Avdelningen för Lantmäteri
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet

VISUALISERING AV LANDSKAPSUTVECKLING

Maria Lindedal

ISRN LUTVDG/TVLM 99/5032

Göteborg 1998

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

Department of
SURVEYING
Lund Institute of Technology
Lund University
Box 118
S-221 00 LUND
SWEDEN

Visualisering av landskapsutveckling

Visualization of landscape evolution

Examensarbete omfattande 20 poäng inom Lantmäteriprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola.

Utfört av: Maria Lindedal

Handledare: Mikael Gråsjö, Carmenta AB

Lars Harrie, Lunds Tekniska Högskola, Avd. för Lantmäteri

Examinator: Professor Bengt Rystedt, Lunds Tekniska Högskola, Avd. för Lantmäteri

ISRN LUTVDG/TVLM 99/5032

Key words: Visualization, Cartography, Dynamic map, GIS, Time-series data

Nyckelord: Visualisering, Kartografi, Dynamisk karta, GIS, Data i tidsserie

Förord

Detta examensarbete har utförts inom Lantmäteriprogrammet vid Lunds Tekniska Högskola och omfattar 20 poäng.

Uppdragsgivare har varit Carmenta AB i Göteborg.

Stort tack till mina bägge handledare, Mikael Gråsjö på Carmenta AB och Lars Harrie vid Lunds Tekniska Högskola, för ert stöd under arbetets gång.

Jag vill tacka Skogsvårdsstyrelsen i Umeå, speciellt Sören Persson, som har bistått med digitalt datamaterial samt mycket hjälp i samband med materialet.

Ett tack riktas också till Andreas Björnberg, Carmenta AB som har hjälpt mig att ta fram användargränssnittet för den GIS-applikation som examensarbetet har resulterat i.

Göteborg 981231

Maria Lindedal

Maria Lindedal

Sammanfattning

Examensarbetet syftar till att finna tekniker för att integrera tid i kartan. Arbetet vill visa hur geografisk data kan presenteras i kartan för att användaren skall få intrycket av informationens förändringar över tiden. Några tekniker som bygger på den statiska kartan presenteras. Dessutom introduceras en teknik som resulterar i dynamiska kartor. Som underlag för att skapa en karta ges en introduktion till de kartografiska reglerna. En diskussion förs om begreppet visualisering och dess betydelse för kartografi.

Dessutom ingår en praktisk studie i att skapa en GIS-applikation. Den utgörs av en karta och ett grafiskt användargränssnitt. Kartan presenterar skoglig data utifrån ett skogsbruksintresse. Användargränssnittet behandlar presentation av kartor relaterade till olika tidpunkter. Den data som GIS-applikationen arbetar med kommer från ett projekt i Vindelns kommun, som Skogsvårdsstyrelsen i Umeå ansvarar för. GIS-applikationen kan ses som en demonstrator för ny teknik att visualisera skogsdata inom projektet i Vindelns kommun.

En avslutande diskussion vill peka på, att en utvecklingen av kartan till att integrera tid, kan ha stor betydelse för förståelsen av geografisk information.

Abstract

This master thesis has the aim to find techniques that integrate time to the map. The study wants to show how the map can present geographic data so that the user gets the impression of the information's changes over time. Some techniques that refer to the static map are presented. As a basis to the process of creating a map, an introduction to the cartographic rules is given. A discussion about what visualization is and its meaning to cartography is held.

Also a practical part in creating a GIS-application is contained. The application constitutes of a map and a graphic user interface. The map presents the forest from a forestry point of view. The user interface handles the presentation of maps related to different points of time. The material that the GIS-application works with is part of a project in the municipality of Vindeln, which the Administration of Forestry in Umeå is responsible for. The GIS-application can be regarded as a demonstrator for a new technique used to visualize forest within the project in the municipality of Vindeln.

The concluded discussion wants to point out, that an evolution of the map to integrate time, can be of great importance to the understanding of geographic information.

Innehåll

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Kartor har alltid varit effektiva redskap för att presentera den geografiska omgivningen vid en given tidpunkt. En intressant fråga är hur förändring över tid presenteras i kartan.

Geografisk information består av tre komponenter: läge, egenskaper och tid. Kartografer har under lång tid undvikit att i kartan visa förändring över tid. De har gjort statiska kartor av relativt statiska fenomen och därmed undgått de svårigheter som det innebär att integrera tid i kartan. Ansvaret att handskas med och förstå dynamiska fenomen har helt lagts över på användaren av kartan (Langran, 1992).

Intresset för att integrera tidskomponenten som en egen dimension i kartan har ökat. Tidigare har tiden behandlats som ett attribut som presenterats i kartan som vilket annat attribut som helst (MacEachren, 1994). Processer som förändras över tid anses ha mycket att vinna på att presenteras med sin tidskomponent (Kraak och Ormeling, 1996). Främsta anledningen är möjligheten att skapa en helhetsbild av dynamiska processer och på så sätt öka förståelsen för hur vår omgivning påverkas och förändras. En annan anledning är möjligheten att se geografiska mönster som tidigare varit okända.

Att tiden, som egen dimension, integreras i kartan innebär att den statiska kartan blir dynamisk. Den dynamiska kartan möjliggör visualisering av geografisk data i realtid. Att även kunna styra tidens förlopp i kartan är viktigt. Det ställer krav på interaktion även i tidsdimensionen.

Vad betyder visualisering för kartografin? Inom andra discipliner används redan begreppet visualisering, för att med hjälp av sofistikerad datateknik skapa visuella bilder vars syfte är att främja visuellt tänkande och problemlösning. Om med visualisering menas att "göra synligt" kan kartografi alltid sägas ha handlat om visualisering. Utvecklingen inom datateknik har dock möjliggjort visualisering i betydelsen att "göra synligt i realtid". Det pågår ett omfattande forskningsarbete, främst inom ICA:s (International Cartographic Association) kommission för visualisering, om vilken roll visualisering kommer att spela inom kartografin. Det arbetet kommer även att öka kartografins kontakt och utbyte med andra vetenskaper inom visualiseringsområdet (MacEachren och Kraak, 1997).

1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att finna tekniker för att integrera tid i kartan. Arbetet vill visa hur geografisk data kan presenteras i kartan för att användaren skall få intrycket av informationens förändringar över tiden.

Examensarbetet syftar också till att ta fram en GIS-applikation för att testa någon av de tekniker som hittas. Denna GIS-applikation skall behandla

skoglig data och kartan skall presentera hur denna data förändras över tid. Framtagandet av applikationen sker hos Carmenta AB i samarbete med Skogsvårdsstyrelsen i Umeå.

1.3 Avgränsning

Examensarbetet inriktar sig på att ge en beskrivning av idag kända tekniker för att presentera landskapsutveckling generellt sett. De tekniker som beskrivs grundar sig på att en karta används. Andra tekniker, t.ex. olika typer av diagram, tabeller, realistiska bilder och film, kan också användas, på egen hand eller i kombination med en karta. Dessa typer av tekniker omfattas dock inte av examensarbetet. Tanken är att visa hur landskapsutveckling kan presenteras i kartform.

Kartan, när den omnämns, anses i första hand vara digitalt framställd. Kartan kommer att presenteras på bildskärm alternativt med OH-projektor. Presenterad data ligger lagrad i en geografisk databas.

Den GIS-applikation som kommer att tas fram, avgränsas till att behandla skoglig data.

Ett GIS skall ha stöd inte bara för presentation av data. Dock saknar grundversionen av den framtagna GIS-applikationen stöd för manipulation och analys av data. Ett verktyg för navigering i tid kommer att integrera tiden i kartan i GIS-applikationen.

Vid framtagning av GIS-applikationen kommer begreppet visualisering användas i betydelsen presentation av geografisk data.

Examensarbetet är skrivet i ett allmänt och översiktligt perspektiv och skall kunna läsas och förstås av personer med intresse för kartor med mer eller mindre erfarenhet av arbetet omkring dem. Detaljnivån är relativt låg och för vidare läsning hänvisas till litteraturen i litteraturförteckningen. För att underlätta läsningen finns "Ordlista och förkortningar" i Bilaga A.

2. Grundläggande teorier

Följande avsnitt tar upp aktuella grundläggande teorier inom examensarbetets område.

Första avsnittet refererar till den diskussion som förs när det gäller visualisering. Här ges en beskrivning av vad begreppet visualisering innebär för kartografi och hur den framtida utvecklingen kan komma att se ut.

För att ge en liten insikt av vilken typ av processer det handlar om att visualisera diskuteras i andra avsnittet i stort vilka processer det är som påverkar landskapet.

Tredje avsnittet tar upp tidsbegreppet i ett GIS-sammanhang. Att utöka GIS med tid, som den fjärde kartografiska dimensionen, är mycket intressant för att kunna få ett helhetsintryck av dynamiska processer i landskapet.

Slutligen ges först en kort introduktion till de metoder som används inom traditionell kartografi för att skapa en karta, sedan följer en sammanställning av hur uttryckssättet kan se ut i dynamiska kartor. Dagens kartor är till stor del statiska. Med tiden som ytterligare dimension övergår de till att bli dynamiska. Vad innebär det för uttryckssättet i kartor och GIS?

2.1 Visualisering inom kartografi

2.1.1 Begreppet "visualisering"

Visualisering betyder "göra synligt"[1] (Kraak, 1998). I den betydelsen kan visualisering alltid sägas ha varit en del av kartografi. Det traditionella mediet för kartan har varit pappersarket.

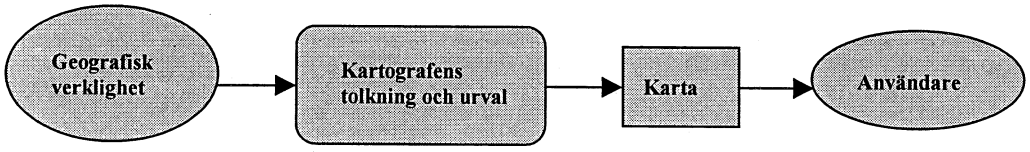
Utvecklingen inom datateknik har stor påverkan och betydelse för kartografin. Att använda databas- och datorgrafikteknik inom kartografin har lett fram till att den analoga kartan nu kan framställas digitalt. Att geografisk data lagras i databaser ger en ökad tillgänglighet till datan. Inte bara för kartografer, utan även för verksamma inom andra discipliner som arbetar med geografisk data. Utvecklingen inom datatekniken ger begreppet visualisering en ny betydelse, "göra synligt" i realtid[2] (Kraak, 1998). Kartan utgörs inte längre av en fördesignad bild, i analog eller i digitalt framställd form, utan möjlighet att interagera med. Att istället visualisera geografisk data i realtid innebär dels att data på begäran hämtas direkt upp från en geografisk databas och presenteras på samma gång, dels att användaren kan interagera med kartan. Kartan får därmed en dynamik och ökade möjligheter till interaktion (Kraak, 1998).

[1] Författarens översättning. Kraak (1998) använder termen "make visible".

[2] Författarens översättning. Kraak (1998) använder termen "making visible" in real time.

2.1.2 Traditionell visualisering

I den traditionella analoga kartmiljön har kartanvändaren att använda en redan färdig kartprodukt. Kartografen har då redan tolkat data och gjort ett val av information för att presentera verklighetens företeelser. I denna process är det kartografen som gör en bild av verkligheten och som genom kartan skall förmedlas till användaren. Det är viktigt att kartan på ett så bra sätt som möjligt förmedlar denna bild till användaren. Kartan spelar en kommunikativ roll (figur 2.1).



Figur 2.1 Kartografins process för att kommunicera geografisk information (efter MacEachren, 1995, s. 4).

2.1.3 Visualisering i ny miljö

När kartan sätts in i sin nya miljö, som skapats med hjälp av datateknik, kan kartan sägas få en utökad betydelse som verktyg. Kartan ses då inte bara som ett verktyg för kommunikation av geografisk information, som är huvudsyftet för den analoga varianten, utan även som ett verktyg för att analysera och utforska data. Kartan blir härmed ett verktyg för visualisering, ett verktyg för att upptäcka nya geografiska mönster. Kartan spelar en utforskande roll.

2.1.4 Vetenskaplig visualisering

"Vetenskaplig visualisering"[3] är ett begrepp som används för vetenskapligt arbete inom ett antal discipliner t.ex. medicin, bilsäkerhet, design, gas- och vätskedynamik (Brown m.fl., 1995). Vetenskaplig visualisering handlar om att med hjälp av sofistikerad datateknik skapa visuella bilder vars syfte är att främja visuellt tänkande och problemlösning. Tanken är inte att lagra kunskap, utan att skapa kunskap. Motsvarigheten inom kartografi kallas kartografisk visualisering (MacEachren och Kraak, 1997).

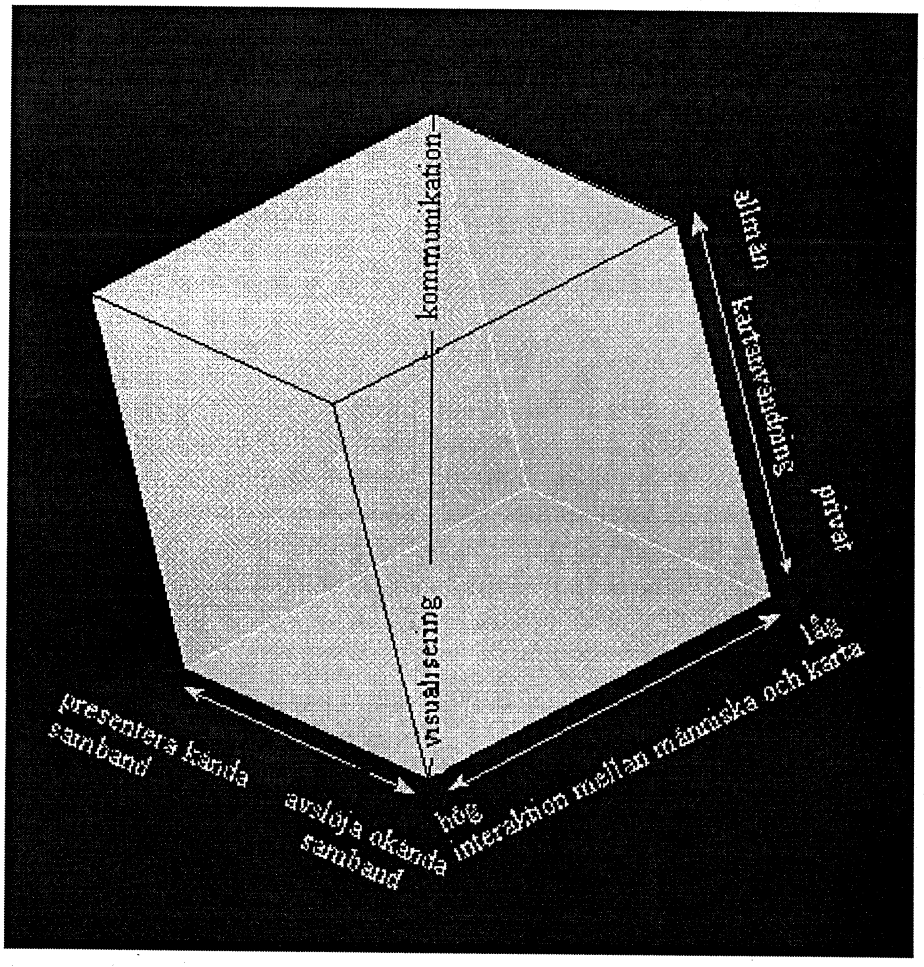
2.1.5 Från kommunikation till visualisering

MacEachren (1995) ser på kartografisk kommunikation och kartografisk visualisering som olika sätt att använda kartan. Han tydliggör detta synsätt med sin "kartanvändningskub"[4] (figur 2.2). Kuben definierar kartografi som ett tredimensionellt rum. Dimensionerna i rummet uttrycker var sin skala med följande motstående extremer. Den första skalan inbegriper privat till allmän kartanvändning, med avseende på typ av målgrupp. Den privata användaren skapar kartor efter sina egna behov. Den andra målgruppen är

[3] Författarens översättning, eng. "scientific visualization".

[4] Författarens översättning. MacEachren (1995) använder termen "map use cube".

den stora allmänna publiken som får redan färdiga kartor presenterade för sig. Den andra skalan uttrycker kartanvändning i syfte med att avslöja okända till att presentera kända geografiska samband. Den tredje skalan grupperar kartanvändning efter hög till låg grad av interaktion mellan människa och karta. Hög grad av interaktion tillåter användaren att manipulera kartan på ett verkligt sätt, t.ex. att se hur kartan påverkas av förändring, snabbt växla mellan olika tillgängliga kartor och lägga ihop kartor med olika teman. Låg grad av interaktion ger användaren små möjligheter att påverka presentationen av informationen (MacEachren och Taylor, 1994).



Figur 2.2 Kartanvändningskuben (efter MacEachren och Taylor, 1994, s. 6).

Kartografisk visualisering eller "geografisk visualisering", som MacEachren kallar det i sin kub, placeras i hörnet där extremerna privat kartanvändning, hög grad av interaktion och målsättningen att avslöja okända geografiska samband möts. I motstående diagonala hörn placeras "kartografisk kommunikation", som kan liknas med den mer traditionella kartanvändningen. Här möts extremerna kartanvändning av en allmän publik, låg grad av interaktion och målsättningen att presentera redan kända geografiska samband. MacEachren påpekar dock att gränsen mellan extremerna är otydlig. All kartanvändning inbegriper både visualisering och

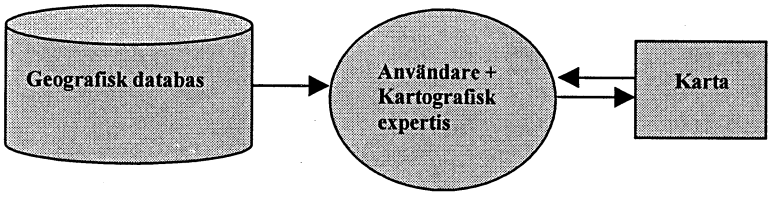
kommunikation, i olika grad (MacEachren och Kraak, 1997). Det är inte hög grad av interaktion, privat kartanvändning eller sökandet efter okända samband som enskilt skiljer visualisering från annan kommunikation inom kartografin, det är deras kombination (MacEachren och Taylor, 1994).

2.1.6 Kartografens och kartans framtida roll

Även kartografens roll förändras. Ett stort arbetsfält för kartografer har varit att förstå hur presentationen av geografisk data i kartan fungerar, för att göra företeelser och egenskaper i vår omvärld synbara. Det har handlat om kartans kommunikativa funktion. På senare tid har dock intresset riktas mot kartans förmåga att understödja funktioner som tänkande, problemlösning och beslutsfattande. Kartans kognitiva och beslutsstödjande funktioner.

Kartan ses som ett viktigt verktyg inom vetenskaplig visualisering. Kartframställning påverkas mer och mer av ny datateknik som kan ge möjlighet att "göra synligt" i realtid. Detta innebär främst att kartan får en dynamik och ger ökade möjligheter till interaktion. Kombinationen med kartografer som har god kunskap och erfarenhet av att visuellt presentera geografisk data och möjligheterna med ny datateknik inom visualisering är viktig att ta fasta på.

I och med den nya kartmiljön är det ofta användaren själv som producerar sin karta efter egna behov. Användaren känner vanligtvis inte till de kartografiska reglerna som används för att skapa kartor. Här kommer dock kartografens stora kunskap inom området väl till pass. Vid framtagandet av mjukvara för presentation av geografisk data är den kartografiska expertisen en tillgång för att leda den oinvigde till en effektiv presentation av önskad data (Kraak, 1998). Figur 2.3 beskriver denna process.



Figur 2.3: Kartografins process för att visualisera geografisk information.

Ett tecken på att visualisering kommer att ha stor betydelse framöver är ICA´s (International Cartographic Association) inrättande av en ny kommission, Kommissionen för visualisering[5]. Syftet är att främja kontakter mellan forskare inom kartografi och forskare inom andra discipliner som arbetar med olika aspekter inom vetenskaplig visualisering (MacEachren och Kraak, 1997).

[5] Författarens översättning, eng. "Commission on Visualization".

2.2 *Landskapet och dess utveckling*

För att kunna åstadkomma en bra och effektiv karta är det viktigt att väl känna till de företeelser som skall förmedlas. Detta avsnitt skall ge en kort introduktion till de processer som verkar i landskapet och som påverkar dess utformning. Huvuddelen av faktan i detta avsnitt kommer från utvalda band av Sveriges Nationalatlas.

2.2.1 Landskapsprocesser

Landskapet kan betecknas som vår fysiska omgivning i vid bemärkelse (Nationalencyklopedin, 1989-96). Landskapet påverkas av en mängd processer som leder till ständig förvandling. En indelning kan göras i naturprocesser och kulturella processer (Sveriges Nationalatlas, 1990-96a).

2.2.1.1 Naturprocesser

Naturprocesser styrs av naturens egna krafter. Vatten, vind, is och temperaturskillnader omformar landskapet.

Geologiska processer inverkar också på landskapet. Kraftiga vulkanutbrott och jordbävningar kan orsaka nya landformer. Genom landhöjningen uppkommer nya landytor. Landsänkningen gör att landytor omformas till havsbotten eller sjöbotten.

Eld förändrar inte jordytans form, mer dess innehåll. Vegetation försvinner och ny växer upp i ett ständigt kretslopp.

2.2.1.2 Kulturella processer

Landskapet påverkas även av kulturella processer, d.v.s. människans inverkan på landskapet. Utnyttjande av landskapets alla resurser har i olika former pågått under människans hela existens. Ingrepp i landskapet som inte bara skapar nya landformer utan också har stor inverkan på den naturliga miljön är t.ex. gruvhål, berg- och jordtäkter, brukandet av jord och skog, dammbyggnader och diverse materialupplag såsom soptippar. Skog har avverkats och jorden har brukats. Vatten har tvingats ta nya vägar på grund av grävda kanaler, diken och fördämningar. Människans teknik och sätt att leva har kommit att bli en både stark och snabbt verkande kraft i utvecklingen av landskapet.

2.2.2 Utvecklingens tidsperspektiv

Tidsperspektivet för landskapets utveckling är mycket varierande. Utmärkande kan sägas att landskapets naturliga förändringar har ett långsamt förlopp som sträcker sig över längre tidsperioder. Vindens och vattnets eroderande inverkan, landhöjningen och floders meandrande är exempel på långsamma förlopp. Ras, skred och eld är dock naturliga processer som uppvisar ett mer påtagligt förlopp. Ras och skred sker ofta snabbt och utan förvarning.

När det gäller människans kulturella påvekan på landskapet sker förändring ofta i en snabbare takt och under kortare tid. Avverkning av skog och brytande av ny jordbruksmark förändrar landskapet snabbt på mycket kort tid. Ett nytt bostadsområde kan växa upp på några år. Människans påverkan ger dock inte alltid direkt synbar förändring. Många av landskapets förändringar uppfattas ibland som naturliga, men kan i själva verket bero på den mänskliga påverkan sedan lång tid tillbaka. Vibrationer från en illa placerad väg eller järnväg kan vid ogynnsamma förhållanden orsaka ras eller skred. Alltför snabb avrinning från markytor, antingen genom dikning eller asfaltering, kan leda till översvämningar av vattendrag som får ta emot för stora mängder vatten.

2.2.3 Utvecklingens karaktär och förmedlande

För att förvalta den stora resurs som vårt landskap utgör är det viktigt att äga kunskap om de processer som gör att landskapet förändras. Landskapsutveckling karakteriseras av att det sker förändringar över tiden. De geografiska företeelserna ändrar läge. Egenskaper tillkommer eller försvinner. Det är inget statiskt landskap vi lever i, utan ett dynamiskt. Hur kan de geografiska företeelserna på ett bra och effektivt sätt förmedlas?

Ett sätt är att använda kartor. För att få en mer översiktlig uppfattning av landskapet är kartan ett bra hjälpmedel. Kartan öppnar upp landskapet och ger en bredare vy. Betraktaren är inte längre bunden till ett visst perspektiv, utan kan fritt utforska kartans innehåll. Kartan är dock, traditionellt sett, en statisk vy över landskapet vid en viss tidpunkt. För att få en känsla av hur landskapet förändras över tiden kan en följd av kartor, dokumenterade vid olika tidpunkter, användas (Sveriges Nationalatlas, 1990-96b).

2.2.4 Befintligt kartmaterial

De kartor som i dag används i Sverige för presentation av landskapsinformation kommer främst från Lantmäteriverket och Sveriges geologiska undersökning (SGU). Lantmäteriverkets kartor ger en bild av hur landskapet ser ut. SGU:s kartor presenterar geologisk information om landskapets förekomster av berg, jord och grundvatten. Dessutom finns en mängd kartor framtagna för olika intressen inom landskapet, t.ex. skogskartor (Sveriges Nationalatlas, 1990-96c).

2.3 *Tidsbegreppet i GIS*

2.3.1 Tid som fjärde kartografisk dimension

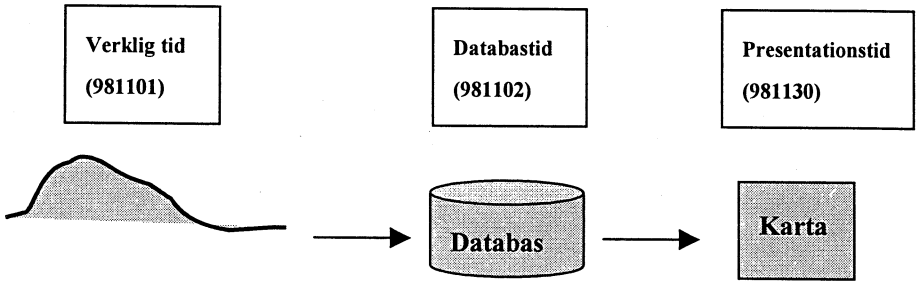
Geografisk information består av tre komponenter: läge, egenskaper och tid (Langran, 1992). Tid kan ses som den fjärde kartografiska dimensionen, där de övriga tre representeras av två dimensioner för planet och en för höjd.

Tidigare har tiden behandlats som ett attribut. Tid har betraktats med utgångspunkt från dess längd eller tidpunkt för uppkomst eller förändring av läge över tiden hos en företeelse. Att representera tid som ett attribut kräver dock inte tid som en egen dimension (MacEachren, 1994).

Att presentera förändring över tiden kräver dock att tid betraktas som en egen dimension. Den dynamiska kartan gör detta möjligt (MacEachren, 1994). Mer om detta i avsnitt 2.5.2 om "Dynamiska kartor".

2.3.2 Definition av olika tidsbegrepp

För att kunna arbeta med temporal data är det relevant att kunna särskilja olika tidpunkter för en händelse. Dessa tidpunkter är när händelsen utspelar sig i verkligheten, när den registreras i en databas och när den presenteras. Den tidpunkt vid vilken en händelse sker i verkligheten betecknas med verklig tid[6]. Tidpunkten när händelsen registreras i en databas kallas databastid[7]. Presentationstid[8] är den tidpunkt vid vilken information om händelsen presenteras för användaren (figur 2.4). Kraak och Ormeling (1996) menar att dessa tre typer av tidpunkter alltid har förekommit inom kartografi, dock inte explicit definierade. De gör en beskrivande jämförelse med den topografiska kartan som skall kompletteras med en nybyggd väg. Verklig tid är tidpunkten när vägen är färdigbyggd. Tidpunkten när vägen registreras i flygfotot som tas över området motsvaras av databastid. Presentationstid är den tidpunkt vid vilken kartan är tryckt.



Figur 2.4 Olika tidpunkter i ett GIS-sammanhang.

[6] Författarens översättning. Kraak och Ormeling (1996) använder "World time".

[7] Författarens översättning. Kraak och Ormeling (1996) använder "Database time".

[8] Författarens översättning. Kraak och Ormeling (1996) använder "Display time".

Tid är ett fenomen som endast kan uppfattas genom dess effekter, antingen genom direkt mätning eller genom synbar förändring. Dessa effekter kan antingen beskrivas med ett linjärt eller cykliskt förlopp. Vilket val av hur tid skall presenteras beror på den process som skall beskrivas.

Kartografer behöver inte ta sig an hur tid skall definieras. Då kartografin har som mål att välja från verkligheten de mest betydelsefulla företeelserna och deras egenskaper, och att presentera dem på ett lämpligt sätt för sin applikation, är huvudsyftet främst att hitta goda presentationer av tidens effekter (Langran, 1992).

2.3.3 Temporalt GIS

Dagens GIS är atemporala system. De behandlar endast läge och egenskaper hos geografiska företeelser vid specifika tidpunkter. Dock har intresset för den geografiska datans temporala komponent avsevärt ökat under senare år. Det är av stort intresse att utforska, analysera och/eller presentera förändringar som sker över tiden. Idag finns det GIS-databaser som ger stöd för att lagra tidsserier istället för som tidigare endast stödja lagring av data för en given tidpunkt. GIS som ger stöd för att lagra data om geografiska företeelser vid fler än en tidpunkt kallas temporala GIS.

Hur ett temporalt GIS konceptuellt byggs upp kommer inte att behandlas inom ramen för detta examensarbete. En sådan modell beskrivs i Langran (1992).

2.4 *Den kartografiska processen*

Kartografi är en vetenskap – vetenskapen om kartor. Kartografi har som mål att representera och presentera den verklighet vi lever i. Kraak och Ormeling (1996) ser kartografi som "förmedlandet av geografisk information med hjälp av kartor"[9].

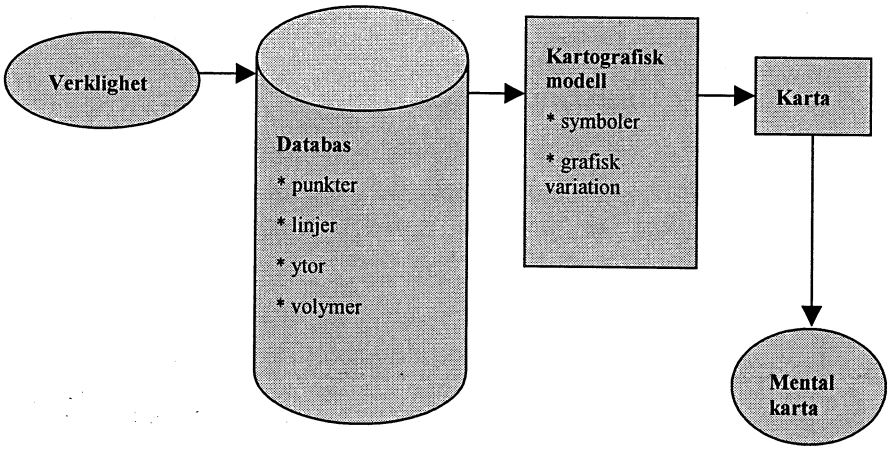
Geografisk information är tolkad geografisk data. Kartografen tolkar geografisk data och presenterar den geografiska informationen i t.ex. en karta. Relationen och definitioner mellan verklighet och geografiska data beskrivs i figur 2.5.

<table>
<tr><th colspan="3">Verklighet</th><th colspan="3">Geografiska data</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Företeelser
har egenskaper:</td><td colspan="2">Förekomster</td><td rowspan="2">Objekttyper
beskrivs av:</td><td colspan="2">Objekt</td></tr>
<tr><td>Övriga egenskaper</td><td>Läge, storlek, form</td><td>Attribut</td><td>Geometri</td></tr>
</table>

Figur 2.5 Relation mellan verklighet och geografiska data. (efter Lantmäteriverket, 1994a, s. 7)

Kartografi inbegriper en rad arbetsmoment för att nå fram till det slutgiltiga målet, en karta som fyller sitt syfte. Kraak och Ormeling (1996) beskriver i figur 2.6 den kartografiska processen, d.v.s. den geografiska datans väg från verkligheten till den individuella karta vi själva skapar i vårt medvetande. Data över geografiska företeelser samlas in och lagras. Datan ligger endast lagrad som punkter, linjer, ytor eller volymer med sina egenskaper och saknar i detta läge information om hur den skall presenteras. Nästa steg är att skapa en kartografisk modell. Den innehåller riktlinjer för hur den geografiska datan skall presenteras. Utifrån dessa riktlinjer skapas kartan, den färdiga produkten. Av denna karta skapar vi en individuell bild, vår mentala karta, av hur verkligheten ser ut. Den mentala kartan bör, så väl som möjligt, stämma överens med verkligheten och kartografens intentioner (Kraak och Ormeling, 1996).

[9] Författarens översättning. Kraak och Ormeling (1996) skriver "the conveying of spatial information by means of maps"



Figur 2.6 Den geografiska datans väg från verklighet till vår individuella mentala karta. (efter Kraak och Ormeling, 1996, s. 5)

Processen har samma förlopp vare sig geografisk data lagras i analog eller i digital form. Riktlinjer för den kartografiska modellen i ett GIS bygger på den kartografiska modell som är framtagen i det analoga fallet. Informationen har endast bytt medium. Den traditionella papperskartan kan nu framställas digitalt. För att skapa visualisering i GIS utnyttjas den traditionella kartografiska kunskapen.

Nedan kommer att redogöras för hur en kartografisk modell tas fram. Det är metoden för att skapa en traditionell kartografisk modell som redovisas.

2.4.1 Den kartografiska modellen

Den kartografiska modellen innehåller beskrivningen av hur den geografiska datan skall presenteras i kartan. Detta innebär val av grafiska symboler och deras egenskaper vad gäller form, storlek, färg och mönster. Målet är att den geografiska datan, med hjälp av dessa grafiska symboler, skall presenteras på ett sätt som beskriver verkligheten i linje med kartans syfte.

För att välja rätt presentation är det viktigt att väl känna den data som skall presenteras. Innan val av grafiska symboler kan ske är det nödvändigt att bestämma:

1. Vilken dimension varje företeelse som skall presenteras har (0D, 1D, 2D, 3D).
2. Vilken mätskala som attributens värden skall mätas efter.

Alla geografiska företeelser kan kartläggas med hjälp av en kombination av dessa två aspekter (Robinson m.fl., 1995). Med utgångspunkt i dimension och mätskala väljs lämpliga grafiska symboler och deras utseende.

2.4.2 Dimension

De geografiska företeelser som skall representeras i en databas, och sedan presenteras i en karta, har en dimension i rummet. Data som samlas in och

lagras som geografiska företeelser relaterar till punkter (0D), linjer (1D), ytor (2D) eller volymer (3D) (Kraak och Ormeling, 1996).

2.4.3 Mätskala

För att kartografiskt kunna presentera geografisk data är det nödvändigt att skilja de olika företeelserna åt. Det är möjligt med hjälp av det geografiska läget och övriga egenskaper. Det geografiska läget särskiljer företeelser effektivt, men är inte alltid fullt tillräckligt. Att använda övriga egenskaper kan också bli nödvändigt. För att beskriva övriga egenskaper hos en geografisk företeelse används en metod som innebär att objektets attribut delas in efter vilken mätskala de förväntas tillhöra (Robinson m.fl., 1995). En mätskala är en skala utefter vilken attributens värden mäts. De fyra förekommande mätskalorna beskrivs nedan efter definitioner tagna ur Robinson m.fl. (1995), Kraak och Ormeling (1996) och Allmänna standardiseringsgruppen (1996).

1. Nominalskala

   Inget attributvärde framstår som viktigare än något annat, d.v.s. ingen inbördes ordning gäller. Exempel på en nominalskala är indelning av skog i lövskog, barrskog och blandskog.

2. Ordinalskala

   Det går att på ett sätt ordna attributvärdena efter varandra i förhållande till deras betydelse eller intensitet. Rankningen sker endast från högst till lägst utan att ange någon numerisk skillnad. Exempel på en ordinalskala är indelningen av orter i liten, medelstor och stor ort. Kategoriseringen utsäger endast att en viss ort är större eller mindre än någon annan ort. Däremot sägs ingenting om hur stor denna skillnad är numeriskt.

3. Intervallskala

   Attributvärdena särskiljs inte bara efter den typ de tillhör eller deras inbördes ordning, utan här används en enhet med vars hjälp skillnader kan uttryckas numeriskt. Skalan utgår från ett godtyckligt valt nollvärde. Detta nollvärde säger inget om egenskapens faktiska existens. Exempel på en intervallskala är Celsius temperaturskala.

4. Kvotskala

   Till skillnad från intervallskalan utgår kvotskalan från ett sant nollvärde. Att nollvärdet är sant innebär att värdet noll motsvarar att egenskapen inte existerar. Exempel på en kvotskala är den vanliga längdmätningsskalan.

Mätskalorna uppvisar en ökning av detaljnivån, från nominalskalan till kvotskalan, i beskrivningen av egenskaper. Beskrivningen är enkelriktad. Det går inte att beskriva en egenskap som naturligt befinner sig på nominalskalan, med hjälp av någon av de övriga skalorna. Däremot är det möjligt att beskriva en egenskap med en skala på en lägre detaljnivå än vad egenskapen naturligt beskrivs med. Till exempel kan en egenskap som naturligt beskrivs med en intervallskala även beskrivas antingen med en

nominalskala eller en ordinalskala, dock inte med en kvotskala (Robinson m.fl., 1995).

2.4.4 Symbolisering

Data som skall presenteras relaterar alltid till en företeelse i verkligheten (Kraak och Ormeling, 1996). Företeelsen presenteras med en grafisk symbol i kartan. Inom kartografin används punkt, linje, yta och volym som grafiska symboler för att presentera läget och övriga egenskaper hos geografiska företeelser. Dimensionen hos den grafiska symbolen motsvarar den geografiska företeelsens naturliga dimension i aktuell skala, d.v.s. företeelser relaterade till punkter presenteras med punkter, företeelser relaterade till ytor presenteras med ytor och så vidare. Beroende av val av skala kan den geografiska företeelsens naturliga dimension variera. Som exempel kan nämnas en stad som presenteras med en yta i en karta med stor skala men som i en karta med mindre skala kan presenteras med en punkt.

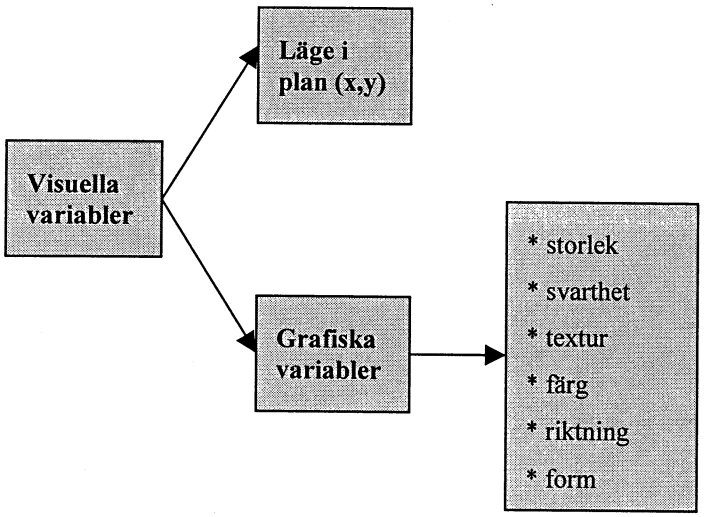
Det räcker oftast inte att särskilja företeelser endast med hjälp av grafiska symboler. Dock erbjuder de olika grafiska symbolerna ovan en omfattande möjlighet till variation. Dessa variationsmöjligheter beskrivs i nästa avsnitt.

2.4.5 Grafisk variation

För att kunna särskilja symboler av samma typ som presenterar olika företeelser och deras egenskaper i verkligheten måste symbolerna låtas variera. Detta kan framkallas genom att symbolerna varieras i form, storlek, riktning, textur och färg (kulörton, kulörthet, svarthet).

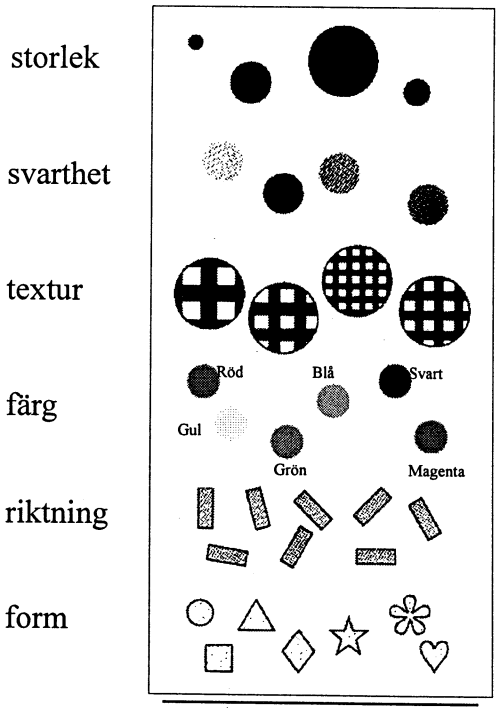
Färg beskrivs här med sina tre egenskaper: kulörton, kulörthet och svarthet. Denna beskrivning härrör från det naturliga färgsystemet, NCS (Natural Color System). Det är ett system som är framtaget av svenska färgforskare. Systemet bygger på människans uppfattning av färg, d.v.s. färgerna är ordnade efter hur människan uppfattar att de är besläktade. Kulörtonen anger om färgen i sin mättade form är t. ex. gul, röd eller blå. Kulörtheten anger vilken mättnadsgrad färgen anges i, d.v.s. hur mycket gult den gula färgen innehåller. Svartheten anger hur mycket svart färgen innehåller (Lantmäteriverket, 1994b).

Bertin anses vara den förste som formellt presenterade ett sätt att ange de grafiska symbolernas variationsmöjligheter (MacEachren, 1995). I sitt verk "Semiology of Graphics" använder Bertin begreppet visuella variabler för att beskriva dessa variationsmöjligheter. Till de visuella variablerna räknas dels det geografiska läget i planet, dels de grafiska variablerna storlek, svarthet, textur, färg, riktning och form (figur 2.7).



Figur 2.7 Bertins visuella variabler

Figur 2.8 visar hur de grafiska variablerna är definierade och hur de kan låtas variera, på en punktsymbol.



Figur 2.8 De grafiska variablerna, med avseende på en punktsymbol (efter Kraak och Ormeling, 1996, Plate 1).

Bertin (1983) redogör för betydelsen och användningen för varje visuell variabel. Det uppstår en relation mellan de visuella variablerna och de mätskalor som tidigare har beskrivits. Tabell 2.1 visar denna relation (Kraak och Ormeling, 1996). Med hjälp av denna tabell kan kartframställaren välja de variabler som bäst beskriver företeelsens egenskaper. Att arbeta med grafiska variabler är ett väl inarbetat tillvägagångssätt inom kartografi. Det är av stor betydelse att de grafiska variablerna används på rätt sätt för att skapa en karta som fyller sitt syfte.

Mätskala / **Visuella variabler**	Nominal	Ordinal	Intervall	Kvot
Läge i plan (x,y)	x	x	x	x
Storlek		x	x	x
Färg (svarthet)		x	x	
Textur		x	x	
Färg (kulörton)	x			
Färg (kulörthet)		x	x	
Orientering	x			
Form	x			

Tabell 2.1 Relation mellan visuella variabler och mätskalor (efter Kraak och Ormeling, 1996, s. 125).

Den kartografiska modellen går ut på att skapa grafiska symboler vars egenskaper, med hjälp av de visuella variablerna, beskriver den geografiska verkligheten så bra som möjligt.

De visuella variablerna bygger upp statiska kartor. Bertin (1983) ser rörelse som en överväldigande variabel. Den dominerar kartan på sådant sätt att innebörden av övriga variabler är svåra att förstå. Därför exkluderar han rörelse från sin definition av visuella variabler.

Nästa avsnitt beskriver hur tid, och därmed rörelse och förändring, kan presenteras i kartan.

2.5 *Visualisera dynamiska processer i kartan*

Att kunna presentera tid i kartan är av stort intresse inom GIS. Landskapet präglas av en mängd dynamiska processer. Att kunna presentera dessa processer i sin helhet underlättas av att även tiden får sin plats i kartan. Dagens kartor bygger på att tiden hålls fix. Kartan är en ögonblicksbild av den geografiska datan vid en viss tidpunkt. Genom att varken betrakta tid, läge eller några av de övriga egenskaperna som fixa, ställs det krav på andra sätt att visualisera data (Langran, 1992). Dynamiska kartor blir effektivare än statiska kartor då det gäller att visa förändring av geografiska data över tiden (Kraak och Ormeling, 1996). Statiska kartor är dock inte helt oanvändbara för att visa på tidens inverkan.

Nedan tas några av de tekniker upp som används för att koppla tid till kartan. En uppdelning görs i statiska och dynamiska kartor.

2.5.1 Statiska kartor

Några tekniker utgår från den enskilda statiska kartan. Här kan tidens gång inte presenteras direkt, utan måste simuleras på något sätt (Köbben och Yaman, 1995). Sådana tekniker är kartor med isolinjer, förändringskartor och kartor med symboler, t.ex. pilar, som anger riktning och ibland även ett visst flöde (Monmonier, 1990).

Att använda kartor med isolinjer visar läget hos en dynamisk process vid olika tidpunkter. I Sverige är kanske den mest kända användningen av kartor med isolinjer de kartor som visar Högsta kusten-linjer för olika tidpunkter och därmed visar hur landhöjningen har framskridit.

Förändringskartor visar den totala förändringen över en tidsperiod relativt begynnelsevärdet. På så sätt fås en bild över hur snabbt förändringar sker i ett område samt i förhållande till andra områden.

Den tredje typen av karta arbetar mer med symboler och de grafiska variabler som kan användas för att variera dessa symboler, för att uttrycka riktning, hastighet och typ av förändring. Exempel på en sådan karta är flödeskartan. Det är en förenklad tematisk karta där attributens värden uttrycks med hjälp av pilformade symboler eller linjer med olika tjocklek som visar riktning och storlek på flöden. En flödeskarta kan t.ex. visa in- och utflyttning mellan län (Allmänna standardiseringsgruppen, 1996).

En metod att ge betraktaren intrycket av att tid passerar, är att studera förändring över tid i ett antal kartor över ett område från olika tidpunkter. De enskilda kartorna uttrycker i sig ingen förändring, utan anger endast tillståndet hos en process vid en viss tidpunkt. Det ligger hos betraktaren att jämföra de olika tillstånden och se förändring (Monmonier, 1990).

Kraak och Ormeling (1996) säger att förändring visuellt kan presenteras i en karta. De ger dock inga konkreta exempel, men påpekar att dessa typer av kartor tenderar att bli mycket komplexa. För att förstå den dynamiska processen från en sådan typ av karta ställs det stora krav på både framställaren och användaren av kartan.

2.5.2 Dynamiska kartor

Även om det finns möjlighet att beskriva en dynamisk process med hjälp av en eller flera statiska kartor kan det verka mer naturligt att använda sig av dynamiska kartor. Det innebär att på något sätt få kartans innehåll att röra sig eller förändras under inverkan av tidens gång. Det är först nu som relativt billig och kraftfull datateknik öppnar möjligheterna att gå från statiska till dynamiska kartor.

En teknik som används för att skapa dynamiska kartor är animation. Kraak och Ormeling (1996) definerar animation som "en process där design och produktion av bilder föreslår rörelse". Den animationsteknik som används inom kartografisk animation är bildsekvenser. Varje bild skapas separat och kombineras slutligen till en sekvens. För att antyda kontinuerlig rörelse krävs mellan 24 till 30 bilder per sekund. I animation föreligger det en direkt koppling mellan de enskilda bilderna och presentationstiden. Presentationstid motsvaras av den tidpunkt vid vilken användaren ser bilderna (Kraak och Ormeling, 1996).

Monmonier (1990) nämner två tekniker som han sedan beskriver, förfinar och kombinerar. Dessa är interaktion och animation. Metoden med interaktion innebär att den temporala datan kopplas till en tidskontroll, på vilken man sedan kan förflytta sig i tiden. Förändringar i kartan sker antingen diskret eller kontinuerligt i takt med förflyttning på tidskontrollen. Animation är i sitt grundutförande en filmsekvens som saknar möjlighet till interaktion. När animation och interaktion kombineras är det möjligt att styra animationens förlopp.

Kraak och Ormeling (1996) är av samma åsikt, men uttrycker sig något annorlunda. De menar att animation används för att skapa dynamiska kartor. Interaktion är sedan en viktig del av den dynamiska kartan. Interaktion används för att tillåta användaren att styra animationens förlopp, pausa, visa framåt eller bakåt i tiden, visa förloppet snabbt eller långsamt. Utan möjlighet till interaktion tillför animationen inte mycket mer än vad ett par statiska kartor placerade bredvid varandra gör. Kraak och Ormeling (1996) ser att animation kan användas både för temporal och atemporal data. De gör således en uppdelning i temporal respektive atemporal animation.

Temporal animation:

> Temporal animation används på data där ett temporalt förhållande existerar. Det innebär att den geografiska datan finns lagrad för olika tidpunkter. Det föreligger en direkt koppling mellan presentationstid och verklig tid, d.v.s. en förändring av presentationen representerar en motsvarande förändring i verkligheten. Temporal animation presenterar förändringar i den geografiska datans läges- och/eller egenskapskomponent.

Atemporal animation:

> I den atemporala animationen existerar inget temporalt förhållande i den geografiska datan. Det förekommer ingen koppling mellan presentationstid och verklig tid. Denna typ av animation används inte för att visa förändring utan för att visa rumsliga relationer eller för att

klargöra geometriska egenskaper eller attributens egenskaper. Detta kan göras genom en successiv uppbyggnad av kartan, att egenskaper som skall locka uppmärksamhet blinkar eller att byta representationsmetod för den geografiska datan.

I takt med utvecklingen inom datatekniken och ökade behov av att visa på förändringar över tiden har arbete pågått för att ge de visuella variablerna möjlighet att även visualisera förändring över tiden på ett dynamiskt sätt. Detta arbete har resulterat i att Bertins visuella variabler har utökats med sex dynamiska variablerna. Dessa är enligt MacEachren (1995): varaktighet, förändringshastighet, ordning, presentationsdatum, frekvens och synkronisering[10].

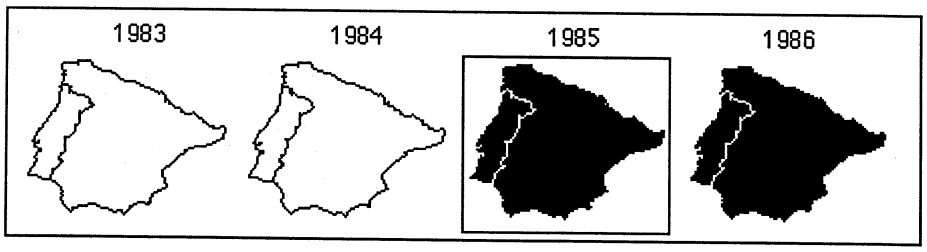
De enskilda bilderna i animationen framställs genom att använda Bertin's visuella variabler. För att styra animationen, såväl den temporala som den atemporala animationen, d.v.s. hur bilderna skall presenteras i förhållande till varandra, används de dynamiska variablerna.

De dynamiska variablernas användning i temporal animation presenteras nedan.

2.5.2.1 Dynamiska variabler

De dynamiska variablerna anger hur bilderna i en animation skall styras för att användaren skall uppfatta en trend eller en dynamisk process. Här beskrivs de dynamiska variablerna utifrån en temporal animation. Följande definitioner är hämtade från MacEachren (1995) och Kraak och Ormeling (1996). Tillhörande figurer kommer främst från Köbben och Yaman (1995).

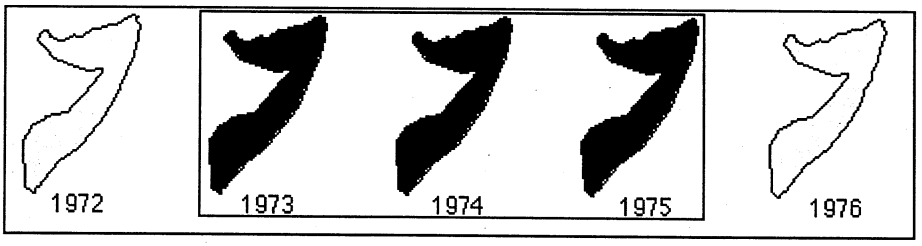
Presentationsdatum: Tidpunkten då en förändring i presentationen initieras. Figur 2.9 visar hur presentationstid fungerar i en temporal animation. Sekvensen visar en dynamisk process början och fortskridande, i detta fall tidpunkten för Spaniens och Portugals inträde i EU och dess fortsatta medlemskap. För att markera inträdesåret ändras färg i presentationen på länderna. Förändringen är direkt kopplad till verklig tid. Presentationen förändras inte förrän något av eller båda länderna utträder ur EU.



Figur 2.9 Den dynamiska variabeln presentationstid i temporal animation. Presentationen förändras för tidpunkten när Spanien och Portugal inträder i EU (Köbben och Yaman, 1995).

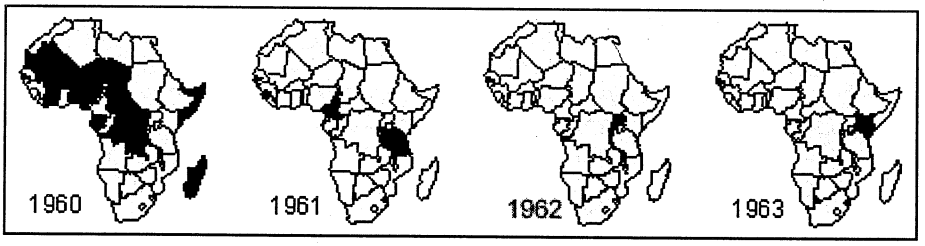
[10] Författarens översättning. MacEachren (1995) använder "duration", "rate of change", "order", "display date", "frequency" resp. "synchronization".

Varaktighet: Tidsintervallet mellan två identifierbara tillstånd, d.v.s. hur lång tid som passerar under det att ingenting förändras i presentationen. Som ett exempel kan nämnas en kommuns politiska färg under en tidsperiod. En följd av bilder utan förändring kallas scen. Figur 2.10 visar under hur lång tid ett område, i det här fallet Somalia, kan beskrivas med en viss egenskap.



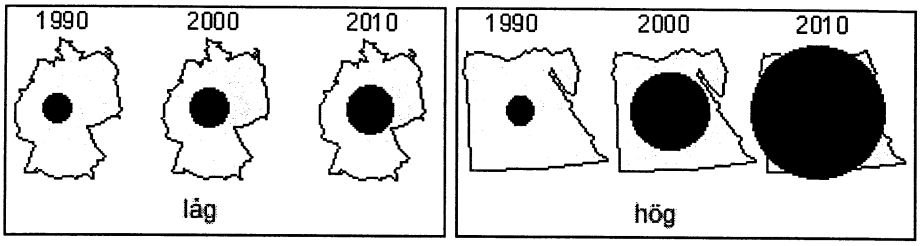
Figur 2.10 Den dynamiska variabeln varaktighet i temporal animation. Egenskapen är oförändrad under en viss tid, d.v.s. presentationen förändras inte. Området visar Somalia (Köbben och Yaman, 1995).

Ordning: I vilken följd bilder eller scener presenteras. Tid är naturligt ordnad. Ordningen i den temporala animationen är därför på förhand given. Den är kronologisk. Figur 2.11 visar vilket år länder i Afrika får självständighet. Kartorna visas i kronologisk ordning.



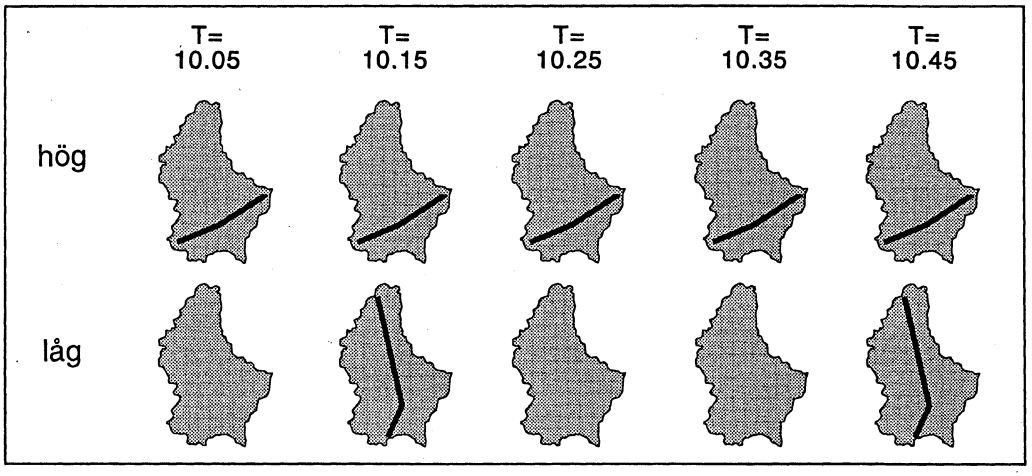
Figur 2.11 Den dynamiska variabeln ordning i temporal animation. Presentationen är kronologisk och visar vilket år länder i Afrika får självständighet (Köbben och Yaman, 1995).

Förändringshastighet: Skillnad i förändring per tidsenhet för varje sekvens av bilder eller scener. Förändring kan ske både av läge eller attributvärde. Hastigheten kan vara konstant eller variera. Då ingen förändring sker är hastigheten noll. Förändringshastighet kan beskrivas som *m/d* där *m* beskriver förändringens omfattning och *d* anger varaktigheten hos varje bild eller scen. Figur 2.12 visar låg respektive hög förändringshastighet av någon egenskap i den geografiska datan. Området där egenskapen har låg förändringshastighet motsvaras av Tyskland och området där förändringshastigheten är hög motsvaras av Egypten.



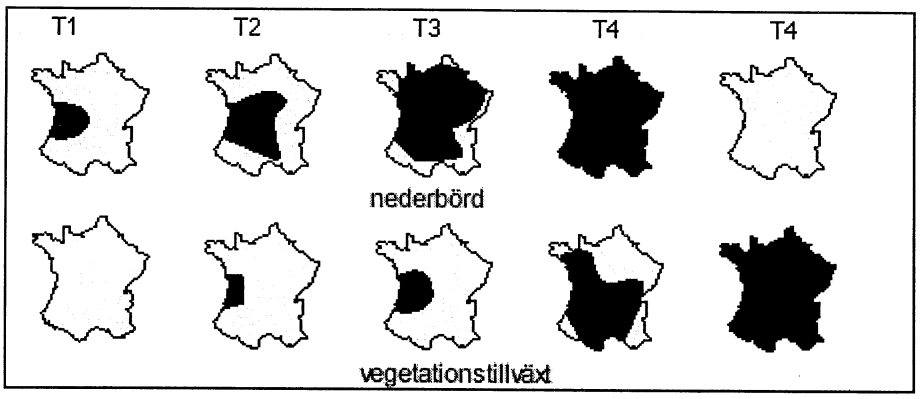
Figur 2.12 Den dynamiska variabeln förändringshastighet i temporal animation. Förändringshastigheten för en viss geografisk egenskap är lägre i Tyskland än i Egypten (efter Köbben och Yaman, 1995).

Frekvens: Antalet identifierbara tillstånd per tidsenhet. Frekvens är kopplat till varaktighet. De båda dynamiska variablerna kan uttryckas i varandra. De betraktas ändå som enskilda dynamiska variabler, eftersom människan upplever dem som sådana. Figur 2.13 visar frekvensen hos två trafikerade tåglinjer i Luxemburg. Tåglinjen i väst-östlig riktning trafikeras var 10:e minut medan tåglinjen i syd-nordlig riktning trafikeras var 30:e minut. Tåglinjerna visar i jämförelse med varandra på hög respektive låg frekvens.



Figur 2.13 Den dynamiska variabeln frekvens i temporal animation. Visar frekvensen hos två trafikerade tåglinjer i Luxemburg. (efter Kraak och Ormeling, 1996).

Synkronisering: Två eller flera tidsserier är relaterade till varandra. Det finns ett förhållande mellan de olika tidsserierna. Detta är en dynamisk variabel som endast kan användas på temporal data. Figur 2.14 visar hur nederbörd och tillväxt av viss vegetation relaterar till varandra över ett område motsvarande Frankrike.



Figur 2.14 Den dynamiska variabeln synkronisering i atemporal animation. Tidsserierna avseende nederbörd och vegetationstillväxt i Frankrike kan sägas vara synkroniserade, d.v.s. vara relaterade till varandra (efter Köbben och Yaman, 1995).

På samma sätt som i fallet med de visuella variablerna uppstår det en relation mellan de dynamiska variablerna och de mätskalor som tidigare har beskrivits. Tabell 2.2 (efter MacEachren, 1995) visar denna relation. Med hjälp av denna tabell kan framställaren av den dynamiska kartan välja de variabler som bäst beskriver den dynamiska process som skall presenteras.

Mätskala / Dynamiska variabler	Nominal	Ordinal	Intervall	Kvot
Presentationstid	x	(x)		
Varaktighet		x	x	x
Ordning		x		
Förändringshastighet	(x)	x	x	x
Frekvens	(x)	x	(x)	
Synkronisering	x			

Tabell 2.2 Relation mellan dynamiska variabler och mätstorheter (efter MacEachren, 1995, s. 288). Markering inom parentes visar att relationen är svag och därmed att variabeln är mindre effektiv.

3. Förutsättningar

Inom ramen för detta examensarbete ingår framtagande av en GIS-applikation. Applikationen skall behandla skoglig data och tas fram i samarbete med Skogsvårdsstyrelsen (SVS) i Umeå. Samarbetet uppkom i och med ett projekt inom EU:s miljöfond LIFE. Nedan ges en introduktion till det aktuella LIFE-projektet samt till de förutsättningar som är aktuella vad gäller syfte med och krav på GIS-applikationen, tillgängliga data och verktyg.

3.1 LIFE-projektet i Vindelns kommun

LIFE är EU:s miljöfond med syfte att bidraga till utvecklingen och genomförandet av EU:s miljöpolitik.

Skogsstyrelsen i Sverige och Skogsbrukets Utvecklingscentral i Finland samarbetar i ett EU-projekt som heter "Uthålligt skogsbruk byggt på landskapsanalys i lokal samverkan". Syftet är att hitta former för samverkan och att göra landskapsanalyser utifrån olika förutsättningar och krav för ett uthålligt nyttjande av den skogliga naturresursen. I Sverige finns tre delprojekt som motsvarar tre provområden: Linderösåsen, Kolmården och Vindelns kommun. Skogsvårdsstyrelsen i Umeå samordnar arbetet med LIFE-projektet i Vindelns kommun. Det är data från ett referensområde inom Vindelns kommun som blivit aktuellt för GIS-applikationen.

Hela Vindelns kommun omfattar 265 000 ha. Strycksele är ett område i kommunen på cirka 18 000 ha som utsetts till referensområde. Här finns konfliktområden som berör rennäring, privat skogsskötsel, naturvård och bolagsskogsbruk. Marken omfattar privat skogsmark (cirka 2 000 ha) och bolagsskogsmark som ägs av Assidomän (cirka 8 500 ha), SCA (cirka 6 000 ha) samt MoDo (850 ha). Rennäringen är mycket intresserad av området eftersom ett av deras kärnområden för vinterbete finns där. För skogsbrukets del så är det stora områden som är rena tallmarker med fin sågtimmerkvalitet.

Det slutliga målet för LIFE-projektet i Vindelns kommun är att kunna presentera scenarier som visar hur landskapet förändras när olika intressenter funnit gemensamma lösningar för markutnyttjandet (Skogsvårdsstyrelsen, 1998).

3.2 Syfte med GIS-applikationen

För att underlätta för samråd och samverkan mellan olika intressenter, när det gäller ett uthålligt nyttjande av den skogliga resursen, vill SVS prova nya metoder. Den GIS-applikation som tas fram inom examensarbetet kan vara en sådan metod. GIS-applikationen har tre huvudsyften.

1. Ge möjlighet att i kartform visa olika scenarier gällande olika intressegrupper. Dessa intressegrupper är skogsbruk (privat och bolag), rennäring och naturvård.

2. Visa skogsresurens utveckling över tid.
3. Möjlighet att presentera kartan i 3D.

Att från kartan i 2D växla till en presentation i 3D och även få möjlighet att fritt röra sig i denna 3D-miljö, tror SVS kan underlätta samverkan och samråd mellan de olika intressegrupperna.

Den version av GIS-applikationen som arbetades fram inom ramen för examensarbetet skall ses som en demonstrator för ny teknik att visualisera skogsdata inom LIFE-projektet i Vindelns kommun. Applikationen fungerar såtillvida som underlag för vidare diskussioner om fortsatt utveckling.

3.3 *Riktlinjer för GIS-applikationen*

Skogsvårdsstyrelsen i Umeå drog upp följande riktlinjer för GIS-applikationen.

- GIS-applikationen skall behandla skoglig data med avseende på följande intressegrupper: skogsbruk (privat och bolag), rennäring och naturvård.
- GIS-applikationen skall presentera data relevant för respektive intressegrupp. För varje intressegrupp presenteras en karta.
- Det skall vara möjligt att presentera kartan i en 3D-vy.
- Det skall vara möjligt att fritt röra sig både i kartan och i 3D-vyn.
- Om möjligt, skall kartan i 3D-vyn kompletteras med höjd som representerar en egenskap, förslagsvis trädhöjd.
- För att visualisera den skogliga resursens utveckling över tiden skall det vara möjligt att röra sig fram och tillbaka i tiden.

GIS-applikationen är endast tänkt som ett presentationsverktyg för skoglig data.

3.4 *Tillgängligt datamaterial*

Samarbetet med Skogsvårdsstyrelsen i Umeå innebar att författaren fick tillgång till digitalt datamaterial inom referensområdet Strycksele, stöd när det gällde frågor som uppstod kring materialet samt riktlinjer för GIS-applikationen. Det material som ställdes till förfogande av Skogsvårdsstyrelsen i Umeå framgår av bilaga B.

Inom LIFE-projektet i Vindelns kommun är det tänkt att den skogliga datan som skall användas skall vara samlat i en gemensam databas och omfatta skogsbruk såväl i privat form som i bolagsform. Databasen skall även innehålla en tidsserie för de attribut som förändras över tiden. Tidsserien genereras av en prognosmodell framtagen av SLU (Sveriges Lantbruksuniversitet). Tanken är att varje attribut i databasen som påverkas av tiden skall kompletteras med ytterligare kolumner för respektive prognosticerad tidpunkt.

Sammanställning av det skogliga materialet samt prognosticering av detsamma skall utföras av SLU i Umeå. Författaren fick inte tillgång till

detta material eftersom det inte hann att sammanställas fullständigt inom tidsramen för detta examensarbete.

För att ändå kunna testa någon av de tekniker för visualisering av förändring över tiden på den skogliga datan, skapade författaren på egen hand data som motsvarar en tidsserie.

3.5 *Tillgängliga verktyg*

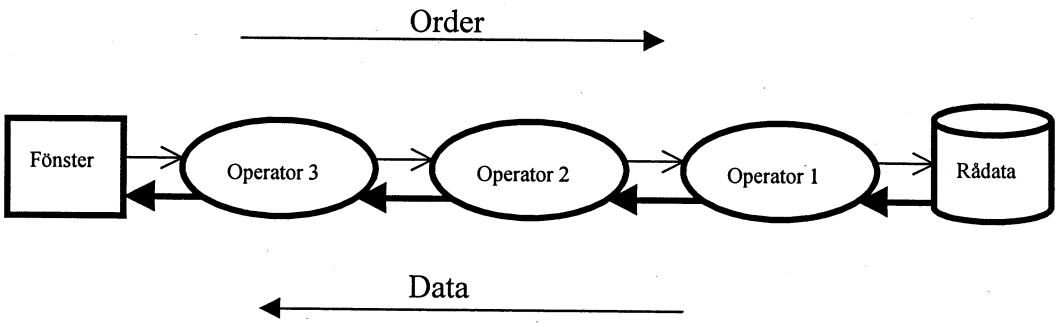
Avsnittet innehåller en kort beskrivning av respektive verktyg som användes för presentationen av den skogliga datan i kartform samt för framtagandet av GIS-applikationen.

3.5.1 SpatialAce™

Carmenta:s kartverktyg SpatialAce™ användes för att presentera tillgängligt datamaterial från SVS.

SpacialAce™ är ett generellt, konfigurerbart verktyg för presentation av kartor, bearbetning av geografisk information och interaktion mot geografiska objekt i såväl två som tre dimensioner. Verktyget är i första hand konstruerat för att byggas in i andra tillämpningar så att karthanteringen blir en integrerad del av tillämpningen.

SpacialAce™ bygger på en flödesmodell (figur 3.1). In strömmar rådata som stegvis bearbetas till en form som slutligen presenteras. Orderflödet är det motsatta. När en presentation av geografiska data begärs skickas en order från vänster till höger. Därefter returneras data från höger till vänster.



Figur 3.1 Flödesmodell i SpatialAce™ (efter Persson, 1998).

Rådata behöver inte ligga samlad i en och samma databas. SpatialAce™ kan bearbeta data som ligger på olika ställen på disken. Data behöver inte förekomma i något speciellt format. SpatialAce™ klarar att läsa data som förekommer i olika filformat utan konvertering.

Ett operatorsteg bearbetar data på ett definierat sätt, t.ex. vilken data som skall läsas eller hur data skall färgläggas. Flera operatorsteg kan följa på varandra.

Slutligen visualiseras den geografiska informationen i ett kartfönster.

I SpatialAce™ saknar den geografiska datan, rådatan, utseende. Rådata lagrar endast geometri och eventuella attribut för de objekt som modellerar verkligheten. Hur objekten skall visualiseras genereras vid presentationen utifrån objektens attribut.

Hur geografiska data skall visualiseras anges i en konfigurationsfil. Den kan sägas innehålla en översättning mellan attributen som önskas visualiseras och de parametrar som beskriver hur de skall visualiseras. Visualiserings-parametrar som kan sättas är t.ex. färgval, linjebredd, symbol och mönster.

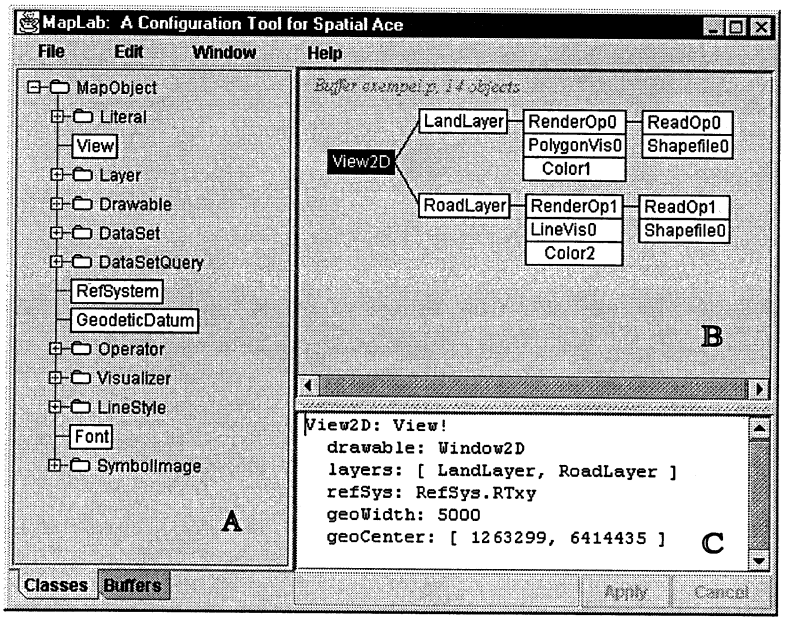
Att inte lagra hur geografiska data skall visualiseras ger möjligheter att presentera samma data på många olika sätt.

När SpatialAce™ är integrerad i en tillämpning är det normala arbetssättet att läsa en konfigurationsfil vid uppstart och sedan endast skicka kommandon från tillämpningen då presentationen skall ändras eller data modifieras.

3.5.2 MapLab

MapLab är ett visuellt programmeringsverktyg för att framställa den konfigurationsfil som styr visualiseringen av geografisk data i SpatialAce™. MapLab (figur 3.2) visar en visuell modell över konfigurationens dataflöde (Moen, 1998).

Verktyget bygger till stor del på "drag and drop"-teknik. De objekt som skall bygga upp flödesmodellen "dras" från klassbiblioteket (A) i vänstra fönstret och "släpps" sedan i övre högra fönstret (B). I det undre högra fönstret (C) presenteras den för objekten bakomliggande koden. Här görs även de parameterval, t.ex. färgval, som gäller för aktuell visualisering. Koden är angiven i ett för SpatialAce™ eget scriptspråk som kallas Pilsner. Scriptspråket anger vilka operationer som SpatialAce™ skall utföra.



Figur 3.2 Flödesmodell för en konfigurationsfil i MapLab (efter Moen, 1998).

3.5.3 ArcExplorer

I ett första skede undersöktes data visuellt i ESRI´s ArcExplorer.

ArcExplorer är ett presentationsverktyg för geografiska data från ESRI. Verktyget kan fritt tas hem från ESRI´s hemsida och användas. För mer information om verktyget, se ESRI´s hemsida (ESRI, 1998).

3.5.4 Microsofts program

Kalkylprogrammet Excel och databasprogrammet Access användes för att undersöka och till viss del manipulera och lägga till data.

Microsofts utvecklingsmiljö Visual Basic användes för att bygga det användargränssnitt som tillsammans med kartan utgör GIS-applikationen.

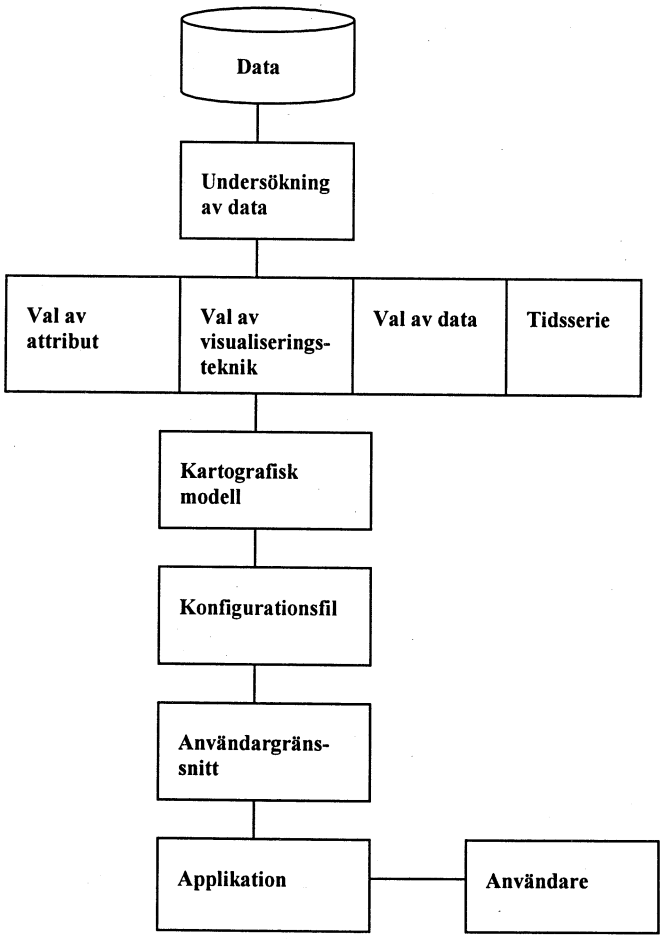
4. Praktisk studie

Den praktiska studien beskriver arbetet kring framtagandet av GIS-applikationen. Avsnittet är indelat enligt arbetsbeskrivningen (figur 4.1), där varje steg behandlas i ett underavsnitt.

GIS-applikationen omfattar presentation av den skogliga resursen och dess utveckling när det gäller intressegruppen för skogsbruk. Att endast denna intressegrupp valdes för den slutliga presentationen var för att tidsmässigt hinna med inom ramen för examensarbetet.

GIS-applikationen byggs helt från grunden. Den blir på så vis helt anpassad efter de behov som finns och de riktlinjer som angivits.

Huvudsakligen har GIS-applikationen följande funktionalitet. En karta presenteras i 2D som speglar skogsbrukets intressen. Denna karta kan även presenteras i en 3D-vy. För att visa på skogsresursens utveckling över tiden kan kartan presenteras i en tidsserie. Det innebär att för varje ny tidpunkt presenteras dels en ny karta i 2D och dels en ny vy i 3D.



Figur 4.1 Arbetsbeskrivning för praktisk studie.

4.1 *Undersökning av data*

Det material som finns tillgängligt redovisas i bilaga B.

Data har sitt ursprung hos olika ägare och ligger därför inte samlat i en och samma databas.

Data förekommer främst i shape-format, det filformat som produkter från ESRI, t.ex. ArcView, arbetar med. Till varje shapefil finns en databasfil (dbf-fil). Databasfilen utgörs av en tabell med en kolumn för varje attribut som beskriver verkligheten samt ett antal poster motsvarande registrerade objekt. Tabellen kan undersökas i MS Excel och MS Access.

Både i Excel och Access framgår vilka attribut som respektive datafil innehåller. I Excel kan tabeller över attributvärdenas fördelning tas fram. På så sätt kan gränserna för respektive attributs värdefördelning kontrolleras. I Access framgår dessutom med vilken datatyp attributen är lagrade. Det är en viktig uppgift då det kan vara avgörande för de kriterier som sätts upp senare i och med presentationen av data.

För att visuellt undersöka hur data ser ut användes till en början ArcExplorer från ESRI. Det visade att data huvudsakligen är relaterat till ytor.

Det datamaterial som finns tillgängligt kan delas in i två grupper. Dels är det material som kan användas för att orientera sig i landskapet. Det kan gälla vägar, järnvägar, sjöar, vattendrag och våtmarker. Dels är det den skogliga datan, som beskriver skog och skogsmark.

Data för att orientera sig i landskapet kommer främst från Blå kartan i digital form. Varje företeelse redovisas i separata shape-filer.

Den skogliga datan ligger i olika datafiler tillhörande olika dataägare. Ingen samordning av innehållande attribut eller deras definitioner finns mellan de olika datafilerna. I applikationen används ÖSI-data (Översiktlig skogsinventering) från SVS, som täcker det privata skogsägandet, och data från AssiDomän, en aktör inom bolagsskogsbruket. Datafilerna skiljer sig åt på attributnivå, attributens definitioner, antal och datatyp.

Den skogliga datans minsta geografiska enhet är avdelningen. Avdelningen är en registerenhet som omfattar ett markområde vanligen bestående av ett ägoslag. Ägoslag betecknar olika slag av mark med hänsyn till karaktär och brukningssätt. Exempel på några olika ägoslag är skogsmark, myr, berg och vatten. En avdelning på produktiv skogsmark anger ett skogsmarksområde med likartat skogstillstånd och likartade ståndorts- och drivningsförhållanden (Skogsstyrelsen, 1994). Attributen som beskriver skogen och skogsmarken relaterar till avdelningen.

Under framtagandet av GIS-applikationen hade författaren inte tillgång till den samlade databas med skoglig data som även skall komma att innehålla prognosticerad data. De attribut som förändras över tiden saknade därför ytterligare kolumner för sin tidsserie.

4.2 *Val av attribut*

När det gäller skogsbruket angav SVS de attribut som är intressanta att presentera. Det gäller ståndortsindex och virkesförråd. Nedan följer en kort beskrivning av innebörden av dem båda.

Ståndortsindex (SI) beskriver inte skogen i sig, utan den mark som omfattas av avdelningen. SI är ett medel för att uttrycka skogsmarkens bördighet, d.v.s. dess virkesproducerande förmåga. Bördigheten påverkas främst av geografiskt läge, klimat, jordmån, fuktighetsförhållanden och trädslag. För att bestämma ett SI observeras vissa variabler inom avdelningen. Det system som används idag kallas H100 och anger den höjd som de grövsta träden i ett bestånd kan förväntas nå vid 100 års ålder. För varje avdelning anges dels vilket trädslag som bäst trivs på marken, dels vilken höjd de grövsta träden av detta trädslag förväntas nå vid 100 års ålder. Exempel på angivna SI är G16 och T16, vilka anger att på avdelningarna trivs gran respektive tall bäst samt de förväntas nå en höjd av 16 meter efter 100 år. Eftersom SI anger de förhållande som gäller på växtplatsen förändras de inte nämnvärt över tiden (Sveriges Nationalatlas, 1990-96d).

Virkesförrådet anger summan av volymen av alla träd inom avdelningen. Virkesförrådet uttrycks vanligen i skogskubikmeter, m^3sk, och inbegriper volymen av trädets stam med bark, dock utan stubben (Sveriges Nationalatlas, 1990-96d). Virkesförrådet anger den volym som för tillfället finns inom avdelningen. Det är därmed ett attribut som förändras över tiden.

4.3 *Val av visualiseringsteknik för data i en tidsserie*

De visualiseringstekniker, för information som förändras över tiden, som nämns i avsnitt 2 är följande:

- Isolinjekarta.
- Förändringskarta.
- Karta där symboler och grafiska variabler uttrycker riktning, hastighet och typ av förändring.
- Ett antal kartor med traditionell uppbyggnad.
- Animation.

Nedan anges vilken teknik som valdes samt varför. Övriga tekniker kommenteras kort.

4.3.1 Vald teknik

Den teknik som valdes för att visualisera skogresursens utveckling över tid bygger på en användning av ett antal kartor med traditionell uppbyggnad. Kartans uppbyggnad grundar sig på den teori som beskrivs i avsnitt 2, "Grundläggande teorier".

De intentioner som finns, att den skogliga datan skall kompletteras med en tidsserie för vissa utvalda attribut, gör att data lämpar sig väl för denna typ av teknik. Tanken är att data relaterad till en viss tidpunkt presenteras i en enskild karta. För att växla mellan de olika kartorna motsvarande olika tidpunkter används ett navigeringsverktyg för tiden.

Ett navigeringsverktyg kan utformas på olika sätt. Utformningen beror ofta på vilken typ av förlopp processen som skall visualiseras har. Skogsresursens utveckling kan sägas ha ett linjärt förlopp. Skogen växer relativt linjärt fram till avverkning. Ett linjärt navigeringsverktyg kan i det här fallet utgöras av en tidskala där varje tidpunkt är markerad. Aktuell tidpunkt och därmed aktuell karta markeras med en markör. Markören går att flytta fram och tillbaka längs skalan. Med detta verktyg kan användaren i princip "dra" i tiden och om presentationen av kartorna vid de olika tidpunkterna är tillräckligt snabb kan en enkel typ av användarstyrd animation uppnås. Datan vid respektive tidpunkt presenteras då dynamiskt för användaren.

4.3.2 Övriga tekniker

För att skapa en animationen krävs en stor mängd data vid olika tipunkter. En animation kräver 24-30 bilder per sekund för att en flimmerfri presentation skall uppnås. Finns en tillräckligt lång tidsserie med data tillgänglig, kan vald visualiseringsteknik överföras till en animation. Den tidsserie med data som skall prognosticeras sträcker sig över en tidsperiod av 100 år, med tidpunkter i 10 års intervall. Det ger inte tillräckligt med data för att skapa en animation. Ett alternativ är att interpolera data för ytterligare tidpunkter inom de 10-åriga intervallen. Svårigheten är att få fram en bra interpolationsalgoritm. Ett annat alternativ kan vara att upprepa samma bild flera gånger i animationen. Med detta förfarande är det risk att animationen blir ryckig. Förändringar sker plötsligt med diskreta steg istället för med en mjukare övergång i utvecklingsförloppet om fler bilder finns tillgängliga. Animationstekniken kommer därför inte att testas vidare.

Isolinjer sammanbinder punkter respektive ytor vid en viss tidpunkt. Isolinjerna visar därmed det geografiska läget för en viss egenskap vid en viss tidpunkt. Eftersom flera attribut skall kunna presenteras samtidigt i kartan respektive 3D-vyn, kommer denna teknik inte att användas. Ingen test har gjorts av denna teknik.

Kartan där symboler och grafiska variabler uttrycker riktning, hastighet och typ av förändring visar en förflyttning väl. I skogens fall är dock förändringen mer stationär. Skogen förändras på plats, den flyttar sig inte. Tekniken kan också resultera i en relativt komplex karta. På dessa grunder kan denna teknik inte rekommenderas.

Förändringskartan skulle kunna användas som ett komplement till den teknik som här valts för att visualisera skogsresursens utveckling över tiden. Att visa områden som fått ändrad presentation, sedan tidigare karta, med en svagare färg är ett alternativ. Någon praktisk presentation av en sådan förändring kommer dock inte att ske i detta examensarbete.

4.4 *Skapandet av en tidsserie*

För att kunna testa den teknik som har valts för att visualisera en tidsserie krävs naturligtvis sådan typ av data. Eftersom data i en tidsserie inom LIFE-projektet i Vindelns kommun inte fullständigt hann att sammanställas inom tidsramen för detta examensarbete såg författaren sig nödgad att själv framställa någon typ av tidsserie.

Framställning av en tidsserie utfördes endast på SVS:s material, d.v.s. ÖSI-materialet. Tidsserien togs endast fram för de attribut som SVS anser vara av intresse för skogsbruket. Eftersom SI ej förändras över tiden återstår endast virkesförrådet. ÖSI-materialet utökades därför med ytterligare en kolumn för en ny tidpunkt vad gäller virkesförrådet. Framställandet av en tidsserie är gjort på enklast möjliga sätt, endast i syfte att visa på hur SpatialAce™ kan behandla sådan data samt att få en uppfattning av hur kartan förändras.

I korthet framställdes en tidsserie på följande sätt. Tanken är att ett nytt attribut, som anger respektive avdelnings virkesförråd (m^3sk/ha) vid en ny tidpunkt, skall komplettera den ursprungliga datan. Den årliga tillväxten antas vara 2 m^3sk/ha. Tidsperioden sätts till 20 år. Med tidigare värden som utgångsvärden för virkesförrådet, räknas dessa upp med 40 m^3sk för hela perioden och bildar därmed det nya attributets värden. Slutavverkning antas ske vid en ålder av 140 år. Därför ges avdelningar med en trädålder som överstiger 140 år ett virkesförråd av 5 m^3sk/ha. ÖSI-materialet kompletteras således med ytterligare en kolumn motsvarande det attribut som innehåller antagna värden för virkesförrådet 20 år framåt i tiden. Kriterierna för tidsserien vilar på antagna värden. Syftet är endast att uppnå en förändring av materialet.

4.5 *Val av data för uppbyggnad av karta*

För att bygga upp den karta som integrerades i GIS-applikationen gjordes ett urval av data från den tillgängliga datan. Data kan sägas indelas i två typer av data när det gäller användning. Dels data som hjälp för orientering i landskapet och dels data för att visa på den skogliga resursen. Den data som valdes ut specificeras i bilaga B.

För att ge stöd för att orientera sig om var i landskapet man befinner sig önskade SVS att kartan skall innehålla information om älvar, sjöar, våtmarker, vägar och järnvägar. Önskemål fanns också om att presentera fastighetsindelning. Fastighetsindelningen kommer från den ekonomiska kartan. Denna ligger i ett filformat som ännu inte kan läsas av SpatialAce™. Därför har inte önskemålet kunnat tillgodoses.

För att visualisera utveckling av skogens resurser hade SVS följande önskemål på vilka egenskaper som skall visualiseras i kartan. För skogsproduktion är information om ståndortsindex, virkesförråd och trädslagsblandning viktiga. För att inte kartan skall bli för svårläst valdes, på rekommendation av SVS, ståndortsindex och virkesförråd för vidare presentation. Detta gällde kartan som presenteras i 2D. När kartan

presenteras i en 3D-vy fanns önskemål från SVS att en höjd påläggs skogsytorna som presenterar trädhöjden.

4.6 *Kartografisk modell för vald data*

Den kartografiska modellen innehåller beskrivningen av hur den geografiska datan skall presenteras i kartan. I detta fall kan den kartografiska modellen sägas motsvaras av den konfigurationsfil som används för att generera kartan i SpatialAce™. Konfigurationsfilen anger vilken data som skall presenteras och hur den skall presenteras.

De attribut som användes för att visa på skogsresursens utveckling över tiden när det gäller skogsbruk behandlas i följande avsnitt. De är, som tidigare nämnts, ståndortsindex och virkesförråd.

För att skapa en bra presentation skall följande val göras för attributen.

- lämplig gruppering av data.
- val av mätskala.
- val av dimension.
- val av symbolisering.

Nedan följer motivering av de val som har gjorts.

4.6.1 Gruppering av data

SVS specificerade hur data skall grupperas. Attributen skall presenteras i grupper enligt följande, se tabell 4.1.

	Gruppering:		
Attribut	**Grupp 1**	**Grupp 2**	**Grupp 3**
Ståndortsindex	T14, T16, G14	G16, G18, T18	T20, T22, G20, G22
Virkesförråd	< 60 m^3sk/ha	60-120 m^3sk/ha	> 120 m^3sk/ha

Tabell 4.1 Specifikation för gruppering av data.

4.6.2 Val av mätskala

De aktuella attributen, d.v.s. ståndortsindex och virkesförråd, anges på följande sätt i datamaterialet.

SI anger värden med en kombination av en bokstav och en siffra. Bokstäverna B, G och T betecknar björk, gran respektive tall. Efterföljande siffra motsvarar den höjd i meter som grövsta trädet inom avdelningen kan tänkas nå vid 100 års ålder (50 år för björk). Exempelvis betecknar T16, avdelning där tall förväntas nå en höjd av 16 meter efter 100 år. I ÖSI-materialet behandlas SI som ett attribut. I AssiDomäns data byggs SI ihop av två attribut, ett som anger trädslaget och ett annat som anger höjden. Vid undersökningen av SI betraktas egenskapen som en sammanhängande enhet.

Virkesförrådet anger trädens volym för respektive avdelning i skogskubikmeter per hektar.

Valet av mätskala som attributen kan mätas på utgick från den gruppering som SVS:s angav (tabell 4.1). Grupperingen kan sägas visa på hur de båda attributen används. I nedanstående tabell (tabell 4.2) anges vald mätskala för respektive attribut.

Attribut	Mätskala
Ståndortsindex	ordinal
Virkesförråd	intervall

Tabell 4.2 Vald mätskala för respektive attribut.

4.6.3 Val av dimension

Avdelningen (se avsnitt 4.1) är den geografiska enhet som de skogliga egenskaperna relateras till. En avdelning representeras av en yta i databaserna. Därför valdes även yta som grafisk symbol för att presentera skogsmarken.

4.6.4 Val av symbolisering

Skogsmarken presenteras som ytor i kartan. För att särskilja ytor som presenterar olika egenskaper används de grafiska variablerna. De beskriver de attribut som relaterar till den grafiska symbolen. För att kunna välja rätt grafisk variabel är det nödvändigt att ha bestämt vilken mätskala attributets värden kan mätas på. Beroende på om attributets värden tillhör nominalskala, ordinalskala, intervallskala eller kvotskala väljs grafiska variabler efter tabell 2.1 (avsnitt 2.4.5).

Ett attribut kan även beskrivas med hjälp av en kombination av grafiska variabler. För att beskriva virkesförrådets variation passar ett mönster med punkter vars storlek varieras. Mönstret innebär en kombination av de grafiska variablerna storlek och form. De grafiska variabler som har valts för att beskriva respektive attributs variation återges i tabell 4.3.

Attribut	Mätskala	Grafisk variabel
Ståndortsindex	ordinal	färg (kulörton, kulörthet)
Virkesförråd	intervall	storlek och form*

* SVS föreslår orientering alternativt textur.

Tabell 4.3 Val av grafisk variabel.

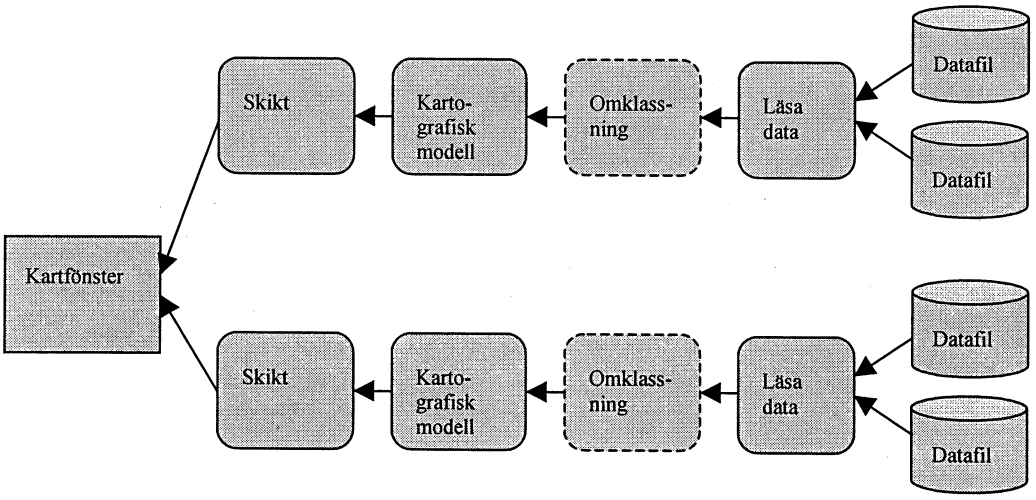
När det gäller val av grafisk variabel för virkesförråd föreslår författaren en kombination av form och storlek. Det är det naturliga valet om tabell 2.1 skall följas. SVS vill dock använda en annan kombination. De föreslår ett linjemönster där attributets variation beskrivs genom att linjemönstret ges olika orientering. Alternativt kan linjemönstret ha en och samma orientering

och ges olika linjebredder för att beskriva variationen. Det innebär att de grafiska variablerna istället blir orientering alternativt textur. Valet av dessa grafiska variabler passar dåligt med de riktlinjer som ställs upp i tabell 2.1. Anledningen till detta önskemål från SVS grundar sig i synpunkter på den framtagna kartans läsbarhet. Läsbarheten kan ökas betydligt, utan byte av grafiska variabler, genom att begränsa de områden som är omklassade med en linje. Det går inte att genomföra i SpatialAce™ för tillfället.

Hur kategorierna i den utvalda datan skall presenteras anges i bilaga C.

4.7 *Konfigurationsfil*

För att beskriva arbetsprocessen från data i råformat till att den presenteras i kartan används stegen i den dataflödesmodell som byggs upp för att skapa en konfigurationsfil. Datans väg från databas till färdig karta kan redovisas i följande steg, se figur 4.2.



Figur 4.2 Schema för hur data bearbetas på väg från databas till färdig karta.

4.7.1 Digitalt datamaterial

SpatialAce™ är inte beroende av att data ligger samlat på ett och samma ställe. Data nås genom att sökvägen för dess placering anges. I detta fall ligger data i separata filer, dels för att det förekommer data som behandlar olika företeelser i verkligheten, dels för att data har sitt ursprung hos olika ägare.

4.7.2 Läsa data

SpatialAce™ är oberoende av i vilket filformat data är lagrad i. För varje filformat som önskas presenteras finns en läsoperator för det speciella formatet. Läsoperatorn tolkar datan utifrån de egenskaper som respektive filformat har. Detta innebär att data i olika filformat kan användas direkt

utan att genomgå någon konvertering. Det är en stor fördel eftersom en konvertering ofta kan ta tid och orsaka dataförluster.

Den förekommande datan är lagrad i shape-format. Därför valdes en läsoperator som läser shape-format. Läsoperatorn medger att en del parametervärden sätts. I detta fall anges sökvägen till datans placering och vilket referenssystem datan relaterar till. Om de enskilda attributen skall användas i senare bearbetning, t.ex. omklassning av attributvärden, måste även detta anges med en parameter.

4.7.3 Omklassning av attributvärden

Om en omklassning av attributens värden skall ske passerar datan en operator som klassificerar om datan. Den klassificeringsoperator som finns tillgänglig i SpatialAce™ kan endast klassificera från datatypen heltal till datatypen heltal. I operatorn anges vilket attributs värden som skall omklassas samt vilka nya värden de gamla värdena eller grupper av värden skall motsvara.

4.7.4 Kartografisk modell

Den kartografiska modellen fungerar som en översättningsoperator för hur den utvalda geografiska datan skall presenteras. I detta steg anges hur datan skall presenteras med avseende på grafiska symboler och grafiska variabler. Specifikation för hur data skall presenteras anges i bilaga C och E.

4.7.5 Skikt

Data som har bearbetats så här långt placeras nu i ett skikt. De är en kombination av flera skikt som bygger upp den färdiga kartan. Data som placeras i ett skikt kan ha sitt ursprung i en eller flera datafiler.

4.7.6 Färdig karta

I kartfönstret presenteras den färdiga kartan, som byggs upp av de skikt som anges i kartfönstret. Det är den inbördes ordningen mellan skikten som bestämmer i vilken ordning skikten skall ritas ut. Det skikt som anges först i konfigurationsfilen ritas ut först i kartfönstret, d.v.s. skiktet ligger under övriga skikt. Därefter följer övriga skikt i den ordning de anges i konfigurationsfilen.

Kartfönstrets egenskaper kan anges med en mängd parametrar. I detta fall definieras kartfönstrets storlek, dess geografiska placering samt i vilket referenssystem kartan skall presenteras. Det är endast data som begränsas av kartfönstret som presenteras. Detta medger en snabb presentation eftersom data som ligger utanför kartfönstrets gränser inte behöver läsas upp från datamaterialet.

För att presentera data som förekommer i en tidsserie valdes en metod som innebär att data, för respektive tidpunkt, presenteras i en enskild karta. För att åstadkomma detta definierades för varje tidpunkt ett enskilt kartfönster som presenterar data vid aktuell tidpunkt.

4.7.7 Problem

De problem som kom upp i samband med framtagandet av kartans konfiguration har främst grund i attributens datatyp. Många svårigheter orsakades av att de attribut som skulle bearbetas är angivna i datatypen "text", även om ett mer naturligt val är datatypen "heltal".

En svårighet, som var direkt följd av attributens datatyp, var problem som uppkom när ett attributs värden skulle omklassas för vidare bearbetning. SpatialAce™ klassificeringsoperator kan endast klassa om attribut som är angivna med datatypen "heltal". Omklassning sker då från ett heltal till ett annat. I ÖSI-materialet är attributen för SI och virkesförrådet båda angivna med datatypen "text". I Assidomäns material är motsvarande attribut angivna med datatypen "text" för textdelen av SI, "heltal" för taldelen av SI samt "flyttal" för virkesförrådet. Problem uppstod alltså när de attribut som är angivna med annan datatyp än "heltal" skulle omklassas.

Problem som följde av att attributen inte kunde omklassas berörde visualiseringen. Färgsättning av avdelningar med vissa attributvärden gick att lösa genom att ange samma färgkod som visualiseringsparameter för ett antal attributvärden, men när det gällde mönstersättningen blev det svårare. När ett mönster definieras anges mönstrets egenskaper först för en mindre yta. Den definierar en mönsterenhet. När en avdelning skall mönstersättas upprepar sig mönsterenheten inom avdelningens begränsningslinjer. Förekommer små avdelningar framträder mönstret dåligt. Med en omklassning av attributets värden blir ytorna större. Det gör att mönstret framträder tydligare.

Det mönster som valdes för att visa på variationerna i virkesförrådet orsakade otydliga övergångar mellan ytor med olika virkesförråd. Mönstret framgår av bilaga E. För att ytterligare förtydliga mönstrets utbredning och gränser föreslås att omklassade ytor skall kunna begränsas med en linje. Någon sådan funktionalitet finns inte i SpatialAce™.

4.7.8 Förslag till lösning

Problemet med attributens datatyp löstes kortsiktigt genom att konvertera attribut som är angivna med datatypen "text" till datatypen "heltal". Att manipulera ett datamaterial som tillhör en annan dataägare är dock ingen tillfredsställande lösning. I ett längre perspektiv föreslås att en annan datatyp, som bättre och naturligare beskriver attributens värden, väljs av dataägaren.

Att SpatialAce™ endast klarar att omklassa attribut som är angivna med datatypen "heltal" är också en brist. SpatialAce™ är dock inte fullt färdigutvecklat. Det utvecklas ständigt med nya funktioner. Kan en utökning av klassificeringsoperatorns funktionalitet till att även omfatta omklassning från och till andra datatyper än "heltal" stödjas, är det en stor fördel.

Problemet med att inte kunna begränsa omklassade områden med linjer, för att klarare redovisa gränserna mellan olika egenskaper, kvarstår. Ingen sådan funktionalitet finns i SpatialAce™ som idag endast kan presentera

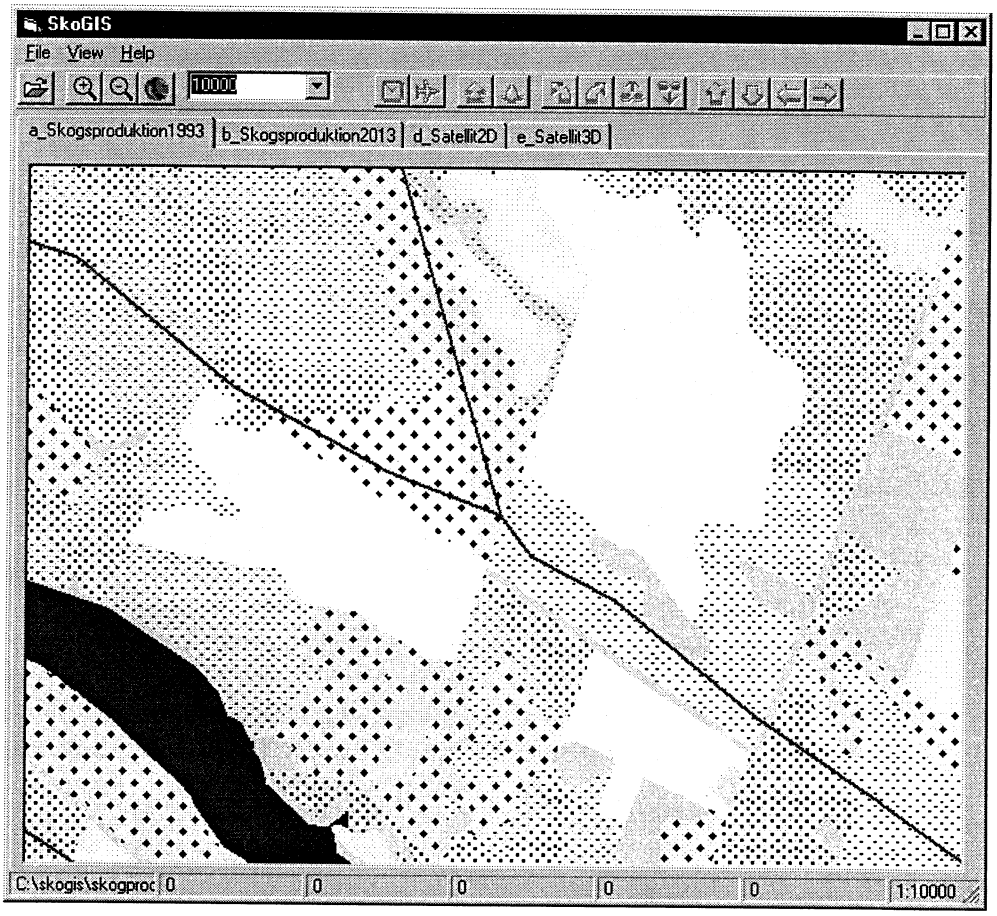
gränser för områden som existerar i databasen och inte "virtuella" ytor som skapas dynamiskt. SpatialAce™ skulle behöva utökas med en operator som gör dynamisk "dissolve" på gränser mellan ytor med samma attributvärden. En sådan operator fungerar såtillvida att gränser mellan ytor med samma attributvärden löses upp och tas bort i presentationen. Det medför att dessa ytor redovisas som en sammanslagen yta. SVS föreslår att mönstret ges en annan utformning för att gränserna klarare skall framgå. Författaren tyckte dock inte att mönstret enligt SVS förslag stämde med de teorier som detta examensarbete bygger på. Förslagsvis kan ytterligare arbete läggas ner, på att förbättra det valda punktmönstret, för att gränser mellan ytor med olika virkesförråd klarare skall framgå. Alternativt kan en sådan funktionalitet vara motiverad att utveckla i SpatialAce™ för att på ett bättre sätt kunna arbeta vidare med presentation av omklassad data.

4.8 Användargränssnitt för GIS-applikation

För att skapa den GIS-applikation som den praktiska studien syftar till krävs ett användargränsnitt. För att göra användandet av applikationen enklare skapades ett grafiskt användargränssnitt.

GIS-applikationens grafiska gränssnitt byggdes från grunden och skräddarsyddes så att funktioner fritt kunde anpassas efter de behov och önskemål som angavs. En specifikation (Bilaga D) över hur användargränssnittet skall se ut och vilka funktioner applikationen skall stödja har tagits fram.

För att, inom tidsramen för detta examensarbete, få fram ett första förslag till en konkret version av applikationen bistod Carmenta AB med hjälp och skapade användargränssnittet samt implementerade applikationens funktioner utifrån specifikationen. Arbetet gjordes i programmeringsverktyget Visual Basic. SpatialAce™ är i applikationen ansvarig för kartfönstret som byggs in som en s.k. ActiveX-kontroll åtkomlig från Visual Basic-koden via en COM-gränsyta (Component Object Model). ActiveX-kontrollen är en egen enhet som anges i koden. Kommunikationen mellan SpatialAce™ och Visual Basic sker med hjälp av COM-teknik. COM-tekniken ger program som är skrivna i olika språk möjlighet att förstå varandra. De funktioner som finns implementerade i nu gällande version av applikationen framgår av specifikationen. Hur applikationen ser ut visas i figur 4.3.



Figur 4.3 Användargränssnitt för GIS-applikationen.

GIS-applikationen är i denna första version endast inriktad på presentation av geografisk data och har stöd för följande funktioner:

- Presentation av karta i 2D.

  Den tematiska kartan för skogsbrukets intressen presenteras. I denna första version av GIS-applikationen saknas dock den viktiga legenden som behövs för att komplettera kartan.

- In- och utzoomning i 2D-kartan.
- Den skala som kartan presenteras i anges. Möjlighet finns att valfritt ange skala eller att från en rullgardinsmeny välja bland förvalda skalor.
- Rörelse i 2D-kartan sker genom att klicka i kartan. Det genererar att kartan presenteras med en ny centrumpunkt placerad i angiven punkt.
- Presentation av karta i 3D.

  I denna första version presenteras inte den karta som är framtagen för skogsbruket i 3D-vyn. Istället presenteras en kanal av en satellitbild över området för att få en uppfattning av hur applikationen fungerar i 3D-vyn.

- Rörelse i 3D-vyn:
  * Flygfunktion med tillhörande timer, som anger takten för vyns uppdatering.
  * Rörelse i horisontalled.
  * Rotera kring egen axel, d.v.s. ändra bäring.
  * Vinkla synriktning upp eller ner, d.v.s. ändra lutning.
  * Rörelse upp och ner i höjdled.
- Rörelse i tid.

  Applikationen har en mycket begränsad funktionalitet när det gäller att navigera i tid. Grundtanken var att applikationen skulle ha ett tidsnavigeringsverktyg där användaren skulle kunna röra sig fram och tillbaka i tiden. På grund av avsaknaden av en större mängd data i en tidsserie har ett sådant tidsnavigeringsverktyg inte implementerats. Istället används ett fliksystem för att röra sig i tiden med avseende på den tidsserie som har skapats inom den praktiska studien. Tidsserien anger avdelningarnas virkesförråd vid två olika tidpunkter. För varje tidpunkt skapas en presentation under respektive flik. Att bläddra mellan flikarna ger en bild av hur skogsresursen utvecklas över tidsperioden mellan de två tidpunkterna.

4.9 *Presentation för Skogsvårdsstyrelsen i Umeå*

Att utforma en karta och att bygga en applikation är till stor del en iterativ process. För att få in synpunkter på kartans och GIS-applikationens uppbyggnad anordnades en presentation av GIS-applikationen för Skogsvårdsstyrelsen i Umeå. De synpunkter som framlades syftade främst till hur attributet SI hade grupperats samt färgval och mönsterval hos kartan.

Den tidigare grupperingen av attributet SI:s värden skilde gran och tall åt samt indelade dessa båda i ytterligare tre undergrupper med avseende på höjd. De sex grupper som då gällde var <G16, G16, >G16 samt <T16, T16, >T16. Grupperna skulle, enligt SVS, färgläggas efter de färgtoner som kunde tolkas ur satellitbilder över området. Efter undersökning av satellitbilder valdes röda och lila toner för gran respektive tall. I samband med presentationen av GIS-applikationen valdes dock att förändra såväl gruppering av SI:s attributvärden som färgsättning av dessa grupper. De nya valen framgår av avsnitt 4.6 och har åtgärdats i kartan.

Synpunkter på val av mönster, för att presentera variationer i virkesförrådet, grundar sig inte i själva mönstret utan i det faktum att inga begränsningslinjer kan dras kring områden med variationer i mönstret. Sådana begränsningslinjer skulle tydligare framhäva områden med olika virkesförråd. För att uppnå en större klarhet över ett områdes gränser önskade därför SVS ett annat val av mönster. Kartan har, i nuvarande version av GIS-applikationen, inte åtgärdats efter detta önskemål.

Det fliksystem som används för att byta mellan presentationer av data för olika tidpunkter ansågs vara en fungerande teknik. Även för att presentera en större mängd tidsdata ansågs ett liknande system fungera. Med ett tidsnavigeringsvertyg i form av en tidskontroll kan dock en mer dynamisk effekt nås.

Intresset är stort för att utveckla presentationen av kartan i 3D ytterligare.

5. Resultat och slutsatser

Arbetet med data och verktyg resulterade i en GIS-applikation. Applikationen har begränsad GIS-funktionalitet och tillåter, i nuvarande version, endast presentation av geografisk data. Att utöka funktionaliteten är dock fullt möjligt.

Applikationen syftade bland annat till att testa någon av de tekniker som integrerar tid i kartan. Applikationen ville visa på hur ett skogslandskaps utveckling kan visualiseras i kartan. Dessutom syftade applikationen till att ta fram karta och 3D-vy av densamma för att beskriva skogsbrukets intressen inom Stryckseleområdet i Vindelns kommun.

Applikationen och kartan byggdes upp helt från grunden. Att relativt snabbt, utifrån tillgänglig data, bygga både karta och en egen applikation kring denna är en intressant uppgift.

Arbetet med både karta och GIS-applikation visade på en iterativ process. Det gör att vad som nu finns framme kan ligga till grund för vidare utveckling. Inga klara specifikationer för hur data skulle visualiseras förelåg vid examensarbetets början. En genomtänkt specifikation från SVS hade varit önskvärt. Istället lades mycket arbete ned på att, i samråd med SVS, få fram vilka krav som styr presentationen av geografisk data. Arbetet visade att många önskemål om hur data skall visualiseras kommer först efter det att ett förslag till presentation föreligger.

Att examensarbetets praktiska studie till stor del gjordes beroende av den prognosticerade data som ännu inte är sammanställd, har varit olyckligt. Att dataförsörjningsproblem uppstår är dock inget ovanligt. Att det uppkommer för en sådan starkt tidsbegränsad uppgift som ett examensarbete är beklagligt.

Dataförsörjningsproblemet resulterade i att en mer omfattande test av vald visualiseringsteknik för information som förändras över tiden, inte har kunde genomföras. Det försök som gjordes för att på egen hand komplettera data med en tidsserie gav ett föga omfattande test av hur applikationen kan användas för att visa på informationens förändring över tiden. Även om tidsserien är mycket kort, endast innehållande två skilda tidpunkter, är dock tekniken för visualisering den samma. För att kunna presentera kartan för de båda tidpunkterna ersatte en relativt enkel teknik det tidsnavigeringsverktyg som nämnts tidigare. För att kunna växla mellan de båda tidpunkterna byggdes ett fliksystem upp. Varje flik motsvarar en presentation av information vid en viss tidpunkt. För ett mindre antal tidssteg är fliksystemet en fullgod teknik. Tekniken ger dock kartan en statisk framtoning.

Att få tillgång till data med en tidsserie och komplettera GIS-applikationen med de funktioner som önskas för att visualisera ett tidsförlopp är mycket intressant. Det gäller främst det tidsnavigeringsverktyg som har nämnts i tidigare avsnitt. Med ett sådant typ av navigeringsverktyg kan en närmast dynamisk effekt nås vid presentation av informationen.

Nuvarande konfigurationsfil för presentation av kartan är onödigt stor. Principen för presentation av information vid olika tidpunkter är att varje flik motsvaras av ett fönster i konfigurationsfilen. Vid byte av tidpunkt, presenteras en ny karta, uppbyggd som ett eget fönster i konfigurationsfilen. Troligtvis kan presentationen av information snabbas upp genom en mer effektivt skriven konfigurationsfil. I en sådan behöver endast ett fönster för presentation förekomma. Att växla tidpunkt, och därmed karta, kan genereras via applikationen. Applikationen skickar ett kommando till SpatialAce™ att presentera information för en vald tidpunkt. Istället för att hämta ett helt nytt fönster genereras återigen samma fönster, dock med ny data från motsvarande tidskolumn i databasen.

Arbetet med data och verktyg var inte problemfritt. När det gällde datamaterialet var det främst attributens datatyp som orsakade svårigheter. I kombination med viss begränsade funktionalitet hos en del av SpatialAce:s objekt har detta haft stor betydelse. SpatialAce™ är inget fullständigt färdigutvecklat verktyg. En mängd grundfunktioner finns tillgängliga. Ytterligare funktioner som krävs av kommersiella skäl implementeras allteftersom. SpatialAce™ utvecklas därför ständigt. För att lösa några av de problem som uppstod i arbetet med tillgänglig data i SpatialAce™ konverterades datatypen för vissa attribut. Att manipulera annan ägares data är ingen bra lösning. Motsvarande konvertering måste även göras på dataägarens originaldata för att GIS-applikationen skall fungera.

Att ett datamaterial undersöks eller används i en tillämpning, av annan än dataägare, ger ofta värdefulla synpunkter på vilka brister som finns i datamaterialet för att vara generellt användbart. Sådana synpunkter kan vara viktiga att ta med sig vid en eventuell uppdatering av datamaterialet.

Versionen av GIS-applikationen som arbetades fram kan ses som en demonstrator för ny teknik att visualisera skogsdata inom LIFE-projektet i Vindelns kommun. Att det skogliga materialet genomgick en grundläggande undersökning, samt att SpatialAce™ har testats på denna typ av data är värdefullt. Versionen kan fungera som underlag för vidare diskussioner om fortsatt utveckling. Det finns stora möjligheter till utveckling. Från SVS sida finns ett intresse av att presentera sin geografiska data i 3D. Detta examensarbete är ett viktigt steg på vägen för att nå fram till 3D. Ett sådant arbete måste starta i en grundlig utredning av hur data fungerar i 2D, för att arbeta fram en godtagbar presentation i dessa två dimensioner. Sedan kan ett vidare steg tas mot presentation i 3D.

När det gäller att integrera tid i kartan kan mycket göras på området. Främst är det viktigt att ha tillgång till ett datamaterial som uttrycker ett tidsförlopp. Dessutom är det viktigt med verktyg som kan presentera ett tidsförlopp. Den GIS-applikation som är framtagen kan ses som ett första steg mot, och kanske även som en utvecklingsplattform för, ett enkelt temporalt GIS.

6. Avslutande diskussion

Hur den geografiska informationen presenteras är mycket viktigt för förståelsen av den. Det är en stor skillnad mellan att få läget av ett antal geografiska objekt presenterade för sig i en tabell respektive en karta. Från tabellen kan betraktaren i bästa fall utläsa att det just handlar om geografiska lägen. Objektens övergripande och inbördes läge är svårt att uttala sig något om då informationen är för abstrakt. När objektens geografiska läge presenteras i en karta blir förståelsen en helt annan. Helt plötsligt kan betraktaren utläsa mer om objektens fördelning, deras inbördes förhållande och även relation till andra typer av objekt som presenteras i kartan. Kartan, i jämförelse med tabellen, ger en mer översiktlig och lättförståelig, kort sagt en pedagogisk presentation av geografisk information.

Traditionellt presenterar kartan geografisk information endast vid en given tidpunkt. Många processer i landskapet är tidsberoende och kommer inte till sin rätt med detta statiska synsätt hos kartan. Genom att använda dynamiska kartor kan dessa processer presenteras i sin helhet vilket kan leda till en ökad förståelse.

Kommer tidens integration i kartan att innebära en lika stor ökning av förståelsen för geografisk information, som kartan i sig har inneburit? Jag tror att om tid integreras i kartan kan kartan bli ett ännu kraftfullare pedagogiskt verktyg för förståelsen av geografisk information.

Referenser och litteraturförteckning

Litteratur:

Allmänna standardiseringsgruppen, STG (1996). *GIS-Ordboken: terminologi för geografiska informationssystem och datorstödd kartframställning*. STG handbok 167, SIS Förlag, Stockholm.

Asproth, V. (1995). *Visualization of dynamic information*. Univ. Research reports 1995:12, Handelshögskolan, Stockholms universitet.

Bertin, J. (1983). *Semiology of graphics*. The University of Wisconsin Press.

Brown, J. R., Earnshaw, R., Jern, M. och Vince J. (1995). *Visualization: using computer graphics to explore data and present information*. John Wiley & Sons Inc.

Kraak, M-J. och Ormeling, F. (1996). *Cartography: Visualization of spatial data*. Addison Wesley Longman Limited, Harlow.

Langran, G. (1992). *Time in geographic information systems*. Taylor & Francis Ltd, London (UK).

Lantmäteriverket (1994a). *HMK Databaser*. Handbok till mätningskungörelsen, Gävle.

Lantmäteriverket (1994b). *HMK Kartografi*. Handbok till mätningskungörelsen, Gävle.

MacEachren, A. M. (1994). Time as a cartographic variable, in: Hearnshaw H.M. och Unwin D.J. (1994). *Visualization in Geographical Information Systems*. John Wiley & Sons Inc.

MacEachren, A. M. och Taylor F. D. R. (1994). *Visualization in modern cartography*. Elsevier Science Ltd, Oxford (UK).

MacEachren, A. M. (1995). *How maps work*. The Guilford Press, New York.

MacEachren, A. M. och Kraak, M-J (1997). Exploratory cartographic visualization: Advancing the agenda. *Computers & Geosciences* 1997, 23(4), s. 335-343.

Monmonier, M. (1990). Strategies for the visualization of geographic time-series data. *Cartographica*, 27(1), s. 30-45.

Nationalencyklopedin (1989-96). Bra Böcker AB, Höganäs.

Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., Kimerling, A. J. och Guptill, S. C. (1995). *Elements of cartography*. John Wiley & Sons Inc.

Skogsstyrelsen (1994). *Instruktion för datainsamling vid skogsbruksplanläggning och övrig skogsindelning*.

Språkdata (1986). *Svensk Ordbok*. Esselte Studium AB.

Sveriges Nationalatlas (1990-96a). *Berg och jord.* Del i serie: Sveriges Nationalatlas. Bra Böcker, Höganäs.

Sveriges Nationalatlas (1990-96b). *Kulturlandskapet och bebyggelsen.* Del i serie: Sveriges Nationalatlas. Bra Böcker, Höganäs.

Sveriges Nationalatlas (1990-96c). *Sveriges kartor.* Del i serie: Sveriges Nationalatlas. Bra Böcker, Höganäs.

Sveriges Nationalatlas (1990-96d). *Skogen.* Del i serie: Sveriges Nationalatlas. Bra Böcker, Höganäs.

Internetkällor:

ESRI (1998). http://www.esri.com/software/arcexplorer.

Kraak, M-J. (1998). Inaugurul address. http://www.itc.nl/~carto/kraak/.

Köbben, B.J. och Yaman, M. (1995). Evaluating Visual Variables. Proceedings of the Seminar on Teaching Animated Cartography, Madrid/Utrecht. http://www.itc.nl/~kobben/publications/madrid_paper.html.

Microsoft (1998). http://www.microsoft.com/com.

Användarhandledning:

Moen, S. (1998). MapLab User´s Guide. Carmenta AB, Göteborg.

Persson, J. (1998). SpatialAce Användarhandledning, CAM_AH_001. Carmenta AB, Göteborg.

Opublicerat material:

Skogsvårdsstyrelsen (1998). Informationsmaterial för Vindelnprojektet. Umeå.

Bilagor

A. Ordlista och förkortningar

4D:	fyra dimensioner, bestående av tre rumsdimensioner och tidsdimensionen.
Atemporal data:	data som inte härrör från en specifik tidpunkt.
Attribut:	egenskap hos ett visst objekt (Allmänna standardiseringsgruppen, 1996).
COM:	Component Object Model
Dimension:	huvudriktning för angivande av (ngts) utbredning i rummet (Språkdata, 1986).
Data:	är en ordnad mängd uppgifter om en viss företeelse (Lantmäteriverket, 1994a).
Dynamisk:	som innebär snabb förändring (Språkdata, 1986).
Företeelse:	något som finns och kan avgränsas såsom en enhet (Språkdata, 1986).
GIS:	Geografiskt Information System. Är ett datorbaserat informationssystem med funktioner för insamling, bearbetning, lagring, analys och presentation av geografiska data (Allmänna standardiseringsgruppen, 1996).
ICA:	International Cartographic Association, Internationella kartografiska sällskapet.
Information:	är innebörden och tolkningen av data (Lantmäteriverket, 1994a).
Interaktivt:	som sker i samarbete mellan datoranvändare och dator (Språkdata, 1986).
Isolinje:	linje på karta som sammanbinder punkter med samma numeriska värde för viss egenskap (Allmänna standardiseringsgruppen, 1996).
Karta:	tvådimensionell, förminskad och redigerad avbildning av jordens yta eller delar av denna i bestämd skala och projektion (Lantmäteriverket, 1994b).

Kartografi:	läran om framställning av kartor (Allmänna standardiseringsgruppen, 1996); även vetenskapen om kartor (Språkdata, 1986).
Kognitiv:	som avser intellektuella funktioner såsom tänkande, varseblivning, minne m.m. (Språkdata, 1986).
Landskapsutveckling:	process varvid landskapet förändras (efter Språkdata, 1986).
Objekt:	enskild förekomst av en viss objekttyp (Allmänna standardiseringsgruppen, 1996).
Objekttyp:	abstraktion av en grupp företeelser med likartade egenskaper om vilka man vill göra utsagor (Allmänna standardiseringsgruppen, 1996).
SI:	Ståndortsindex
SLU:	Sveriges Lantbruksuniversitet
Småskalig karta:	presenterar normalt innehållet i mindre skala än 1:5000 och vanligtvis med generalisering av läget hos informationen (efter Lantmäteriverket, 1994b).
Statisk:	som ej undergår förändring, eller som ej visar en förändring som finns (Språkdata, 1986).
Storskalig karta:	presenterar normalt innehållet i skala 1:5000 eller större och vanligtvis utan generalisering av läget hos informationen (efter Lantmäteriverket, 1994b).
SVS:	Skogsvårdsstyrelsen (i Umeå)
Temporal data:	data som härrör sig från en specifik tidpunkt och förändras eller försvinner över tid (efter Asproth, 1995).
Visualisera:	åskådliggöra i bild (Språkdata, 1986).
ÖSI:	Översiktlig SkogsInventering (Sveriges Nationalatlas, 1990-96d).

B. Tillgängligt datamaterial

Tillgängligt datamaterial är i huvudsak digitalt. Materialet är distribuerat från Skogsvårdsstyrelsen i Umeå. Materialet kommer dock ursprungligen från ett antal olika ägare. Nedan följer en sammanställning av data utgående från ägare av respektive data. Det material som använts för kartan i GIS-applikationen specificeras med "JA" i "Använt"-kolumnen.

Använt	Datamaterial efter ägare	Filformat
	Skogsvårdsstyrelsen i Umeå	
JA	ÖSI-data (Översiktlig skogsinventering), 1:10 000 En enklare variant av inventering för att beskriva skogsmarkens beskaffenhet över ett större område. Omfattar endast privat skogsmark. För Strycksele finns det ett material som inventerats 1993 och digitaliserats 1997. Beståndsbeskrivningen finns som polygonskikt med attributdata.	shp (shape), dbf (databasfil)
JA	Satellitscener SPOT XS (pankromatisk) med en upplösning på 20 meter, från 970817.	bil(band interleaved by line)
	Lantmäteriverket	
	Röda kartan i vektorformat, 1:250 000	shp, dbf
JA*	Blå kartan i vektorformat, 1:100 000 Skogsmark, våtmarker, öppenmark samt vatten är uppdelade i skikt. Vägskiktet kommer från den Röda Kartan.	shp, dbf
--	Ekonomiska kartan i rasterformat, 1:10 000	tif (tag image file)
JA	Höjddata Upplösning 50 meter.	txt
	Länsstyrelsen i Västerbotten	
JA -- --	Diverse ArcView-skikt: våtmarksinventering, 1:250 000 naturgrus riksintressen intill Vindelälven	shp, dbf
	AssiDomän beståndsdata	
JA	Beståndsbeskrivningen finns som polygonskikt med attributdata. Ingen samordning finns angående definition av attribut och databasinnehåll gentemot SVS´s ÖSI-data.	shp, dbf

* Underlagskarta, Copyright © Lantmäteriverket. Medgivande 96.0435.

C. Kategoripresentation - Skogsbruk

Nedan anges de specifikationer som gäller för presentation av data. Det är dessa specifikationer som är angivna i konfigurationsfilen som är skriven för att presentera kartan. Koderna är skrivna efter hur de anges i SpatialAce™. Det gäller även koderna för mönstrets storlek i bilaga E.

Kategori	Grafisk symbol	Grafisk variabel
Referensområde	Linje	Färg: röd [255,0,0] Form: streckad [8,4]
Vägar	Linje	Färg: röd [255,0,0] Form: heldragen [2]
Järnväg	Linje	Färg: brun [51,51,0] Form: streckad [8,4]
Sjö och älv	Yta	Färg: blågrön [0,64,64]
Våtmark	Yta	Färg: mellangrön [0,128,0] Form: prickad Storlek: se Bilaga E
SI, Grupp 1	Yta	Färg: ljusgul [255,255,204]
SI, Grupp 2	Yta	Färg: mellangul [255,255,102]
SI, Grupp 3	Yta	Färg: gul [255,255,0]
Virkesförråd, Grupp 1	Yta	Färg: svart [255,255,255] Form: prickad Storlek: se Bilaga E
Virkesförråd, Grupp 2	Yta	Färg: svart [255,255,255] Form: prickad Storlek: se Bilaga E
Virkesförråd, Grupp 3	Yta	Färg: svart [255,255,255] Form: prickad Storlek: se Bilaga E

D. Specifikation för användargränssnitt till GIS-applikation

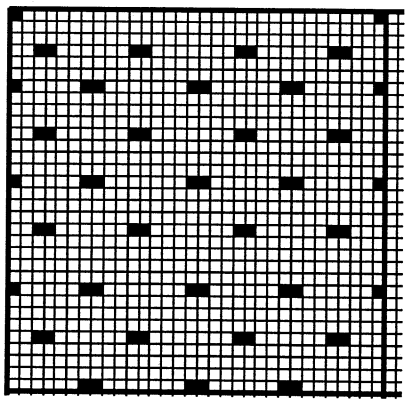
Specifikationen anger hur den GIS-applikation skall se ut som motsvarar det syfte som anges i avsnitt 3.2. För att få fram en konkret version av GIS-applikationen är endast valda delar av följande specifikation utförda. Dessutom har applikationen inriktas på att endast arbeta vidare med karta för skogsbrukets intressen. Att i ett senare skede utöka GIS-applikationen till att även presentera kartor för övriga intressegrupper är dock fullt möjligt.

Skärmobjekt	Utseende	Funktion	Klar
File	Knapp med rullgardinsmeny	Vidare val av: Öppna Projekt Avsluta Projekt	ja
Öppna Projekt	Öppna Projekt	Öppnar en färdig karta.	ja
Aktuellt projekt	Projektnamn	Anger namn på öppet projekt.	ja
Avsluta Projekt	Avsluta Projekt	Stänger kartan utan att spara eftersom inga ändringar kan göras.	ja
Fliksystem	Flikar	Flik=intressegrupp	nej
Kartfönster		Visar karta för vald intressegrupp.	ja
Legendfönster		Visar legend för aktuell intressegrupp	nej
Legend	Diskreta rutor	Varje attributvärde alt. klass av värden motsvaras av en ruta.	nej
Legendtext		Förklarande text till attributvärde, avkodat.	nej
Val av skala	Fält med rullgardins-meny	Möjligt att välja på förvalda skalor eller ange valfri skala.	ja
Skalangivelse 1:xxxxx		Presenterar aktuell skala numeriskt.	nej
Skalstock		Presenterar skalförhållande grafiskt.	nej
Översättning av skala	1 cm = xxx m	Presenterar skalförhållande i text.	nej
X:	X I meter, 3 decimaler	Anger x-koordinat för markörens läge.	ja

Skärmobjekt	Utseende	Funktion	Klar
Y:	Y I meter, 3 decimaler	Anger y-koordinat för markörens läge.	ja
Attributpresentation	Ruta med *i*	Anger aktuellt värde för polygon som markör sveper över.	nej
Objekt för navigering i 2D:			
Markör	Hårkors	Presenterar karta utifrån ny markerad centrumpunkt.	ja
Förstora	Knapp med förstoringsglas innehållande plustecken.	Förstorar över det område som markören centrerar. Fördubblar skalan.	ja
Förminska	Knapp med förstoringsglas innehållande minustecken	Förminska över det område som markören centrerar. Halverar skalan.	ja
Objekt för övergång till 3D-vyn:			
Position och riktning	Öga med linje i observationsriktning	Ange position och önskad observations-riktning för betraktare i 2D.	nej
Kompletterande objekt för 3D-vyn:			
Z:	Z:	Anger z-koordinat för markör.	ja
Pekpil	Knapp med kraftig pil av markeringstyp	Fri rörelse med piltangenter eller mus. För rörelser i z-led, håll nere Alt-Z.	ja, med andra objekt
Översiktskarta i 2D	Insprängd karta i nedre vänstra hörnet av kartfönsteret med utlagd position och observationsriktning. Förändras vid rörelse.	Underlätta för orienteringen i 3D-vyn.	nej

Skärmobjekt	Utseende	Funktion	Klar
Objekt för navigering i tid:			
Tidsfönster		Innehåller verktyg för navigering i tid.	nej
Tidskontroll	Skala med angivna tidpunkter där tidsmarkör markerar aktuell tidpunkt.	Tidsmarkör markerar tidpunkt som önskas presenteras. Tidsmarkören skall kunna dras fram och tillbaka över tidskontrollen för att ge en snabb förändring av presentationen.	nej

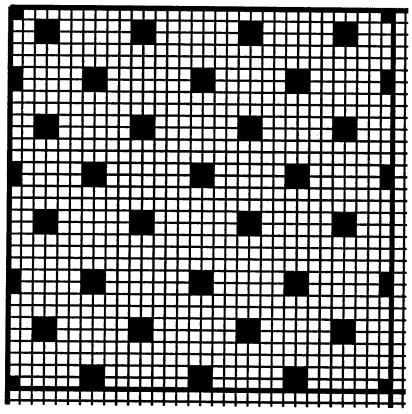
E. Kod för mönstrets storlek



Rastersymbol för **Virkesförråd, Grupp 1**

width: 32, height: 32, xHot: 32, yHot: 32

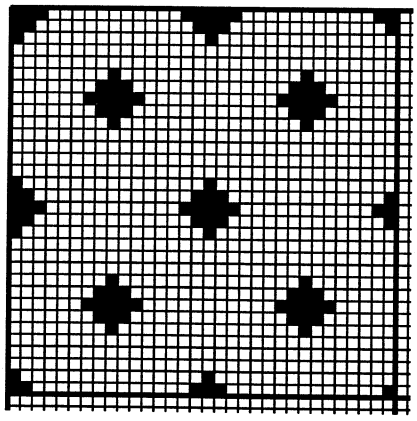
image: ["80000001", "00000000",
"00000000", "30301818", "00000000",
"00000000", "83018181", "00000000",
"00000000", "00000000","30301818",
"00000000", "00000000", "00000000",
"83018181", "00000000", "00000000",
"00000000", "30301818", "00000000",
"00000000", "00000000", "00000000",
"83018181", "00000000", "00000000",
"00000000", "30301818", "00000000",
"00000000", "00000000", "03018180"];



Rastersymbol för **Virkesförråd, Grupp 2**

width: 32, height: 32, xHot: 32, yHot: 32

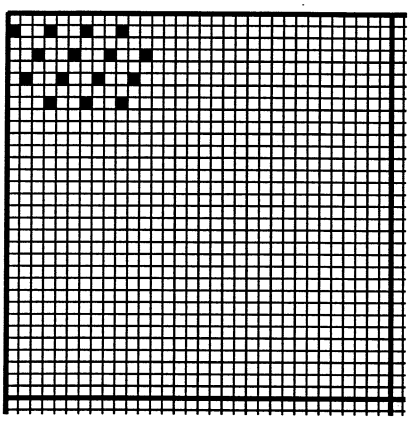
image: ["80000001", "30301818",
"30301818", "00000000", "00000000",
"83018181", "83018181", "00000000",
"00000000", "30301818", "30301818",
"00000000", "00000000", "83018181",
"83018181", "00000000", "00000000",
"30301818", "30301818", "00000000",
"00000000", "00000000", "83018181",
"83018181", "00000000", "00000000",
"30301818", "30301818", "00000000",
"00000000", "03018180", "83018181"];



Rastersymbol för **Virkesförråd, Grupp 3**

width: 32, height: 32, xHot: 32, yHot: 32

image: ["e003e003", "c001c001", "80008000",
"00000000", "00000000", "00800080",
"01c001c0", "03e003e0", "01c001c0",
"00800080", "00000000", "00000000",
"00000000", "00000000", "80008000",
"c001c001", "e003e003", "c001c001",
"80008000", "00000000", "00000000",
"00000000", "00800080", "01c001c0",
"03e003e0", "01c001c0", "00800080",
"00000000", "00000000", "00000000",
"80008000", "c001c001"];



Rastersymbol för **Våtmark**

width: 12, height: 7, xHot: 32, yHot: 31

image: ["924", "000", "249", "000", "492", "000", "124"];