av data. Operatorerna är speciellt bra för geografiska analyser i SQL-sökningar. De topologiska operatorerna kräver geometriska beräkningar där topologin härleds ur geometrin, eftersom topologi inte lagras explicit i MapInfo.

Sökningar efter objekt eller poster kan göras på två olika sätt. Det enklare av kommandona används för sökningar inom ett skikt, medan det mer komplicerade kommandot kan söka data från flera skikt. I båda fallen används SQL-syntax för att bilda frågorna, och det ska anges i vilket/vilka skikt sökning ska ske, i vilket skikt resultatet ska redovisas och hur resultatet ska sorteras. Ytterligare kommandon finns för att exempelvis göra statistiska beräkningar på en kolumn i en tabell.

### 6.2.5 Geokodning

För varje objekt kan förutom dess basattribut annan attributinformation automatiskt kopplas till punkter eller till centroider hos ytor genom geokodning. Ett skikt med enbart tabelldata utan geografisk anknytning kan nämligen göras karterbart om det jämförs med ett skikt som innehåller kartdata. För att detta ska lyckas måste det finnas fält med jämförbart innehåll. Exempelvis kan det på en karta finnas fastigheter med kända beteckningar. I ett ägarregister finns uppgifter om personer osv, samt fastighetsbeteckning på de fastigheter de äger. Då ett attribut är gemensamt (här fastighetsbeteckning) kan personerna kopplas till kartan och markeras med någon symbol. Detta görs temporärt, men kan också sparas i ett nytt skikt. Metoden att på detta sätt koppla tabelldata till en karta kallas geokodning (se kap 3.4).

Det är även möjligt att koppla ihop tabell- och kartdata genom att kombinera tabeller vid bildandet av SQL-frågor eller genom att uppdatera en kolumn hos karttabellen med någon annan tabell. I första fallet med SQL-frågor används exempelvis två tabeller. Från dessa konstrueras frågan och intressanta attribut väljs ut<sup>6</sup> samtidigt som villkoret för kombinationen<sup>7</sup>, nämligen de gemensamma attributen, definieras. Vid uppdatering av kolumn uppdateras en tabell med kolumner från en annan tabell via ett gemensamt attribut i de båda tabellerna.

### 6.2.6 MapBasic

MapInfo kan utvecklas och göras mera användarvänligt genom att nya funktioner och menyer skapas mha programmeringsverktyget MapBasic. För att kunna skapa MapBasic-applikationer behövs en speciell separat MapBasic-kompilator. Ett exempel på en MapBasic-funktion används i arbetet för att koppla digitala bilder eller filmer till en kartbild.

### 6.2.7 Filtyper

Innehållet i en MapInfo-körning kan sparas som en arbetsyta (workspace). Här lagras fönstrets läge och innehåll, tematiska kartor och framförallt de skikt som är öppna och hur de redovisas på skärmen. Data i sig lagras inte i arbetsytan, utan endast information om vilka skikt som används och var dessa finns lagrade.

När MapInfo används för att skapa skikt, spara arbetsytor osv, bildas olika typer av filer i MapInfo. Ett skikt är uppbyggt av flera filer med olika beteckning. Dessa behandlas vid skikthanteringen som en enhet. Några av de typer som bildas vid skapandet av skiktet "filnamn" är:

- filnamn.DAT som innehåller tabelldata för ett skikt
- filnamn.MAP innehåller den geografiska data som beskriver kartobjekten
- filnamn.ID ett index till MapInfos grafiska objektfil (.MAP)
- filnamn.IND index till MapInfos tabelldata (Skapas om något attribut är indexerat)
- filnamn.TAB huvudfilen för ett MapInfo-skikt. Associeras till DAT, MAP, ID och IND filerna.
- filnamn.WOR en arbetsytefil, som lagrar information om vilka skikt och fönster som används i en MapInfo-körning.

<sup>6</sup> SELECT

<sup>7</sup> WHERE

Det är möjligt att flytta filer mellan olika GIS-program. För en MapInfo-databas är transfereeringsfilen en MIF-fil, vilket är en textfil som beskriver geometrin (grafiken) i databasen. Då en MIF-fil importerar, importerar automatiskt även en MID-fil innehållande attributen (tabelldata).

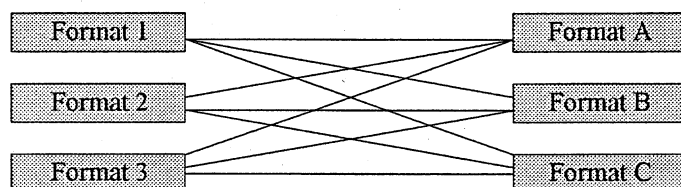
När MapInfo importerar ett skikt skapas en binär databas (TAB-filer osv) för aktuell data. Därefter behandlas filen som om den var i MapInfo-format.

### 6.2.8 Rasterbildhantering

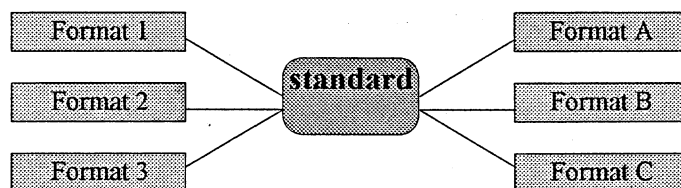
I MapInfo finns möjlighet att även läsa rasterbilder och lägga vektorkartan ovanpå denna. För att rasterbilden ska läggas på rätt plats i kartfönstret måste bilden registreras och projektion anges. Koordinater definieras därför för referenskartans kontrollpunkter och passas ihop med motsvarande punkter på rasterkartan. MapInfo ändrar ej bildens geometri utan anpassar vektordata att ligga på bilden.

### 6.3 Konvertering mellan olika dataformat

Då data ska utbytas mellan olika producenters databaser uppstår ofta problem med att data inte finns i samma format, utan måste ordnas efter ett visst dataformat. Den leverande och den mottagande GIS-programvaran måste sen kunna läsa varandras data i de olika dataformaten vilket löses mha ett överföringsformat. Två alternativ finns, där det ena är att ett överföringsformat finns för varje dataformat-kombination (figur 20), och det andra går ut på att ett tredje format som är överföringsformat, kan konverteras till/från alla andra format (figur 21). Med det senare alternativet blir resultatet att färre programvaror behövs än i första alternativet, då det krävs ett program för varje kombination. I det senare alternativet fastställs alltså en standard efter vilken databaser ska byggas upp. Bildidé från Malmström och Wellving (1995, s.133).



Figur 20 Utan standardformat behövs flera olika översättningsspråk för att filer ska kunna flyttas mellan olika program. En översättning krävs för varje format mot alla andra format.



Figur 21 Med en standard krävs endast ett översättningsspråk från varje program till standarden.

För att data ska kunna överföras på detta sätt finns en del krav på databaserna (Malmström och Wellving, 1995):

- Databasernas begreppsmodeller måste stämma överens, det som kommer från en databas måste ha en motsvarighet i den andra databasen.
- Objekt-, attribut- och sambandstyper måste vara samma i de båda baserna.
- Längd och form hos dataelementen måste vara samma i båda baserna.

Här föreligger ett stort behov av standarder för att underlätta samverkan och datautbyte. Inom detta området bedriver bl a STANLI projekt.

#### **6.4 Kvalitetsmärkning av data**

För att kunna avgöra hur användbar en datamängd är i olika sammanhang och för att förhindra felaktig användning kan data kvalitetsmärkas. Normalt kan ett samband ses mellan ingångsdatans kvalitet och kvaliteten på den produkt som genereras i det GIS som används. Viktigt att hålla i tankarna är att höjd kvalitet innebär högre kostnader så att en avvägd nivå väljs istället för att ha hög kvalitet för säkerhets skull. Exempel på uppgifter för angivande av kvalitet är (uppgifterna om kvalitet är främst hämtade ur Malmström och Wellving (1995)):

- Aktualitet - Data kan vara olika gamla och ökad ålder hos data betyder oftast lägre kvalitet. T ex kan gränser ha ändrats från ursprungsmaterialet till det nya materialet.
- Geografisk täckning - Uppgifter över ett geografiskt område ska ha en enhetlig kvalitet och upplösning för att vara användbara.
- Relevans - Är data relevanta i databasen?
- Lägesnoggrannhet - Lägesnoggrannheten redovisas i medelfel i plan eller höjd. På detta sätt beskrivs hur väl en koordinats läge överensstämmer med det verkliga läget för punkten.
- Logisk konsistens - Datamängdens interna riktighet och fullständighet ur logisk och topologisk synvinkel. T ex kan det ofta vara viktigt att linjer hänger ihop och att ytor är slutna.

Kvalitet kan sägas beteckna överensstämmelsen mellan data i databasen och den konceptuella modellen som kommit fram vid modelleringen, dvs de egenskaper hos en produkt som gör att den tillgodoser de krav som ställts.

Alla kvalitetsuppgifter om en datamängd kan samlas i en kvalitetsdeklaration så att en användare ska kunna avgöra om data är användbar. STANLI har arbetat fram ett förslag på vad som bör ingå i deklarationen för vektordata vid köp av datamängd.

1. Allmänt - Det ska redovisas ifrån vilken databas datamängden är hämtad, liksom vilket överförings- och lagringsformat som används. Dessutom ska lämpligt skalområde för grafisk presentation redovisas.
2. Innehållsspecifikation - Varje objektclass ska beskrivas och objektкод, objekttyp samt attributdata och deras betydelse ska anges. Koordinatsystem, höjdsystem och geografiskt utsnitt bestäms.
3. Ursprung - Här redovisas ursprung, dvs vilken organisation som producerat datamängden, datum, metod och den källa varifrån data insamlats. Även datum för insamlingen anges.
4. Noggrannhet - Noggrannhet för läge (punktmedelfel) och attribut (medelfel, felfrekvens) redovisas.



5. Fullständighet - Beskrivning av hur väl datamängden stämmer överens med innehållsspecifikationen, dvs om databasen innehåller för mycket (övertäckning) eller för lite (undertäckning) information. Fullständighet för objektklasser anger hur stor del av datamängden som tagits med. För attributdata anger fullständigheten hur stor del av datamängden som har värden för attributet.
6. Aktualitet - Det datum då datamängden senast befanns vara riktig ska vara känt. Det ska då överensstämma med innehållsspecifikationen m a p noggrannhet och fullständighet.
7. Logisk konsistens - Huruvida datamängden är internt riktig och fullständig ur logisk och topologisk synvinkel.
8. Historik, kommentarer - Här redovisas om några bearbetningar gjorts, t ex koordinattransformationer och generaliseringar.



## Kap 7 - Genomförande

Det praktiska arbetet med sammanlänkning av tabelldata, koppling till kartbild, genomförande av analyser osv har utförts i ett antal steg. De använda befintliga tabellerna har inledningsvis behandlats i Access för urval och anpassning till den konceptuella modellens utseende. Likaså har kartmaterialet hanterats i MapInfo, där de intressanta skikten valts ut liksom det testområde som kommer att användas. Därefter har materialet kopplats samman och utfrågningar och analyser har genomförts för att försöka uppfylla de krav och önskemål som kommit fram vid kravdiskussionen (kap 1.4.1).

Där praktiskt arbete utförts har kommandon och filnamn i de använda programmen getts som fotnoter för att inte störa och avbryta den löpande texten. Kapitlet avslutas med kommentarer om hur ett praktiskt användande av systemet skulle se ut.

### 7.1 Behandling av kartmaterial

För arbetet väljs ett mindre testområde ut (hemskyddsområde 20) för att mängden material ska begränsas. Anledningen till det valda testområdet är att det är centralt beläget, med en blandning av en- och flerbostadshus och industrier, samt att digitala kvarterskartor finns för skyddsrum i området. Området är som störst ca 1300 meter i nord-sydlig riktning och 800 meter i öst-västlig riktning. Ur det importerade kartmaterialet (se kap 5.1) finns ett stort antal skikt där följande sorteras ut:

- de tre typerna av byggnader samt idrottsanläggningar
- vägkant
- vatten
- gränser såsom fastighets-, kvarters- och traktgräns
- hemskyddsområdesgräns.

Från modelleringen önskas bl a hemskyddsområde, kvarter, fastighet, byggnad och skyddsrum som objekttyper, varför övrig information endast kommer att ligga som bakgrund. Skyddsrum kommer att skapas från tabelldata varför de inte väljs ut här.

För att kunna koppla attribut till objekt som i verkligheten motsvaras av ytor kan det vara lämpligt att objekten ytbildas. Detta är i kartmaterialet redan gjort för objekt i skikten med hemskyddsområden och kvarter. För arbetet önskas även fastighet och byggnader ytbildade, vilket kräver att materialet är geometriskt slutet, se kap 5.2.3. Det kriteriet är uppfyllt för byggnader och dessa kan automatiskt ytbildas i MapInfo<sup>8</sup>. Vid bildandet av ytorna tilldelas varje byggnad ett internt ID-nummer i en attributdatatabell, vilket gör att varje byggnad blir unik och kan särskiljas ifrån övriga. Med hjälp av denna nyckel kan sedan andra attributdata länkas till byggnaden.

För fastigheter däremot är fallet ett annat. Skiktet med fastighetsgränser består endast av de gränser som inte sammanfaller med kvartersgräns, vägkant osv. Vid en sammanslagning av de olika linjeskikten för fastighets- och kvartersgräns, vägkant osv borde det vara möjligt att bilda ytor. Det uppstår dock luckor i vissa fall varför ytbildningen inte kan genomföras automatiskt i MapInfo. För att kunna visa på hur man arbetar med ytbildade fastigheter har de på följande sätt ytbildats manuellt i testområdet:

---

<sup>8</sup> Convert to regions...

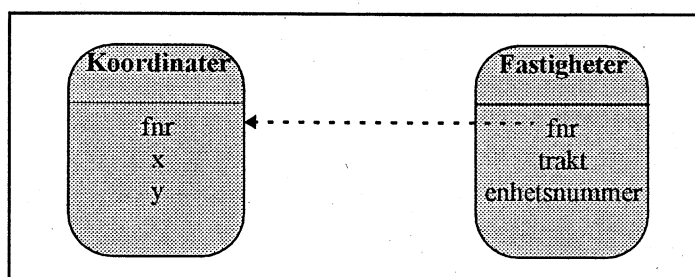
Fastigheter ligger som linjedata och fastighetens gränser byggs upp av ett antal linjer tillsammans med kvartersgränser osv, där en gränslinje mycket väl kan delas av två fastigheter. Genom att "digitalisera" om dessa linjer kan ytor för fastigheterna skapas<sup>9</sup>. På detta sätt har alltså fastigheterna ytbildats. Detta arbetssätt kommer dock att resultera i en stor datamängd eftersom inga gränser blir delade, alla gränser som ligger mellan två fastigheter kommer att lagras två gånger, en för varje fastighet. Så måste det bli i MapInfo eftersom alla objekt lagras oberoende av varandra, dvs geometrin kan inte delas av flera objekt. Det råder i stället ett ett-till-ett-förhållande mellan varje geometriskt objekt och motsvarande tabellrad.

## 7.2 Tabellhantering i Access

Liksom i kartmaterialet finns i tabellerna många olika attribut som inte kommer att vara av intresse för detta arbete och som inte tagits med vid modelleringen (se kap 4.4). Dessa sorteras därför bort för att slippa en stor datamängd och onödiga data.

Det finns en tabell från FDS som innehåller koordinater för fastigheter tillsammans med en fastighetsnyckel (fnr), punkttyp, koordinatsystem mm. Denna täcker hela Lund och det är därför lämpligt att välja ut en del av denna koordinattabellen, motsvarande hemskyddsområde 20, för det fortsatta arbetet för att begränsa datamängden. Delen väljs ut med en SQL-fråga i Access där min- och maxvärden för x och y ges för den "ruta" inom vilken området ligger.

Inom den utvalda rutan önskas även informationen från övriga FDS-tabeller. I de tabellerna finns dock inga koordinater utan tillvägagångssättet blir ett annat. I koordinattabellen finns som attribut det för varje fastighet unika fnr - fastighetsnumret - vilket även återfinns i de flesta av de andra tabellerna. Detta gör det möjligt att länka uppgifter och det går alltså att via fnr koppla samman tabeller och på ett enkelt sätt hämta ut alla uppgifter som finns i fastighetsdatasystemet, förutsatt att någon uppgift är känd från början, t ex koordinater, fastighetsbeteckning eller adress.



Figur 22 Två tabeller kan kopplas samman via ett för båda tabellerna gemensamt attribut, i detta fall fnr.

Fnr utnyttjas alltså och nya frågor ställs. De tabeller från FDS som först och främst behandlas är de med uppgifter om

1. fastigheters beteckning och status
2. adresser för fastigheter
3. byggnader
4. referensuppgift om skyddsrum i en byggnad.

Uppgifter för testområdet från de tre första kan hämtas ut genom att nya SQL-frågor ställs där villkoret sätts att fnr ska vara lika. Detta resulterar i en betydligt mindre datamängd, då den totala datamängden innehåller uppgifter för hela Lund.

<sup>9</sup> Region

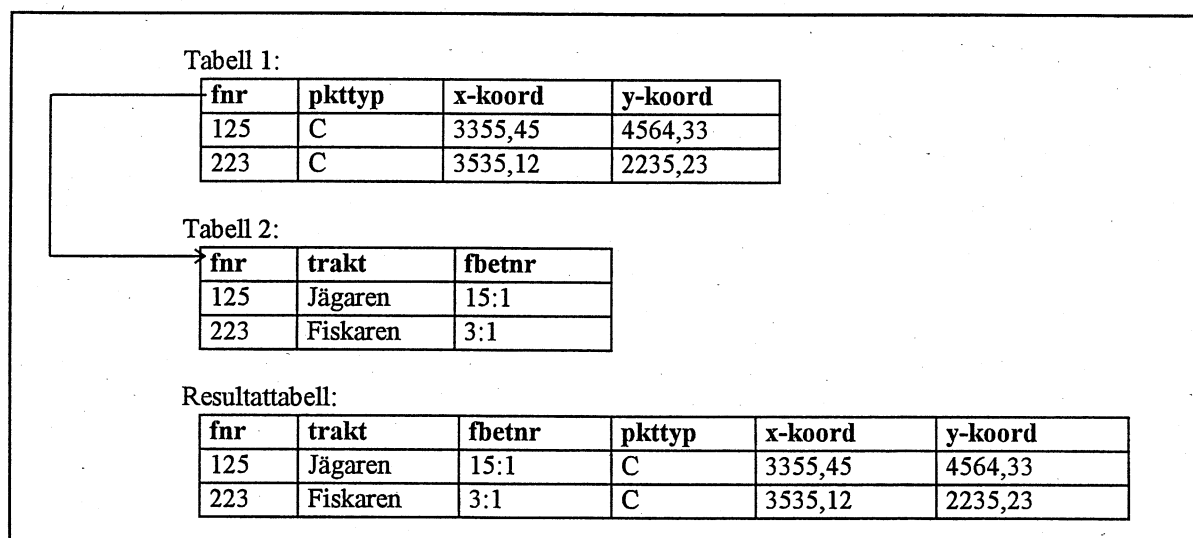
Den sista tabellen med uppgifter om skyddsrum, t ex aktnummer (=skyddsrumnummer) och registreringsdatum, innehåller inget fnr. Däremot finns här ett för kommunen lokalt byggnads-id, vilket är unikt för varje byggnad och som även återfinns i byggnadstabellen. Via byggnads-id kan tabellerna kopplas ihop och villkoret blir att byggnads-id ska vara lika i de båda tabellerna. Därmed kan skyddsrum inom det aktuella området hämtas ut efter att byggnaderna selekterats.

### 7.3 Arbeta med tabeller i MapInfo

#### 7.3.1 Sammanslagning av tabeller

Nästa steg är att hämta in alla FDS-tabellerna samt övriga tabeller till MapInfo. Väl där är avsikten att de ska kunna kopplas till den befintliga bakgrundskartan. För att detta ska vara genomförbart krävs att tabellerna har någonting gemensamt med kartan (angivna koordinater) eller med andra tabeller som kopplats till kartan.

För fastigheter och byggnader är koordinater för centralpunkter kända i tabellerna. Tabellen med byggnader innehåller all byggnadsinformation inklusive koordinater och är därmed klar att använda. Uppgifter om fastigheter finns i två olika tabeller uppdelat med bl a koordinater och fnr i en tabell och med fastighetsbeteckning och fnr i en annan. Dessa bör slås ihop före import för att få alla uppgifter samlade i en tabell, i överensstämmelse med resultatet av modelleringen (figur 23). Kopplingen görs naturligtvis via fnr som finns i båda tabellerna.



Figur 23 De olika tabellerna med uppgifter om fastigheter kan kopplas samman till en via det gemensamma attributet fnr.

I tabellen med referensuppgifter för byggnader, finns uppgifter om ID-nummer för de skyddsrum som ligger i en byggnad. Byggnaderna identifieras av ett lokalt byggnads-ID, vilket även återfinns i byggnadstabellen.

Som resultat finns nu tre tabeller från FDS, färdiga att importera till MapInfo och koppla till kartan:

- fastigheter (med fnr, fastighetsbeteckning, centralpunktskoordinater, punkttyp)
- byggnader (med lokalt byggnads-ID, fnr, husnummer inom fastigheten, centralpunktskoordinater, punkttyp)
- skyddsrumstabell (med uppgifter som lokalt byggnads-ID, skyddsrumnummer mm)

Förutom dessa finns två tabeller från statistikkontoret med uppgifter om befolkningsstatistik samt antal anställda i verksamheter inom testområdet, klara att använda i MapInfo. För att kunna länka uppgifterna i verksamhetstabellen krävs att fastigheternas adresser är kända varför även tabellen med adressuppgifter från FDS importeras till MapInfo (se kap 7.3.2). Vad gäller skyddsrum finns även skyddsrumregistret från Enheten för civilt försvar som hämtas in.

### 7.3.2 Import och länkning av tabellerna

Tack vara ODBC-gränssnittet (Open DataBase Connection) kan de externa tabellerna öppnas och länkas inne i MapInfo. Tabellerna behandlas därefter var och en i tur och ordning. I vissa fall ska tabellinnehållet ritas ut på kartan. För att detta ska vara möjligt krävs att tabellen är karterbar, dvs att den har kartgeometri och kan kopplas ihop med något kartobjekt<sup>10</sup>. Att skapa en karterbar tabell kräver att det finns viss information om den externa tabellen, t ex måste det finnas kolumner med koordinater i tabellen, projektion för koordinaterna, indexkolumn för tabellen och symbol för punkterna. Denna information lägger MapInfo i en MapCatalog, en databas i sig i det externa systemet, där MapInfo kan kontrollera om tabellen kan ha kartgeometri. MapCatalog skapas i detta fall i Access.

Detta delkapitel innehåller beskrivningar för en hel del olika arbetsmoment för genomförandet av tabellänkningen, men behöver dock vara med för att förklara arbetsgången.

#### *Byggnadstabell*

I byggnadstabellen<sup>11</sup> finns koordinater för byggnadernas centralpunkter, vilka ritas ut på kartan vid öppnandet av tabellen om den är karterbar (se 7.3.2 ovan). Uppgifterna för byggnaderna kommer härmed att vara kopplade till centralpunkterna. Eftersom byggnader på kartan är ytbildade är det lämpligt att koppla uppgifterna i tabellen till ytan i stället, vilket kan göras genom en geometrisk funktion kallad punkt-i-polygon. Denna är detsamma som de topologiska funktionerna Contains och Within, beskrivna i 6.2.4. De fungerar så att programmet undersöker om en punkt ligger i en polygon och i så fall i vilken, vilket i detta fall motsvaras av att programmet kan se vilken byggnadsyta en byggnadspunkt tillhör och på så sätt koppla punktinformationen till ytan (se även bilaga A(1)). Avsikten med att rita ut punkterna från Access-tabellen är därmed att koppla informationen även till byggnadsytorna och lägga byggnadsinformationen i tabellen för byggnadsytor. Vid utritandet av punkter uppmärksammas att vissa punkter hamnar utanför de byggnadspolygoner som finns på bakgrundskartan, vilket betyder att de inte kommer att kopplas till någon yta och information förloras, vilket beskrivits i kap 5.2.2.

---

<sup>10</sup> Make ODBC Table Mappable...

<sup>11</sup> BYGG\_FIR

Byggnaderna på kartan är uppdelade i tre olika typer: industribyggnader, allmänna byggnader och övriga byggnader<sup>12</sup>. För varje typ finns dessutom följaktligen en tabell med ID-nummer för byggnaden. Detta är dock inget betydande ID-nummer utan endast ett internt nummer som kommit till vid ytbildningen för att skilja byggnaderna åt och för att ha en koppling till kartan. Efter punkt-i-polygonoperationen ersätts detta ID-nummer med den information som finns i byggnadstabellen. Huvudsaken är att kopplingen till kartan finns kvar, vilket den kommer att göra, då det endast är tabellens innehåll som ändras och inte kopplingen till kartan. Alla tre byggnadstyper kontrolleras genom följande SQL-frågeställning<sup>13</sup>.

```
1. SELECT *
2. FROM indbygg, BYGG_FIR
3. WHERE indbygg.obj contains BYGG_FIR.obj
```

Frågan betyder att alla attribut ska väljas (1) från de två berörda tabellerna (2) då villkoret att punkten från byggnadstabellen ligger inom byggnadspolygonen (3) på kartan (karttabellen). Observera ordningen som är avgörande för rätt resultat. Genom att som första tabell nämna den som har koppling till kartan blir även resultatet kopplat till kartan. Resultatet blir tre olika tabeller<sup>14</sup> med byggnadsuppgifter som är kopplade till ytorna på kartan. Alla tre tabellerna sammanförs till *en* byggnadstabell<sup>15</sup>, då det i denna testkörning inte finns något intresse av att behandla dem åtskilt. Anses byggnadstypen ha betydelse kan tabellerna föras uppdelat på tre eller kan ett förklarande attribut läggas in i en gemensam byggnadstabell.

### Fastighetstabell

På samma sätt kan fastighetstabellen<sup>16</sup> öppnas upp och centralpunkterna ritas ut. I kartmaterialet fanns som tidigare diskuterats inga ytor varför uppgifterna endast kan redovisas i centralpunkten. I testområdet har dock fastigheterna ytbildats och tabelluppgifterna kan liksom i förra fallet kopplas till dessa fastighetsytor<sup>17</sup>. Ännu en punkt-i-polygon analys genomförs<sup>18</sup> och uppgifterna i centralpunkten knyts till den yta punkten befinner sig i<sup>19</sup>. Se även bilaga A(2).

### Skyddsrumstabell

Vad gäller skyddsrum finns dels tabellen med uppgifter från civilförsvarsenhetens skyddsrumregister<sup>20</sup>, dels referensuppgifterna från FIR<sup>21</sup>. För länkning till kartan används den senare då den innehåller uppgifter som har eller kan få en geografisk anknytning genom det lokala byggnads-ID.

För att kunna få skyddsrummen knutna till kartan och markerade kan skyddsrumstabellen geokodas. Kravet för geokodning är att det finns en kolumn med värden som även finns i en

<sup>12</sup> indbygg, allmbygg, ovrbygg

<sup>13</sup> SQL Select...

<sup>14</sup> CFD\_ind, CFD\_allm, CFD\_ovr

<sup>15</sup> BYGG

<sup>16</sup> FAST\_FIR

<sup>17</sup> fast\_ytor

<sup>18</sup> SELECT \* FROM fast\_ytor, FAST\_FIR WHERE fast\_ytor.obj contains FAST\_FIR.obj

<sup>19</sup> FAST

<sup>20</sup> SKYDD\_CF

<sup>21</sup> SKYDD\_FIR

annan tabell, vilken har en koppling till kartan. Är detta uppfyllt kan ett färdigt kommando<sup>22</sup> i MapInfo användas och en symbol väljs för utritning av objekten. I skyddsrumstabellen finns det lokala byggnads-ID som även återfinns i byggnadstabellen. Denna är i sin tur kopplad till kartan via sina koordinater och det är alltså klart att geokoda skyddsrummen. Observera att en tabell måste vara indexerad<sup>23</sup> för att man ska kunna geokoda mot den. Dessutom måste den länkade skyddsrumstabellen sparas om lokalt i MapInfo för att den ska kunna geokodas<sup>24</sup> (vilket gör att den inte automatiskt kommer att uppdateras, se kap 7.7).

Skyddsrumdata kommer nu att vara kopplade till en punkt motsvarande en byggnads centralpunkt<sup>24</sup> och markerade med en egen symbol. Den länkade FIR-tabellen kan därefter kompletteras med uppgifter från skyddsrumregistret. Tabellen utökas med ytterligare kolumner<sup>25</sup> innehållande data från skyddsrumregistret via det gemensamma attributet skyddsrum-id, se bilaga A(3).

Här kan nämnas att endast en sorts symbol använts för att markera skyddsrum i stället för att ha två olika vilket var fallet i ursprungsdata, där det fanns en särskild symbol för byggnader med flera skyddsrum. Här har det ansetts räcka med en symbol då det alltid visas information om alla skyddsrum som finns i en byggnad vid pekning på byggnaden med info-verktyget.

### Befolkningsdata

Även tabellen med befolkningsstatistik<sup>26</sup> ska kopplas till kartan. I den ursprungliga tabellen finns uppgifter från drätselkontoret om befintlig dagbefolkning uppdelad i åldersklasser. Uppdelningen i åldersklasser är viktig för inredningen av skyddsrummen där speciell utrustning krävs då barn ska vistas där. För att få överensstämmelse med de uppgifter som tidigare använts på civilförsvarsenheten om dag- och nattbefolkning i krig används en faktor som multipliceras med dagbefolkningen. 85% av befintlig befolkning räknas till nattbefolkning i krig och 45% till dagbefolkning i krig. Nya kolumner läggs till tabellen och värdena beräknas i Excel. Dessa beräkningar kan utvecklas vidare beroende på vilka uppgifter som ska användas i analyser.

I befolkningstabellen finns angivet till vilken fastighet en uppgift hör. Eftersom fastigheternas placering på kartan är känd<sup>27</sup> skulle uppgifterna kunna geokodas till kartan där de kommer att representeras av en symbol på fastigheten. Lämpligare är dock att knyta uppgifterna till fastighetsytan i stället för till en punkt. Därför blir lösningen även här att ställa en SQL-fråga<sup>28</sup> mellan befolkningstabellen och fastighetstabellen med villkor om gemensam trakt samt nummer och antalet knyts till en fastighets yta<sup>29</sup>. Detta underlättar då information om objekt på kartan begärs genom pekning med info-verktyget, då uppgifterna om befolkning knutna till ytan visas även då pekning inte sker precis i punkten.

<sup>22</sup> Geocode...

<sup>23</sup> Indexering innebär att värdena i en tabellkolumn fungerar som index och medför snabbare sökning.

<sup>24</sup> SKYDD\_FIR\_S

<sup>25</sup> Update Column...

<sup>26</sup> BEF\_DK

<sup>27</sup> Se avsnitt *Fastighetstabell*, FAST

<sup>28</sup> *SELECT \* FROM BEF\_DK+ fr FROM FAST, BEF\_DK WHERE (FAST.trakt= befreg\_dk.trakt) AND (FAST.nr= befreg\_dk.nr)*

<sup>29</sup> BEF



Den förklarade arbetsgången leder alltså fram till att kända befolkningsuppgifter relateras till varje fastighets yta. Det finns en önskan om att arbeta med befolkningsuppgifter för varje byggnad, vilket är en typ av uppgifter som ännu så länge inte finns tillgänglig. En tillfällig "lösning" på detta skulle kunna vara att dela upp befolkningen jämnt över antalet byggnader på en fastighet, vilket dock inte ger någon exakt eller pålitlig lösning varför åtgärden inte genomförts. I testområdet är för övrigt endast några få fastigheter bebyggda med mer än en byggnad.

### Verksamheter

För verksamheter finns ett utdrag från drätselkontoret tillgängligt, vilket visar en verksamhets adress samt antalet anställda på adressen<sup>30</sup>. För att knyta dessa uppgifter till kartan krävs att adressens placering är känd. Genom adressuppgifterna i FIR möjliggörs detta, det går att se på vilken fastighet (fnr) en adress är registrerad. Genom en fråga (t ex i Access) där villkoret att adress och adressnummer ska vara lika i verksamhets- och adresstabellen kan fnr läggas in som ett nytt attribut i verksamhetstabellen. Liksom i fallet med befolkning väljs därefter att ställa en SQL-fråga<sup>31</sup> mot fastighetstabellen i stället för att geokoda, för att få uppgifterna knutna till fastighetsytan<sup>32</sup>. Ett alternativ är att lägga in adressuppgifter bland övriga attribut i fastighetstabellen, vilket dock inte gjorts här.

### 7.4 Tabell för skyddsrumskesked

Vid beslut om att ett nytt skyddsrum ska byggas ges ett skyddsrumskesked. Detta gäller i två år och det kan därmed dröja innan skyddsrummet blivit byggt. För att kunna ha kontroll över var skyddsrum planerats men ännu inte byggts har önskemål framförts om att ha en speciell tabell och egen symbol för dessa. Genom att skapa denna tabell<sup>33</sup> med koppling till befintlig karta kan hänsyn tas till byggnader (befintliga eller planerade) med skyddsrumskesked vid nästa översyn av skyddsrumskesked. Attribut i tabellen kan exempelvis vara aktnummer, datum för keskedet, samt koordinater för utritning av symbolen för keskedet<sup>34</sup>. Så snart skyddsrummet byggts kan det flyttas över till tabellen för skyddsrum.

### 7.5 Genomförande av skyddsanalys

En skyddsanalys önskas kunna göras kvartersvis för att avgöra under- eller överskott på antalet skyddsrumskesked inom varje kvarter<sup>35</sup>. För att denna ska genomföras i MapInfo delas arbetet lämpligen upp i följande steg:

1. Sammanräkning av antalet skyddsrumskesked per kvarter - resultatet lagras i tabell\_1.
2. Sammanräkning av totala antalet boende i varje kvarter - resultatet lagras i tabell\_2.
3. Sammanräkning av antal anställda inom verksamheter placerade i varje kvarter - resultatet lagras i tabell\_3.

Sammanräkningen i 1-3 görs med SQL-frågor där resultatet väljs som summan av antalet skyddsrumskesked, boende osv. Beräkningen per kvarter görs med kvarterslagret som grund, där villkoret utgörs av en undersökning av vilka skyddsrum eller boende som hamnar inom varje kvarter.

<sup>30</sup> VERKS\_DK

<sup>31</sup> *SELECT \* FROM VERKS\_DK FROM FAST, VERKS\_DK WHERE FAST.fnr=VERKS\_DK.fnr*

<sup>32</sup> VERKS

<sup>33</sup> New Table...

<sup>34</sup> SKR\_BESKED

<sup>35</sup> skyddsanalys1

4. De tre tabellerna slås samman så att det för varje kvarter visas antalet skyddsrumspplatser tillsammans med antalet boende och anställda. Observera att det finns olika alternativ för befolkning, nämligen befolkning fred och befolkning krig (natt/dag) uppdelat i barn och vuxna, beroende på vilken typ av analys som önskas.
5. Skyddsläget kan beräknas (skyddsrumspplatser-antal boende) och läggas i en egen kolumn<sup>36</sup>.
6. Genom att visa denna skillnad, som motsvarar över- resp underskott, i olika färger åskådliggörs resultatet på ett bättre sätt. Detta görs genom att en tematisk karta<sup>37</sup> skapas där skillnaden <0 sätts till en färg och >0 sätts till en annan. Även finare indelningar kan göras för att se hur stort behovet/överskottet är.
7. Ett annat alternativ för att redovisa resultatet är att ställa upp diagram där t ex skillnaden eller summa befolkning och summa skyddsrumspplatser anges för varje kvarter. För detta finns också ett verktyg i programmet<sup>38</sup>.

Resultat av en skyddsanalys visas i bilaga A(4). På samma sätt kan en skyddsanalys per hemskyddsområde utföras om detta önskas (se även Thiessenpolygoner kap 7.8.2).

### **7.6 Koppling av kvarterskarta till skyddsrum**

För att underlätta hanteringen av information rörande skyddsrum har önskemål framställts om att kunna förvara så mycket information som möjligt samlad på ett ställe. Bl a är det önskvärt att kunna se mer detaljerade kvarterskartor och ritningar tillsammans med översiktskartan. Detta görs möjligt genom en programslinga<sup>39</sup> skriven i MapBasic som läggs in i programmet. Med dess hjälp kan rörliga och icke rörliga bilder definieras och kopplas till ett objekt<sup>40</sup> i databasen och därefter visas på begäran.

Kopplingen av en kvarterskarta visas i bilaga A(5).

### **7.7 Uppdatering och ajourhållning**

I dagens situation finns problem med uppdatering och ajourhållning av data mellan de olika förvaltningarna i kommunen. Ändras uppgifter på ett ställe är det inte säkert att andra får reda på förändringarna. Önskemål som framförts är att ändringar i ett system automatiskt ska uppdateras på andra ställen för att alltid kunna ha tillgång till aktuella uppgifter.

Vid öppnande av en Access-tabell i MapInfo skapas en koppling mellan programmen för denna tabellen. Om en ändring därefter utförs i Access kan denna automatiskt genomföras i MapInfo. Ett krav är dock att tabellen i MapInfo inte sparats om i ett nytt namn, då kopplingen bryts. Efter att ändringar gjorts i Access stängs detta program ner och ändringarna överförs till tabellerna i MapInfo<sup>41</sup>.

På samma sätt önskas ändringar utförda i MapInfo kunna föras in i den ursprungliga Access-tabellen. Det kan röra sig om att lägga till uppgifter i tabeller, men även att ändra direkt i kartbilden genom att digitalisera nya punktobjekt, och få dessa nya objekt inlagda i Access-

---

<sup>36</sup> Update column..., beräkningen sker i kommandot.

<sup>37</sup> Create Thematic Map...

<sup>38</sup> New Graph Window...

<sup>39</sup> Multimedia

<sup>40</sup> KVKARTA

<sup>41</sup> Refresh ODBC Table...

tabellen. För att detta ska vara genomförbart är ett krav att ODBC-tabellen i MapInfo är editierbar. Är den inte det kan det bero på följande:

- data i tabellen i Access är ej editierbar
- data i tabellen i Access innehåller ingen primärnyckel
- tabellen i Access innehåller inga editierbara kolumner
- "read-only" är ikryssat vid öppnande av ODBC-tabell.

Är ODBC-tabellen editierbar är det (näst intill) fritt att ändra data. Då tabellen sparas kan man välja att även den länkade tabellen ska uppdateras<sup>42</sup>.

## 7.8 Ytterligare geografiska analyser

Ett önskemål som kommit fram har varit att kunna fördela befolkningen på närmaste skyddsrum och se om antalet skyddsrum räcker till, dvs om platserna stämmer överens med antalet boende. Ett annat problem består i att placera nya skyddsrum bland befintliga. Att lösa dessa problem är dock inget som automatiskt kan göras i MapInfo. Det finns heller inga självklara metoder att använda. Därför får till en början undersökas vilka olika metoder som skulle kunna användas vid lösandet av problemen. Ett sätt att kontrollera skyddsrumstillhörighet är att bilda buffertar runt skyddsrummen och undersöka vem som bor innanför respektive utanför buffertarna. Detta är dock inte det enda och förmodligen inte det bästa sättet.

Avsikten med detta kapitel är därför att även diskutera andra möjliga lösningar och vid möjlighet även testa dem praktiskt. Denna del blir mer matematisk än andra delar av arbetet och är eventuellt av mindre intresse för vissa berörda. Dock bör det vara intressant att se olika metoder för att analysera behov och täckning av skyddsrum, varför det är ett ämne värt att belysa och lägga ner arbete i.

### 7.8.1 Buffert

Att bilda buffertar betyder oftast att alla punkter från ett område som ligger inom ett visst bestämt avstånd från ett objekt samlas ihop. Buffertanalyser kan göras för olika problem, t ex vill buffertens geografiska utbredning studeras, eller är det intressant att undersöka de objekt som ligger inom bufferten. De vanligaste typerna av buffertar är

- punktbuffert
- linjebuffert
- areabuffert.

#### *Buffert runt skyddsrum*

Ett krav för placeringen av skyddsrum är att avståndet mellan bostadens ingång och skyddsrummet får uppgå till max 70 m. Detta räknas om till vertikalkhöjd för trappor osv, vilket dock ej kommer att göras i detta arbete. Likaså kommer kravet att sättas så att en byggnad endast behöver beröras av 70-metersradien i stället för att hela byggnaden ska omslutas.

För att se om ett skyddsrum är placerat inom 70 m från en persons bostad och för att undersöka om tillräckligt med platser finns för de boende kan en buffert med en radie av 70 meter läggas runt skyddsrumbyggnaden<sup>43</sup>. Eftersom man inte alltid känner det exakta läget för ett skyddsrum i en byggnad blir avståndet ej helt korrekt. Då buffertarna skapas med skyddsrumstabellen som grund<sup>44</sup> kan lämpliga attribut från denna väljas ut, exempelvis skr-nr, fnr

<sup>42</sup> Save Table...

<sup>43</sup> Buffer...

<sup>44</sup> Buffert70

och husnr, vilket underlättar att i tabellen se vilken buffert som hör till vilket skyddsrum (exempelvis punkt-i-polygon). Resultat av buffertanalys visas i bilaga A(6).

Med detta tillvägagångssätt blir det möjligt att mha SQL-frågor se vilka byggnader som täcks av bufferten och därmed ligger tillräckligt nära ett skyddsrum, hur många personer som bor inom dessa områden samt vilka byggnader och befolkning som inte gör det. Observera att antalet boende är angivet per fastighet vilket kan ställa till problem då det finns flera byggnader på en fastighet (Se kap 5.1.5). Med denna enkla metod kommer buffertar ofta att mer eller mindre överlagra varandra och det kan lätt uppstå en del problem:

1. Antag att en buffert läggs runt byggnaden med skyddsrum A. Då kan det hända att även andra skyddsrum kommer att befinna sig inom radien.
2. En byggnad kan mycket väl komma att tillhöra flera skyddsrum om man går tillväga på detta enkla sätt.

Är avsikten att analyser ska kunna göras som bygger på buffertindelningen, t ex summering av antalet boende tillhörande varje skyddsrum, bör denna överlagring tas bort genom ett manuellt arbete, där den överlappande delen från en av buffertarna ”skärs” bort. Vilken buffert som ska förändras kan väljas efter en undersökning av avstånd till närmaste skyddsrum eller efter en avvägning mellan personer per byggnad och platser i skyddsrummet. För att kunna följa förändringen kan ett nytt område ritas runt varje samling av byggnader. Efter att hela området gått igenom på detta sätt har det förhoppningsvis resulterat i en klarare och jämnare uppdelning av vilka byggnader som hör till vilka skyddsrum, samtidigt som resultatet kan användas för vidare planering av nya skyddsrum där sådana behövs.

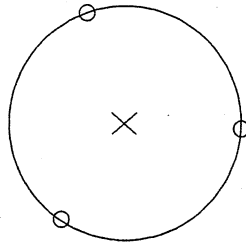
## 7.8.2 Rumslig analys med Thiessenpolygoner

### *Thiessenpolygoner*

Ett sätt att utföra en analys för att kunna beräkna över- respektive underskott på skyddsrumspatser är att dela upp markytan i Thiessenpolygoner (Voronoi-diagram). Thiessenpolygoner innebär att en yta delas upp genom att polygoner bildas runt en viss typ av centrumpunkter. Alla andra punkter inom en polygons gräns har just denna centrumpunkt som ”sin” närmaste centrumpunkt. Polygonerna är en geometrisk struktur som kan användas för att ta reda på uppgifter om närhet för en mängd andra punkter eller objekt, t ex vem är närmst eller längst bort från en centrumpunkt, osv. (Den största delen av informationen i detta kapitel är hämtad från O’Rourke (1993) samt Worboys (1995).)

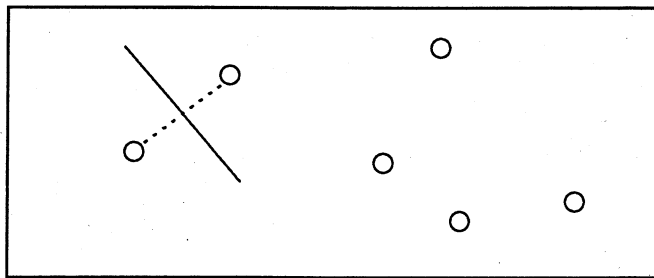
Olika exempel på Thiessenpolygonernas praktiska användning kan vara:

- Lokalisering av en störande verksamhet bland ett befintligt bostadsbestånd. Avståndet till den närmsta bostaden ska då vara så stort som möjligt vilket är samma sak som att verksamheten ska ligga i centrum för den största tomma cirkel som kan bildas bland befintliga bostäder. Avståndet till närmsta bostad blir då lika med radien på cirkeln, se figur 24 nästa sida.
- Planering av ”gångväg” för robotar som ska gå så långt bort från hinder som möjligt.
- Kristalltillväxt, där kristallerna växer utåt tills de kolliderar med grannen. Om de växer lika fort åt alla håll resulterar detta i ett mönster motsvarande ett Voronoi-diagram.



Figur 24 Bästa lokalisering av en störande verksamhet är i centrum av den största cirkeln som kan bildas bland de befintliga bostäderna..

Thiessenpolygonerna bildas genom en sammanbindning av mittpunktsnormaler mellan punkter, dvs en tänkt linje dras mellan två punkter (streckad i figur 25) och vinkelrätt mot denna, exakt mittemellan varje punkt, dras en gränslinje (heldragen). För att underlätta förståelsen kan antagandet göras att punkterna i detta fall representerar skolor placerade i ett befolkat område och gränslinjerna som dras ligger exakt mittemellan två närliggande skolor.

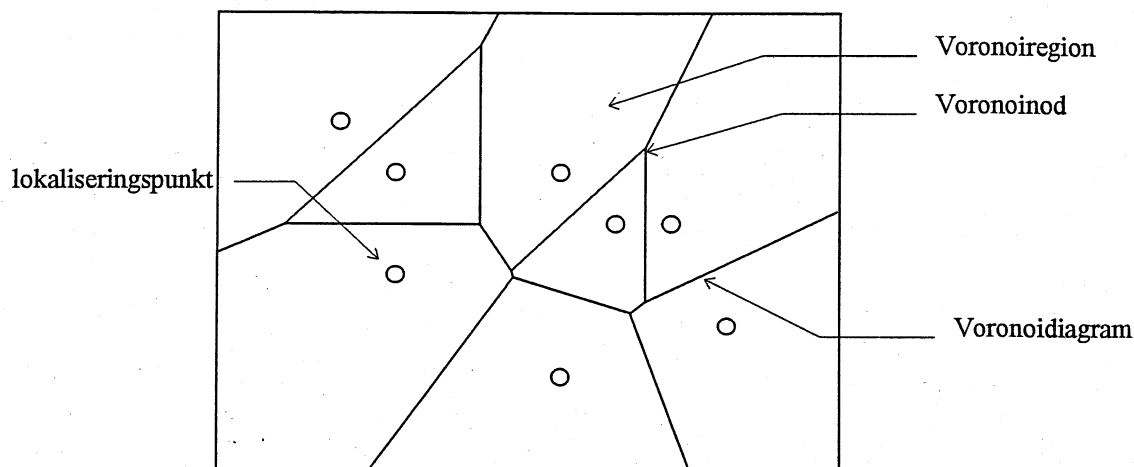


Figur 25 Mittpunktsnormaler mellan två lokaliseringpunkter.

Detta upprepas för alla kombinationer av närliggande punkter (skolor). Slutligen förbinds gränslinjerna och skapandet av polygonerna är klar. Resultatet blir en undersökning av vilka personer som har närmst till vilken skola, då polygonerna runt en skola bildar skolans upptagningsområde. Mer geometriskt kan tesselleringen beskrivas som att det finns en mängd lokaliseringpunkter,  $p$ , i planet. Polygonerna bildas genom att varje punkt i planet knyts till sin närmaste lokalisering. Alla punkter som på så sätt knutits till  $p_i$  formar en Voronoiregion  $V(p_i)$  (O'Rourke 1993, s 170):

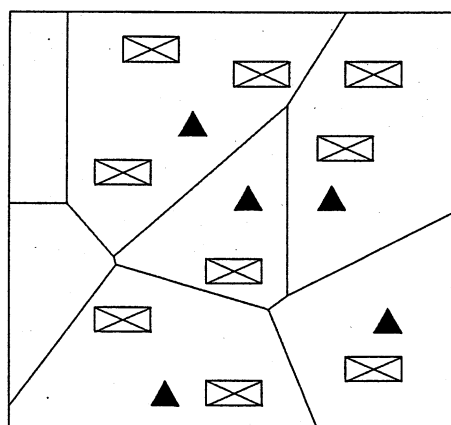
$$V(p_i) = \{x : |p_i - x| \leq |p_j - x|, \forall j \neq i\} \quad (1)$$

De punkter som har mer än en närmaste lokaliseringpunkt (närmaste granne) kommer att utgöra gränslinjerna mellan lokaliseringpunkterna och formar därmed Voronoi-diagrammet för denna lokaliseringpunktmängd (figur 26). Varje Voronoi-nod kommer att motsvara mittpunkterna för de cirklar som kan bildas för att finna optimala lokaliseringar (figur 26, se även figur 24).



Figur 26 Uppdelning av planet i Thiessen-polygoner (eller Voronoi-diagram).

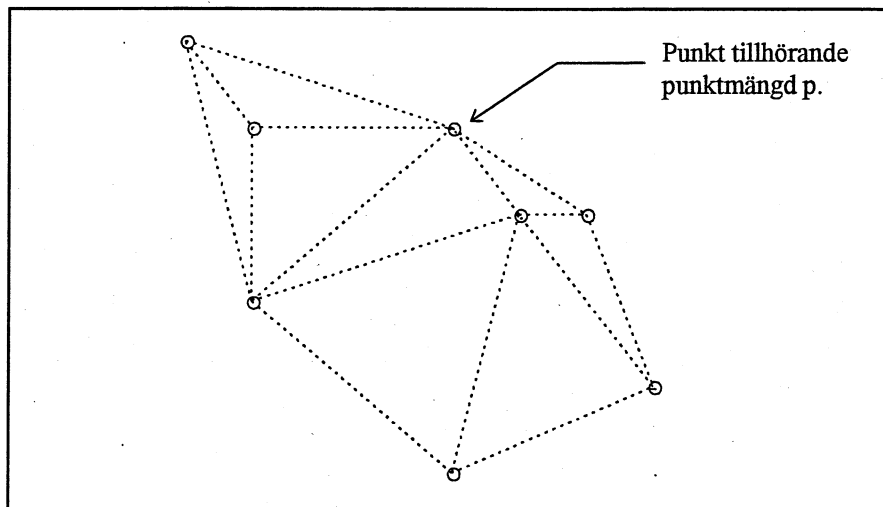
Vid tillämpningen på skyddsrum tänks alla byggnader ligga i ett plan och alla skyddsrum i planet representeras av en punkt. Om en Thiessenpolygon bildas runt ett skyddsrum har alla byggnader som är placerade inom polygonen just detta skyddsrum som sitt närmaste. Kommer man utanför polygonen och därmed in i nästa polygon blir det även ett annat skyddsrum som ligger närmast. Detta åskådliggörs enklast med en figur:



Figur 27 Här har Thiessen-polygoner bildats runt skyddsrum. Byggnaderna inom varje polygon har närmast till det skyddsrum som ligger i samma polygon.

### Delaunaytrianguleringen

En intressant del när det handlar om Thiessenpolygoner är Delaunaytrianguleringen, vilken tas fram genom sammanbindning av centripunkterna i tre angränsande polygoner. Om detta upprepas för alla punkter resulterar detta i den mest regelbundna triangulering som är möjlig. Likaså kan Thiessenpolygoner tas fram från Delaunaytrianguleringen. En annan egenskap som dessutom är definierande för Delaunaytrianguleringen, är att varje cirkel som bildas av de tre punkterna i en triangel innehåller inga andra punkter (se figur 24). De yttersta linjerna formar det konvexa höljets av punktsamlingen (O'Rourke, 1993).



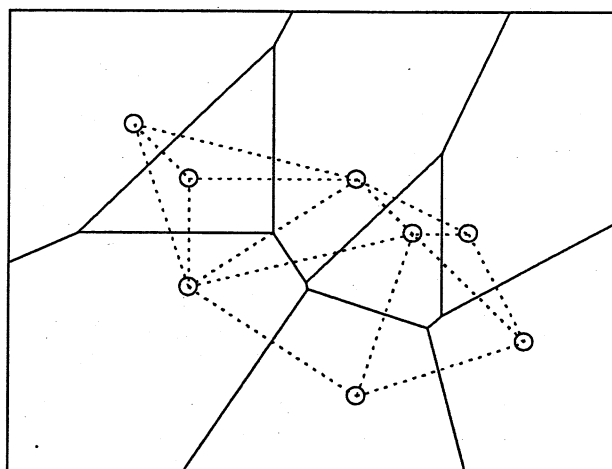
Figur 28 Resultat av Delaunaytriangulering för en punktmängd  $p$ .

### Program för Thiessenpolygoner

Då inget program för framtagande av Thiessenpolygoner finns tillgängligt har ett sådant arbetats fram i det numeriska beräkningsprogrammet MatLab. Indata till programmet är ett antal punkter, motsvarande t ex skyddsrum. Som resultat fås uppdelningen i Thiessenpolygoner baserat på punktmängden. Programmet byggs upp med Delaunaytrianguleringens egenskaper som grund enligt följande steg:

1. Delaunaytrianglar tas fram genom att alla indatapunkter paras ihop tre och tre. En cirkel läggs genom punktgrupperna och kontroll görs för att se om cirkeln innehåller någon annan punkt. Om så inte är fallet bildar de tre punkterna en Delaunaytriangel (se figur 24). Detta upprepas tills alla punktkombinationer har testats. Resultatet av trianguleringen visas i figur 28.
2. Delaunaytrianglarnas mittpunktsnormaler tas fram, dvs de linjer som korsar en triangelsida vinkelrätt mitt emellan två punkter (se figur 25). Där dessa mittpunktsnormaler från varje triangels tre sidor skär varandra kommer en polygonnod att placeras. Därför beräknas skärningspunkterna mellan mittpunktsnormaler för varje triangel. Se Voronoi-nod i figur 26.
3. I 2. togs en polygonnod för varje triangel fram. Dessa ska nu användas för att bilda polygonerna, vilket görs genom att noder tillhörande angränsande trianglar sammanbinds. Resultatet visar de färdiga Thiessenpolygonerna (Voronoi-diagram), se figur 26.
4. För att få en fullständig uppdelning i polygoner antas i detta fall en begränsande ruta ligga runt området till vilken polygonerna ska ansluta. De polygonnoder som ska sammanbindas med denna ruta är de som tillhör trianglar med en sida på det omslutande konvexa höljet (figur 29). För att genomföra denna beräkning formuleras även en algoritm för att ta fram det konvexa höljet.

I figur 29 ses resultaten av både triangulering (streckad) och uppdelning i polygoner (heldragen). För vidare förklaring hänvisas till bilaga B, där programkod för de olika stegen redovisas. En skyddsanalys (se även kap 7.5) kan även göras baserat på uppdelningen i Thiessenpolygoner, resultatet av en sådan visas i bilaga A(7). Problemet med en sådan är dock att det inte följer någon naturlig uppdelning av områden, den kan t ex korsa gator och vattendrag och även dela fastigheter. För att kunna använda denna metod krävs därför en hel del kompletterande manuellt arbete för att få en naturlig indelning.



Figur 29 I steg 1-4 i programmet bildas Delaunaytrianglar och mittpunktsnormaler, varefter Thiessenpolygonerna kan skapas.

### 7.8.3 Multipel lokalisering

Ett vanligt problem är att lokalisera nya skyddsrum så lämpligt som möjligt med hänsyn till aktuell bild. En algoritm som har utarbetats av Törnqvist (1971) kan användas för lokalisering av ett antal anordningar som ska serva en vid och ojämnt fördelad befolkning. Anordningarnas placering varieras över en yta för att finna de lokaliseringar som minimerar t ex kostnad. Hänsyn tas till kapacitet hos anordningarna, och denna liksom placering låts variera varvid testet körs upprepade gånger med olika antal anordningar. När algoritmen funnit lösningen stoppar sökrutinen; ingen förflyttning av en anordning kan förbättra något och bästa lösningen är funnen. I vissa fall kan algoritmen också ha kommit fram till ett lokalt minima, varför det inte är säkert att den bästa lösningen har hittats. Algoritmen kommer inte att testas i detta arbete, men teorin tas upp då den är intressant för ämnet.

Denna algoritm kan troligtvis användas även vid lokalisering av nya skyddsrum då det gäller att placera skyddsrummen så lämpligt som möjligt och förkorta förflyttningssträckorna för befolkning i området runt om. Hänsyn ska också tas till befintliga skyddsrum så att kapaciteten kan dimensioneras med hänsyn till behovet. Behovet eller efterfrågan mäts i sådant fall i antalet boende och avstånden är de sträckor befolkningen behöver förflytta sig för att nå skyddsrummet. Kapaciteten motsvaras av antalet platser som behövs för att rymma befolkningen i det upptagningsområde ett skyddsrum har.

Multipel lokalisering har främst utarbetats för att lokalisera ett antal industrier i Sverige så att den totala transportkostnaden för råvaror och färdiga produkter minimeras. Till att börja med har en algoritm tagits fram för att beräkna transportkostnaderna och dess variationer för alternativa lokaliseringar av *en* industri som producerar varor över hela landets marknad. Detta kan sedan användas för beräkning av optimal placering av ett antal enheter samtidigt. I fallet med skyddsrum motsvaras transportkostnaderna dock av förflyttningssträckorna för en person till ett skyddsrum varför ingen vidare beräkning av transportkostnad krävs i detta fall. I stället kan hänsyn tas endast till sträckan. Varje person i ett område kommer att höra till den närmaste fabriken (skyddsrummet) och produktionen för varje enhet antas vara lika stor som försäljningen i fabriken upptagningsområde (behov). Målet för algoritmen är att finna den



bästa kombinationen av placeringar för två eller flera fabriker/skyddsrum, samt deras marknadsområde och kapacitet. Ungefär samma teknik kan användas för att placera en fabrik eller ett skyddsrum bland de befintliga, vilket i detta arbetet är mer användbart.

Den framtagna algoritmen börjar med att välja startpositioner för två av fabrikena, bestämmer de två upptagningsområdena (t ex med Thiessen-polygoner) och beräknar transportkostnaderna. Kombinationerna varierar därefter på följande sätt: fabrik 1 flyttas ett steg söderut, upptagningsområde bestäms, transportkostnader beräknas och jämförs med föregående kombination. Är den nya kostnaden lägre accepteras den nya placeringen i stället, annars görs samma procedur med förflyttning norrut, därefter öst och väst. Fås ingen lägre kostnad behålls placeringen för denna fabrik och fabrik 2 flyttas för att hitta en bättre placering, därefter fabrik 3 osv tills alla variationer testats och ingen bättre kombination hittats. Som resultat fås en optimal placering var utgångspunkterna än placerats (dock ev lokalt minima, se ovan). På liknande sätt skulle optimal placering av skyddsrum kunna tas fram.

Vanligen ska fabriken placeras så centralt som möjligt till den nationella marknaden för att få kortaste transportavstånden. Å andra sidan måste fabrikena spridas ut från varandra för att täcka hela marknaden. Detta är två motsatser och optimal placering är en kompromiss mellan dem, där olika variabler kan inkluderas.

### 7.9 Skyddsrum-GIS i praktiken

I kap 4.1 diskuterades att då användbara databaser redan finns tillgängliga är ett alternativ till att lagra alla databaserna på nytt, att i stället länka samman de som finns från de förvaltningar där de lagras och ajourförs idag. Detta gör att dubbellagring undviks och ajourföringen bara behöver göras på ett ställe, nämligen där den görs idag. Detta examensarbete har genomförts med denna tanken som grund.

Det kan visserligen verka komplicerat att länka samman tabellerna på nytt varje gång de ändrats och aktuella data önskas i systemet. Vid en närmare studie av vad som måste göras varje gång systemet öppnas upp och ska uppdateras med nya uppgifter kan det dock uppskattas att detta arbete förmodligen är mindre än arbetet som krävs för att själv lagra och ajourföra uppgifterna. Dessutom kommer ett system av denna typ troligtvis inte att användas så ofta att det lönar sig med egna databaser.

En kort sammanfattning av vilket arbete som krävs följer här:

- Alla "grundtabeller", dvs tabellerna med FIR-data, skyddsrumstabeller och befolkningsuppgifter är länkade till systemet en gång för alla (genomgång i kap 7.1 - 7.3.2). Genom länken kan dessa automatiskt uppdateras med uppgifter från sin ursprungstabell när så önskas, varför detta inte innebär något ytterligare arbete. Utförs ändringar i MapInfo, t ex med kartmaterialet, kan detta även transporteras till ursprungstabellema.
- Arbete som behöver utföras på nytt är t ex punkt-i-polygon-analyserna för att koppla olika typer av tabelldata till fastigheter och byggnader på kartan, liksom kombinationen av tabeller som tidigare gjorts inne i MapInfo (kap 7.3.2), samt fortsatt arbete med dessa tabeller. Dessa analyser är dock inte komplicerade och kan förmodligen programmeras i MapBasic och lagras för nästa tillfälle.
- Övriga kommandon och analyser, t ex kopplande av kvarterskarta, skyddsanalys, buffertanalys och införande och ändrande i tabellen med skyddsrumsbesked (7.4 - 7.6 samt 7.8) är arbete som krävs även om databaserna lagras i det nya systemet.

Detta visar att det inte blir mycket extra arbete med att använda sig av länkade databaser, varför detta rekommenderas i just detta fall. På det sättet kommer en användares ändringar i en databas att smidigt kunna uppdateras hos övriga användare.

## Kap 8 - Resultat och rekommendationer

Vid arbetet med hantering och planering av skyddsrum i Lunds kommun finns behov av att använda data från många olika databaser och källor. I nuläget ses det komplicerat då materialet lagras spritt över kommunens förvaltningar och då det är osäkert vilka uppgifter som är aktuella.

För att underlätta arbetet kan det befintliga materialet sammanställas i ett geografiskt informationssystem (GIS), eller rättare sagt, uppgifterna från befintliga databaser kan länkas samman för att bygga upp ett GIS.

Examensarbetet har framförallt gått ut på att titta på om uppbyggnaden av ett GIS är möjlig med hänsyn till det kartmaterial och de databaser och tabeller som finns i kommunen. De befintliga databaserna används alltså med viss anpassning av innehållet, i stället för att ta fram och lagra nya databaser.

### 8.1 Modellering av databaser

En databasmodellering grundar sig, enligt STANLI's förslag till arbetsgång, i kravspecifikation följt av själva modelleringen, vartefter databasen konstrueras och data samlas in. De data som avses att samlas in finns då inte tillgängliga i aktuell form från början av modelleringen. I detta fall finns däremot en hel del av materialet som rör fastigheter, byggnader, skyddsrum osv redan tillgängligt i kommunala register varför modelleringen följer en annan arbetsgång. Den utgår visserligen ifrån behov och ställda krav men hänsyn tas även till befintliga register och kartor, för att utnyttja uppgifter som redan finns. Viktigt att betona är då att det i detta fall inte tillkommer några nya databaser utan data från befintliga databaser länkas samman vid användning.

Det geografiska informationssystem som här byggts upp är framförallt avsett att tillgodose behov vid skyddsrumshantering. Om en databas eller ett informationssystem modelleras för att användas inom en förvaltning finns normalt fler typer av register- och kartuppgifter för att betjäna olika användningsområden. För att bygga upp denna typ av system rekommenderas att den beskrivna arbetsgången följs.

### 8.2 Brister i dagens material

Under arbetets gång har ett antal förenklingar gjorts då uppgifter inte funnits tillgängliga i önskad form och då arbetet framförallt gått ut på att undersöka vilka möjligheter som finns. Då det behandlade geografiska området haft begränsad storlek har det varit möjligt att i vissa fall manuellt lösa problemen för att underlätta arbetet. Detta gäller exempelvis ytbildningen, där fastigheter ytbildats manuellt för att visa möjligheten att arbeta med denna typ av objekt. För att effektivt kunna arbeta med denna typen av uppgifter finns det behov av att ytbilda hela kommunens fastigheter. Att genomföra detta automatiskt kräver att alla gränser som omsluter en fastighet ligger i ett skikt och att inga luckor finns i gränserna utan slutna polygoner kan bildas.

Brister finns i överensstämmelsen mellan kartdata och registerdata i FIR (fastighetsinformationsregister). Punkter för fastigheter, byggnader osv som ritas ut mha koordinatuppgifterna i FIR stämmer inte alltid med kartmaterialets uppgifter, vilket orsakar

problem då kartmaterialet ska identifieras och tilldelas attributdata. Det blir i dessa fall inte möjligt att avgöra vilken fastighet på kartan som svarar mot attributdata i FIR.

Ett annat problem är att befolkningsuppgifter endast finns på fastighetsnivå. Detta ställer till problem när övrig information finns på byggnadsnivå och då dessa ska hanteras gemensamt. Att, som Byggnadsnämnden önskar, kunna göra en undersökning av skyddsrummet där antalet boende per byggnad behöver vara känt blir därmed inte möjlig. Lösningen på detta problem kan eventuellt ligga i ett kommande lägenhetsregister eller i den typ av kommuninvånarregister som förs bl a i Kristianstad kommun där det är möjligt att enkelt ta reda på var en person bor.

Inga klara uppgifter finns heller för placeringen av anställda i olika verksamheter. Vid en analys av skyddsrummet är det även avgörande vilka verksamheter som räknas som samhällsviktiga och antas fungera även i krigstid. Några sammanställda uppgifter om vilka verksamheter som hör till den gruppen finns inte heller varför undersökningen inte kan göras exakt. För att noggrant kunna bedöma behovet av skyddsrum i verksamhetsområden behöver ytterligare uppgifter samlas in och sammanställas. En lösning är att lägga in en anmärkning om huruvida verksamheten är samhällsviktig eller ej i ett register över alla typer av verksamheter. Det bör även vara känt hur stort antalet anställda är uppdelat på dag- och nattetid.

En förenkling som gjorts i arbetet är vid avståndsberäkningen mellan skyddsrum och byggnader (buffertar i kap 7.8.1), då endast det horisontella avståndet beräknats och hänsyn ej tagits till vertikala avstånd såsom trappor osv. Vid praktisk användning måste gällande uppgifter tas fram så att beräkningen kan göras mer noggrant för att uppfylla ställda krav.

### **8.3 Skyddsrum-GIS i Lunds kommun?**

Resultatet av detta examensarbete visar att ett system av denna typ för hantering av skyddsrumsmaterial mycket väl kan byggas upp inom Lunds kommun. Förutsättningarna är att ovanstående problem löses vilket dock inte borde vara omöjligt då många av uppgifterna även kommer till nytta inom andra områden. T ex kan ett lägenhetsregister hjälpa till med att lokalisera personer mer noggrant till en adress eller byggnad, samtidigt som det fyller en hel del andra funktioner framförallt i den planerade registerbaserade folk- och bostadsräkningen år 2001.

För att databasen ska bli användbar är det dessutom viktigt att materialet kommer att ajourföras på lämpligt sätt så att alla uppgifter som används tillsammans har samma aktualitet för att undvika förlust av information. Genom en uppsättning drivrutiner för olika databashanterare kan attributdata behandlas för sig i lämplig programvara och uppgifterna kan därifrån länkas in till MapInfo, vilket hjälper till att undvika dubbellagring. De tabeller som i MapInfo tagits fram genom behandling av de länkade tabellerna (t ex skyddsanalys) måste däremot uppdateras inne i MapInfo genom att behandlingen görs på nytt. Likaså sker förändringar av kartmaterialet i MapInfo.

### **8.4 Fördelar med ett skyddsrum-GIS**

Genom att det kart- och registermaterial som har med hanteringen av skyddsrum att göra länkas ihop kan många fördelar vinnas. Uppgifterna kan enkelt ajourföras där de ursprungligen lagras och de hålls entydiga så att en uppgift som används på flera ställen inte har motsäggande

värden. Likaså kan olika förvaltningar ta del av samma information och se varandras ändringar och tillägg om åtkomst görs möjlig via det lokala nätet.

Framtagande av underlag för beslut om skyddsrumskesked innebär för Byggnadsnämnden för närvarande en hel del letande efter material som finns på olika ställen och som ofta inte är aktuellt. Genom att uppgifter samlas i en databas vinnns fördelar i arbete och tid. Det blir möjligt att förutom att sammanföra registerinformation även koppla förklarande ritningar, beskrivningar, kvarterskartor osv till bakgrundskartan. Detta gör att mycket letande efter material i arkiv kan undvikas och det blir möjligt att snabbt och enkelt få en bild av aktuellt läge för alla intresserade parter. Utifrån ett känt skyddsrumnummer kan uppgifter om fastighet, ägare, placering på kartan, kvarterskarta, befolkning i omgivning osv hämtas fram genom frågeställningar i MapInfo. Likaså går det att i omvänd ordning peka på kartan och få fram övrig information.

Då de olika uppgifterna om befolkning, skyddsrum, fastigheter osv kan samlas på ett ställe kan över- respektive underskott på skyddsrumspatser i ett område enkelt beräknas utifrån olika områdesindelningar. Likaså kan planerade skyddsrum kan läggas in för att uppskatta hur ett genomförande kan påverka skyddsläget. Undersökning av om skyddsrummen ligger inom godkänt avstånd och vilka personer som hör till vilket skyddsrum kan utföras osv.



**FÖRKORTNINGAR**

ADB	Automatisk Databehandling
CAD	Computer Aided Design
DBMS	Database Managment System (sv. databashanteringssystem)
DXF	Drawing Exchange Format
FDS	Fastighetsdatasystemet
FIR	Fastighetsinformationsregister
GIS	Geografiskt Informationssystem
KID	Kommuninvånardata
LMV	Lantmäteriverket (statens)
NYKO	Nyckelkodsområde (statistikområde)
ODBC	Open Database Connection
PBL	Plan- och Bygglagen
RDBMS	Relational Database Managment System
SCB	Statistiska Centralbyrån
SekrL	Sekretesslagen
SGU	Sveriges Geologiska Undersökning
SMHI	Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut
SQL	Structured Query Language
SRV	Statens Räddningsverk
STANLI	Standardiseringsgruppen för Landskapsinformation
TF	Tryckfrihetsförordningen
ULI	Utvecklingsrådet för Landskapsinformation





**LITTERATURFÖRTECKNING**

Allmänna standardiseringsgruppen STG och SIS-standardisering i Sverige (1996) *GIS-ordboken Terminologi för geografiska informationssystem och datorstödd kartframställning*. STG Handbok 167, Stockholm

de Berg, M m fl (1997) *Computational Geometry - algorithms and applications*. Springer, Berlin

Bernhardsen, Tor (1992) *Geographic information systems*. Viak IT, Arendal Norge

Date, C.J. (1995) *An introduction to database systems*. Reading Mass., Addison-Wesley

FDS-utredningen *Fastighetsdatasystemets datorstruktur - betänkande av FDS-utredningen*. SOU 1992:34 (1992) Miljö- och naturresursdepartementet, Stockholm

Hildesson, Claes (1994) *Databaser för geografiska informationssystem - problem vid konstruktion av tematiska kartor*. Handelshögskolan, Göteborgs universitet

Johnsson, Anders (1994) *GIS och fastighetsrelaterad information inom samhällsplaneringen - med exempel från England och Sverige*. Kulturgeografiskt seminarium 2/94, Kulturgeografiska institutionen, Stockholms universitet

Kvarnström, Lars & Ollvik, Lars (1996) *Kurslitteratur MBK-Samhällsmätning 1996*. LTH, Lund

Lantmäteriverket (1994) *HMK - Databaser*. Statens Lantmäteriverk, Gävle

Lantmäteriverket (1996) *Leveransfilbeskrivning i överföringsformat för ändringsdata och engångsuttag*. Landskaps- och fastighetsdata, Statens Lantmäteriverk, Gävle

Malmström, Bo & Wellving, Anders (1994) *Introduktion till GIS*. Utvecklingsrådet för landskapsinformation (ULI), Gävle

Metria (1996) *Övningsmaterial MapInfo*. Metria, Göteborg och Malmö

O'Rourke, Joseph (1993) *Computational Geometry in C*. University of Cambridge, UK

Törnqvist, m fl (1971) *Multiple location analysis*. Institutionen för geografi, Lunds Universitet

ULI-information Medlemsblad 1995:2; *Kommunerna i GIS-världen*. Marie Haldorsson, SCB (Ansvarig utgivare Folke Sundberg)

ULI-information Medlemsblad 1995:3; *Rapport från Gävle-projektet*. Kristina Sjödel, Räddningsverket

ULI-rapport Nr 1991:2, *GIS-programvaror*. Ulf Andersson, ULI Gävle 1991

ULI-rapport Nr 1996:1; *GIS i Sverige 1995 - redovisning av enkätundersökning*. Projektledare och författare Folke Sundberg, ULI maj 1996

Worboys , Michael F. (1995) *GIS - A Computing Perspective*. Department of Computer Science, University of Keele, Taylor & Francis, London UK

ÖCB, Överstyrelsen för civil beredskap (1994) *Civilt försvar*. ÖCB, Stockholm

### **Internetkällor**

Civildövarförbundet Malmöhus län (1997) - <http://www.malmohus.civil.se>, nov-97

Datainspektionen (1997) - <http://www.din.se>, dec-97

Lantmäteriverket (1998) - <http://www.lm.se>, jan-98

Lunds brandförsvar (1997) - <http://www.lund.se/brandkar/utbrandk.htm>, nov-97

Lunds Stadsarkitektkontor (1997) - <http://www.lund.se/stadsark>, nov-97

Lunds universitet, juridiska enheten (1997) - <http://www.lu.se/jurenh>, dec-97

MapInfo (1997) - <http://www.mapinfo.com>, nov-97

Notisum (1997) - <http://www.notisum.se>, dec-97

Sveriges Riksdag (1998) - <http://rixlex.riksdagen.se>, jan-98

## Bilagor

### Bilaga A

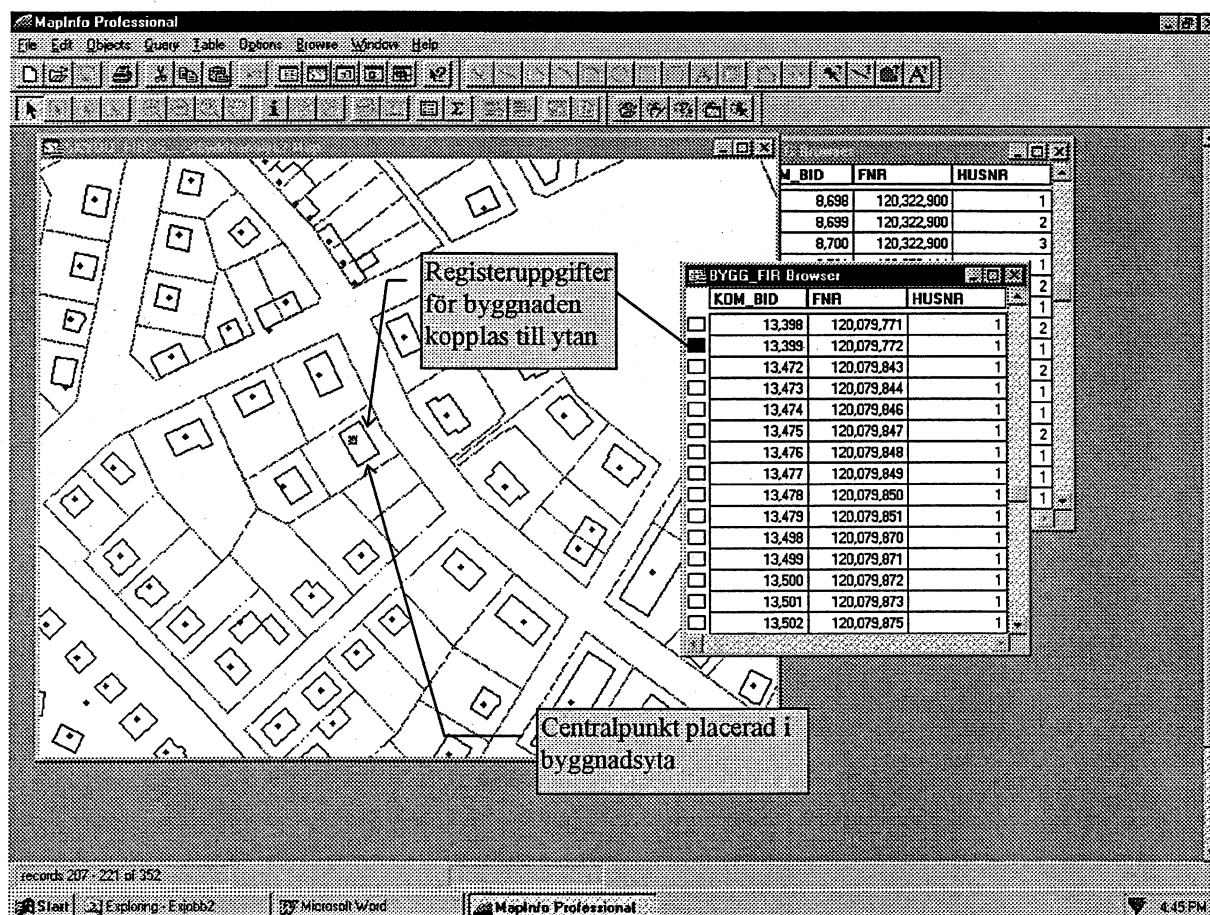
- 1 Byggnadsuppgifter kopplas till yta
- 2 Fastighetsuppgifter kopplas till yta
- 3 Skyddsrumsuppgifter geokodas till kartbild
- 4 Resultat av skyddsanalys
- 5 Koppling av kvarterskarta till kartbild
- 6 Bildandet av buffertar med 70 meters radie
- 7 Skyddsanalys med Thiessen-polygoner

### Bilaga B

- 1-9 Programkod i MatLab för skapande av Thiessen-polygoner



## Bilaga A



Figur 1 Med hjälp av koordinater i byggnadstabellen kan centralpunkterna för byggnaderna ritas ut. Övriga uppgifter från byggnadstabellen kan därefter kopplas till kartan genom en punkt-i-polygon-analys, där det undersöks i vilken byggnadsyta centralpunkten ligger.

The screenshot displays a GIS interface with the following components:

- SQL Select Dialog:**
  - Select Columns: (empty)
  - From Tables: fast\_ytor, FAST\_FIR
  - Where Condition: fast\_ytor.Obj Contains FAST\_FIR.Obj
  - Group by Column: (empty)
  - Order by Column: FAST\_FIR.fnr
  - Into Table Named: FAST
  - Buttons: OK, Cancel, Clear, Verify, Help
- Map:** Shows a street grid with a central point highlighted. A text box points to this point with the text: "Här visas ett exempel på när en centralpunkt i registerdata inte stämmer överens med kartans material." (Here is an example of when a central point in register data does not match the map's material.)
- Data Tables:**

fnr	trakt	fbetnr	pkttyp
120.063.567	BANVAKTEN	1	C
120.063.568	BANVALLEN	1	C

fnr	trakt	fbetnr	pkttyp	
<input type="checkbox"/>	120.063.567	BANVAKTEN	1	C
<input type="checkbox"/>	120.063.568	BANVALLEN	1	C
<input type="checkbox"/>	120.063.928	BLÄSTERN	1	C
<input type="checkbox"/>	120.063.929	BLÄSTERN	2	C
<input type="checkbox"/>	120.063.930	BLÄSTERN	3	C
<input type="checkbox"/>	120.063.931	BLÄSTERN	4	C
<input type="checkbox"/>	120.063.932	BLÄSTERN	5	C
<input type="checkbox"/>	120.063.938	BOFINKEN	2	C
<input type="checkbox"/>	120.063.939	BOFINKEN	3	C
<input type="checkbox"/>	120.063.940	BOFINKEN	4	C
<input type="checkbox"/>	120.063.941	BOFINKEN	5	C
<input type="checkbox"/>	120.063.942	BOFINKEN	6	C
<input type="checkbox"/>	120.063.943	BOFINKEN	7	C
<input type="checkbox"/>	120.063.949	BOFINKEN	15	C
<input type="checkbox"/>	120.063.950	BOFINKEN	16	C

Figur 2 Genom en SQL-fråga formuleras även här en punkt-i-polygon-analys. Uppgifter i fastighetstabellen kopplas till de fastighetsytor som bildats på kartan. En ny tabell skapas vilken innehåller registeruppgifter och som är kopplad till ytor i stället för till punkter. På kartbilden syns även ett exempel på problem som kan uppstå då register- och kartdata är motsägande. I detta fall ligger två centralpunkter i en yta medan grannytan saknar centralpunkt (se även kap 5.2).

MapInfo Professional

File Edit Objects Query Table Options Map Window Help Multimedia

Bildkoll... smvomr vt Map Info

Info Tool

SKR\_FIR: 104220-9  
SKR\_FIR: 104219-3  
bef\_fast: STINSEN

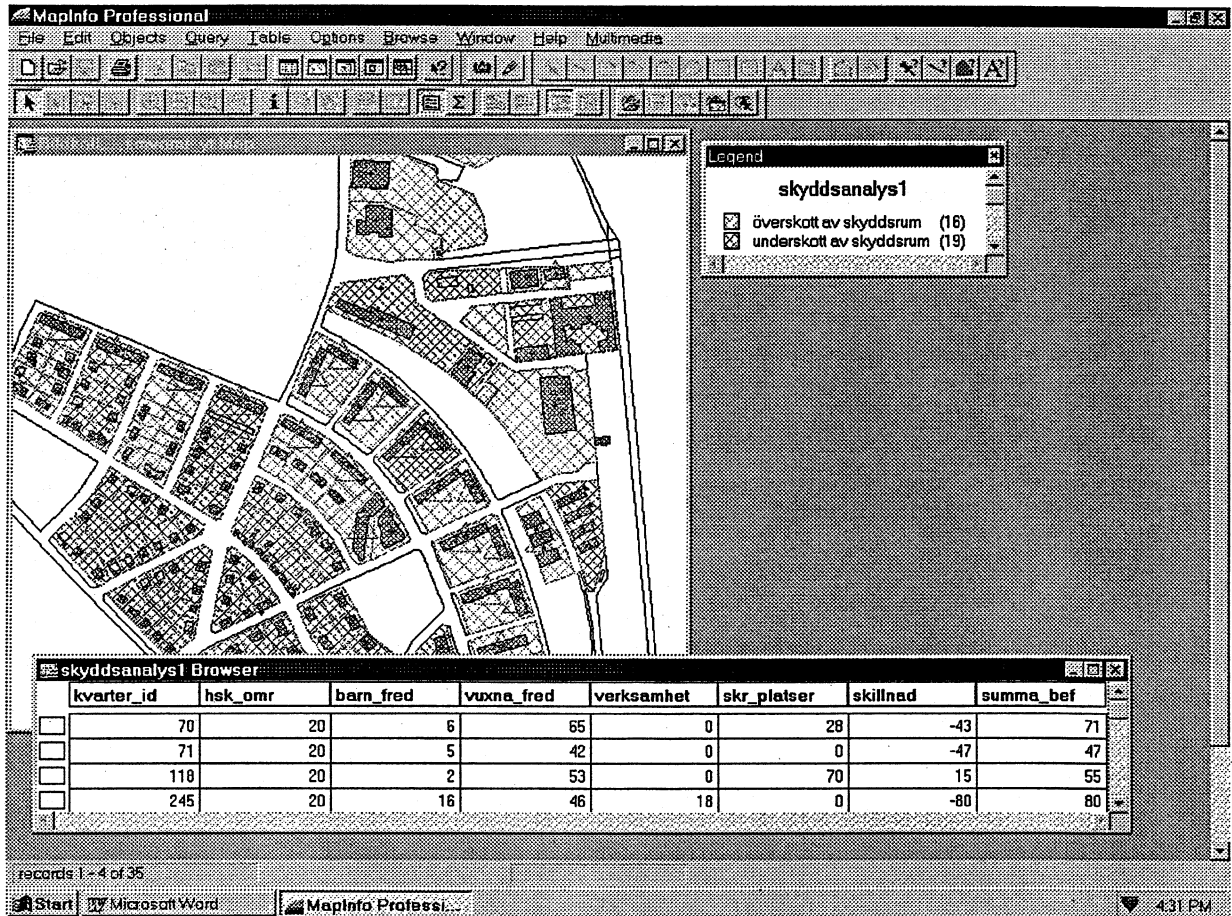
13 objects in 11 tables.

KOM_BID	REFAKT_LOPNI	AKT	REFTYF	REGDAT	ANTECKN	hsk_omr	adress	platser	anm
14.561	886	104219-3	5	19941117		20	Lokförareg 3	40	kort saknas
14.561	887	104220-9	5	19941213		20	Lokförareg 3	34	info saknas
14.562	888	104221-4	5	19941117		20	Lokförareg 1	38	kort saknas
14.563	889	104223-5	5	19941117		20	Byggmästareg 6	72	
14.564	890	104224-0	5	19941117		20	Byggmästareg 8	25	

Display tabular information about map objects

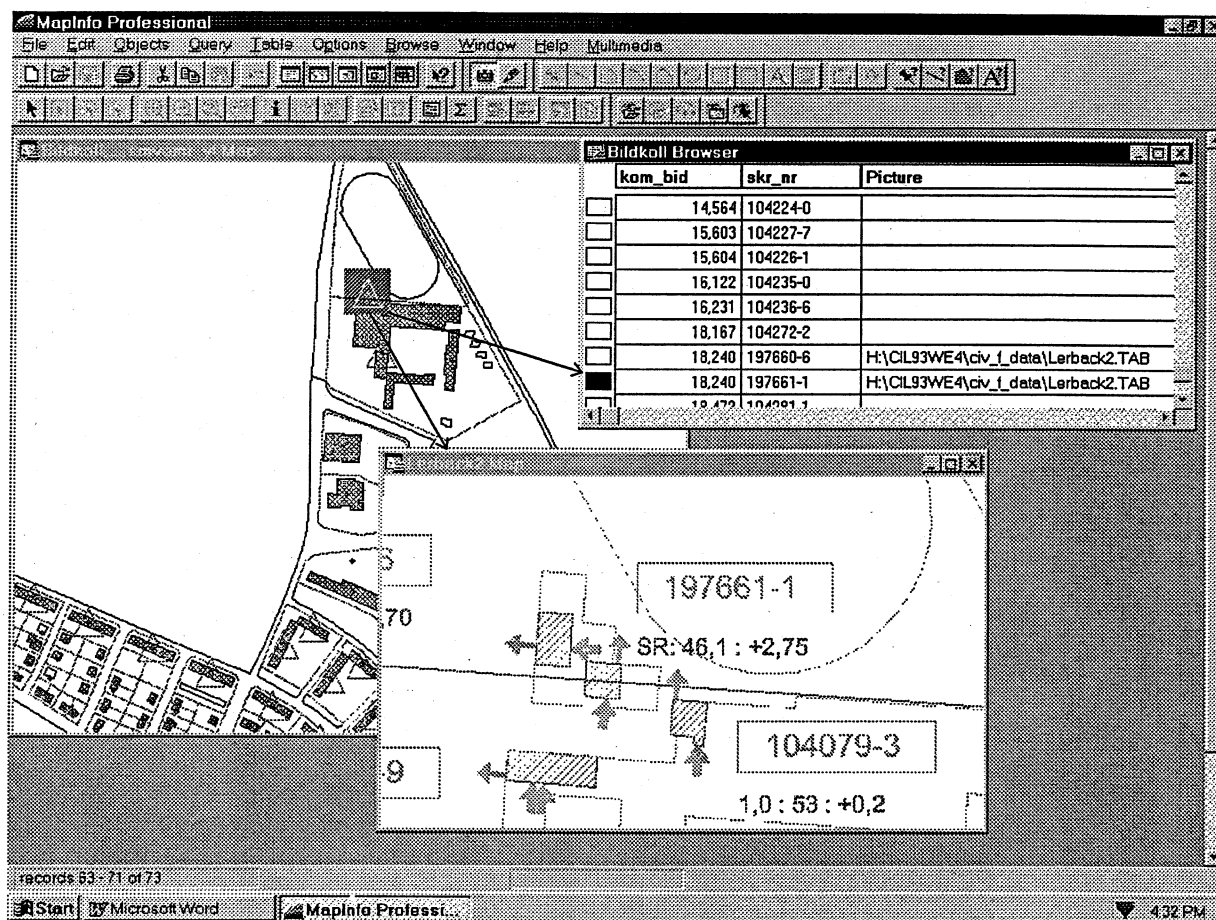
Start Microsoft Word MapInfo Professi... 4:48 PM

Figur 3 Koppling mellan karta och tabell visas, ett skyddsrum är markerat dels i kartbilden och dels i tabellen. Här visas även info-verktyget med vars hjälp alla uppgifter under en punkt kan hämtas fram. I detta fall ligger det två skyddsrum där en förfrågan gjorts.

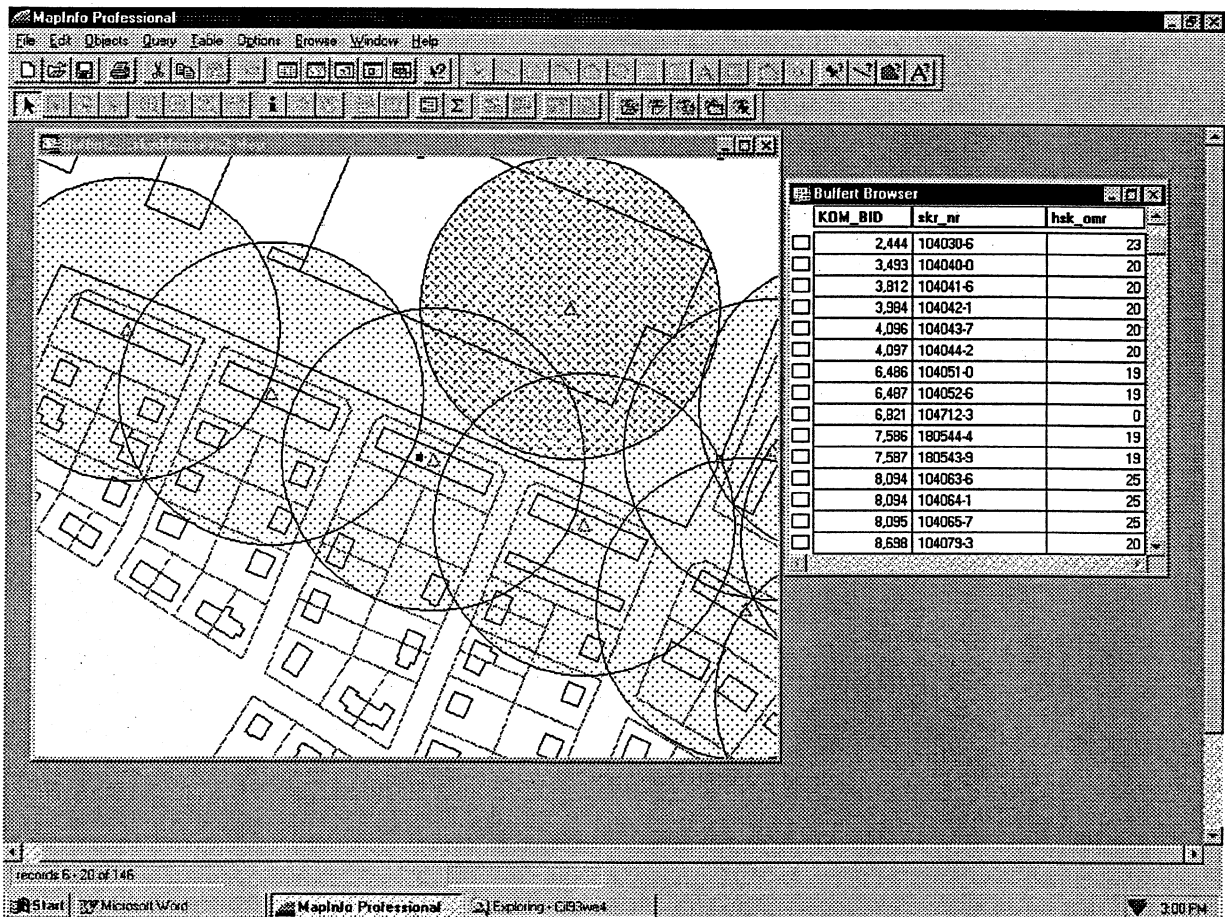


Figur 4 Genomförande av skyddsanalys med resultattabell. Tabellen visar antal barn och vuxna samt anställda i verksamhet, liksom antalet skyddsrumspplatser för varje kvarter. Skillnaden kan därefter beräknas. För åskådliggöring på kartbilden används grön färg för att visa ett överskott på skyddsrum i just det kvarteret medan röd färg visar att fler skyddsrum skulle behövas. För kvarter används ett löpande ID-nummer för att skilja kvarteren åt.

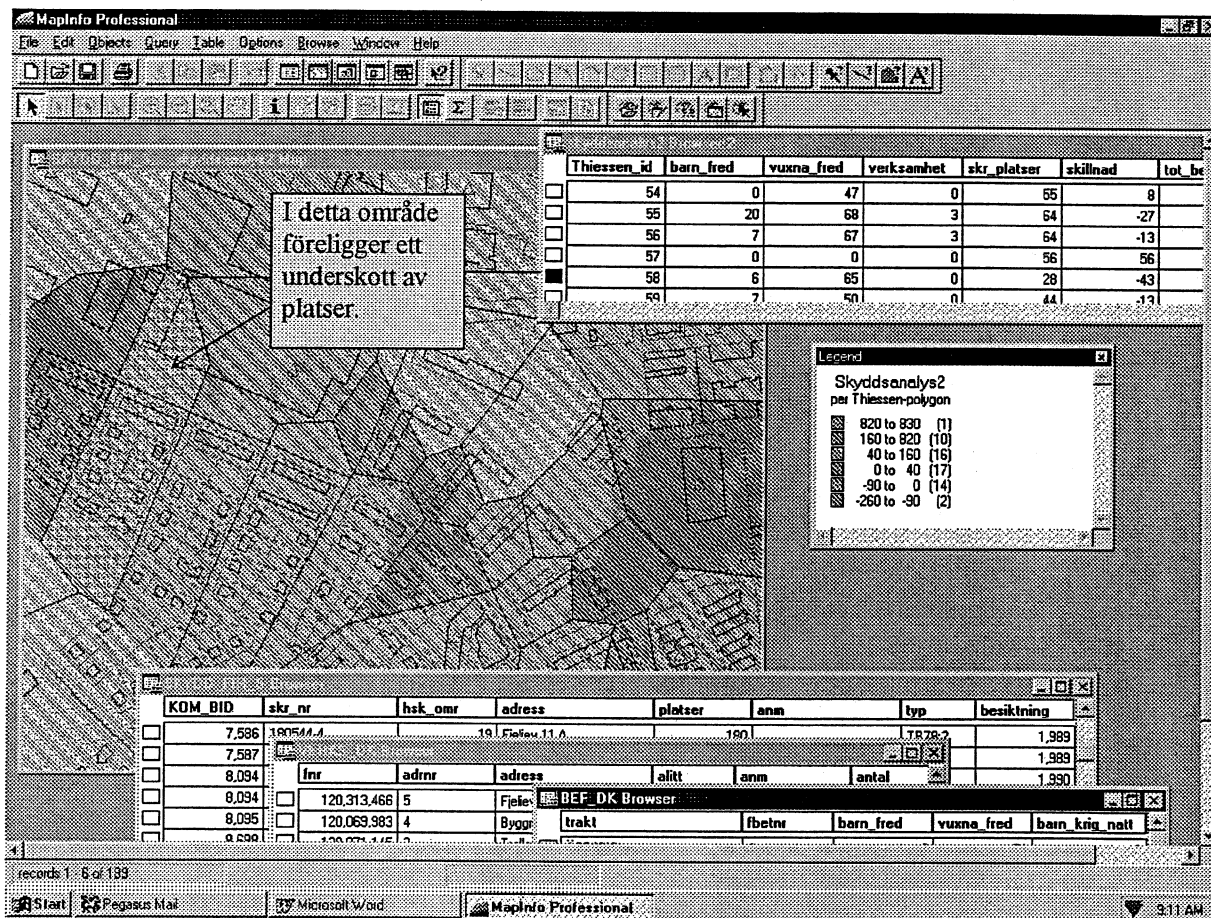




Figur 5 Koppling av kvarterskarta till skyddsrum med hjälp av en "multimedia"-programslina. Kvarterskartor lagras och sökvägen till dem läggs in för respektive skyddsrum i en tabell. Genom att peka på en skyddsrumssymbol kan kvarterskartan visas.



Figur 6 Resultatet av bildandet av buffertar runt skyddsrum, buffetradien är 70 meter. En ny tabell kopplad till kartan skapas med attribut som hämtas från skyddsrumstabellen. Vid skapandet av buffertar uppkommer överlagring vilket behandlas manuellt. Buffertuppdelningen kan användas som grund vid beräkning av antalet boende och antalet skyddsrumspplatser samt en jämförelse av detta per buffert. Likaså kan en ny skyddsanalys göras. Byggnader med skyddsrumsbeked kan även tas med i analysen liksom planerade placeringar av skyddsrum för att bedöma hur resultatet av ett nytt skyddsrum skulle se ut.



Figur 7 Skyddsanalys utförd med Thiessen-polygonerna som grund. Uppgifter från befolknings-, verksamhets- och skyddsrumstabel används i analysen och summa av dessa beräknas per polygon.



## Bilaga B

```
% Program för fätagande av Thiessen-polygoner.
% Programmet ska ur en importerad punktmängd (skrpkt) som representerar skyddsrum ta fram
% uppdelningen i Thiessenpolygoner. Detta sker i ett antal delprogram. Resultatet består av
% koordinater för polygonernas noder vilka exporteras i filen pnod. Delprogrammen består av
% DELAUNAY där Delaunay-triangular tas fram ur punktmängden. Dessa används sedan för att
% beräkna polygonnoder för Thiessen-polygonerna i MITTPUNKT. Därefter finns ett delprogram
% KONVEX som beräknar det omslutande konvexa höljet runt punktmängden. Detta används delvis i
% delprogram POLYGON, där polygonnoderna sammanbinds och Thiessen-polygonerna skapas.
```

### % programdel 1: DELAUNAY

```
% Programmet tar fram Delaunay-triangular från en punktmängd Pkt.
```

```
clear, clf
```

```
% Alla punkterna hämtas in (koordinater).
```

```
load skrpkt.txt
```

```
% Punktmängden skrpkt ritas ut
```

```
for i=1:59
```

```
    plot(skrpkt(i,1),skrpkt(i,2),'o'), hold on
```

```
end;
```

```
axis('equal')
```

```
% Triangelmatrisen som ska innehålla de punkter (tre och tre) som bildar Delaunaytriangelarna
```

```
% nollställs, liksom antalet trianglar nr.
```

```
Tri=[0 0 0];
```

```
nr=0;
```

```
% Om tre punkter bildar en Delaunay-triangel kan en cirkel genom de tre punkterna dras och ingen
```

```
% annan punkt kommer att ligga inom cirkelns begränsningslinje, dvs avståndet från en annan punkt
```

```
% till cirkelns medelpunkt kommer att vara mindre än radien på cirkeln (Worboys, 1995). Detta testas
```

```
% med alla punkter i punktmängden skrpkt.
```

```
% välj tre punkter som ska bilda en triangel
```

```
for i=1:59
```

```
    for j=(i+1):59
```

```
        for k=(j+1):59
```

```
            % kolla att punkterna ej ligger på en rad=area > 0
```

```
            Area=(1/2)*((skrpkt(i,1)*(skrpkt(j,2)-skrpkt(k,2)))+(skrpkt(j,1)*(skrpkt(k,2)-
```

```
                skrpkt(i,2)))+(skrpkt(k,1)*(skrpkt(i,2)-skrpkt(j,2))));
```

```
            if abs(Area)>0,001;
```

```
                % nollställ cirkelberäknare
```

```
                P=zeros(3,1);
```

```
                x=zeros(3,1);
```

```
                y=zeros(3,1);
```

```

% plocka ut de tre punkterna
x(1)=skrpkt(i,1);, y(1)=skrpkt(i,2);
x(2)=skrpkt(j,1);, y(2)=skrpkt(j,2);
x(3)=skrpkt(k,1);, y(3)=skrpkt(k,2);

% Mittpunkt (a,b) och radie (R) beräknas
A=[ones(3,1), x, y];
K=x.^2+y.^2;
P=A\K;
a=P(2,1)/2;
b=P(3,1)/2;
R=sqrt(P(1,1)+a^2+b^2);

% Antag att dessa tre pkter är OK
OK=1;
% för alla andra pkter i skrpkt <math>\diamond</math> de tre, kolla om avståndet till (a,b) <math>< R</math>
for m=1:59
    if m~=i & m~=j & m~=k
        avst=sqrt((skrpkt(m,1)-a)^2+(skrpkt(m,2)-b)^2);
        % Om avståndet <math>< R</math> ligger någon annan pkt inom cirkeln.
        if avst < R
            OK=0;
        end
    end
end

% om triangeln är OK sparas nummerna på de tre punkterna tillsammans
if OK==1
    nr=nr+1;
    Tri(nr,1)=i;
    Tri(nr,2)=j;
    Tri(nr,3)=k;
end
end
end
end
end
% Skriv ut triangelmatrisen.
Tri
antaltri=nr
% SLUT DELAUNAY

```

**% MITTPUNKT**

% Delprogrammet beräknar Delaunaytriangelarnas mittpunktsnormaler för att sedan kunna beräkna % polygonnoderna. Polygonnoderna fås fram genom att beräkna var mittpunktsnormalerna för sidorna % i en triangel skär varandra. I skärningspunkten placeras en polygonnod (O'Rourke, 1993). Indata är % triangelpunkternas nummer samt tabellen med punktkoordinater.

% Använda variabler nollställs.

```
x=zeros(3,1);,y=zeros(3,1);
k=zeros(2,1);,m=zeros(2,1);
mpx=zeros(2,1);,mpy=zeros(2,1);
xcpkt=zeros(2,1);,ycpkt=zeros(2,1);
nr=0;
```

% För att beräkna mittpunktsnormaler måste först mittpunkten på triangelsidan beräknas liksom % riktning för sidan. Ur detta kan man sen få fram riktning och ekvation för normalen som går genom % mittpunkten. Detta görs för alla Delaunaytrianglar.

```
for i=1:antaltri
```

```
    % Välj ut de tre punkterna ur en triangel i taget
```

```
    for j=1:3
```

```
        x(j)=skrpkt(Tri(i,j),1);, y(j)=skrpkt(Tri(i,j),2);
```

```
    end
```

% Beräkna k för linjen mellan pkt1 och pkt2 och mellan pkt1 och pkt3 Kolla att inga y är samma, då % blir k=0 och divide by 0 senare. Byt i så fall numrering på punkterna.

```
if y(1)==y(2)
```

```
    tempx=x(1);, tempy=y(1);
```

```
    x(1)=x(3);, y(1)=y(3);
```

```
    x(3)=tempx; , y(3)=tempy;
```

```
elseif y(1)==y(3)
```

```
    tempx=x(1);, tempy=y(1);
```

```
    x(1)=x(2);, y(1)=y(2);
```

```
    x(2)=tempx; , y(2)=tempy;
```

```
end;
```

% när inga x ligger på samma linje kan k beräknas

```
k(1)=(y(2)-y(1))/(x(2)-x(1));
```

```
k(2)=(y(3)-y(1))/(x(3)-x(1));
```

% Beräkna mittpunkterna på linjerna 1 och 2

```
mpx(1)=(x(1)+x(2))/2; , mpy(1)=(y(1)+y(2))/2;
```

```
mpx(2)=(x(1)+x(3))/2; , mpy(2)=(y(1)+y(3))/2;
```

% Beräkna k för normalerna till linjerna

```
kn(1)=-1/k(1);
```

```
kn(2)=-1/k(2);
```

```

% Beräkna m för normalerna, de går genom var sin mittpkt
mn(1)=mpy(1)-kn(1)*mpx(1);
mn(2)=mpy(2)-kn(2)*mpx(2);

% Beräkna skärningspunkten för linjerna (xcpkt, ycpkt), vilket är samma som polygonens nodpkt.
nr=nr+1;
xcpkt(nr)=(mn(1)-mn(2))/(kn(2)-kn(1));
ycpkt(nr)=kn(1)*xcpkt(nr)+mn(1);
end
% Lägg in nodernas koordinater i matrisen för nodpunkter. Varje nod hör till en triangel och har
% samma indexvärde i respektive matris.
pnod=[xcpkt,ycpkt]
% SLUT MITTPUNKT

% KONVEX
% Delprogrammet tar fram det konvexa höljet för punktmängden skrpkt att användas i delprogrammet
% POLYGON.
% nollställ matrisen där konvexa höljets ytterlinjer ska lagras, Kh, samt räknare för antal linjer, nr.
Kh=[0,0];
nr=0;

% Om en linje mellan två punkter i skrpkt tillhör det konvexa höljet ligger alla övriga punkter på en
% sida om linjen. Om så är fallet kan testas genom att arean mellan punktparet och en annan punkt
% beräknas. Om arean >0 ligger den andra punkten till vänster om linjen. Detta upprepas för alla
% övriga punkter. Om alla punkter ligger till vänster kommer punktparet att ingå som en sida i
% konvexa höljet (de Berg m fl, 1997).
% skapa ett punktpar där i<>j:
for i=1:59;
  for j=1:59;
    if j~=i;
      % Välj detta pktpar preliminärt
      OK=1;
      % välj ut den tredje punkten <> i och j
      for k=1:59;
        if (k~=i);
          if (k~=j);
            % beräkna arean mellan de tre punkterna
            Area=(1/2)*((skrpkt(i,1)*(skrpkt(j,2)-skrpkt(k,2)))+(skrpkt(j,1)*(skrpkt(k,2)-
              skrpkt(i,2)))+(skrpkt(k,1)*(skrpkt(i,2)-skrpkt(j,2))));
            % om någon area<0 ligger pkten till höger och detta pktparet ska ej vara med
            if Area<0
              OK=0;
            end
          end
        end
      end
    end
  end
end
end

```



```

% om alla k-pkter ligger tv om pktparslinjen ska linjen vara med i konvexa höljet och det två
% punkterna som bildar linjen läggs därför in i Kh.
if OK==1
    nr=nr+1;
    Kh(nr,1)=i;
    Kh(nr,2)=j;
end
end
end
end
% skriv ut Kh
Kh
% Antal sidor i konvexa höljet = nr
Khantal=nr
% SLUT KONVEX

% POLYGON
% Programmet binder samman polygonnoderna från MITTPUNKT och skapar Thiessenpolygonerna.

% Nollställ poly, som lagrar de nodpar som ska bindas samman och bilda en polygonsida. Nollställ
% antalet sidor, nr.
poly=[0,0];
nr=0;
% Antal noder är lika med antalet trianglar, då det bildats en nod för varje triangel (O'Rourke, 1993).
nodnr=antaltri;

% För varje triangel (polygonnod) undersöks vilka noder som ska sammanbindas, vilket är det samma
% som att trianglarna gränsar till varandra och alltså har två punkter (en sida) gemensamt (O'Rourke,
% 1993).

% Här kollas vilka trianglar som har två punkter gemensamt.
for i=1:antaltri
    for j=(i+1):antaltri
        antal_lika=0;
        for pos=1:3
            if Tri(i,pos)==Tri(j,1) | Tri(i,pos)==Tri(j,2) | Tri(i,pos)==Tri(j,3)
                antal_lika=antal_lika+1;
            end;
        end;
        if antal_lika>=2
            % bind samman de två trianglarnas punkter och rita ut dem.
            % Trianglarna är i och j och punkterna finns i pnod.
            x=[pnod(i,1), pnod(j,1)];
            y=[pnod(i,2), pnod(j,2)];
        end
    end
end

```

```

% Lagra sammanhörande pnoder, bildande en linje, i poly.
nr=nr+1;
poly(nr,1)=i; poly(nr,2)=j;
% Rita ut polygonsidan
plot(x,y, ':'), hold on
end;
end;
end;

% Runt hela området ska en rektangel läggas. Varje sida i denna har här följande utseende:
% Y1=74750, Y2=76750, X3=75000, X4=77500
% Definiera rektangeln
xmin=75000; ymin=74750; xmax=77500; ymax=76750;

% Rektangeln ritas ut.
x=[xmin, xmin]; y=[ymin, ymax];
plot(x,y), hold on
x=[xmax, xmax]; y=[ymin, ymax];
plot(x,y), hold on
x=[xmin, xmax]; y=[ymin, ymin];
plot(x,y), hold on
x=[xmin, xmax]; y=[ymax, ymax];
plot(x,y), hold on

% Punktmängden (skrpkt) begränsas av det omslutande konvexa höljet som togs fram i delprogrammet
% KONVEX (O'Rourke, 1993). Nodpunkter tillhörande trianglar med det konvexa höljet som sida ska
% sammanbindas med nodpunkter på den rektangel som nu definierats. Detta för att polygon-
% bildningen ska bli fullständig. Därför måste nu en mittpunktsnormal tas fram för varje sida i det
% konvexa höljet. Den nya nodpunkten på rektangeln tas sen fram i skärningen mellan mittpunkts-
% normal och rektangel.

% Kolla lutningen på konvexa höljets sidor. För sidans båda punkter: ta ut x- och y-koordinater:
% För alla konvexa sidor 1-Khantal
for j=1:Khantal
for i=1:2
x(i)=skrpkt(Kh(j,i),1);
y(i)=skrpkt(Kh(j,i),2);
end
k=(y(2)-y(1))/(x(2)-x(1));
% Beräkna k för normalen:
kn=-1/k;

% Beräkna m för normallinjen, den ska gå genom kh-s polygonnod. Kh-s polygonnod hittas genom
% att index för triangeln med Kh som sida tas fram. Samma index i pnod visar rätt nod. Man kan
% alltså kolla vilken triangel en konvex sida tillhör (två gemensamma punkter) och därifrån få ut
% numret på noden.

```

```

for n=1:antaltri
  if ((Kh(j,1)==Tri(n,1)) | (Kh(j,1)==Tri(n,2)) | (Kh(j,1)==Tri(n,3))) & ((Kh(j,2)==Tri(n,1)) |
    (Kh(j,2)==Tri(n,2)) | (Kh(j,2)==Tri(n,3)))
    yp=pnod(n,2);, xp=pnod(n,1);
    mn=yp-kn*xp;
    frannod=n;
  end
end

```

% Nu ska linjen dras mellan noden och en av rektangelsidorna. I varje fall kommer två korsningar att  
% ske. För att rätt sida ska väljas måste ett antal tester göras.

% Beräkna skärningar med två av de fyra sidorna. Skärningspunkterna hittas från två håll, dels med  
% utgång i xmin dels i xmax. Där linjen korsar en av rektangelsidorna ska en ny nod sättas.

```

% Först undersöks skärning från xmin-hållet.
yr=kn*xmin+mn;
if (yr<=ymax) & (yr>=xmin)
  nodx(1)=xmin;,, nody(1)=yr;
elseif (yr<ymin)
  nodx(1)=(ymin-mn)/kn;,, nody(1)=ymin;
elseif (yr>ymax)
  nodx(1)=(ymax-mn)/kn;,, nody(1)=ymax;
end

```

```

% Sen undersöks skärning från xmax-hållet.
yr=kn*xmax+mn;
if (yr<=ymax) & (yr>=ymin)
  nodx(2)=xmax;,, nody(2)=yr;
elseif (yr<ymin)
  nodx(2)=(ymin-mn)/kn;,, nody(2)=ymin;
elseif (yr>ymax)
  nodx(2)=(ymax-mn)/kn;,, nody(2)=ymax;
end

```

% OBS! Ett problem till måste lösas:

% Få linjen att gå åt rätt håll från yp och xp för att kunna välja ut rätt nodx och nody och lägga in i  
% nodmatrisen

% Två olika vektorer kan skapas, nämligen frannod - (nodox(1), nody(1)) och frannod - (nodox(2),  
% nody(2)). Antag att jag jobbar med en, den första. Gäller inte denna så gäller den andra i stället.  
% Testa om denna vektor korsar kh-sidan j. Testet görs med de fyra punkterna frannod och (nodox(1),  
% nody(1)) resp (x(1), y(1)) och (x(2), y(2)), tre åt gången. Kontroll görs mha areaberäkning för att se  
% om en vektors ändpunkter ligger på olika sidor om den andra vektorn, i så fall skär vektorena  
% varandra. Trianglarnas punkter numreras motsols vid positiv area.

```

Area1=(1/2)*((x(2)*(y(1)-nody(1)))+(x(1)*(nody(1)-y(2)))+(nodx(1)*(y(2)-y(1))));
Area2=(1/2)*((x(2)*(y(1)-yp))+(x(1)*(yp-y(2)))+(xp*(y(2)-y(1))));
if ((Area1<0) & (Area2>0)) | ((Area1>0) & (Area2<0))
    sammasida=0;
else
    sammasida=1;
end
if sammasida==0;
    Area1=(1/2)*((nodx(1)*(yp-y(1)))+(xp*(y(1)-nody(1)))+(x(1)*(nody(1)-yp)));
    Area2=(1/2)*((nodx(1)*(yp-y(2)))+(xp*(y(2)-nody(1)))+(x(2)*(nody(1)-yp)));
    if ((Area1<0) & (Area2>0)) | ((Area1>0) & (Area2<0))
        sammasida=0;
    else
        sammasida=1;
    end
end
% Om vektorerna skär varandra lagras den använda rektangelnoden som skarnr och den andra som
% ejskar och vice versa.
if sammasida==0
    skarnr=1;, ejskar=2;
else
    skarnr=2;, ejskar=1;
end

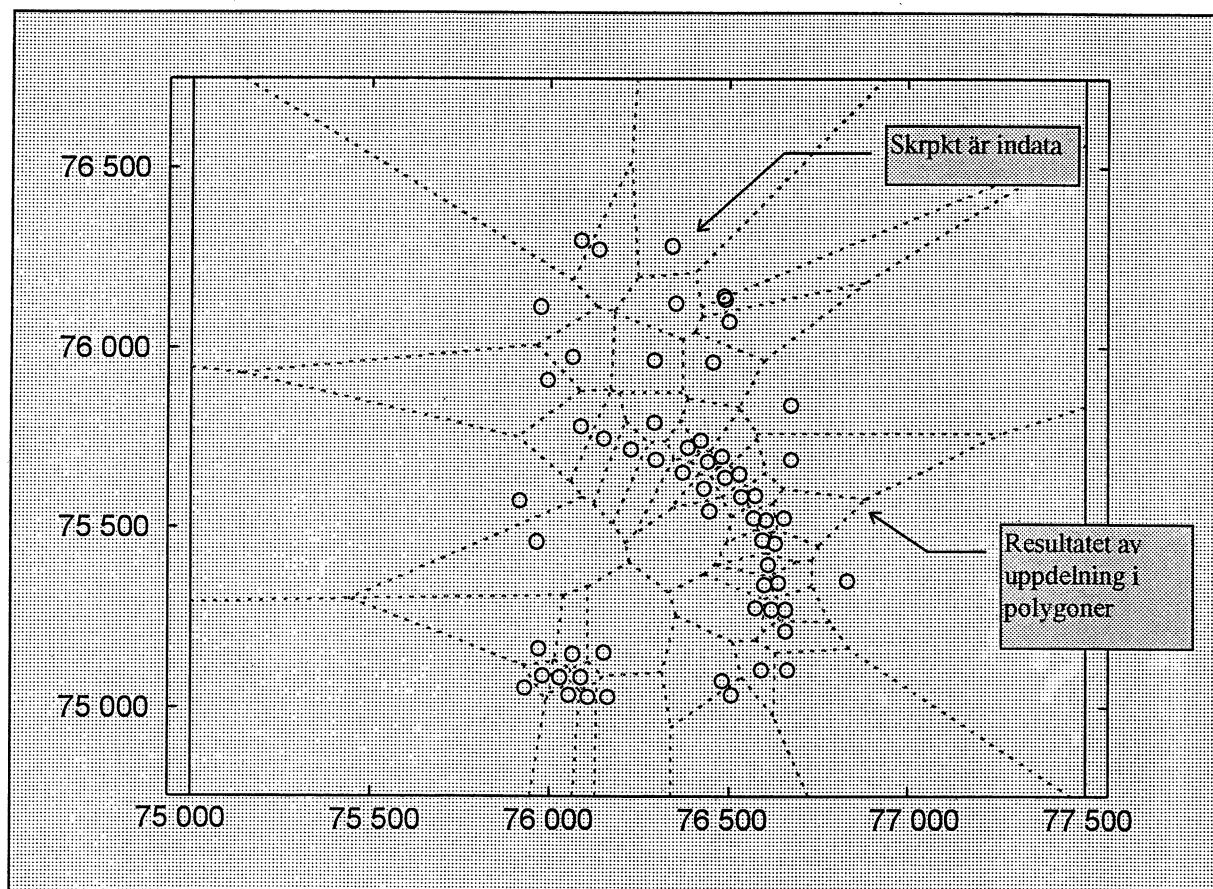
% Nästa test går ut på att kolla på vilken sida om kh-sidan som frannod ligger. Med motsols num-
% rering ger en punkt tv om sidan en positiv area.

Area=(1/2)*((x(2)*(y(1)-yp))+(x(1)*(yp-y(2)))+(xp*(y(2)-y(1))));
if Area>0
    right=0;
else right=1;
end

% Om frannod ligger th om kh-sidan ska den nya noden vara den som ingår i den korsande vektorn
% och denna nod läggs in i nod-matrisen.
% Lägg in noden i pnod och poly
nodnr=nodnr+1;
nr=nr+1;
if right==1
    pnod(nodnr,1)=nodx(skarnr);, pnod(nodnr,2)=nody(skarnr);
else
    pnod(nodnr,1)=nodx(ejskar);, pnod(nodnr,2)=nody(ejskar);
end
poly(nr,1)=frannod; , poly(nr,2)=nodnr;

```

```
% De nya noderna ritas ut.  
x=[pnod(nodnr,1), xp];  
y=[pnod(nodnr,2), yp];  
plot(x,y, ':'), hold on  
end  
poly  
pnod  
% SLUT POLYGON  
  
save pnod.dat pnod -ascii
```



Figur 1 Resultatet av uppdelning i Thiessen-polygoner med skrpkt som indata.

