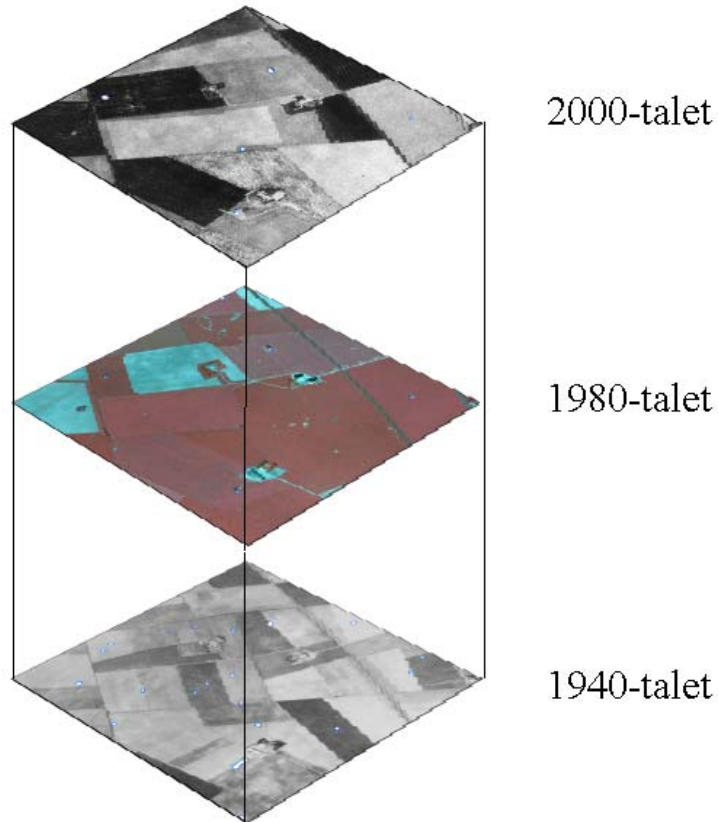


Seminarieuppsatser nr 110

## Skånska småvatten nu och då - jämförelse mellan 1940, 1980 och 2000-talet



**Jonny Andersson**

---

2004  
Centrum för Geobiosfärvetenskap  
Naturgeografi och ekosystemanalys  
Lunds Universitet  
Sölvegatan 12  
223 62 Lund





# Skånska småvatten nu och då

- jämförelse mellan 1940, 1980 och 2000-talet

---

Jonny Andersson, 2004

En magister uppsats i ämnet Naturgeografi och Ekosystemanalys

Handledare:  
Anna Broström  
GIS-centrum

Institutionen för naturgeografi och ekosystemanalys  
Lunds Universitet



## **Abstract**

Small water bodies in the shape of ponds and wetlands have an important function in both the terrestrial and the aquatic environment. They serve as a buffer to prevent rash out-flow of nutrients into the oceans and they maintain biological diversity for plants and animals.

Most anthropogenic small waters originated in the 19<sup>th</sup> century and beginning of 20<sup>th</sup> century. During this time, good fertilizing soil was removed from the land and remaining cavities were filled with water. When farming was made more effective the ground was leveled and these small waters vanished. Since mid 1980 the importance of small water bodies and wetlands has received attention in a variety of environmental projects.

The purpose of this masters thesis paper is to estimate the change of small water bodies during the last 60 years its effects. The methodology we used was; (1) initial remote sensing, (2) field-visits, (3) GIS onscreen digitizing and (4) GIS analysis. The main software and materials used were ESRI's ArcGIS and aerial photos from 1940's, 1980's and 2000's. A randomized selection of thirty 5\*5 kilometers in Skåne was the base for the study. In these thirty squares the inventory and analysis included; (1) estimation of the total number of small waters and their total accumulated area, (2) a comparison of total number and total area of water in forest and farmland based on land use in each square, (3) classification of small waters into seven area classes (4) studies of what actual land use (farmland, grassland, coniferous, deciduous, urban areas, clear cut forest and wetlands) has seen change in small water.

The results show that the number of small waters has decreased between the 1940's and the 1980's from 2529 to 1143. There has been an increase between the 1980's and 2000's from 1143 to 1400. The total area of small water bodies however is in fact more in the 2000's than it was in the 1940's. The small waters that have vanished are mainly in the range of 0-1 hectares. Many of these that have disappeared were situated in farmland and wetlands during the 1940's. On the other hand, waters in grassland increased in the 2000's. These changes in waters have made a great impact on the landscape, biological diversity and nitrogen retention on land. The environment has become sparse, a variety of plants and animal species have decreased and more nutrients flow out to the ocean.

This masters thesis has provided a basis for more in depth studies of nitrogen retention in wetlands and small water bodies. With this data one can go deeper into a certain watershed and try to estimate its nitrogen retention based on additional inputs. One could also try to estimate how many water bodies there is in a certain watershed and use that for further studies. This database could also be used in studies such as biological diversity changes.



## Sammanfattning

Småvatten i form av dammar och våtmarker har en viktig funktion i både den terrestra och akvatiska miljön. De fungerar till exempel som buffert för näringsämnen från att flöda ut i havet och dem ökar den biologiska mångfalden bland växter och djur.

De flesta antropogena småvattnen har sitt ursprung från 1800-talet och 1900-talets början, då näringsrik mägergrävdes upp från åkrar och hålen på åkrar fylldes upp med nederbörd. I samband med jordbrukets effektivisering så jämnades många av dessa mägerhål och antalet småvattnen minskade avsevärt. Sedan mitten på 1980-talet har småvatten och våtmarker uppmärksamats i en rad olika miljöprojekt i Skåne.

Syftet med denna magister uppsats i ämnet Naturgeografi är att uppskatta samt att i ett längre perspektiv få reda på hur dessa småvatten förändringar skett de senaste 60 åren och vilka effekter det haft för omgivningen. Metoden som användes var fjärranalys i kombination med fältbesök samt skärmdigitalisering i ett GIS. Programvara och material bestod av ESRI's ArcGIS och flygfotografier från 1940, 1980 och 2000-talet. Basen för studien är 30 stycken 5\*5 kilometers rutor slumpmässigt fördelade i Skåne. Analysen innebar att uppskatta antalet och totala arean småvatten i varje ruta. En indelning av skog och åker region gjordes för att studera regionsskillnader. En klassificering av omkringliggande marktyp utfördes för att se i vilken marktyp som främsta förändringarna skett samt i vilken storleksklass dessa förändringar inträffat.

Resultatet visar att antalet minskat från 2529 stycken småvatten till 1143 stycken mellan 1940 och 1980-talet i dessa trettio rutor. Det har dock skett en liten ökning från 1143 till 1400 stycken mellan 1980 och 2000-talet. Totala arean småvatten har inte förändrats märkbart. Det har däremot skett en stor förändring av antalet i storleksklassen mellan 0-1 hektar. De flesta av dessa småvatten låg på åker och i våtmarksområden på 1940-talet till att idag ligga främst på gräsmark. Dessa förändringar har haft en stor inverkan på landskapsbilden, biologiska mångfalden och kvävereningen då landskapet blivit fattigare, många växter och djurs habitat har minskat och fler näringsämnen flödar ut i havet.

Detta projekt har skapat en bas där djupare studier om kvävereningen i våtmarker och småvatten kan genomföras. Data kan även användas i en närmare studier för specifika avrinningsområden och genom detta försöka beräkna kvävereningen. Det ges även möjligheter att utföra studier för biologisk mångfald.





## Innehållsförteckning

<b>Abstract</b> .....	<b>i</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>iii</b>
<b>1. Introduktion</b> .....	<b>1</b>
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Syfte .....	3
<b>2. Studieområde</b> .....	<b>5</b>
2.1 Geologi .....	5
2.2 Vegetation .....	6
2.3 Hydrologi .....	6
2.4 Klimat .....	6
<b>3. Material</b> .....	<b>11</b>
<b>4. Metod</b> .....	<b>13</b>
4.1 Geografiska informationssystem (GIS) .....	13
4.2 Digitalisering .....	14
4.2.1 Exempel på digitaliseringar .....	17
4.2.2 Noggrannhets utvärdering .....	19
4.2.3 Geokorrigerig 1980-talsbilderna .....	19
4.2.4 Fältkontroll .....	22
4.3. Analys .....	24
4.3.1 Skog och åker indelning .....	24
4.3.2 Area och antals förändring .....	24
4.3.3 Flikighet .....	24
4.3.4 Förändring i markanvändning runt småvatten .....	25
4.3.5 Jämförelse av befintliga småvatten och anmälda nyanlagda våtmarker. ....	25
<b>5. Resultat</b> .....	<b>27</b>
5.1 Noggrannhets utvärdering och RMS-fel .....	27
5.1.1 Noggrannhet 1940-talsbilder .....	27
5.1.2 Noggrannhet 2000-talsbilder .....	27
5.1.3 Geokorrigerig av 1980-tals bilderna och RMS-fel .....	28
5.1.4 Fältkontroll .....	28
5.2 Förändring av småvatten .....	29
5.2.1 Medelantal och medelareal .....	29
5.2.2 Förändring av medelantalet småvatten per storleksklass .....	31
5.2.3 Flikighet .....	33
5.2.4 Markanvändning vid småvatten .....	34
5.2.5 Nyanläggning av småvatten .....	39
<b>6. Diskussion</b> .....	<b>41</b>
6.1 Metodik .....	41
6.1.1 Noggrannhets utvärdering .....	41
6.1.2 Felkällor .....	41
6.2 Småvattenförändringar med avseende på småvattnens antal, area, form samt markanvändningen runtom .....	42
6.2.1 Landskapsbilden .....	42
6.2.2 Biologisk mångfald .....	43

6.2.3 Kväveretention.....	44
6.3 Nyanläggning av småvatten.....	45
<b>7. Slutsatser.....</b>	<b>47</b>
<b>8. Framtid.....</b>	<b>49</b>
<b>9. Tacksida .....</b>	<b>51</b>
<b>10. Referenser .....</b>	<b>53</b>
<b>Appendix 1. ....</b>	<b>56</b>
<b>Appendix 2. ....</b>	<b>58</b>
<b>Appendix 3. ....</b>	<b>59</b>
<b>Appendix 4. ....</b>	<b>61</b>
<b>Appendix 5. ....</b>	<b>62</b>
<b>Appendix 6. ....</b>	<b>67</b>
<b>Tidigare rapporter .....</b>	<b>70</b>

# 1. Introduktion

## 1.1 Bakgrund

Småvatten är en typ av våtmark som i form av dammar, mörgelgravar eller naturliga dödshålor fyller en viktig funktion i både akvatiska och terrestra ekosystem, genom att vara kväverenare för genomrinnande vatten och upprätthållare av biologisk mångfald för fauna och flora. Dessutom ger de en mer varierad och attraktiv landskapsbild.

Bland de viktigare funktioner småvatten fyller kan nämnas; (1) Vattenrening, längre uppehållstid reducerar kväve och fosfor men också t.ex. tungmetaller och miljögifter i vattnet som rinner ut i havet; (2) Vattenmagasinering, då de kan bidra till att jämna ut flödesvariationer. Vatten som magasineras i småvatten kan användas till bevattning; (3) Småvatten bidrar till att den biologiska mångfalden ökar i landskapet, många djurarter använder småvattnen tillfälligt eller permanent för födosök, förökning eller rastplats; (4) Människors glädje och livskvalitet, eftersom småvatten kan utnyttjas för allmänt friluftsliv, sportfiske, jakt, fågelskådning, andra naturupplevelser, turism, skola och undervisning; (5) Produktion och resursåtervinning. Småvatten erbjuder möjligheter att producera t.ex. bioenergi och att återcirkulera näringsämnen till jordbruksmark (Prade, 2004).

De största utmaningarna i samband med nyanläggningar av småvatten, dammar och våtmarker är dess ändamål. För man vinner olika nyttigheter beroendes på hur de placeras i kombination med hur de utformas. Skall de fungera för biologisk mångfald då strävas det att få en stor flikighet på vattnet, samt placering vid övergång mellan öppenmark och skogsmark. Skall de användas främst i kvävereningssyfte då vill man ha en så stor och grund yta som möjligt samt att placeringen i dräneringssystemet inverkar. Ständig forskning pågår kring optimala våtmarker, för de olika faktorerna (Eriksson, 2001; Svensson et al., 2004).

Landskapsbilden har förändrats mycket sedan 1850-talet, då det skedde stora förändringar inom jordbruket, vilket innebar att våtmarksarealen minskade. Ny åker mark skapades genom sjösänkningar, årtätningar och utdikning av våtmarker. De flesta perioder av sjösänkning och utdikningar genomfördes mellan 1880 till 1930-talet varefter intensiteten avtog till att nästan upphöra på 1950-talet. Åkerarealen ökade som mest fram till 1920-talet. I skogsområdena utfördes dikningen i huvudsak under två perioder; den första under 1930-talet då det var en sysselsättningsfråga då arbetslösheten var hög i landet, och den andra på 1980-talet då syftet var att öka skogens produktivitet som råvara. (Tonderski et al., 2002). Även nya småvatten uppkom när mörgelgravar grävdes i åkrarna under 1800-talet. Den kalkrika mörgellan användes inom jordbruk som gödsel och jordförbättrare. Under 1900-talets senare del i takt med att jordbruket effektiviserades och behovet av stora brukningsarealer ökade, fylldes både antropogena och naturliga småvatten igen (Nolbrant, 2002).

Förlusten av våtmarker, dammar och småvatten har lett till en utarmning av landskapet vilket gjort det sårbart på flera sätt. Den dämpande effekten vattenkroppar har på avrinningstoppar vid regn och snösmältning har minskat och uträkning av vattendrag har lett till att vattnet transporteras snabbare ut i havet. Därmed har även

förutsättningen för att närsalter ska kunna sedimentera eller tas upp av akvatiska organismer minskat. Den biologiska mångfalden har utarmats vilket lett till att flertalet arter är utrotningshotade. Genom att nyanlägga eller restaurera våtmarker kan vattentransporten bli långsammare och arter knutna till biotopen kan återkomma (Tonderski et al., 2002).

Sedan mitten av 1980-talet har småvattens betydelse uppmärksammats inom natur och miljövård och nyanläggning av småvatten och våtmarker har ökat. 1988 gjorde länsstyrelsen i Malmöhus län en småvatteninventering baserat på initial flygbildstolkning och fältbesök. Småvatten definierades då som en vattenfylld svacka eller hålighet i landskapet som innehåller vatten under hela året där storleken varierar mellan ca 100 och 10 000 m<sup>2</sup> (Larsen, 1988). Inventeringen uppgav att det borde finnas cirka 400 småvatten i Sydskanes arbetsområde vilket var en uppskattning då 500 objekt hittades i deras flygbildstolkning men noggrannheten för dessa var 80 %. I början av 2000-talet inventerade Länsstyrelsen i Skåne antalet nyanlagda våtmarker och dammar som anmälts till länsstyrelsen under perioden 1990-2001 (ca 1600 ärenden totalt i Skåne). Syftet var att ta reda på antalet våtmarker som anlagts under senare år i Skåne, total areal av dessa, hur dessa var fördelade mellan kommunerna och hur de var utformade vilket har betydelse för våtmarkens syfte (Bendtsen, 2003).

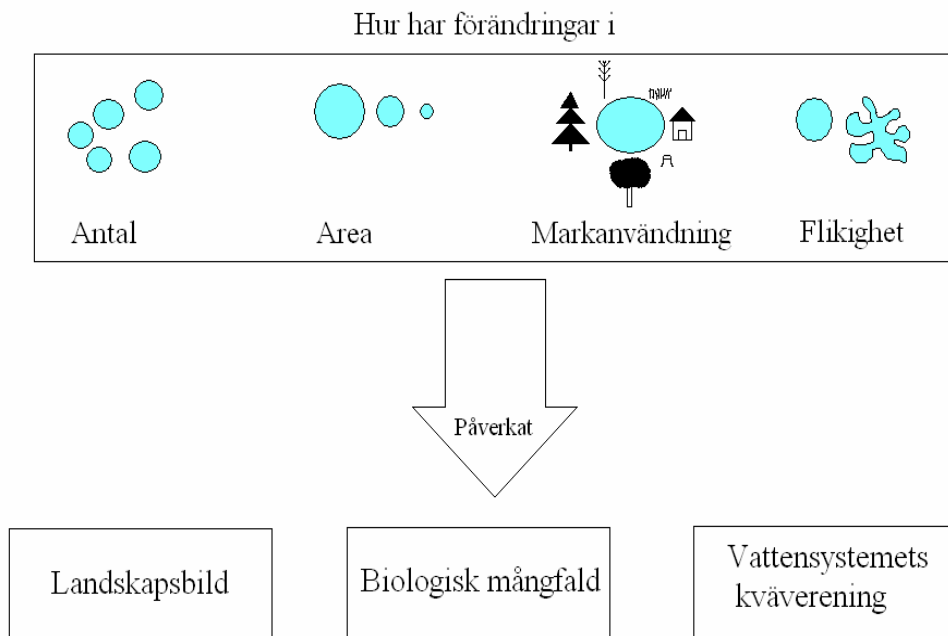
Det aktuella projektet initierades för att få ett längre perspektiv på hur småvattenförekomsten i hela Skåne förändrats.

## 1.2 Syfte

Syftet med projektet var att studera hur småvattenförekomsten förändrats i Skåne under de senaste 60 åren, med avseende på antal, areal, form/flikighet och omkringliggande markanvändning. För att sedan diskutera vilka effekter dessa förändringar haft på landskapsbilden, biologisk mångfald och vattensystemets kväverening (Figur 1). För detta ändamål användes GIS-analys av digitala flygbilder från de tre tidsperioderna 1939-1947, 1984-1986 och 1998-2002. Hädanefter benämns de som 1940-, 1980- och 2000-tals flygbilder. I analysen ingick trettio slumpmässigt utvalda rutor som utgjorde ett stickprov representativt för Skåne.

För varje tidsperiod studerades:

- medelantal och medelareal småvatten per ruta i Skåne
- medelantal och medelareal småvatten i Skånes åker- respektive skogsregion.
- småvattnens fördelning i markanvändningsklasserna: barrskog, lövskog, föryngringsyta, åker, gräsmark, annan våtmark samt bebyggelse.
- småvattnens form/flikighet



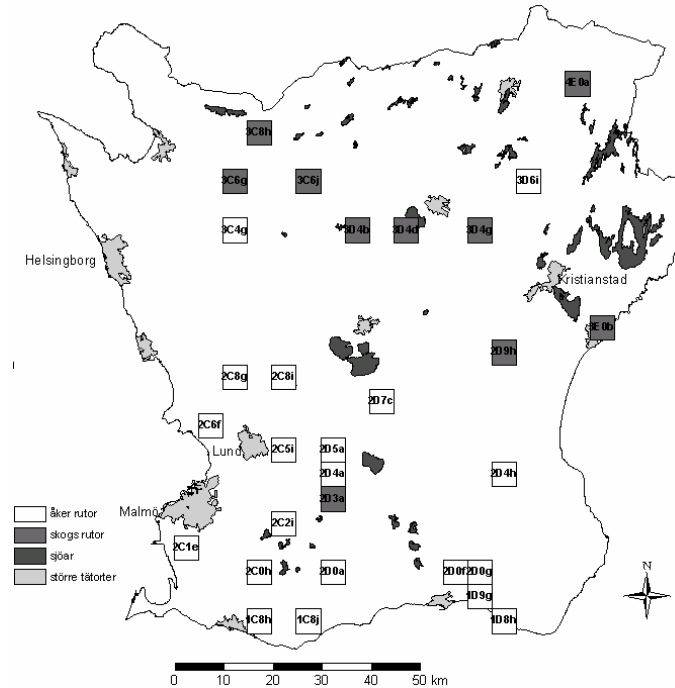
**Figur 1.** Schematisk skiss över projektets syfte. Hur förändringar av småvattnens antal, area, form/flikighet och omkringliggande markanvändning påverkar landskapsbild, (2) biologisk mångfald samt (3) vattensystemets kväverening.

I projektet studerades också småvatten som enligt flygbildstolkningen tillkommit sedan 1980-talet jämfördes med sammanställningen av de anmälningar om nyanläggningar av våtmarker som inkommit till länsstyrelsen 1990-2001 (Bendtsen, 2003).



## 2. Studieområde

I studieområdet Skåne har trettio slumpvist utvalda 5 \* 5 km rutor analyserats med avseende på småvattenförändringar. Tio av rutorna domineras av skogsvegetation och tjugo av öppen mark (Figur 2).



**Figur 2.** Skåne, projektets studieområde, där flygbildsinventering av småvatten förekomst under 1940-, 1980- och 2000- talet utfördes i trettio 5x5 km rutor, numrerade enligt fastighetskartans kartbladsbeteckningar. Tjugo av rutorna domineras av åker och tio av skog.

I stora drag domineras sydvästra Skåne och Kristianstadslätten av jordbruksmark medan nordöstra Skåne domineras av skogsmark. Beroende på berggrund och inlandsisens bearbetning av markytan har jordarterna i Skåne starkt skiftande karaktär. En uppdelning i jordbruksbygd och skogsbygd har blivit en naturlig följd av denna olikhet, där jämnkorniga jordar lämpat sig för odling av grödor och tunnare och stenigare jordar använts för skogsbruk

### 2.1 Geologi

Skånes berggrund är i huvudsak uppdelad i diagonala stråk i nordvästlig-sydöstlig riktning. Tornqvistzonen är en tektonisk sprickzon som går från Simrishamnstrakten i sydöst och Kullaberg i nordväst. Norr om denna zon, med undantag av Kristianstadsområdet, återfinns urbergarterna gnejs och granit som är över 570 miljoner år gamla. I och söder om Tornqvistzonen samt i Kristianstadsområdet, förekommer främst yngre sedimentära bergarter som kalksten, sandsten och lerskiffer som varierar i ålder mellan 570 och 50 miljoner år (Figur 3 a). Den mest vanligt förekommande sedimentära bergarten är kalksten. De tektoniska rörelserna i Tornqvistzonen har i form av horstar gett upphov till Romeleåsen, Linderödsåsen och Söderåsen (Germundsson et al., 1999).

Jordarterna i Skåne bildades under den senaste isavsmältningen. De jordarter som dominerar Skåne är lerig Morän/moränlera, isälvsavlagringar, och morän. I huvudsak följer jordarterna samma nordväst/sydöst diagonala utbredning som berggrunden. I sydvästra Skåne och i Kristianstadtrakten återfinns de näringsrika jordarterna moränlera samt lera som gett upphov till Sveriges bästa odlingsjordar, detta beror på den sedimentära berggrunden, främst kalksten, som ger jordarna ett bra näringsinnehåll och den låga blockhalten som underlättar brukning av jorden. I Vombsänkan utbreder sig ett stort område med isälvsavlagringar där grus, sand och lera är de dominerande jordarterna vilket inte resulterat i lika gynnsamma odlingsförhållanden. I nordöstra Skåne med undantag av Kristianstadslätten är den dominerade jordarten morän som pga. av det underliggande urberget är relativt näringsfattigt (Figur 3 b) (Germundson et al., 1999)

## 2.2 Vegetation

Södra och västra Skåne karaktäriseras av ett jordbrukslandskap som utgörs av åker och öppen gräsmark. Norra samt nordöstra Skåne domineras av skog. Skånes markanvändning är fördelad mellan åker och öppen gräsmark mark (59 %), skog (32 %), våtmark (2 %), sjöar (1 %) och tätort (5 %). Skogsvegetationen utgörs av 60 % barrskog (gran och tall) och 30 % ädellövskog (alm, ask, avenbok, bok, ek, lind och lönn), 9 % björk samt 1% övriga lövträd (Figur 3 c)(Germundson et al., 1999).

## 2.3 Hydrologi

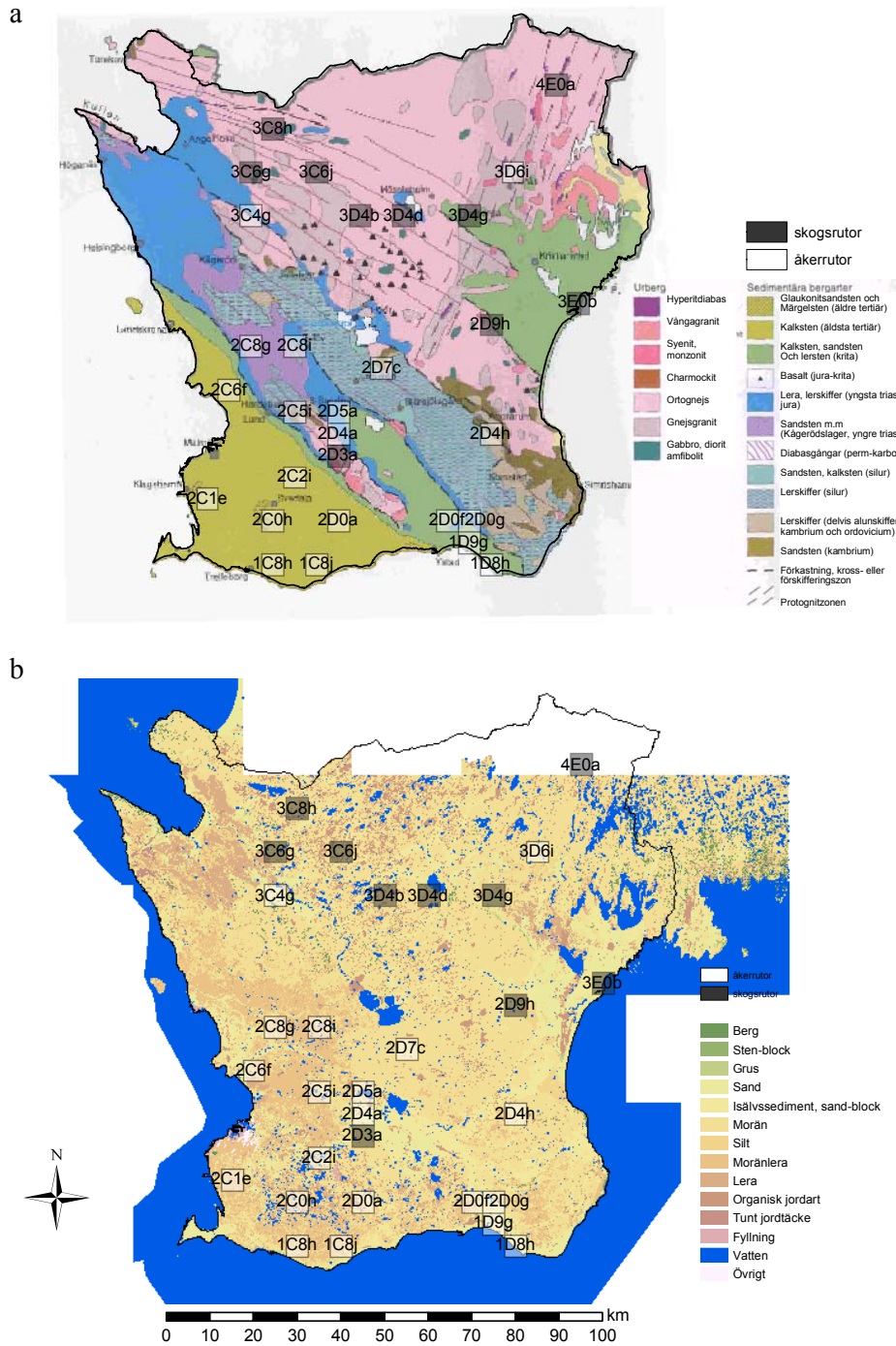
Avrinningen är ett mått på vattenflödet från ett område som bestäms av nederbördsstorlek, hur mycket som magasineras i grundvatten och markvatten som avdunstat till atmosfären. Avrinningen uttrycks vanligen i enheterna  $l/s \cdot km^2$  eller  $mm/år$  ( $1 l/s \cdot km^2 = 31,5 mm/år$ ) (SMHI, 2002).

Skåne har tolv relativt små avrinningsområden som avvattnas av mindre åar med låg vattenföring (Figur 3 d). Avrinningen i Skånska vattendrag varierar från 12 till 30  $l/s \cdot km^2$  på vintern och är mindre än 6  $l/s \cdot km^2$  på sommaren (medelvärde 1985-2000) (SMHI, 2002). En mindre andel av nederbörden faller som snö och snösmältningen kan ske under flera perioder, vilket ger högre avrinning vintertid. Avrinningens säsongsvariation beror till stor del av avdunstningens variation som följer temperaturen under året och når sitt högsta värde sommartid och lägsta under senhöst och vinter.

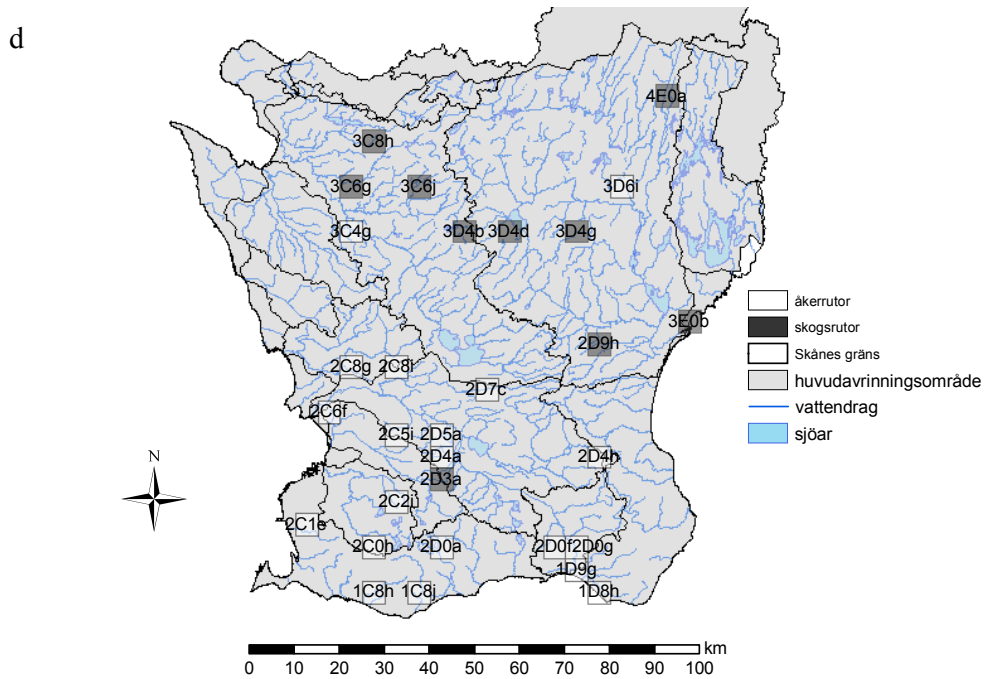
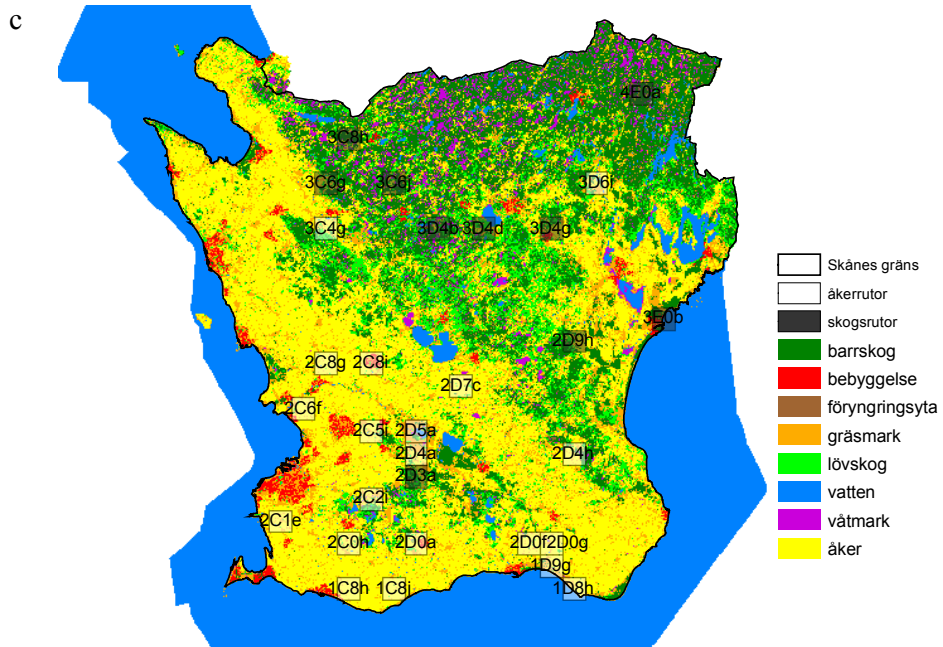
## 2.4 Klimat

Klimatet domineras året runt av västliga vindar från Nordatlanten. Den årliga medeltemperaturen är 8 °C (Figur 3 e), den högsta medeltemperaturen inträffar i juli och är 16 °C. Den lägsta medeltemperaturen inträffar i januari och är -1 °C. Skåne har en årsmedelnederbörd på 661 mm (1961-1990) där den lägsta nederbörden faller i Åhustrakten och Falsterbonäset och den högsta nederbörden är vid Hallandåsen (Figur 3 f) (Vedin, 2003).



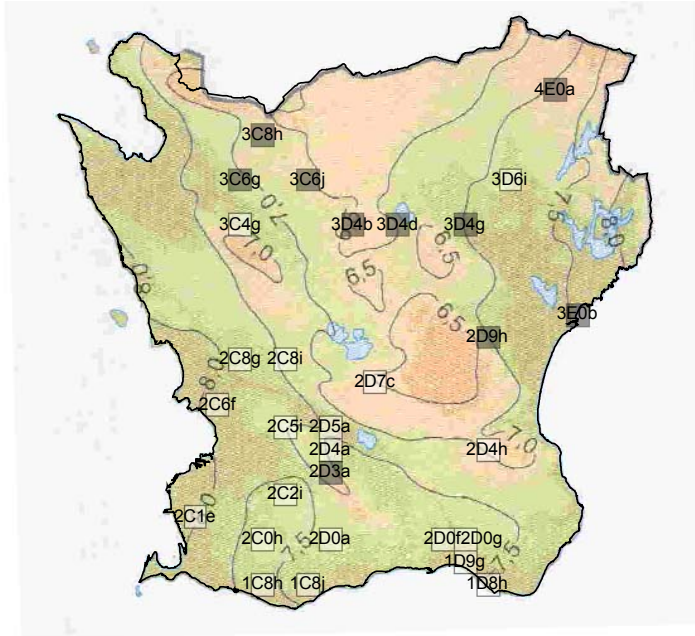


**Figur 3.** De trettio analyserade rutorna markerade på kartor över Skånes a) berggrund, b) jordarter. (Germundsson et al., 1999).

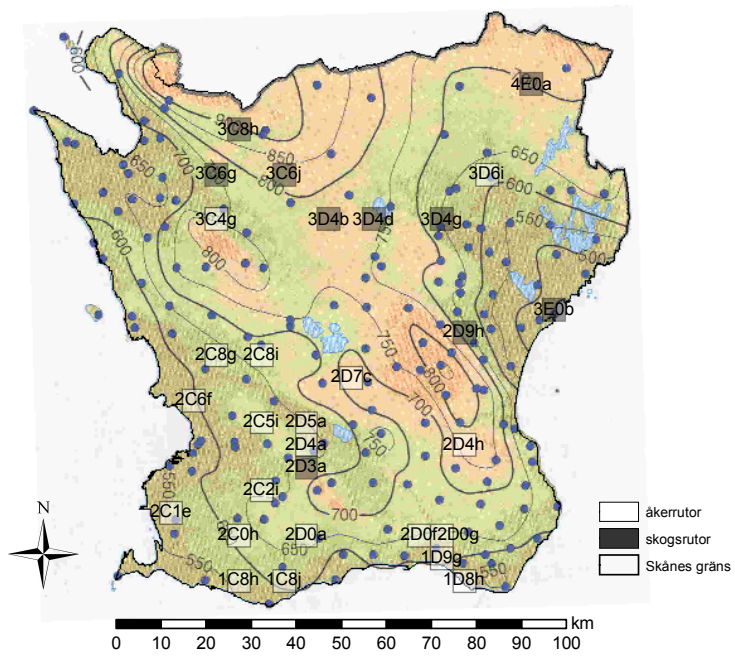


**Figur 3 (fortsättning).** De trettio analyserade rutorna markerade på kartor över Skånes c) vegetation, d) hydrologi (Germundsson et al., 1999).

e



f



**Figur 3 (fortsättning).** De trettio analyserade rutorna markerade på kartor över Skånes e) medeltemperatur (°C) och f) medelnederbörd (mm) (Germundsson et al., 1999).



### 3. Material

De digitala data som använts inom projektet har producerats och/eller ägs av länsstyrelsen i Skåne Län, Lantmäteriverket, GIS-centrum vid Lunds Universitet samt detta projektet (Tabell 1). Den programvara som använts för GIS-analys, statistik och beräkningar är ESRI's ArcGIS 8.3, Minitab 13.0 och Microsoft Excel.

Följande digitala flygbilder i bildformatet tag image file format (\*.tif), från 30 rutor slumpvist fördelade över studieområdet fotograferade under vegetationsperioden maj – september har analyserats:

- 1940-talet svartvita pankromatiska ortofoton från åren 1939-1947, storlek: 5\*5 km. På en del av bilderna kan man se höstackar på fälten vilket indikerar att bilderna är tagna i början av juli månad.
- 1980-talet icke geometriskt korrigerade infraröda (IR) flygbilder från 1984 - 1988, storlek 7\*7 km.
- 2000-talet svartvita pankromatiska ortofoton från år 1998-2002, storlek: 5\*5 km.

Följande digitala geografiska data i shape format vilket är programmet ArcViews vektor format har använts (för närmare beskrivning se Tabell 1, Appendix 1).

- Markanvändningsdata indelat i marktyper som t.ex. barrskog, lövskog, åkermark etc.
- Nyanlagda våtmarker som anmälts av markägare till Länsstyrelsen mellan 1990 –2001.
- Vattendragsdata/Hydrografisk data innehållande vattendrag som har en mindre bredd än 6m och fortfarande möter kriterier för ett vattendrag. Större vattendrag redovisas som vatten och ingår i markanvändningsdataskiktet.
- Digital Elevation Model (DEM) modell i raster format där varje pixelvärde anger ett höjdvärde i meter över havet med en upplösning på 50\*50 meter.
- Väglinjedata som innehåller vägnätet med både allmänna och enskilda vägar.
- Röda Kartans skikt för (1) tätorter, (2) kustlinje som ett linjesegment, (3) länsgränser till Blekinge, Småland och Halland, (4) vattendrag, (5) sjöar och (6) allmänna vägar.

Följande data har producerats inom projektet (Tabell 1):

- rutnät som delar in flygbilderna i 10 \* 10 exakt likadana mindre rutor där namngivning av varje ruta skett med löpnummer 1 –100 från höger till vänster radvis.
- Tre skikt med småvatten inom trettio kartrutor under 1940-, 1980- och 2000-talet.

**Tabell 1.** Sammanställning av de digitala geografiska data som använts inom projektet; dataskiktets namn, filformat (\*.tif = tag image file format, \*.shp = shape; ArcGIS 8.3 vektorformat), datatyp, ägare samt producenten. Data producerat inom projektet indikeras.

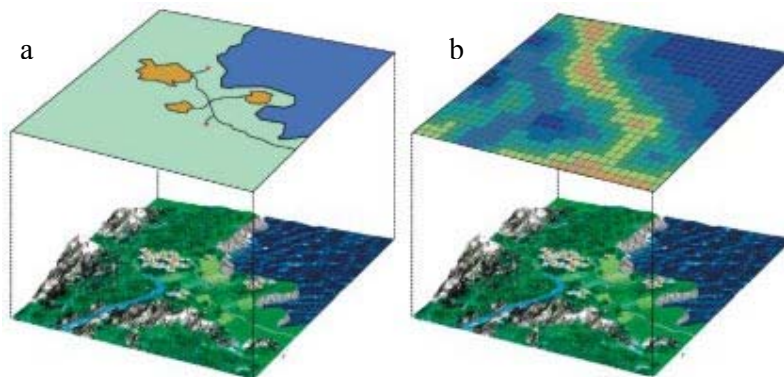
Dataskikt	Filformat	Datatyp	Ägare	Producent
Flygbilder över Skåne från 1939-1947 (30 st)	*.tif	Ortofoto, geometriskt korrigerade	Länsstyrelsen i Skåne län	Lantmäteriverket
Flygbilder över Skåne från år 1984-1986 (30 st)	*.tif	Centralprojicerade icke korrigerade	Länsstyrelsen i Skåne län	Lantmäteriverket
Flygbilder över Skåne från år 1998-2002 (30 st)	*.tif	Ortofoto geometriskt korrigerade	Länsstyrelsen i Skåne län	Lantmäteriverket
Jordartskarta	*.shp	polygoner	Länsstyrelsen i Skåne län	Sveriges geologiska undersökning
Markanvändningskarta (markytedata_skarvlös.shp)	*.shp	polygoner	Länsstyrelsen i Skåne län	Lantmäteriverket
Nyanlagda våtmarker	*.shp	polygoner	Länsstyrelsen i Skåne län	Länsstyrelsen i Skåne län
Regionslinjer, kust och länsgräns	*.shp	linjer	Länsstyrelsen i Skåne län, GIS-centrum, Lunds Universitet	Lantmäteriverket
Kustlinjer	*.shp	linjer	Länsstyrelsen i Skåne län, GIS-centrum, Lunds Universitet	Lantmäteriverket
Vägnätet (väglinjedata)	*.shp	linjer	Länsstyrelsen i Skåne län, GIS-centrum, Lunds Universitet	Lantmäteriverket
Tätorter, sjöar, allmänna vägar	*.shp	polygoner	Länsstyrelsen i Skåne län, GIS-centrum, Lunds Universitet	Lantmäteriverket
30 rutor enligt fastighetskartans numrering	*.shp	polygoner	Länsstyrelsen i Skåne län, GIS-centrum, Lunds Universitet	Lantmäteriverket
Rutnät (500 x500 m) över Skåne	*.shp	polygoner	Länsstyrelsen i Skåne län, GIS-centrum, Lunds Universitet	GIS-centrum, Lunds Universitet
Småvatten 1940	*.shp	polygoner	Länsstyrelsen i Skåne län	detta projekt
Småvatten 1980	*.shp	polygoner	Länsstyrelsen i Skåne län	detta projekt
Småvatten_2000	*.shp	polygoner	Länsstyrelsen i Skåne län	detta projekt

## 4. Metod

Metoden består av datainsamling och analys som utfördes mha geografiska informationssystem (GIS). Datainsamlingen skedde i form av flygbildstolkning och skärmdigitalisering av småvatten från digitala flygbilder från 1940-, 1980- och 2000-talet. För den jämförande och statistiska analysen av digitaliserade småvatten användes geografiska och statistiska programvaror.

### 4.1 Geografiska informationssystem (GIS)

GIS är en kombination av kartor och tabellinformation som lagras och hanteras i datorn. Det presenteras i antingen raster eller vektorformat (Figur 4). Raster är ett format där varje ruta eller cell får ett numeriskt värde. Detta format används främst vid analys av kontinuerliga ytor som t ex höjddata. Vektorformat är geografiska objekt placerade i ett koordinatsystem som kopplas till attribut i en tabell vilken beskriver den geografiska datan.



**Figur 4.** I ett geografiskt informationssystem lagras rumslig data i: a) vektorformat eller b) rasterformat (från Eklundh, 2001)

Kartinformationen kodas och lagras i koordinatform, medan tabellinformationen kan lagras och hanteras med metoder som t.ex. kalkyl- eller databasprogram. Med hjälp av GIS kan avancerade analyser göras av sådan information som annars hanteras med vanliga kartor. Detta ger möjligheten att på ett effektivare sätt genomföra analyser av objekts rumsliga fördelning, samvariation och geografiska spridning.

Kartinformationen i ett GIS läggs i olika skikt, där varje skikt representerar ett tema. Informationen (kartobjekten) i varje skikt kan manipuleras och uppdateras, viktig information kan sökas ut (t ex kan samtliga småvatten som är mindre än 1 hektar sökas ut) och presenteras i grafisk eller numerisk form. Olika informationsskikt kombineras för analys och generering av nya informationsskikt. I ett GIS så är funktionerna för kartpresentation ett viktigt verktyg och kartor kan skapas enkelt och smidigt.

Structured query language SQL är ett standardiserat språk som används för att kommunicera med databaser och används ofta vid GIS-analyser. Oberoende av vilket databasformat som ligger till grund för datakällan är språket att kommunicera med den det samma. Det fungerar på så sätt att man söker på t.ex. ord eller värden som man vill ha ut från en tabell. Uppbyggnaden av SQL är att man väljer i vilken tabell

och från vilken kolumn sökningen skall göras. T ex, om man har ett skikt med tätorter och i dess attribut tabell så är antalet invånare inskrivet i en kolumn, så vill man ha reda på vilka tätorter som har mer än 10 000 invånare. Då skulle SQL kunna se ut som nedan:

```
SELECT FROM Tabell Tätorter  
WHERE Befolkning > 10 000
```

Select by location är en form av SQL där man istället för sökning på en text sträng eller ett nummervärde kan göra sökningar på objekts förhållning till andra objekt. Har man till exempel ett geografiskt objekt och vill sedan se om det överensstämmer med ett annat objekt i ett annat skikt går detta att söka fram. Ett exempel på detta är om man har ett vägskikt och ett vattendrags skikt och vill veta vilka vägar där vattendrag skär vägsträckan. Då kan ett Select by Location för detta exempel se ut som nedan

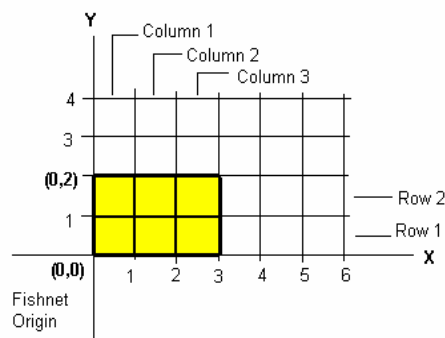
```
SELECT FROM vägskikt  
THAT INTERSECTS WITH vattendrag
```

Denna funktion är användbar vid t.ex. analys av vilka småvatten som tillkommit eller försvunnit under de tre tidsperioder representerade i separata skikt. Då sökningar kan göras över te.x. vilka småvatten från 1940-talet som skär övriga årtal.

## 4.2. Digitalisering

Fyra personer utförde digitaliseringen av småvatten i trettio 5\*5 km rutor i ekonomiska kartbladsindelningen över Skåne slumpmässigt utvalda av Länsstyrelsen i Skåne (Appendix 2).

För att på ett systematiskt sätt kunna söka igenom varje kartruta och identifiera småvatten delades den ekonomiska kartans smårutor in i ytterligare 100 rutor. Detta gjordes genom att skapa ett "fishnet" (figur 5), ett rutnät, där de nya rutorna etiketterades med namn baserat på kartruta (ex. 2D2c) och löpnummer 1-100 radvis från vänster till höger så att översta vänstra rutan blir nummer 1 och nedersta högra rutan nummer 100 (Ex. 2D2c\_1). Rutnätet täcker hela Skåne.



**Figur 5.** För att underlätta orienteringen under skärmdigitaliseringen skapades ett rutnät som delade in flygbilden i hundra smårutor (500x500 m) enligt Fishnet metoden (från Hjälpmanualen i ArcGIS 8.3).



En detaljerad ”kokbok” som beskriver metodiken steg för steg skrevs under arbetets gång. Eftersom flera personer med olika bakgrund utförde digitaliseringen var det viktigt att följa ett standardförfarande så att digitaliseringarna blev enhetligt gjorda. Flygbildstolkningen och skärmdigitaliseringen skedde samtidigt dvs. identifiering, tolkning och digitalisering. Digitaliseringsförfarande beskrivs i nedanstående punkter.

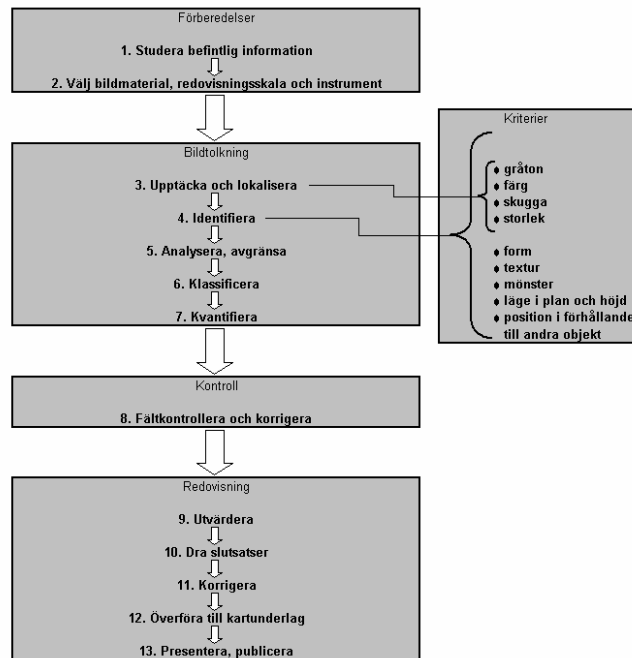
- Skärmdigitalisering av småvatten från digitalt material (flygbilder samt vegetationskartor) från tre tidsperioder (1940-, 1980- och 2000-tal) inventerades med avseende på småvatten.
- Areaberäkningar i ArcGIS 8.3 och sedan jämförelse och överlagringar mellan de olika tidsperioderna.
- Markanvändningsklassificering och fjärranalys i ArcGIS 8.3 av landskapstyp (lövskog, barrskog, föryngringsyta, åker, gräsmark, bebyggelse och annan våtmark) runt småvattnen.
- Storleksklassificering i de sju klasser mellan 0 och 50 ha enligt Bendtsen (2003), (Tabell 2). Detta gjordes med SQL-satser i databasen.
- Geometrisk korrigerig av 1980-tals bilder i ArcGIS 8.3.
- Fältbesök till en av rutorna för att verifiera flygbildstolkningen med avseende på småvatten och markanvändning.
- Noggrannhetsutvärdering av digitalisering, av 1940 och 2000 tals flygbilderna, utförd av fyra personer
- GIS-analys av digitalt material med avseende på småvattenförändringar i Skåne i form av antal, area, flikighet och markanvändning samt jämförelse med anmälda nyanlagda våtmarker.

**Tabell 2.** Den storleksklassindelning av småvatten som använts i en tidigare inventering utförd av länsstyrelsen i Skåne län (Bendtsen, 2003) samt modifierad version som använts inom det aktuella projektet (Andersson m.fl., 2004).

	Area (ha)	
Storleksklass	Bendtsen (2003)	Andersson m.fl. (2004)
1	0,0000 - 0,1000	0,0000 - 0,1000
2	0,1100 - 0,3000	0,1001 - 0,3000
3	0,3100 - 1,0000	0,3001 - 1,0000
4	1,1000 - 2,0000	1,0001 - 2,0000
5	2,0100 - 4,0000	2,0001 - 4,0000
6	4,0100 - 10,0000	4,0001 - 10,0000
7	10,0100 - 50,0000	10,0001 - 50,0000

Vid flygbildstolkning bör man ha en definierad arbetsgång för att underlätta arbetet och minimera fel. Arbetsgången beskriven av Wastensson (1993) följdes (Figur 6). Fyra personer med olika erfarenhet av flygbildstolkning utförde digitaliseringen, tre hade erfarenhet sedan tidigare av flygbildstolkning. För att flygbildstolkningen och digitaliseringen skulle bli enhetligt utförd, arbetade alla först med samma flygbild så att en jämförelse av hur vi digitaliserade objekt kunde genomföras.

ESRI's ArcMap användes vid digitaliseringen och flygbilden samt rutnätet överlagrades av ett från början tomt polygon skikt där utbredningen av småvatten sparades. Gränsen mellan småvatten och fastmark digitaliserades sedan. I attributtabellen lades kolumner till för marktyp, kommentarer, area, koordinater för polygonens mittpunkt, kartruta samt storleksklassificering.



**Figur 6.** Det tillvägagångssätt som användes vid flygbildsinventering och skärmdigitalisering inom det aktuella projektet (från Wastensson, 1993)

Alla småvatten större än 9 m<sup>2</sup> (3 \* 3 pixlar) och mindre än 500 000 m<sup>2</sup> digitaliserades. Anledningen är att småvatten som är mindre än 9 m<sup>2</sup> är för svåra att skilja från enskilda och fristående träd och buskar samt att länsstyrelsens maxgräns för nyanlagda våtmarker är 500 000 m<sup>2</sup> (50 ha).

För varje digitaliserat småvattens polygon klassificerades den omkringliggande marktypen som; barrskog, lövskog, åker, gräsmark, våtmark, föryngringsyta eller bebyggelse (Tabell 3). Kommentarer om tveksamheter eller svårigheter fördes in då ett osäkert objekt digitaliserades. Kommentarer gjorde det möjligt att efter digitaliseringen gå tillbaka och göra eventuella korrigeringar.

Digitaliseringarna av 1940-tals småvatten genererade mest frågetecken, pga. att de digitaliserades först då man var lite mer osäker på objekten, samt att bildkvaliteten på 1940-tals flygbilder var sämre. Area, x- och y-koordinat beräknas i ArcMap med hjälp av befintliga algoritmer i Visual Basic för beräkning av area och koordinaterna för polygonens centroid. Koordinaterna användes vid noggrannhetskontrollen ute i fält för att lokalisera småvattnen m h a. GPS (Global Positioning System).

Klassificeringen av småvattenpolygonerna i sju storleksklasser gjordes enligt Bendtsen (2003) i följande klasser; 0-0,1 ha, 0,11-0,3 ha, 0,31-1 ha, 1-2 ha, 2,01-4 ha, 4,01-10 ha, och 10,01-50 ha. Kolumnen för klassindelning användes vid analys av småvattnens storlek. I varje enskilt skikt skrevs dess kartruta in i en kolumn. Detta för

att man efter all datainsamling skulle kunna söka ut vilka vatten som ligger antingen i en skog- eller åkerruta (Tabell 3).

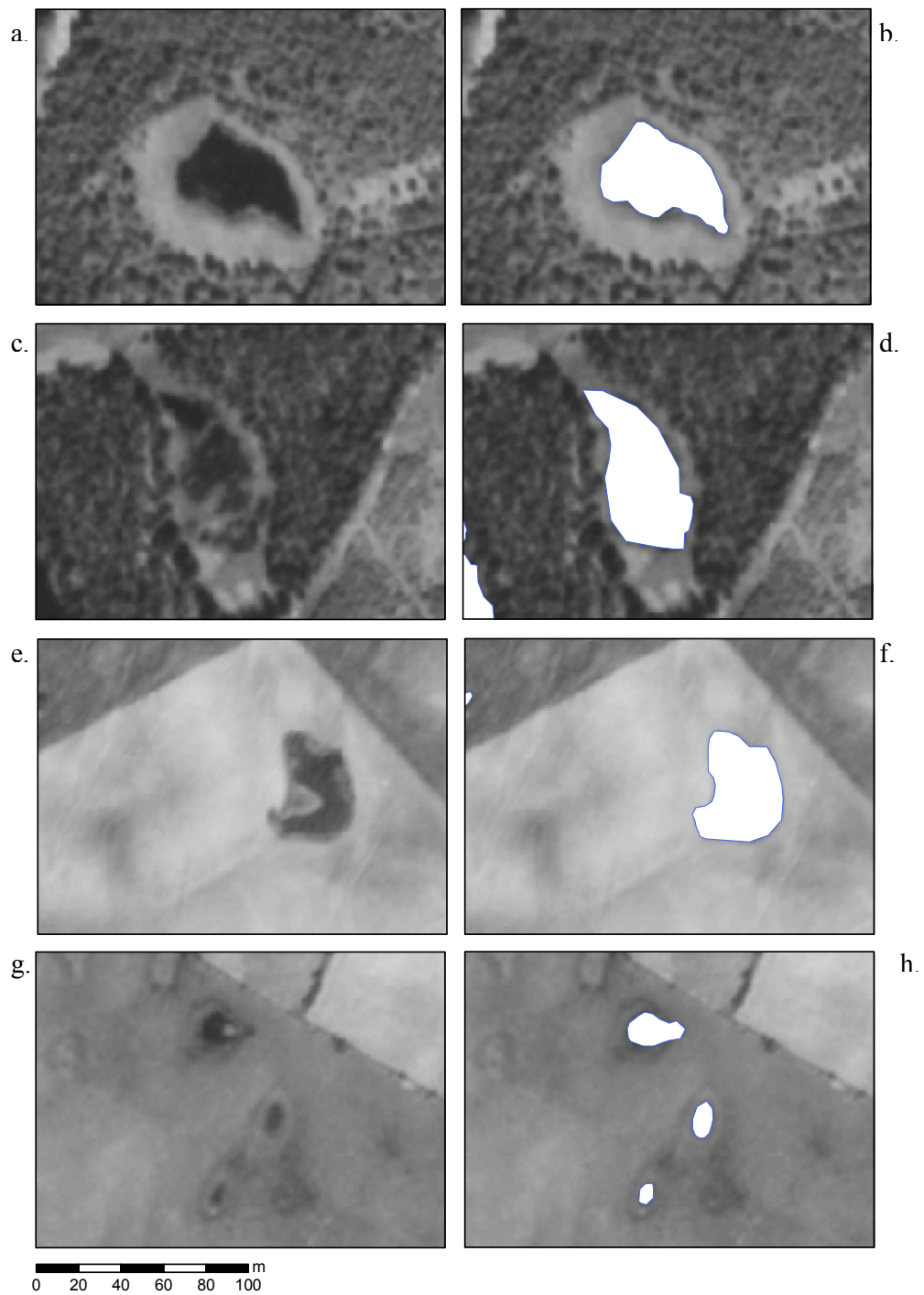
**Tabell 3.** För varje småvatten som skärmdigitaliserades kopplades attributen; id, marktyp, kommentar, area, x och y koordinat för småvattnets mittpunkt, storleksklass samt kartrute beteckning. Attributens datatyp anges och beskrivs.

Attribut	Datatyp	Beskrivning
id	nummer	Unikt Id nummer för varje småvatten
marktyp	text	Markanvändning runtom småvattnet; Barrskog, Lövskog, Åker, Gräsmark, Våtmark, Bebyggelse
kommentar	text	Kommentarer till småvattnet
area	nummer	Areal (ha)
X_koordinat	nummer	Mitt koordinat i RT90-2.5gonW
Y_koordinat	nummer	Mitt koordinat i RT90-2.5gonW
storleksklass	nummer	Storleksklass 1-7 enligt Bendtsen, 2003
kart_ruta	text	Rutans beteckning enligt fastighetskartans indelning

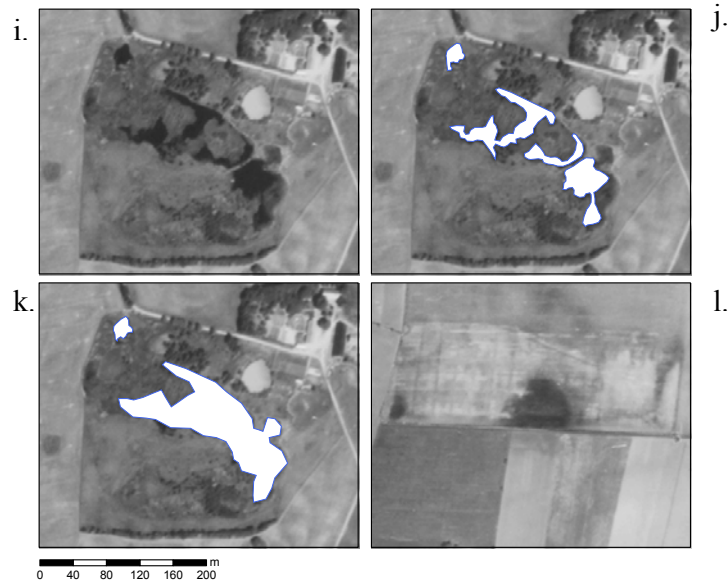
#### 4.2.1 Exempel på digitaliseringar

Nedan följer sju exempel för att belysa vilken typ av frågeställningar flygbildstolkningen genererade. Under utarbetandet av standard för digitalisering diskuterade de fyra digitaliserarna flertalet objekt och hur de skulle digitalisera.

I det första exemplet har småvattnet en tydlig avgränsning till fast mark som är enkel att digitalisera (Figur 7 a och b). I det andra exemplet har småvattnet både öppna vattenspeglar och partier med vegetation på vattenytan (Figur 7 c). Flygbilderna är tagna på sommaren, då vattenståndet är lågt. Vid högre vattenstånd är det troligen en enhetlig vattenspegel, därför digitaliserades hela den potentiella vattenytan (Figur 7 d). I det tredje exemplet visas ett småvatten vid lågt vattenstånd (Figur 7 e). I detta fall valde vi att digitalisera mer än bara den öppna vattenspegeln (Figur 7 f), för att den har en tydlig mörk högre kant som visar småvattnets högre nivå. I det fjärde exemplet visas objekt som förekom ofta, den öppna vattenspegeln var otydlig och kunde förväxlas med mark som var fuktig (Figur 7 g). Dessa objekt tolkades som småvatten då den tydliga strukturen runt objekten tyder på att det är vatten (Figur 7 h). I ett femte exempel visas att problem kan dyka upp då digitaliseringen går till väga på två skilda sätt (Figur 7 i). Detta leder i sin tur till att storleksklassindelningen och arean blir olika. Den ena (Figur 7 j) blir uppdelad i tre ”klass 2 småvatten” medan den andra (Figur 7 k) gör att det blir ett ”klass 4 småvatten”. I detta fall valde vi att digitalisera enligt det andra alternativet (Figur 7 k) för att hela området är fuktigt och det förmodligen därför översvämmas vid högre vattenstånd. I ett sjätte exempel visas en vattenyta utan kantstruktur mitt i en åker (Figur 7 l). Den tolkades som en översvämmad åkeryta och digitaliserades inte.



**Figur 7.** Exempel som belyser frågeställningar som uppkom och beslut som antogs under flygbildstolkning och skärmdigitalisering; a-b) Tydligt småvatten, c-d) lågt vattenstånd i flack terräng, e-f) lågt vattenstånd i sänka, g-h) otydlig gräns mellan vattenspegel och fastmark.



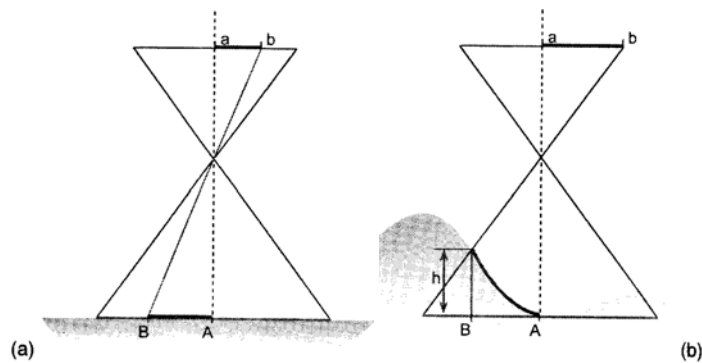
**Figur 7 (fortsättning).** Exempel som belyser frågeställningar som uppkom och beslut som antogs under flygbildstolkning och skärmdigitalisering; i-k) två typer av generalisering av småvattenutbredning och l) översvämmad åkeryta.

#### **4.2.2 Noggrannhets utvärdering**

En noggrannhetsutvärdering gjordes där de fyra separata digitaliseringarna av en och samma flygbild jämfördes med varandra med avseende på totalarea, totalantal samt antal och area per storleksklass. För 1940-talet ansågs ruta 2C2i vara en lämplig bild för att göra en noggrannhetsutvärdering eftersom den innehöll svåra tolkningsobjekt. För 2000-talet gjordes noggrannhetsutvärderingen i ruta 3D9a som ligger i skogsregionen.

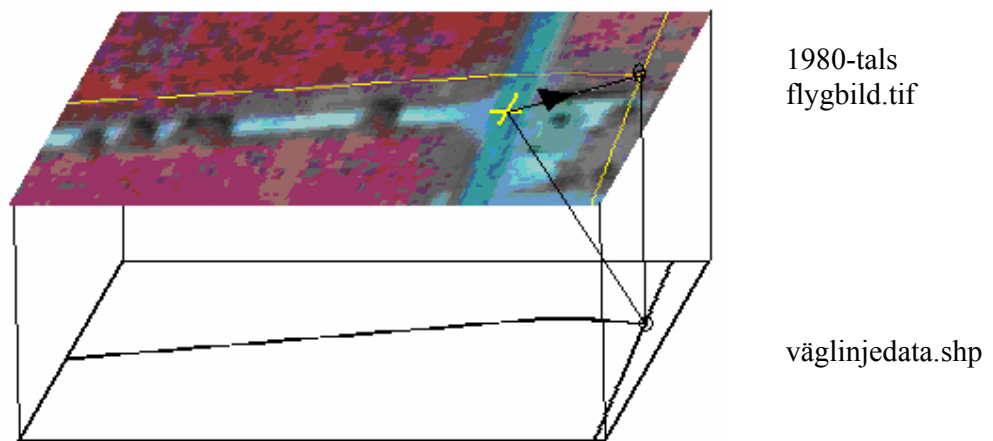
#### **4.2.3 Geokorrigerig 1980-talsbilderna**

Flygbilderna från 1980-talet var centralprojicerade och inte geometrisk korrigerade. De behövdes därför geokorrigeras för att korrekt area skulle kunna beräknas. Centralprojicering innebär att markytan projiceras som ett fotografi genom en konvex lins. Detta gör att områden som ligger i ytterkanten av bilderna får en sämre geografisk passning samt objekt som är högre topografiskt i terrängen får ett större inflytande i bilden se proportionerna av avstånden A-B och a-b (Figur 8). Detta kallas på engelska "relief displacement" och får mer inverkan i ytterkanten av bilder (Janssen and Hurnemann, 2001). Det finns två tillvägagångssätt för att geokorrigera flygbilder och satellitfoton (1) georeferering, (2) ortofoto produktion (Janssen and Hurnemann, 2001).



**Figur 8.** I en flygbild som inte är geokorrigerad finns två typer av förvrängningar av avståndsproportioner (se avstånden mellan punkterna A-B och a-b) som kan uppstå i förhållande till markytan: (a) centralprojicering (höger bild) innebär att områden som ligger i ytterkanten av bilderna får en sämre geografisk passning samt (b) topografi skillnader (vänster bild) gör att objekt som ligger högre i terrängen får ett större inflytande (från Janssen and Hurnemann, 2001).

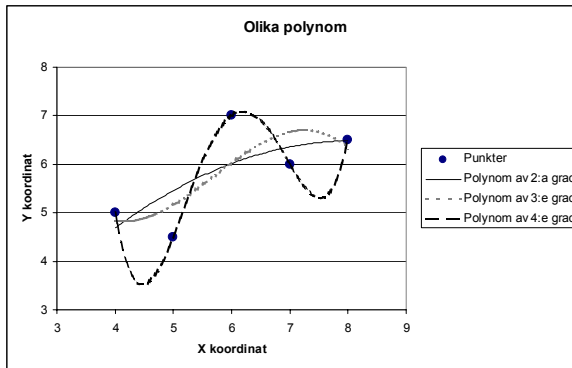
Vid georeferering görs en 2-dimensionell korrigering. Detta innebär att Ground Control Points (GCP) med x, y koordinater dras manuellt från ett objekt i flygbilden till en geokorrekt karta t ex ekonomiska kartan som innehåller både väglinjedata och byggnader. En vägkorsning i flygbilden kan kopplas till samma vägkorsning i väglinjedata och sedan användas för att passa in bilden (Figur 9).



**Figur 9.** Geokorrigerig av 1980-tals flygbilderna gjordes mha georefererings metoden som innebär att man kopplar s.k. GCP (ground control points) mellan flygbilden och en geokorrekt karta. I detta fallet användes väglinjedata från fastighetskartan.

Vid ortofoto produktion görs en 3-dimensionell korrigering vilket innebär att flygbilden blir till ett ortofoto med geometriska proportioner av en specifik kartprojektion. Först orienteras flygbilderna med hjälp av GCP, som dras från objekt i flygbilden till objekt i en kartprojektion. Sedan beräknas höjdskillnader med hjälp av DTM (digital terrain model) eller DEM (digital elevation model) därefter passas bilden in med en framtagen algoritm (Janssen and Hurnemann, 2001). Att korrigera till ortofoto är den bästa metoden men också en mycket dyrare metod än manuell korrigering.

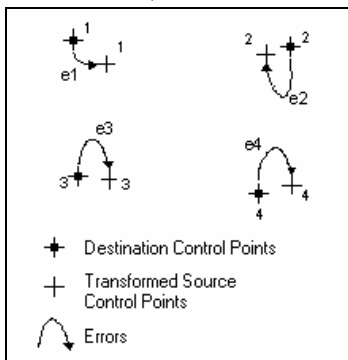
Vi valde att korrigera 1980-tals flygfotografierna manuellt 2-dimensionellt. När man drar GCP räknas det ut ett fel på hur bra anpassad korrigeringen är baserat på alla punkter man dragit. Därefter väljs ett lämpligt polynom som beräknar hur punkterna skall transformeras. Vi valde att göra minst 30 GCP, eller så många så att bilden får en bra överensstämmelse med väg eller byggnadsskiktet. Ett polynom av första graden beskrivs av räta linjens ekvation, ett polynom av andra graden beskrivs av en kvadratisk ekvation, ett polynom av tredje graden beskrivs av en kubisk ekvation och fjärde graden kan beskriva en kurva (Figur 10). De har egenskaper som gör att de måste undvikas eftersom det riskeras att få stora fluktuationer mellan punkterna och i ytterdelarna av punktintervallet så kallat "Runges fenomen" (Eklundh, 2001). För den aktuella geokorrigeringen valdes 2:a gradens polynom.



**Figur 10.** Vid geokorrigering transformeras flygbilden GCP med första, andra, tredje eller fjärde gradens polynom. Lägre grad av polynom är att föredra, vid geokorrigering av 1980-tals bilderna användes andra gradens polynom.

När en geometrisk korrektion utförs beräknas ett "root mean square" fel (RMS-fel) för varje flygbilds transformation. Dessa RMS-fel baseras på residual-felet för varje GCP och beräknas enligt ekvation 4.1. Denna baseras på att residualerna mellan original punkten och den nya punkten beräknas och ett sammanlagt fel beräknas (Figur 11). Det är en kvantitativ metod att beräkna noggrannheten av transformationen. RMS-felet tar inte hänsyn till den rumsliga fördelningen av GCP. RMS-felet är endast giltigt för ytan som GCP finns inom. Det är därför av vikt att ta punkter som ligger nära kanterna på bilderna.

$$RMS_{error} = \sqrt{\frac{e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + \dots + e_n^2}{n}} \quad (4.1)$$



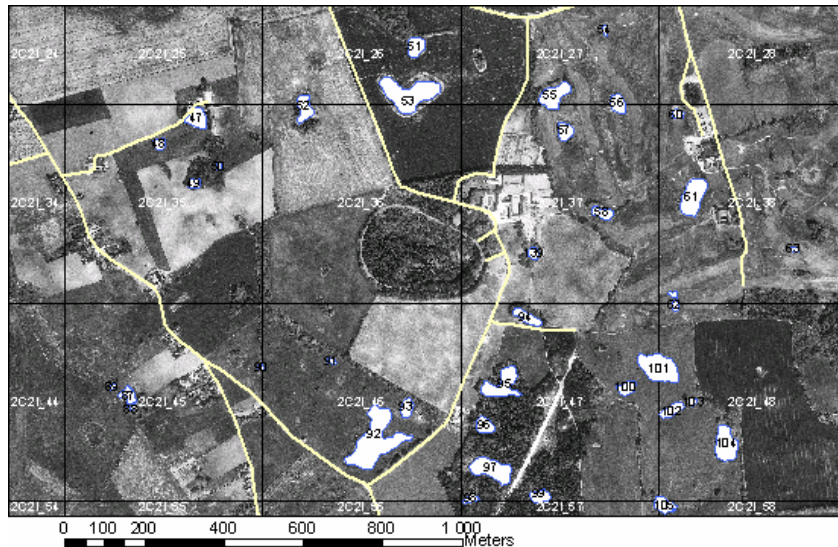
**Figur 11.** Fyra GCP i flygbilden (Transformed Source Control Points) och i den geokorrekta kartan (Destination Control points).

## 4.2.4 Fältkontroll

Ute i fält kontrollerades att det var ett småvatten som digitaliserats samt den tematiska noggrannheten för tolkningen av marktypen runt småvattnet, m h a utskrift av flygbild och tabell över området (Figur 12 a och b). I kartruta 2C2i besöktes 67 av 120 småvatten. Resultatet av fältkontrollen redovisas som en korstabell för utvärderingspunkterna där flygbildstolkningen jämförs med verkligheten.

a.

Attributes of sv_2000									
FID	Shape*	Id	marktyp	kommentar	area	x_koordina	y_koordina	klass	kart_ruta
66	Polygon	0	åker	skugga?	158	1390262	6231509	1	3D6i
67	Polygon	0	gräsmark	golfbana	2077	1393120	6231649	2	3D6i
68	Polygon	0	gräsmark	golfbana	2165	1393157	6231721	2	3D6i
69	Polygon	0	gräsmark	golfbana	1063	1393248	6231833	2	3D6i
70	Polygon	0	gräsmark	golfbana	2759	1393301	6231873	2	3D6i
71	Polygon	0	gräsmark	golfbana	2975	1393413	6231890	2	3D6i
72	Polygon	0	bebyggelse		551	1393252	6231226	1	3D6i
73	Polygon	0	gräsmark	golfbana	338	1394057	6231595	1	3D6i
74	Polygon	0	gräsmark		40	1394242	6231660	1	3D6i
75	Polygon	0	bebyggelse		2295	1390914	6230262	2	3D6i
76	Polygon	0	bebyggelse		750	1390729	6230019	1	3D6i
77	Polygon	0	gräsmark		100	1391680	6230884	1	3D6i
78	Polygon	0	bebyggelse	damm, vattenfall	61580	1394121	6230774	6	3D6i
79	Polygon	0	åker		1773	1394202	6230420	2	3D6i
80	Polygon	0	gräsmark	?	534	1380215	6224707	1	3D4g
81	Polygon	0	gräsmark	?	361	1380227	6224878	1	3D4g



**Figur12.** Fältkontroll av digitaliserade småvatten och omkringliggande marktyp utfördes i kartruta 2C2i. För att återfinna de digitaliserade objekten i fält användes GPS och de beräknade småvattnens mittkoordinat. a) Attributtabel för småvatten där FID siffran symboliserar varje småvatten b) flygbild över ett delområde i 2C2i.

Den totala andelen korrekt observerade punkter även, kallat total noggrannhet, räknas ut genom att summera alla korrekt karterade punkter och dela detta med totala antalet punkter. Fortsatt så är det vanligaste sättet att utvärdera noggrannheten, att jämföra



antalet kartlagda punkter i en klass  $i$  förhållande till antalet utvärderingspunkter för samma klass är ekvation 4.2

$$X_i = \frac{P_{korrekta}}{P_{karta}} * 100 \quad (4.2)$$

$P_{korrekta}$  är antalet korrekt karterade punkter för klass  $i$ , och  $P_{karta}$  är antalet utvärderingspunkter för klass  $i$  i kartan.

Ett annat sätt att uttrycka noggrannheten är ekvation 4.3:

$$Y_i = \frac{P_{korrekta}}{P_{utvärdering}} * 100 \quad (4.3)$$

$P_{korrekta}$  är antalet korrekt karterade punkter för klass  $i$ , och  $P_{utvärdering}$  är antalet utvärderingspunkter för klass  $i$  i verkligheten.

Klassningsnoggrannhet,  $X_i$ , är sannolikheten att en vald punkt på kartan är korrekt karterad och Objektsnoggrannhet,  $Y_i$ , är sannolikheten att en vald punkt i verkligheten är korrekt karterad. De leder inte alltid till samma resultat. För att undvika denna typ av motsägelse har en mer tillförlitligt en överensstämmelsekoefficient kallad Kappa tagits fram. Kappa varierar mellan  $-1$  och  $+1$  och visar till vilken grad punkterna i den utvärderade kartan skiljer sig från en slumpmässig klasstillhörighet.

Kappa tar hänsyn till både klassningsnoggrannhet ( $X_i$ ) och objektsnoggrannhet ( $Y_i$ ). Vid en slumpmässig fördelning skulle Kappa bli lika med 0 och en perfekt överensstämmelse  $+1$  samt total avsaknad av överensstämmelse  $-1$  (Eklundh, 2001). Ekvationen för Kappa (4.4):

$$\kappa = \frac{\sum_{i,j=1}^n P_{ii} - \sum_{i,j=1}^n Q_{ii}}{1 - \sum_{i,j=1}^n Q_{ii}} \quad (4.4)$$

$\kappa$  är kappa  
 $i$  är klassindex  
 $P_{ii}$  är proportionen rätt karterade punkter för klass  $i$   
 $Q_{ii}$  är proportionen förväntade punkter vid slumpmässighet för klass  $i$ , och  
 $n$  är antalet klasser

Ovanstående gäller för hela kartans noggrannhet, för varje klass ser formeln ut enligt ekvation 4.5:

$$k_i = \frac{P_{ii} - Q_{ii}}{P_i - Q_{ii}} \quad (4.5)$$

$P_i$  är proportionen karterade punkter för klass  $i$ .

Det noggrannhetsmått som användes var Kappa och total klassningsnoggrannhet. Beräkningen av Kappa för karteringen av markanvändningsklasserna går till på så sätt att först beräknas en matris innehållande den förväntade fördelningen av punkterna. Detta får man genom produkten av antalssummorna i bild mot verklighet alltså marginal kolumnen och sista raden. Sedan beräknas matris med proportionerna korrekt karterade punkter. Efter det beräknas en matris med proportionen förväntade punkter från den tidigare uträknade matrisen med fördelningen av den förväntade fördelningen av punkterna. Slutligen beräknas Kappa ut enligt ekvation 4.4 totalt sett och 4.5 för varje klass för sig (Campbell, 1996).

### 4.3. Analys

#### 4.3.1 Skog och åker indelning

Det finns en naturgeografisk indelning av Skåne i skog, ris- och mellanbygd och slättbygd. Mellanbygden var underrepresenterad bland de slumpvist utvalda rutorna. Därför gjordes en ny indelning i skog- och åkerrutor baserat på den procentuella markanvändningen i varje ruta. Åkerrutorna täcks > 50 % av åker och öppen mark och skogsrutorna täcks av > 50 % barr/lövskog och föryngringsyta.

#### 4.3.2 Area och antals förändring

Småvattnens medelarea, totalarea, medelantal och totalt antal i samtliga rutor samt i skog- och åkerrutor, och även klassvis i de sju storleksklasserna beräknades för 1940-talet, 1980-talet och 2000-talet. Medelvärdena anges med standard avvikelse och ett 95 % -igt konfidensintervall (Shaw and Wheeler, 2000). Microsoft Excel användes för beräkning av Standard avvikelse och 95 % Konfidens Intervall (KI) med färdiga formler.

#### 4.3.3 Flikighet

En större flikighet hos småvattnet och därmed en längre strandlinje är en faktor som gynnar biologisk mångfald genom att ge en högre potentiell habitatsvariation. Flikigheten är strandlinjens längd i förhållande till ytan. Medelflikigheten för småvatten 1940-, 1980, 2000-talet, småvatten som tillkommit mellan 1980 och 2000-talet samt de nyanlagda småvatten som anmälts till länsstyrelsen (Bendsten, 2003), beräknades enligt ekvation (4.6):

$$for\ min\ dex = \sqrt{(area_p / area_c)} \quad (4.6)$$

Där  $area_p$  är arean av en cirkel med samma omkrets som den polygon som beräknas och  $area_c$  är arean av den polygon som beräknas.

Flikigheten ger ett värde från 1 och uppåt där värdet 1 är en exakt cirkel på småvattnet och högre värde innebär en större flikighet.

#### **4.3.4 Förändring i markanvändning runt småvatten**

Småvattnens medelantal och medelareal i markanvändningsklasserna: barrskog, lövskog, föryngringsyta, åker, gräsmark, annan våtmark samt bebyggelse under 1940-1980- och 2000-talet jämfördes. För att undersöka om det fanns ett samband mellan markanvändningsklass och småvattnens försvinnande jämfördes markanvändningen kring de småvatten som fanns enbart fram till 1940-talet, 1940-1980-talet samt fram till 2000-talet. Även den procentuella fördelningen av antal småvatten per markanvändningsklass jämfördes.

#### **4.3.5 Jämförelse av befintliga småvatten och anmälda nyanlagda våtmarker.**

De småvatten som digitaliserats jämfördes med nyanlagda våtmarker som anmälts till länsstyrelsen mellan 1990-2001 (Bendtsen, 2003). Antalet småvatten som tillkommit sedan 1980-talet jämfördes med de inkomna anmälningarna i samtliga trettio rutor. Det undersöks även var i landskapet de anmälda våtmarkerna placerats dvs. om de anlagts där det funnits småvatten sedan tidigare eller på fastmark. De geografiska positionerna av småvatten från de digitaliserade skikten från 1940- och 1980-talet och de digitala skikten med anmälda nyanlagda våtmarker jämfördes med hjälp av GIS operationen SELECT BY LOCATION. Eftersom geometriska passningen mellan 1940- och 1980-talet inte överlappade helt lades det till en buffert vid sökningen så att alla berörda småvatten valdes ut.

|

## 5. Resultat

### 5.1 Noggrannhets utvärdering och RMS-fel

#### 5.1.1 Noggrannhet 1940-talsbilder

Skillnaderna mellan de fyra digitaliseringarna av kartruta 2C2i från 1940-talet var relativt liten med avseende på småvattnens totala area jämfört med skillnaderna i totala antalet småvatten (Tabell 4). Den procentuella avvikelsen från medelvärdet för småvattnens totalarea låg mellan 0,2 och 2,2 % och för totalantalet låg avvikelsen mellan 0-12 %. Småvattnens totala area varierade mellan 271 603 m<sup>2</sup> till 283 280 m<sup>2</sup> dvs. 11 500 m<sup>2</sup>. Totala antalet varierar mellan 136 och 166 det vill säga 30 stycken ytor. Skillnaderna mellan de fyra digitaliseringarna med avseende på de sju olika storleksklasserna var generellt inte stora förutom i storleksklass 2 och 3 där digitalisering 3 avviker 45,6 % för antalet och 46,1 % i area från medelvärdet (Appendix 3).

**Tabell 4.** Noggrannhetsutvärdering av de fyra digitaliseringarna av småvatten i flygbild från 1940-talet i kartruta 2C2i, med avseende på av småvattnens antal och area totalt och i de sju storleksklasserna.

2C2i	Medelantal	Standard avvikelse	Medelarea	Standard avvikelse
Total	154	13	277 665	4821
Klass 1	97	13	32527	770
Klass 2	41	4	70390	8543
Klass 3	13	4	61058	19460
Klass 4	1	1	7945	5297
Klass 5	1	1	16450	10972
Klass 6	1	0	89284	637
Klass 7	0	0	0	0

#### 5.1.2 Noggrannhet 2000-talsbilder

Skillnaderna mellan de fyra digitaliseringarna av kartruta 3D9a från 2000-talet var i samma storleksordning som på 1940-tals digitaliseringarna (Tabell 5). Den procentuella avvikelsen från medelvärdet för småvattnens totalarea låg mellan 0,6 och 1,5 % och för totalantalet mellan 2,2 och 14,1 %. Småvattnens totalarea varierade mellan 325 683 m<sup>2</sup> till 334 203 m<sup>2</sup> dvs. en skillnad på 8 500 m<sup>2</sup>. Totala antalet småvatten varierade mellan 29 och 37 det vill säga 8 småvatten ytor (Appendix 3).

**Tabell 5.** Noggrannhetsutvärdering av de fyra digitaliseringarna av småvatten i flygbild från 2000-talet i kartruta 3D9a, med avseende på av småvattnens antal och area totalt och i de sju storleksklasserna.

3D9a	Medelantal	Standard avvikelse	Medelarea	Standard avvikelse
Total	34	4	330607	4149
Klass 1	19	4	4905	502
Klass 2	5	1	8170	1062
Klass 3	3	0	20983	346
Klass 4	2	0	35447	568
Klass 5	1	0	20962	720
Klass 6	4	0	240141	2326
Klass 7	0	0	0	0

### 5.1.3 Geokorrigerig av 1980-tals bilderna och RMS-fel

Resultatet av RMS felet varierar mellan 5 och 40 (Appendix 2). Beroendes på vilket polynom som används så varierade RMS felet endast med någon decimal. Mellan 30 och 80 GCP punkter har använts per bild. Korrelation mellan antalet punkter och RMS var -0.06. Korrelation mellan RMS-fel mot höjdskillnad i varje ruta visar inget samband, då Pearsons correlation är 0,048, där 1 tyder på ett starkt positivt samband och 0 tyder på inget samband (Shaw and Wheeler, 2000).

### 5.1.4 Fältkontroll

De 67 objekt som besöktes i fält var småvatten. Överensstämmelsen mellan tolkning/digitalisering och fält med avseende på markanvändning var god enligt korstabellen (Tabell 6). Resultaten av noggrannheten beräknades som användarnoggrannhet (user's accuracy), objektnoggrannhet (producer's accuracy) och Kappa (Tabell 7). Den totala noggrannheten beräknades till 0,94. För *Gräsmark* och *Åker* är Kappa 0,85 och 0,86 de övriga marktyperna har ett Kappa värde på 1.

**Tabell 6.** Vid fältkontrollen jämfördes markanvändningen i 67 objekt enligt, å ena sidan flygbildstolkningen och å andra sidan fältobservation och redovisas dessa i korstabell.

	fältobservation							Antal (tolkning)
	Åker	Gräsmark	Lövskog	Barrskog	Våtmark	Föryngringsyta	Bebyggelse	
flygbildstolkning								
Åker	15	2	0	0	0	0	0	17
Gräsmark	0	26	0	0	0	0	0	26
Lövskog	0	0	7	0	0	0	0	7
Barrskog	0	0	0	7	0	1	0	8
Våtmark	0	0	0	0	4	0	0	4
Föryngringsyta	0	0	0	0	0	1	0	1
Bebyggelse	0	0	0	0	0	0	4	4
Antal (fält)	15	28	7	7	4	2	4	67

**Tabell 7.** Noggrannheten i flygbildstolkningen de 67 objekternas markanvändning beräknades som användarnoggrannhet (Xi), objektnoggrannhet (Yi) och med hjälp av proportionstal (Pi, Pii och Qii) beräknades Kappa för resultat från tabell 6.

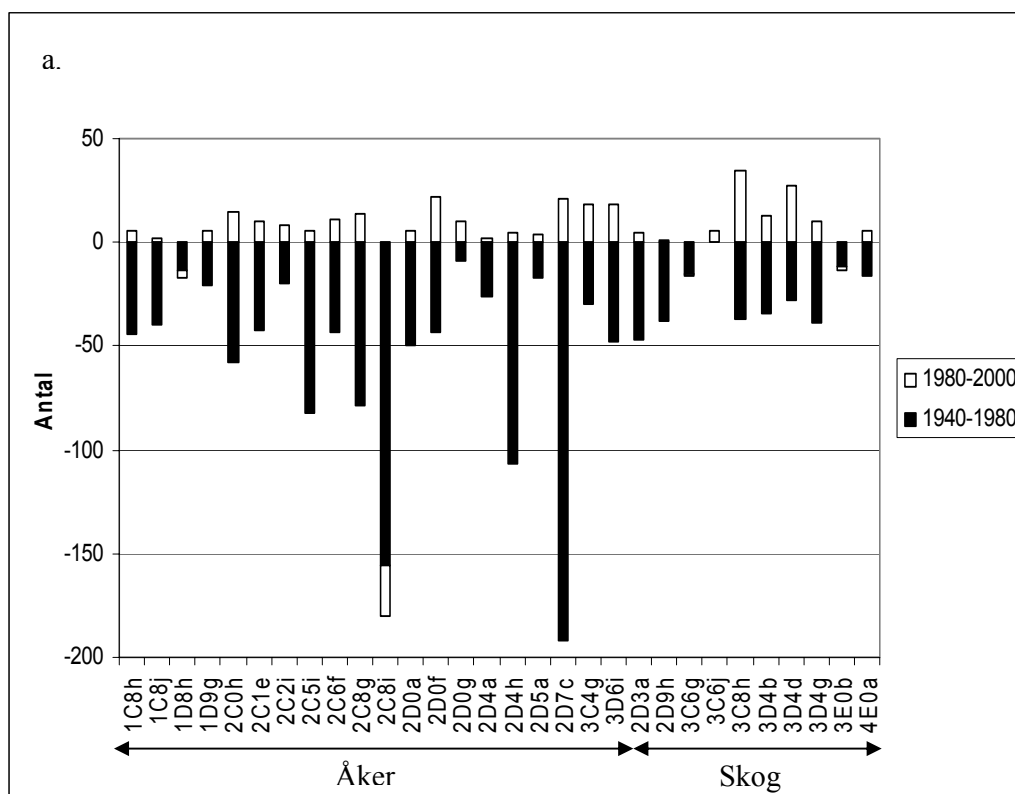
	Xi (%)	Yi (%)	Pi	Pii	Qii	Kappa
Åker	88,24	100	0,2537	0,2239	0,0568	0,8484
Gräsmark	100	92,86	0,3881	0,3881	0,1622	1,0000
Lövskog	100	100	0,1045	0,1045	0,0109	1,0000
Barrskog	87,5	100	0,1194	0,1045	0,0125	0,8604
Våtmark	100	100	0,0597	0,0597	0,0036	1,0000
Föryngringsyta	100	50	0,0149	0,0149	0,0004	1,0000
Bebyggelse	100	100	0,0597	0,0597	0,0036	1,0000

## 5.2 Förändring av småvatten

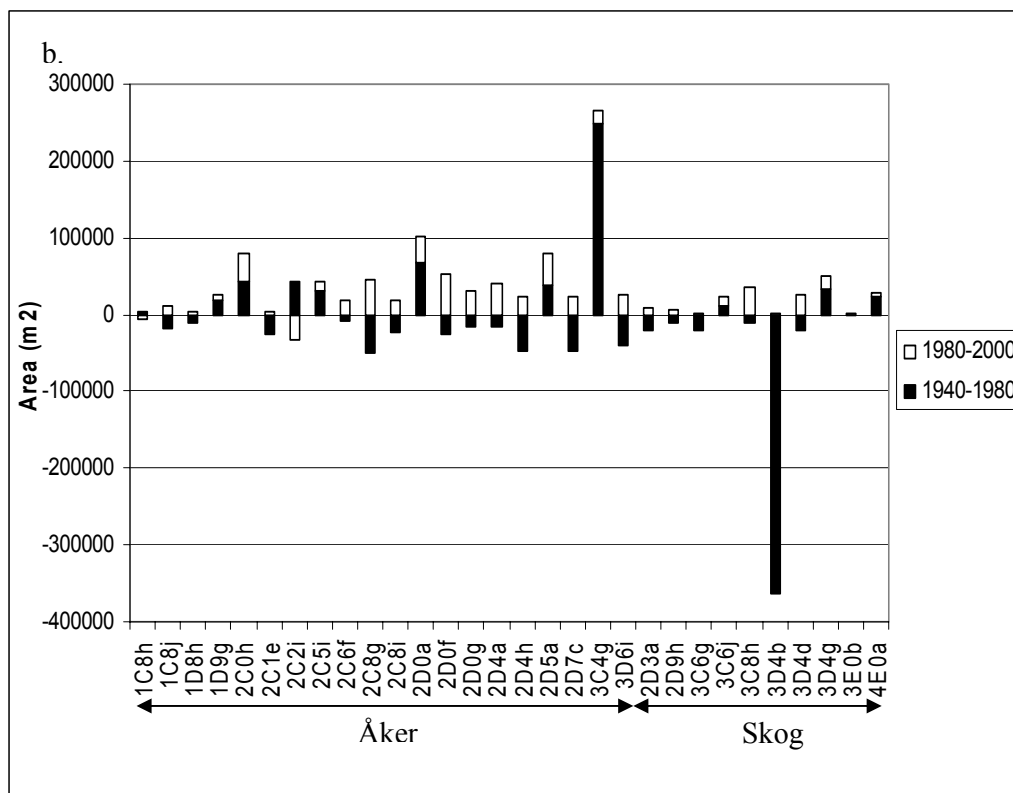
Av de totalt trettio rutorna dominerades tjugo av öppen marks vegetation och tio av skogsvegetation, hädanefter benämns de *Åkerrutor* och *Skogsrutor* (Appendix 2).

### 5.2.1 Medelantal och medelareal

Antalet småvatten har minskat mellan 1940- och 1980-talet och ökat mellan 1980- och 2000-talet i de flesta rutorna med undantag av fyra rutorna (Figur 13 a). Den totala arean småvatten i varje ruta har minskat i nitton rutorna och ökat i elva rutorna mellan 1940- och 1980-talet och den har minskat i två rutorna och ökat i tjugofyra rutorna mellan 1980- och 2000-talet (Figur 13 b) (Appendix 4 och 5).



**Figur 13.** Förändringen av småvatten förekomst mellan 1940- och 1980-talet (svarta staplar) samt 1980- och 2000-talet (vita staplar) i de trettio rutorna varav tjugo åkerrutor och tio skogsrutor, a) antalsförändring per ruta

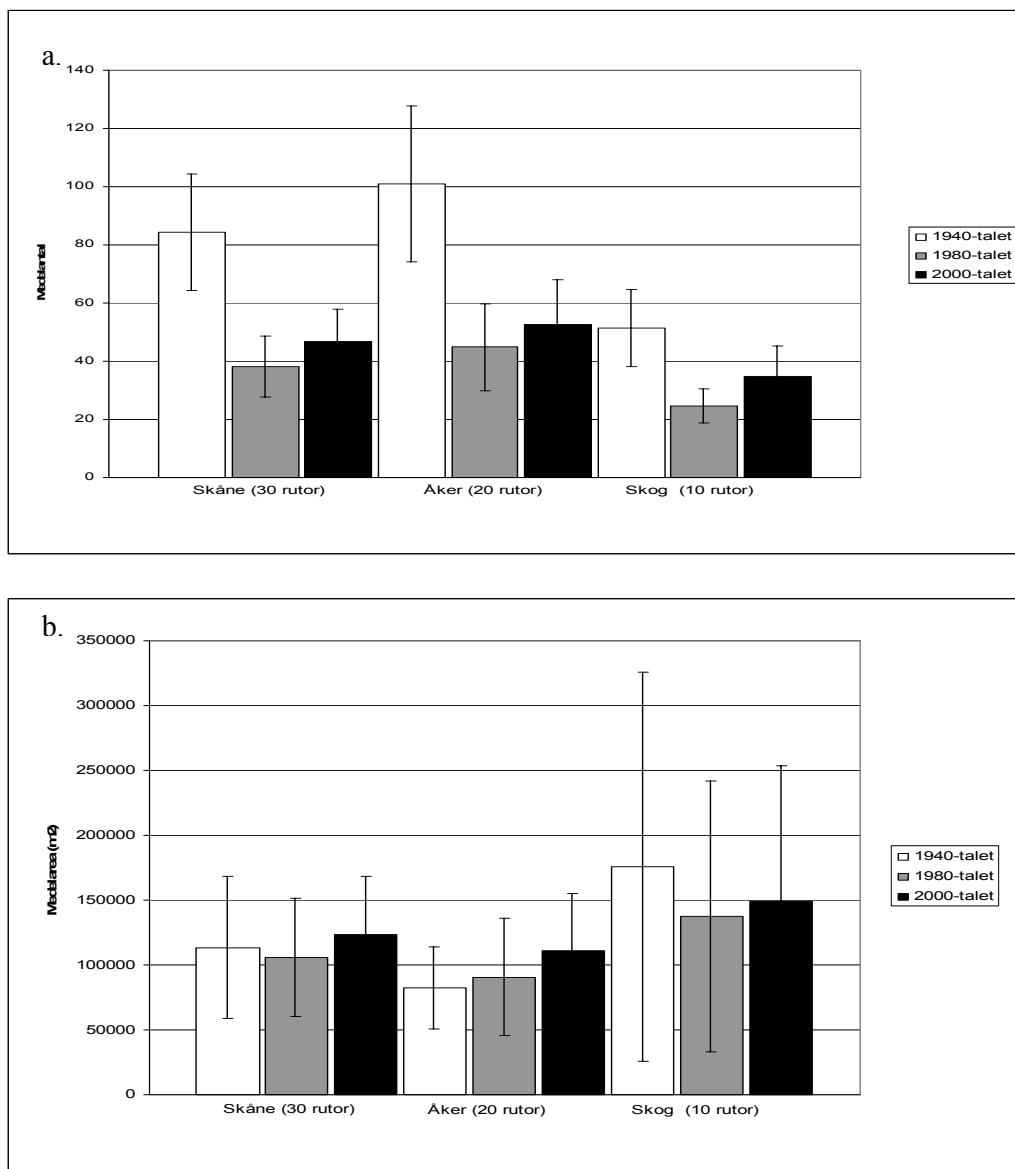


**Figur 13 (fortsättning).** Förändringen av småvatten förekomst mellan 1940- och 1980-talet (svarta staplar) samt 1980- och 2000-talet (vita staplar) i de trettio rutorna varav tjugo åkerrutor och tio skogsrutor, b) area förändring per ruta

Medelantalet småvatten per ruta i hela Skåne minskade från  $84 \pm 20$  till  $38 \pm 11$  mellan 1940- och 1980-talet och antalet ökade till  $47 \pm 11$  på 2000-talet. I de tjugo rutor där åker dominerar minskade medelantalet småvatten från  $101 \pm 27$  till  $45 \pm 15$  mellan 1940- och 1980-talet och ökade till  $53 \pm 15$  på 2000-talet. I de tio rutor där skog dominerar minskade medelantalet småvatten från  $51 \pm 13$  till  $25 \pm 6$  mellan 1940- och 1980-talet och ökade till  $35 \pm 11$  på 2000-talet (Figur 14 a och Appendix 4).

Medelarean småvatten per ruta i samtliga rutor minskade från  $113\,500 \pm 54\,900 \text{ m}^2$  till  $106\,000 \pm 45\,600 \text{ m}^2$  mellan 1940- och 1980-talet och arean ökade till  $123\,700 \pm 45\,000 \text{ m}^2$  på 2000-talet. I de tjugo rutor där åker dominerar ökade medelarean småvatten från  $82\,000 \pm 31\,000 \text{ m}^2$  till  $91\,000 \pm 45\,000 \text{ m}^2$  mellan 1940- och 1980-talet och ökade till  $111\,000 \pm 44\,000 \text{ m}^2$  på 2000-talet. I de tio rutor där skog dominerar minskade medelantalet småvatten från  $175\,000 \pm 150\,000 \text{ m}^2$  till  $137\,000 \pm 104\,000 \text{ m}^2$  mellan 1940 och 1980-talet och ökade till  $149\,000 \pm 105\,000 \text{ m}^2$  på 2000-talet (Figur 14 b och Appendix 4).

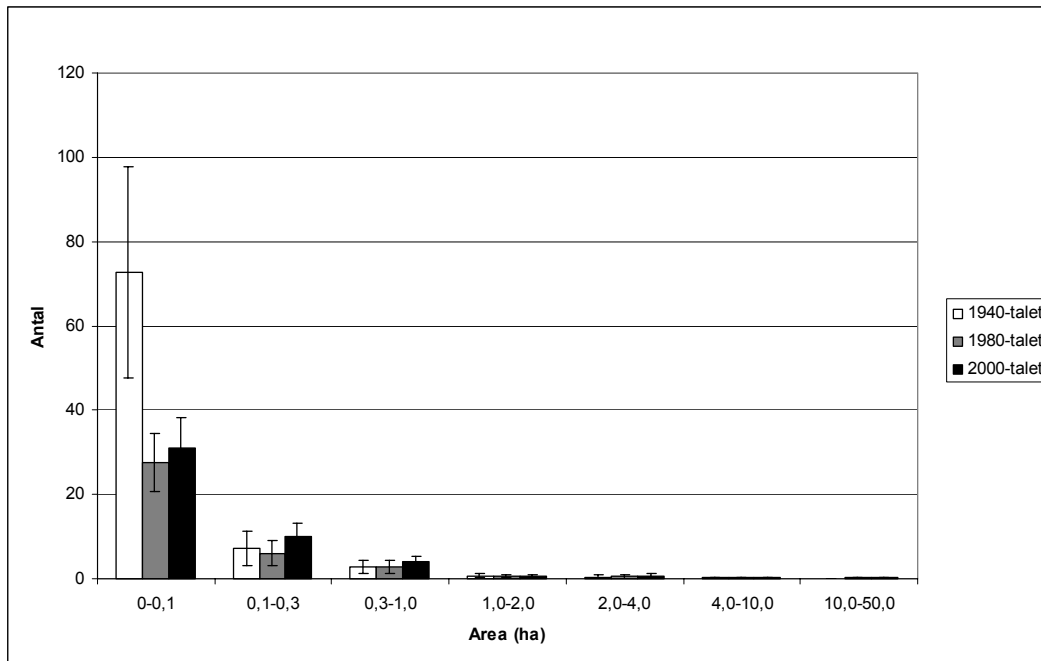




**Figur 14.** Småvattens a) medelantal och b) medelarea med 95% konfidensintervall på 1940-, 1980- och 2000-talet i Skåne (30 rutor), i åkerrutor (20) och skogsrutor (10).

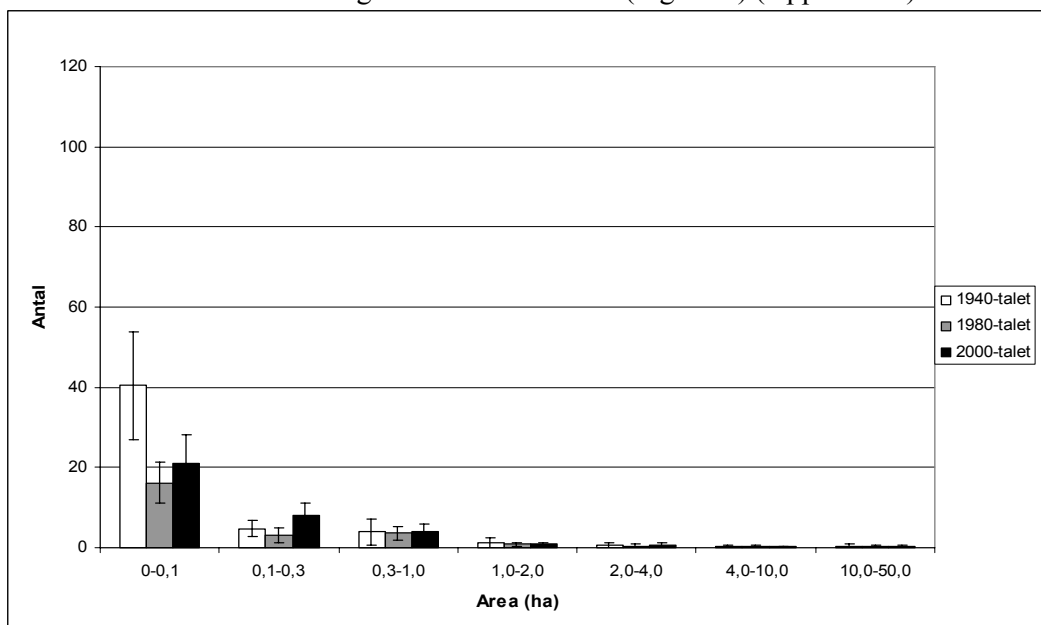
### 5.2.2 Förändring av medelantalet småvatten per storleksklass

När man beaktar förändringen i de sju storleksklasserna baserat på samtliga rutor har medelantalet småvatten i storlek 0-0,1 ha minskat i samtliga rutor från  $73 \pm 19$  till  $28 \pm 7$  mellan 1940- och 1980-talet och antalet ökade till  $31 \pm 7$  på 2000-talet. Medelantalet småvatten i storleksklassen 0,1-0,3 ha minskade från  $7 \pm 3$  till  $6 \pm 3$  mellan 1940- och 1980-talet och antalet ökade till  $10 \pm 3$  på 2000-talet. Medelantalet småvatten i storleksklassen 0,3-1 ha var oförändrad i samtliga rutor från  $3 \pm 2$  till  $3 \pm 2$  mellan 1940- och 1980-talet och antalet ökade till  $4 \pm 1$  på 2000-talet. I fyra resterande storleksklasserna är förändringen i medelantal liten (Figur 15) (Appendix 6).



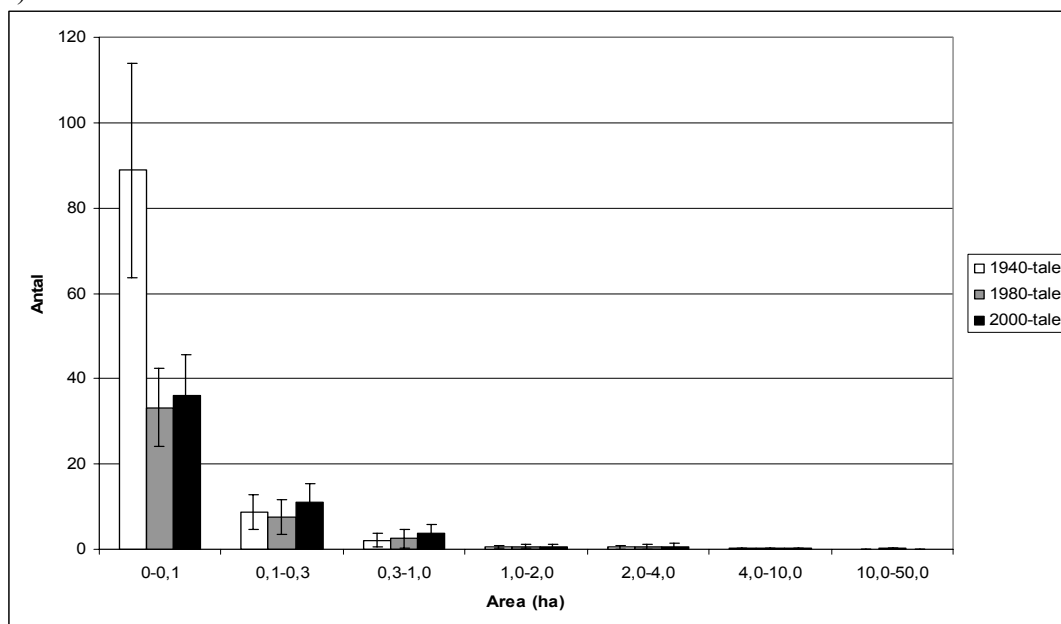
**Figur 15.** Medelantalet (med 95% konfidensintervall) småvatten per storleksklass baserat på samtliga rutor (30),

I de tjugo rutor där åker dominerar minskade medelantalet småvatten i storleksklass 0-0,1 ha från  $89 \pm 25$  till  $33 \pm 9$  mellan 1940- och 1980-talet och antalet ökade till  $36 \pm 10$  på 2000-talet. Medelantalet småvatten i storleksklass 0,1-0,3 ha minskade från  $9 \pm 4$  till  $7 \pm 4$  mellan 1940- och 1980-talet och antalet ökade till  $11 \pm 5$  på 2000-talet. Medelantalet småvatten i storleksklass 0,3-1 ha ökade från  $2 \pm 2$  till  $3 \pm 2$  mellan 1940- och 1980-talet och antalet ökade till  $4 \pm 2$  på 2000-talet. I de fyra resterande storleksklasserna är förändringen i medelantal liten (Figur 16) (Appendix 6).



**Figur 16.** Medelantalet (med 95% konfidensintervall) småvatten per storleksklass baserat på skogrutor (10).

I de tio rutor där skog dominerar minskade medelantalet småvatten i storleksklass 0-0,1 ha från  $40 \pm 13$  till  $16 \pm 5$  mellan 1940- och 1980-talet och antalet ökade till  $21 \pm 7$  på 2000-talet. Medelantalet småvatten i storleksklass 0,1-0,3 ha minskade från  $5 \pm 2$  till  $4 \pm 2$  mellan 1940- och 1980-talet och antalet ökade till  $9 \pm 3$  på 2000-talet. Medelantalet småvatten i storleksklass 0,3-1 ha var oförändrat från  $4 \pm 3$  till  $4 \pm 2$  mellan 1940- och 1980-talet och antalet var oförändrat  $4 \pm 2$  på 2000-talet. I fyra resterande storleksklasserna är förändringen i medelantal liten (Figur 17) (Appendix 6).



**Figur 17.** Medelantalet (med 95% konfidensintervall) småvatten per storleksklass baserat på åkerrutor (20)

### 5.2.3 Flikighet

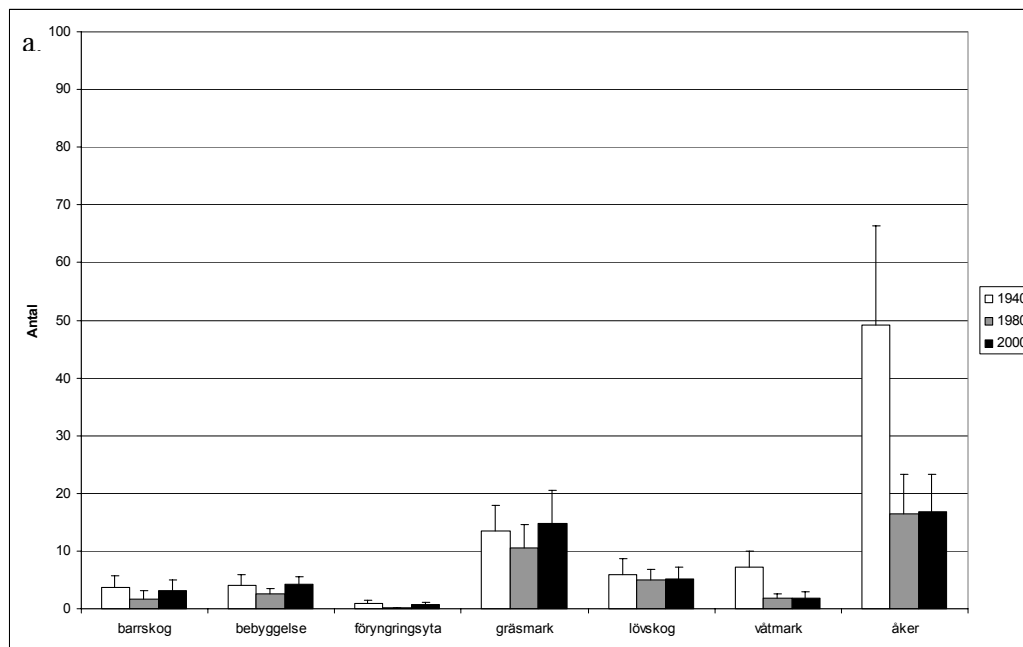
Flikighetsindex medelvärdet ökade mellan 1940- och 1980-talet från  $1,198 \pm 0,008$  till  $1,314 \pm 0,019$  och fortsatte ökade till  $1,329 \pm 0,018$  på 2000-talet. Flikighetsindex medelvärdet bland de 79 anmälda nyanlagda våtmarkerna ligger något lägre  $1,285 \pm 0,064$  (Tabell 8).

**Tabell 8.** Flikighetsindex för baserat på samtliga småvatten i de trettio rutorna 1940, 1980 och 2000 –talet samt de 79 nyanlagda våtmarkerna som anmälts till länsstyrelsen 1990-2001 (Bendtsen, 2003)

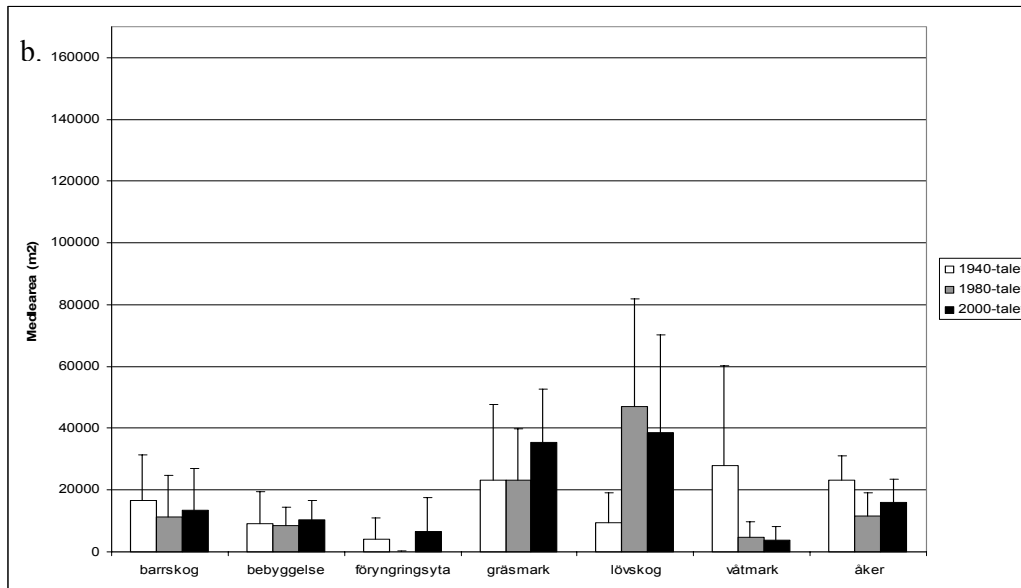
	1940	1980	2000	79 anmälda 1990-2001
Flikighetsindex	1,198	1,314	1,329	1,285
standardavvikelse	0,202	0,323	0,349	0,291
95% konfidensintervall	0,008	0,019	0,018	0,064
Maxvärde på flikighet	2,799	3,880	3,951	2,827
Minvärde på flikighet	1,000	1,000	1,009	1,019

### 5.2.4 Markanvändning vid småvatten

När man beaktar förändringen av medelantal och medelareal i de sju markanvändningsklasserna *Barrskog*, *Bebyggelse*, *Föryngringsyta*, *Gräsmark*, *Lövskog*, *Våtmark* och *Åker* har medelantalet och medelarean småvatten minskat i alla klasser utom lövskog mellan 1940- och 1980-talet och ökat i alla klasser utom lövskog och våtmark mellan 1980- och 2000-talet. I två av klasserna är förändringen av medelantalet och medelarean störst. I *Åker* har medelantalet minskat  $49 \pm 17$  till  $16 \pm 7$  och medelarean halverats från  $23\,000 \pm 7\,900 \text{ m}^2$  till  $11\,500 \pm 7\,500 \text{ m}^2$  mellan 1940-talet och 1980-talet. Medelantalet ökar inte men däremot ökar medelarean till  $15\,900 \pm 7\,700 \text{ m}^2$  mellan 1980- och 2000-talet. I *Våtmark* minskar medelantalet från  $7 \pm 3$  till  $2 \pm 1$  och medelarean  $28\,000 \pm 32\,200 \text{ m}^2$  till  $5\,000 \pm 5\,100 \text{ m}^2$  mellan 1940- och 1980-talet dessa värden förändring är liten till 2000-talet. I två av klasserna är enbart förändringen i medelarean stor. I *Gräsmark* är förändringen av medelarean liten mellan 1940 och 1980-talet men den ökar från  $23\,100 \pm 16\,700$  till  $35\,400 \pm 17\,400 \text{ m}^2$  mellan 1980- och 2000-talet. I *Lövskog* ökar medelarean från  $9\,500 \pm 9\,600 \text{ m}^2$  till  $47\,000 \pm 34\,800 \text{ m}^2$  mellan 1940- och 1980-talet den minskar den till  $38\,600 \pm 31\,600 \text{ m}^2$  mellan 1980 och 2000-talet (Figur 18 a och b).

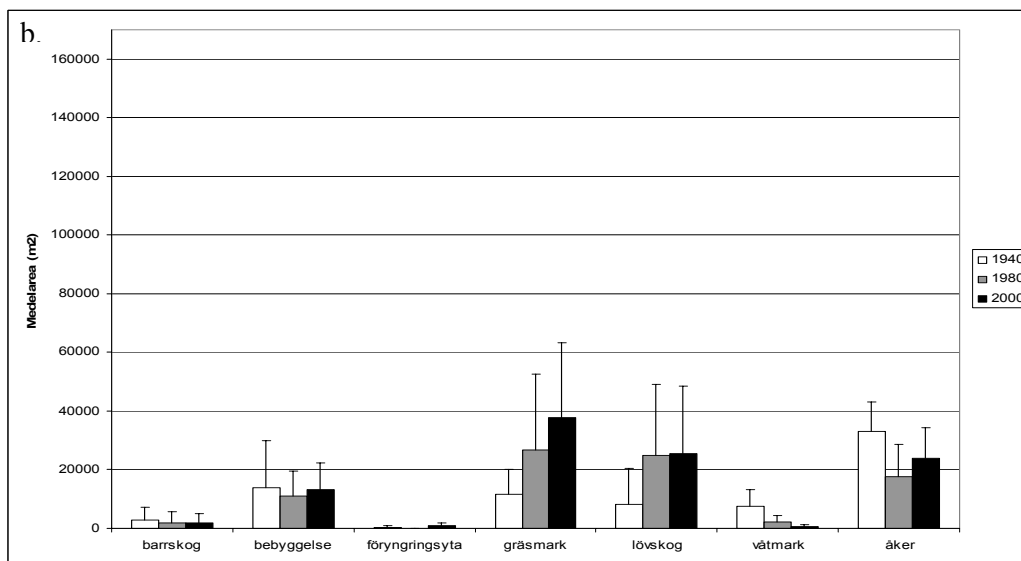
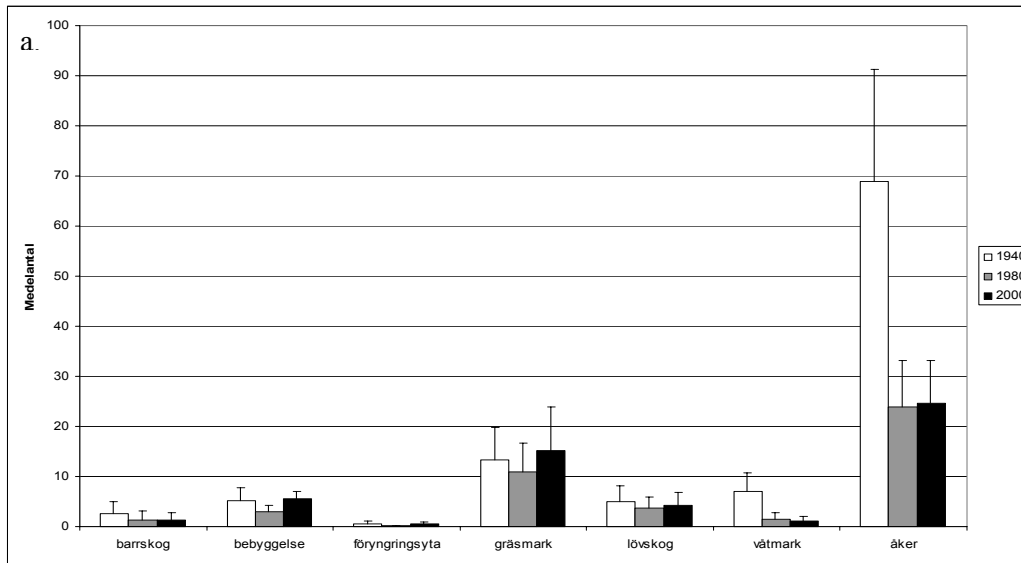


Figur 18. Markanvändning runt småvatten med avseende på a) medelantal i samtliga rutor.



**Figur 18 (fortsättning).** Markanvändning runt småvatten med avseende på b) medelareal i samtliga rutor.

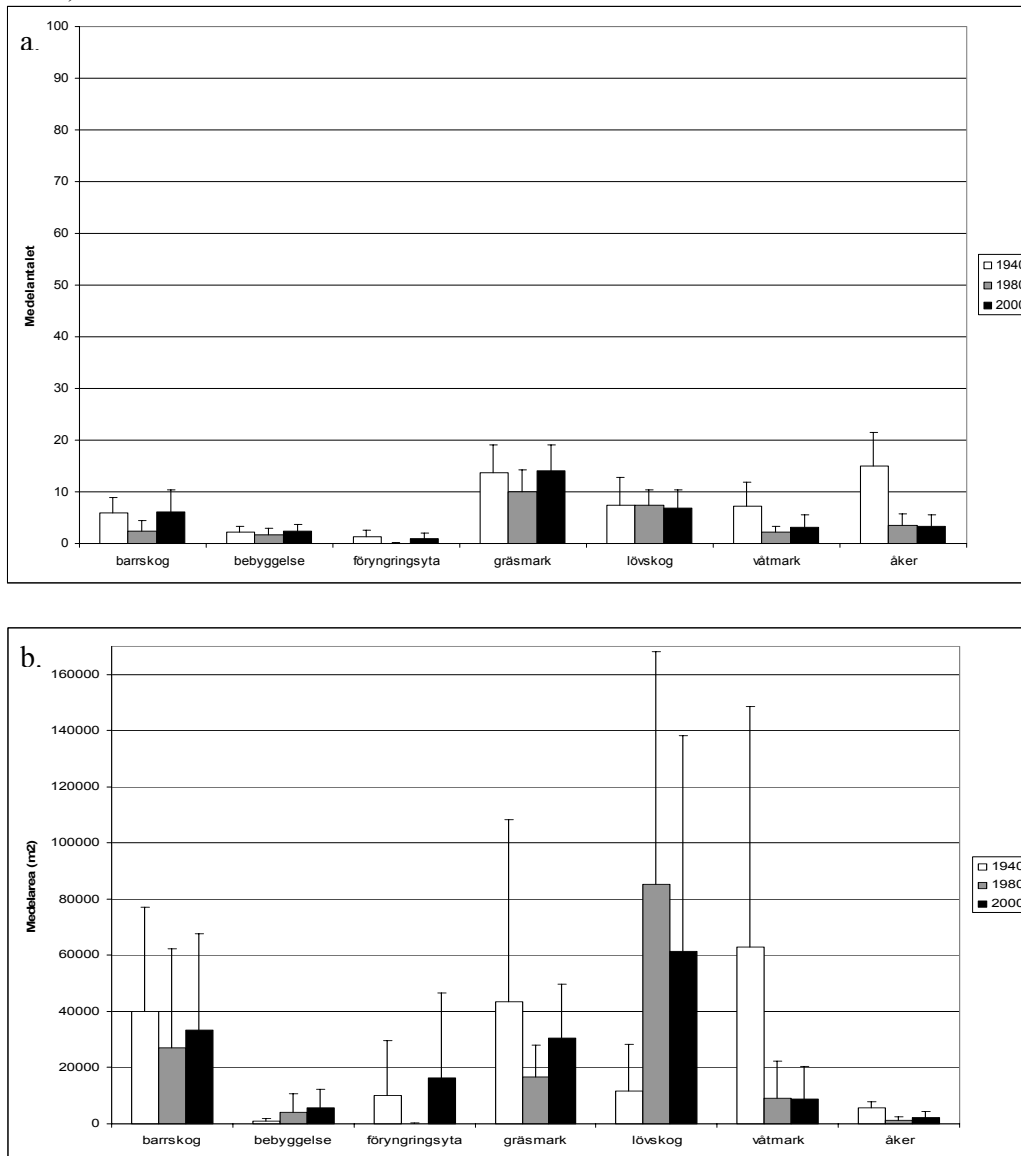
När man beaktar förändringen av medelantal och medelareal i de sju markanvändningsklasserna i rutor som domineras av åker har medelantalet minskat i alla klasser mellan 1940- och 1980-talet och ökat i alla klasser utom våtmark mellan 1980- och 2000-talet. Medelarean har minskat i alla klasser utom gräsmark och lövskog mellan 1940- och 1980-talet den har ökat i alla klasser utom våtmark mellan 1980- och 2000-talet. I två av klasserna är förändringen av medelantalet och störst, i *Åker* minskar medelantalet från  $69 \pm 23$  till  $24 \pm 9$  mellan 1940- och 1980-talet medelantalet förändras lite mellan 1980 och 2000-talet. I *Våtmark* minskar medelantalet från  $7 \pm 4$  till  $2 \pm 1$  mellan 1940- och 1980-talet förändringen är liten mellan 1980- och 2000-talet. I fyra av klasserna är förändringen i medelareal stor. I *Gräsmark* ökar medelarean från  $11\,700 \pm 8\,400$  till  $26\,900 \pm 25\,700$  m<sup>2</sup> mellan 1940- och 1980-talet den ökar till  $37\,900 \pm 25\,500$  m<sup>2</sup> mellan 1980-talet och 2000-talet. I *Lövskog* ökar medelarean från  $8\,300 \pm 12\,000$  m<sup>2</sup> till  $24\,900 \pm 24\,300$  m<sup>2</sup> mellan 1940 och 1980-talet den förändras lite mellan 1980 och 2000-talet. I *Våtmark* minskar medelarean från  $7\,700 \pm 5\,700$  m<sup>2</sup> till  $2\,100 \pm 2\,300$  m<sup>2</sup> mellan 1940-talet och 1980-talet den förändras lite mellan 1980-talet och 2000-talet. I *Åker* minskar medelarean från  $33\,100 \pm 9\,900$  till  $17\,500 \pm 11\,000$  m<sup>2</sup> mellan 1940- och 1980-talet och den ökar till  $23\,800 \pm 10\,500$  m<sup>2</sup> mellan 1980 och 2000-talet (Figur 19 a och b).



**Figur 19.** Markanvändning runt småvatten med avseende på a) medelantal i åkerrutor och b) medelareal i åkerrutor

När man beaktar förändringen av medelantal och medelareal i de sju markanvändningsklasserna i rutor som domineras av skog har medelantalet minskat i alla klasser mellan 1940- och 1980-talet och ökat i alla klasser utom lövskog och våtmark mellan 1980- och 2000-talet. Medelarean har minskat i alla klasser utom bebyggelse och lövskog mellan 1940- och 1980-talet den har ökat i alla klasser utom lövskog och våtmark mellan 1980- och 2000-talet. I två av klasserna är förändringen av medelantalet och störst. I *Åker* där minskar medelantalet från  $15 \pm 6$  till  $3 \pm 2$  mellan 1940- och 1980-talet medelantalet förändras inte alls mellan 1980- och 2000-talet. I *Våtmark* minskar medelantalet från  $7 \pm 5$  till  $2 \pm 1$  mellan 1940- och 1980-talet förändringen är liten mellan 1980 och 2000-talet. I fyra av klasserna är förändringen i medelareal stor. I *Gräsmark* minskar medelarean från  $43\,400 \pm 8\,400$  till  $16\,600 \pm 11\,600$  m<sup>2</sup> mellan 1940 och 1980-talet den ökar till  $30\,700 \pm 19\,700$  m<sup>2</sup> mellan 1980- och 2000-talet. I *Lövskog* ökar medelarean från  $11\,700 \pm 16\,600$  m<sup>2</sup> till  $85\,200 \pm 83\,300$  m<sup>2</sup> mellan 1940- och 1980-talet den minskar till  $61\,300 \pm 77\,000$  m<sup>2</sup> mellan 1980 och

2000-talet. I *Våtmark* minskar medelarean med  $63\,000 \pm 85\,800\text{ m}^2$  till  $9\,300 \pm 13\,200\text{ m}^2$  mellan 1940- och 1980-talet den förändras lite mellan 1980 och 2000-talet. I *Bebyggelse* ökar medelarean från  $1\,000 \pm 1\,000$  till  $4\,200 \pm 6\,600\text{ m}^2$  mellan 1940- och 1980-talet den ökar till  $5\,600 \pm 6\,600\text{ m}^2$  mellan 1980 och 2000-talet (Figur 20 a och b).

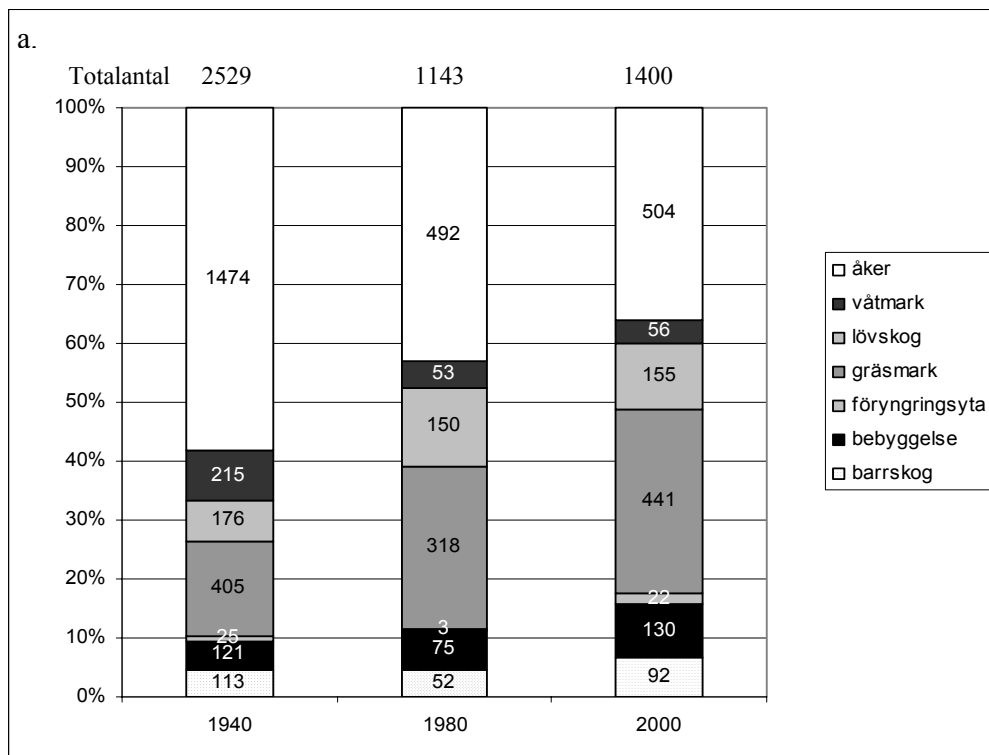


**Figur 20.** Markanvändning runt småvatten med avseende på a) medelantal i skogrutor och b) medelareal i skogrutor.

När man beaktar den procentuella fördelning av i vilken markanvändning småvattnen ligger så är antalet vatten fördelat så att åker och våtmarks andelen har minskat sedan 1940-talet, gräsmark, lövskog, bebyggelse och barrskog har ökat sedan 1940-talet och föryngringsytans andel är näst intill oförändrad. Den största minskningen är småvatten i åker som minskade från 58 % till 43 % mellan 1940- och 1980-talet och till 36 % på 2000-talet. Vatten i våtmark minskade från 9 % till 4 % mellan 1940- och 1980-talet, mellan 1980-talet och 2000-talet var förändringen liten. Småvatten i gräsmark ökade sin andel från 16 % till 28 % mellan 1940- och 1980-talet, förändringen mellan 1980-talet och 2000-talet var liten. Andelen småvatten i

bebyggelse ökade från 5 % till 9 % mellan 1940- och 2000-talet. Andelen lövskog ökade från 7 % till 13 % mellan 1940- och 1980-talet för att minska till 11 % mellan 1980-talet och 2000-talet (Figur 21 a).

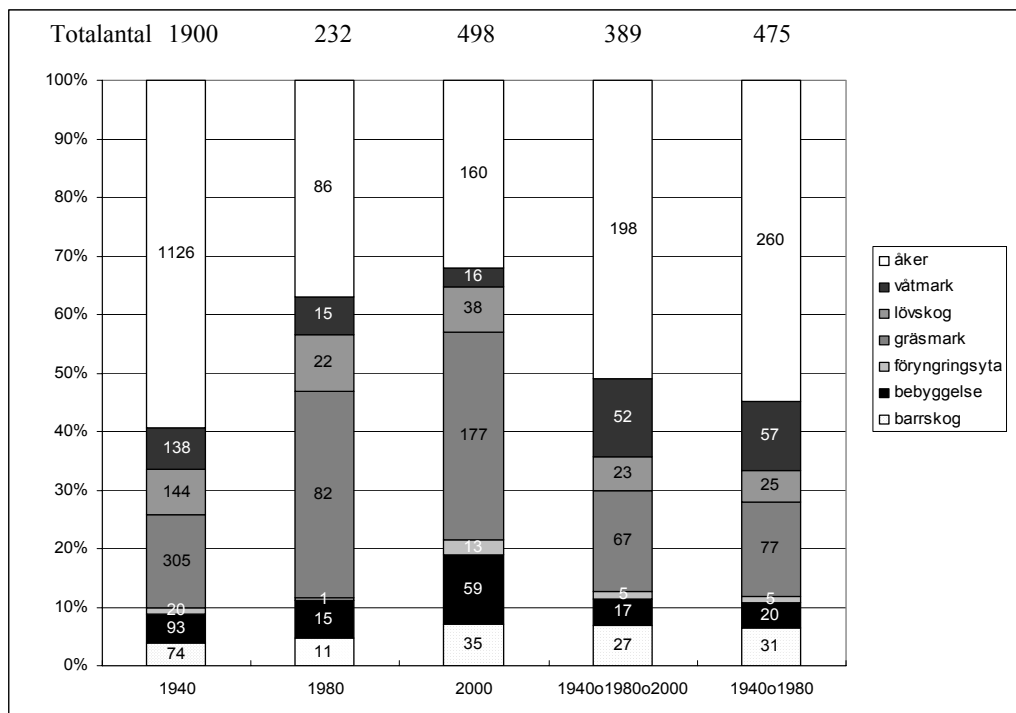
När man beaktar de fem olika tidsperiods kombinationernas procentuella fördelning av i vilken markanvändning småvatten ligger så är antalet vatten fördelat så att åker och våtmark är vanligare i kombinationer med 1940-tals småvatten och i småvatten från 2000-talet har gräsmark blivit mer vanligare samt bebyggelse. Åker har minskat från att vara 59 % av markanvändningen runt småvatten som fanns endast på 1940-talet till att vara 37 % på 1980-talet mellan 1980-talet och 2000-talet är minskningen liten. Gräsmark har ökat från att vara 16 % på 1940-talet till att vara 35 % på 1980-talet (Figur 21 b).



**Figur 21.** Procentuell fördelning av antalet småvatten per kringliggande markanvändningstyp (barrskog, bebyggelse, föryngringsyta, gräsmark, lövskog, våtmark och åker) på a) 1940-, 1980- och 2000- talet.



b.



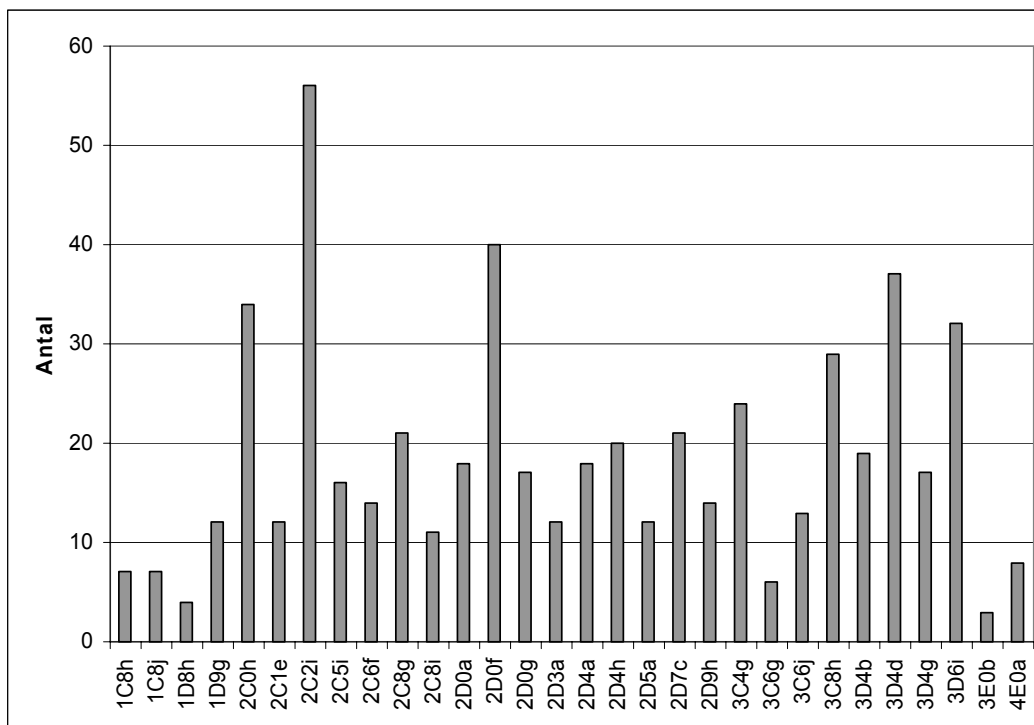
**Figur 21 (fortsättning).** Procentuell fördelning av antalet småvatten per kringliggande markanvändningstyp (barrskog, bebyggelse, föryngringsyta, gräsmark, lövskog, våtmark och åker) på b) marktyp runt småvatten från olika årtal separat 1940, 1980 och 2000-tal samt för kombination 1940-, 1980- och 2000-tal gemensamt och kombination 1940- och 1980-tal gemensamt.

### 5.2.5 Nyanläggning av småvatten

I de trettio rutorna fanns det 79 nyanlagda våtmarker anmälda till länsstyrelsen (Bendtsen, 2003). Den totala arean av dessa 79 anlagda våtmarker var 710 000 m<sup>2</sup>. Antalet nytillkomna oanmälda småvatten enligt analysen var 554 (exklusive 79) mellan 1980- och 2000-talet, och den totala arean av 554 småvatten som var 480 000 m<sup>2</sup>. Medelantalet nytillkomna oanmälda småvatten per ruta är 18 ± 4 stycken, i åkerrutor är medelantalet 20 ± 5 och i skogsrutor är medelantalet 16 ± 6 oanmälda vatten. Medelarean per ruta är 16 000 ± 4 400 m<sup>2</sup>, i åkerrutor är medelantalet 16 000 ± 5 900 och i skogsrutor är medelantalet 15 900 ± 4 400 m<sup>2</sup> oanmälda vatten. Medelarean per vatten för de oanmälda nytillkomna småvattnen var i åkerrutor 810 m<sup>2</sup> och i skogsrutor 1010 m<sup>2</sup> (Tabell 9). Fördelningen av dessa småvatten var jämt fördelade mellan rutorna (Figur 22).

**Tabell 9.** Småvattens total- samt medelarea per ruta med 95 % konfidensintervall (KI) och medelarea per vatten för de 554 nyanläggningarna.

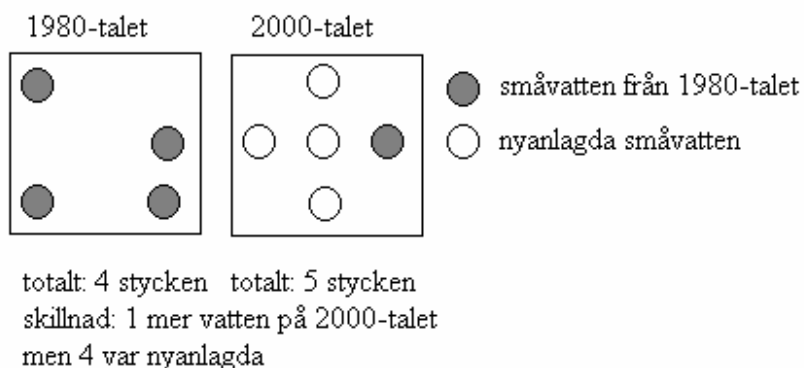
	Antal	Total Area	Medelantal	KI	Medelarea		
					Antal	per ruta	Medelarea per vatten
Åkerrutor	396	320929	20	5	16046	810	5890
Skogsrutor	158	158823	16	6	15882	1005	6251
<b>Totalt</b>	<b>554</b>	<b>479752</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>15992</b>	<b>866</b>	<b>4363</b>



**Figur 22.** Antalet oanmälda småvatten som tillkommit sedan 1980-talet, totalt 554 stycken fördelat över samtliga rutor.

25 av de 79 anmälda våtmarkerna hade anlagts där det tidigare funnits småvatten, 53 våtmarker har anlagts på fastmark. En av dessa 79 våtmarker hade en yta på 485 000 m<sup>2</sup>. Medelarean för de våtmarker anlagda vid befintligt småvatten och på fastmark är 3 700 m<sup>2</sup> respektive 3 600 m<sup>2</sup> (tabell 13). De flesta av de 79 våtmarkerna som är anlagda återfinns i de mindre storleksklasserna 1-3 (0-1 ha).

Visualisering som beskriver hur det kan vara mer nyanläggningar (554 stycken) än differensen mellan totalantalet småvatten från 1980-talet och 2000-talet (257 stycken) visas i Figur 23.



**Figur 23.** Kvadraterna symboliserar samma ruta och två olika tidsperioder där småvatten symboliseras av vit eller grå cirkel. Den grå cirkeln är ett småvatten som finns kvar sedan 1980-talet de vita är nytillkomna sedan 1980-talet. Detta exemplifierar att differensen i totalantalet kan vara lägre än antalet nyanlagda småvatten.

## 6. Diskussion

### 6.1 Metodik

#### 6.1.1 Noggrannhets utvärdering

Diskussionen under den gemensamma digitaliseringen av flygbilderna från 1940- och 2000-talet gjorde att digitaliserarna blev säkrare i sina tolkningar och beslut. En gemensam digitaliseringsmetod gjorde att det fortsatta arbetet kunde utföras enhetligt. Noggrannhetsutvärderingen mellan de fyra digitaliseringarna visade att avvikelserna från medelvärdet för totalarea var liten men för totalantalet var avvikelsen större. Detta beror på att närliggande småvatten digitaliserats antingen individuellt eller generaliserats till ett småvatten objekt. Det får även större konsekvenser när digitaliserarna jämförs i storleksklasserna, t ex om ett klass 3 område istället blir digitaliserat som två stycken klass 2 blir antalet i varje klass olika. Det är i de minsta storleksklasserna (0-0,1; 0,1- 0,3; 0,3-1 ha) som avvikelserna mellan de fyra digitaliserarna var som mest tydliga.

#### 6.1.2 Felkällor

- Linjedragning vid digitalisering varierar beroendes på digitaliseringsteknik, vilket innebär hur mycket man varierar i sidled när man drar sina linjer. Detta kan medföra att gränsen för småvatten polygonerna får olika utseende. Visuellt kvantifierades felmarginalen vid linjedragning till 3 meter i sidled.
- Fyra stycken digitaliserare ger avvikelser för antalet på 12 % för 1940-talet och 14 % från 2000-talet per ruta. För medelarean var felet 2% för både 1940-talet och 2000-talet. Detta värde är beräknat innan individuella digitaliseringen startade.
- 1940-tals flygbilderna har en sämre geometrisk passning än 2000-tals och 1980-tals bilderna vilket ger förskjutningar av småvatten, så att digitaliseringen blir förskjuten. Det kan göra att jämförelser mellan de olika årtalen blir felaktig.
- Även geokorrigeringen av 1980-talsbilderna kan medföra fel i passningen och en felaktig area. Det felet uppskattades genom att ta största residualen och dividerat med rutans sida vilket gav oss en felmarginal på 2 % för arean vilket var samma som felet mellan oss fyra digitaliserare.

Det är betydligt enklare att finna småvatten i flygbilderna från 2000-talet än i de från 1940-talet pga. skillnaden i fotokvalitet. 1980-tals bilderna var de sista vi digitaliserade och vid denna tidpunkt kände vi oss tillräckligt säkra på digitaliseringen och fjärranalys så noggrannhetsutvärdering ansågs ej behövas. Det skall också tilläggas att 1980-talsbilderna var IR-foton vilket underlättar tolkningen både vad gäller markanvändning och vattenobjekt då färgsättningen är annorlunda och vegetationen går lättare att särskilja. I IR-bilder så skapas en falsk färgkomposit som visar reflektansen i det infraröda våglängdsbandet dvs. det våglängdsband som klorofyll i vegetation reflekterar ljus. Detta gör att man kan skilja på olika vegetation lättare än i svartvita bilder (Wastensson, 1993).

Resultatet av noggrannheten ute i fält är acceptabelt. Vilket gör att vi antar att allting vi digitaliserat är småvatten samt att markanvändningen stämmer för samtliga årtal. Det finns ingen möjlighet att utvärdera noggrannheten för flygbilderna från 1940-talet

och 1980-talet så i det fallet kan vi bara anta att tolkningen stämmer. En väldigt hög noggrannhet på åker i jämförelse med gräsmark är bra vilket är positivt då det är svårt att i vissa lägen skilja gräsmark från odlad mark. För att få ett mer pålitligare värde för noggrannhet så skulle besök av fler objekt ute i fält kunna säkerställa den visuella tolkningen mer.

Resultatet till det höga RMS-felet i flera av flygbilderna kan ej att förklaras med höjdskillnaden eftersom ingen korrelation återges mellan höjdskillnad och RMS-fel. Då varje GCP ger ett mått på felet i förhållande till övriga punkter blir RMS-felet känsligt för några dåliga passpunkter. Även få punkter påverkar RMS (Cambell, 1996). RMS-fel kontra bra passning mellan flygbild och geokorrekt karta är ett annat problem då passningen kan vara bra men ändå leda till ett högt RMS. För att lösa det så krävs ett polynom som behandlar projicerings fel alltså en tredje dimension. Ett lämpligt mått på kuperingen eller skrovligheten i varje ruta hade kunnat leda till en korrelation med RMS-felet och gett en förklaring till detta (Janssen and Hurnemann, 2001). Det har ej tagits hänsyn till höga RMS fel i projektet då passningen visuellt är godtagbar. Problemet kan undvikas med att använda ortofoton från 1980-talet, sådana fanns ej att tillgå.

## **6.2 Småvattenförändringar med avseende på småvattnens antal, area, form samt markanvändningen runtom**

### **6.2.1 Landskapsbilden**

Antalet småvatten har halverats mellan 1940- och 1980-talet för att sedan öka något igen mellan 1980- och 2000-talet. Att antalet småvatten minskat var hypotesen från början då mycket av jordbruksmarkernas småvatten fyllts igen för odling (Nolbrant, 2002). Även totala småvatten arean minskade mellan 1940- och 1980-talet för att sedan öka mellan 1980- och 2000-talet så att arean är större på 2000-talet än vad det var på 1940-talet. Att area förändringen varit större än antals förändringarna betyder att de vatten som tillkommit sedan 1980-talet har en större yta än de småvatten som fyllts igen och försvunnit sedan 1940-talet.

Förändringen inom den minsta storleksklassen (0-0,1 ha) är den tydligaste och här har den största förändringen skett. Huvuddelen av småvatten finns inom storlekarna 0-1 ha vilket även är den storleksdefinition som användes för småvatten vid 1988 års småvatteninventering (Larsen, 1988). I storleksklasserna 1- 50 ha så är förändringen obetydlig. Detta kan bero på att dikningsarbeten och sjösänkningar som rör större vattenytor nästan har upphört innan 1940-talet (Tonderski et al., 2002). Den minsta storleksklassen 0-0,1 ha och dess minskning kan förklaras av att det är de mindre småvattnen som fanns direkt på odlingsytan som har blivit igenfyllda (Tonderski et al., 2002). Ökningen mellan 1980- och 2000-talet förklaras av det miljöstödd och EU stöd för anläggande av våtmarker man kunnat söka sedan 1996. 2001 infördes också ytterligare ett anläggningsstöd vilket stimulerar fortsatt arbete med nyanläggning av våtmarker i form av småvatten (Bendtsen, 2003). I de tjugo rutor där åker dominerar så är antalet småvatten inom storleken 0,1-1 ha fler på 2000-talet än vad det var på 1940-talet. Vilket förklaras av att anläggningen av våtmarker är av lite större storlekar sedan 1980-talet, som exempel har de nyanlagda våtmarkerna i Kävlingeåns avrinningsområde en genomsnittlig storlek på 1 ha (0,2 – 5,3 ha). I motsats till detta står att markägare generellt sett är mer positiva till djupa mindre dammar än grunda

större våtmarker (Eriksson, 2001). Medelantalet småvatten i *åker* var betydligt fler än i *skogs* för samtliga tre tidsperioder samtidigt som medelarean småvatten inom varje ruta var större i *skogs* än i *åker*. Detta ger en landskapsbild där skogsrutorna har större area per småvatten men mindre antal småvatten och i åker är småvattnen mindre men är större till antalet. Det låga medelantalet småvatten på 1980-talet i skogsrutorna kan bero på att skogsdikningen hade en andra kulm på 1980-talet (Tonderski et al., 2002).

Antalet vatten inom markanvändningsklasserna *Våtmark* och *Åker* i hela Skåne har minskat mest sedan 1940-talet. Detta beror på fortsatt effektivisering av jordbruket och där antropogena småvatten fyllts igen för att öka odlingsytorna och torrläggning av våtmarker i skog för ökning av skogsareal. Den ökning som skett inom gräsmark kan bero på att markägare är mer benägna att anlägga småvatten på gräs och betesmarker än sina åkerytor. Samma orsak kan förklara varför det inte ökat så mycket i lövskog och barrskog (Tonderski et al., 2002).

Arean i Skåne varierar mycket i *gräs*, *löv*, *våtmark* samt *åker*. Variationen i *Våtmark* och *Åker* förklaras direkt av att antalet här har samma förändringstrend mellan 1940-, 1980- och 2000-talet. En igenväxning av landskapet där främst halvöppna gräsmarker och föryngringsytor blivit lövskog kan vara en orsak till en ökad area småvatten i lövskog. Det är svårt att koppla resultatet från antals och area analysen av småvatten i avseende på markanvändningsklasser eftersom denna indirekt kan bero på att det senaste 60 åren skett förändringar i Skånes markanvändning. Den ger dock en fingervisning om förändring av landskapsbilden där antalet småvatten har minskat avsevärt i åker fram till 1980-talet och att ersättningen mellan 1980-talet och 2000-talet främst skett med större ytor i samtliga marktyper.

### **6.2.2 Biologisk mångfald**

Den biologiska mångfalden gynnas av flera faktorer som antalet småvatten, flikigheten hos småvatten, närhet till andra småvatten och storleken på småvatten (Svensson et al., 2004). Eftersom antalet småvatten halverats har detta haft en stor inverkan på den biologiska mångfalden. T ex så har Kävlingeåns avrinningsområde som berör kommunerna (Lomma, Kävlinge, Lund, Eslöv, Höör, Hörby, Tomelilla, Sjöbo och Ystad) och som sträcker sig i öst västlig riktning från Linderödsåsen, genom Skånska slättbygderna med sin utmyning i Öresund vid Lommabukten mött stora förändringar. Detta avrinningsområde domineras av jordbruk och som förr varit habitat för några av landets mest artrika livsmiljöer biotoper och idag blivit relativt artfattigt. Det traditionella kulturlandskapet hyste en unik flora och fauna och det hade en hög biologisk mångfald (Eriksson, 2001).

De flesta arterna i dammar och våtmarker finns i övergångszonen mellan land och vatten (Eriksson, 2001). Vilket innebär att en högre flikighet ger en större övergångszon. Den ökning som skett i flikighet för de nyanlagda småvattnen tyder på att den biologiska mångfalden möjligen kan gynnas i ett längre tidsperspektiv då åldern på småvatten har en betydelse för den biologiska mångfalden eftersom det tar tid för arter att etablera sig (Kiehl och Weisner, 1998; Svensson et al., 2004).

Antalet arter vid småvatten ökar snabbt med storleken på dammens yta. Detta baseras på den s.k. ö-teorin av MacArthur & Wilson beskriven av (Eriksson, 2001) som utgår

från att arters närvaro beror på jämvikt mellan invandring av nya arter och utdöende av redan etablerade arter. Risken för utdöende av arter är större i ett litet isolerat habitat som ett småvatten. Det är även svårare att sprida sig och etablera sig i ett litet än ett större område utan närhet till andra småvatten. Ökningen avtar efter att ett område nått en viss storlek. I uppföljningen av kävlingeåprojektet står det "När dammstorleken ökar från 0,5 till 1,5 hektar, sker en signifikant ökning av mängden arter av både växter, evertebrater och fåglar" (Eriksson, 2001). Eftersom det skett en ökning av lite större vatten i storleksklasserna 0,3 – 1 ha mellan 1940-talet och 2000-talet så skulle det ha potentiellt gynnat den biologiska mångfalden. Detta motverkas då av det stora antalet vatten som försvunnit och utarmat landskapet (Svensson et al., 2004).

Ett småvatten som anläggs på åkermark kommer nästan undantagslöst höja den biologiska mångfalden även närheten till skog kan vara av stor betydelse för artsammansättningen i småvatten, typiska "skogsarter" påträffas i småvatten i anslutning till skog men saknas helt i jordbrukslandskapet (Svensson et al., 2004). Av landets hotade groddarter så finns de flesta i odlingslandskapet samt flera hotade fjärilsarter. Den biologiska mångfalden i odlingslandskapet är främst knuten till kantzoner, dammar, diken och åkerholmar som indirekt påverkas av jordbruket (Eriksson, 2001). Gränsområden (övergången skog-jordbruksmark) är artrikare än de enskilda ekosystemtyperna (Svensson et al., 2004). Ett sätt att få högre artantal skulle vara att anlägga småvatten i kantzoner mellan olika landskapstyper. Det är dock en motsättning då de flesta småvatten som försvunnit låg på åkermark och ersättningen borde ske i åkermark.

### **6.2.3 Kväveretention**

En effekt av småvatten på jordbruksmark är att kvävereningen påverkas. En viktig process är denitrifikationen som utförs av bakterier i syrefattig miljö. Bakterierna nyttjar kvävet i form av nitrat som syrekälla och lätt nedbrytbart organiskt material som energikälla. Nitratkvävet omvandlas till kvävgas och avgår till atmosfären (Tonderski et al., 2002). I ett småvatten är förutsättningarna för denitrifikation bäst vid sedimentytan och när vattnet är varmt. Under den varma årstiden är avrinning och kvävetillförsel låg samtidigt som konkurrensen om växttillgängligt kväve är hög. Men även under vinterhalvåret då avrinningen och kvävehalterna ofta är höga arbetar denitrifikationsbakterierna och omvandlar nitratkväve till luftkväve. Sett över hela året är denitrifikationen därför den process som normalt har störst betydelse för kvävereningen. Kvävereningen gynnas av lite mer grundare och större vatten (Eriksson, 2001). Detta betyder att finns det ett vatten och de har en tillräcklig yta så gynnas kväveretentionen på ett bra sätt.

Att arean småvatten är ungefär samma idag som på 1940-talet skulle kunna innebära att kvävereningspotentialen är på samma nivå som 1940-talet. Det är ju även så att större småvatten på minst 1 ha har en bra kvävereningspotential (Tonderski et al., 2002). Eftersom mindre vatten ersatts av större så borde kvävereningspotentialen gynnas. Det skall tilläggas att man inte enbart kan koppla ytan av ett småvatten till kvävereningspotentialen utan den är mer komplex än så. Andra faktorer som påverkar kväveretentionen är att det krävs en uppehållstid på minst 2 dygn för att det skall vara lönsamt, vattnets storlek i förhållande till avrinningsområdet är också av vikt, vattnet får ej ha en alltför djup karaktär, samt placering i landskapet eftersom det är högre

kvävereningspotential i jordbruksområden (Tonderski et al., 2002; Trepel och Palmeri, 2002). Ett vatten som ligger längre ned i ett dräneringssystem utsätts för mer näringsämnen därför kan den då inverka mer på kvävehalten detta redogörs för närmare i von Barth (2005).

Det är också större näringsämnesbelastning på dagens vatten. Det är jordbruket som läcker näring till vattensystemet och den har en betydligt större inverkan än skog i Skåne (Brandt et al., 2002). Eftersom ett stort antal vatten försvunnit från åker så har denna effekt lett till att mycket mer kvävebelastning sker på havet och därav en tänkbar övergödning till följd. Minskningen i skog har också en effekt för kväveretentionen men är inte i samma paritet som jordbruket (Tonderski et al., 2002).

### **6.3 Nyanläggning av småvatten**

Nyanläggning av våtmarker sker främst i de mindre storleksklasserna det anläggs färre våtmarker i de större storleksklassen. De 554 våtmarkerna som anlagt mellan 1980- och 2000-talet och inte finns med i uppföljningen av våtmarker 1990-2001 av (Bendtsen, 2003) kan förklaras med att de kan vara vatten som anlagts med No-Kås stöd, en bidragsform som skogsstyrelsen disponerat sedan 1993 för bl a anläggande av dammar och våtmarker i skogsområden. De vatten som anlagts med No-Kås stöd finns ej med i länsstyrelsens data. Vägverkets dammar är ej med i länsstyrelsens dataskikt över nyanlagda våtmarker till antalet var dem 64 stycken (Bendtsen, 2003). Det finns också andra förklaringar till att dessa vatten inte finns med i uppföljningen, några av dem låg i golfbanor som dammar, en del vatten som tillhör vattenreningsverk. Det sägs även i rapporten att de som inte finns med är troligen av en liten storlek. Medelstorleken på 866 m<sup>2</sup> tyder på att så är fallet.

|



## 7. Slutsatser

### Metodik

- Den metodik som utarbetats under projektet för att mha digital flygbildstolkning och skärmdigitalisering i ett GIS inventera småvatten förändringar har fungerat bra.
- Utvärderingen av metodiken visar att de fyra digitaliserarna utförde arbetet tillräckligt samstämmigt för att få ett enhetligt resultat på kortare tid.
- Geokorrigeringen av 1980-tals bilderna som gjordes med den billigare georefererings metoden istället för ortofoto produktion gav ett resultat som bedömdes tillräckligt bra för ändamålet av denna studie.

### Småvattenförändringar i Skåne

- Medelantalet småvatten i Skåne har nästan halverats mellan 1940- och 1980-talet för att sedan öka något fram till 2000-talet.
- Medelarea minskade mellan 1940- och 1980- talet för att sedan öka och på 2000-talet och vara större än på 1940-talet.
- Småvatten i storleksklassen 0-0,1 ha har minskat mest sedan 1940 –talet, även i storleksklassen 0,1- 1 ha är förändringen märkbar. De småvatten som tillkommit sedan 1980-talet är i storleksklassen 0,1-1 ha.
- Småvatten har främst försvunnit från åkermark och tillkommit i gräsmark.
- Förändringarna i småvattensförekomst har varit störst i åkerregionen där flest småvatten i de minsta storleksklasserna försvunnit, men medelarean är större på 2000- än på 1940-talet. I Skogsregionen har medelantalet hela tiden varit lägre medan medelarean varit större än i åkerregionen. Både medelantal och medelareal har minskat mellan 1940- och 1980-talet för att sedan öka något fram till 2000-talet men inte blivit större än på 1940-talet.
- Flikighetsindex visar en svag ökning sedan 1940-talet vilket skulle tyda på att förutsättningarna för biologisk mångfald blivit något bättre.

### Landskapsbilden, biologiska mångfald och kväveretention

- Landskapsbilden har utarmats med avseende på antal småvatten. Små småvatten har försvunnit från åkrarna och ett färre antal småvatten med större areal har tillkommit i alla markanvändningstyper men framförallt i gräsmark.
- Biologiska mångfalden har missgynnats pga. antalet småvatten minskat kraftigt sedan 1940-talet. Dock har den gynnats av förändringar som skett sedan 1980-talet då småvatten med större areal och flikighet tillkommit.
- Kväveretentionspotentialen i vattensystemet har förbättrats pga. medelarealen ökat framförallt i åkerregionen sedan 1940-talet. Samtidigt har även kväveutsläppen och därmed belastningen på vattensystemet ökat avsevärt sedan 1940-talet.
- Skillnaden mellan de nyanlagda småvatten som anmälts till länsstyrelsen (79) och de som enligt flygbilderna tillkommit sedan 1980-talet (554+79) visar på att det finns ett behov av att inkludera småvatten som anläggs av NO-Kå bidrag, vägverket och på golfbanor etc. för att få en helhets bild av småvatten förändringarna i Skåne.

|

## 8. Framtid

- Den databas som producerats under detta projekt innehåller småvatten förekomst under 1940-, 1980- och 2000-talet i trettio 5x5 km rutor i Skåne. Med den som bas kan ett försök att kvantifiera förändringen av kvävereningspotentialen d.v.s. hur mycket den ökat sedan nyanläggningar av småvatten göras.
- Metodiken som utarbetats inom projektet kan i framtiden användas för att studera ett specifikt avrinningsområde och utföra fullständig inventering av småvatten förekomsten och sedan kvantifiera kvävereningspotentialen.
- Databasen kan även utökas och kompletteras med nya attribut som t.ex. parametrar som gynnar biologisk mångfald. Ett sätt kunde vara att kombinera småvattenskikt med markanvändningsskikt för att uppskatta närhet till olika markanvändningstyper och därmed förutsättningar för biologisk mångfald.
- Tidsperspektivet på småvattenförändringar kan förlängas genom att utöka databasen med inventeringar av småvatten från historiska kartor i samma trettio rutor. De historiska kartor som skulle vara aktuella är Gamla ekonomiska kartan från tidigt 1900-tal, Rekognoseringskartan samt Generalstabskartan från 1800-talet.

|

## 9. Tacksida

Jag vill ge ett stort tack till följande personer:

Anna Broström – min handledare, för givande samarbete, tålamod och idéer!

Per Nyström – för hjälp i samband med projektet

Jonas Grahn på LST – Projektansvarig

Peter Von Barth och Jenny Månsson – För ett mycket lyckat samarbete

Claes Andersson på LST - för hjälp med data

Lars Eklundh, Lars Harrie, Karin Larsson och Petter Pilesjö  
Samtliga för att tålmodigt besvarat frågor

Övrig personal på GIS centrum som man haft som lärare och övningshandledare

Övrig personal på Naturgeografiska och Ekosystemanalys institutionen som man haft  
som lärare och övningshandledare

Övriga examensarbetare på naturgeografen för grymma fikapauser

Min familj

Mina Vänner

Samt Lena för allt stöd

|

## 10. Referenser

- von Barth, P. (2005). *Småvatten då och nu - En förändringsstudie av småvatten i Skåne och deras kväveretentionsförmåga*. Examensarbete nr 114 vid Institutionen för Naturgeografi och ekosystemanalys, Lunds universitet. 63s
- Bendtsen J. (2003) *Nya våtmarker i Skåne – Uppföljning för perioden 1990-2001*, Länsstyrelsen i Skåne
- Brandt, M. och Ejhed, H. (2002), TRK Transport - Retention – Källfördelning, Rapport 5247, Naturvårdsverket
- Campbell, B. James. (1996). *Introduction to Remote Sensing*. Second edition, Taylor & Francis. London. 622 s.
- Eklundh, L. (2001). *Geografisk informationsbehandling, Metoder och tillämpningar*. Stockholm, Byggeforskningsrådet: 348 s.
- Eriksson, Peder, (2001), *Kävlingeåprojektet – Utvärdering av Etapp I och II Del I*, Tekniska förvaltningen, Park och naturkontoret, Lunds Kommun, Lund
- Germundsson, T. och Schlyter, P. (1999). *Sveriges National Atlas – Atlas över Skåne*, Almqvist & Wiksell, Uppsala
- Janssen, L. F. L., and Huurneman, C. G. (2001) *Principles of remote sensing*. The international Institute for aerospace survey and earth sciences (ITC), Netherlands
- Kiehl, K., och Weisner, S. (1998) *Plant species in natural and constructed wetlands in Southern Sweden*, VASTRA working paper 12
- Larsen, J. (1988) *Småvatteninventering i det sydvästskånska sjölandskapet*, Länsstyrelsen i Malmöhus län
- Nolbrant, P. (2002). *Småvatten I odlingslandskapet – rester av forna tiders våtmarker*. Hushållningssällskapet Halland
- Nordiska Ministerrådet. (1977). *Naturgeografisk regionindelning av Norden*. Stockholm, Liber distribution. 34 s.
- Shaw, Gareth och Wheeler, Dennis. (2000), *Statistical Techniques in Geographical Analysis, 2nd edition*, David Fulton Publishers, London
- SMHI. (2002), *Avrinningen i Sverige – faktablad nr 12*, SMHI, Norrköping
- Svensson, M. J., Strand J., Sahlén, G., Weisner, S. (2004) *Utvärdering av våtmarker anlagda inom lokala investeringsprogram och med LBU-stöd avseende närsaltsretention och biologisk mångfald*, Våtmarkscentrum, Högskolan Halmstad, Halmstad
- Tonderski, K., Weisner, S., Landin, J. och H, Oscarsson, Eds. (2002). *Våtmarksboken*. Västervik, AB c o Ekblad & Co. 270 s.
- Trepel, M. och Palmeri, L. (2002), *Quantifying nitrogen retention in surface flow wetlands for environmental planning at the landscape-scale*, *Ecological Engineering* 19 127–140
- Vedin, H. (2003), *Skånes Klimat, Väder och vatten - artikelserie (2/2003)*, SMHI, Norrköping
- Wastensson, L. (1993), *Flygbildsteknik och fjärranalys*, Nämnden för skoglig fjärranalys, Skogsstyrelsen
- Internet icke publicerade:
- Prade, T, (2004), Våtmarkscentrum, Halmstad Högskola, Halmstad  
[http://www.hh.se/wetland/varfor\\_vatmarker.htm](http://www.hh.se/wetland/varfor_vatmarker.htm) (040610)





|

## Appendix 1.

### BESKRIVNING AV LÄNSTYRELSENS GEOGRAFISKA DATA

-----  
dataseten är i formatet 'ESRI ArcView Shape' i RT90 2.5 gon V.

Exporterat till: Skånetäckande med hav  
Avgränsningsyta: Skåne län  
GeoRefSys: RT90 2,5 gon V  
Dataformat: ArcView shape

Information om dataseten följer nedan:

-----  
Presentationsnamn: Byggnader (Poly)  
Dataset: LMV Ekokarta 2001 Skåne Byggnader (Poly)  
DATASETINFORMATION:  
Huvudansvarig: Claes Andersson  
LocationTail: by.shp  
DataFormat: ArcView shape  
Beskrivning: Byggnader som har ytbildats från skiktet med linjer  
Skapat: 2001-09-27

-----  
Presentationsnamn: Vägar och järnvägar  
Dataset: LMV Fastighetskartan 2003 Vägar och järnvägar Linje  
DATASETINFORMATION:  
Huvudansvarig: Claes Andersson  
LocationTail: vl.shp  
Alternativt namn: Vägar och järnvägar  
DataFormat: ArcView shape  
Beskrivning: Innehåller bilvägnätet i form av allmänna och enskilda vägar. Underfart och tunnel har separat kod för respektive vägklass.

KVALITET  
Skapat: 2003-09-04  
Geografisk noggrannhet: 2-10m  
Copyright - märkning:  
Leverantör och avtal: Lantmäteriverket  
Avtal giltigt t.o.m.: 2006

-----  
Presentationsnamn: Markdata  
Dataset: LMV Fastighetskartan 2003 Markdata Linje  
DATASETINFORMATION:  
Huvudansvarig: Claes Andersson  
LocationTail: ml\_markdata\_linje.shp  
Alternativt namn: Markdata Linje  
DataFormat: ArcView shape  
Beskrivning: Indelningen i markslag. Hierarkiskt kodade och bildar ytstruktur.

KVALITET  
Skapat: 2003-09-04  
Ajouföringstatus: Löpande ajouföring  
Geografisk noggrannhet: 2-10m  
Leverantör och avtal: Lantmäteriverket  
Avtal giltigt t.o.m.: 2006  
Copyright - märkning: Får endast distribueras till andra Länsstyrelser

-----  
Presentationsnamn: Hydrografi  
Dataset: LMV Fastighetskartan 2003 Hydrografi Linje  
DATASETINFORMATION:

Huvudansvarig: Claes Andersson  
LocationTail: hl.shp  
Alternativt namn: Hydrografi  
DataFormat: ArcView shape  
Beskrivning: Innehåller mindre vattendrag <6m. Större vattendrag redovisas som småvatten och ingår i markdataskiktet  
KVALITET  
Skapat: 2003-09-04  
Ajourföringstatus: Löpande ajourföring  
Geografisk noggrannhet: 2-10m  
Copyright - märkning:  
Leverantör och avtal: Lantmäteriverket  
Avtal giltigt t.o.m.: 2006

---

Presentationsnamn: Markdata  
Dataset: LMV Fastighetskartan 2003 Markdata Ytor  
DATASETINFORMATION:  
Huvudansvarig: Claes Andersson  
LocationTail: my\_markdata\_skarvlös.shp  
Alternativt namn: Markdata  
DataFormat: ArcView shape  
Beskrivning: Markanvändning i Skåne län. Skiktet är ihopslaget och skarvlöst. Skiktet levereras i kartblad om 5\*5 km  
KVALITET  
Skapat: 2003-08-27  
Ajourföringstatus: Löpande ajourföring  
Geografisk noggrannhet: 2-10 m

---

Presentationsnamn: Nyanlagda våtmarker 1990-2001  
Dataset: Miljö Miljöövervakning Våtmarksinventering Nyanlagda 1990-2001  
DATASETINFORMATION:  
Huvudansvarig: Gösta Regnell  
LocationTail: nyanlvatmark\_inv.shp  
DataFormat: ArcView shape  
Beskrivning: Inventering av nyanlagda dammar och våtmarker 1990-2001. Ej fullständig!  
KVALITET  
Skapat: 2002-07-25  
Ajourföringstatus: Löpande ajourföring  
Datakällor: Länsstyrelsens arkiv, SVS, Banverket samt Vägverket. För ytterligare info har enkät gått ut till alla som sökt tillstånd till anläggande av damm eller våtmark.  
Status färdigställande: Delvis färdig  
Support från leverantör: Gösta Regnell, Naturresursfunktionen, Lst Skåne  
Inventeringsperiod: 2001-09-03 tom 2002-06-30

---

## Appendix 2.

### SAMMANSTÄLLNING I TABELLFORM ÖVER SAMTLIGA KARTUTOR

**Tabell A.1** Kartrutor enligt ekonomiska kartans indelning, flygbildsnamn (flygbildsstråk), person som digitaliserade respektive flygbild och person som geokorrigerade respektive 1980-talsbild.

Kartruta	Flygbildsnamn	Digitaliseras av	Geokorrigeras av	Polynom	RMS fel	Antal GCP (punkter)	Höjdskillnad min-max m.ö.h	% åker	Skog/Åker
1C8h	1C81_12.tif	Jonny	Jonny	2:a gradens	23,83	62	41,7	99,8	Åker
1C8j	1C81_16.tif	Jonny	Jonny	2:a gradens	23,82	74	41,4	98,8	Åker
1D8h	1D86_3.tif	Jenny M	Jonny	2:a gradens	10,5	42	34,6	97,6	Åker
1D9g	1C92_27.tif	Jenny M	Jonny	2:a gradens	3,24	63	41,4	86,0	Åker
2C0h	2C3_9.tif	Peter	Peter	2:a gradens	14,08	51	60,6	95,0	Åker
2C1e	2C12_4.tif	Peter	Peter	2:a gradens	13,36	32	40,3	99,6	Åker
2C2i	2C22_11.tif	Jenny M	Jonny	2:a gradens	8,92	80	63,5	60,7	Åker
2C5i	2C54_8.tif	Peter	Peter	2:a gradens	31,34	31	85,5	89,3	Åker
2C6f	2C63_5.tif	Peter	Peter	2:a gradens	27,18	30	33,4	98,0	Åker
2C8g	2C82_7.tif	Jonny	Jonny	2:a gradens	5,96	33	26,8	99,0	Åker
2C8i	2C82_11.tif	Jonny	Jonny	2:a gradens	6,63	31	55,1	95,3	Åker
2D0a	2C3_14.tif	Peter	Peter	2:a gradens	5,99	30	58,7	83,0	Åker
2D0f	2C3_23.tif	Jenny M	Jonny	2:a gradens	5,58	52	54,5	94,9	Åker
2D0g	2C3_25.tif	Jonny	Jonny	2:a gradens	7,03	45	61	94,7	Åker
2D3a	2C33_14.tif	Peter	Peter	2:a gradens	31,91	31	139,3	27,3	Skog
2D4a	2C44_11.tif	Jonny	Jonny	2:a gradens	40,95	41	91,8	66,6	Åker
2D4h	2C44_23.tif	Peter	Peter	2:a gradens	26,03	32	40,2	64,6	Åker
2D5a	2C54_12.tif	Jenny M	Jonny	2:a gradens	39,08	55	29,3	75,5	Åker
2D7c	2C73_17.tif	Peter	Peter	2:a gradens	32,21	30	37,8	93,4	Åker
2D9h	2C92_28.tif	Jonny	Jonny	2:a gradens	12,05	57	145,2	42,5	Skog
3C4g	3C40_12.tif	Jonny	Jonny	2:a gradens	13,04	63	173	53,8	Åker
3C6g	3169_14.tif	Anna	Peter	2:a gradens	4,74	30	109,8	38,6	Skog
3C6j	3268_3.tif	Anna	Peter	2:a gradens	5,4	30	52,2	18,6	Skog
3C8h	3282_10.tif	Peter	Peter	2:a gradens	7,95	37	77,6	15,2	Skog
3D4b	3C40_21.tif	Jonny	Jonny	2:a gradens	9,49	39	78,4	4,1	Skog
3D4d	3C40_25.tif	Jonny	Jonny	2:a gradens	11,3	63	91	14,2	Skog
3D4g	3C40_30.tif	Peter	Peter	2:a gradens	5,88	32	40,2	42,2	Skog
3D6i	3268_18.tif	Jonny	Jonny	2:a gradens	11,08	61	60,7	52,3	Åker
3E0b	3C00_37.tif	Peter	Jonny	2:a gradens	5,96	30	13,4	2,3	Skog
4E0a	4D9_2.tif	Anna	Peter	2:a gradens	17,18	30	43,8	2,3	Skog

## Appendix 3.

### NOGGRANNHETSBERÄKNING

**Tabell A.2** Noggrannhets beräkning mellan oss fyra digitaliserare (person 1 =Jonny, person 2= Peter, person 3=Anna och person 4 =Jenny) redovisat i avvikelse i % från medelvärdet mellan de fyra klassvis. Redovisat för ruta 2C2i från 1940-talet.

2C2i 1940	Klass1	Klass2	Klass3	Klass4	Klass5	Klass6	Klass7	Alla Klasser
Total area alla 4	130108	281561	244233	31780	65800	357136	0	1110659
Medel area alla 4	32527	70390,25	61058,25	10593,33	21933,33	89284	0	277664,75
Totalt antal alla 4	388	163	53	3	3	4	0	614
Medel Antal alla 4	97	41	13	1	1	1	0	154
<b>Person 1 = Jonny</b>								
Antal	99	46	10	1	1	1	0	158
Avvikelse från medelantal	2	5	3	0	0	0	0	4
% antals avvikelse	2,06	12,2	23,08	0	0	0	0	3,25
Area	32133	81415	43689	10591	22147	88740	0	278749
Avvikelse från medelarea	394	11024,75	17369,25	2,33	213,67	544	0	1084,25
% area avvikelse	1,21	15,66	28,45	0,02	0,97	0,61	0	0,39
<b>Person 2 = Peter</b>								
Antal	111	41	12	0	1	1	0	166
Avvikelse från medelantal	14	0	1	0	0	0	0	13
% avvikelse	14,43	0	7,69	0	0	0	0	8,44
Area	32146	71041	57214	0	22218	88982	0	271603
Avvikelse från medelarea	381	650,75	3844,25	0	284,67	302	0	6061,75
% area avvikelse	1,17	0,92	6,3	0	1,3	0,34	0	2,18
<b>Person 3 = Anna</b>								
Antal	79	36	19	1	0	1	0	136
Avvikelse från medelantal	18	5	6	0	0	0	0	18
% avvikelse	18,56	12,2	46,15	0	0	0	0	11,96
Area	33682	60755	88907	10702	0	89221	0	283270
Avvikelse från medelarea	1155	9635,25	27848,75	108,67	0	63	0	5605,25
% area avvikelse	3,55	13,69	45,61	1,03	0	0,07	0	2,02
<b>Person 4 = Jenny</b>								
Antal	99	40	12	1	1	1	0	154
Avvikelse från medelantal	2	1	1	0	0	0	0	0
% avvikelse	2,06	2,44	7,69	0	0	0	0	0
Area	32147	68350	54423	10487	21435	90193	0	277037
Avvikelse från medelarea	380	2040,25	6635,25	106,33	498,33	909	0	627,5
% area avvikelse	1,17	2,9	10,87	1	2,27	1,02	0	0,23

**Tabell A.2** (fortsättning) redovisat i ruta 3D9a för 2000-talet.

3D9a 2000	Klass1	Klass2	Klass3	Klass4	Klass5	Klass6	Klass7	Alla Klasser
Total area alla 4	19620	32679	83933	141786	83846	960564	0	1322428
Medel area alla 4	4905	8169,75	20983,25	35446,5	20961,5	240141	0	330607
Totalt antal alla 4	76	19	12	8	4	16	0	135
Medel Antal alla 4	19	4,75	3	2	1	4	0	33,75
<b>Person 1 = Jonny</b>								
Antal	18	5	3	2	1	4	0	33
Avvikelse från medelantal	1	0,25	0	0	0	0	0	0,75
% antals avvikelse	5,26	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22
Area	4811	8860	21382	35749	21977	241424	0	334203
Avvikelse från medelarea	94	690,25	398,75	302,5	1015,5	1283	0	3596
% area avvikelse	1,92	8,45	1,90	0,85	4,84	0,53	0,00	1,09
<b>Person 2 = Peter</b>								
Antal	22	5	3	2	1	4	0	37
Avvikelse från medelantal	3	0,25	0	0	0	0	0	3,25
% antals avvikelse	15,79	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,63
Area	4744	8170	20540	34711	20352	237166	0	325683
Avvikelse från medelarea	161	0,25	443,25	735,5	609,5	2975	0	4924
% area avvikelse	3,28	0,00	2,11	2,07	2,91	1,24	0,00	1,49
<b>Person 3 = Anna</b>								
Antal	14	5	3	2	1	4	0	29
Avvikelse från medelantal	5	0,25	0	0	0	0	0	4,75
% antals avvikelse	26,32	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,07
Area	4446	8980	21040	36010	20948	242453	0	333877
Avvikelse från medelarea	459	810,25	56,75	563,5	13,5	2312	0	3270
% area avvikelse	9,36	9,92	0,27	1,59	0,06	0,96	0,00	0,99
<b>Person 4 = Jenny</b>								
Antal	22	4	3	2	1	4	0	36
Avvikelse från medelantal	3	0,75	0	0	0	0	0	2,25
% antals avvikelse	15,79	15,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,67
Area	5619	6669	20971	35316	20569	239521	0	328665
Avvikelse från medelarea	714	1500,75	12,25	130,5	392,5	620	0	1942
% area avvikelse	14,56	18,37	0,06	0,37	1,87	0,26	0,00	0,59

## Appendix 4.

### RESULTAT FRÅN DIGITALISERINGEN

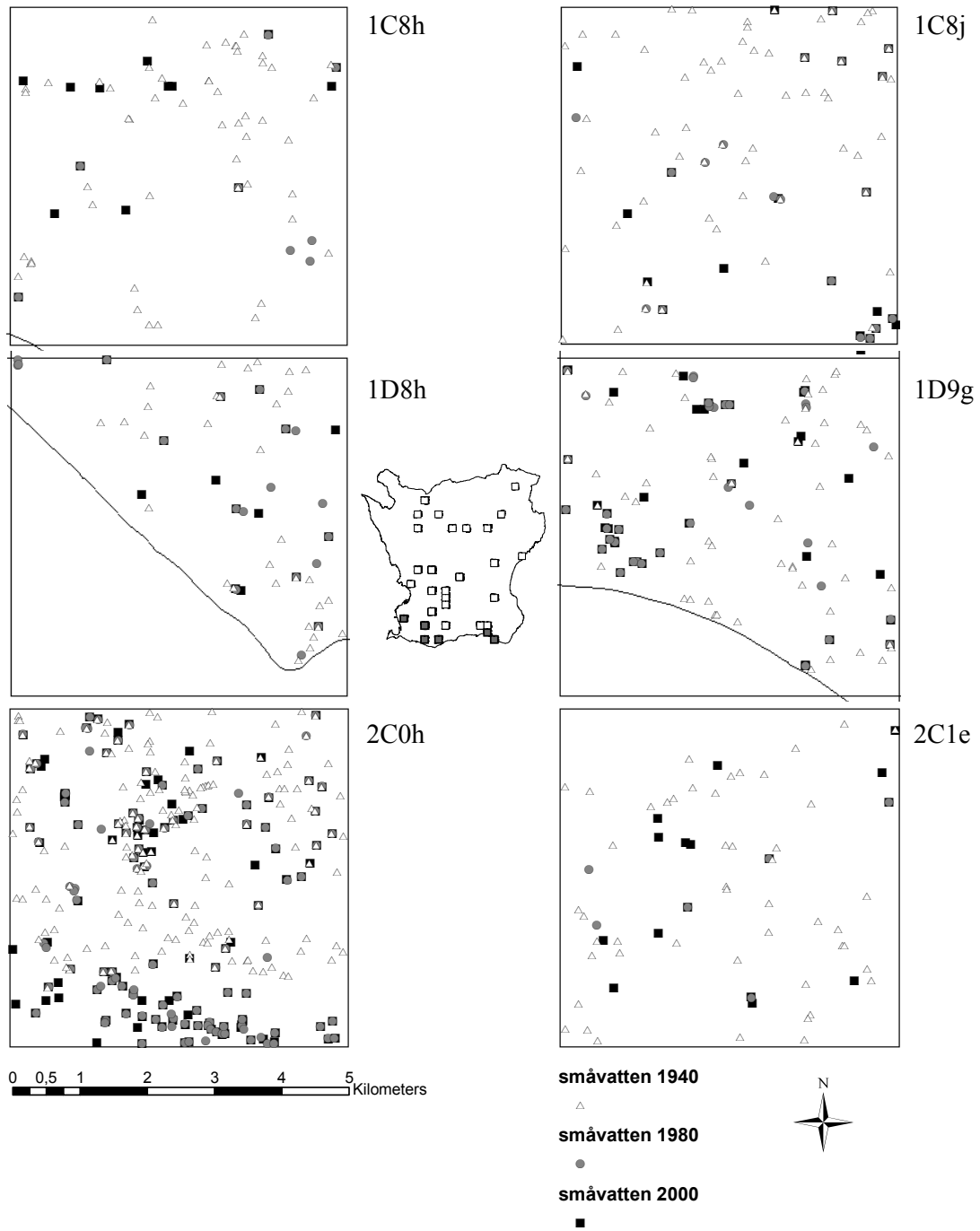
**Tabell A.3** Resultat från digitalisering redovisat med antal småvatten och totalarea småvatten för varje ruta och årtal.

	Antal 1940	Antal 1980	Antal 2000	Area 1940	Area 1980	Area 2000
1C8h	52	8	14	15474	18509	11583
1C8j	59	19	21	29336	10895	22152
1D8h	32	19	15	18645	8518	12374
1D9g	57	36	42	26522	45597	52017
2C0h	174	116	131	111960	155788	192363
2C1e	48	6	16	30583	4479	9096
2C2i	165	145	153	288346	331454	299382
2C5i	130	48	54	212880	243465	255589
2C6f	69	26	37	15578	7934	26037
2C8g	143	64	78	72894	22267	68139
2C8i	225	69	45	119525	96195	114226
2D0a	92	42	48	87193	154083	188210
2D0f	85	42	64	47864	22005	75237
2D0g	37	28	38	55106	38258	70179
2D3a	77	30	35	36506	16912	25129
2D4a	62	36	38	57063	40846	81824
2D4h	150	43	48	67682	20536	43528
2D5a	69	52	56	169010	207128	248810
2D7c	232	40	61	60475	11902	35392
2D9h	67	29	30	52687	41719	49015
3C4g	59	29	47	38212	286843	304149
3C6g	38	23	22	108791	88945	89509
3C6j	20	20	26	33355	44971	57583
3C8h	54	17	52	44193	34203	69736
3D4b	66	32	45	702805	338506	339712
3D4d	67	39	66	507960	486337	511536
3D4g	67	28	38	12298	44779	63500
3D6i	76	28	46	124542	84360	110336
3E0b	17	5	4	2701	511	743
4E0a	40	24	30	253400	276970	282920
<b>Totalt</b>	<b>2529</b>	<b>1143</b>	<b>1400</b>	<b>3403586</b>	<b>3184915</b>	<b>3710006</b>

**Tabell A.4.** Småvattnens total- samt medelantal och total- samt medelarea per ruta med 95 % konfidensintervall (KI).

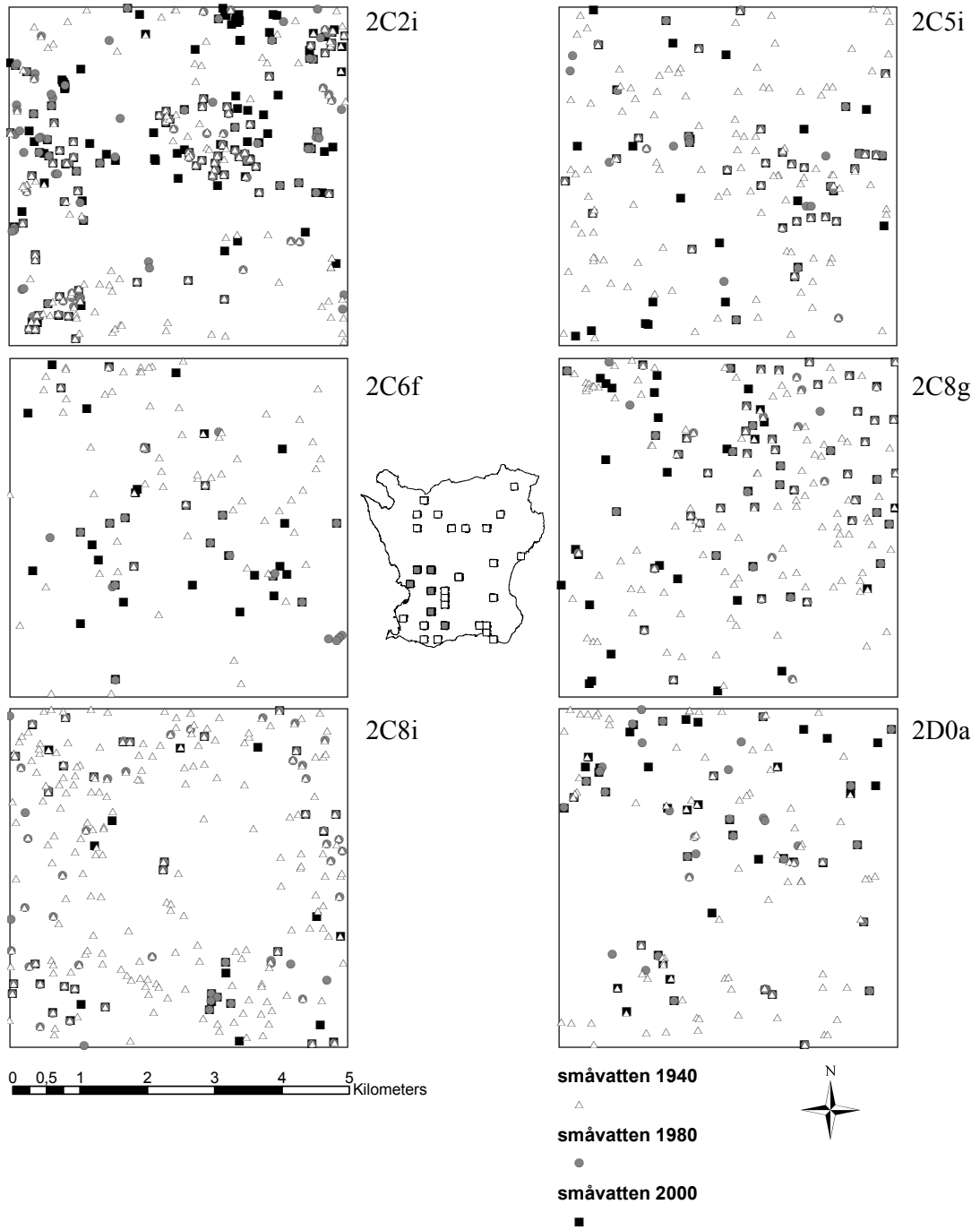
	Totalantal	Medelantal	KI 95%	Total area (m <sup>2</sup> )	Medelarea (m <sup>2</sup> )	KI 95%
<b>1940-talet</b>						
<b>Samtliga rutor (30)</b>	2529	84,3	20,1	3403577	113452,6	54919,0
- <b>Åkerrutor (20)</b>	2016	100,8	26,8	1648890	82444,5	31466,1
- <b>Skogrutor (10)</b>	513	51,3	13,2	1754696	175469,6	150042,3
<b>1980-talet</b>						
<b>Samtliga rutor (30)</b>	1143	38,1	10,5	3184915	106163,8	45599,0
- <b>Åkerrutor (20)</b>	896	44,8	14,8	1811062	90553,1	45197,1
- <b>Skogrutor (10)</b>	247	24,7	5,8	1373853	137385,3	104165,3
<b>2000-talet</b>						
<b>Samtliga rutor (30)</b>	1400	46,7	11,1	3710006	123666,9	44964,9
- <b>Åkerrutor (20)</b>	1052	52,6	15,3	2220623	111031,2	43799,9
- <b>Skogrutor (10)</b>	348	34,8	10,6	1489383	148938,3	105050,3

## Appendix 5. ÖVERSIKT ÖVER SAMTLIGA SMÅVATTEN

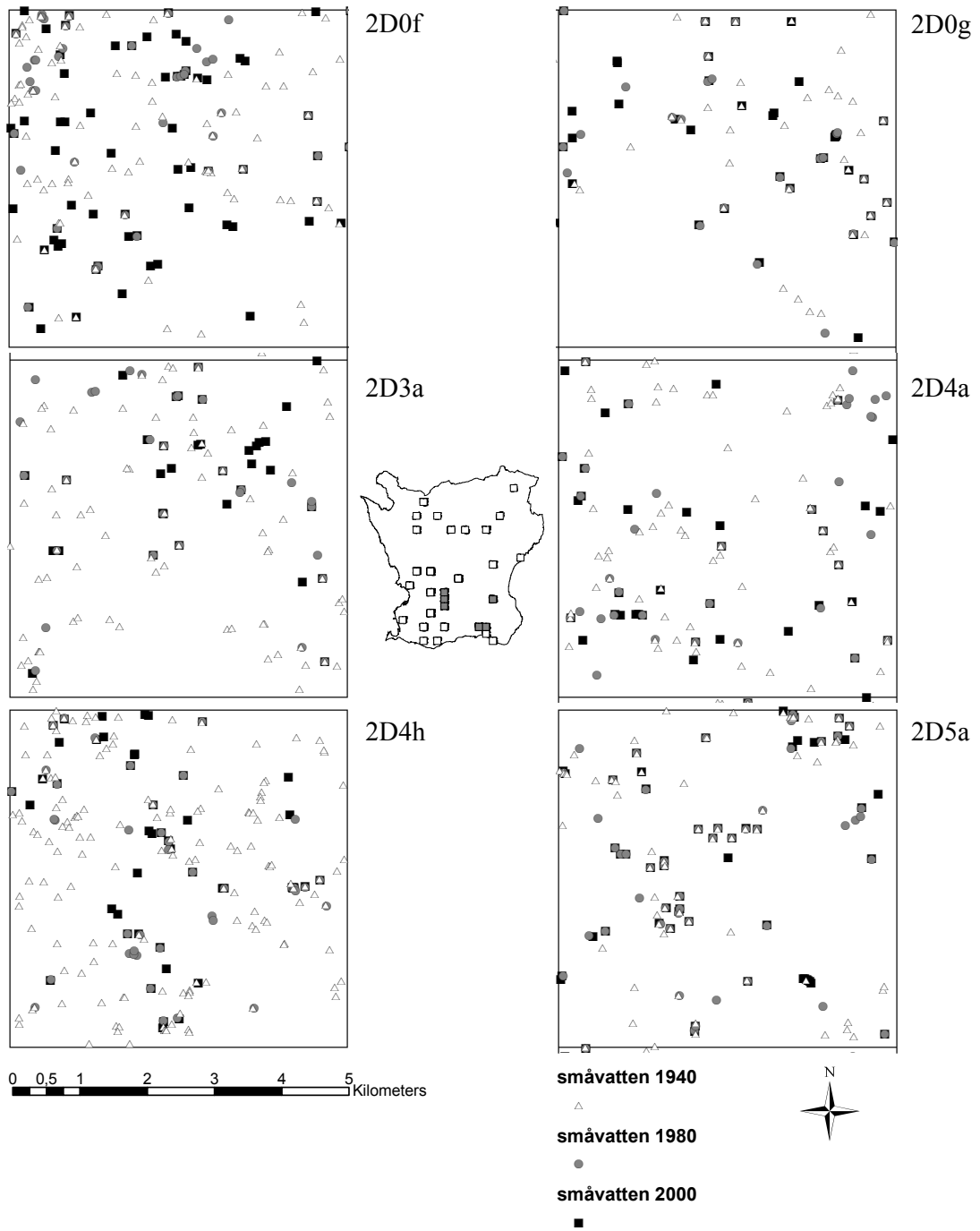


**FIGUR A.1** Visualisering av antalet vatten per ruta sorterat i siffer och bokstavsordning, 1940 redovisat som vita trianglar, 1980 grå cirklar och 2000 som svarta fyrkanter.

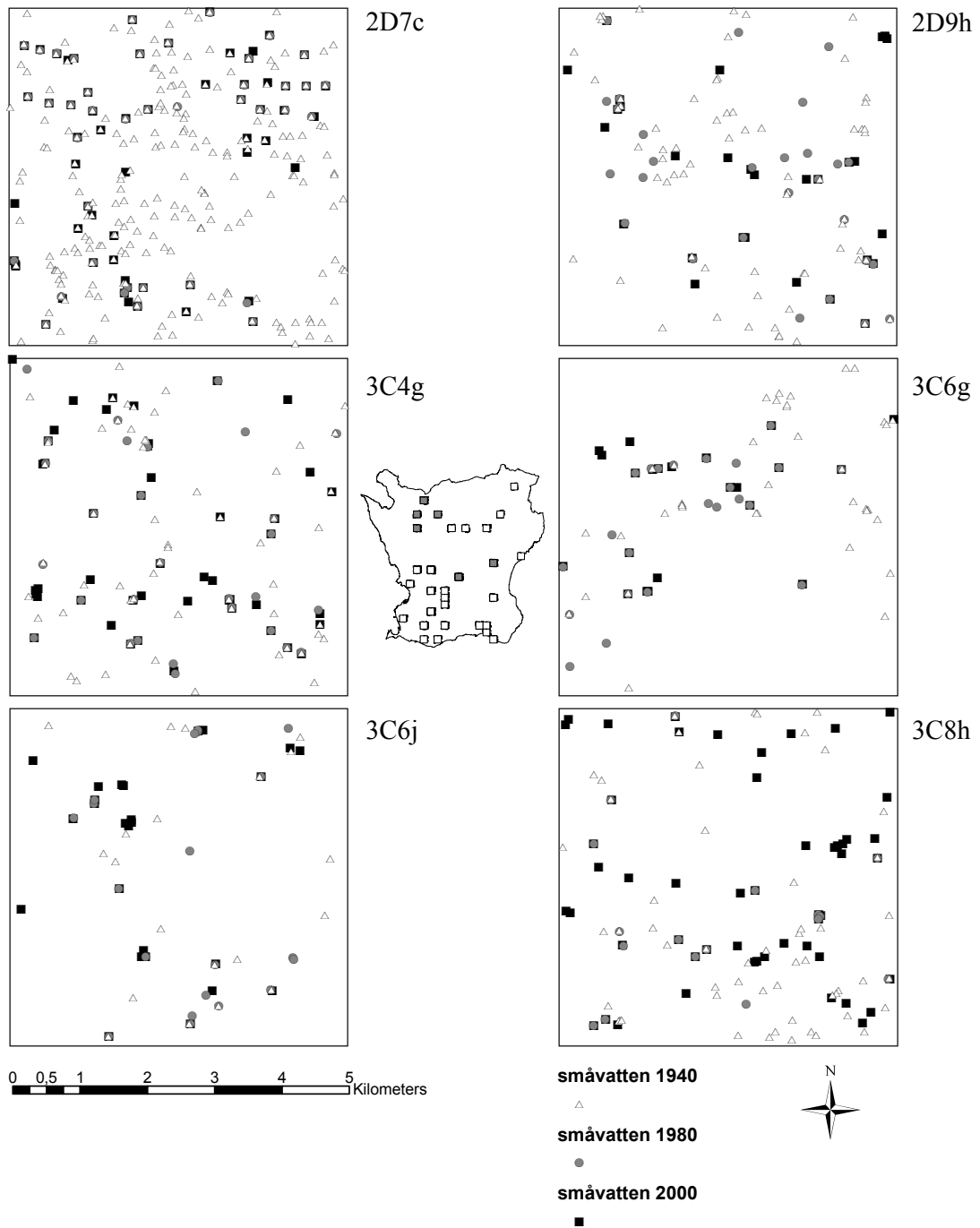




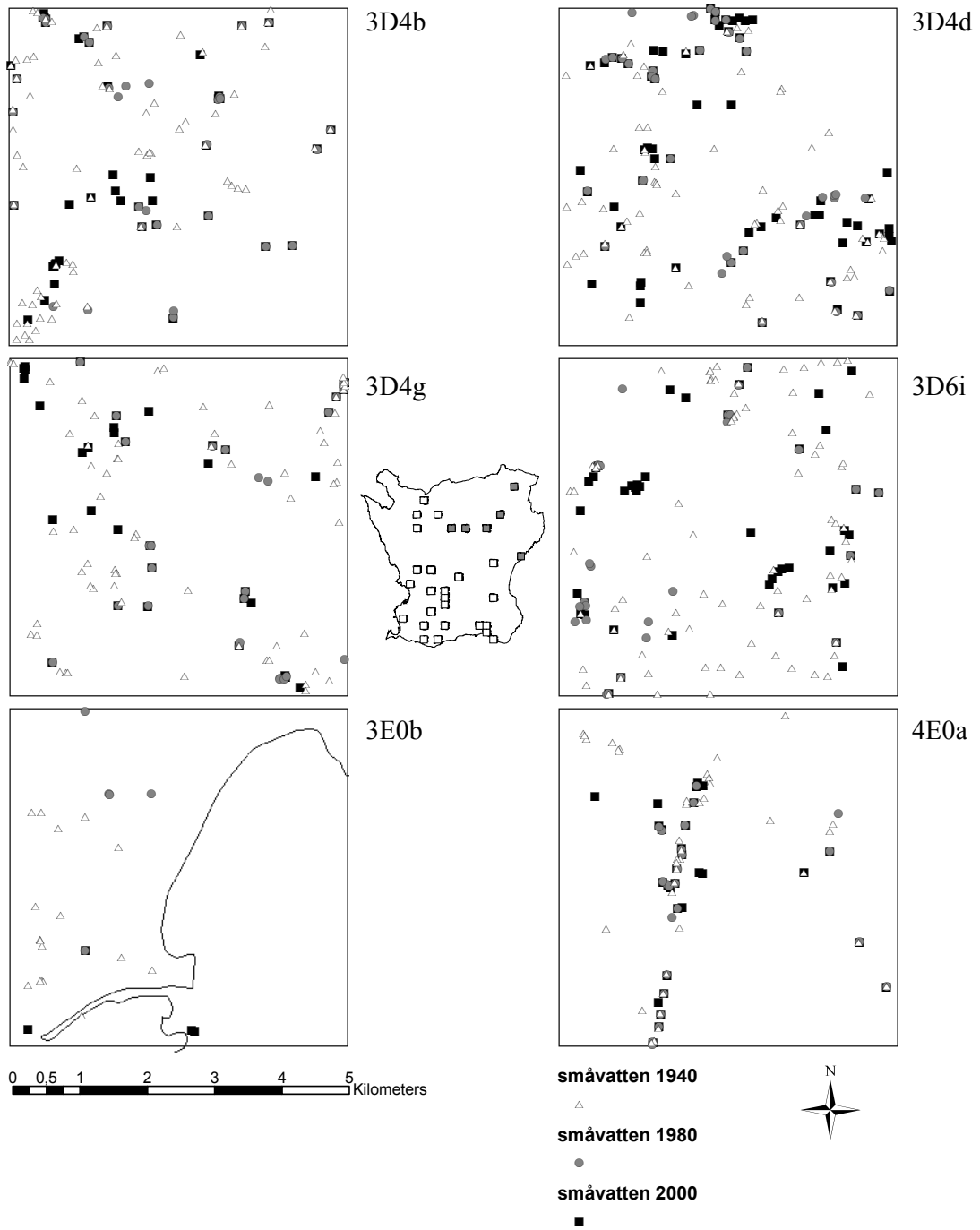
FIGUR A.1 (Fortsättning)



FIGUR A.1 (fortsättning)



FIGUR A.1 (Fortsättning)



FIGUR A.1 (Fortsättning)

## Appendix 6.

### SAMMANSTÄLLNING AV RESULTAT FRÅN KLASSINDELNINGEN

**Tabell A.5** Sammanställning av resultat från analys för klassindelning redovisat i totalantal vatten, medelantal vatten per ruta, standardavvikelse och KI för varje tidsperiod totalt och regionindelning åker och skog.

	Total Antal	Medelantal/ ruta	StD Antal	KI Antal(95%)	Storlek (ha)
<b>Totalt 1940</b>					
<b>Klass 1</b>	2180	72,7	53,2	19,1	0-0,1
<b>Klass 2</b>	219	7,3	7,9	2,8	0,1-0,3
<b>Klass 3</b>	82	2,7	4,2	1,5	0,3-1,0
<b>Klass 4</b>	23	0,8	1,4	0,5	1,0-2,0
<b>Klass 5</b>	14	0,5	1,0	0,4	2,0-4,0
<b>Klass 6</b>	7	0,2	0,4	0,2	4,0-10,0
<b>Klass 7</b>	4	0,1	0,4	0,2	10,0-50,0
<b>Åker 1940</b>					
<b>Klass 1</b>	1776	88,8	57,3	25,1	0-0,1
<b>Klass 2</b>	172	8,6	9,3	4,1	0,1-0,3
<b>Klass 3</b>	43	2,2	3,7	1,6	0,3-1,0
<b>Klass 4</b>	12	0,6	0,8	0,3	1,0-2,0
<b>Klass 5</b>	9	0,5	0,9	0,4	2,0-4,0
<b>Klass 6</b>	4	0,2	0,4	0,2	4,0-10,0
<b>Klass 7</b>	0	0,0	0,0	0,0	10,0-50,0
<b>Skog 1940</b>					
<b>Klass 1</b>	404	40,4	21,6	13,4	0-0,1
<b>Klass 2</b>	47	4,7	3,2	2,0	0,1-0,3
<b>Klass 3</b>	39	3,9	5,2	3,2	0,3-1,0
<b>Klass 4</b>	13	1,3	2,1	1,3	1,0-2,0
<b>Klass 5</b>	5	0,5	1,3	0,8	2,0-4,0
<b>Klass 6</b>	3	0,3	0,5	0,3	4,0-10,0
<b>Klass 7</b>	4	0,4	0,7	0,4	10,0-50,0
<b>Totalt 1980</b>					
<b>Klass 1</b>	826	27,5	19,4	6,9	0-0,1
<b>Klass 2</b>	183	6,1	8,2	2,9	0,1-0,3
<b>Klass 3</b>	86	2,9	4,4	1,6	0,3-1,0
<b>Klass 4</b>	20	0,7	0,8	0,3	1,0-2,0
<b>Klass 5</b>	15	0,5	1,1	0,4	2,0-4,0
<b>Klass 6</b>	7	0,2	0,4	0,2	4,0-10,0
<b>Klass 7</b>	6	0,2	0,4	0,1	10,0-50,0
<b>Åker 1980</b>					
<b>Klass 1</b>	664	33,2	21,0	9,2	0-0,1
<b>Klass 2</b>	151	7,6	9,6	4,2	0,1-0,3
<b>Klass 3</b>	50	2,5	5,1	2,2	0,3-1,0
<b>Klass 4</b>	14	0,7	0,9	0,4	1,0-2,0
<b>Klass 5</b>	11	0,6	1,3	0,6	2,0-4,0
<b>Klass 6</b>	3	0,2	0,4	0,2	4,0-10,0
<b>Klass 7</b>	3	0,2	0,4	0,0	10,0-50,0
<b>Skog 1980</b>					
<b>Klass 1</b>	162	16,2	8,3	5,2	0-0,1
<b>Klass 2</b>	32	3,2	3,0	1,9	0,1-0,3
<b>Klass 3</b>	36	3,6	2,7	1,7	0,3-1,0
<b>Klass 4</b>	8	0,8	0,7	0,4	1,0-2,0
<b>Klass 5</b>	4	0,4	0,7	0,4	2,0-4,0
<b>Klass 6</b>	4	0,4	0,5	0,3	4,0-10,0

<b>Klass 7</b>	3,0	0,3	0,5	0,3	10,0-50,0
<b>Totalt 2000</b>					
<b>Klass 1</b>	932	31,1	19,9	7,1	0-0,1
<b>Klass 2</b>	298	9,9	8,7	3,1	0,1-0,3
<b>Klass 3</b>	118	3,9	4,0	1,4	0,3-1,0
<b>Klass 4</b>	21	0,7	0,8	0,3	1,0-2,0
<b>Klass 5</b>	20	0,7	1,3	0,5	2,0-4,0
<b>Klass 6</b>	6	0,2	0,4	0,1	4,0-10,0
<b>Klass 7</b>	5	0,2	0,4	0,1	10,0-50,0
<b>Åker 2000</b>					
<b>Klass 1</b>	722	36,1	21,6	9,5	0-0,1
<b>Klass 2</b>	219	11,0	10,0	4,4	0,1-0,3
<b>Klass 3</b>	77	3,9	4,5	2,0	0,3-1,0
<b>Klass 4</b>	14	0,7	0,9	0,4	1,0-2,0
<b>Klass 5</b>	14	0,7	1,5	0,7	2,0-4,0
<b>Klass 6</b>	4	0,2	0,4	0,2	4,0-10,0
<b>Klass 7</b>	2	0,1	0,3	0,0	10,0-50,0
<b>Skog 2000</b>					
<b>Klass 1</b>	210	21,0	11,4	7,1	0-0,1
<b>Klass 2</b>	79	7,9	5,2	3,2	0,1-0,3
<b>Klass 3</b>	41	4,1	2,9	1,8	0,3-1,0
<b>Klass 4</b>	9	0,9	0,7	0,4	1,0-2,0
<b>Klass 5</b>	6	0,6	1,0	0,6	2,0-4,0
<b>Klass 6</b>	2	0,2	0,4	0,3	4,0-10,0
<b>Klass 7</b>	3	0,3	0,5	0,3	10,0-50,0

|

## Tidigare rapporter

Lunds Universitets Naturgeografiska institution. Seminarieuppsatser. Uppsatserna finns tillgängliga på Naturgeografiska institutionens bibliotek, Sölvegatan 12, 223 62 LUND.

The reports are available at the Geo-Library, Department of Physical Geography, University of Lund, Sölvegatan 12, S-223 62 Lund, Sweden.

1. Pilesjö, P. (1985): Metoder för morfometrisk analys av kustområden.
2. Ahlström, K. & Bergman, A. (1986): Kartering av erosionskänsliga områden i Ringsjöbygden.
3. Huseid, A. (1986): Stormfällning och dess orsakssamband, Söderåsen, Skåne.
4. Sandstedt, P. & Wällstedt, B. (1986): Krankesjön under ytan - en naturgeografisk beskrivning.
5. Johansson, K. (1986): En lokalklimatisk temperaturstudie på Kungsmarken, öster om Lund.
6. Estgren, C. (1987): Isälvsstråket Djurfälla-Flädermo, norr om Motala.
7. Lindgren, E. & Runnström, M. (1987): En objektiv metod för att bestämma läplanterings läverkan.
8. Hansson, R. (1987): Studie av frekvensstyrd filtringsmetod för att segmentera satellitbilder, med försök på Landsat TM-data över ett skogsområde i S. Norrland.
9. Matthiesen, N. & Snäll, M. (1988): Temperatur och himmelsexponering i gator: Resultat av mätningar i Malmö.
- 10A. Nilsson, S. (1988): Veberöd. En beskrivning av samhällets och bygdens utbygg-nad och utveckling från början av 1800-talet till vår tid.
- 10B. Nilson, G., 1988: Isförhållande i södra Öresund.
11. Tunving, E. (1989): Översvämning i Murcia provinsen, sydöstra Spanien, november 1987.
12. Glave, S. (1989): Termiska studier i Malmö med värmebilder och konventionell mätutrustning.
13. Mjölbo, Y. (1989): Landskapsförändringen - hur skall den övervakas?
14. Finnander, M-L. (1989): Vädrets betydelse för snöavsmältningen i Tarfaladalen.
15. Ardö, J. (1989): Samband mellan Landsat TM-data och skogliga beståndsdata på avdelningsnivå.
16. Mikaelsson, E. (1989): Byskeälvens dalgång inom Västerbottens län. Geomorfo-logisk karta, beskrivning och naturvärdesbedömning.
17. Nhilen, C. (1990): Bilavgaser i gatumiljö och deras beroende av vädret. Litteratur-studier och mätning med DOAS vid motortrafikled i Umeå.
18. Brasjö, C. (1990): Geometrisk korrektion av NOAA AVHRR-data.
19. Erlandsson, R. (1991): Vägbanetemperaturer i Lund.
20. Arheimer, B. (1991): Näringsläckage från åkermark inom Brååns dräneringsområde. Lokalisering och åtgärdsförslag.
21. Andersson, G. (1991): En studie av transversalmoräner i västra Småland.
- 22A. Skillius, Å., (1991): Water harvesting in Bakul, Senegal.
- 22B. Persson, P. (1991): Satellitdata för övervakning av höstsådda rapsfält i Skåne.
23. Michelson, D. (1991): Land Use Mapping of the That Luang - Salakham Wetland, Lao PDR, Using Landsat TM-Data.



24. Malmberg, U. (1991): En jämförelse mellan SPOT- och Landsatdata för vegetations-klassning i Småland.
25. Mossberg, M. & Pettersson, G. (1991): A Study of Infiltration Capacity in a Semi-arid Environment, Mberengwa District, Zimbabwe.
26. Theander, T. (1992): Avfallsupplag i Malmöhus län. Dränering och miljö-påverkan.
27. Osaengius, S. (1992): Stranderosion vid Löderups strandbad.
28. Olsson, K. (1992): Sea Ice Dynamics in Time and Space. Based on upward looking sonar, satellite images and a time series of digital ice charts.
29. Larsson, K. (1993): Gully Erosion from Road Drainage in the Kenyan Highlands. A Study of Aerial Photo Interpreted Factors.
30. Richardson, C. (1993): Nischbildningsprocesser - en fältstudie vid Passglaciären, Kebnekaise.
31. Martinsson, L. (1994): Detection of Forest Change in Sumava Mountains, Czech Republic Using Remotely Sensed Data.
32. Klintonberg, P. (1995): The Vegetation Distribution in the Kärkevagge Valley.
33. Hese, S. (1995): Forest Damage Assessment in the Black Triangle area using Landsat TM, MSS and Forest Inventory data.
34. Josefsson, T. och Mårtensson, I. (1995). A vegetation map and a Digital Elevation Model over the Kapp Linné area, Svalbard -with analyses of the vertical and horizontal distribution of the vegetation.
35. Brogaard, S och Falkenström, H. (1995). Assessing salinization, sand encroachment and expanding urban areas in the Nile Valley using Landsat MSS data.
36. Krantz, M. (1996): GIS som hjälpmedel vid växtskyddsrådgivning.
37. Lindegård, P. (1996). Vinterklimat och vårbakslag. Lufttemperatur och kåd-flödessjuka hos gran i södra Sverige.
38. Bremborg, P. (1996). Desertification mapping of Horqin Sandy Land, Inner Mongolia, by means of remote sensing.
39. Hellberg, J. (1996). Förändringsstudie av jordbrukslandskapet på Söderslätt 1938-1985.
40. Achberger, C. (1996): Quality and representability of mobile measurements for local climatological research.
41. Olsson, M. (1996): Extrema lufttryck i Europa och Skandinavien 1881-1995.
42. Sundberg, D. (1997): En GIS-tillämpad studie av vattenerosion i sydsvensk jord-bruksmark.
43. Liljeberg, M. (1997): Klassning och statistisk separabilitetsanalys av marktäck-ningsklasser i Halland, analys av multivariata data Landsat TM och ERS-1 SAR.
44. Roos, E. (1997): Temperature Variations and Landscape Heterogeneity in two Swedish Agricultural Areas. An application of mobile measurements.
45. Arvidsson, P. (1997): Regional fördelning av skogsskador i förhållande till mängd SO<sub>2</sub> under vegetationsperioden i norra Tjeckien.
46. Akselsson, C. (1997): Kritisk belastning av aciditet för skogsmark i norra Tjeckien.
47. Carlsson, G. (1997): Turbulens och supraglacial meandering.
48. Jönsson, C. (1998): Multitemporala vegetationsstudier i nordöstra Kenya med AVHRR NDVI
49. Kolmert, S. (1998): Evaluation of a conceptual semi-distributed hydrological model – A case study of Hörbyån.

50. Persson, A. (1998): Kartering av markanvändning med meteorologisk satellitdata för förbättring av en atmosfärisk spridningsmodell.
51. Andersson, U. och Nilsson, D. (1998): Distributed hydrological modelling in a GIS perspective – an evaluation of the MIKE SHE model.
52. Andersson, K. och Carlstedt, J. (1998): Different GIS and remote sensing techniques for detection of changes in vegetation cover - A study in the Nam Ngum and Nam Lik catchment areas in the Lao PDR.
53. Andersson, J., (1999): Användning av global satellitdata för uppskattning av spannmålsproduktion i västafrikanska Sahel.
54. Flodmark, A.E., (1999): Urban Geographic Information Systems, The City of Berkeley Pilot GIS
- 55A. Lyborg, Jessic & Thurfell, Lilian (1999): Forest damage, water flow and digital elevation models: a case study of the Krkonose National Park, Czech Republic.
- 55B. Tagesson, I., och Wramneby, A., (1999): Kväveläckage inom Tolångaåns dräneringsområde – modellering och åtgärdssimulering.
56. Almkvist, E., (1999): Högfrekventa tryckvariationer under de senaste århundradena.
57. Alstorp, P., och Johansson, T., (1999): Översiktlig buller- och luftföroreningsinventering i Burlövs Kommun år 1994 med hjälp av geografiska informations-system – möjligheter och begränsningar.
58. Mattsson, F., (1999): Analys av molnklotter med IRST-data inom det termala infraröda våglängdsområdet
59. Hallgren, L., och Johansson, A., (1999): Analysing land cover changes in the Caprivi Strip, Namibia, using Landsat TM and Spot XS imagery.
60. Granhäll, T., (1999): Aerosolers dygnsvariationer och långväga transporter.
61. Kjellander, C., (1999): Variations in the energy budget above growing wheat and barley, Ilstorp 1998 - a gradient-profile approach
62. Moskvitina, M., (1999): GIS as a Tool for Environmental Impact Assessment - A case study of EIA implementation for the road building project in Strömstad, Sweden
63. Eriksson, H., (1999): Undersökning av sambandet mellan strålningstemperatur och NDVI i Sahel.
64. Elmquist, B., Lundström, J., (2000): The utility of NOAA AVHRR data for vegetation studies in semi-arid regions.
65. Wickberg, J., (2000): GIS och statistik vid dräneringsområdesvis kväveläckage-beskrivning i Halland.
66. Johansson, M., (2000): Climate conditions required for re-glaciation of cirques in Rassepautasjtjåkka massif, northern Sweden.
67. Asserup, P., Eklöf, M., (2000): Estimation of the soil moisture distribution in the Tamne River Basin, Upper East Region, Ghana.
68. Thern, J., (2000): Markvattenhalt och temperatur i sandig jordbruksmark vid Ilstorp, centrala Skåne: en mättnings- och modelleringsstudie.
69. Andersson, C., Lagerström, M., (2000): Nitrogen leakage from different land use types - a comparison between the watersheds of Graispupis and Vardas, Lithuania.
70. Svensson, M., (2000): Miljökonsekvensbeskrivning med stöd av Geografiska Informationssystem (GIS) – Bullerstudie kring Malmö-Sturup Flygplats.

71. Hyltén, H.A., Ugglå, E., (2000): Rule-Based Land Cover Classification and Erosion Risk Assessment of the Krkonoše National Park, Czech Republic.
72. Cronquist, L., Elg, S., (2000): The usefulness of coarse resolution satellite sensor data for identification of biomes in Kenya.
73. Rasmusson, A-K., (2000): En studie av landskapsindex för kvantifiering av rumsliga landskapsmönster.
74. Olofsson, P., Stenström, R., (2000): Estimation of leaf area index in southern Sweden with optimal modelling and Landsat 7 ETM+Scene.
75. Ugglå, H., (2000): En analys av nattliga koldioxidflöden i en boreal barrskog avseende spatial och temporal variation.
76. Andersson, E., Andersson, S., (2000): Modellering och uppmätta kväveflöden i energiskog som bevattnas med avloppsvatten.
77. Dawidson, E., Nilsson, C., (2000): Soil Organic Carbon in Upper East Region, Ghana - Measurements and Modelling.
78. Bengtsson, M., (2000): Vattensänkningar - en analys av orsaker och effekter.
79. Ullman, M., (2001): El Niño Southern Oscillation och dess atmosfäriska fjärrpåverkan.
80. Andersson, A., (2001): The wind climate of northwestern Europe in SWECLIM regional climate scenarios.
81. Lalloo, D., (2001): Geografiska informationssystem för studier av polyaromatiska kolväten (PAH) – Undersökning av djupvariation i BO01-området, Västra hamnen, Malmö, samt utveckling av en matematisk formel för beräkning av PAH-koncentrationer från ett kontinuerligt utsläpp.
82. Almqvist, J., Fergéus, J., (2001): GIS-implementation in Sri Lanka. Part 1: GIS-applications in Hambantota district Sri Lanka : a case study. Part 2: GIS in socio-economic planning : a case study.
83. Berntsson, A., (2001): Modellering av reflektans från ett sockerbetsbestånd med hjälp av en strålningsmodell.
84. Umegård, J., (2001): Arctic aerosol and long-range transport.
85. Rosenberg, R., (2002): Tetratermmodellering och regressionsanalyser mellan topografi, tetraterm och tillväxt hos sitkagran och lärk – en studie i norra Island.
86. Håkansson, J., Kjörling, A., (2002): Uppskattning av mängden kol i trädform – en metodstudie.
87. Arvidsson, H., (2002): Coastal parallel sediment transport on the SE Australian inner shelf – A study of barrier morphodynamics.
88. Bemark, M., (2002): Köphultsjöns tillstånd och omgivningens påverkan.
89. Dahlberg, I., (2002): Rödlistade kärlväxter i Göteborgs innerstad – temporal och rumslig analys av rödlistade kärlväxter i Göteborgs artdataarkiv, ADA.
90. Poussart, J-N., (2002): Verification of Soil Carbon Sequestration - Uncertainties of Assessment Methods.
91. Jakubaschk, C., (2002): Acacia senegal, Soil Organic Carbon and Nitrogen Contents: A Study in North Kordofan, Sudan.
92. Lindqvist, S., (2002): Skattning av kväve i gran med hjälp av fjärranalys.
93. Göthe, A., (2002): Översvämningskartering av Vombs ängar.
94. Lööv, A., (2002): Igenväxning av Köphultsjö – bakomliggande orsaker och processer.
95. Axelsson, H., (2003): Sårbarhetskartering av bekämpningsmedels läckage till grundvattnet – Tillämpat på vattenskyddsområdet Ignaberga-Hässleholm.

96. Hedberg, M., Jönsson, L., (2003): Geografiska Informationssystem på Internet – En webbaserad GIS-applikation med kalknings- och försurningsinformation för Kronobergs län.
97. Svensson, J., (2003): Wind Throw Damages on Forests – Frequency and Associated Pressure Patterns 1961-1990 and in a Future Climate Scenario.
98. Stroh, E., (2003): Analys av fiskrättsförhållandena i Stockholms skärgård i relation till känsliga områden samt fysisk störning.
99. Bäckstrand, K., (2004): The dynamics of non-methane hydrocarbons and other trace gas fluxes on a subarctic mire in northern Sweden.
100. Hahn, K., (2004): Termohalin cirkulation i Nordatlanten.
101. Lina Möllerström (2004): Modelling soil temperature & soil water availability in semi-arid Sudan: validation and testing.
102. Setterby, Y., (2004): Igenväxande hagmarkers förekomst och tillstånd i Västra Götaland.
103. Edlundh, L., (2004): Utveckling av en metodik för att med hjälp av lagerföljdsdata och geografiska informationssystem (GIS) modellera och rekonstruera våtmarker i Skåne.
104. Schubert, P., (2004): Cultivation potential in Hambantota district, Sri Lanka
105. Brage, T., (2004): Kvalitetskontroll av servicedatabasen Sisyla
106. Sjöström, M., (2004): Investigating Vegetation Changes in the African Sahel 1982-2002: A Comparative Analysis Using Landsat, MODIS and AVHRR Remote Sensing Data
107. Danilovic, A., Stenqvist, M., (2004): Naturlig föryngring av skog
108. Materia, S., (2004): Forests acting as a carbon source: analysis of two possible causes for Norunda forest site
109. Hinderson, T., (2004): Analysing environmental change in semi-arid areas in Kordofan, Sudan
110. Andersson, J., (2004): Skånska småvatten nu och då - jämförelse mellan 1940, 1980 och 2000-talet