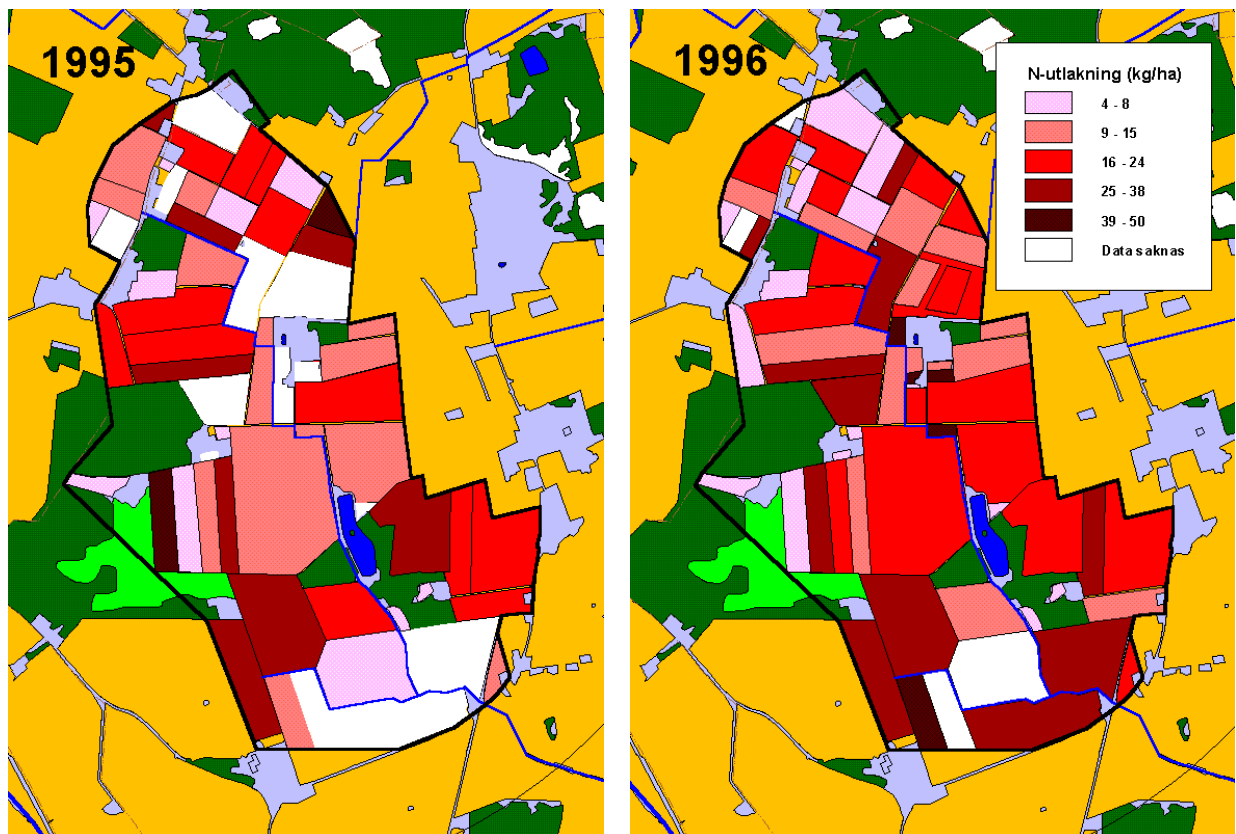


Örjan Berglund

GIS som ett verktyg för analys av odlingsinventering inom Typområden på jordbruksmark



FÖRORD

För ovärderlig inspiration till agronomistudier vill jag tacka min farfar Statsagronom Gösta Berglund, som med sina levande berättelser om gångna tiders äventyr, lett mig in på denna bana. Jag vill även tacka faster AgrD. Kerstin Berglund för stöd och hjälp under min utbildning. Katarina Kyllmar och Holger Johnsson, som varit mina handledare har slitit hårt med detta examensarbete och givit många värdefulla kommentarer. För ekonomiskt bidrag tackar jag Stiftelsen Oscar och Lili Lamms Minne.

Detta examensarbete är en del i utvecklingsprojekt som finansieras av Naturvårdsverket.

SAMMANFATTNING	2
INLEDNING	3
Hypotes & syfte	3
BAKGRUND	
Vad är GIS?	3
Metoder att representera verkligheten	4
Rasterstrukturen	4
Vektorstrukturen	4
Val av datastruktur	5
MATERIAL OCH METODER.....	5
Val av utvecklingsverktyg	5
Koppling av odlingsdata till digitala kartor	6
Hjälpresurser.....	6
RESULTAT OCH DISKUSSION	6
Excelformulär för dataregistrering.....	6
Inventeringsuppgifter	7
Odlingsuppgifter	7
Gödslingsuppgifter.....	8
Administration av inskrivna data	9
Distribution	10
Tillvägagångssätt för koppling av odlingsdata till digitala kartor	10
Kartkonstruktion	10
Skifteskonstruktion	11
Vattendelaren	12
Årsskillnader	12
Skiftesidentifikation och uppdatering	12
Exempel på analysverktyg för geografiska data	13
Hydrologisk modellering	13
Geostatistik	15
Exempel på tillämpning, GIS i ett vattenvårdsprojekt	16
SLUTSATS	17
REFERENSER.....	18
BILAGA 1.....	19
Instruktioner till inventeringsmakro ”SLU odlingsinventering”	19
Installation.....	19
Inmatning	19

SAMMANFATTNING

Inom svensk miljöövervakning, med Naturvårdsverket som ansvarig myndighet, bedrivs mätprogram för att belysa omfattningen av jordbrukets påverkan på yt- och grundvattenkvalitet. "Observationsfält på åkermark" och "Typområden på jordbruksmark" är exempel på sådana miljöövervakningsprogram. Examensarbetet syftar till att utveckla nya rutiner för inventering av odlingsuppgifter i programmet "Typområden på jordbruksmark" med Jordbruksverkets blockkartor som digitalt kartunderlag. I arbetet ingår även att koppla blockkartor för några testområden till befintliga odlingsdatabaser, för att sedan analysera områdena med hjälp av GIS.

Ett formulär skapades i Excel för att säkerställa en effektiv hantering av de skiftesbundna inventeringsuppgifterna. Denna information lagras i en Accessdatabas, som hela tiden uppdateras. För att analysera dessa data utvecklades med GIS programmet ArcView en metod för att skapa GIS-skikt där Jordbruksverkets blockkartor i digitalt format, och terrängkartan (1:50000) används som underlag. Dessa kartor kopplades sedan till Accessdatabasen och därmed kan information om exempelvis gödslingsintensitet, jordarter och andra spatiala egenskaper som finns i databasen åskådliggöras geografiskt. Man får snabbt och enkelt en överblick över hur egenskaperna förändras över åren. För enklare GIS-analyser är ArcView ett tillräckligt avancerat program. Det medföljande scriptspråket ger möjlighet att själv skapa, eller på andra vis använda tillägg för att ytterligare utöka programmets funktioner. Databehandlingen bör däremot göras i ett externt program såsom Access, för att på ett effektivt sätt ordna och arrangera data för import i ArcView. Även gårdsprogram för lantbrukare använder sig av Access som databas, vilket är en fördel ifall man vill använda av brukarna redan insamlade gårdsdata. ArcView går även att koppla mot externa program och Internet.

INLEDNING

Inom svensk miljöövervakning, med Naturvårdsverket som ansvarig myndighet, bedrivs mätprogram för att belysa omfattningen av jordbrukets påverkan på yt- och grundvattenkvalitet. ”Observationsfält på åkermark” och ”Typområden på jordbruksmark” är exempel på sådana miljöövervakningsprogram. Programmet ”Observationsfält på åkermark” har pågått sedan 70-talet och där undersöks ett antal jordbruksfält med avseende på vattenkvaliteten i dräneringssystemen. Lantbrukarna lämnar årligen uppgifter om odlingsåtgärder på fälten. Inom ”Typområden på jordbruksmark” undersöks ett 30-tal små jordbruksdominerade avrinningsområden med avseende på vattenkvaliteten i öppna vattendrag. Markanvändning och odlingsåtgärder inventeras regelbundet. Avdelningen för vattenvårdslära vid SLU är datavård för programmet, vilket innebär att data från undersökningarna lagras i en databas vid avdelningen. Länsstyrelserna i respektive län ansvarar för undersökningarna i typområdena. Utförandet kan dock ske på konsultbasis (Carlsson et al, 2000).

För att kunna analysera detta stora datamaterial behövs väl utvecklade metoder för insamling och tolkning av materialet. Lagring av data/inventeringsuppgifter behöver ytterligare standardiseras för att förenkla rutinerna vid inläsning till databas. Tolkning av geografiska data över flera år måste ges en form som är intuitiv samt enkel att hantera och överblicka.

Hypotes & syfte

Inför lantbrukarnas ansökan om EU-stöd 1998 infördes ett nytt system för att indela jordbruksmarken. Man införde något som kallas för jordbruksblock. Dessa block är ett sammanhängande markområde som inte ändras från år till år. Blocken avgränsas av vägar, skog, bebyggelse etc. Varje jordbruksblock har en unik identitet som redovisas på blockkartan. Uppgifter om grödor och areal finns för blocken men inte geografisk skiftesindelning. Blocken är digitalt lagrade i en geografisk databas hos Jordbruksverket. Syftet med detta arbete är att använda dessa blockkartor som underlag i hantering av odlingsdata i miljöövervakningsprogrammet ”Typområden på jordbruksmark”. Examensarbetet syftar också till att utveckla nya rutiner för inventering av odlingsuppgifter i programmet med Jordbruksverkets blockkartor som digitalt kartunderlag. I arbetet ingår även att koppla blockkartor för några testområden till befintliga odlingsdatabaser. Vidare skall undersökas hur uppdateringen av en GIS-databas skall ske för att säkerställa hanteringen av tidsserier på skiftesnivå och vilka ytterligare GIS-verktyg som skulle vara intressanta att använda i en grundläggande GIS-analys. Arbetet avslutas med en testapplikation där varje skifte i ett typområde ges utlagningskoefficienter beroende på gröda och jordart. Därefter åskådliggörs odlingsåtgärdernas betydelse för växtnäringssläckaget i testområdena med hjälp av GIS-kartor. Arbetet har genomförts med hjälp av programmen Visual Basic for Application, Excel och ArcView.

BAKGRUND

Vad är GIS?

Geografiska informationssystem (GIS) har utvecklats ur många discipliner (Martin, 1996; Eklund, 2000) därför förekommer många definitioner på vad GIS egentligen är. En definition är ”Ett datoriserat informationssystem för hantering och analys av geografiska data” (Eklund, 2000). Ett nyckelord i sammanhanget är geografisk, vilket innebär att systemet kan hantera data som är knutna till en viss geografisk position. Nyckelorden hantering och analys pekar på vad vi vill att systemet skall kunna utföra.

1. Inläsning och utleverans av data:

Systemet skall kunna ta emot data från olika källor och i olika format som kartor, GPS-mottagare, digitaliserad information, text och sifferinformation. Färdiga data skall kunna exporteras till andra program.

2. Datahantering:

Rumsliga data och deras attribut måste kunna lagras på ett sådant sätt att det blir lätt att söka genom en stor datamängd. Man måste även kunna modifiera och uppdatera data.

3. Analys:

Både attribut och rumsliga data måste kunna analyseras. Rumsliga förhållanden mellan objekt och teman i GIS systemet ska kunna analyseras. Även överlagring av rasterdataskikt är viktigt att kunna göra för att analysera samband i rummet.

4. Presentation:

Man måste kunna presentera sina resultat i form av kartor och bilder, koordinater och teckenförklaringar.

GIS ingår som ett hjälpmedel för att skapa underlag till beslut inom miljö- och resursplanering både i Sverige och internationellt (Eklundh, 2000). Enkelt uttryckt kan man säga att GIS är ett hjälpmedel för att koppla objekt med geografiska lägen, oftast redovisade på kartor, till annan information, exempelvis tabeller, texter, bilder, ritningar eller videosekvenser. Med GIS kan man hantera all den information vi idag har på kartor, i pärmar och tabeller såvitt informationen har någon referens till en geografiskt definierad plats (ESRI, 2000).

Metoder att representera verkligheten

Inom GIS-världen existerar verkligheten oftast i form av raster- eller vektorlagrade data, som är de vanligaste formerna för lagring av spatiala data. Dessa har olika egenskaper vad gäller precision och lagringseffektivitet.

Rasterstrukturen

Rasterstrukturen grundar sig på rutnät, eller *raster*. I rastermodellen delas ytan man vill representera in i ett antal celler, där varje cell i rastret tilldelas ett värde som motsvarar den yta som ska representeras. Rastermodellen representerar vanligen en yta som ett antal lika stora celler. Matrisen i vilken man lagrar data är uppbyggd av rader och kolumner. Objektens position kan således representeras av i vilken rad och kolumn den befinner sig. Även celler som ej är av intresse eller ej innehåller något objekt måste ges ett unikt värde, vilket innebär att även ”tomma” områden upptar lagringsplats. I de flesta rastersystem är det möjligt att knyta en attributdatabas till cellerna i rastret. Cellvärdena representerar då ID-nummer, vars motsvarighet återfinns i attributtabeller där övriga attribut, som t.ex. pH och andra egenskaper också finns. Det är viktigt att man tillsammans med rastret lagrar information om rastrets geokodning, dvs. dess knytning till ett referenssystem. Detta för att göra det möjligt att identifiera rastret mot den riktiga världen. Även cellstorleken och antalet rader och kolumner måste lagras.

Vektorstrukturen

En matematisk vektor är en mängd ordnade tal. I vektorstrukturen lagras objekten som ordnade par av koordinater som uttrycker positionen i ett plan. Vektorstrukturen bygger på individuell lagring av objekten och till skillnad mot rasterstrukturen lagras ingen ”onödig” information. Ofta lagras olika geometriska grundelement (punkter, linjer och ytor) i olika skikt.

Val av datastruktur

Raster och vektorstrukturerna har båda sina för och nackdelar. Rasterstrukturens största fördel är dess förmåga att beskriva, inte bara homogena objekt, utan även kontinuerliga ytor och bilddata. Genom att cellerna är likformiga är det lätt att utföra olika matematiska och logiska operationer mellan skikten. Strukturen medger avancerad analys av rumsliga förhållanden. Nackdelarna är att det tar stor plats att lagra data, exempelvis går det åt 100 Mb att lagra Skåne med en upplösning av 10 m. Det är cellstorleken som avgör hur noggranna resultaten av analyserna och utskriften av kartan blir. Ju mindre celler desto bättre approximation av verkligheten (Mitchell, 2000). Det är även svårt att mäta linjer, då linjens variation inom cellen ej finns angiven. Vektorstrukturen medger noggrannare definition av geometrin och är ett effektivare sätt att lagra information (Martin, 1996). Det är också lättare att utföra sökningar av topologiska förhållanden. Geometriska operationer mellan skikt är däremot komplexa och medför tunga beräkningar eftersom att objekten har olika form. För att skapa modeller som innefattar rumslig kontinuerlig information är man hänvisad till rasterdata (Eklundh, 2000).

MATERIAL OCH METODER

Arbetet har utgått från hur datainsamling, lagring och tolkning av materialet görs idag. I nuläget använder inventeraren ett förtryckt formulär där lantbrukarens uppgifter noteras. Efter inventering av en brukningsenhet skrivs resultatet in i ett Excel-formulär. Dessa filer skickas till datavärden på SLU, som manuellt kontrollerar och justerar filerna innan de importeras till en Accessdatabas. Detta arbete med inlevererade data är tidskrävande, man måste bl.a. kontrollera mot tidigare inlevererade data från respektive område. Inventeringsuppgifterna ligger sedan till grund för användning i bl. a. GIS. För att underlätta både för inventeraren och för slutanvändaren av inventeringsuppgifterna, behövs ett system som är lätt för inventeraren att förstå och använda och som samtidigt tvingar inventeraren att ange informationen i rätt format. Den fil som slutanvändaren tar emot skall dels vara i rätt format för databasen, innehålla uppgifter om vem som inventerat och innehålla alla inventerade uppgifter inklusive en notering om data saknas. Efter behandling i GIS kan dessutom inventeraren erhålla en CD-ROM med de färdigbehandlade inventeringsuppgifterna i GIS form, vilket då utgör en historisk dokumentation till hjälp för framtida inventeringsuppdrag.

Val av utvecklingsverktyg

För att förstå hur Accessdatabasen med inventeringsuppgifterna var uppbyggd importerades odlingsdata manuellt till databasen. Detta gav möjlighet till att förstå hur ett formulär som styrde indata rätt skulle konstrueras. Som utvecklingsverktyg valdes Visual Basic for Applications. Detta utvecklingsverktyg ingår i Microsoft Excel och är således redan anpassat för att behandla data av detta slag. Det gränssnitt som då presenteras för användaren är välkänt och inget ytterligare behov av inlärning finns. Ett helt fristående program i Visual Basic var också en möjlighet, men skulle inte bli lika enkelt att använda för inventerarna som redan var vana vid Excelformatet. Man skulle även kunna konstruera ett Internetbaserat formulär som skulle ge större möjlighet att uppdatera databaser och även ge bättre kontroll över datastrukturen. Denna lösning kräver inte heller distribution av filer och problem med installation och versioner av program. Detta skulle däremot kräva att användaren har tillgång till Internet. För gårdsbesök med en bärbar dator utan snabb kommunikation med Internet, är inte denna lösning bra i dagsläget, men kan komma att bli en framtida metod. I utvecklingsarbetet har inte ActiveX komponenter använts då det skulle ha försvårat spridningen av makrot, då dessa måste finnas i användarens dator och inte kan bäddas in i mallfilen. Komponenter som hade förenklad programmeringen var t.ex. olika

datumväljare och datumkontrollerare. Detta hade varit lättare att lösa om man hade använt sig av Visual Basic som utvecklingsmiljö. En vidareutveckling av det valda systemet skulle kunna vara att göra ett Exceltillägg som ger större säkerhet mot användarförändringar i databasen, men har ett lite annorlunda upplägg och kräver viss omprogrammering av den befintliga makrokoden.

Koppling av odlingsdata till digitala kartor

För att kunna hantera odlingsdata geografiskt behövs en karta att koppla uppgifterna till. Dessa kartor kan man själv digitalisera eller köpa. I detta projekt utnyttjas Jordbruksverkets digitala blockdatabas. Blocken är alltid konstanta, men kan innehålla flera skiften som dessutom kan förändras. Som testområde valdes typområdet Barlingbo på Gotland. Uppgiften var att komplettera blockkartorna med aktuella skiftesgränser för respektive år. För detta behövs jordbrukarnas egna blockkartor (1:10000) eller andra skifteskartor där de ritat in skiftesgränser. En jämförelse gjordes även med andra tillgängliga digitala kartunderlag, fastighetskartan (1:12500) och terrängkartan (1:50000). Det visade sig att terrängkartan innehöll tillräckligt med information för denna uppgift. Det GIS-program som används är ArcView 3.2, ett av de mer användarvänliga program som finns idag. Metoden för att skapa relevanta kartor var att testa, studera manualen och utnyttja supportstöd hos Environmental Systems Research Institute (ESRI). De skapade kartorna med skiften kopplades slutligen till databaser.

Hjälpresurser

Ibland händer det att filerna blir skadade eller att man stöter på problem med att utföra vissa operationer. Jag har använt mig flitigt av programskaparnas (ESRI) hjälp via e-post, och fått support mycket snabbt. Det finns även många webplatser som har gratis tillägg och olika hjälpsidor, bl.a. www.spatial-online.com och även ESRI:s sida, www.esri.se. Innan man börjar arbeta med ArcView finns det en bra ”komma-igång”-del först i manualen, där man kan lära sig grunderna snabbt. Det finns kurser på internet där vissa moment är gratis och man kan även anteckna sig på maillistor för bl.a. ArcView.

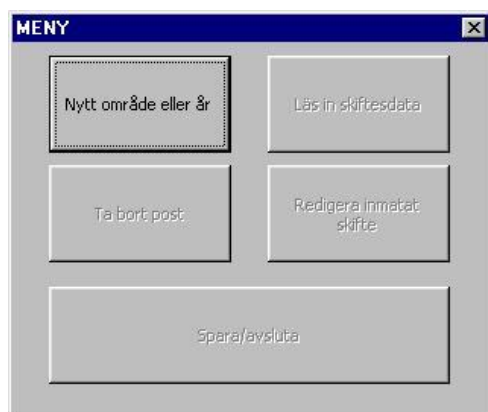
RESULTAT OCH DISKUSSION

Excelformulär för dataregistrering

Excelmallen är tänkt som ett redskap för inventeraren och för att underlätta datavärdens databashantering. Det är ett koncept som skall vara enkelt att uppdatera när nya indata tillkommer. Med mallen följer även en enkel handledning till hjälp för användarna (Bilaga 1). Mallen säkerställer att den fil som distribueras till datavärden ej behöver något förarbete för att anpassas till databasen. Mallen hjälper även inventeraren att mata in rätt uppgift. Den kan även göra inventeringsarbetet effektivare om inventeraren matar in uppgifterna direkt i formuläret vid gårdsbesök.

Inventeringsuppgifter

En Excelfil med tillhörande makro startar automatiskt en meny när filen öppnas (figur 1). Första gången man öppnar mallen för att göra en inläsning kan man endast välja att skapa ett ”nytt område eller år”. Från menyn kan man senare redigera eller ta bort inlästa poster. Man bör även spara och avsluta sitt arbete härifrån. Krysset i övre högra hörnet används vanligtvis för att stänga den aktiva dialogrutan, men det är bara i menyn som man kan göra detta, i alla övriga dialogrutor är den funktionen avstängd för att undvika felinmatningar.



Figur 1. Menyruta i excelmakro.

Av programmeringstekniska skäl krävs det att inventeraren använder arbetsboken ifall gödslingsdatabasen behöver redigeras. När användaren väljer ”Nytt område eller år” från menyn kommer nästa dialogruta upp (figur 2). Här får inventeraren ange identifikations- och engångsuppgifter som kommer att läggas till alla inmatningar som görs för det specifika området. Dessa uppgifter placeras på ett blad som är gömt för användaren, men som kan tas fram vid behov. Typområdesangivelsen ges i klartext i formuläret men noteras med en förkortning i databasen.

Figur 2. Inmatningsruta för engångsuppgifter.

Odlingsuppgifter

När man matat in ovanstående uppgifter kommer man direkt till det formulär som används för att mata in odlingsuppgifter (figur 3). *Skiftesbeteckning* och *areal* är

obligatoriska uppgifter. *Föregående års gröda* och *Gröda/stubb följande höst/vinter* används för att kunna följa skiftet framåt och bakåt i tiden. Alla datum kontrolleras att de är skrivna på rätt sätt för att inte databasen skall få problem. Härifrån måste man gå via *Gödslingsmenyn* för att fortsätta. Man kan i efterhand mata in en ny gödsling, men inte redigera gödslingar. Årets *totalskörd* och *Ensilage ton/ha* har en kontroll så att man inte kan mata in orimliga värden; 100 resp. 50 ton. I huvudet på formuläret står typområde, brukningsenhet och år, för att inventeraren skall veta vad han har angivit i engångsuppgifterna. En av anledningarna till att "kryss-knappen" i övre högra hörnet på formulären är avstängd, är för att kunna ha fler fönster öppna samtidigt. Detta ifall man vill se vad man matat in, utan att för den delen kunna ändra skiftets attribut och därmed skriva in samma skifte flera gånger. Det finns även en funktion som byter ut decimalkomma mot decimalpunkt, för att få alla formateringar att stämma oberoende av operativsystemets språkversion.

The screenshot shows a software window titled "Lka asdf 1998" with a blue sky background. The form is organized into two columns of input fields. The left column includes: "Skiftesnamn enligt kartan" (1), "Areal (ha)" (4.5), "Föregående års gröda" (Höstvete), "Årets gröda" (Korn), "Vår-plöjning (datum)" (empty), "Sådd (datum)" (98-05-04), "Insådd vall eller fånggröda Tidpunkt för sådd (datum)" (empty), "Skördedatum" (98-09-14), "Årets totalskörd ton/ha (ej ensilage)" (10,3), "Ensilage ton/ha" (empty), and "Antal vallskördar" (empty). The right column includes: "Nedbrukning av Halm/blast" (radio buttons for Ja and Nej), "1:a stubbearbetning (datum)" (98-10-04), "Höstplöjning (datum)" (empty), "Gröda/stubb följande höst/vinter" (empty), and "Anmärkningar ex. utvintrad gröda" (empty). At the bottom center are two buttons: "Gödsling" and "Avbryt".

Figur 3. Odlingsformulär.

Gödslingsuppgifter

Eftersom det går att ha flera gödslingar till samma skifte, var denna del något mer problematisk att utforma. Det finns t.ex. ingen funktion för att redigera gödslingsuppgifter via ett formulär, utan det måste man göra via arbetsboken i Excel. Det går däremot att lägga till en gödsling via formulär. Gödslingsformuläret (figur 4) visar vilket skifte det är man gödslar, samtidigt som formulär 3 är öppet, för att man skall vara säker på vilket skifte man behandlar. Bara en gödsling kan anges i taget. Vid stallgödsling och handelsgödsling samma datum får man lägga till en gödsling åt gången. Det ligger även en kontroll som talar om ifall man gödslar ett senare datum än man skördat, man kan dock skriva in dessa data efter varningen om man vill. De gödseltyper man har att välja mellan anges i den databas som följer med mallen. Man

skulle kunna ha ett system där man lade databasen separat, för att lätt kunna uppdatera den från SLU eller via Internet. Anledningen till att man inte kan tillåta användaren att redigera databasen själv, är dels för att undvika felinskrivningar och dels för att man skall kunna använda den direkt i Accessdatabasen utan problem. En del funktioner i Accessdatabasen använder sig av månadsförkortningar i olika uträkningar, därför finns en funktion som skriver till dessa i gödslingsdatabasen. Detta skulle också kunna lösas med ett makro i Access i stället, men då det bara rör sig om 12 fall, var det lika enkelt att lägga till det här.

Figur 4. Gödslingsformulär.

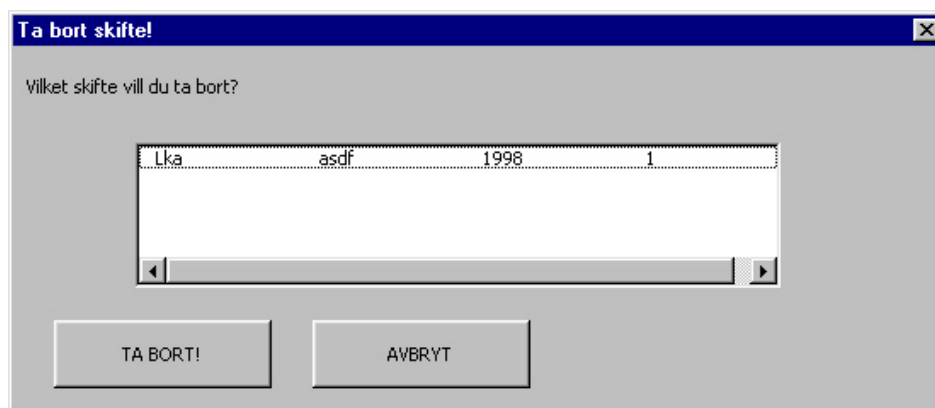
Administration av inskrivna data

Från menyn kan inskrivna data på olika sätt administreras. För att ändra i odlingsdatabasen väljs ”Redigera inmatat skifte”, så visas en lista på skiften att välja mellan (figur 5).

Aro	enhet	År	skifte
Lka	asdf	1998	1

Figur 5. Formulär för att ändra odlingsuppgifter.

Efter val av skifte visas odlingsformuläret med värden för skiftet redan ifyllt. Det som kan väljas efter ifyllning är ”skriv”, ”gödsling” eller avbryt. På liknande vis kan ett skifte tas bort (figur 6). Då tas även de gödslingar som är knutna till skiftet bort.



Figur 6. Formulär för borttagning av skifte ur databasen.

Det finns ingen ångra-funktion i denna mall, så om ett skifte tas bort är det för gott. Mallen är skrivskyddad och för att slippa problem vid val av format att spara sitt arbete i, finns en funktion för att spara och avsluta. Där finns ett föreslaget namn och formatet *.xls. Menyn kan även avbrytas och då från Excels vanliga menyer spara i det format som önskas. En fördel med att utveckla ett Exceltillägg hade varit att detta format inte tillåter användaren att spara mallen under annat namn och ändrat i databaser och sedan använda denna redigerade mall.

Distribution

För att få ut filerna till användarna utnyttjas en självuppackande Zip-fil som då den exekveras, anger Microsoft Office mallkatalog som förval, både för mallen och för manualen. Om man väljer den katalogen kommer man automatiskt åt mallen ifall man väljer Nytt på Arkivmenyn. Det går naturligtvis bra att placera filerna var som helst.

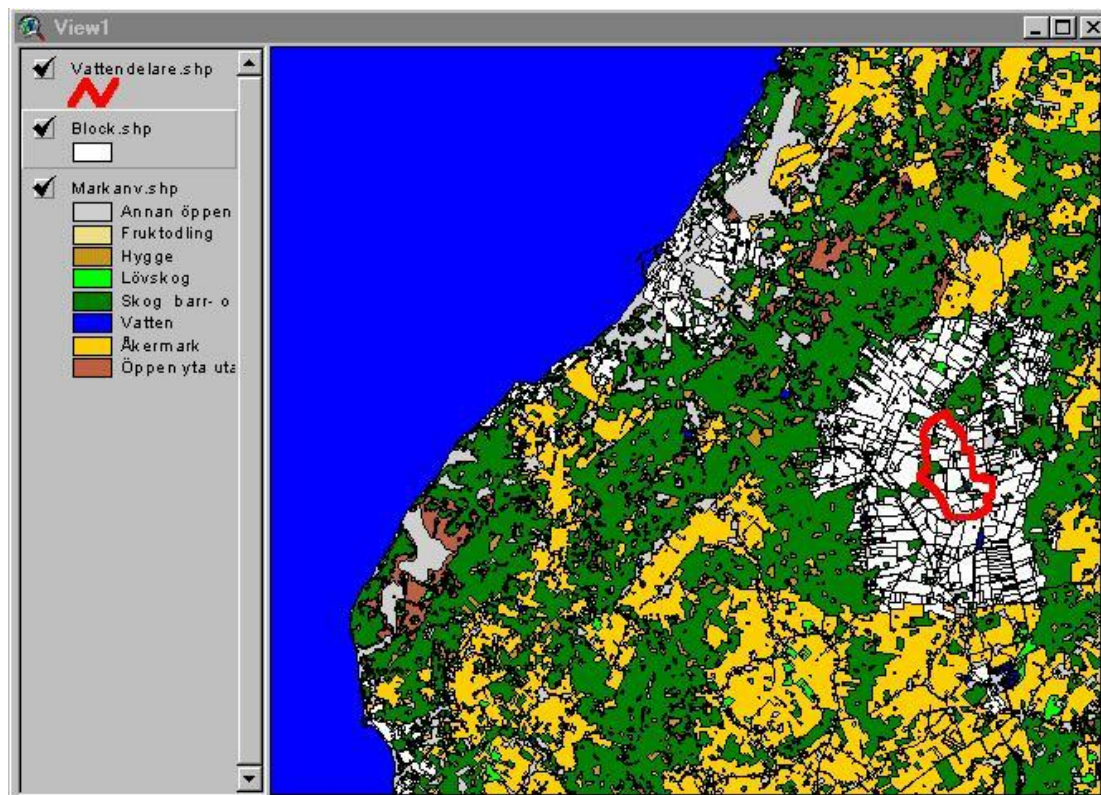
Tillvägagångssätt för koppling av odlingsdata till digitala kartor

När man arbetar med GIS är kartor av största betydelse. Ofta finns relevanta kartor redan digitaliserade, annars måste man digitalisera kartor själv. Många olika GIS-programvaror har egna kartformat, så för att underlätta utbytet mellan program används ett standardiserat format. I detta arbete utförs GIS hanteringen på typområdet Barlingbo, och de kartor som finns tillgängliga är i ArcInfo format, så för att kunna använda filerna i ArcView måste de först exporteras till ArcInfo exchange format. (*.e00) som är ett standardiserat format och sedan importerar med programmet IMPORT71 som följer med ArcView. För att få ordning på filerna, som kan bli många, är det nödvändigt att tänka ut och i förväg skapa en intuitiv katalogstruktur.

Kartkonstruktion

När man införskaffat allt material börjar man med att skapa en vy i ArcView som innehåller bakgrunden dvs. terrängkartan (1:50000) eller fastighetskartan (1:10000). Bakgrundshantering finns närmare beskrivet i Malmström&Wellving (1994). Till det läggs temat (skiktet) med jordbruksblock som vi fått från Jordbruksverket. Allt kartmaterial är i enheten meter, vilket är lämpligt att ställa in under *View, properties*.

Kartan skall konstrueras över Barlingbo, och eftersom att det är odlingens och gödningens påverkan på vattenkvalitén som skall studeras är det viktigt att veta var vattendelaren ligger. Vattendelaren har utifrån topografiska kartor och kännedom om dräneringssystem tagits fram i en tidigare studie i undersökningarna. Vattendelaren digitaliserats som ett linjetema eller som ett polygontema (figur 7). Om man använder sig av polygontema kan man direkt se arealen av området.



Figur 7. Ursprungskarta över hela området med alla erhållna block och vattendelare.

Man kan nu lägga till vägar, vattendrag etc. efter eget behag. Alla teman innehåller ofta information som är överflödig för det avrinningsområde man studerar. Detta gör att uppritningstiden blir lång och filerna större än nödvändigt. För att skapa teman som är lagom stora gör man först ett klipptema som man använder som en kakform. Detta tema måste vara av polygontyp och täcka avrinningsområdet och lite till. Därefter laddar man in ett tillägg till ArcView som heter Geoprocessing som används för att klippa för stora teman. Detta måste göras på teman som innehåller kontinuerliga polygoner tex. markanvändning. I blocktemat kan man även markera de block man inte vill ha med, och manuellt ta bort dem. Det går emellertid enkelt och snabbt med ett klipptema för att klippa alla typer av teman. För att använda tillägget går man in i *Viewmenyn* och väljer Geoprocessing wizard. Samma tillägg används för att foga ihop två kartblad.

Skifteskonstruktion

Mycket av arbetet är redan gjort i och med skapandet av blocken. För att enklast göra om blocken till skiften, markeras alla block som skall ingå, och sparas som ett separat tema. Detta tema låter man vara fyllda polygoner, och delar upp i skiften med split-funktionen. Denna funktion kommer man åt genom att starta redigeringen för temat och sedan välja splitfunktionen. För att kunna göra skiftena noggranna krävs en fastighetskarta med utmärkta skiftesgränser, där man med linjal kan mäta var

gränserna går. För att kontrollera att man hamnat rätt vid gränser är 1:500 en lämplig inzoomning. När man är klar med alla skiften måste man redigera temats tabell. Den första kolumnen innehåller vilken typ av linje det är, i detta fall polygon. Den andra kolumnen skall innehålla ett unikt nummer för detta skifte. Vilket nummer det är fås från Access, där man skapat ett löpnummersystem. För att skriva in numren, markeras ett skifte samtidigt som man har tabellen öppen, och man ser då vilken post som är aktuell. Man kan också skapa en tabell för areal. För att räkna ut arealen används räknaren i tabellen, efter man aktiverat arealkolumnen. Sedan utförs följande operation: Man väljer start edit under *tablemenyn*. Sedan lägger man till en kolumn (Areal). Denna kan ges två decimaler. Avmarkera alla poster och markera sedan Arealkolumnen. Med räknaren, dubbelklicka på shape. Stå i inmatningsfältet och skriv sedan:

```
[Shape].ReturnArea/10000
```

Detta gör att hela kolumnen fylls med arealen i ha. Resultatet kan sedan jämföras med de arealuppgifter lantbrukaren angivit på sin EU karta, för att se att man konstruerat skiftena någorlunda rätt.

Vattendelaren

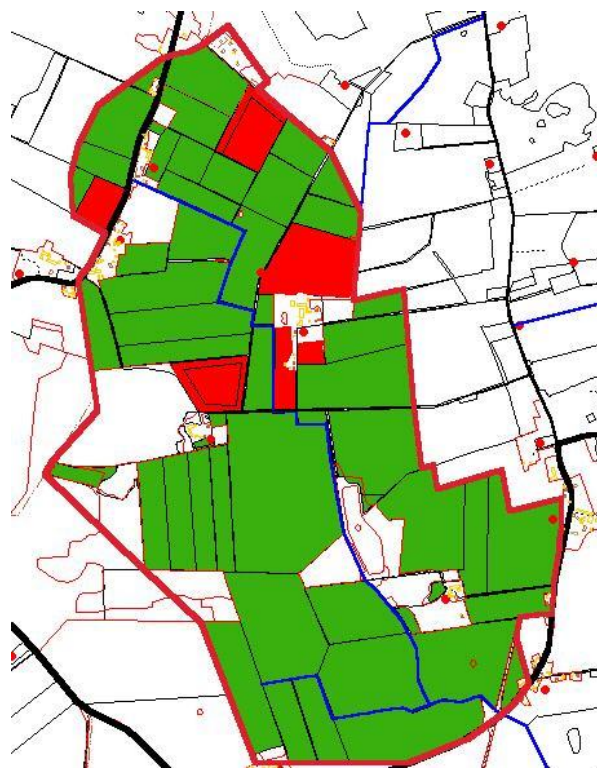
Vattendelaren är först angiven på en översiktskarta. På varje delkarta kontrollerar man om vattendelaren är utritad mer noggrant och kan i sådana fall korrigeras den först ritade vattendelaren. Om man valt att göra vattendelaren i polygonform, bör man ställa in egenskaperna för visning, till att bara visa konturerna. Då får man ett tema som inte täcker andra teman, så att man hela tiden kan se vattendelaren. En fördel med att använda polygonform är att man då kan erhålla den totala arealen. Ett alternativ är att göra den i linjeform.

Årsskillnader

Ett av syftena med arbetet var att åskådliggöra huruvida skiftena inom ett typområde var konstanta eller om skiftesgränserna förändrades mellan åren och i sådana fall i vilken grad. För att kontrollera detta skapade jag för testområdet Barlingbo först 1996 års skiften och sedan kontrollerade jag vilka skiften som var annorlunda 1995 och lade in dem som ett separat tema (figur 8). Som man ser är det bara 7 skiften som har förändrats. Det som kan skapa problem i databashantering är om benämningen på skiftena är konstanta trots att en omarrondering skett.

Skiftesidentifikation och uppdatering

De block över Barlingbo som erhöles från Jordbruksverket var identifierade med sitt blocknummer, om än på ett komplicerat vis. Dessa nummer passar inte att använda för skiftesidentifikation. Min första idé var att identifiera skiftena med



Figur 8. Skiftesskillnader mellan -95 och -96 visas i rött.

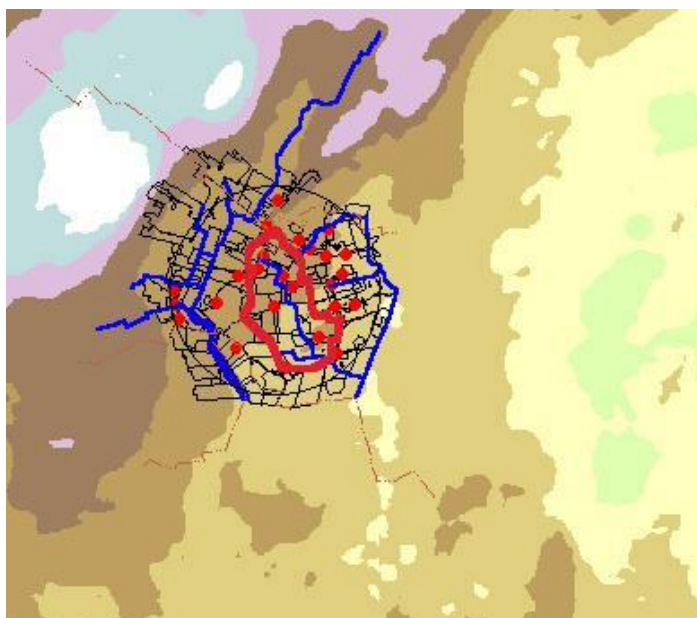
egenskaperna bruksenhet och skiftesnamn, men det fungerar dåligt vid import av databaser och kopplingar däremellan. Därför får varje skifte ett unikt löpnummer i Accessdatabasen. Detta innebär att man kan lägga alla skiften i samma tema, och med SQL-urval (Structured Query Language) styra vilka som skall visas. Detta gör att det blir lätt att lägga till ett nytt skifte. Uppdateringen mellan år sker genom import av databaser från Access, där även all databearbetning sker. För att kunna koppla dessa databaser till rätt skifte, måste man manuellt skriva in löpnumret för skiftet i dess egenskaper.

Exempel på analysverktyg för geografiska data

ArcView kan även användas för avancerad analys vad avser geostatistik, vattenflöden och andra spatiala egenskaper. Många av dessa, ofta kostnadsfria, tillägg utför analyser med hjälp av höjdskillnader. SLU Miljödata har tillgång till höjddatabanken, som är en databank med höjdangivelser med 50 meters mellanrum. Dessa importerar man till ArcView genom att från *Filemenyn* välja *Import Data Source* och där välja ASCII-raster. Dessa filer kan från början heta något annat än *.asc och får då döpas om till detta. Detta är data i ett annat format än tidigare, nämligen rasterformat. För att kunna arbeta med dessa data måste tillägget *Spatial Analyst* vara installerat. Mycket av den information som man vill applicera på marken är av den art att den gradvis förändras. Exempel på detta är pH, växtnäringsinnehåll och höjd. Sådana data representeras bäst av raster GIS. Med *Spatial Analyst* kan man från rasterdata göra höjdkartor, 3D effekter och även modellera hydrologiska egenskaper som avrinningsområde, flödesriktningar etc. Dessa beräkningar tar mycket datakraft, så en snabb dator rekommenderas.

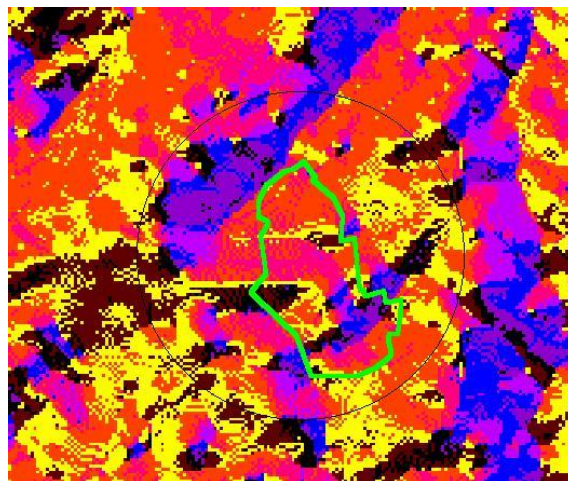
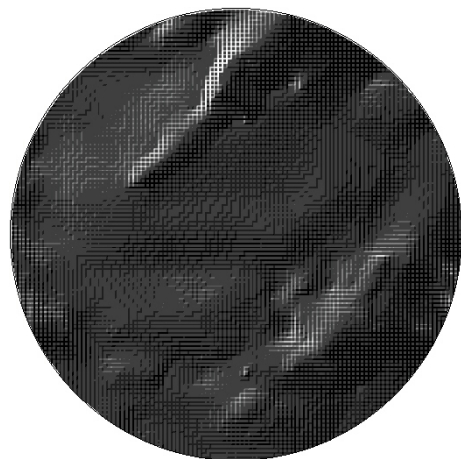
Hydrologisk modellering

Med hydrologisk modellering tänker man sig att man håller ut vatten över sitt kartområde. Beroende på höjdförhållandena kan man då analysera hur vattnet rinner, avrinningsområden mm. Det första man gör är att skapa kartor som visar höjderna. En höjdkarta över Barlingbo visas i figur 9. Det gäller även att dela in höjderna i lämpliga kategorier. Man kan även skapa skuggmönster som man kan använda som en egenskap för att presentera sin bakgrund. Detta ger kartbilden en 3D effekt (figur 10). För att använda sig av de hydrologiska modellerna måste tillägget Hydrologic modelling v1.1 installeras. Detta tillägg kan skapa många intressanta



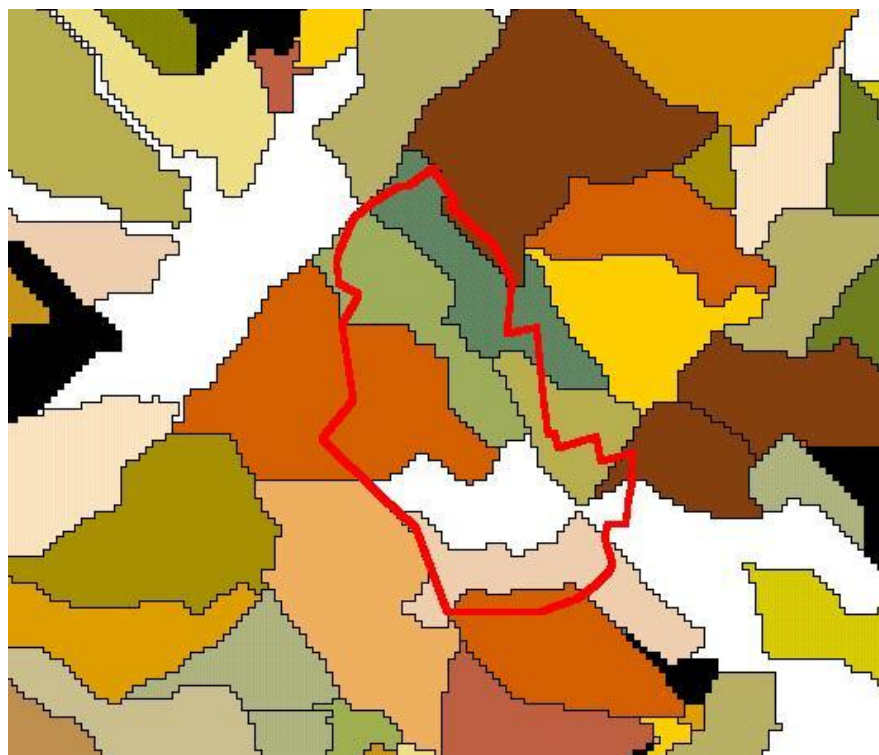
Figur 9. Markhöjd omkring avrinningsområdet.

kartbilder utifrån höjddata. Först identifieras sänkor (enstaka celler som ofta är felkodade) som sedan fylls. Därefter beräknar man flödesriktning för alla celler och de får ett värde mellan 0 och 255. Dessa kan man lämpligen dela upp i 8 riktningar. Barlingbokartan får då följande utseende (figur 11).



Figur 10. Höjdsugga för 3D-effekt. Figur 11. Beräknade Flödesriktningar.

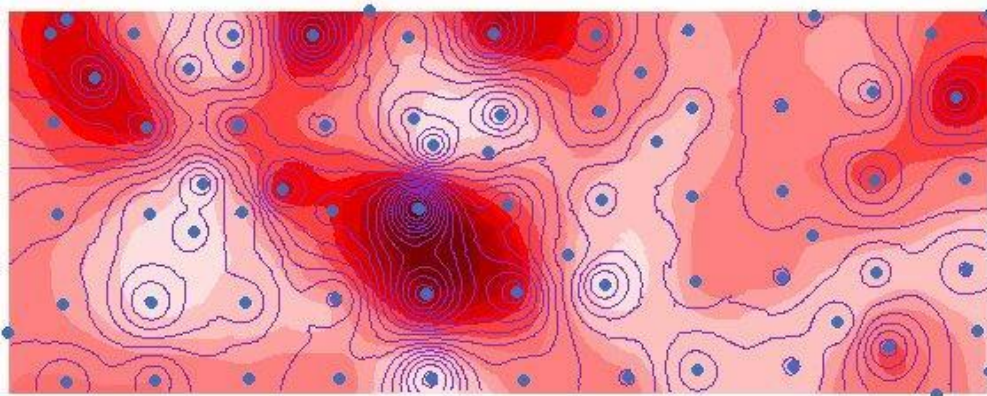
Från flödesriktningar kan man beräkna flödesackumulation och därefter avrinningsområden. Det beräknade avrinningsområdet över Barlingbo åskådliggörs i figur 12 där man även ser hur den teoretiska och faktiska vattendelaren skiljer sig åt. Detta kan förklaras med att upplösningen för höjdpunkterna inte är tillräckligt hög. Förutom kartbilden får man även tabeller med värden på dessa egenskaper.



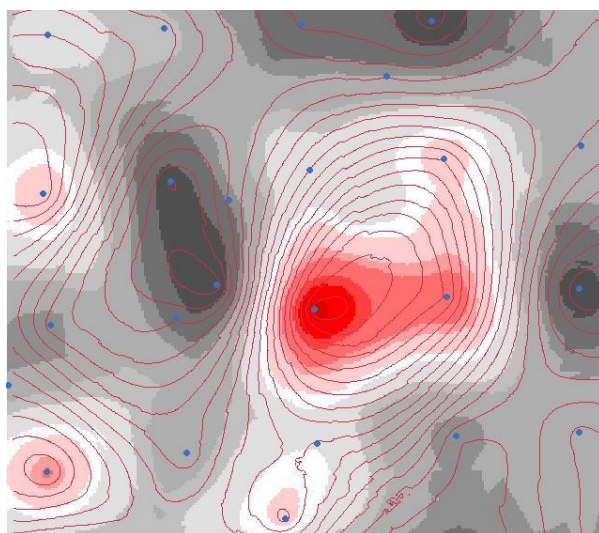
*Figur 12. Teoretiskt beräknade avrinningsområden.
Den faktiska vattendelaren i rött.*

Geostatistik

Spatiala data lämpar sig även för geostatistisk behandling och kriging. Tyvärr kan man inte utföra geostatistisk analys och variogram direkt i ArcView, men det finns tillägg att tillgå. Det mest utförliga tillägget heter *Kriging interpolator 3.2 for ArcView spatial analyst*, ett annat som också fungerar bra är *Kriging extension for ArcView GIS*. Skillnaden mellan kriging och vanlig konturbeskrivning åskådliggörs med en exempeljord i figur 13.



Figur 13. Punkterna representerar provplatser. Den färgade ytan är krigade värden med "Kriging interpolator 3.2 for ArcView spatial analyst" på kaliuminnehåll. Linjerna emellan är en enkel konturbeskrivning utifrån punkterna.



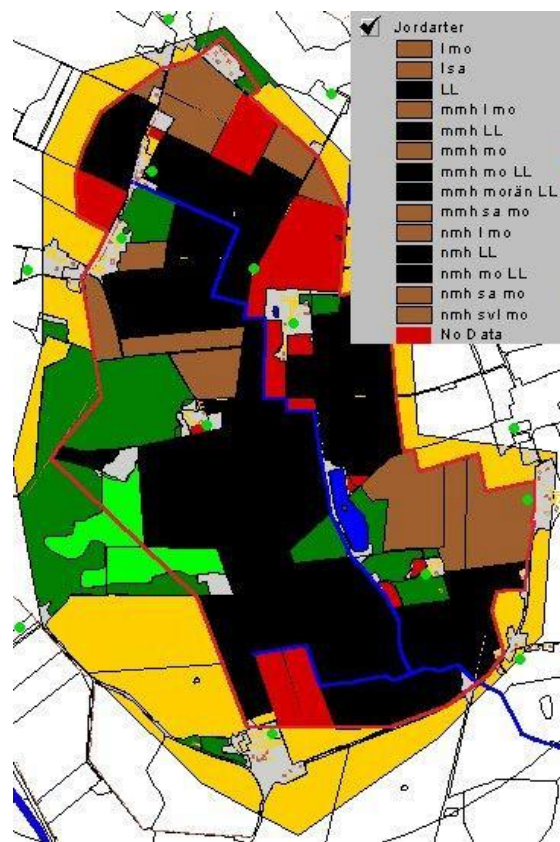
Figur 14. Här visas resultatet av två olika krigtillägg. Linjerna representerar de färgade ytorna i figur 13 och ytorna representerar krigade värden från tillägget "Kriging extension for ArcView GIS". Punkterna visar provplatsens läge.

Dessa krigingtillägg kan producera variogram av olika modeller och skapa ytor eller konturer av krigade värden och deras varians (figur 14). Dessa tillägg är en bra lösning om man skall behandla data i ArcView. Om man är mer intresserad av geostatistiken kan man använda GS+, ett program som kan exportera till ArcView format.

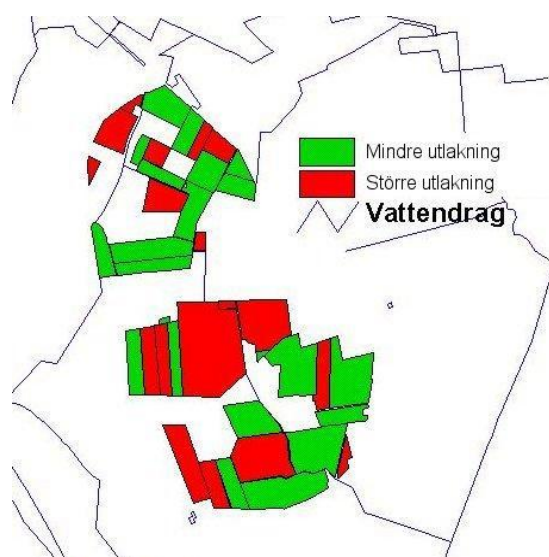
Exempel på tillämpning, GIS i ett vattenvårdsprojekt

Utlakning av kväve från åkermark är en naturlig process som sker från all mark men i mycket varierande omfattning beroende på klimat, jordtyp, gödsling och vad som odlas. Den relativa betydelsen av dessa egenskaper har gett upphov till utlakningskoefficienter som tar hänsyn till dessa olika förutsättningar (Johnsson & Hoffmann, 1996). För att åskådliggöra hur odlingen och därmed utlakningen varierar med tiden, angavs dessa utlakningskoefficienter för varje skifte för Barlingbo avrinningsområde åren 1995 och 1996. Utlakningskoefficienterna avser normalår och normalgödsling. Utifrån uppgifter i Accessdatabasen om gröda och jordart skapades en tabell som även innehöll utlakningskoefficienterna. Efter databehandling importerades tabellen till ArcView via SQL. Dominerande jordarter på skiftena i avrinningsområdet är lera, men även mo och sand förekommer (figur 15). Man kan även utläsa att de leriga områdena främst är

belägna i de lägst liggande delarna av avrinningsområdet vid ån. Om man jämför utlakningen åren 1995 och 1996 ser man att den totala arean från vilket det är en lägre utlakning dominerar. Det skulle således vara rimligt att anta att utlakningen av kväve är mindre 1996 än 1995 (figur 16). Detta exempel visar på hur man kan använda GIS för att snabbt få en uppfattning om markens egenskaper och förändringar som ägt rum under en tidsperiod.



Figur 15. Jordartskarta över Barlingbo. Skiften med lättlera är svarta, övriga lättare jordar är bruna.



Figur 16. Skillnader i utlakning mellan 1995 och 1996. Gröna skiften har en lägre och röda en högre utlakning jämfört med året innan.

SLUTSATS

GIS är ett mycket kraftfullt hjälpmedel när det gäller att åskådliggöra spatiala variationer. Skifteshantering underlättas och det går mycket snabbt att visa hur olika parametrar varierar med tiden. Blockkartorna från Jordbruksverket är mycket användbara och skulle kunna användas som enda digitala karta med komplement från brukarnas egna ifyllda blockkartor.

Problem med GIS-applikationen är främst om man har digitala kartor med olika noggrannhet, som då ibland inte överensstämmer särskilt bra. Det bästa är att använda så få karttyper som möjligt. En fortsatt utveckling av systemet bör inriktas mot att:

- Skaffa databaser över fler områden
- Ge inventeraren möjlighet att ha med sig en karta med föregående års inventeringar i t.ex. ArcExplorer
- Skapa ett internetanvändargränssnitt

GIS har oändliga möjligheter och det enda som sätter gränsen för vad man kan använda GIS till är fantasin hos användaren.

REFERENSER

Litteratur

- Carlsson, C., Kyllmar, K. & Johnsson, H. 2000. Typområden på jordbruksmark. *Avrinning och växtnäringsförluster för det agrohydrologiska året 1998/99*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära, Ekohydrologi 55.
- Eklundh, L (Red)., 2000. Geografisk informationsbehandling – Metoder och tillämpningar, Byggeforskningsrådet, CentralTryckeriet, Borås
- Johnsson, H. & Hoffmann, M. 1996. Normalutlakning av kväve från svensk åkermark 1985 och 1994. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära, Ekohydrologi 39
- Malmström, B. & Wellving, A. 1994. Introduktion till GIS.ULI. Trycksam, Gävle. ISBN 91-630-3245-7
- Martin, D. 1996. Geographic information systems – Socioeconomic applications 2:nd ed., Routledge, London
- Mitchell, A. 1999. The ESRI Guide to GIS analysis – Geographic patterns & relationships, USA.

Internetadresser

- ESRI. 2000. <http://www.esri.se> (25 maj 2000)

BILAGA 1

Instruktioner till inventeringsmakro "SLU odlingsinventering"

Installation

Detta makro är gjort som en Excelmall och för att enkelt nå det ifrån Excel, är det lämpligt att kopiera mallen till mall-foldern, oftast

C:\program\Microsoft Office\mallar

Man når det då genom att starta Excel, och välja Nytt under Arkiv-menyn.

Makrot startar automatiskt när man öppnar dokumentet.

**Starta Makrot*

Om man gått ur makrot, startar man det genom att under Verktygmenyn välja Makro och där välja Makron, och av de tillgängliga makrona välja Auto_Open.

Inmatning

**Meny*

Den första ruta som kommer upp är menyn. Därifrån väljer man vad man vill göra.

Den första gången man öppnar det, så kan man bara välja "Nytt område eller år". "Ta bort post" och "Redigera inmatat skifte" kan inte användas om man inte har matat in något skifte. "Spara/avsluta" används för att spara och avsluta makrot.

För att avsluta makrot, trycker man på krysset i högra hörnet av meny-fönstret. Detta är enda stället man kan avsluta makrot!

**Mata in engångsuppgifter*

Här anger man namnet på inventeraren samt uppgifter om det område man skall mata in uppgifterna för. Det är även denna meny som används för ange ett nytt år. Typområde kan man i klartext välja från en drop-down ruta, men kommer att sparas som den förkortning som motsvarar typområdet.

**Inmatning av odlingsdata*

Den meny som sedan kommer upp, är den som skall användas för att mata in odlingsdata för skiftet. Om man inte är säker på datum, så anges en uppskattning. I namnlis-ten för rutan står typområde, brukningsenhet och år, ex. Lka 12d 1999. Datum måste anges enl. ÅÅ-MM-DD ex. 99-05-20.

Vissa rutor måste fyllas i, medan andra är valfria. Om man glömt fylla i en nödvändig ruta, kommer ett felmeddelande som talar om vilken ruta som är tom, eller fel ifylld.

Om man har gödslingar för skiftet väljer man "Gödsling. Om man inte har någon gödsling väljer man även då gödsling, för att från den meny kunna ange ett nytt skifte.

**Gödsling för skiftet*

Den första rutan anger vilket skifte som gödslingen avser. Man anger en handelsgödsling eller stallgödsling åt gången, och har man fler gödslingar för samma skifte väljer man "Acceptera värden". Det går bara att välja bland de gödsel typer som finns under Drop-down menyerna, och saknas det man använt, får man ange något när- liggande, och ange detta i "anmärkningar", där även andra anmärkningar och upp- lysningar lämnas.

För att redigera en felinmatning under gödsling, måste man gå ur makrot och gå in på databladet.

**Ta bort skifte*

Här väljer man det skifte man vill ta bort. Skiftet tas bort både från odlings- och gödselbladet. OBS man kan ej ångra!

**Ändra i databasen*

Man väljer vilket skifte man vill redigera och formuläret för odling kommer upp med de inmatade uppgifterna. För att redigera göslingsdatabasen, måste man gå ur makrot och till bladet gödsling.