

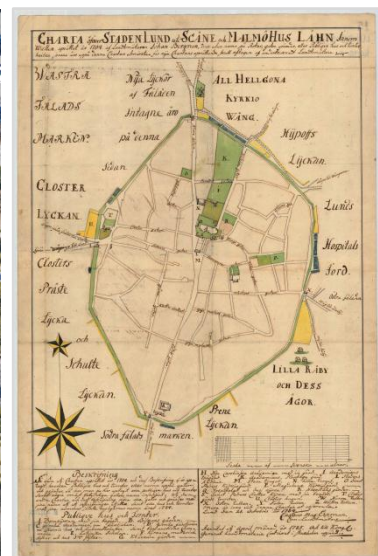
Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap
Område Landskapsutveckling

GIS-verktyget i kyrkogårdens tjänst

Historisk studie av en kyrkogårds förändring – En metodstudie

A study of GIS, applied on historical changes of a cemetery

Jenny Hallqvist



Självständigt arbete 15 hp
Landskapsingenjörsprogrammet
Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU
Alnarp 2011

GIS-verktyget i kyrkogårdens tjänst

Historisk studie av en kyrkogårds förändring – En metodstudie

A study of GIS, applied on historical changes of a cemetery

Jenny Hallqvist

Handledare: Lars GB Andersson, SLU, område för landskapsarkitektur

Examinator: Jenny Nord, SLU, område för landskapsarkitektur

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grund C

Kurstitel: Examensarbete för landskapsingenjörer

Kurskod: EX0361

Program/utbildning: Landskapsingenjörsprogrammet

Examen: Kandidatexamen

Ämne: Landskapsplanering

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsmånad och -år: juni 2011

Omslagsbild: Flygfoto Pekka Kärppä, Historisk karta Källa Lantmäteriet

Serienamn: Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: GIS, geografisk data, attributdata, tillämpning, kartbild, visualisering, historiska kartor, digitalisering, överlagring, Norra kyrkogården



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap
Område Landskapsutveckling

Förord

Detta examensarbete är en uppsats som omfattar 15 hp och är skrivet på C-nivå inom ämnesområdet Landskapsplanering inom Landskapsingenjörsprogrammet vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i Alnarp. Handedare har varit Lars GB Andersson och examinator Jenny Nord.

Idén till detta examensarbete fanns inom Moviums projekt *Miljöaspekter på kyrkogårdsverksamhet* och när den presenterades för mig väcktes mitt intresse. Min nyfikenhet för ämnet geografiska informationssystem (GIS) och en växande insikt om att verktyget kan komma att bli allt viktigare inom flera ämnesområden där landskapsingenjörer arbetar gjorde att jag beslöt mig för att göra det till mitt examensarbete.

Efter kontakt med såväl Movium som handledare skapades ett upplägg och frågeställningar resulterade i detta färdiga examensarbete.

De historiska kartorna används med tillstånd genom ett avtal mellan SLU och Lantmäteriet. Följande text har angetts i arbetet där kartorna visas: Källa Lantmäteriet. Omslagsfotot är taget av landskapsarkitekt Pekka Kärppä, AB 05 Arkitektur & Byggledning. Övriga bilder och figurer används med tillstånd av upphovsmannen.

Tack

Lars GB Andersson, min handledare, ett stort tack för gott handledarskap och för den alltid lika snabba responsen då jag har kommit förvirrad med mina frågetecken. Din hjälp och dina åsikter har varit mycket betydelsefulla!

Ann-Britt Sörensen och Angela Sandell på Movium, tack för att ni välkomnade mig in i projektet och för att ni alltid varit positiva när jag tagit kontakt med er och bitt om hjälp.

Erik Ljungberg, landskapsingenjör Malmö kyrkogårdsförvaltning, tack för att ställde upp på en intervju och tog dig tid att berätta hur GIS används i er verksamhet.

Pekka Kärppä, tack för en fantastisk flygupplevelse och för att jag fick se mitt studieobjekt, Norra kyrkogården i Lund, från ovan.

Tack även alla andra som på något sätt bidragit till att detta examensarbete har varit genomförbart. Ingen nämnd och ingen glömd!

Maj 2011, Lund
Jenny Hallqvist

Sammanfattning

Att läsa och tolka olika former av information om omvärlden har länge varit en stor del av våra liv och att framställa kartor är inget nytt fenomen. I dagens samhälle sker en ständig ökning av informationsflödet och det blir allt viktigare att finna metoder för att kunna utnyttja det på ett bra sätt. Geografiska informationssystem (GIS) är datoriserade verktyg som används för att hantera geografisk information, det vill säga information som är knuten till ett geografiskt läge. Traditionellt har man använt papperskartor för hantering av geografiska data men GIS erbjuder enklare metoder och ger möjlighet att arbeta mer effektivt och utbrett med geografisk informationsbehandling.

Geografisk informationsteknik har utvecklats ur flera ämnesområden och forskning inom området har en lång historia i Sverige som även haft betydelse internationellt. GIS har därmed en bred användarkrets och återfinns inom ett flertal tillämpningsområden. Det användningsområde där GIS har störst betydelse och främst förknippas med är dock olika typer av planering. Landskapsplanering har varit en viktig drivkraft för utvecklingen av GIS och landskapsarkitekter var bland de första att använda verkyget.

Syftet med detta arbete har varit att studera GIS-verktyget och beskriva hur man kan använda det inom kyrkogårdsverksamhet, samt använda GIS för att göra en historisk studie och exemplifiering av en kyrkogårds förändring. Arbetet består av två delar:

Del 1 är en litteraturstudie om GIS, om historiska kartor och GIS, samt en sammanställning av en intervju om hur GIS kan användas inom kyrkogårdsverksamhet.

Del 2 är en historisk studie och en metodstudie med syfte att undersöka förändring av en kyrkogård, samt visa hur man kan använda GIS-verktyget för genomförande av sådana typer av studier.

Historiska kartor har varit ett viktigt material i den historiska studien och metodstudien. I Sverige finns en rik samling av historiskt kartmaterial som kan ge oss inblick långt tillbaka i tiden om människan och dess förhållningssätt till omgivningen. Historiska kartor innehåller historisk geografi, vilken precis som all geografi är rumslig vetenskap och innehåller bland annat information om plats, läge, spridning och fördelning. Genom att digitalisera historiska kartor kan man skapa nya kartbilder och utföra avancerade analyser. All hantering av historisk data kräver dock stor försiktighet och att man är öppen då man tolkar materialet.

Att genomföra den historiska studien och utföra en geografisk analys av denna typ i ett GIS-program har visat sig fungera mycket väl. Ett viktigt värde jämfört med traditionell hantering av papperskartor är funktionen som innebär att man kan koppla tabeller med attributdata till kartbilden. Det ger analysen en annan dimension och man kan hantera och bearbeta en större datamängd på ett enkelt sätt.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	SYFTE	2
1.3	AVGRÄNSNING	2
1.4	METOD OCH MATERIAL	3
1.4.1	<i>Disposition</i>	3
1.4.2	<i>Metodval</i>	3
1.4.3	<i>Litteratur</i>	3
2	DEL I	4
2.1	GEOGRAFISKA INFORMATION SYSTEM	4
2.1.1	<i>Introduktion till GIS</i>	4
2.1.2	<i>Historia och utveckling</i>	4
2.1.3	<i>Definition</i>	5
2.1.4	<i>Sökning och Analys</i>	9
2.1.5	<i>Visualisering</i>	9
2.1.6	<i>Kartografi</i>	10
2.2	GIS INOM KYRKOGÅRDSVERKSAMHET	11
2.2.1	<i>Malmö Kyrkogårdsförvaltning</i>	11
2.3	HISTORISKA KARTOR OCH GIS	12
2.3.1	<i>Historisk geografi</i>	12
2.3.2	<i>Projektet Digitala historiska kartor</i>	12
2.3.3	<i>Historiska kartor</i>	13
2.3.4	<i>Anpassning till GIS</i>	14
3	DEL II	14
3.1	HISTORISK STUDIE – EN METODSTUDIE AV GIS	14
3.1.1	<i>Lunds kyrkliga samfällighet</i>	15
3.1.2	<i>Norra kyrkogården</i>	15
3.1.3	<i>Programvara</i>	16
3.1.4	<i>Analysmetod överlagring</i>	16
3.1.5	<i>Kartmaterial och geografisk analys</i>	17
3.1.6	<i>Resultat</i>	19
4	DISKUSSION	24
4.1	VAD ÄR GIS (GEOGRAFISKT INFORMATION SYSTEM)?	24
4.2	HUR KAN MAN ANVÄNDA GIS I KYRKOGÅRDSVERKSAMHET?	25
4.3	HUR HAR KYRKOGÅRDEN FÖRÄNDRATS AREALMÄSSIGT OCH KARAKTÄRSMÄSSIGT?	26
4.4	VILKEN TYP AV MARK HAR KYRKOGÅRDEN TAGIT I ANSPRÅK ELLER FÅTT LÄMNA IFRÅN SIG TILL FÖRMÅN FÖR ANDRA ÄNDAMÅL?	27
5	METODDISKUSSION	28
6	SLUTSATS	29
7	LITTERATURFÖRTECKNING	30

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Detta examensarbete är ett av flera som ingår i Moviums projekt *Miljöaspekter på kyrkogårdsverksamhet*, vars avsikt är att undersöka vilken miljöpåverkan kyrkogårdsverksamhet medför. Bakgrunden till Moviums projekt är vikten av hållbara lösningar för hur människan använder de naturresurser som vi är beroende av för vårt välbefinnande. Nytänkande och kreativitet är av stor vikt för att främja en hållbar utveckling och i det har även kyrkogårdsförvaltningar en viktig del. Kyrkogårdar och begravningsplatser finns i princip på varje ort, är arbetsplats för många och de bedriver en verksamhet som förr eller senare är angelägen för alla. Kyrkogårdens skötsel och miljö ska möta behov och önskemål från flera håll, såsom naturvård, personal, samhälle och anhöriga. Kyrkogårdar tillhör dessutom vårt kulturarv och det vi skapar idag blir ett arv från vår tid, och det måste finnas i åtanke då krav om hållbara lösningar ska mötas (Movium 2010).

Min kunskap om GIS var mycket begränsad vid starten av detta examensarbete. Min uppfattning var dock att det var ett användbart verktyg vilket väckte min nyfikenhet och vilja att ta reda på vad GIS är och hur det kan användas. Kyrkogårdar har varit återkommande miljöer under hela utbildningen och de utgör en stor och viktig arbetsmiljö för många landskapsingenjörer. De flesta kyrkogårdar är mycket gamla med höga kultur- och naturvärden. Det som tilltalar mig är utmaningen i att bevara dessa viktiga värden samtidigt som kyrkogårdarna oundvikligen förändras och måste utvecklas för att passa de efterfrågningar som finns i dagens samhälle.

När geografiska informationssystem började användas inom design för omkring trettio år sedan var landskapsarkitekter en yrkesgrupp som var med i täten. GIS är användbart för uppgifter som berör stadsplanering, miljöskydd, arkitektur och anläggning och GIS används bland annat till design, översiktsplanering, resursförvaltning, visuell analys och för att tydliggöra designförslag för allmänheten (Hanna 1999). Till landskapsingenjörers arbete hör byggande, utveckling och skötsel av gröna miljöer. Många landskapsingenjörer arbetar med kretsloppslösningar, ekologiskt byggande och med arbete i rekreationsområden eller med försäljning av till exempel markmaterial eller lekredskap. GIS är därmed ett verktyg som landskapsingenjörer kan tillämpa på de flesta av sina arbetsuppgifter.

Inom kyrkogårdsverksamhet används GIS redan på flera håll och uppfattningen är att allt fler börjar upptäcka verktygets breda användningsområde. Ännu finns det dock de som inte har varit i kontakt med verktyget eller vet hur det kan användas i deras verksamhet, vilket gör det intressant att studera GIS och beskriva hur man kan arbeta med det.

1.2 Syfte

Syftet med detta arbete har varit att studera GIS-verktyget och beskriva hur man kan använda det inom kyrkogårdsverksamhet, samt använda GIS för att göra en historisk studie och exemplifiering av en kyrkogårds förändring.

Målet med detta arbete har varit att visa hur GIS-verktyget kan användas inom kyrkogårdsverksamhet och att presentera exempel där GIS används. Eftersom min förhoppning har varit att även de som aldrig tidigare stött på GIS ska få en förståelse för verktyget och dess breda användningsområde har målet även varit att ge en inledande beskrivning av vad GIS är. Målsättningen med den historiska studien har varit att visa ett konkret exempel på ett användningsområde för GIS-verktyget inom kyrkogårdsverksamhet.

Frågeställning

- Vad är GIS (Geografiskt Informations System)?
- Hur kan man använda GIS i kyrkogårdsverksamhet?
- Hur har den studerade kyrkogården förändrats arealmässigt och karaktärsmässigt?
- Vilken typ av mark har den studerade kyrkogården tagit i anspråk eller fått lämna ifrån sig till förmån för andra ändamål?

1.3 Avgränsning

Arbetet handlar om geografiska informations system, det vill säga datorbaserade verktyg för användning av information som är knuten till ett geografiskt läge. Det finns flera olika GIS-program från olika tillverkare men arbetet avgränsas inte till att handla om ett specifikt. Förutom i metodstudien där ArcEditor är det GIS-program som används ges inte några exempel på enskilda GIS-program.

Landskapsingenjörer kan använda sig av GIS inom flera områden men detta arbetet är begränsat till att endast handla om hur man kan tillämpa GIS inom kyrkogårdsverksamhet. Då den historiska studien är en metodstudie av GIS har endast en kyrkogård valts som studiobjekt. Det relevanta i denna studie är inte att jämföra förändring av flera kyrkogårdar. Den aktuella kyrkogården är belägen inom Lunds kyrkliga samfällighet och ligger i norra Lund.



Figur 1. Karta över Lund där Norra kyrkogården är inringad.
© Lantmäteriet Gävle 2010. Medgivande I 2010/0055

1.4 Metod och Material

1.4.1 Disposition

Arbetet är uppdelat i två delar. Del 1 är en litteraturstudie som behandlar geografiska informations system och innehåller en introduktion till verktyget, dess historia och utveckling, definition, sökning och analys samt visualisering och kartografi. Därefter följer en sammanställning av en intervju med en landskapsingenjör som arbetar med GIS inom kyrkogårdsförvaltning. Syftet är att del 1 ska besvara frågorna:

- Vad är GIS (Geografiskt Informations System)?
- Hur kan man använda GIS i kyrkogårdsverksamhet?

Del 2 är en historisk studie och en metodstudie av GIS med syfte att undersöka förändring av en kyrkogård, samt visa hur man kan använda GIS-verktyget för genomförande av studien. Den historiska studien inleds med en sammanställning av litteratur om historiska kartor och GIS samt en beskrivning om hur man anpassar historiska kartor för att kunna använda dem i ett GIS-program. Frågorna som avses bli besvarade i del 2 är:

- Hur har den studerade kyrkogården förändrats arealmässigt och karaktärsmissigt?
- Vilken typ av mark har den studerade kyrkogården tagit i anspråk eller fått lämna ifrån sig till förmån för andra ändamål?

Arbetet avslutas med att en diskussion förs kring samtliga frågeställningar, samt kring de valda metoderna för arbetet.

1.4.2 Metodval

De metoder som har använts för att genomföra arbetet har varit litteraturstudie, samtal/intervju och en metodstudie. För att besvara den första av arbetets frågeställningar *Vad är GIS?* studerades och sammanställdes litteratur rörande geografiska informations system.

För att få svar på frågan *Hur kan man använda GIS inom kyrkogårdsverksamhet?* valdes att ta kontakt med en person på en kyrkogårdsförvaltning där GIS används. Det genomfördes en intervju som mer kan liknas vid ett öppet samtal kring frågan. Endast ett fåtal förberedda frågor fanns med som ett stöd för att hålla samtalet kring rätt ämne.

Till de sista frågeställningarna kring hur kyrkogården har förändrats vad gäller area och karaktär samt vilken typ av mark som tagits i anspråk eller tagits ifrån kyrkogården har en metodstudie av GIS valts som metod. Syftet med metodstudien var även att redovisa resultatet av hur GIS kan fungera att använda för den typen av uppgift samt hur GIS kan användas som verktyg vid historisk forskning om kyrkogårdar.

1.4.3 Litteratur

För litteraturstudien om GIS har böcker som funnits tillgängliga via SLU-biblioteket på Alnarp använts samt böcker som tillhandahållits av handlaren. Bland de viktigaste källorna för att beskriva och definiera GIS-verktyget bör nämnas Eklundh (red.) (2000) och Harrie (red.) (2008). Material har även sökts på internet och flera hemsidor finns med som källor.

För inledningen på den historiska studien har RAÄ (Riksantikvarieämbetet) varit en betydelsefull källa där information om historiska kartor och anpassning till GIS har funnits. Materialet har varit dels

elektroniskt och bestått bland annat av en förstudierapport och en analysrapport till projektet *Digitala historiska kartor* samt en bok utgiven av Riksantikvarieämbetet i samband med samma projekt.

På Lunds Stadsbibliotek fanns en bok om Norra kyrkogården i Lund vilken var viktig för beskrivning av kyrkogårdens historia. En elektronisk källa från Svenska kyrkan och ett häfte utgivet av Kyrkogårdsnämnden i Lund har använts för att beskriva Lunds kyrkliga samfällighet.

2 DEL I

2.1 Geografiska Informations System

2.1.1 Introduktion till GIS

Att läsa och tolka olika former av information om omvärlden har länge varit en stor del av våra yrkesliv såväl som våra privatliv, och de tillvägagångssätt vi väljer och de beslut som vi fattar påverkas av den information som vi tar in (Eklundh red. 2000). I det informationssamhälle som vi lever i idag, där flödet av data och information ständigt ökar är det viktigt att vi kan utnyttja det på ett bra sätt. Den data som används i ett GIS är geografiska data vilket innebär att den är knuten till ett geografiskt läge (Harrie red. 2008).

Traditionellt har man använt papperskartor vid hantering och presentation av geografiska data. Men när man arbetar med mer komplex information tar det lång tid att skapa register, rita in och tolka detta manuellt med papperskartor (StrateGIS, 1999).

Numera kan man arbeta mer effektivt och utbrett med geografisk informationsbehandling och GIS är det datoriserade system som är vanligast att använda för syftet. I ett GIS kan man samla och bearbeta geografiska data från fler källor för att kunna göra analyser och visualisera rumsliga samband som annars är svåra att se (Harrie red. 2008). Till den geografiska datan kan man knyta information i text och siffror i form av tabeller (Eklundh red. 2000). För att uttrycka det enkelt kan man säga att GIS är ”en kombination av kartor och tabellinformation som lagras och hanteras i datorn” (GIS-Centrum 2003).

Mycket av geografiska data kommer från kartor men en hel del data härstammar från till exempel flyg- och satellitbilder, registerdata och lägesbunden statistik. Därför är det viktigt att i detta sammanhang säga geografiska data och inte kartdata (Eklundh red 2000).

2.1.2 Historia och utveckling

Geografisk informationsteknik har utvecklats från ett flertal olika ämnesområden och forskning inom området har en lång historia i Sverige, som även fått stor internationell betydelse. Uppdraget som Andreas Bureus fick av Kung Gustav II Adolf 1682, att bygga upp det svenska lantmäteriet, kan ses som det första för att kartlägga landet. Idag finns en uppsjö av kartor och geografiska databaser för olika tillämpningsområden. GIS är i sig en viktig faktor för att nya geografiska databaser byggs upp (Olsson red. 2005; Eklundh red. 2000).

Den svenske geografen Torsten Hägerstrand var en av de som tidigt insåg datorernas potential som ett verktyg för geografisk informationsbehandling. Redan under 1950-talet var han en av dem som utvecklade teorier om kvantitativ rumslig analys. Under 1950 och 60-talen kom även idéer från lundageografer varav en del fortfarande är aktuella (Olsson red. 2005; Eklundh red. 2000).

Under 1960-talen tog utvecklingen mot de moderna systemen fart och de första datorprogrammen för karthantering utvecklades. Tidigt 70-tal presenterades ett system som innehöll rumsliga analytiska funktioner lika utvecklade som de som finns idag (Eklundh red. 2000).

Under 1970-talet växte digitala kartografiska metoder och programsystem fram på flera håll, inte minst i Nordamerika. Samtidigt växte datorprogram inom andra vetenskaper fram, och grafiska ritverktyg för bland annat konstruktion och arkitektur utvecklades (Harrie red. 2008).

När de första naturresurssatelliterna sköts upp blev digital bildinformation över land- och havsområden tillgänglig och utvecklingen av digital bildbehandling tog ett stort steg framåt. Framväxten av bildbehandlingsprogrammen har haft stor betydelse för dagens programsystem inom geografisk informationsbehandling. Satellitdatan integrerades tidigt med generell geografisk information för att göra analyserna ännu bättre (Harrie red. 2008; Eklundh red. 2000).

Datorprogrammen har varit kommersiellt tillgängliga sedan 1980-talet och utvecklingen som skedde då har haft stor betydelse för användarvänligheten. De mer lättanvända GIS-program har i sin tur betytt mycket för den snabba spridningen av tekniken (Harrie red. 2008; Eklundh red. 2000).

Under den tidiga delen av 1990-talet användes geografisk informationsbehandling nästan enbart i arbetslivet, men spreds senare till en allt bredare användarkrets. Bättre och billigare datorer, snabba datornät och användarvänliga programvaror möjliggjorde att GIS-programmen kunde användas av fler. Utvecklingen följde den generella trenden som då rådde inom informationssamhället, vilken kännetecknades av ökad tillgänglighet för allmänheten. Det var dock först Internets intåg under sista halvan av 1990-talet och 2000-talets början som gjorde att tekniken blev tillgänglig för allmänheten. Alla som har tillgång till Internet kan studera kartor och satellitbilder över hela världen (Harrie red. 2008; Eklundh red. 2000).

Numera finns geografiska informationssystem inom de flesta organisationer där man hanterar geografisk information. I samhället syns en generell ökad användning av geografisk information och GIS-program, och allt fler inser värdet av geografiska analyser. Behovet av geografiska analyser har spridit sig utanför de områden som traditionellt använt kartor och GIS har fått stor betydelse inom helt nya tillämpningsområden (Olsson red. 2005).

2.1.3 Definition

Att välja endast ett sätt att definiera GIS på är svårt på grund av att det finns så många olika. Bland alla försök till att definiera GIS finns dessutom en variation beroende på vem som står bakom formuleringen och dess vetenskapliga disciplin. Definitionen av GIS har även förändrats i takt med att teknik och tillämpningar utvecklats (Heywood, Cornelius & Carver 2006). Eklundh (2000) menar dock att det inte ska ses som något negativt utan att det stora antal definitioner visar GIS breda användning och dess många användarkategorier.

Trots variationen bland definitioner kan man generellt säga att de flesta handlar om tre viktiga saker:

- Att GIS är ett *datasystem*
- Att GIS använder *georefererad data* eller *geografiskt bunden data*
- Att GIS utför *analyser* med hjälp av datan

Med GIS kan man öka värdet på geografiskt bunden data då man lägger till information som är relevant för den aktuella uppgiften som man arbetar med. Genom att organisera, integrera och studera

data, analysera och lägga till ny data skapar GIS ett underlag som kan vara till hjälp vid beslutsfattande (Heywood, Cornelius & Carver 2006).

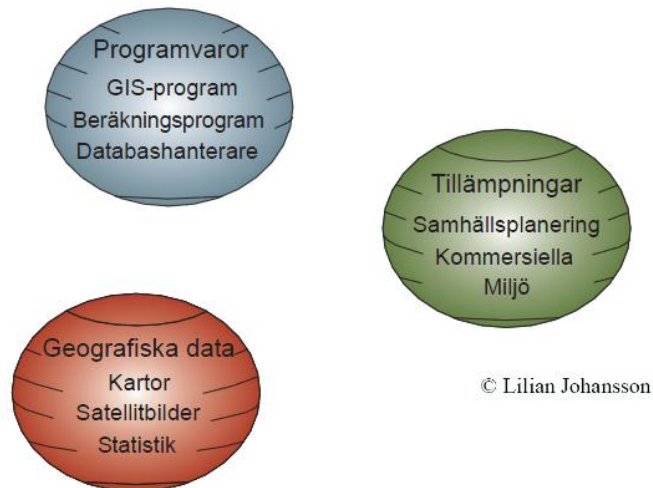
GIS huvudkomponenter värderas ibland olika av en del författare. I praktiken skulle dock ingen av dem självständigt fungera som ett GIS, varav alla bör betraktas som lika viktiga. Egentligen är det kanske så att det är den typ av data som används och den energi som läggs på bearbetning och tolkning av datan borde vara kärnan i varje definition av GIS (Heywood, Cornelius & Carver 2006).

Eklundh (red. 2000) har valt att definiera GIS på följande sätt:

"Ett datoriserat informationssystem för hantering och analys av geografiska data".

Och det är en definition som är relativt lik flera av de som andra författare använder. Vad som är viktigt i denna definition är att det handlar om ett *informationssystem*, vilket innebär att GIS är ett verktyg för att förmedla information mellan olika användare. De program som styr kommunikationen mellan datorsystem och användare är utformade så att informationsbyte och hantering ska bli så enkel som möjligt. *Geografiska data* är en annan viktig term och det belyser att GIS hanterar data som är knuten till en viss geografisk punkt. Varje geografisk punkt har en eller flera koordinatangivelser som anger position på jorden, och just denna funktion gör att GIS skiljer sig från andra datorprogram som också hanterar kartor. Nyckelorden *hantering* och *analys* ger en antydning om vad GIS kan göra och vilka krav man kan ställa på ett generellt GIS (Eklundh red. 2000).

GIS har tre viktiga komponenter, vilka figuren nedan visar. Det finns dock en fjärde komponent som är minst lika viktig och det är människan. Det är en förutsättning att det finns människor som vill hantera tekniken samt utveckla såväl metoder som tillämpningsområden (Harrie red. 2008).



Figur 2. GIS består av tre viktiga komponenter, samt en fjärde vilken är människan (Harrie red. 2008).

Geografiska data

Geografiska data lagras i datorn och kan representeras av olika datastrukturer. Syftet med geografiska data är att beskriva verkligheten, vilken dock är mycket komplicerad. Därför måste man förenkla och dela upp verkligheten i mindre delar för att kunna ge en så korrekt beskrivning som möjligt, och det gör man med hjälp av *konceptuella modeller*. I en konceptuell modell delas verkligheten upp i tematiska enheter som beskriver olika ämnen som till exempel topografi, markanvändning, byggnader, befolkning eller jordart. Dessa teman beskrivs i sin tur antingen av *objektmodellen* eller *fältmodellen*. (Harrie red. 2008).

Objektmodellen beskriver verkligheten i form av enskilda objekt. Likartade objekt delas in i samma objekttyp, dvs. att alla sjöar är objekttyp sjö, alla vägar är objekttyp väg osv. För att beskriva objekts geometri finns ett antal geometriska grundtyper som vid tvådimensionell visualisering är punkter, linjer och ytor (polygoner). Objektmodellen används för att beskriva teman som är tydligt definierade i rummet såsom byggnader och vägar. I fältmodellen arbetar man med kontinuerlig variation av objekts egenskaper. Modellen beskriver verkligheten som sammanhängande ytor och det gör att den är mer lämplig att använda för att beskriva ett tema som till exempel markytans höjd över havet (Harrie red. 2008).

All data hanteras och lagras i datorn som siffror, så kallad *digitala data*. Om data inte finns tillgänglig digitalt får man själv skriva in den. Att omvandla data från pappersdokument till digitala databaser benämns som *digitalisering* (Eklundh red. 2000). Digitala data ordnas i filer och sparas i databaser. I samband med GIS talar man om geografiska databaser som då främst innehåller data där det geografiska läget är särskilt intressant. Geografiska data struktureras på olika sätt. De geometriska grundtyperna som används i objektmodellen utgör grunden för *vektorstrukturen* och de kontinuerliga variablerna som används i fältmodellen lagras i *rasterstrukturen*, vilka är de två strukturer som är aktuella vid GIS-användning (Harrie red. 2008; Welling 2001).

I vektorstrukturen har varje enskilt objekt två koordinater som markerar dess läge. Eftersom varje objekt lagras enskilt kan man presentera topologiska relationer, dvs. olika objekts förhållande till varandra såsom angränsa, korsa, ligga i och överlappa. Vektorstrukturen används då den geografiska precisionen är viktig. I denna struktur är det även enkelt att koppla attributdata till varje objekt. Rasterstruktur innebär att landskapet beskrivs som ett rutnät eller ett raster. Den yta som ska representeras delas in i ett antal celler (rutor) som alla tilldelas ett eget numeriskt värde, en så kallad matris, som beskriver ytan. Rasterstrukturen beskriver inte landskapets verkliga utseende särskilt bra och används därför inte för att ta fram kartor. Däremot är det mycket användbart för att beskriva objekt utan tydliga gränser, till exempel markhöjd, klimat eller folkmängd (Harrie red. 2008; Wellving 2001).

Geografiska data kan ha både *rumsliga egenskaper* och *icke-rumsliga egenskaper*. En viktig rumslig egenskap är de *geometriska egenskaperna* som man kan mäta med mätinstrument, till exempel objekts läge, yta, längd och form. Icke-rumsliga egenskaper kallas *attribut* och innebär de egenskaper ett objekt har utöver de rent rumsliga, dvs. en beskrivning som kan kopplas till ett geografiskt objekt (Harrie red. 2008).

Något som är en viktig förutsättning för att enkelt kunna söka i geografiska data är rutiner för hantering av *metadata*. Med metadata menas data om data och den fungerar som stödinformation för att användaren ska förstå innehållet i geografiska data (Eklundh red. 2000). Stödinformationen innehåller uppgifter om all tillgänglig geografisk data, dess kvalitet och villkor för användning (Harrie red. 2008). Metadata lagras i metadatabaser, det finns dock inga krav på dataproducenter att lämna uppgifter till en sådan databas, varav en metadatabas aldrig kan bli helt komplett. Lantmäteriets metadatabas MEGI (Metadata för Geografisk Information i Sverige) finns tillgänglig via Internet. Den är noggrant beskriven enligt mall och innehåller uppgifter om vem som är ansvarig för databasen, när den skapats och hur man samlat data (Wellving 2001).

Tillämpningsområden

GIS är som nämnts tidigare ett verktyg som har utvecklats ur flera discipliner och har därmed en bred användarkrets. GIS-användare hittas inom ett flertal tillämpningsområden men som ett av det viktigaste nämns ofta olika typer av planering. Det första GIS var ett system för landskapsplanering

och det har även varit en viktig drivkraft för utvecklingen av GIS (Eklundh red. 2000).

Samhällsplanering som sker inom bland annat statliga verk, länsstyrelser och kommuner är ett av de mest betydande tillämpningsområdena. Syftet med den planeringen är att optimera funktion och markanvändning i städer och på landsbygd. Planeringen grundläggs på ekonomiska och juridiska aspekter men hänsyn tas även till kultur- och naturmiljö, turistintressen och service till invånare. Och i en sådan analys är geografisk information och kunskap om geografiska samband mycket betydelsefullt (Harrie red. 2008).

Landskapsarkitekter var bland de första att använda geografiska informations system. GIS teknologi och funktion är väl lämpad för i princip alla uppgifter som berör landskapsarkitekters arbete, såsom stadsplanering, miljöskydd, arkitektur och anläggning. Bland annat använder landskapsarkitekter GIS till design, översiktsplanering, resursförvaltning, visuell analys och för att tydliggöra för allmänheten så de får möjlighet att ha sin åsikt angående en viss fråga eller designförslag (Hanna 1999).

Andra viktiga tillämpningsområden för GIS finns inom miljöövervakning, riskhantering och räddningsverksamhet. Där har GIS till exempel varit en viktig funktion för analys av konsekvenser vid miljöfarliga utsläpp, snabb respons vid olycka, utarbetande av handlingsplaner, utrymningsvägar och katastrofplaner. GIS har även länge använts inom infrastruktur för bland annat förvaltning av ledningsnät, kartläggning av eventuella problem och för beslut om åtgärder. Byggnation, förvaltning och underhåll av vägar och järnvägar är ytterligare ett tillämpningsområde för GIS. Liksom militären där kartor alltid har varit viktiga samt inom skogsbruket som är en stor näring i Sverige (Eklundh red. 2000; Harrie red. 2008).

GIS-program och Användaren

Ett GIS har olika karaktär beroende på användarens behov och kunskaper, men samma system kan användas av personer med olika behov och uppfattas då som olika system. Användare med kunskaper som skiljer sig från varandra kan få ut olika slags information ur systemet. Eftersom användaren är så viktig för systemets utformning betraktas den som en av de komponenter som ett informationssystem består av (Wellving 2001).

Numera finns GIS-program tillgängligt för olika operativsystem och datormiljöer. Vad gäller kapacitet och funktion skiljer sig programmen åt relativt mycket och det ställer olika krav på användarens färdigheter. Man kan göra en grov indelning av programmen i tre kategorier, vilka är skräddarsydda system eller *tittskåp*, generella GIS-program och öppna system (Harrie red. 2008).

De skräddarsydda systemen har endast ett fåtal funktioner och är lätta att använda. Man kan studera kartor i olika skalor och de används främst till väl avgränsade uppgifter inom visualisering och sökning av geografiska data. Generella GIS-program kan utföra de flesta uppgifter, de kräver lite mer av användaren som måste ha grundläggande förståelse för analysfunktioner och datastrukturer. Med öppna system tillåts användaren inkludera funktioner i egenutvecklade program. Användaren får själv programmera och skapa skräddarsydda system som kan utföra mer avancerade uppgifter än vad de generella GIS-programmen kan. Med öppna system kan man till exempel använda GIS i en större informationstjänst med många samtidiga användare eller skapa en karttjänst på Internet (Harrie red. 2008; Wellving 2001).

För en vanlig GIS-användare är de generella GIS-programmen tillräckligt flexibla för att bearbeta data och utföra analyser inom de flesta tillämpningsområden. Det krävs dock att användaren har goda kunskaper om data, lagringsstrukturer, analysmetoder och presentationsteknik. Användaren av de generella GIS-programmen måste kunna redigera databaser, utföra mer avancerade analyser och eventuellt utforma egna tematiska kartor (Harrie red. 2008; Wellving 2001).

2.1.4 Sökning och Analys

Att kunna utföra sökning och analys är vanligen huvudsyftet med GIS och för många GIS-användare är det den geografiska analysen som är slutmålet. Med geografisk analys i GIS menas vanligen rumsliga geometriska och topologiska operationer av olika slag. För att nå ett slutresultat med en geografisk analys krävs oftast att man utför ett antal olika rumsliga operationer. Stegen i en geografisk analys är generellt att först *ställa frågor*, sedan *skaffa data* för att besvara frågorna, *organisera och analysera informationen* och slutligen *besvara frågorna* och eventuella följdfrågor (Olsson red. 2005; Wellving 2001).

GIS värde för att besvara frågor genom att studera kartor och tabeller är att systemet sammanställer och presenterar data på ett överskådligt sätt. Analysen sker då på traditionellt sätt genom att användaren tittar på kartorna och hittar svar på sina frågor. Med hjälp av verktyg och funktioner i GIS kan dock vissa sökningar och analyser utföras mer eller mindre per automatik (Wellving 2001).

Sökning och urval är en av de mest grundläggande operationerna i en geografisk analys. I GIS används geografiska data för att söka och välja ut objekt som är uppbyggt av både geometri och beskrivande attribut. Användaren väljer själv vilken egenskap som sökningen ska utgå ifrån. Attributdata söks i register, kataloger och databaser och för att göra en sökning anger användaren kriterier för de attribut man söker och som ska vara uppfyllda för att ett objekt ska bli valt. Vid sökning av geometriska data utgår man istället från objekts lägen för att formulera de kriterier som ska uppfyllas. För att utföra en geografisk analys krävs dock vanligen att sökning görs i både attributdata och geometriska data, ibland även från flera olika datamängder (Harrie red. 2008).

När man använder GIS för att utföra analys är det viktigt att vara medveten om att resultatet verkligen blir en analys, och att man inte nöjer sig med ett slutresultat i form av en snygg karta. Som GIS-användare måste man därför ställa tillräckligt höga krav på resultatet och förstå nyttan av en geografisk analys. Vid geografiska analyser måste användaren kunna omformulera en generell frågeställning till operationer som ska utföras i programmet (Olsson red. 2005).

Den tekniska utvecklingen och dess framtida förutsättningar tyder på att det kommer bli allt lättare att utföra analyser (Harrie red. 2008). En viktig del för enklare analyser är att studera hela processen vid GIS-användning med syfte att identifiera de typer av analyser som är aktuella. Programutvecklare måste anpassa sina produkter till användarnas behov varav ett nära samarbete mellan GIS-utvecklare och användare är nödvändigt (Olsson red. 2005). En GIS-analys är ingen fullständig sanning men dess värde kan vara värdefullt då flera faktorer vägs mot varandra och ska utvärderas tillsammans för att fungera som ett beslutsunderlag (Harrie red. 2008).

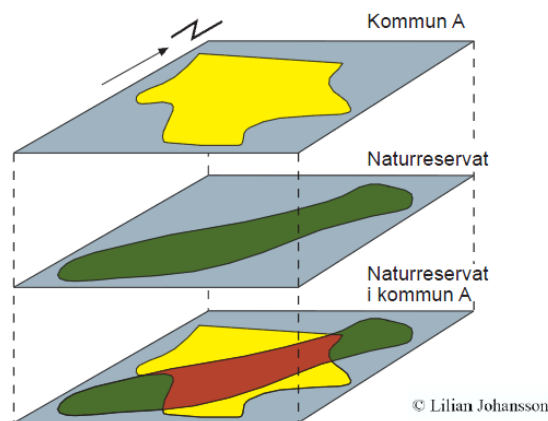
2.1.5 Visualisering

Arbete med GIS leder oftast till att man gör någon form av karta. Att kunna visualisera data i form av kartor är avgörande för att presentera geografisk information på ett övertygande sätt. Och att man tillåts göra det i GIS är ett av programmets största användningsområden. Presentation av geografisk information, *visualisering*, innebär dock inte bara att kartor skapas ur de geografiska databaserna utan även att resultat av analyser presenteras i form av tabeller och diagram (Olsson red. 2005).

I GIS är lagring av data och presentation av data skilt från varandra. Det innebär att man kan arbeta med data och skapa ny information som sedan presenteras på det sätt som är mest lämpat för ändamålet. Oftast är det endast vissa delar av den tillgängliga geografiska informationen som är intressant för användaren och med GIS väljer användaren själv vilken information som ska visas. Med

ett GIS-program kan man visualisera beskrivande dokumentation och koppla information såsom bilder, dokument och statistiska data i form av diagram till kartan (Harrie red. 2008).

En styrka med GIS är att olika geografiska data från samma område kan visualiseras och analyseras samtidigt, och det är användaren själv som bestämmer vad som ska visas. Denna metod kallas *överlagring* och innebär att två eller flera dataskikt läggs ihop med syfte att kunna studera hur olika objekt förhåller sig till varandra. Vid överlagring bildas nya dataskikt som innehåller ny geometri och/eller attribut. För att kunna göra detta måste man kunna definiera vad som är samma område och geografiska data måste passa med varandra geometriskt. Ett objekts läge måste även kunna anges på samma sätt i alla geografiska data och det gör man med koordinater i ett koordinatsystem. Man måste dock vara uppmärksam då det existerar olika koordinatsystem samt att geometrin kan skilja beroende på olika kartprojektioner (Harrie red. 2008).



Figur 3. Ett exempel på överlagring där två dataskikt läggs ihop med syfte att studera objekts förhållande till varandra, funktionen är en av GIS mest användbara analysmetoder (Harrie red. 2008).

2.1.6 Kartografi

Det är viktigt att förstå att GIS i sig inte är någon karta. Resultatet av en GIS-analys ser visserligen ut som en karta på datorskärmen, men det är i själva verket en bild av objekts egenskaper och lägen. Det finns ett antal väsentliga skillnader mellan en GIS-bild och en karta. I ett GIS visas objekts korrekta lägen men man kan inte se vad till exempel punkten eller linjen är för något. På en karta däremot finns tydliga *symboler* (karttecken) som gör det lätt att utläsa vad de symboliserar. Kartor visas alltid i en bestämd skala vilket inte data i GIS gör. Även vad gäller användning så är kartan bestämd och GIS har en mer generell användning. Olika GIS-användare kan använda samma GIS men plocka relevant data för sin analys. En karta har endast ett tema som visar specifik information medan ett GIS kan ha flera teman. En GIS-bild är alltså *dynamisk* och en karta är *statisk* (Granath & Elg 2006).

Ett GIS kan användas på flera olika sätt beroende på användarens syfte och vilken typ av analys som ska utföras. En karta är enkel att tolka medan en GIS-bild kan ses på flera olika sätt och dessutom vara mycket svår att läsa för en utomstående. Trots alla skillnader blir gränserna mellan GIS och karta ibland flytande, främst när man behandlar dem i elektroniska källor, och gemensamt för de båda är att dess syfte är att kommunicera geografisk information (Granath & Elg 2006).

För att förmedla resultat av geografiska analyser måste man som GIS-användare ha kunskap om hur kartor är uppbyggda. När resultatet av bearbetning i ett GIS ska presenteras på en karta blir GIS-användaren således även en kartograf (Eklundh red. 2000). En kartograf har höga krav på sig vad

gäller att göra lättlästa kartor till en bestämd målgrupp som svarar på de frågor som kartan är avsedd för. Alla GIS-användare är inte duktiga kartografer. Det är dock stor fördel om det är samma person som arbetar med GIS som gör kartan, eftersom man då redan vid insamlande och urval av data kan ha i åtanke hur kartan ska utformas (Granath & Elg 2006).

Ofta hämtas även indata till GIS från kartor. Underlagskartor som man baserar ett GIS på bör givetvis vara korrekta och lägesriktiga. Man vet inte alltid vad den data som man lägger in i ett GIS kan komma att användas till och en underlagskarta används vanligen flera gånger vid olika analyser. Därför måste man vara uppmärksam på underlagskartans eventuella begränsningar och om det har skett några förändringar sedan den skapades. Ett GIS är enkelt att uppdatera med ny data och så är även digitala kartor om de från början är välgjorda (Eklundh red. 2000; Granath & Elg 2006).

Varje karta ritas på ett speciellt sätt som bäst visualiserar dess tema och kartan är en symbolisk återgivning av verkligheten så som kartografen uppfattar den. Det är viktigt att användare och kartograf förstår varandra men för att läsa en karta krävs ändå viss vana och förståelse för kartans tema och de symboler som används (Eklundh red. 2000).

2.2 GIS inom kyrkogårdsverksamhet

2.2.1 Malmö Kyrkogårdsförvaltning

Erik Ljunberg arbetar som landskapsingenjör på Malmö Kyrkogårdsförvaltning. Sedan han började på förvaltningen år 2002 har han varit delaktig i arbetet med att föra in GIS i verksamheten och ta fram användbart kartmaterial.

Malmö kyrkogårdsförvaltning köpte in programvara för att börja använda GIS redan 1999, sedan dess har det hänt en hel del och idag finns digitala kartor över samtliga kyrkogårdar inom Malmö. Malmö kyrkogårdsförvaltning använder ett GIS-program från Cadcorp och som innehåller en speciell applikation avsedd just för kyrkogårdar. Applikationen är döpt till *Aveny Karta* och namnet kommer av att den är utvecklad för att fungera tillsammans med gravboken *Aveny Grav*¹.

Enligt begravningslagen måste det finnas kartor över kyrkogården och det är egentligen grunden till att digitala kartor och GIS används i verksamheten, berättar Erik Ljungberg. Förr i tiden framställde man kartor på det traditionella sättet genom att rita för hand och kartorna förvarades i arkiv. Digitala kartor är lättare att såväl framställa som att förvara, samt även att ändra och ständigt hålla uppdaterade. Trots dessa fördelar ser Erik en nackdel med att förändring av kartorna går så lätt att utföra. Ofta sparas nämligen inte den föregående kartan vilket medför att det inte finns något arkiv av kartor där man kan se hur det såg ut innan en förändring skedde. Eftersom många som arbetar med GIS inom kyrkogård lär sig under tiden upptäcks efterhand bland annat sådana här typer av problem och alla rutiner för hantering av de digitala kartorna finns ännu inte klara. Just för detta problem finns dock enkla lösningar och som Erik säger kan man till exempel skriva ut kartan och spara i pappersform eller spara i form av en pdf-fil i datorn innan man uppdaterar den nya kartan.

Som nämnts tidigare är GIS-applikationen Aveny karta framtagen för att kunna fungera tillsammans med gravboken Aveny grav. All information om gravar som återfinns i kartan kommer således från den befintliga gravboken. I Aveny karta blir informationen i Aveny grav visuell i form av en kartbild

¹ Erik Ljunberg Landskapsingenjör Kyrkogårdsförvaltningen i Malmö, intervju 2011-03-22

som är enkel att överblicka. Genom att hålla muspekaren över objekt i kartan kan man dessutom mycket enkelt finna information dirket i kartan².

En del av programmet som Malmö använder kallas *tittskåpet* och är en funktion som är mycket användbar för hela förvaltningen. I tittskåpet kan alla gå in och titta samt utföra vissa åtgärder men inte ändra på kartan. Erik menar att det kanske mest värdefulla är att man kan skapa olika teman. Till exempel kan man inför en gravplatsvisning skapa ett tema över gravar som är *ej upplåtna* och på så sätt få en karta som visar vilka gravar som är disponibla. Den personal som arbetar med skötsel kan skapa tema och skriva ut kartor över vilka gravar som ska ha smyckning som till exempel vår- eller sommarblommor och vinterpynt eller bevattning. Erik påpekar dock att det är viktigt att se kartan som ett komplement till arbetsordern, vilken innehåller mer detaljerad information om vad som gäller för respektive grav, men att kartan är en mycket bra orienteringshjälp.

Förrutom den information som finns i gravboken kan man även lägga till andra lager i kartan. I Malmö har man till exempel ett trädlager som innehåller information från en trädinventering. Det finns i princip ingen begränsning på hur mycket information man kan lägga till i ett sådant lager. Som användare väljer man själv vad som ska finnas med anpassat för ens egna syfte.

Enligt Erik fungerar det GIS-program som Malmö använder mycket bra och det är givetvis en fördel att det finns en anpassad GIS-applikation för just kyrkogård. Men han är medveten om att det finns andra GIS-program som förmodligen också skulle fungera. Oavsett programvara ligger det dock mycket arbete bakom framställningen av bra kartor. De kartor som används som grundkartor är ofta producerade av personer som vanligtvis inte arbetar med kyrkogård. Det innebär att det krävs mycket bearbetning av kyrkogårdsförvaltningen för att skapa en karta med all önskad information presenterad på ett tydligt och överskådligt sätt. När man väl har skapat bra kartor och GIS-användning är väl etablerad i verksamheten är det dock ett enkelt verktyg med många tillämpningar där egentligen endast användaren sätter gränser.

2.3 Historiska kartor och GIS

2.3.1 Historisk geografi

Historiska kartor innehåller historisk geografi, vilken precis som all geografi är rumslig vetenskap och innehåller bland annat information om plats, läge, spridning och fördelning. Kartor är verkligen inget nytt fenomen och de kan därför ge oss inblick långt tillbaka i tiden om människan och dess förhållningssätt till omgivningen. Förutom kartor finns en hel del annan historisk information i form av skattlängder, boupptäckningsprotokoll och räkenskaper som också har en rumslig dimension (Olsson red. 2005).

Att bearbeta historiska data i GIS ger möjlighet att utföra analyser som hade varit betydligt omständigare och kanske inte ens genomförbart manuellt. Genom att digitalisera historiska data kan man med GIS skapa en rad nya kartor, det är dock viktigt vid hantering av historiskt material att vara öppen i sin tolkning eftersom de som en gång skapat materialet inte längre kan säga sin åsikt (Olsson red. 2005).

2.3.2 Projektet Digitala historiska kartor

1999 startade Riksantikvarieämbetet upp projektet *Digitala historiska kartor* med syfte att bemöta kulturmiljövårdens behov vad gäller att vidareutveckla metoder för bearbetning, analys och presentation av historiska kartdata. Till följd av att allt mer planeringsunderlag hanteras i geografiska

² Erik Ljunberg Landskapsingegör Kyrkogårdsförvaltningen i Malmö, intervju 2011-03-22

informationssystem ställs även krav på förnyade arbetssätt hos kulturmiljövården (Rentzhog et al. 2002).

Projektet har varit indelat i ett antal huvudområden med fokus på metod för datainsamling och att skapa god tillgång till digitala historiska kartdata, vilket har inneburit att från arkivoriginal skapa GIS-anpassade historiska kartor. Lantmäteriet har varit en viktig del i arbetet med inläsning och distribution av digitala kopior på historiska kartor för att göra det möjligt att komma åt kartor via Internet (Rentzhog et al. 2002).

Ett viktigt mål och en önskan som finns för att förbättra kulturmiljövårdens arbetsmetoder är att göra historiska kartdata till lättillgängligt kunskapsunderlag med möjlighet till analys och presentation tillsammans med annan kulturmiljödata och lägebunden information (Rentzhog et al. 2002).

2.3.3 Historiska kartor

Historiska kartor delas in i huvudgrupperna storskaliga och småskaliga kartor, gränsen mellan dessa ligger vanligtvis vid skala 1:10 000. De flesta storskaliga kartorna visar gårdar, byar eller städer med tillhörande mark och de småskaliga presenterar ett större geografiskt område som en socken, ett härad eller län (Riksantikvarieämbetet 2006).

Kartor har genom tiderna tagits fram för olika syften och redan under 1600-talet gjordes skillnad på de storskaliga *geometriska* avmätningarna och de småskaliga *geografiska* kartorna. De storskaliga geometriska kartorna har främst varit inriktade på jordbruk med alla tillhörande verksamheter och dess produktionsmarker, men de har även använts för skattläggning, utredning av ägotvistar och skiftesreformer. Äldre småskaliga kartor, från tiden mellan 1650 och 1800, upprättades främst för att ge en geografisk översikt. Med bakgrund av militärens behov och civila syften påbörjades under 1800-talet en mer systematisk topografisk och ekonomisk framtagning av småskaliga kartor (Frisk 2000).

Såväl de storskaliga som de småskaliga kartorna har delats in i ett antal kartserier baserade på bland annat kronologi och syfte. De historiska kartorna finns bevarade i lokala lantmäteriarkiv som är kopplade till respektive läns lantmäterimyndighet och det centrala arkivet vilket är Lantmäteriets forskningsarkiv i Gävle. I Gävle finns de äldsta kartorna från 1600-talet samt Rikets allmänna kartverk (RAK) som innehåller småskaliga kartor från mitten på 1800-talet till slutet på 1970-talet (Riksantikvarieämbetet 2006).

Historiska kartor används allt mer inom kulturmiljövård och har även blivit ett viktigt material inom naturvård, utbildning och forskning. De historiska kartorna används för olika tillämpning såväl vid översiktsplanering som enskilda detaljärenden. I samband med högre krav på miljöhänsyn har historiska kartor dessutom blivit viktigare för myndigheter som ansvarar för naturmiljövården och för de som planerar och bygger infrastruktur (Riksantikvarieämbetet 1999).

Historiska kartor ger stor möjlighet för tolkning och förståelse av landskapsrums utveckling samt är de värdefulla för det tidsdjup man får av flera kartgenerationer. Historiska kartor och GIS kan användas för studier av samband mellan kulturmiljövården, naturvärden och markanvändning med syfte att ur ett historiskt perspektiv diskutera landskapsförvaltning. Andra möjliga tillämpningar är att skapa bättre argumentationsunderlag för bevarande av kulturmiljö vid exploatering eller andra hot samt undersökningar av det dolda kulturlandskapet i samband med arkeologiska utgrävningar (Rentzhog et al. 2002).

2.3.4 Anpassning till GIS

För att en historisk karta ska bli användbar i GIS krävs bearbetning i ett antal steg, vilka är *inläsning*, *digital rektifiering*, *geokodning* och *vektorisering* (Riksantikvarieämbetet 2000).

Under mitten av 1990-talet började bland andra Riksantikvarieämbetet och Lantmäteriet att pröva metoder för att läsa in historiska kartor. Försök gjordes då att scanna in originalkartan direkt, men det visade sig medföra mycket högt slitage på originalkartan. Därför började man istället att fotografera kartan och scanna in bilder. Beroende på kartans storlek togs en eller flera bilder och stora kartor scannades in i flera delar för att få bästa möjliga kvalitet (Riksantikvarieämbetet 2000).

För att kunna jämföra den historiska kartan med en modern karta måste den efter inläsning rektifieras, vilket innebär geometrisk anpassning. Rektifiering görs genom att kartor läggs bredvid eller ovanpå varandra. Digital rektifiering, som det handlar om i detta fall, görs med hjälp av ett bildbehandlingsprogram och/eller med ett GIS-program. Den historiska kartan skalanpassas och roteras för att stämma så väl som möjligt med underlagskartan. Eftersom detaljer i den historiska kartan kan vara generaliserande men former ofta stämmer över tid, bör man hellre hitta gemensamma former i kartorna än knyta enskilda objekt till varandra. Det är även viktigt att hitta korrekta hållpunkter i kartorna som ligger långt ifrån varandra. När det är gjort kan man utföra själva rektifieringen genom att rätta till den geometri som ligger fel utan att det ändras för mycket (Riksantikvarieämbetet 2000).

När den historiska kartan är rektifierad måste den geokodas för att bli användbar i GIS. Med geokodning menas att kartan får koordinater som gör det möjligt att lägga kartan rätt i förhållande till annan lägesbunden information. Geokodning kan utföras i de flesta GIS-program (Riksantikvarieämbetet 2000).

Efter dessa tre steg har en rasterbild skapats och det är fortfarande bara en bild av originalet. För att det ska gå att utföra analys i GIS återstår att rasterbilden vektoriseras. Vektorisering kan utföras på olika sätt men i GIS handlar det om bildskärmsvektorisering. Det innebär att rasterbilden öppnas som en underlagskarta i GIS och dess linjer, punkter och ytor ritas av och omvandlas därmed till vektorer (digitala objekt), till vilka det även kopplas attributdata som lagras i form av tabeller (Riksantikvarieämbetet 2000).

För att inte förlora en viktig källkritisk grund vid digitalisering av historisk data måste man ständigt ha med sig den ursprungliga kartans historia som handlar om till exempel varför den kom till och dess syfte. Speciellt vid återskapning av historiska kartor bör man vara kritisk och fundera över vilka följder det får för den information som kartan ska förmedla (Olsson red. 2005).

3 DEL II

3.1 Historisk studie – En metodstudie av GIS

I denna del av arbetet kommer en metodstudie av GIS att presenteras. Med hjälp av GIS har en kyrkogård studerats ur ett historiskt perspektiv och förändring av kyrkogårdens area, karaktär och markanvändning har analyserats. Traditionellt har man använt papperskartor och andra dokument med geografisk information för att utföra sådana här typer av studier och analyser. GIS är ett verktyg som underlättar hanteringen av den geografiska datan och syftet med denna metodstudie har varit att presentera ett exempel på hur man istället kan använda GIS, samt hur GIS kan användas som ett verktyg för att besvara frågor om en kyrkogårds historia.

Metodstudien inleds med historisk bakgrundsbeskrivning om Lunds kyrkliga samfällighet, vilken den valda kyrkogården tillhör, och studieobjektet Norra kyrkogården. Därefter följer en beskrivning om den programvara som har använts, den valda analysmetoden, det historiska kartmaterialet och en förklaring av hur den geografiska analysen är utförd. Avslutningsvis presenteras resultatet av metodstudien.

3.1.1 Lunds kyrkliga samfällighet

Under medeltiden fanns så många som 27 kyrkor och klosteranläggningar i Lund. Lund var en kyrklig metropol fram till 1500-talet då alla kyrkor utom två revs i samband med reformationen. Många nya kyrkor har dock byggts därefter, varav fem stycken har tillkommit i Lund sedan 1960-talet. Idag består Lunds kyrkliga samfällighet av nio församlingar med 18 kyrkor/kapell, samt ett antal frikyrkor och andra stiftelser (Svenska Kyrkan 2011). Även kyrkogården som begravningsplats har gamla anor och i Lund har kyrkogårdar i anslutning till kyrkor och kloster funnits sedan omkring 1000-talet. Begravningar på de flesta av dem upphörde under reformationen på 1500-talet och andra användes från medeltiden fram till början av 1800-talet. Numera är 12 kyrkogårdar i bruk inom samfälligheten som samtliga har både estetiska och kulturhistoriska värden som förmedlar kunskap om Lunds historia (Kyrkogårdsförvaltningen i Lund 1990).

3.1.2 Norra kyrkogården

Enligt en kunglig förordning som skrevs till biskoparna 1805 beslutades att nya begravningsplatser skulle anläggas utanför tätorterna. Anledningen var stora sanitära problem till följd av överfulla och dåligt skötta kyrkogårdar som då fanns i Sveriges städer. Detta gällde även Lund och man enades om att anlägga en ny kyrkogård på ett område som delvis var allmänning med bland annat gemensam lertäkt (Kyrkogårdsförvaltningen i Lund 1990). Det dröjde dock en tid och först efter sju år av överläggningar och arbete var Norra kyrkogården klar att invigas 1816. Då hade dessutom Sveriges kung hunnit fastställa två förslag över kyrkogården, varav det första var ritat av arkitekten Fredrik Magnus Piper 1809. Det förslag som dock genomfördes var delvis det som professorn Fredrik Blom ritade 1814. Trots att ett par av den tidens mest framgångsrika arkitekter var delaktiga motsvarade inte kyrkogården några förväntningar. Biskopen ska ha varit tydligt missnöjd och reformen som innebar att flytta ut kyrkogården ur staden mottogs inte särskilt väl av allmänheten. Den nya kyrkogården var mycket bristfällig, den saknade gravkapell, en låg kallstensmur var all inhägnad åt öster och vid de andra sidorna fanns endast diken, inte heller gångarna var ordenligt utlagda (Claesson 1936).

Den nya kyrkogården blev snabbt fullbelagd och under hösten 1840 var behovet av nya gravplaster näst intill akut. Det gick inte längre att öppna några gravar utan att stöta på oförmultnade kistor. Man hade redan 1817 förutspått att kyrkogården inte skulle räcka till men på grund av bland annat ekonomiska problem tog det lång tid innan utvidgningen blev färdig. I september 1841 kunde så äntligen nya gravkvarter invigas och tas i bruk (Claesson 1936).

Under 1871 blev frågan om mer mark till begravningsplatsen återigen aktuell och man blev tvungen att utvidga Norra kyrkogården ytterligare. Den nya delen, som invigdes 1873, anlades norr om den befintliga kyrkogården enligt den tyskfödde anläggningsträdgårdsmästaren Wiecks förslag. Wiecks ritning var en typisk chackbrädeplan där gångarna bildade raka enkla kors såsom kyrkogårdskonsten utvecklats i Tyskland och Danmark (Claesson 1936).

Under kyrkogårdens 50 första år var dess skötsel och skick föremål för ständiga klagomål. Under tiden fram till 1800-talets mitt vidtog man etappvis åtgärder såsom en ordentlig inhägnad, iordningställande och grusning av gångar och en ordentlig dränering. Dessutom anlades en brukbar tillfartsväg och lergravarna söder om kyrkogården fylldes igen och såddes med gräs, samt planterades med blommor

och träd. Under andra hälften av 1800-talet ansågs kyrkogårdens standard godtagbar (Kyrkogårdsförvaltningen i Lund 1990).

Fler utvidgningar av Norra kyrkogården har skett efter 1873 och idag är kyrkogården med sina dryga 25 ha Lunds största grönområde nära centrum. De ursprungliga karaktärerna har i huvudsak bevarats och kyrkogården speglar därmed omkring 150 år av kyrkogårdsarkitekturens utveckling i Sverige (Kyrkogårdsförvaltningen i Lund 1990).

3.1.3 Programvara

Den programvara som har använts för att utföra studien har varit ArcGIS 9.3 som utvecklats av ESRI. ArcGIS är ett system som ger möjlighet att enkelt administrera all typ av geografisk information och som tillsammans bildar ett komplett geografiskt informationssystem. I denna studie har ArcEditor använts. Det är ett program som tillhör ArcGIS Desktop produkterna vilka används för att skapa, importera, visualisera, analysera och presentera geografisk data. ArcEditor innehåller alla funktioner för hantering samt för avancerad redigering av geografisk data (ESRI 2011).

3.1.4 Analysmetod överlagring

För denna studie och geografiska analys har analysverktyget för överlagring använts. Överlagring innebär att information från två eller flera georefererade dataskikt slås samman och nya dataskikt som innehåller ny geometri och/eller attribut skapas. Analysmetoden ger möjlighet att utföra analys av attribut från två ingående skikt oavsett om överlagringen har skett i raster- eller vektordata (Harrie 2008), i denna studie har överlagringen endast gjorts i vektordata. Vid överlagring kan man studera de aspekter som undersöker om geometriska objekt korsar, innesluter eller på annat sätt överlappar varandra. De nya dataskikt som innehåller geometri och/eller attribut kan vara underlag för analys eller användas i nya överlagringsoperationer (Harrie 2008).

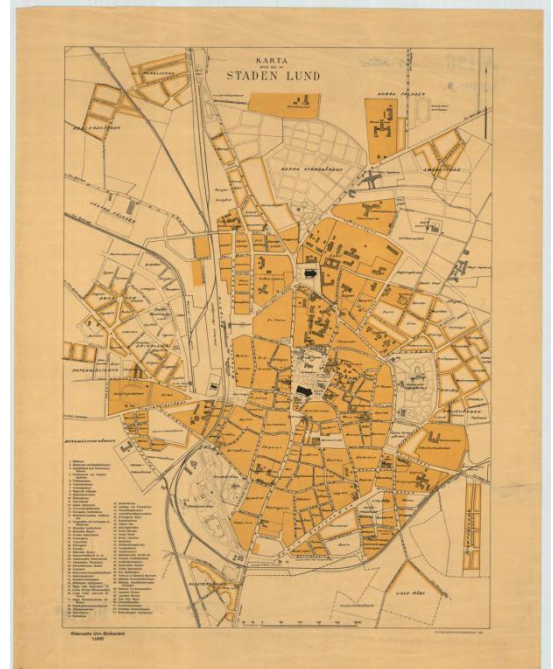
I denna studie har överlagringen skett av polygoner på polygoner. Det är en mycket vanlig analysmetod i GIS och användbar bland annat för att visa samband mellan tematiska dataskikt samt för att studera förändring. Överlagring med vektordata kan dock kräva att en hel del beräkningar utförs innan hela operationen är klar. Linjesegmenten i de polygonskikt som slås samman måste nämligen jämföras och testas för eventuella korsningar och där korsningar hittas ska nya noder sättas in. Därefter byggs nya polygoner vilka attributen ska länkas till (Harrie 2008).

Vid överlagring av polygonskikt bildas vanligen små öglepolygoner där linjerna i skikten nästan sammanfaller med varandra. Detta är ett av de största problemen vid denna typ av operation och uppkommer ofta på grund av bristande geometrisk noggrannhet i data. Då sambandet mellan skikten är hög är problemet särskilt stort eftersom linjerna då nästan sammanfaller vid flera ställen. Det är vanligt vid studier av förändring (Harrie 2008), vilket är fallet i denna studie. En faktor som påverkar problemets grad är att olika personer tolkar bilder och kartor på olika sätt samt är olika noggranna vid digitalisering. I denna studie har de kartor som använts tolkats och digitaliserats av samma person.

Öglepolygoner som uppkommit till följd av bristande noggrannhet bör tas bort, men det finns metoder för att undvika att det bildas överhuvudtaget. Man kan till exempel välja att eliminera alla polygoner i resultatskiktet som är mindre än en viss storlek. Ett annat sätt är att ange en toleransnivå för hur nära två linjer får ligga varandra, de linjer som ligger inom toleransavståndet slås då samman till en. Den sistnämnda metoden har dock en svaghet eftersom den ändrar koordinaterna och kan därmed påverka lägesnoggrannheten negativt (Harrie 2008).

3.1.5 Kartmaterial och geografisk analys

Kartmaterialet till studien har hämtats från Lantmäteriets digitala karttjänst för historiska kartor. De historiska kartor som har använts i denna studie är Häradsekonomska kartan över Lund från 1865 och karta över del av staden Lund från Statens reproduktionsanstalt 1933.



Figur 4 och 5. De historiska kartor som har använts i studien. T.h. Häradsekonomska kartan över Lund från 1865 och t.v. karta över staden Lund från Statens reproduktionsanstalt 1933. (Källa Lantmäteriet)

För att göra kartorna hanterbara har de bearbetats i Photoshop genom att Norra kyrkogården och dess närmsta omgivning zoomades in, klipptes ut och sparades som tiff-bilder. All annan bearbetning av data har skett i GIS-programmet ArcEditor. Vid anpassning till GIS, digitalisering, av de historiska kartor har de bearbetats i de steg som är beskrivna tidigare i arbetet: inläsning, digital rektifiering, geokodning och vektorisering. Kartorna från Lantmäteriets karttjänst för historiska kartor var redan inlästa i datorn.

Vid den digitala rektifieringen användes ett ortofoto i koordinatsystemet SWEREF 99 som referenskartan och i samband med rektifieringen blev de historiska kartorna geokodade vilket innebär att de tillgavs koordinater.



Figur 6. Ortofoto över Norra kyrkogården i Lund som användes vid rektifiering i GIS-program.

© Lantmäteriet Gävle 2010. Medgivande I 2010/0055

Rektifiering kan ske på olika sätt och idag finns flera programvaror tillgängliga som kan utföra bildtransformation. Inom Riksantikvarieämbetets projekt *Digitala historiska kartor* har man redogjort för tre metoder för rektifiering, *warpmetoden*, *mosaikmetoden* och *punktttransformation*. Warp- och mosaikmetoden innebär att utvalda områden (pixlar) av bilden förflyttas och vid punktttransformation sker en matematisk omräkning och förflyttning av hela bilden (RAÄ 2000).

Rektifieringen i denna studie har genomförts med punktttransformationsmetoden. Ett antal kontrollpunkter där de historiska kartan stämmer överrens med referenskartan har valts för att genomföra korrigeringen.

Det som har studerats i den geografiska analysen har varit förändring av åkermark och bebyggelse för ett område som inklusive kyrkogårdens utbredning är ca 1,2 kvadratkilometer stort, samt förändring av kyrkogårdens area. Data om markanvändningen från de historiska kartorna har jämförts mellan årtalen 1856 och 1933, samt analyserats tillsammans med ett ortofoto för att jämföra med dagens markanvändning.

Allmänning innebär mark där typisk markanvändning är skog eller betesmark med tillhörande vatten.

Bebyggelse är markområden där det finns någon form byggnad.

Kyrkogård är den mark som används som kyrkogård enligt kartan.

Samtliga ovanstående förklaringar ges dock med viss reservation och risk för avvikelser, då det i denna studie inte varit det viktigaste att utläsa den exakta markanvändning.

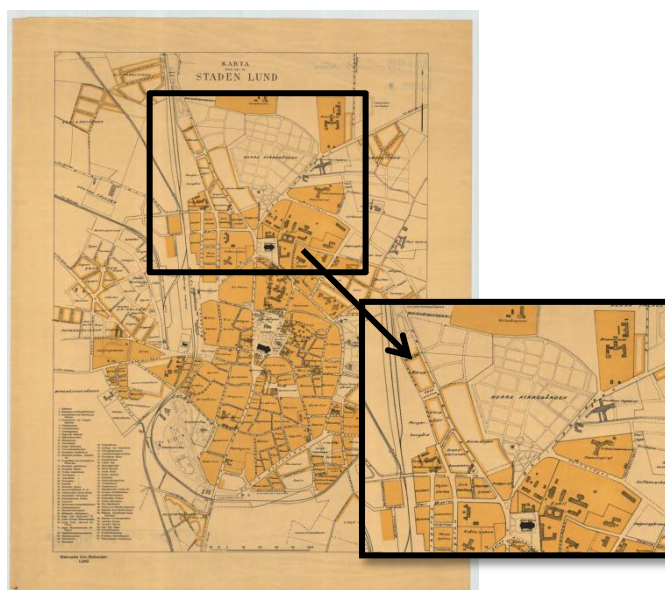
3.1.6 Resultat

Här kommer resultatet av metodstudien av GIS att presenteras. Inledningsvis visas arbetsgång och resultat av de moment som kan ingå då målet med GIS-användning är en geografisk analys. Därefter presenteras resultatet av den geografiska analysen, vilket är ett antal kartbilder som skapats vid överlagringsanalys i GIS-programmet.

Bearbetning av de historiska kartorna i Photoshop resulterade i kartbilder av mindre storlek som var enklare att hantera i GIS-programmet. Området omkring kyrkogården har mätts med hjälp av mätverktyget i GIS-programmet och är inklusive kyrkogårdens utbredning ca 1,2 kvadratkilometer stort. De utklippta kartbilderna sparades som tiff-bilder som är ett filformat som GIS-program stödjer.



Figur 7. Den historiska kartan öppnades i Photoshop, kyrkogården och dess närmsta omgivning zoomades in, klipptes ut och sparades som en tiff-bild. (Källa Lantmäteriet)



Figur 8. Den historiska kartan öppnades i Photoshop, kyrkogården och dess närmsta omgivning zoomades in, klipptes ut och sparades som en tiff-bild. (Källa Lantmäteriet)

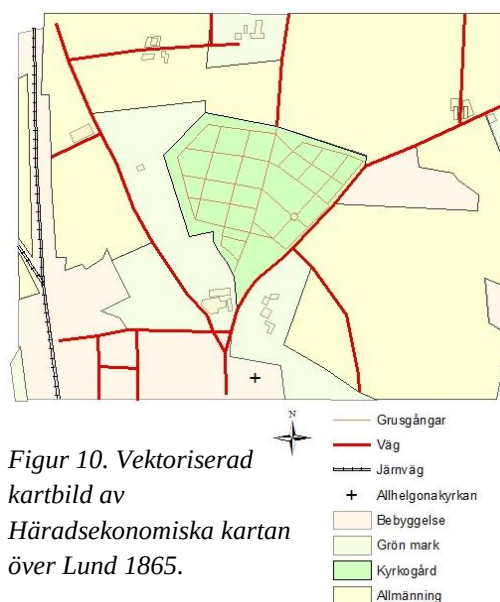
De nedanstående kartbilderna visar hur ursprungskartorna har transformerats vid den digitala rektifieringen (figur 9 och 11) samt de kartbilder som blev resultatet efter digitalisering i GIS-programmet (figur 10 och 12). Efter anpassning av skala och geometri, rektifiering, kan man se på figur 9 att kartbilden har blivit transformerad. De avvikelser som funnits är fördelade över hela bilden och inga stora förvrängningar har gjorts. Den rektifierade kartbilden från 1933 (figur 11) visar att transformationen inte var lika omfattande som på Häradsekonomiska kartan över Lund från 1865.

Kartbilderna (figur 10 och 12) har i samband med rektifieringen tillgetts samma koordinater som referenskartan, som i det här fallet var ortofoto i koordinatsystemet SWEREF 99.

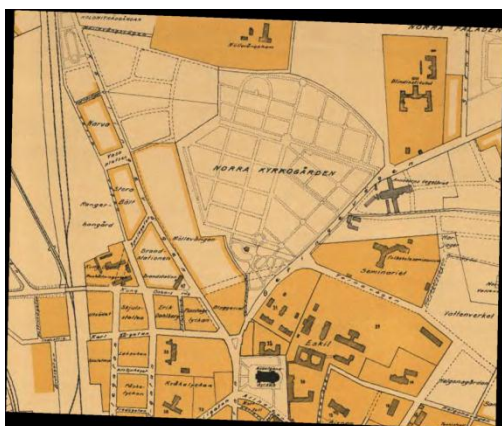
Kartbilderna som rektifierats och geokodats (figur 9 och 11) är rasterbilder vilka öppnades som underlagsbilder i GIS-programmet och dess ytor ritades av för att skapa vektorer av bildens objekt. Figur 10 och 12 är resultatet av vektoriseringen och är kartbilder som består av digitala objekt vilka man kan koppla attributdata till. De vektoriserade kartbilderna är färdiga för att användas i GIS-programmet och dess data kan användas tillsammans med annan data.



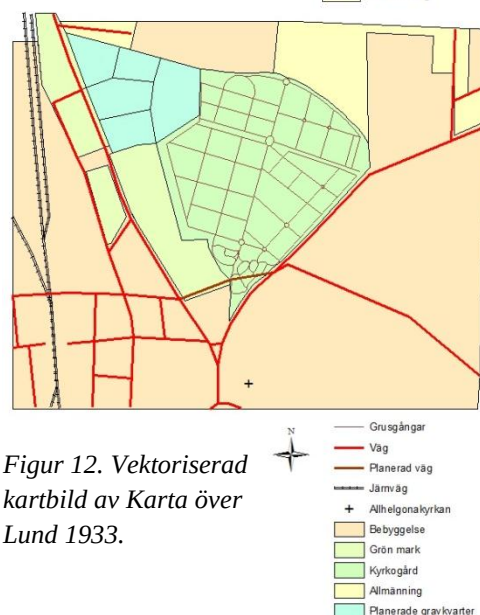
Figur 9. Häradsekonomiska kartan över Lund 1865, rektifierad och geokodad, referenskartan har varit ortofoto i SWEREF 99.



Figur 10. Vektoriserad kartbild av Häradsekonomiska kartan över Lund 1865.



Figur 11. Kartan över Lund 1933, rektifierad och geokodad, referenskartan har varit ortofoto i SWEREF 99.



Figur 12. Vektoriserad kartbild av Karta över Lund 1933.

Denna kartbild är resultatet av överlagring av skikten för kyrkogårdens utbredning 1865 respektive 1933. Man kan utläsa att kyrkogården har givits mer mark och blivit betydligt större mellan årtalen men att dess form och utbredning från 1856 är oförändrad.

Enligt den historiska kartan från 1933 fanns det då även planer på att utvidga kyrkogården ytterligare, vilket man gjorde från slutet av 1950-talet och fram till 1971. Genom att titta på data från de historiska kartorna tillsammans med ortofotot framkommer det att kyrkogårdens utbredning är i princip densamma ännu idag.



Figur 13. Kartbild som är resultat efter överlagring i GIS av skikten för kyrkogård 1865 respektive 1933, samt ortofoto för att jämföra med dagens markanvändning.



Tabell 1. Attributdata i form av tabell. Innehåller information som är kopplad till de polygoner som skapats vid överlagringsanalys i GIS-program

Shape	FID_Kva	Id	mark_anv	area_sqm	årtal	karta_typ	FID_K	Id_1	mark_anv_1	area_sqm_1	årtal_1	karta_ty_1
Polygo	0	1	Kyrkogård	3235,8301	1865	Häradsekonomska	-1	0		0	0	
Polygo	-1	0		0	0		0	1	Kyrkogård	67165,297	1933	Staden Lund
Polygo	0	1	Kyrkogård	136671	1865	Häradsekonomska	0	1	Kyrkogård	136671	1933	Staden Lund

Rad 1 i tabellen för attributdata tillhör en ny polygon som skapades då skikten från de olika årtalen slogs samman vid överlagringsanalysen i GIS-programmet, och det är en yta som enligt tabellen fanns 1865 men inte 1933. Eftersom man kan läsa att dess area är relativt liten i jämförelse med den övriga utbredningen är det troligt att det är en så kallad öglepolygon. Den har därmed förmodligen uppstått till följd av avvikelser vid digitalisering av de historiska kartorna och borde tas bort. Här har den låtits vara kvar som ett exempel med syfte att visa hur en öglepolygon kan se ut och uppstå.

Rad 2 är en polygon för den yta som tillkommit som kyrkogård enligt kartan från 1933.

Rad 3 visar att hela kyrkogårdens utbredning 1856 sammafaller med hur kyrkogården såg ut enligt kartan från 1933.

Nedanstående kartbild över vad som var allmänning 1865 respektive 1933 visar en stor skillnad på markanvändningen och den mesta av allmänningen som fanns 1865 har fått ge vika för annan markanvändning. Norra kyrkogården anlades från början utanför staden på en plats som delvis var allmänning med gemensam lertäkt, datan från kartan 1865 visar att kyrkogården då främst var omgiven av mark var allmänning. Tillsammans med ortofotot ser man även att den norra delen av kyrkogården har anlagts på mark som tidigare har använts varit allmänning.

Genom att studera kartbilden för allmänning tillsammans med kartbilden för bebyggelse ser man mycket tydligt hur markanvändningen har förändras över tiden. Förhållandet mellan allmänning och bebyggelse är nästintill omvänt på de olika kartbilderna. 1933 har staden utökats och bebyggelse är det som dominerar marken omkring kyrkogården.

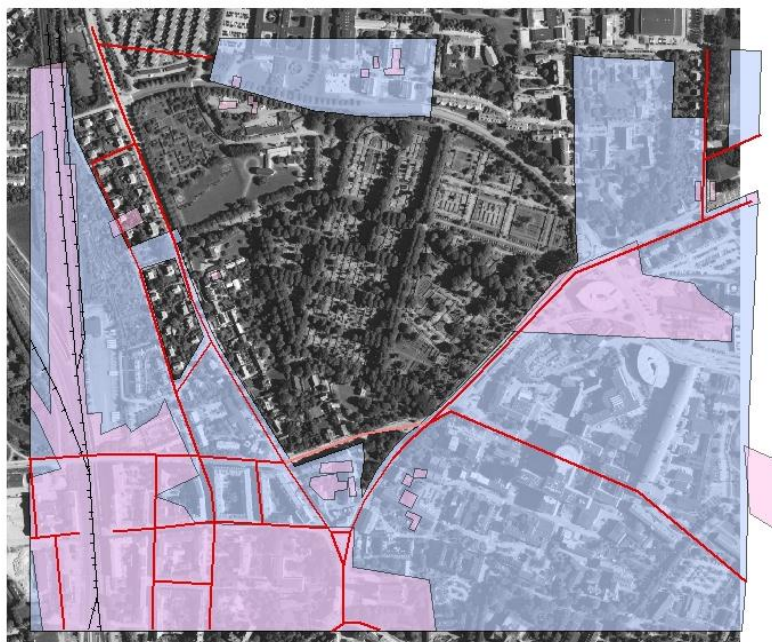


Figur 14. Kartbild som är resultat efter överlagring i GIS av skikten för allmänning 1865 respektive 1933, samt ortofoto för att jämföra med dagens markanvändning.

■ Allmänning 1865
■ Allmänning 1933

Jämfört med ortofotot kan man utläsa att marken fortfarande är bebyggd där den var bebyggd 1933 och att staden fortsatt att växa förbi kyrkogården norrut.

Enligt kartbilden för bebyggelse var landsvägens utsträckning nästan densamma 1933 som den är idag. Data från kartan 1933 visar även att det då fanns planer på att bygga en ny väg som delar av kyrkogårdens södra spets. Även järnvägen låg på samma plats 1933 som den gör idag, enligt ortofotot.



Figur 15. Kartbild som är resultat efter överlagring i GIS av skikten för bebyggelse 1865 respektive 1933, samt ortofoto för att jämföra med dagens markanvändning.

■ Bebyggelse 1865
■ Bebyggelse 1933
— Väg 1933
— Planerad väg 1933
— Järnväg 1933

Enligt denna kartbild har en viss förändring skett av kyrkogårdens gångsystem från 1865 till 1933. Att slå fast att gångarna faktiskt har lagts om en gång i tiden känns dock för osäkert med endast denna kartbild som underlag. Det grundar sig på att skillnaden kan ha uppstått på grund av avvikelser i digitaliseringen. Upptäckten av en sådan här skillnad genom en geografisk analys innebär dock att frågan bör undersökas närmare. Genom att studera denna kartbild tillsammans med annan information om kyrkogården kan man dra en säker slutsats.

Enligt bilden ligger grusgångarna på samma plats idag som de gjorde 1933. Hela kyrkogårdens utbredning 1933 stämmer väl överrens med hur den ser ut idag. Här syns även att den mark där man planerat nya gravkvarter enligt kartan från 1933 tilldelades kyrkogården i princip helt enligt planen.



Figur 16. Kartbild som är resultat efter överlagring i GIS av skikten för kyrkogård 1865 respektive 1933, samt grusgångar och planerade gravkvarter för att analysera förändring av karktär.

Tabell 2. Attributdata i form av tabell. Innehåller information som är kopplad till de polygoner som skapats vid överlagringsanalys i GIS-program

FID	Shape *	FID K	Id	mark anv	area sq	årtal	Id 1	mark anv	area sqm	årtal 1	FID	Id 12	mark anv 2	mark spe 2	area sqm	årtal 1
0	Polygon	0	0		0	0	1	Kyrkogård	67165,297	1933	-1	0			0	0
1	Polygon	1	1	Kyrkogård	136671	1865	1	Kyrkogård	136671	1933	-1	0			0	0
2	Polygon	-1	0		0	0	0		0	0	0	1	Planerade gravkvar	Tidigare åkemark gravkvarter gr	11441,9	1933
3	Polygon	-1	0		0	0	0		0	0	1	2	Planerade gravkvar	Tidigare åkemark gravkvarter gr	8152,4102	1933
4	Polygon	-1	0		0	0	0		0	0	2	3	Planerade gravkvar	Tidigare åkemark gravkvarter gr	10895,6	1933
5	Polygon	-1	0		0	0	0		0	0	3	4	Planerade gravkvar	Tidigare åkemark gravkvarter gr	20518	1933
6	Polygon	-1	0		0	0	0		0	0	4	5	Planerade gravkvar	Tidigare åkemark gravkvarter gr	14011,7	1933

Rad 1 i tabellen för attributdata är den utbredning som kyrkogården har tillåtit att göra från 1865 till 1933.

Rad 2 visar att den mark som var kyrkogård 1865 även var kyrkogård 1933.

Rad 2-6 tillhör polygoner i skiktet för planerade gravkvarter. Där kan man läsa ut dess area samt specifierad markanvändning och vad där var tidigare.

4 Diskussion

I detta kapitel sammanfattas resultaten av litteraturstudien, intervjun och den historiska studien. Resultaten diskuteras med utgångspunkt i arbetets frågeställningar med syfte att belysa intressanta aspekter som kommit fram under arbetets gång.

De frågeställningar som presenteras i arbetets inledning är följande:

- Vad är GIS (Geografiskt Informations System)?
- Hur kan man använda GIS i kyrkogårdsverksamhet?
- Hur har den studerade kyrkogården förändrats arealmässigt och karaktärsmissigt?
- Vilken typ av mark har den studerade kyrkogården tagit i anspråk eller fått lämna ifrån sig till förmån för andra ändamål?

4.1 Vad är GIS (Geografiskt Informations System)?

Syftet med den inledande litteraturstudien var att besvara frågan *Vad är GIS?* och tanken var att det skulle ske på ett sådant sätt att även de som inte har någon tidigare erfarenhet av verktyget skulle få en förståelse för vad det är. GIS är ett komplext system med många funktioner och tillämpningsområden som man kan skriva många böcker och texter om ur olika perspektiv. Beskrivningen i denna studie om systemet har hållits på en nivå med tanke om att det ska passa den generella användaren. Därav har inga fördjupningar gjorts av att förklara tekniska funktioner och lösningar som används för att bygga applikationer eller skapa GIS-program. Det har inte heller varit min mening att göra en manual för hur man ska använda GIS utan snarare beskriva de viktiga delarna och användningsområdena.

Kärnan med GIS är att det är ett system som behandlar information som på något sätt är knutet till ett geografiskt läge. Geografiska informationssystem har stor betydelse inom ämnesområdet informationsbehandling och för hantering av geografisk information. Att kunna ta hand om och utnyttja information på ett bra sätt blir allt viktigare i takt med det ökande informationsflödet som finns i dagens samhälle.

Att använda, läsa och tolka geografisk information är inget nytt, redan i slutet av 1600-talet utfördes det första stora uppdraget i Sverige som handlade om att kartlägga landet. På den tiden använde man sig av papperskartor, vilket man har gjort traditionellt för all hantering och presentation av geografiska data. Att bearbeta geografiska data och framställa kartor manuellt är både tidskrävande och betydligt mer omständigt än att ta hjälp av datorprogram. Att datorn kunde vara ett viktigt hjälpmedel insåg man också tidigt och utvecklingen mot de moderna GIS-program som finns idag tog fart under 1960-talet.

GIS är ett datoriserat informationssystem men det är viktigt att förstå att GIS inte är ett specifikt datorprogram. De programvaror som används inom geografisk informationsbehandling kallas GIS-program och de finns tillgängliga från olika tillverkare samt för olika operativsystem och datormiljöer. GIS-programmen skiljer sig åt då vissa innehåller alla funktioner såsom för insamling, lagring, bearbetning, analys och visualisering, medan andra är specialiserade på endast en eller ett par funktioner. De olika programmens kapacitet och funktion ställer olika krav på användarens kunskap. För den vanliga användaren är ett så kallat generellt GIS-program som kan utföra de flesta uppgifter vanligtvis det mest lämpliga.

Vad som ökar GIS användningsvärde betydligt är funktionen att kunna koppla information i text och siffror i form av tabeller till den geografiska datan. I en tabell som är knuten till den geografiska datan kan även icke-rumsliga egenskaper finnas, vilket innebär att man kan återge en bredare beskrivning av

det geografiska objektet. Även fotografier och andra typer av bilder kan kopplas till kartbilden och de geografiska objekten. I GIS-programmen kan man skapa rapporter och göra snygga layouter som till exempel kan vara användbart som beslutsunderlag.

Efter att ha studerat litteraturen är det tydligt att det finns många tillämpningsområden för GIS. Inom flera områden används verktyget redan flitigt och har gjorts under en längre tid, andra är på gång och mer nya för GIS. Vad som är intressant är att GIS är så flexibelt och enkelt att anpassa efter användarens krav och önskemål. GIS ger möjligheter till att arbeta såväl mer effektivt som utbrett med geografisk information och analyser kan utföras som inte var genomförbara manuellt. Givetvis har GIS sina begränsningar men vanligtvis är det användaren själv som sätter dem.

Det är viktigt att betona hur betydelsefull användaren är för geografiska informationssystem, utan användare sker nämligen ingen aktivitet och ett GIS kan således inte utformas. Därmed ställs krav på användarens intresse, kunskaper och noggrannhet, kraven är olika höga beroende på hur GIS ska användas och till vilket syftet. Det krävs dock i regel alltid att användaren minst har grundläggande förståelse för analysfunktioner och datastrukturer. För att den geografiska analysen, som är slutmålet för många GIS-användare, ska bli korrekt är det av stor vikt att utformningen av GIS är rätt för det aktuella syftet. Det är även nödvändigt att användaren själv kan läsa och tolka både kartor och tillhörande tabeller. GIS är inget underverk som kan utföra alla analyser automatiskt, ofta sker analysen på ett traditionellt sätt genom att användaren tittar på kartor och information i tabeller för att hitta svar på sina frågor. Vissa sökningar kan GIS utföra mer eller mindre per automatik men användaren måste ändå alltid ställa rätt frågor och veta att det finns tillgång till rätt data i systemet. Värdet av GIS är att systemet sammanställer och presenterar all data på ett överskådligt sätt som inte är möjligt på samma vis med traditionella papperskartor och annan geografisk data.

4.2 Hur kan man använda GIS i kyrkogårdsverksamhet?

Som nämnts tidigare är GIS användbart inom många områden och även inom kyrkogårdsverksamhet finns det många möjliga tillämpningar för GIS. Enligt Begravningslagen (1990:1144) måste kartor finnas över varje kyrkogård och det kan vara en anledning för förvaltningar att använda GIS. Med hjälp av GIS kan man framställa digitala kartor som är enklare att hantera, förvara och uppdatera än de traditionella papperskartorna. Metoder för hantering och förvaring av kartor över kyrkogården behöver givetvis inte innebära GIS-användning. Att ta fram digitalt kartmaterial som fungerar i ett GIS är tidskrävande samt en kostnadsfråga. Då studien visat hur viktig användaren är för GIS-användning krävs det även att kunskap eller intresse för att skaffa sig finns inom förvaltningen.

Viktig geografisk information som finns hos kyrkogårdsförvaltningar är den som gäller gravar och som finns lagrad i gravboken. Med hjälp av GIS-program som har en speciell applikation utvecklad just för kyrkogårdar finns möjlighet att koppla samman gravboken med ett GIS. Värdet är då att all information i gravboken blir visuell och enkel att överblicka. Till kartbilden som innehåller all data med rumsliga egenskaper finns tabeller med den icke-rumsliga datan som fanns i gravboken. Kyrkogårdsförvaltningen i Malmö använder programvara från Cadcorp som har utvecklat ett GIS-program med applikationen Aveny Karta som fungerar tillsammans med Aveny Grav. Cadcorps GIS-program med Aveny Karta är ett exempel av flera som finns tillgängliga. Det finns även GIS-program utan applikation för kyrkogård som fungerar för en kyrkogårdsförvaltning. En fördel med GIS-program och utbudet av dem är att man kan anpassa programvaran så den passar precis för de behov och syften man har som användare.

Oavsett vilken programvara en förvaltning väljer att använda krävs det mycket arbete innan man har färdiga digitala kartor med all attributdata till. Om man lyckas skapa bra kartmaterial och etablera

GIS-användning inom förvaltningen har man ett enkelt och användbart verktyg. Det är dock viktigt att ständigt arbeta vidare med sitt GIS och hålla all information uppdaterad.

Det bör finnas en eller flera personer inom kyrkogårdsförvaltningen som har mer kunskap om och ett övergripande ansvar för GIS. Men GIS kan vara användbart för all personal inom förvaltningen. Ett exempel på det från Malmö är att funktionen som innebär att man kan skapa teman och rapporter kan användas av alla. Vad som är viktigt är att informera all personal om vad GIS är och hur de kan använda systemet. Att alla ges möjlighet att lära sig och känna sig delaktiga gynnar GIS-användningen inom kyrkogårdsverksamhet och kan bredda användningsområdet ytterligare.

Liksom inom alla andra tillämpningsområden för GIS är det främst användaren som sätter gränser för vad man kan använda verktyget till. Inom kyrkogårdsverksamhet är gravinformationen en av de största källorna till data som med fördel kan hanteras i GIS men det finns en rad andra användningsområden. Genom att man enkelt kan överblicka och mäta kyrkogårdens ytor kan GIS användas för skötsel- och underhållsplaner. Man kan räkna ut tidsåtgång och hur många personal som går åt för att utföra olika skötselåtgärder. Även skötselkostnader och budget kan kopplas till GIS. Resultat av olika typer av inventering, såsom av träd, vanvårdade gravar, särskilda gravar eller objekt med höga kultur- eller naturvärden kan i ett GIS visualiseras bli enkelt att överblicka. GIS kan användas för all typ av planering som sker inom kyrkogårdsverksamhet och ännu finns flera möjligheter för GIS-användning som inte är prövade eller ens upptäckta.

4.3 Hur har kyrkogården förändrats arealmässigt och karaktärs-mässigt?

Idag är Norra kyrkogården ett av Lunds största grönområden som ligger i staden. Från början var det dock en liten kyrkogård som anlades utanför staden. Flera utvidgningar av kyrkogården har skett i etapper under årens gång, även staden har utvidgats och kyrkogården är idag ombyggd av staden. Detta var känt innan studien i ett GIS-program påbörjades. Vad gäller förändring av kyrkogårdens area var därför markanta resultat att vänta efter analys i GIS.

De förväntade resultaten angående kyrkogårdens förändring arealmässigt stämde väl överrens med vad som kom fram efter den geografiska analysen. Endast genom att titta på de kartbilder som är resultat efter överlagring kan man se att kyrkogården har getts mark. I tabellerna för attributdata kan man läsa exakt hur stora ytor det handlar om. På knappt 70 år, från 1865 till 1933, har kyrkogårdens area nästintill fördubblats. Orsakerna till de snabba utvidgningarna av kyrkogården har inte studerats i detta arbete, men är en intressant fråga att arbeta vidare med.

Att studera förändring av area på en kyrkogård där man inte kan spå resultaten lika enkelt hade varit intressant och ett typiskt fall där GIS utgjort ett viktigt hjälpmedel. I detta sammanhang och på grund av att det var en metodstudie av GIS är resultaten fördelaktiga då det har varit enkelt att visa på tydliga exempel av vad man kan komma att upptäcka efter bearbetning av data och analys i GIS.

Vad gäller kyrkogårdens karaktär kan man inte utläsa någon stor förändring i dessa kartbilder. Man kan se att kyrkogården i princip inte har genomgått några förändringar vad gäller dess form i sin helhet. Inte heller dess gångsystem har genomgått några stora förändringar mellan årtalen 1865 till 1933. Informationen i skiktet för gångar från 1933 stämmer nästan exakt med hur gångarna ligger idag enligt ortofotot. Att det inte skett någon stor förändring av gångsystemet är inte överraskande då gångarna på kyrkogårdar ofta är mycket gamla. Det är dessutom inte helt okomplicerat att lägga om ett befintligt system av gångar på grund av begränsade möjligheter till att flytta på gravar.

För att studera förändring av karaktär på en kyrkogård krävs egentligen mer detaljerade kartbilder och att analysen görs på kvarter- eller gravnivå. Det skulle vara en mer riktig analys för det syftet och man

skulle kunna upptäcka intressanta förändringar. En sådan typ av analys kan desutom ges ytterligare en dimension om man tillsammans med kartbilderna studerar fotografier och läser texter som beskriver kyrkogården. Det informationsunderlag som inte är geografisk data kan kopplas till de kartbilder man framställer och med GIS-program kan man presentera all information tillsammans.

4.4 Vilken typ av mark har kyrkogården tagit i anspråk eller fått lämna ifrån sig till förmån för andra ändamål?

Studien har visat att Norra kyrkogården har tagit mark i anspråk vid ett flertal utvidgningar, men att någon mark inte har tagits ifrån kyrkogården. Det man kan se är att en ny sträckning av en väg är planerad enligt kartan från 1933 vilket skulle innebära att kyrkogårdens södra spets blev avskuren. Det är känt att den planerade vägen så småningom blev verklighet och att den går där idag men det är inte uppgifter som har kommit fram av underlaget för analysen. För att kunna besvara frågan angående vägen och kyrkogårdens södra spets genom geografisk analys behöver kartbilder med täta tidsintervaller efter 1933 studeras. I denna studie har det inte gjorts då det inte har ansetts som viktigt för slutresultatet.

Den mark som har tagits i anspråk av kyrkogården har i denna studie benämnts som allmänning. Kyrkogården anlades från början på en allmänning och enligt de kartor som har studerats var det sådan typ av mark som dominerade även omkring kyrkogården. Att studera en ensam kartbild ger en statisk bild av hur landskapet såg ut vid en viss tidpunkt. Genom överlagring i GIS-program kan man i samma kartbild visualisera landskapet från olika tidpunkter. Att studera flera kartbilder som är resultat av överlagring i GIS-program ger analysen ytterligare en dimension. I denna studie har två kartbilder studerats tillsammans för att svara på frågan angående vilken typ av mark kyrkogården har tagit i anspråk eller lämnat ifrån sig. Det har gett ett vidare resultat och gett svar på såväl vad det har varit för typ av mark mellan två tidpunkter samt för vilket ändamål markanvändningen förändrats.

Vid studier av markanvändning för den närmsta marken omkring kyrkogården har det framkommit att stora förändringar har skett. För tiden omkring 1865 dominerades marken av allmänning. 1933 var hade den mesta av marken som var allmänning bebyggd och den dominerande markanvändningen var således bebyggelse. Ännu mer bebyggelse har tillkommit efter 1933 fram till idag och det faktum att kyrkogården nu är ombyggd av staden innebär troligen att den har nått sin slutliga storlek.

I denna studie framgår det inte vilken typ av bebyggelse det handlar om. Men vid fortsatta studier av denna sort ger GIS även möjlighet att studera markanvändningen än mer ingående. Uppgifter om vad det är för sorts byggnad, användning, ägarförhållande osv. kan läggas som attributdata i tabeller och komplettera kartbilderna. Detsamma gäller marken som i detta fall anges som allmänning, där man skulle kunna ange mer detaljer om vilken typ av markanvändning det är.

5 Metoddiskussion

De metoder som har använts för att genomföra arbetet har varit litteraturstudie, intervju och en metodstudie. En litteraturstudie valdes för att beskriva GIS. Det var en bra metod och det var inga problem att hitta bra material. Vad som kunde upplevas som svårt var istället att sortera materialet och begränsa studien. Att GIS är ett mycket brett område och att svaret på frågan om vad GIS är skulle kunna resultera i en betydligt mer omfattande studie än vad detta blivit insågs först en bit in i arbetet. Eftersom jag som författare var nybörjare på GIS då studien inleddes blev det dock en naturlig inriktning som landade i en övergripelig beskrivning som ska kännas enkel att ta till sig utan några förkunskaper.

Att GIS har utvecklats ur flera discipliner märks på tillgänglig litteratur då den tar upp ämnet ur olika perspektiv och riktar sig till olika målgrupper. Mycket av litteraturen är kurslitteratur som skrivits såväl för gymnasiestudenter som för universitet- och högskolestuderande. Vid sökning på Internet om GIS måste man vara uppmärksam för att hålla sig objektiv, eftersom mycket av informationen kommer från tillverkare och leverantörer av GIS-program samt av andra intresseorganisationer eller verksamheter. Att litteraturstudien tillåts ta så stor plats var inte självklart från början. Det kan tyckas ointressant att gå igenom GIS som jag har valt att göra samt att det är onödigt mycket information i förhållande till arbetets huvudsyfte. Beslutet togs ändå att disponera arbetet på det här viset och min uppfattning är att litteraturstudien har varit nödvändig för helheten och bidragit till att arbetet blivit tillgängligt för fler personer.

Det har funnits begränsat med litteratur som beskriver tillämpningsområden av GIS specifikt för en landskapsingenjör inom kyrkogårdsverksamhet. I den mesta av litteraturen har det dock tydligt framgått att olika typer av planering är ett stort användningsområde, vilket tillhör många landskapsingenjörers arbetsuppgifter. En förhoppning är att den intervju som gjorts har bidragit till att göra ämnet mer relevant för en landskapsingenjörs yrkesroll. Intervjun gjordes efter litteraturstudien vilket underlättade vid formulering av intervjufrågor samt att det var lättare att ställa nödvändiga följdfrågor. På grund av avsaknaden av specifik information om landskapsingenjörer, kyrkogårdsverksamhet och GIS var jag dock mycket öppen kring just den frågan. För att få en ännu vidare syn på vad GIS används till hade det varit önskvärt att fler personer intervjuades.

GIS kan uppenbarligen användas till en mängd olika uppgifter och att en del av detta arbete är en metodstudie har varit ett sätt att visa på ett konkret exempel. Påpekas bör att det visserligen inte är något typexempel för vad en landskapsingenjör som arbetar inom kyrkogårdsverksamhet använder GIS till. Den visar dock arbetsgången vid en analys i GIS samt presenterar tydliga resultat av en geografisk analys, vilket varit det viktigaste i detta fall.

I efterhand hade det eventuellt varit bättre att disponera arbetet annorlunda för att det skulle fungera bättre som en helhet. Det har varit svårt att hålla fast vid den röda tråden och vid upprepade tillfällen har arbetet fått styras tillbaka in på banan för att inte bli alltför osammanhängande. Litteraturstudien och metodstudien är i sig ganska stora och hade förmodligen fungerat som varsitt arbete där de hade förtjänat att ta större plats. För att få detta arbete att hänga ihop har det känts nödvändigt att göra en indelning i två delar, vilka beskrivs inledningsvis under rubriken *Disposition*. Det var ingen plan som fanns med från början, utan växte fram som en lösning under arbetets gång.

6 Slutsats

Efter att ha studerat GIS har det framkommit att det är ett mycket användbart verktyg inom många områden. Geografisk information används på flera håll i samhället och GIS ger möjlighet att hantera och utnyttja informationen på ett bra sätt. Då GIS är ett hjälpmedel vid olika typ av planering är dess funktioner värdefulla för många av en landskapsingenjörs arbetsuppgifter. Att arbeta med GIS ställer dock krav på användaren och min uppfattning att det viktigaste är förmågan att kunna tolka kartor och annan geografisk information samt ha kunskap om hur man utför analyser. Datorvana och grundläggande kunskap om programvaran är också nödvändigt men funktionerna kan man lära sig efter hand. För mig som nybörjare på GIS vid studiens början har den svåraste utmaningen varit att veta vilken typ av data jag behöver och hur jag ska använda den.

Ett värde med att utföra analysen i GIS är den information som man kan lägga i tabeller och koppla till kartbilden, vilket ger analysen ytterligare en dimension. Vad man vill lägga till i tabellen är upp till användaren och analysens syfte. I detta fall har relativt enkel och grundläggande data lagts till för att visa hur man kan använda och avläsa tabellerna. Att hantera data digitalt i ett GIS-program är tidsbesparande och det är smidigt att ändra, lägga till och uppdatera. När datan väl är inlagd kan man välja vilken man vill använda för att genomföra sin analys. Den data som man lägger in kan dessutom komma att användas för andra typer av analyser, i andra sammanhang av andra GIS-användare.

Historiska kartor ska alltid tolkas med stor försiktighet, alla ser på en kartbild på olika sätt och skaparen av det historiska materialet kan inte längre uttala sig. De historiska kartorna kan dessutom vara svåra att tolka på grund av dess skiftande kvalitet. Genom att reflektera över det jobb som lades ner för att framställa kartor för hand inser man betydelsen av att digitalisera och bearbeta historisk geografisk information i ett GIS-program. GIS öppnar dörrar för mer omfattande studier av historiskt material.

Det förarbete som måste genomföras för att anpassa de historiska kartorna till GIS är mest tidskrävande, och där det är störst risk för felaktigheter. Redan vid insamlande av kartor och annan data måste man vara noggrann och veta vad man ska ha ut av analysen. Att en karta tolkas på olika sätt beroende på användaren är en faktor som bör beaktas vid insamlande av material och inte minst vid digitaliseringen. Det är även viktigt att ha en bra referenskarta för att rektifieringen ska bli så korrekt som möjligt. Vid rektifieringen är det oundvikligt att den historiska kartans geometri förställs något. Det är även något som man måste vara medveten om då man jämför två digitaliserade kartor, som i denna analys, då avvikelser kan bero på olikheter i rektifieringen.

Historiska kartor och GIS har betydelse vid studier av samband mellan kulturmiljövärden, naturvärden och markanvändning med syfte att ur ett historiskt perspektiv diskutera landskapsförvaltning. Det kan även vara användbart för att skapa bättre argumentationsunderlag för bevarande av kulturmiljö vid exploatering eller andra hot samt undersökningar av det dolda kulturlandskapet i samband med arkeologiska utgrävningar.

Ytterligare en aspekt som är relevant att ta upp, inte minst för att detta arbete är en del av Moviums projekt *Miljöaspekter på kyrkogårdsverksamhet*, är att historiska kartor till följd av högre krav på miljöhänsyn har blivit allt viktigare för myndigheter med ansvar för naturmiljövärden. Av samma anledning har de även blivit viktigare för de som planerar och bygger infrastruktur. Historiska kartor används dessutom allt flitigare inom kulturmiljövård och det har även blivit viktigt material inom naturvård, utbildning och forskning. Historiska kartor ger stor möjlighet för tolkning och förståelse av landskapsrums utveckling och de är värdefulla för det tidsdjup man får av flera kartgenerationer och det finns goda möjligheter för vidare studier där GIS tillämpas.

7 Litteraturförteckning

Claesson, H. (1936). *Lunds kyrkogårdar I. Norra kyrkogården under 1800-talet*. Lund: Föreningen Det gamla Lund

Eklundh, L. (red.) (2000). *Geografisk informationsbehandling. Metoder och tillämpningar*. Stockholm: Byggeforskningsrådet

ESRI (2001). *ArcEditor. Overview*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.esri.com/software/arcgis/arceditor/index.html> [2011-05-09]

ESRI (2001). *Products*. [Elektronisk] Tillgänglig: http://www.esri.com/products/index.html#arcgis_panel [2011-05-09]

Frisk, M. (2000). *Historiska kartor. Begrepps- och informationsanalys inför en anpassning till GIS*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet

GIS-centrum (2003). *Vad är GIS?* [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.giscentrum.lu.se/vadargis.htm> [2011-03-03]

Granath, L. & Elg, M. (2006). *Konsten att framställa kartor. En handledning i kartdesign*. Lund: Studentlitteratur

Harri, L. (red.) (2008). *Geografisk informationsbehandling. Teori, metoder och tillämpningar*. Stockholm: Forskningsrådet Formas

Heywood, I., Cornelius, S. & Carver, S. (2006). *An introduction to geographical information systems*. (3. ed.) Harlow: Pearson Education

Hanna, K.C. (1999). *GIS for Landscape Architects*. Redlands, California: ESRI Press

Kyrkogårdsförvaltningen i Lund (1990). *Lunds kyrkliga samfällighet. Våra kyrkogårdar*. Lund: Kyrkogårdsnämnden i Lund

Movium (2010). *Projektidé. Miljöaspekter på kyrkogårdar och begravningsplatser*. [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.movium.slu.se/studenter/dokument/Projektide2010.pdf> [2011-03-18]

Olsson, L. (red.) (2005). *Geografiska informationssystem. Tillämpningsexempel*. Stockholm: Formas

Rentzhog, S. et al. (2002). *Digitala historiska kartor. Tillämpningar i GIS för kulturmiljövården*. Stockholm: Riksantikvarieämbetets förlag

Riksantikvarieämbetet (2000). *Analysrapport. Projektet Digitala Historiska Kartor för Kulturmiljövården – delprojektet Historiska kartdata gör GIS*. [Elektronisk] Tillgänglig: http://www.raa.se/cms/showdocument/documents/extern_webbplats/2000/november/analysrapport_med_bilagor.pdf [2011-03-10]

Riksantikvarieämbetet (1999). *Förstudierapport. Projektet Digitala Historiska Kartor för Kulturmiljövården – delprojektet Historiska kartdata gör GIS*. [Elektronisk] Tillgänglig: http://www.raa.se/cms/showdocument/documents/extern_webbplats/2000/januari/forstudierapport_projektet_digitala_historiska_kartor.pdf [2011-03-10]

Riksantikvarieämbetet (2006). *Kartornas historia*. [Elektronisk] Tillgänglig:
http://www.raa.se/cms/extern/kulturarv/landskap/digitala_historiska_kartor/kartornas_historia.html
[2011-01-10]

StrateGIS-projektet (1999). *Vad är GIS?*. [Elektronisk] Tillgänglig:
http://www.giu.c.lst.se/besk_%20gis.htm [2011-02-14]

Svenska Kyrkan (2011). *Kyrkor och kyrkogårdar*. [Elektronisk] Tillgänglig:
<http://www.svenskakyrkan.se/default.aspx?id=664743> [2011-03-29]

Wellving, A. (2001). *GIS – Geografiska Informationssystem*. Örebro: Natur och Kultur