

# LUNDS UNIVERSITETS NATURGEOGRAFISKA INSTITUTION

SEMINARIEUPPSATSER

NR 22 B

Satellitdata för övervakning av höstsådda  
rapsfält i Skåne.



TILLHÖR REFERENSBIBLIOTEKET  
UTLÄNAS EJ

Pia Persson



LUND 1991



LUNDS UNIVERSITET  
GEOBIBLIOTEKET

Sen. upps.

LUNDS UNIVERSITET  
GEOBIBLIOTEKET  
PERIODICA

Satellitdata för övervakning av höstsådda  
rapsfält i Skåne.

Pia Persson  
1991.

Jag vill framföra mitt varma tack till Karin Hall-Könyves, min handledare vid natur-  
geografiska institutionen, Lunds Universitet.

# Innehållsförteckning

1 Abstract	sid 7
2 Bakgrund	sid 9
3 Syfte	sid 9
4 Studieområde	sid 11
5 Material och metoder	sid 13
5.1 Landsat-5	sid 13
5.2 Radiometrisk och geometrisk korrektion	sid 13
5.3 Fältdata	sid 16
5.4 Manuell bedömning av fältdatan	sid 16
5.5 Maximum Likelihood klassificering	sid 17
5.6 Kvoter	sid 18
5.7 Statistik	sid 18
6 Resultat och diskussion	sid 21
6.1 Sådd areal	sid 21
6.2 Övervintring	sid 21
6.3 Skörd	sid 22
7 Sammanfattning och slutsats	sid 35
Referenser	sid 37

# 1 Abstract

The aim of this study was to examine if Landsat TM data could be used to :

- (I) estimate autumnal rape seed area
- (II) study the wintering of autumnal rape seed
- (III) estimate autumnal rape seed yield.

The study took place in the province of Scania, Sweden. Two Landsat TM scenes, registered 85-11-08 and 86-05-03, were included. The scenes were radiometric and geometric corrected in an image processing system, DIPIX ARIES III.

Visual interpretation techniques were used. Both visual and digital interpretation techniques (i.e. Maximum likelihood classification of the scenes at DIPIX ARIES III) were used when studying the wintering of autumnal rape seed.

A statistical system MINITAB, available at the MicroVax II system, were used to evaluate the results.

Correlation between estimated rape seed area and fielddata was 0.880.

The number of fields that have wintered were underestimated with both visual and digital interpretation. The visual interpretation showed the better result.

Through analysis of variance, a correlation between satellitedata and rape seed yield was indicated.

For a operational applicability further investigations are necessary.

## 2 Bakgrund

Möjligheten att använda fjärranalys inom jordbruket har fått stor uppmärksamhet i många länder. Några av de viktigaste användningsområdena gäller arealuppskattning av olika grödor, kartläggning av sjukdomsangrepp och uppskattning av skörd (Hall-Könyves, 1988).

Det första större experimentet för sädesinventering som inkluderade satellitdata var LACIE, Large Area Crop Inventory Experiment. LACIE var amerikanskt och användes 1974-1977. Veteproduktionen i Sovjet, Latin Amerika, Kina, Australien och Indien uppskattades genom att multiplicera arealen som erhöles från Landsat data med den uppskattade skörden från meteorologisk satellitdata. Dessa uppskattningar av veteproduktionen skedde sex till åtta veckor före skörden med en säkerhet större än 90% på 90% signifikansnivå. Denna information var värd ungefär 200 miljoner dollar för USAs jordbruksindustri.

LACIE ersattes 1980 av AgRISTARS (Agriculture and Resources Inventory Surveys Through Aerospace Remote Sensing). Systemet baserades på flygburen fjärranalysdata, satellitdata och en integrering av manuella och digitala tolkningar (Curran, 1985).

Studier av exempelvis Ryerson et al. (1985), Moreira et al. (1986), McCloy et al. (1987) visar klart kapaciteten i att använda fjärranalysdata vid arealuppskattning av olika grödor. En operationell möjlighet påvisas ofta.

Planering och kontroll av Sveriges jordbruksproduktion är idag förenat med höga kostnader. Fjärranalys används ej frekvent i Sverige och en ökad användning kan eventuellt ge en ökad effektivitet och säkerhet och därför skapa ekonomiska fördelar inom jordbruket (Hall-Könyves, 1988).

En studie i Sverige av Hall-Könyves (1990) visar hög säkerhet vid arealuppskattning av sockerbeter och raps.

## 3 Syfte

För att kunna planera sin produktion önskar Margarinbolaget ett system för övervakning av de höstsådda rapsfälten. Några av de önskade användningsområdena för fjärranalysdata är kartläggning av arealen övervintrad höstraps samt uppskattning av eventuell skörd och sådd areal.

Syftet med denna undersökning har varit att studera om Landsat TM data kan användas för att :

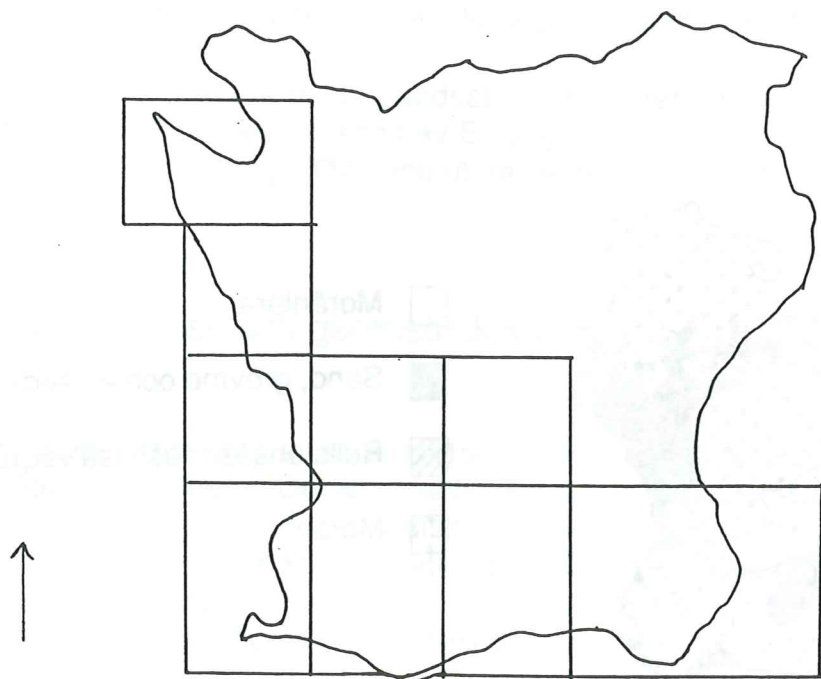
- (I) uppskatta sådd areal
- (II) kontrollera om den höstsådda rapsen har övervintrat
- (III) uppskatta eventuell skörd.

## 4 Studieområde

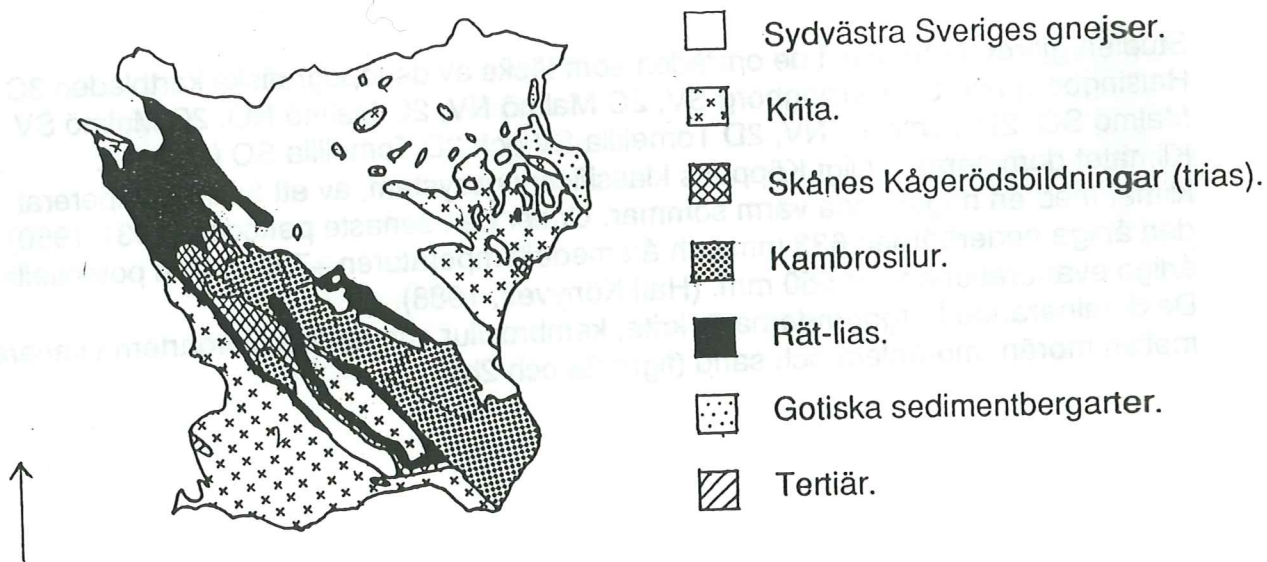
Studien gjordes i Skåne, i de områden som täcks av de topografiska kartbladen 3C Helsingborg NV, 3C Helsingborg SV, 2C Malmö NV, 2C Malmö NO, 2C Malmö SV, 2C Malmö SO, 2D Tomelilla NV, 2D Tomelilla SV och 2D Tomelilla SO (figur 1.).

Klimatet domineras, enligt Köppens klassificeringssystem, av ett fuktigt tempererat klimat med en någorlunda varm sommar. Under den senaste perioden (1931-1960) var den årliga nederbörden 633 mm och årsmedeltemperaturen  $+7.8^{\circ}\text{C}$ . Den potentiella årliga evaporationen var 550 mm. (Hall-Könyves, 1988).

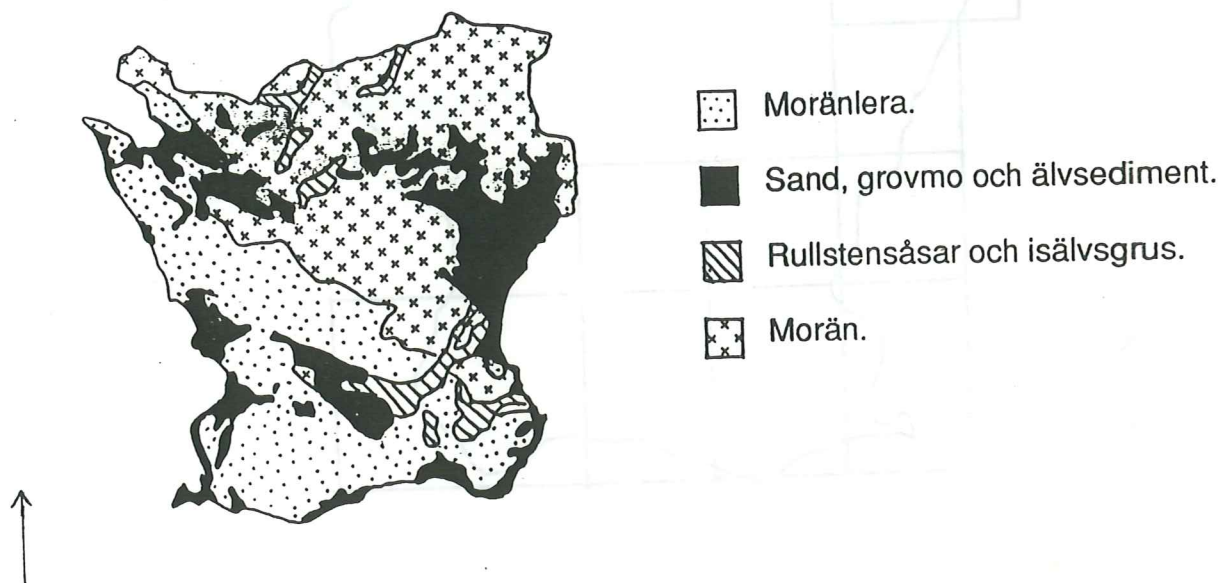
De dominerande berggrunderna är krita, kambrosilur och rät-lias. Jordarterna varierar mellan morän, moränlera och sand (figur 2a och 2b).



Figur 1. Skiss över studieområdet vilket motsvarar de nio utritade topografiska kartbladen. Efter Lantmäteriets Bladindelning till topografiska kartan, 1983. Skala 1: 1 250 000.



Figur 2a. Generell bild över Skånes berggrund. Efter Atlas över Sverige, 1953.  
Skala 1: 2 000 000.



Figur 2b. Generell bild över Skånes jordarter. Efter Atlas över Sverige, 1953.  
Skala 1: 2 000 000.



## 5 Material och metoder

### 5.1 Landsat-5

Landsat-5 är en amerikansk naturresurssatellit, som har varit i omlopp sedan 1984-03-01. Den har en solsynkron, nära polär bana på 705 km höjd. Omloppstiden är 16 dygn. Svepvidden är 185 km. Ombord Landsat-5 finns två olika sensorer MSS, Multispectral Scanner, och TM, Thematic Mapper.

MSS registrerar i fyra våglängdsband, 0.5-0.6, 0.6-0.7, 0.7-0.8 och 0.8-1.1  $\mu\text{m}$ . Banden kallas MSS 4-7. Den spatiala upplösningen är 82 m (Kiefer och Lillesand, 1987). Den radiometriska upplösningen är 256 gråtonsnivåer (Campbell, 1987).

Till skillnad från MSS registrerar TM i sju olika våglängdsband, 0.45-0.52, 0.52-0.60, 0.63-0.69, 0.76-0.90, 1.55-1.75, 10.4-12.5 och 2.08-2.35  $\mu\text{m}$ . Liksom MSS är de olika banden namngivna, TM 1-TM 7. Den spatiala upplösningen är 30 m. Detta gäller inte band nummer 6 (det termala) som har en upplösning på 120 meter (Lillesand och Kiefer, 1987). Den radiometriska upplösningen är 256 gråtonsnivåer (Campbell, 1987). Vanliga användningsområden är inom markanvändnings- och vegetationsstudier, geologi, geomorfologi, hydrologi och kartografi (Harris, 1987).

Detta arbete har inkluderat två Landsat-5 TM scener. Scenerna var registrerade 85-11-08 och 86-05-03. De levererades av Esrange, Kiruna på CCT (magnetband). Path var 194 och row 21. Samtliga TM band utom det termala, d.v.s TM 6, har använts i studien.

### 5.2 Radiometrisk och geometrisk korrektion

När bilddata registreras av en satellitsensor kan den innehålla fel i geometrin och i de uppmätta pixelvärdena. Det förra kallas för geometriska fel (se nedan) och det senare för radiometriska fel. De radiometriska felen kan ha sitt ursprung i de instrument som användes vid registreringen, i de atmosfäriska förhållandena eller i belysnings-situationer (Richards, 1987).

Behovet att utföra radiometrisk korrektion varierar med användningsområde. (Lillesand och Kiefer, 1987).

Radiometrisk kalibrering av sensor-relaterade effekter sker huvudsakligen på två sätt (I) absolut kalibrering och (II) relativ kalibrering.

Innan en satellit placeras i bana mäts förhållandet mellan den elektriska signal som sänds från varje detektor och det korresponderande radiansvärdet.

När satelliten sedan är i omlopp används detta förhållande och solen för att upprätthålla kalibreringen mellan signalen och radiansen. Denna absoluta kalibrering sker normalt på nedtagningsstationen.

Den relativa kalibreringen sker för att ta bort detektor-detektor-, band-band- och tidsvariationer och är därför viktig vid multitemporala studier och vid användning av flera sensorer samt när kvoter ska bildas av flera olika band (Hall-Könyves, 1988). Relativa kalibreringen sker genom konvertering från digitala nummer, DN, till meningsfulla enheter som spektral radians. Detta sker genom följande ekvation (Markham och Barker, 1986):

$$L = L_{\min} + \frac{(L_{\max} - L_{\min})}{DN_{\max}} * DN$$

DN = Digitala nummer på magnetbandet.

DN<sub>max</sub> = Största möjliga digitala nummer.

L<sub>min</sub> = Minimum spektral radians (mW / cm<sup>2</sup> sr μm).

L<sub>max</sub> = Maximum spektral radians (mW / cm<sup>2</sup> sr μm).

L = Spektral radians (mW / cm<sup>2</sup> sr μm).

De båda Landsat-5 scenerna kalibrerades radiometriskt enligt ovan ekvation och med värdena i tabell 1. Korrektionen skedde i alla band på bildbehandlingssystemet DIPIX ARIES III. Bilderna korrigerades ej för atmosfäriska effekter.

	L <sub>min</sub>	L <sub>max</sub>	DN <sub>max</sub>
Landsat-5			
TM 1	-0.15	15.21	255
TM 2	-0.28	29.68	255
TM 3	-0.12	20.43	255
TM 4	-0.15	20.62	255
TM 5	-0.037	2.719	255
TM 7	-0.015	1.438	255

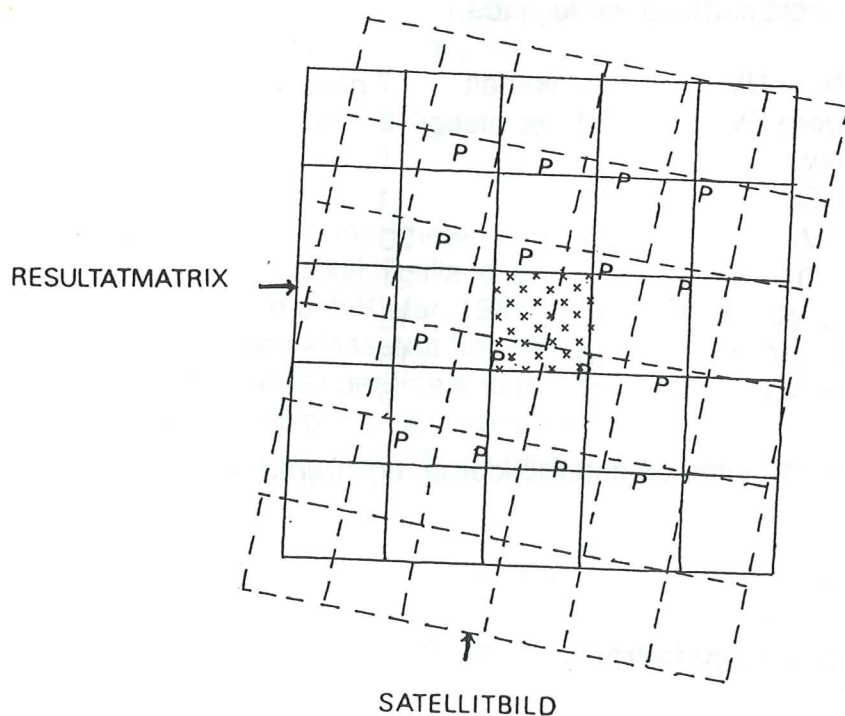
Tabell 1. De olika korrigeringsvärdena för Landsat-5. Efter Markham och Barker, 1986.

Satellitdata innehåller fel i geometrin. De geometriska felen kan bero på satellitens rörelse, dess scanner eller på jordens rundning och rotation (Richards, 1986).

De förutsägbara felen som kan härledas till jordens rundning och rotation och fel i satellithöjden, kan korrigeras med matematiska modeller (Lillesand och Kiefer, 1987). Dessa korrigerade bilder innehåller fortfarande geometriska fel och vid vissa studier, exempelvis multitemporala studier och vid direkta jämförelser med karta, måste bilden transformeras geometriskt. Detta sker genom att bilden passas till en bestämd kartprojektion.

Vid transformationen väljs ett antal markkontrollpunkter, som kan hittas i både satellitbild och på karta. En transformationsmatrix upprättas och bilden resamplas med interpolation (Davison, 1986).

När en satellitbild ska resamplas läggs en resultatmatrix över bilden och beroende på vilken resamplingsmetod som nyttjas tilldelas resultatmatrixen digitala nummer, DN, från satellitbilden. Resamplingsmetoden Cubic Convolution (figur 3) ger en ruta i resultatmatrixen ett DN-värde från satellitbilden som fås ifrån de 16 omkringliggande rutorna i satellitbilden (Lillesand och Kiefer, 1987).



Figur 3. Skiss över resamplingsalgoritmen Cubic Convolution. Den "kryssade" rutan i resultatmatrixen får ett DN-värde baserat på sexton pixlar (P) från satellitbilden. Efter Lillesand och Kiefer, 1987.

När de båda Landsat-5 scenerna var radiometriskt korrigerade skedde den geometriska korrektionen genom resampling av november-scenen till topografiska kartblad, 1:50 000. November-scenen som täckte hela Skåne delades upp i nio olika områden efter kartbladen. Maj-scenen resamplades till november-scenen. Cubic Convolution användes, vilken baserades på ungefär 30 kontrollpunkter per topografiskt kartblad. Pixelstorleken "reducerades" till 25 meter. Den geometriska korrektionen utfördes på bildbehandlingsystemet DIPIX ARIES III.

### 5.3 Fältdata

Fältdatan har erhållits från Malmöhus läns Hushållningssällskap. Materialet bestod av 139 åkrar med höstsådd raps fördelat på 125 gårdar. Förutom kartor och/eller beskrivningar för lokalisering av fälten var det angivet skörd (dt/ha), åkerstorlek (ha) och oljehalt (%) samt om åkern hade blivit uppkörd, d.v.s. ej övervintrat. 23 fält hade angiven åkerstorlek.

Antalet fält per topografiskt kartblad var följande:

3C Helsingborg NV	11 åkerfält	7 gårdar
3C Helsingborg SV	10	9
2C Malmö NV	1	1
2C Malmö NO	12	11
2C Malmö SV	33	30
2C Malmö SO	25	21
2D Tomelilla NV	20	16
2D Tomelilla SV	20	15
2D Tomelilla SO	7	5

Fältmaterialet är ifrån den period då satellitbilderna registrerades.

### 5.4 Manuell bedömning av fältdatan

När bilderna var radiometriskt och geometriskt korrigerade gjordes en manuell bedömning av fältmaterialet. På bildbehandlingsystemet DIPIX ARIES III bildades FCC-bilder (False Colour Composite) för att lättare lokalisera rapsfälten. TM 4, 3, 2 skapade en FCC med färgerna rött, grönt och blått. Även TM 7, 4, 3 och TM 5, 4, 3 har provats.

De höstsådda rapsfälten identifierades i novemberscenen m.h.a kartor och/eller beskrivningar som medföljt fältmaterialet. Rapsfältens lokalisering i linje och pixel noterades. I FCC-bilden var rapsfälten röda. Detta gällde både november- och maj-scenen och därför kunde det konstateras huruvida ett rapsfält hade övervintrat eller ej. D.v.s. rapsfälten var ej röda i maj-scenen om de ej övervintrat.

I DIPIX ARIES III finns det en programvara för träningsyttestatistik. I denna programvara markeras träningsytorna manuellt och bildbehandlingssystemet anger medelvärdet och standardavvikelsen för varje enskild träningsyta samt ytans storlek. Eftersom åkrarnas lokalisering var känd användes detta program. Medelvärdet och standardavvikelsen för den spektrala radianzen samt rapsfältets storlek angavs för varje rapsfält.

## 5.5 Maximum Likelihood klassificering

Vid ett flertal fjärranalysstudier inom jordbruket har klassificeringsalgoritmen Maximum Likelihood använts (Batista et al., 1985, Ryerson et al., 1985, Moreira et al., 1986, Badhwar et al., 1987, McCloy et al., 1987, Dawkin et al., 1988 m.fl.).

Maximum Likelihood är den vanligaste styrda klassificeringsmetoden inom digital bildbehandling (Richards, 1986).

Algoritmen baseras på sannolikheten att en pixel tillhör en viss klass. Sannolikheten räknas för varje enskild pixel till alla klasser. Den största sannolikheten avgör klass-tillhörigheten (Lillesand och Kiefer, 1987). Sannolikheten baseras på antagandet att både träningsdatan och klasserna har en normal (Gaussian) fördelning.

Maximum likelihood använder inte enbart medelvärdet i klassningen utan även variationen i gråtons-värdena inom varje klass.

Maximum likelihood kräver en mängd kalkyleringar, så nackdelen är den behöver stora dator-resurser (Campbell, 1987).

Både november- och maj-scenen klassificerades med Maximum Likelihood. Tre olika klassningar gjordes beroende på skillnaden i träningsdata. Den första baserades på november-bilden, den andra på maj-bilden och den tredje på både november- och maj-bilden. Maximum Likelihood klassificeringen skedde på bildbehandlingssystemet DIPIX ARIES III.

## 5.6 Kvoter

Aritmetiska funktioner av olika spektrala band används huvudsakligen till att (I) utföra kvantitativa mätningar av grön vegetation, (II) minska effekterna av topografi och atmosfär och (III) särskilja olika markobjekt eller olika markanvändnings- och vegetationsklasser.

Vid jämförelser mellan levande grön vegetation och död eller skadad vegetation, så har den levande vegetationen lägre reflektans i de synliga våglängdsbanden och högre i det nära infraröda bandet. I de synliga har jord högre reflektans än den gröna vegetationen och lägre reflektans än den döda vegetationen. I det nära infraröda bandet har jord generellt lägre reflektans än grön och död vegetation. Baserat på detta har flera olika vegetationsindex bildats för att kunna göra kvantitativa uppskattningar av marktäckning, grödors höjd och biomassa (Hall-Könyves, 1988).

Gardner et al. (1985) studerade vikten av olika TM-kvoter som vegetationsindex. Deras resultat var följande:

Mycket bra: TM 4/1, TM 4/2, TM 4/3 och TM 4/7

Bra: TM 5/3 och TM 4/5

Medelmåttiga: TM 3/1, TM 5/1, TM 7/1, TM 3/2, TM 5/2 och TM 7/2

Dåliga: TM 2/1 och TM 7/3.

Alla tänkbara kvoter av TM 1-5 och TM 7 av maj-scenen bildades. Utvärderingen av kvoterna skedde genom att korrelationen mellan dessa och skörden framräknades. Bildandet och utvärderingen av kvoterna gjordes i statistikprogrammet Minitab, vilket är befintligt på MicroVax II.

## 5.7 Statistik

Resultatet av den manuella bedömningen utvärderades med hjälp av statistikprogrammet Minitab, vilket finns tillgängligt på systemet MicroVax II.

Funktionerna som nyttjades var Pearsons korrelation, variansanalys och F-test.

Korrelationen mäter förhållandet mellan flera variabler. En perfekt korrelation har värdet 1 eller -1 (Williams, 1984).

Variansanalys jämför olika populationers medelvärde. Detta för att se om de olika populationerna har samma medelvärde. I variansanalysen erhålls ett F-värde, vilket används nedan (Ryan et al., 1985).

F-test används för att se om resultatet från variansanalysen är statistiskt signifikant och i sådant fall på vilken signifikansnivå. Om resultatet är statistiskt signifikant så finns det en skillnad i de olika populationerna medelvärden, d.v.s. de har ej samma medelvärde. F-värdet ifrån variansanalysen jämförs med ett F-värde ifrån en tabell. Om tabellvärdet är större än värdet ifrån variansanalysen är resultatet statistiskt signifikant (Ryan et al., 1985).

En signifikansnivå på 95% har använts.

Korrelationen användes för att mäta förhållandet mellan skörden och samtliga våglängdsband och kvoter. Även vid utvärderingen av förhållandet mellan den uppskattade åkerarealen och den verkliga arealen nyttjades detta.

Variansanalys användes för att se om det var någon skillnad i radiansen i förhållande till skörden. Skörden sorterades i stigande ordning samtidigt med ett enskilt våglängdsband eller en kvot. Den efter skörden sorterade kvoten eller bandet delades på hälften. Dessa två halvor jämfördes i variansanalysen för att se om ett förhållande mellan skörd och radians kunde påvisas. D.v.s. om det fanns en statistiskt signifikant skillnad mellan de båda skördegruppernas medelvärden.

## 6 Resultat och diskussion

### 6.1 Sådd areal

Den sådda arealen har uppmätts manuellt för varje rapsfält m.h.a bildbehandlings-systemet DIPIX ARIES III.

Figur 4 visar förhållandet mellan den med Landsat TM data uppskattade åkerarealen och den verkliga arealen. Korrelationskoefficienten är 0.880.

I tabell 2 anges storleken i hektar för de arealuppskattade åkrarna. Både den uppskattade och verkliga arealen samt differensen dem emellan visas i tabellen.

Samtliga fält är underskattade. Den lägsta differensen är 1.11 ha och den största 14.56 ha.

Enligt differensen i tabell 2 är samtliga åkrarna underskattade jämfört med den verkliga storleken. Anledningen till detta borde hittas i bildbehandlingssystemet som användes. Då storleken på ett fält bestämdes angavs fältets yttre gräns manuellt. Denna gräns som motsvarades av ett antal pixlar (med en pixels tjocklek) var ej inräknad i fältets storlek. D.v.s. om åkergränsen var 16 pixlar lång så saknades en hektar. Om man istället lagt åkergränsen något utanför själva fältet torde resultatet blivit ett annat. Dock visar korrelationskoefficienten att ett förhållande finns mellan den verkliga och den uppskattade arealen.

Antalet åkrar med angiven storlek var endast 23 stycken och därför bör en mer omfattande undersökning göras.

Tidigare studier i Sverige påvisar goda resultat vid arealuppskattning av raps (Hall-Könyves, 1990).

### 6.2 Övervintring

Rapsfältens övervintring studerades med både manuella och digitala metoder. Resultatet från den manuella och digitala bedömningen jämfördes med verkligheten, d.v.s. fältdatan. Resultatet från den digitala tolkningen erhöles vid jämförelser mellan den klassade november-bilden och den klassade maj-bilden.

Tabell 3a redovisar hur många åkrar som har övervintrat respektive ej övervintrat enligt fältdatan, den manuella och den digitala klassningen.. I den manuella och digitala tolkningen bildades en tredje klass : rapsfält i dåligt skick. Dessa fält var svåra att urskilja i den manuella tolkningen men de syntes tillräckligt mycket för att bedömas som övervintrade.



I den digitala bedömningen var det endast mindre delar av fälten som blev klassade som rapsfält, därför bedömdes de som fält i dåligt skick.

Tabell 3b visar resultatet av den manuella klassningen i jämförelse med fältdatan.

Tabell 3c presenterar resultatet av den digitala bedömningen i jämförelse med fältdatan.

Figurerna 5a-c visar området, motsvarande det topografiska kartbladet 2C Malmö SV. Området är klassificerat med algoritmen Maximum Likelihood. I figur 5a är träningsytestatistiken från november, i figur 5b är den från maj och i figur 5c är den från både november och maj.

Endast 118 rapsfält av de 139 angivna i fältdatan undersöktes. Detta berodde dels på att det i maj-bilden var molnigt och dels på att några fält ej kunde lokaliseras.

Vissa av de rapsfält som bedömdes vara i sämre skick hade en lägre avkastning (skörd) jämfört med de övervintrade åkrarna. Detta borde dock undersökas närmare för att kunna påvisa att detta förhållande råder. Denna diskussion förs även nedan.

Om de åkrar som bedömdes vara i sämre skick istället klassades som övervintrade skulle resultatet förbättras. Två rapsfält skulle då vara felklassade i den manuella tolkningen och 21 stycken i den digitala klassningen.

Ett bra resultat av Maximum Likelihood klassificering kan ej förväntas då endast två klasser används: rapsfält och oklassat. Speciellt maj-bilden visar en överklassning av rapsfält. Anledningen till detta är att träningsdata saknas för den övriga marktäckningen. Den mark som har en "raps-liknande" spektral signatur klassas då som raps. Maximum Likelihood klassificeringen användes för att studera hur fältdatan blev klassad. Den omgivande marken var ej intressant.

### 6.3 Skörd

Tabell 3 presenterar korrelationskoefficienten mellan skörd och samtliga TM-band samt mellan skörd och alla tänkbara kvoter i maj-scenen. Kvoterna är angivna i spektral radians och i digitala nummer, DN. Kvoterna med DN-värden är ej radiometriskt kalibrerade.

Figur 6a-g redovisar resultat av variansanalys mellan enskilda våglängdsband och kvoter tillhörande olika skördegrupper. Det enskilda våglängdsbandet är TM 4 från maj-bilden. Kvoterna, vilka samtliga är bildade av maj-scenen, är TM 4/3, TM 4/5, TM 4/2, TM 4/1, TM 4/7 och TM 3/7.

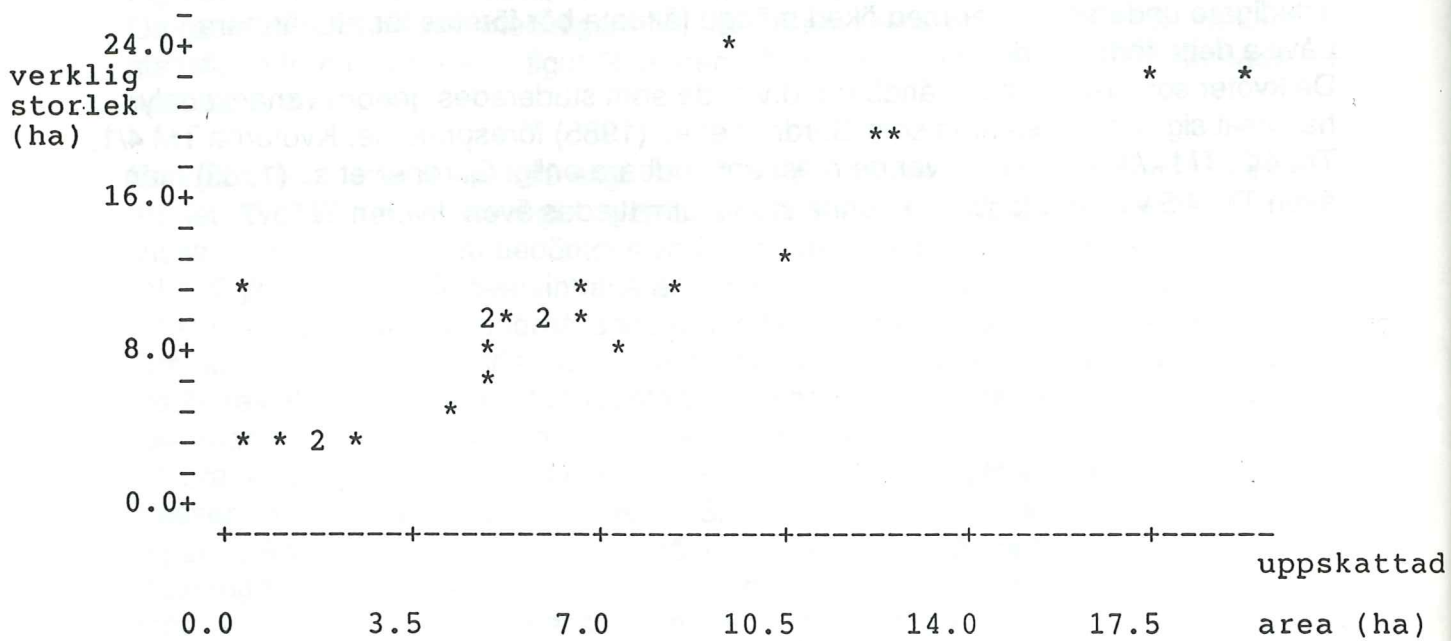
Enligt korrelationskoefficienterna är det inget band eller kvot som kan sägas ha ett direkt förhållande med skörden. Kvoterna som ej är radiometriskt kalibrerade har något bättre korrelation med skörden än de korrigerade. Detta visar behovet att kalibrera radiometriskt när kvoter ska bildas.

Band nummer 4 som har den bättre korrelationen samt fler kvoter än de ovan angivna testades i variansanalysen.

Kvoterna och bandet som testades i variansanalysen var radiometriskt kalibrerade. I variansanalysen är det, förutom våglängdsbandet TM 4, kvoterna TM 4/1 och TM 4/5 som når 95% signifikansnivå. Kvoterna TM 4/3 och TM 4/2 når 90% signifikansnivå. Detta ger en indikation på att ett förhållande finns mellan den uppmätta radiansen i Landsat TM data och skörderesultatet.

Ytterligare undersökningar med ökad mängd fältdata bör företas för att närmare påvisa detta förhållande.

De kvoter som var mest användbara, d.v.s. de som studerades genom variansanalys, har visat sig vara de samma som Gardner et al. (1985) förespråkade. Kvoterna TM 4/1, TM 4/2, TM 4/3 och TM 4/7 var de mest användbara enligt Gardner et al. (1985) men även TM 4/5 var "godtagbar". I denna studie utnyttjades även kvoten TM3/7.



Korrelationen mellan den uppskattade arealen och den verkliga är 0.880.

Figur 4. Korrelationen mellan den uppskattade arealen och den verkliga. Uppskattningen har skett för enskilda rapsfält.

Verklig areal (ha)	Uppskattad areal (ha)	Differens (ha)
8.7	7.38	-1.32
3.5	1.63	-1.87
9.4	4.88	-4.52
10.0	4.88	-5.12
10.5	6.69	-3.81
19.5	12.25	-7.25
5.3	4.19	-1.11
4.0	2.31	-1.69
7.0	4.94	-2.06
9.0	5.13	-3.87
10.0	6.75	-3.25
9.3	5.94	-3.36
8.8	5.94	-2.86
8.5	5.00	-3.50
3.0	0.94	-2.06
2.5	0.38	-2.12
11.0	8.25	-2.75
12.5	10.48	-2.06
3.8	1.88	-1.92
19.5	12.44	-7.06
23.0	17.38	-5.62
24.0	9.44	-14.56
22.5	19.19	-3.31

Tabell 2. Jämförelse mellan den verkliga och uppskattade arealen raps. Antalet fält är 23. Differens = verkliga arealen - uppskattade arealen.

	Fältdata	Manuell tolkning	Digital klassning
Ej övervintrade	2	4	22
Övervintrade	116	107	90
Dåligt skick	0	7	6

Tabell 3a. Antalet rapsfält som har övervintrat, ej övervintrat och som har bedömts vara i sämre skick.

Fältdata	Manuellt tolkning			
	Ej övervintrade	Övervintrade	Dåligt skick	
Ej övervintrade	2	0	0	2
Övervintrade	2	107	7	116
Dåligt skick	0	0	0	0
	4	107	7	

Tabell 3b. Här redovisas hur de olika klasserna i verkligheten har blivit klassade i den manuella tolkningen.

Fältdata	Digital klassning			
	Ej övervintrade	Övervintrade	Dåligt skick	
Ej övervintrade	1	1	0	2
Övervintrade	21	89	6	116
Dåligt skick	0	0	0	0
	22	90	6	

Tabell 3c. Här redovisas hur de olika klasserna i verkligheten har blivit klassade i den digitala bedömningen.

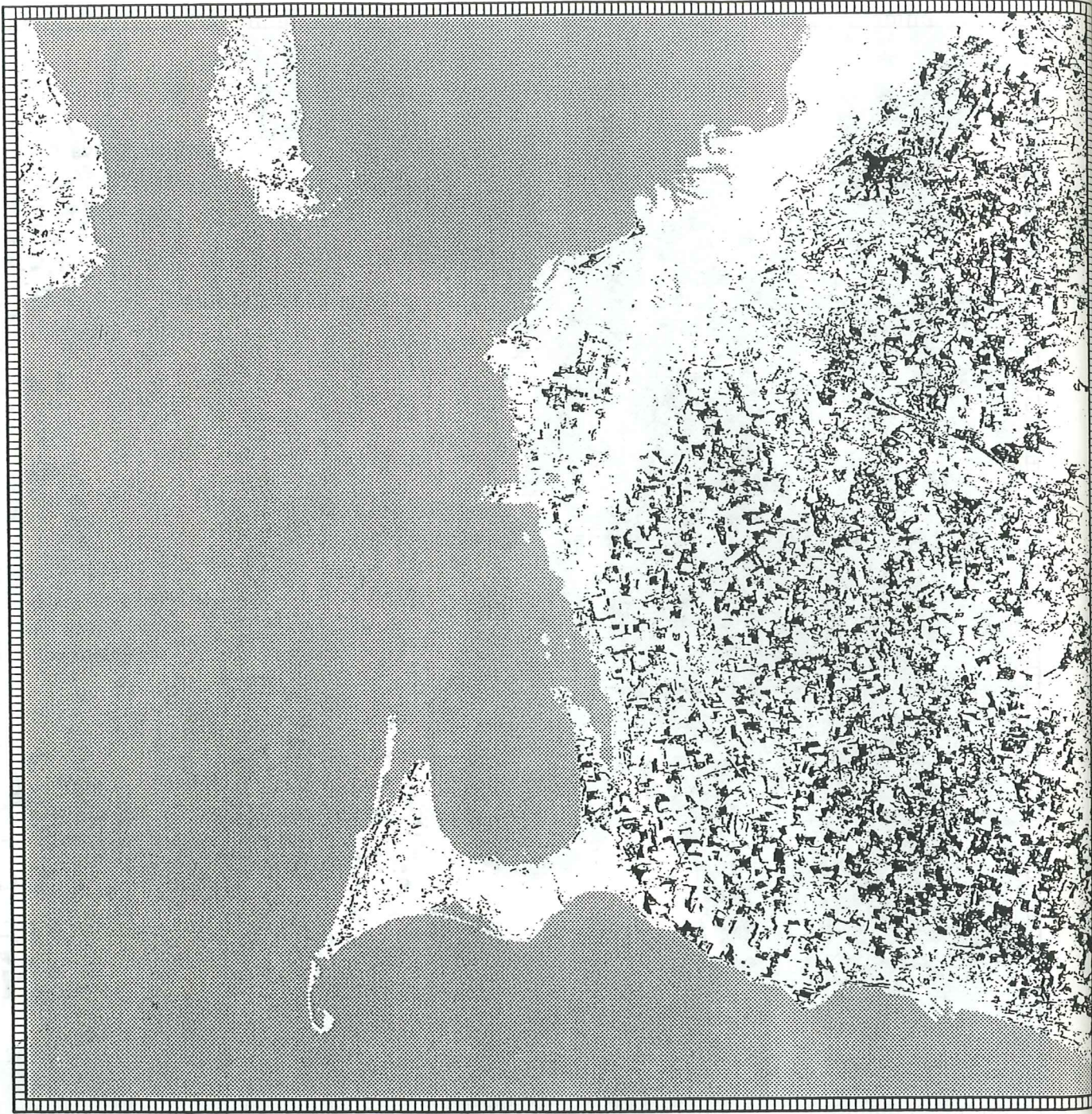


NOVEMBER

- RAPS
- OKLASSAT
- VATTEN



Figur 5a. Maximum Likelihood klassificering av området motsvarande det topografiska kartbladet 2C Malmö SV. Träningsyttestatistiken är ifrån november.



MAJ



RAPS



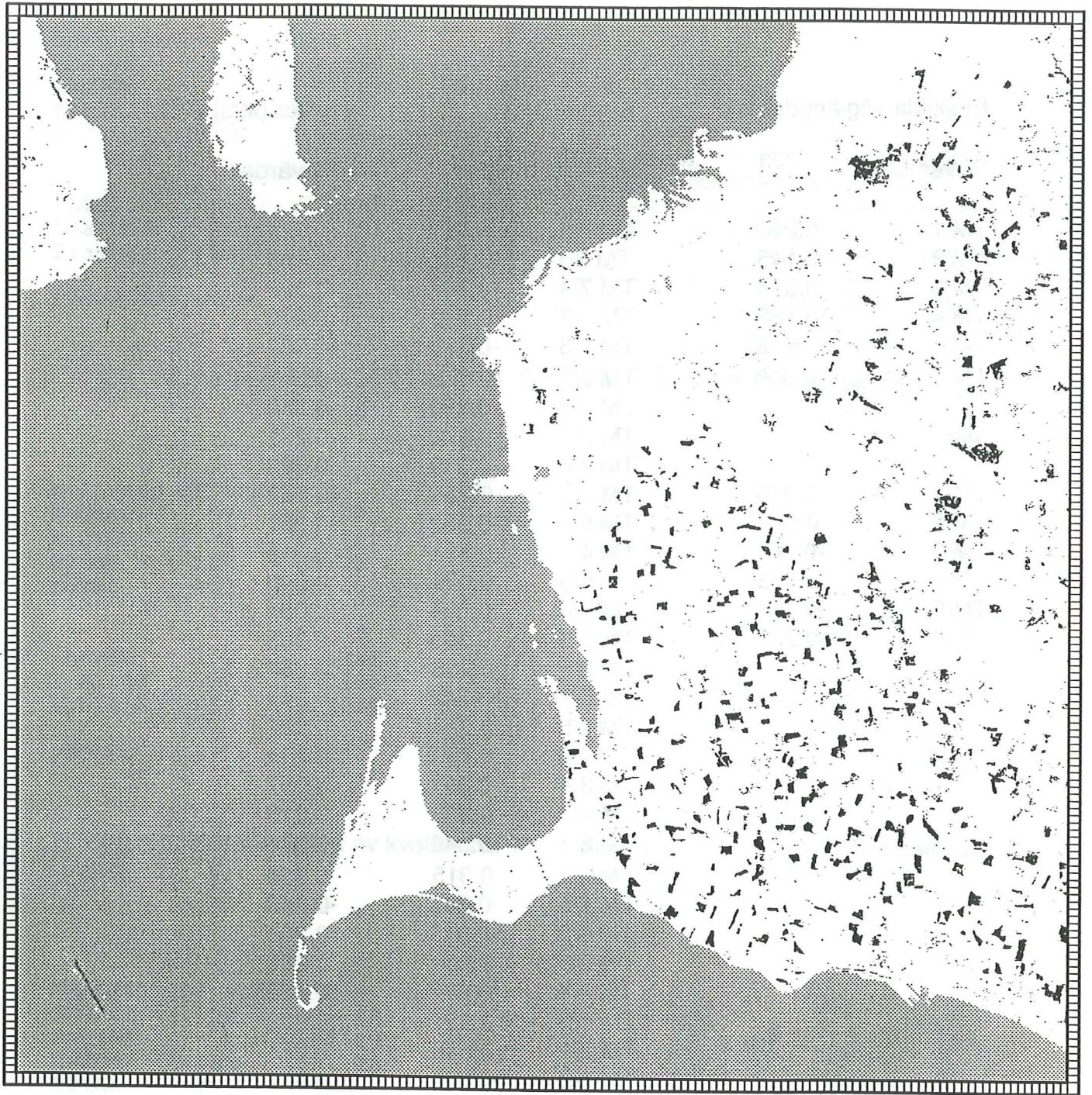
OKLASSAT



VATTEN



Figur 5b. Maximum Likelihood klassificering av området motsvarande det topografiska kartbladet 2C Malmö SV. Träningsyttestatistiken är ifrån maj.



NOVEMBER & MAJ



RAPS



OKLASSAT



VATTEN



Figur 5c. Maximum Likelihood klassificering av området motsvarande det topografiska kartbladet 2C Malmö SV. Träningsyttestatistiken är ifrån både november och maj.



Enskilda våglängdsband		Kvoter (Maj)		Kvoter (Maj)
November		Spektral radians		DN-värden
TM 1	0.260	TM 7/5	-0.311	-0.314
TM 2	0.145	TM 5/7	0.258	0.266
TM 3	0.018	TM 7/4	-0.386	-0.386
TM 4	0.168	TM 4/7	0.262	0.270
TM 5	0.038	TM 7/3	-0.318	-0.322
TM 7	-0.008	TM 3/7	0.272	0.281
		TM 7/2	-0.350	-0.350
Maj		TM 2/7	0.272	0.281
		TM 7/1	-0.319	-0.322
TM 1	-0.010	TM 1/7	0.256	0.264
TM 2	0.012	TM 5/4	-0.382	-0.381
TM 3	-0.144	TM 4/5	0.313	0.315
TM 4	0.353	TM 5/3	0.039	0.040
TM 5	-0.158	TM 3/5	-0.054	-0.054
TM 7	-0.252	TM 5/2	-0.305	-0.303
		TM 2/5	0.286	0.284
		TM 5/1	-0.242	-0.244
		TM 1/5	0.224	0.227
		TM 4/3	0.290	0.292
		TM 3/4	-0.357	-0.357
		TM 4/2	0.308	0.310
		TM 2/4	-0.346	-0.348
		TM 4/1	0.315	0.315
		TM 1/4	-0.348	-0.348
		TM 3/2	-0.315	-0.308
		TM 2/3	0.290	0.286
		TM 3/1	-0.237	-0.238
		TM 1/3	0.231	0.232
		TM 2/1	0.048	0.051
		TM 1/2	-0.044	-0.047

Tabell 2. Förhållandet mellan samtliga våglängdsband och skörden samt korrelationen mellan samtliga tänkbara kvoter av maj-scenen och skörden. Kvoterna är angivna i spektral radians och i DN-värden (ej radiometriskt korrigerade).

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
FACTOR	1	13.09	13.09	9.88	0.002
ERROR	118	156.43	1.33		
TOTAL	119	169.52			

INDIVIDUAL 95 PCT CI'S FOR MEAN  
BASED ON POOLED STDEV

LEVEL	N	MEAN	STDEV
1:aTM04	56	5.257	1.173
2:aTM04	64	5.919	1.132

POOLED STDEV = 1.151

Figur 6a. Variansanalys av band TM 4. Statistiskt signifikant på 99% signifikansnivå.

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
FACTOR	1	2.140	2.140	4.33	0.040
ERROR	118	58.267	0.494		
TOTAL	119	60.407			

INDIVIDUAL 95 PCT CI'S FOR MEAN  
BASED ON POOLED STDEV

LEVEL	N	MEAN	STDEV
1:a1413	56	2.0271	0.6895
2:a1413	64	2.2948	0.7141

POOLED STDEV = 0.7027

Figur 6b. Variansanalys av kvoten TM 4/3. Statistiskt signifikant på 90% signifikansnivå.

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
FACTOR	1	27.19	27.19	5.97	0.016
ERROR	118	537.26	4.55		
TOTAL	119	564.45			

INDIVIDUAL 95 PCT CI'S FOR MEAN  
BASED ON POOLED STDEV

LEVEL	N	MEAN	STDEV
1:a1415	56	6.650	1.999
2:a1415	64	7.604	2.245

POOLED STDEV = 2.134

Figur 6c. Variansanalys av kvoten TM 4/5. Statistiskt signifikant på 95% signifikansnivå.

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
FACTOR	1	0.635	0.635	5.11	0.026
ERROR	118	14.652	0.124		
TOTAL	119	15.286			

INDIVIDUAL 95 PCT CI'S FOR MEAN  
BASED ON POOLED STDEV

LEVEL	N	MEAN	STDEV
1:a1412	56	1.3859	0.3490
2:a1412	64	1.5317	0.3553

POOLED STDEV = 0.3524

Figur 6d. Variansanalys av kvoten TM 4/2. Statistiskt signifikant på 90% signifikansnivå.

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
FACTOR	1	0.5242	0.5242	6.34	0.013
ERROR	118	9.7619	0.0827		
TOTAL	119	10.2861			

INDIVIDUAL 95 PCT CI'S FOR MEAN  
BASED ON POOLED STDEV

LEVEL	N	MEAN	STDEV
1:a1411	56	1.1412	0.2852
2:a1411	64	1.2737	0.2897

POOLED STDEV = 0.2876

Figur 6e. Variansanalys av kvoten TM 4/1. Statistiskt signifikant på 95% signifikansnivå.

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
FACTOR	1	867	867	3.87	0.052
ERROR	118	26428	224		
TOTAL	119	27294			

INDIVIDUAL 95 PCT CI'S FOR MEAN  
BASED ON POOLED STDEV

LEVEL	N	MEAN	STDEV
1:a1417	56	28.46	14.06
2:a1417	64	33.84	15.71

POOLED STDEV = 14.97

Figur 6f. Variansanalys av kvoten TM 4/7. Statistiskt signifikant på 80% signifikansnivå.

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
FACTOR	1	14.10	14.10	3.46	0.065
ERROR	118	481.43	4.08		
TOTAL	119	495.54			

INDIVIDUAL 95 PCT CI'S FOR MEAN  
BASED ON POOLED STDEV

LEVEL	N	MEAN	STDEV	95% CI (approximate)	
1:a1317	56	13.518	1.912	13.00	13.50
2:a1317	64	14.206	2.109	13.50	14.50
POOLED STDEV =		2.020		13.00	14.50

Figur 6g. Variansanalys av kvoten TM3/7. Statistiskt signifikant på 80% signifikansnivå.

## 7 Sammanfattning och slutsats

Uppgiften har varit att undersöka om Landsat TM data kan användas vid :

- (I) uppskattning av arealen sådd höstraps
- (II) studie av den höstsådda rapsens övervintring
- (III) uppskattning av skörden höstraps.

Studien gjordes i Skåne.

Materialet som använts var två Landsat-5 TM scener, registrerade 85-11-08 och 86-05-03. Fältdatan erhöles från Malmöhus läns Hushållningssällskap. Satellitdatan korrigerades radiometriskt och geometriskt i DIPIX ARIES III. Utvärderingen, d.v.s. korrelation och variansanalys, skedde i statistikprogrammet Minitab på MicroVax II. I denna programvara bildades kvoterna.

### 7.1 Sådd areal

Den sådda arealen uppskattades manuellt efter det att fältdatan lokaliserats i satellitbilden. Detta skedde i bildbehandlingssystemet DIPIX ARIES III. Den uppskattade arealen korrelerades mot den riktiga arealen angiven i fältdatan och differensen mellan dessa två räknades.

Uppskattningen av den sådda arealen visar en god korrelation med den verkliga åkerarealen, även då differensen i hektar visar en underskattning .

### 7.2 Övervintring

De övervintrade rapsfälten studerades med manuella och digitala metoder. Genom att manuellt jämföra november- och maj-bilden kunde de övervintrade fälten noteras. Den digitala metoden var att manuellt jämföra de båda bilderna vilka klassades med algoritmen Maximum Likelihood i bildbehandlingssystemet DIPIX ARIES III. Resultaten jämfördes med fältdatan.

Antalet övervintrade åkrar underskattades i både den manuella och digitala metoden. Den manuella metoden gav ett bättre resultat än den digitala.

### 7.3 Skörd

För varje rapsfält togs statistik fram, vilket skedde i DIPIX ARIES III. Statistiken gav den spektrala radiansen för varje rapsfält i samtliga våglängdsband. Korrelationen räknades mellan skörden och den spektrala radiansen för varje våglängdsband. Samtliga tänkbara kvotband bildade i maj-bilden jämfördes med skörden. Variansanalys utfördes på enskilda våglängdsband och kvoter.

Korrelationskoefficienterna mellan skörd och våglängdsband samt kvoter är inte tillräckligt stora för att påvisa något förhållande. Variansanalys ger dock en indikation på ett samband mellan skörd och satellitdata.

Studien visar att det finns möjlighet för Margarinbolaget att utnyttja fjärranalysdata i sin verksamhet.

För en operationell tillämpning krävs ytterligare utvecklingsarbete.

## Referenser

- Atlas över Sverige. Generalstabens litografiska anstalts förlag, 1953.
- Badhwar G.D., Gargantini C.E. och Redondo F.V. : Landsat classification of Argentina summer crops. *Remote Sensing of Environment*, no.21, s.111-117, 1987.
- Batista G.T., Hixson M.M. och Bauer M.E. : Landsat MSS crop classification performance as a function of scene characteristics. *International Journal of Remote Sensing*, vol.6, no.9, s.1521-1533, 1985.
- Campbell J.B. : *Introduction to remote sensing*. The Guilford Press, 1987.
- Curran P. : *Principles of remote sensing*. Longman, 1985.
- Davison G.J. : Ground control pointing and geometric transformation of satellite imagery. *International Journal of Remote Sensing*, vol.7, s.65-74, 1986.
- Dawkin K.W. och Evans J.C. : Large area crop classification in New South Wales, Australia, using Landsat data. *International Journal of Remote Sensing*, vol.9, no.2, s.291-301, 1988.
- Gardner B.R., Blad B.L., Thompson D.R. och Henderson K.E. : Evaluation and interpretation of Thematic mapper ratios in equation for estimating corn growth parameters. *Remote Sensing of Environment*, 18, s.225-234, 1985.
- Hall-Könyves K. : *Remote sensing of cultivated lands in the South of Sweden. Meddelanden från Lunds Universitets Geografiska institutioner, avhandling 102.* Lund University Press, 1988.
- Hall-Könyves K. : Crop monitoring in Sweden. *International Journal of Remote Sensing*, vol.11, no.3, s.461-484, 1990.
- Harris R. : *Satellite remote sensing. An introduction*. Routledge & Kegan Paul, 1987.
- Lillesand T.M. och Kiefer R.W. : *Remote sensing and image interpretation. Second edition.* John Wiley and Sons, Inc., 1987.
- Markham B.L. och Barker J.L. : Landsat MSS and TM post-calibration dynamic ranges, exoatmospheric reflectances and at-satellite temperatures. *Landsat Technical Notes*, no.1, 1986.

McCloy K.R., Smith F.R. och Robinson M.R. : Monitoring rice areas using Landsat MSS data. International Journal of Remote Sensing, vol.8, no.5, s.741-749, 1987.

Moreira M.A., Chen S.C. och Batista G.T. : Wheat-area estimation using digital Landsat MSS data and aerial photographs. International Journal of Remote Sensing, vol.7, no.9, s.1109-1120, 1986.

Richards J.A. : Remote sensing digital image analysis. Springer-Verlag, 1986.

Ryan B.F., Brian L.J. och Ryan T.A. Jr : Minitab Handbook Second Edition. PWS Publishers, 1985.

Ryerson R.A., Dobbins R.N. och Thibault C. : Timely crop area estimates from Landsat. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, vol.51, no.11, s.1735-1743, 1985.

Williams R.B.G. : Introduction to statistics for geographers and earth scientists. Macmillan Publishers Ltd, 1984.



## Lunds Universitets Naturgeografiska institution. Seminarieuppsatser.

Uppsatserna finns tillgängliga på Naturgeografiska institutionens bibliotek, Sölvegatan 13, 223 62 LUND.

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 lokalklimatologisk 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 filtreringsmetod 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.
10. **Nilsson, S.** (1988): Veberöd. En beskrivning av samhällets och bygdens utbyggnad och utveckling från början av 1800-talet till vår tid.
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): Sambandet mellan Landsat TM-data och skogliga beståndsdata på avdelningsnivå.
16. **Mikaelsson, E.** (1989): Byskeälvens dalgång inom Västerbottens län. Geomorfologisk karta, beskrivning och naturvärdesbedömning.

17. **Nilén, C.** (1990): Bilavgaser i gatumiljö och deras beroende av vädret. Litteraturstudier och mätningar 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.
22. **Persson, P.** (1991): Satellitdata för övervakning av höstsådda rapsfält i Skåne.