

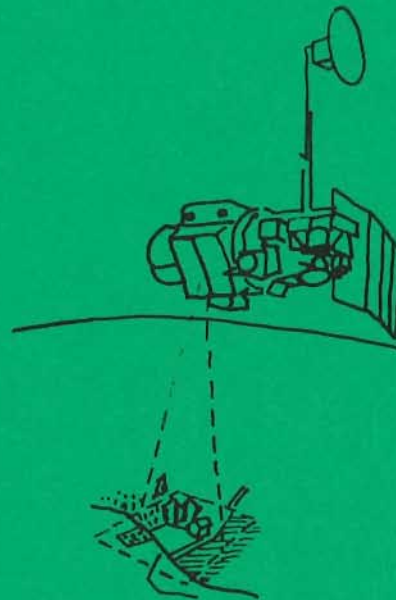


**SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET**

## **MARKTYP SKARTERING I NV SKÅNE MED SATELLIT FJÄRRANALYS**

Soiltype Surveying in NW Scania  
with Satellite Remote Sensing

**Leif Andersson  
Patrick Gervais**



---

**Institutionen för markvetenskap  
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik  
Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Soil Sciences  
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Rapport 152  
Report**

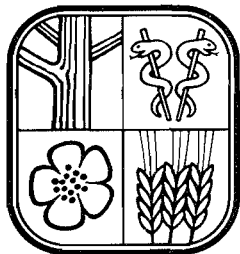
**Uppsala 1987**

ISSN 0348-1816

ISBN 91-576-2952-8

---



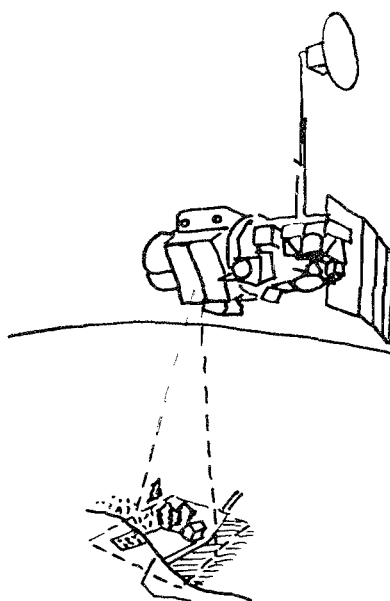


**SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET**

## **MARKTYP SKARTERING I NV SKÅNE MED SATELLIT FJÄRRANALYS**

Soiltype Surveying in NW Scania  
with Satellite Remote Sensing

**Leif Andersson  
Patrick Gervais**



---

**Institutionen för markvetenskap  
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik  
Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Soil Sciences  
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Rapport 152  
Report  
Uppsala 1987  
ISSN 0348-1816  
ISBN 91-576-2952-8**



## Innehållsförteckning

1. Inledning	5
2. Försöksområdet	5
2.1. Geografiskt läge och fysiografisk beskrivning	5
2.2. Jordartsfördelning enligt befintligt material	6
2.3. Odlingen	8
3. Material	9
3.1. Markdata	9
3.2. Flygbilder	9
3.3. Satellitdata	9
3.3.1. Allmänt	9
3.3.2. Val av registrering	10
4. Bearbetning och resultat	11
4.1. Inledande dataanalys	11
4.2. Visuell tolkning	12
4.3. Datorstödd klassning	16
4.3.1. Med tre spektralband (TM 357)	16
4.3.2. Med transformerade data	19
5. Diskussion	23
5.1. Grundläggande problem	23
5.2. Jämförelse av metoder	23
5.3. Vidare utveckling	24
5.3.1. Radiometriska aspekter	24
5.3.2. Integrering med markdatabaser (GIS)	24
6. Slutsatser	25
7. Summary	26
7.1. Description of the project	26
7.2. Comparison to alternative methods	27
7.3. Future improvement	27
8. Referenser	28
Bilaga 1	29



## MARKTYPISKARTERING I SKÅNE MED SATELLITFJÄRRANALYS

### 1. INLEDNING

I Sverige finns ca 3 milj ha jordbruksmark, endast en bråkdel av denna yta är karterad i avseende på markens beskaffenhet. På största delen av jordbruksmarken saknas uppgifter om marken i form av publicerade kartor. I ett skede där svenskt jordbruk står inför stora omorganisationer är det viktigt att markens kvalitet används som en parameter i besluts-gången.

Att med traditionella karteringsmetoder på marken kartera hela jordbruksarealen skulle ta mycket lång tid och bli mycket kostsamt. En möjlig metod att rationalisera denna kartering är att med hjälp av satellitdata och olika spridda markdata framställa en baskarta. Utomlands har denna metod beskrivits bla i USA (Weismiller et al 1977 och Thompson et al 1984). En fördel med denna metod är att resultatet ägnar sig bra att presentera i form av digitala kartor vilka lätt kan uppdateras när ny information tillkommit. Vidare är satellitbildens spektrala omfång större än till exempel flygbildens.

För att undersöka om man med hjälp av fjärranalys och befintliga jordprover kan rationalisera marktypskarteringen har ett pilotprojekt med bidrag från Skogs och Jordbrukets Forskningsråd utförts i NV Skåne.

### 2. FÖRSÖKSOMRÅDET

#### 2.1. Geografiskt läge och fysiografisk beskrivning

Det utvalda området är beläget i NV Skåne. Här finns flertalet Svenska jordarter representerade i jordbruksmarken, inom ett relativt begränsat område.

Området är beläget på 56° 10" N latitud och 12° 40" E longitud detta motsvaras enligt Rikets Allmänna Kartnät (RAK) av kartbladet Helsingborg 3C (figur 1).

Topografin inom området är ganska jämn till svagt undulerande med en maximal höjd över havet i jordbruksmarken på ca 50 m.

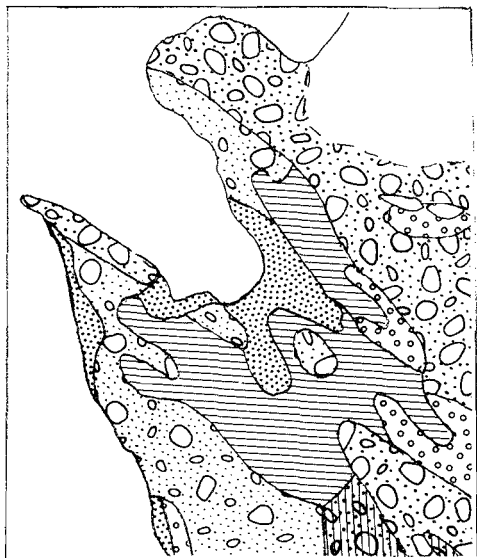
Årsmedeltemperaturen i området är 7,7° och årsmedelnederbörden är 600 mm. 90 % av området används för intensivt jordbruk.



Figur 1.  
 Översiktskarta över Skåne  
 med undersöknings-  
 området markerat.  
 1:2 000 000  
*Scania South Sweden with  
 the study area hatched.*

## 2.2 Jordartsfördelning

Den geologiska jordartskartan (figur 2) visar att jordbruksmarken inom området är belägen på såväl morän som på sedimentära jordarter. Moränen är av lerig kalkhaltig sammansättning. De sedimentära jordarterna är framförallt belägna i de breda flacka dalstråket kring Vegeå samt på Ängelholmsslätten. De dominerande sedimentära jordarterna är mellanlera och styv lera, men partier med sandiga och moiga sediment finns också. Dessutom finns mindre partier med organogena jordar på olika underlag. Över området finns också en modern mer detaljerad geologisk jordartskarta SGU serie Ae nr 25 (figur 9).

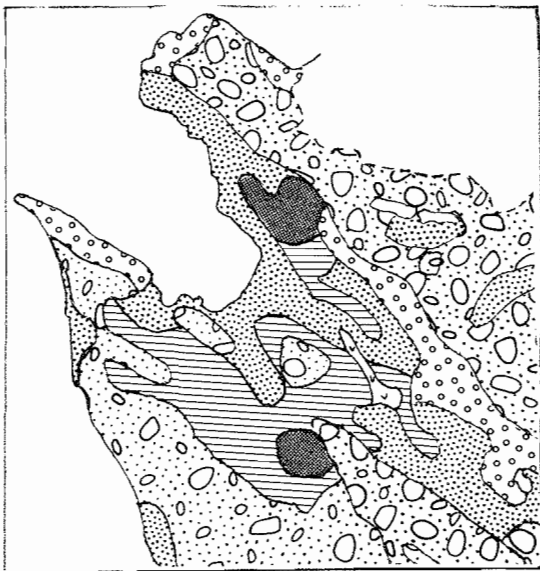


Figur 2.  
 Kvantärgeologisk jordartskarta  
 NV Skåne.  
 1:700 000  
*Quaternary soil map NW Scania.*

	Grus.	<i>Gravel</i>
	Sand och mo.	<i>Silt</i>
	Sedimentär lera.	<i>Sedimentary clay</i>
	Morän lågbaltisk.	<i>Boulder clay</i>
	Morän urbergs.	<i>Till sandy</i>
	Morän	
	skiffer/urbergs.	<i>Till clayey</i>










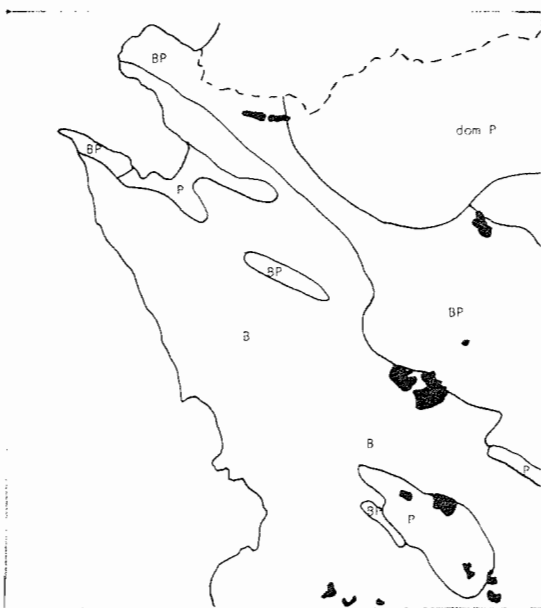
Det kartmaterial som visar matjordens sammansättning (figur 3) överensstämmer i stort med den geologiska bilden av området. Detaljerad jämförelse är svår på grund av skalan i detta kartmaterial. Jordmänen i området (figur 4) är till övervägande delen brunjord med små inslag av podsol på sandiga torra jordar.



Figur 3.  
Jordarter i matjorden  
enligt Ekström 1949.  
1:700 000

*Surface soils.*

-  Gyttjelera.
- Muddy clay*
-  Styvlera.
- Clay (clay cont >49%)*
-  Mellanlera.
- Clay (clay cont 24-40%)*
-  Sand.
- Sand*
-  Grus på morän.
- Gravel over till*
-  Morän lerig.
- Till clayey*
-  Morän sandig.
- Till sandy*



Figur 4.  
NV Skånes jordmäner efter  
Alf Sigling 1976  
*Soils of NW Scania.*

- B Brunjord.
- Mollic soils.*
- BP Övergångsform  
brunjord/podsol.
- Transition mollic/podzol.*
- P Podsol.
- Podzol soils.*
- dom P Podsoler dominerar.
- Podzol dominated soils.*

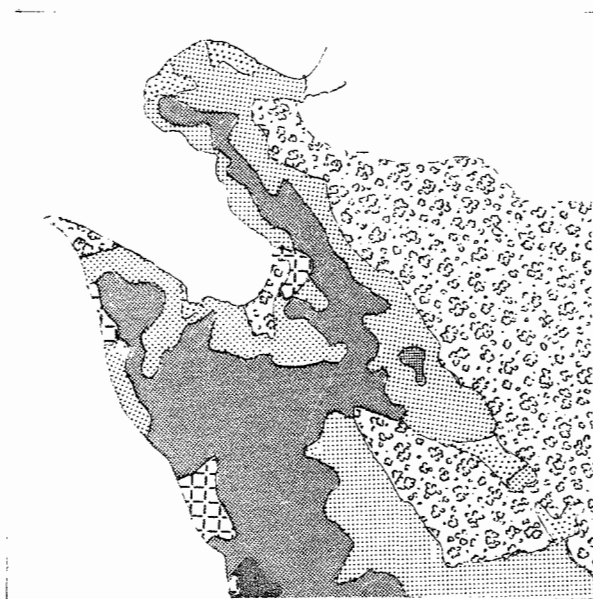
### 2.3. Odlingen inom området

70 % av jordbruksmarken sås på våren.

1984 odlades 20 % korn, 16 % höstveten, 10 % sockerbetor, 7 % höstråps och 6 % av vardera potatis, höstråg och havre.







Våren 1984 var ganska tidig och vårsådden kom igång redan i mars några veckor tidigare än normalt och följdes av en relativt nederbördsfattig och sval period under april maj.

Enligt Lantbruksstyrelsens klassning 1976 härledd ur kornavkastningen per hektar är marken mycket hög avkastande (figur 5).



Figur 5.

Jordbruksmarken i NV Skåne klassad efter korn avkastning per ha Lantbruksnämnden 1976.  
*Classification of the area with barley yearly averaged yield.*

	Stad.	<i>Vilages</i>
	Skog.	<i>Forest</i>
	Klass 10 (bäst)	<i>Highest</i>
	Klass 8,9	
	Klass 6,7	
	Klass 4,5	<i>Medium</i>

### 3. MATERIAL

#### 3.1. Markdata

Som grunddata för karteringen insamlades data från ca 150 jordanalyser utförda i området, av dessa kommer ca 30 från SLU:s försöksorganisation och ca 120 från av Hushållningssällskapet linjekarterade gårdar. Som indelningsgrund för träningsytor användes markens textur och mullhalt. Inom dessa träningsytor korreleras markparametrar och spektral karaktäristik.

#### 3.2. Flygbilder

Flygbilder fotograferade med infrarödkänslig färgfilm den 8 Juli 1984 från en höjd av 4600 m och med en skala av 1:30 000. Det aktuella fältmönster användes för att identifiera läget av grunddatan och föra in dessa som träningsytor på satellitbilderna.

#### 3.3. Satellitdata

##### 3.3.1. Allmänt

Jordresurssatelliten Landsat-5 passerar regelbundet med 16 dagars intervall över samma område på jordytan och på en höjd av 705 km. Ombord finns Thematic Mapper (TM) sensorn som kontinuerligt registrerar strålningen från marken i 7 skilda våglängdsband (tabell 1).

Band	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7	TM6
spektralt omfång ( $\mu\text{m}$ )	0,45-	0,52-	0,63-	0,76-	1,55-	2,08-	10,40-
	0,52	0,60	0,69	0,90	1,75	2,35	12,50
							Termiskt band
spektral indelning	synligt område			nära IR	mellan IR		långvågig IR

Tabell 1. TM sensorns spektrala upplösning.

*Spectral resolution of the TM sensor.*

Strålningen i varje våglängdsband kan urskiljas i 256 nivåer. Sensorerna mäter i varje moment strålningen från ett 30 x 30 m stort område av markytan, utom den termiska sensorn som mäter ett 120 x 120 m stort område. Dessa bildelement (pixlar) sammansätts till scener som täcker 185 x 185 km.

Registreringarna finns lagrade i digital form på magnetband (CCT), detta möjliggör att bilderna kan bearbetas i ett datoriserat bildbehandlings-system.

Materialiet kan erhållas i olika grader av förbearbetning. I systemkorri-gerat material har endast defekter i registreringen (dropouts och ban-fel) korrigerats, värdet i varje pixel är original men små avvikelser från en kartriktig bild förekommer. På precisionskorrigerat material har dessutom bilden anpassats till geografiska referenspunkter. Detta res-ulterar i att det radiometriska värdet i pixlarna har förändrats men att en kartriktig bild genererats.

### 3.3.2. Val av registreringar

Utav fyra möjliga registreringar över området under våren 1984 har två registreringar utnyttjats. Valet har gjorts med hänsyn till nederbörd och växttäckning. Registreringarna är gjorda med TM sensorn ombord på Landsat-5. Scenerna har id nummer 194/21 och är registrerade med 16 dagars mellanrum, den 27 april och den 13 maj.

För att erhålla sanna radiometriska värde har systemkorrigerade data utnyttjats.

Månaden före den första registreringen har det regnat 34 mm med 6 regn-fria dagar innan registreringen. Den senare registreringen har föregåtts av torrare förhållanden med endast 7,3 mm regn månaden innan och 10 regnfria dagar omedelbart före den.

Bildkvaliten hos de båda registreringarna är god. Visserligen fanns i maj registreringen några dropouts och lite molnslöjor men dessa påverkar inte det utvalda avsnitt som presenteras här.

#### 4. BEARBETNING OCH RESULTAT

##### 4.1. Inledande data analys

Förbehandling av satellit data har utförts i bildbehandlingssystem Gould De Anza IP-8500/Vax 11-750 vid SLU:s fjärranalys avdelning.

Endast den reflekterade strålningen (TM 1,2,3,4,5 och 7) har utnyttjats i detta projekt. Detta p.g.a. att den emitterade värmestrålningen (TM 6) har annan fysisk orsak än den reflekterade strålningen.

Ett avsnitt på 512x512 pixlar (15 x 15 km) öster om Höganäs har utvalts.

Ett 20 tal ytor har identifierats i bilden. Spektral statistik från dessa ytor har sedan utnyttjats för, att analysera hur spektrala data korreleras med markdata. Samt vilka spektrala band som ger mest information. För att presentera resultatet har 5 typytor i olika jordar (tabell 2) utvalts vilka presenteras i spektrala profiler (figur 7).

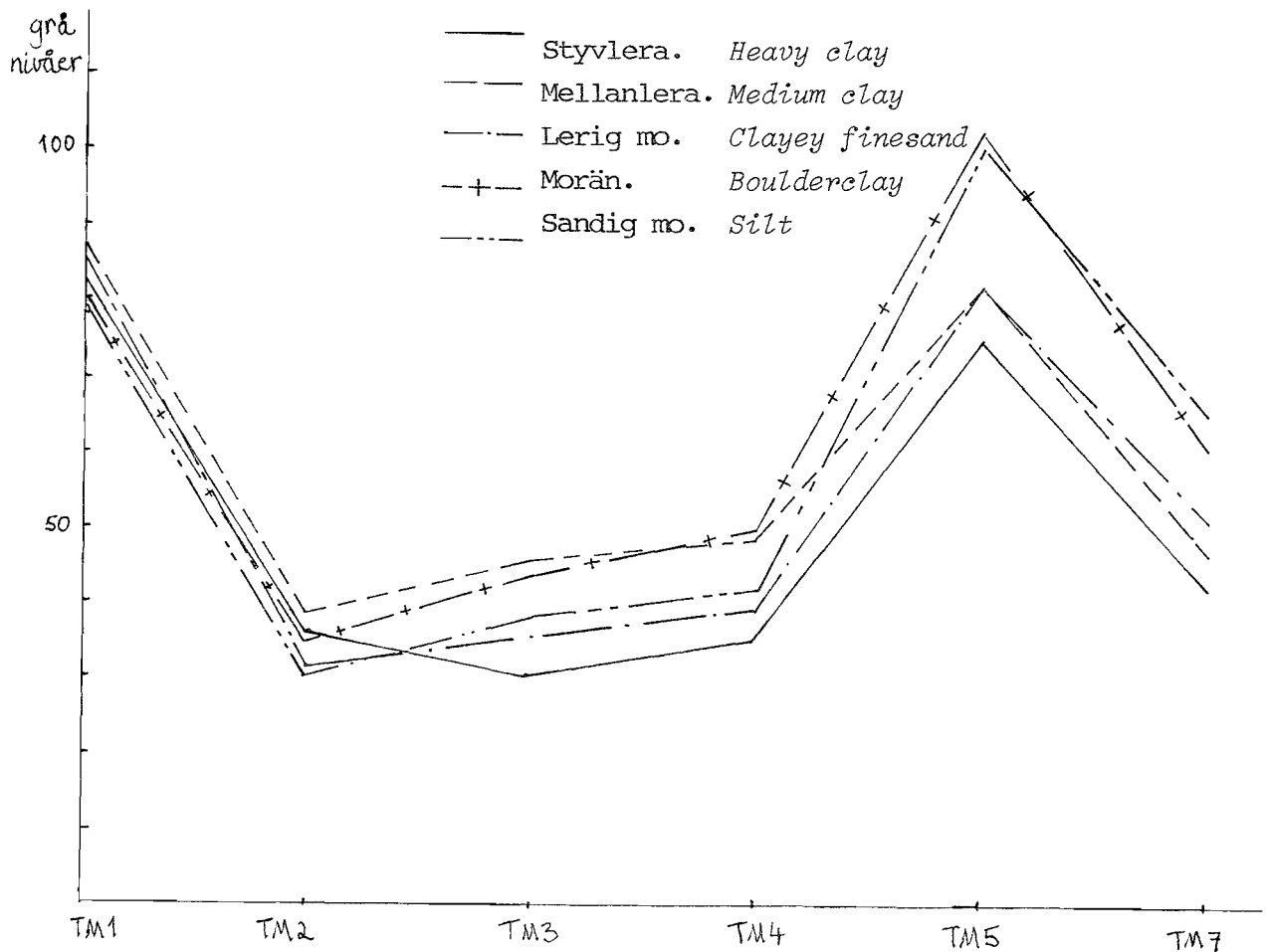
Jordtyp	antal pixlar	lerhalt	sandhalt	mullhalt
<i>Soiltype</i>	<i>nr of pixels</i>	<i>clay</i> <i>cont</i>	<i>sand</i> <i>cont</i>	<i>organic</i> <i>matter</i>
Styvlera	170	53%	22%	3,7%
Mellanlera	87	30%	40%	2,5%
Lerig mo	115	10%	65%	3,5%
Morän	121	15%	46%	3,9%
Sandig mo	97	4%	56%	2,8%

Tabell 2. Analysresultat och storlek på 5 urvalda typytor.

*Analysis of 5 selected soil groups.*

Jordreflektansen är en interaktion av spektrala egenskaper av det heterogena material som marken representerar (mineral-, organisk-, luft-, vatten-fraktion).

Litteraturen visar (Celis Ceusters 1980 & Stoner et al 1981) att markens spektrala signaturer är påverkade av textur, ytstruktur, ytskiktets fuktighetsgrad, mullhalt och järnoxidhalt.



Figur 7. Spektrala profiler av olika typjordar.

*Spectral profiles of the selected soil groups.*

Den spektrala reflektansen i de fem typjordarna förhåller sig lika i TM band 1 och 2 och är svåra att skilja åt. Skillnaderna är större i TM band 3,4,5,7 men eftersom band 4 kan vara kraftigt påverkad av vegetationens reflektion är, kombination av band 3, 5, 7 att föredra framför kombinationer med band 4.

Morän och sand har hög reflektion i band 5 och 7. Inbördes kan morän och sand skiljas i band 3 där sanden har lägre reflektion än morän. Leriga finmaterial har låg reflektion i band 5 och 7.

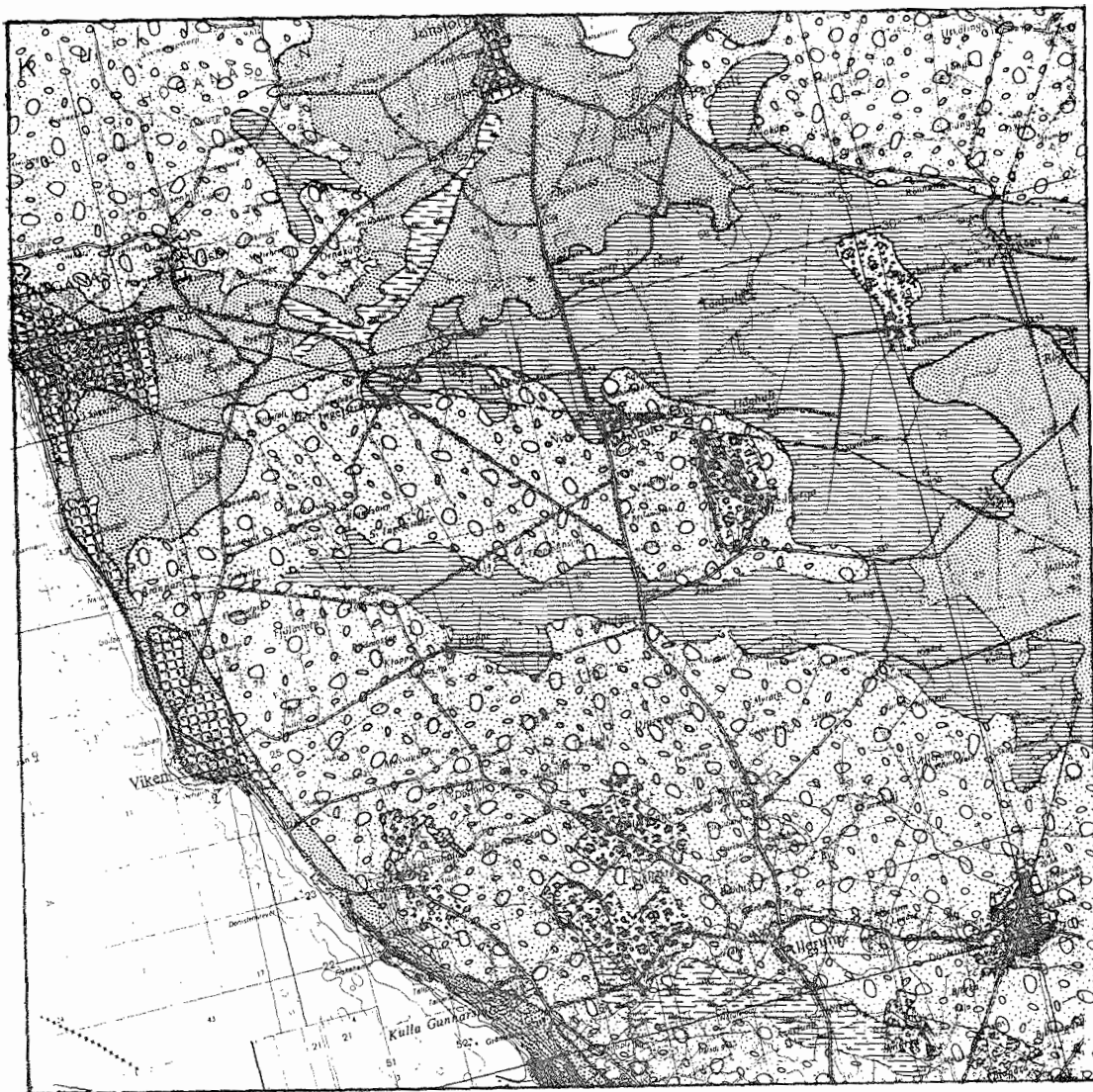
#### 4.2. Visuellt tolkning

För att utröna möjligheten för visuell tolkning av satellitbilder kontrastsattes och avfotograferades olika bandkombinationer av det utvalda

området med diafilm. Dessa diabilder projicerades sedan med en diaprojektor på ritfilm med markerade geografiska referenspunkter. Den projicerade bilden anpassades till referenspunkterna och tolkades med utgångspunkt från de befintliga träningsytorna.








Den bandkombination som var mest lättolkad var en färgkomposit av TM band 7, 5, 3 där TM 7 givits röd, TM 5 grön och TM 3 blå färg (RGB) (figur 10). När denna bandkombination utnyttjas får morän ljusblå färg och lera mörkblå färg. Gula nyanser representerar sandiga och moiga sediment och mörkgrå färger hörhär från organogena jordar. Vegetation avspeglas i gröna nyanser till svart.

En jordtypskarta i skala 1: 100 000 över området har framställts (figur 8). Jämför även med den geologiska jordartskartan SGU serie Ae nr 25 (figur 9).



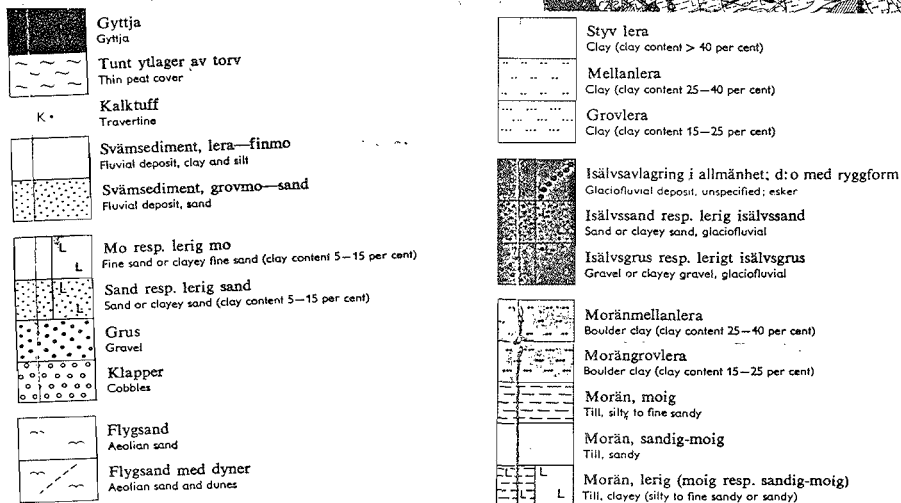
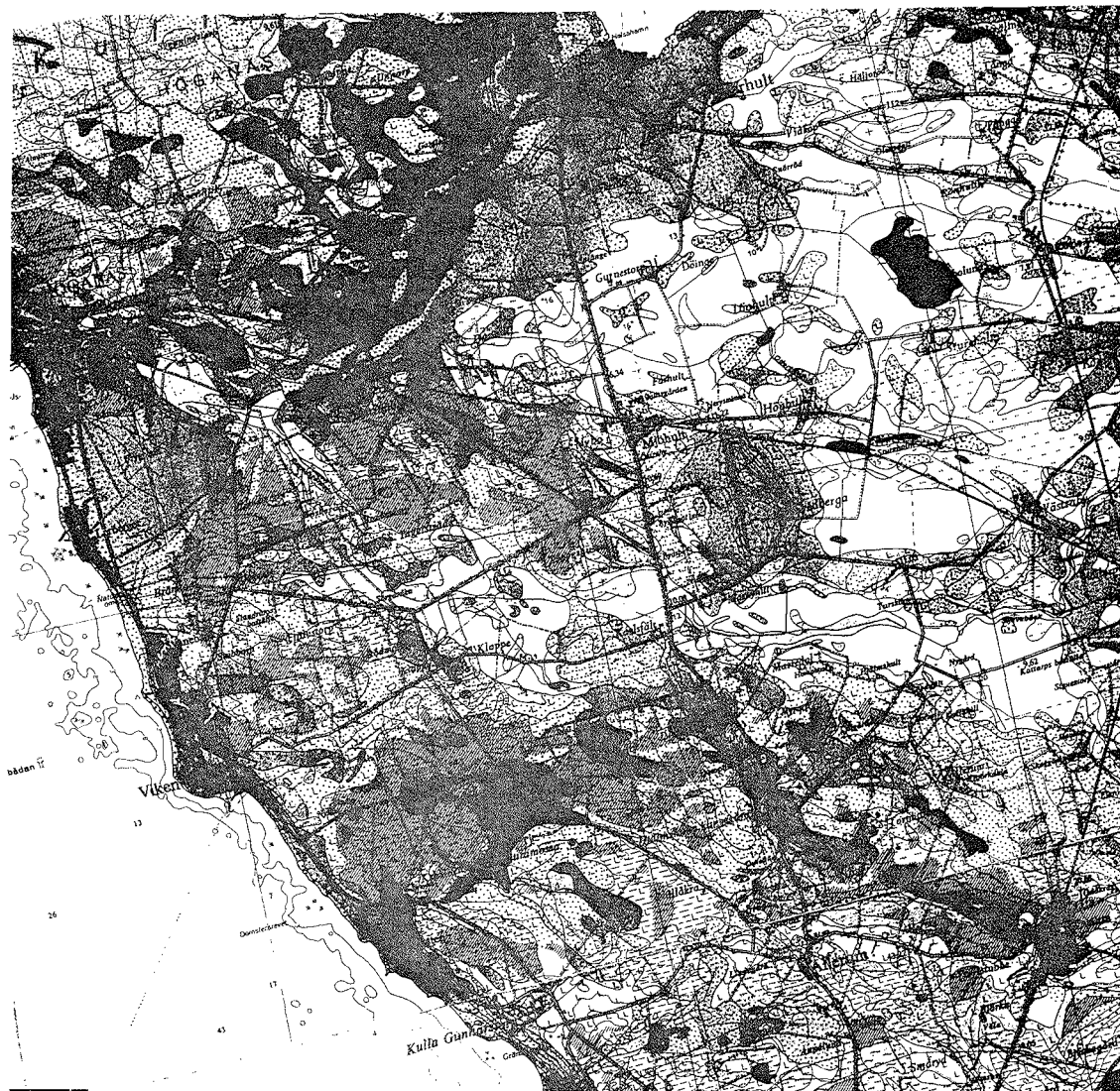
Skala 1:100 000

Legend:

	Organogena jordar		Stad och samhälle
	Moiga sandiga jordar		Skog
	Lerjordar		Vatten
	Morän jordar		

Figur 8. Visuellt satellitbidstolkad jordtypskarta över försöksområdet.  
*Visually interpreted soil map over the study area.*





Figur 9. Geologisk jordartskarta över området 1:100 000  
*Geological soil map over the study area.*

### 4.3. Datorstödd klassning

#### 4.3.1. Med tre spektrala band (TM 3,5,7)

För att utföra den datorstödda klassningen utplacerades 28 träningsytor på barmark i olika väl kända matjordstyper och 7 träningsytor i vegetation, vatten och samhälle. De 28 ytorna på barmark grupperades sedan med utgångspunkt från jordanalyser i 15 olika matjordsklasser.

Ytorna utgör tillsammans 6153 pixlar varav 2553 i olika matjordstyper (2,4% respektive 1% av hela bildens yta).

Med dessa data utfördes styrd såväl punkt som omgivningsberoende klassning enligt "maximum likelihood" algoritmen.

Utfallet av klassningen presenteras som matris (tabell 4).

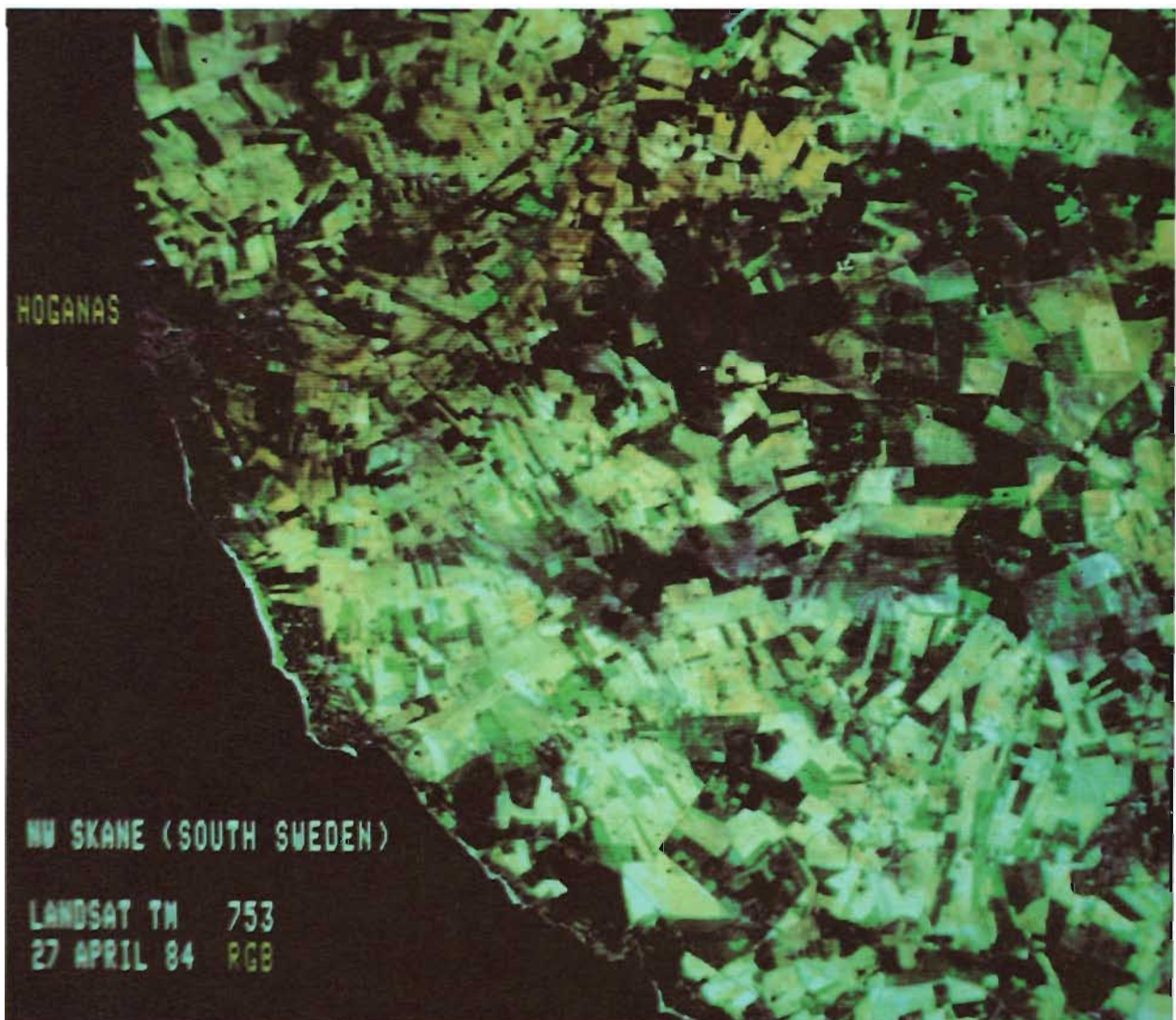
CONFUSION MATRIX (Nr of pixels)

Classnr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	181	87	47	190	15	1	0	0	3	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	99	10	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
3	13	27	85	16	0	4	0	0	0	9	0	0	0	37	0	0	0	0	0	8	0	0
4	77	12	36	371	2	14	0	0	0	1	0	0	0	46	0	0	0	0	0	2	0	1
5	0	2	1	0	62	0	2	0	28	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	31	1	5	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	11	0	1
7	0	0	0	0	0	0	11	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	8	75	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
9	0	0	0	0	32	1	9	15	213	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	1	1	0	0	0	0	0	46	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	1	3	0	0	0	0	0	46	87	11	11	0	0	0	0	0	0	2	0	9
12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	19	127	0	0	0	0	6	0	0	0	0	10
13	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
14	1	2	7	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	332	80	19	0	7	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	210	1	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	16	0	368	0	0	0	0	4
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	216	16	0	0	2
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	2	12	4	327	0	0	2
20	0	0	0	0	0	7	0	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1868
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
Tot	273	229	188	581	131	67	31	115	251	114	111	143	90	143	416	292	412	221	350	521868	75	

Tabell 4. Matris från klassningen (benämning av klasserna 1-22 bilaga 1)

*Matrix from the classification of training fields.*

De 15 ursprungliga matjordsklasserna grupperades samman till 5 olika huvud grupper: Morän; Lera; Svämsediment; Lerigsand och lerigmo; Sand och mo. Pixlar som inte har kunnat hänföras till dessa klasser har gjorts svarta. Med dessa fem klasser datorn tränats och en "point to point maximum likelihood" klassning över området utförts. Klassningen tillgår så att datorn, stegvis för varje pixel beräknar vilken klass som är mest sannolik, denna klass gives till den aktuella pixeln. Resultatet presenteras nedan (figur 11).



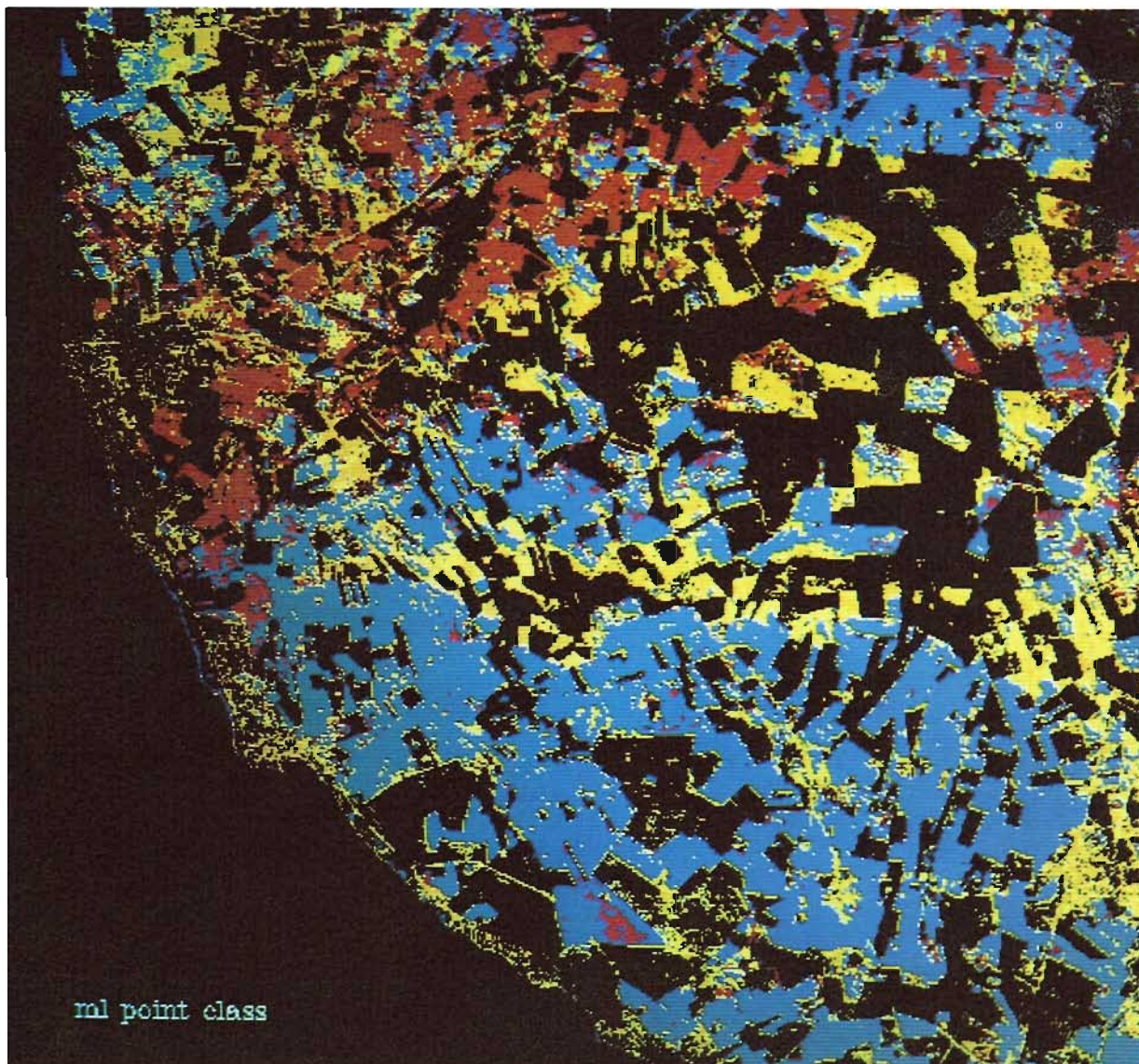
Figur 10. Satellitbild av NV Skåne i form av en färgkomposit

TM band 7,5,3 (RGB) den 27 april 1984.

SLU avd för fjärranalys.

*False colour composite of the study area TM band 7,5,3 (RGB)*

*27 April 1984.*



Figur 11. Datorstödd "point to point" klassning med registreringen 27 april. Morän=blå; Lera=gul; Svåmsediment=ljusgul; Lerigsand och lerigmo=gulbrun; Sand och mo=rödorange; Övrigt=svart.  
*Results of the point to point classification. Scene April 27 1984. Legend see summary.*

Med samma fem huvudgrupper utfördes en omgivningsberoende klassning enligt "maximum likelihood" algoritmen över området. Härvid beräknas sannolikheten för en viss klass inom ett fönster 3 x 3 pixlar stort. Klasstillhörigheten av centrum pixeln i fönstret vägs samman med övriga pixlar inom det. Fönstret får sedan glida över hela bilden så att varje pixel tilldelas en klass. Vid denna typ av klassning blir resultatet mer sammanhängande. Felklassning beroende på överstrålning mellan intilliggande pixlar begränsas. Resultatet blir också lättare att tolka och blir mera kartlik (figur 12). Vid fortsatt klassning har denna omgivningsberoende klassning utnyttjats.

Även scenen från den 13 maj klassades på samma vis med samma träningsytor. Grödan har dock vuxit så pass mycket att den stör klassningen och stora områden blir felklassade.

#### 4.3.2. Med transformerade data

För att begränsa data mängden och testa TM datas dimension har Crist och Cicone (1984) utvecklat en linjär transformation av TM sensors sex reflektiva band, det så kallade "TM Tasseled Cap"(TC). Kauth och Thomas (1976) visar att jordreflektansen registrerad med en tidigare satellit-sensor (MSS) kan grupperas i ett geometriskt plan i data rymden där största variabilitet av jordtyperna finns representerad. Likaså kan TM data transformeras för att bäst representera olika egenskaper på markytan.

För jordarter är två TC transformationer viktiga de så kallade "brightness" och "wetness" transformationerna.

"Brightness" (ljushet) transformationen är en viktad summa av alla spektralbanden (tabell 3). Brightness är starkt kopplad till kornstorleksfördelningen i markytan.

band	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7
Brightness	0,3037	0,2793	0,4743	0,5585	0,5082	0,1863
Wetness	0,1509	0,1973	0,3279	0,3406	-0,7112	-0,4572

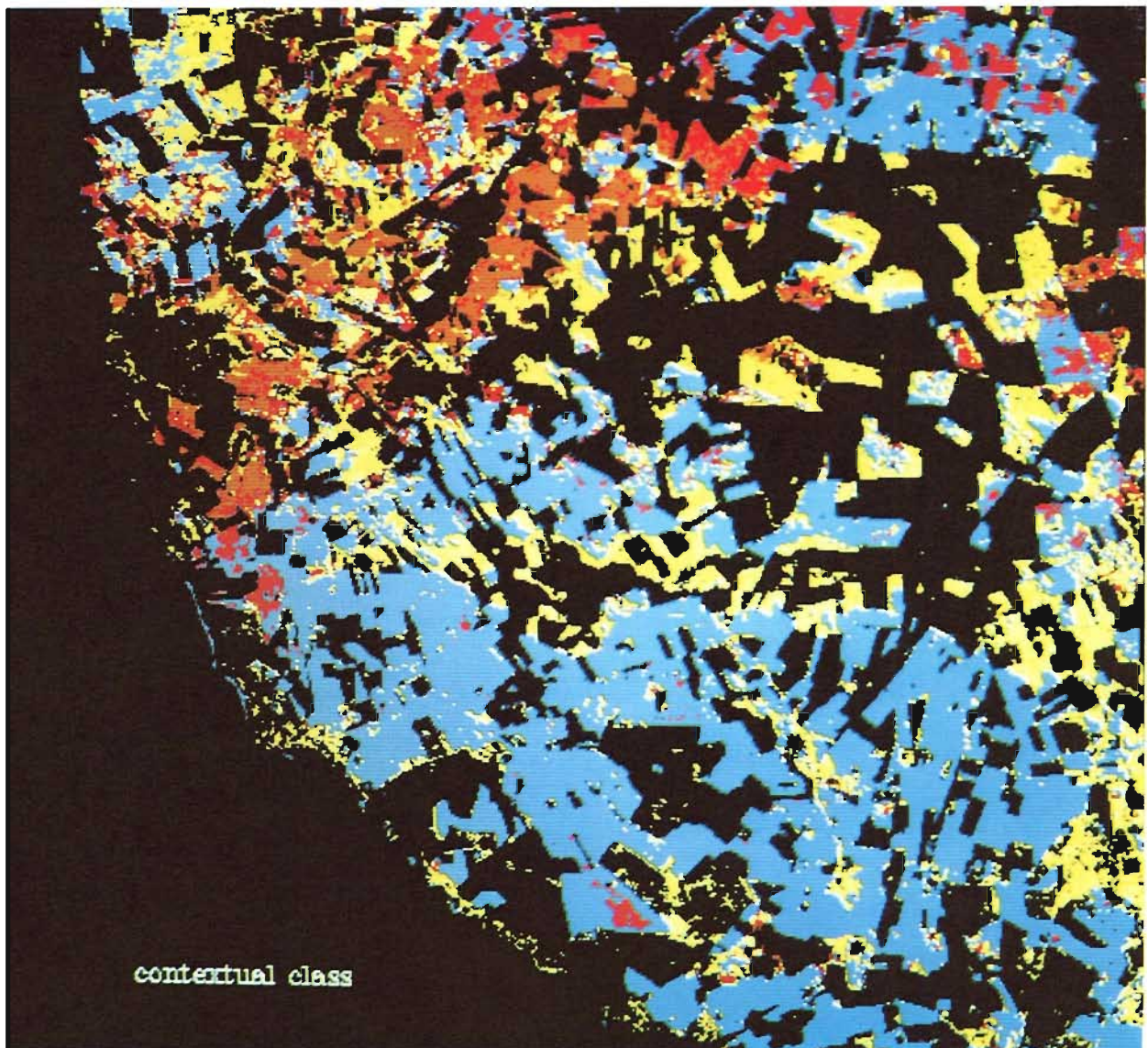
Tabell 3. Koefficient för transformering av Landsat TM data i "TM Tasseled Cap".

*The coefficient for the tasseled cap transformation.*

"Wetness" (fuktighet) transformationen gör en differens mellan summan av de synliga och nära infraröd bandet med summan av de mellan infraröda banden (tabell 3). Denna transformation förmedlar den varierande fuktighetsgraden i markytan.

En färgkomposit med "brightness" i röd färg och "wetness" i grönfärg (figur 13) visar vilken information dessa data ger.

TC transformerade data kan sedan ligga till grund för klassning. Då denna metod utnyttjades krävde klassningen mindre data kraft men klassningsresultatet blev något sämre än då rena spektrala band användes.



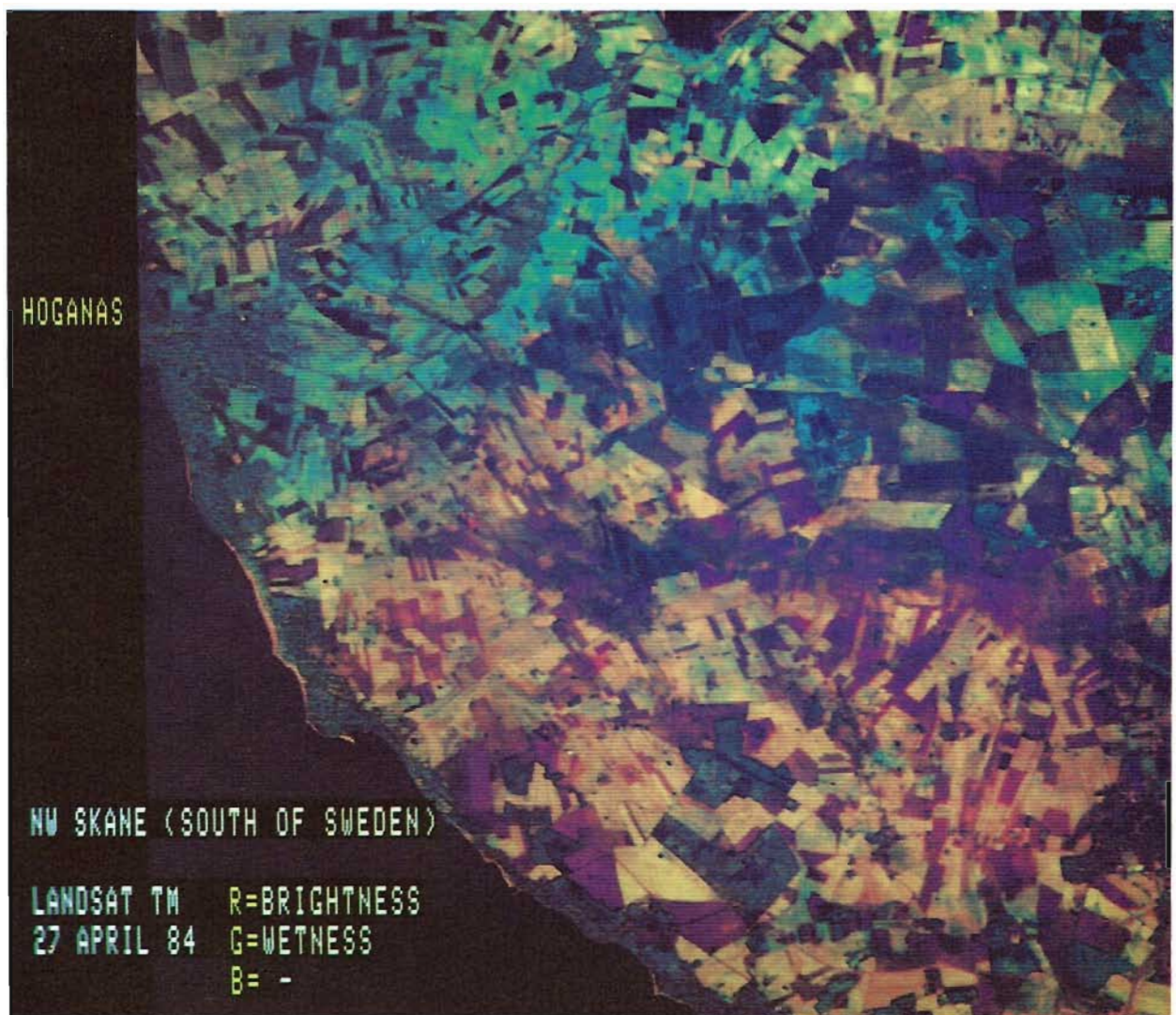
Figur 12. Omgivningsberoende klassning, med registreringen 27 april.

Samma färger som i figur 11.

SLU avd för fjärranalys.

*Contextual classification of the scen of 27 April.*

*Legende see summary.*



Figur 13. "Tasseled Cap" transformerad bild med "brightness" i rött och "wetness" i grönt.

SLU avd för fjärranalys.

*Colour composite of Tasseled cap transformed data with brightness in red and wetness in green.*



## 5. DISKUSSION

### 5.1. Grundläggande problem

Att kunna karaktärisera en yta med hjälp av satellitregistreringar innefattar många grundläggande fysiska problem. Arbetet som presenteras här är ett inledande pilot projekt.

Man har inte tagit hänsyn till den varierande atmosfäriska transmissionen (absorption och diffusion) mellan de 2 registreringarna. Man har inte heller tagit hänsyn till de geometriska tillstånd som ytjorden befinner sig i. Dock har valet av vårbild minimerat risken för stor påverkan av ytråhet, då skuggeffekten är mindre beroende på den större solhöjden och marken p.g.a såberedning är jämnare på våren än på hösten. Radiometrin varierar mellan plöjd mark, harvad mark (Wallace et al 1986).

Metoden vid provtagningen för grunddaten varierar något mellan de av SLU provtagna fältförsöken och de av Hushållningssällskapet linjekarterade gårdarna. Fältförsökens jordartsbestämning är lokaliserad till en mindre yta medan de linjekarterade gårdarnas analysresultat är ett medeltal över ett antal punkter tagna längst en linje över ett fält. På grund av begränsad tillgången av grunddata (markanalys i barmark) har slumpmässig urval av träningsytor ej kunnat ske.

Objektiv noggrannhetsanalys av visuell tolkning och datorstödd tolkning har inte utförts på detta stadium. Resultatet har endast jämförts subjektivt mot befintliga kartor.

### 5.2 Jämförelse av metoder

Visuella metoden är en praktisk metod som liknar traditionell flygbildstolkning. Den integrerar möjligheten att interaktivt öka kontrasten i bilden och att under tolkningen föra in erfarenhetsbaserade kriterier och interpolera över område som kan vara svårtolkade.

Datastödda metoder ger ett snabbt resultat. I vissa fall är resultaten svårtolkade (andelen oklassade partier i bilden kan vara stort). Men den har en styrka i att snabbt kunna producera kartmaterial över stora arealer. Olika resultat uppnås från "rena" spektrala data och transformerade data. Huvudgrupperna sammanfaller i olika detaljerings grad. Omgivningsberoende klassning ger en renare bild med sammanhängande gränser medan punkt klassningen ger en mera fläckig bild. För att framställa en färdig karta i liten skala är omgivningsberoende klassning att föredra. Däremot kan mera information erhållas genom tolkning av punkt klassning.

TC transformerade data ger mindre data att bearbeta för datorn men vissa jordarter blev felklassade.

En generellt större felklassning sker i maj bilden på grund av störning från växande gröda.

### 5.3 Vidare utveckling

#### 5.3.1 Radiometriska aspekter

Studier av upptorkningsförlopps radiometriska förändring kommer att göras. Spektral reflektion påverkas kraftigt av markytans fuktighet i de översta 5-10 cm, särskilt i de infraröda banden som ligger nära vattenabsorptionsbanden. Vidare kommer ytskiktets struktur och mullhaltens spektrala påverkan att studeras. Multifaktoriella korrelationsstudier bör ge svar till dessa samband.

#### 5.3.2 Integrering med markdatabaser (GIS)

Satellitdata i digital form lämpar sig för att användas och integreras i "Geografiska informations system" (GIS). Där kan raster, polygon och annan information sambehandlas och analyseras.

Relationsdatabaser för markdata skulle vara till stor nytta för markkartering (t.ex. vid upprättandet av aktuell markkarta kring Laholmsbukten) Intressanta studier skulle då kunna göras med användning av digitala satellit- eller flyg-bilder, som t.ex. avkastningsstudier relaterad till jordarter i tid och rum och anpassad gödsling till jordartsfördelning inom fält.

## 6. SLUTSATSER

Tolkning av satellitbilder tagna på våren är en hjälp vid kartering av jordarter i jordbruksmark. Registreringarna bör vara från tidig vår. Bilder från maj blir svårtolkade p.g.a grödans uppkomst. Satellittolkad bild kan vara det första steget i kartering för att producera kartor i skalan 1: 100 000 till 1: 50 000. Dessa kan ersätta och aktualisera den publicerade matjordskartan. Satellitbilder kan också vara ett stöd för att välja en optimal provtagningsmetod för att kartera eller orientera provtagning vid linjekartering av gårdar. Preliminärt kan vi se att de medelinfraröda banden ger bäst spektral skillnad mellan typjordarna, att TM sensorn är lämplig för jordtypskartering och har bättre valda spektralband än HVR sensorn som finns ombord på SPOT-1.

## 7. SUMMARY

### 7.1. Description of the project

This research project study the possibility and method for mapping and describing the surface soils of agricultural areas in Sweden, using remotely sensed data from Landsat-5/TM together with scattered soil samples from agricultural sampling.

The project is planned and being carried out by the group for agricultural remote sensing at the Swedish University of Agricultural Sciences with support from the Forestry Remote Sensing Laboratory at the same university. The Swedish Agricultural Board in the study area has supplied results from "line mapped" fields which has served as ground truth. The project started in July 1985 and is running for two years.

The study area is located NE of Helsingborg, south Sweden and measures 15 x 15 km. The area was selected because of the many different soil types represented in the area. There is also a good geological soil map of the area which describes the soil pattern at about 50 cm depth. The local advisory service have also sampled the surface soils in the area.

Two Landsat-5/TM quarter scenes over the area ( 194/21: Q1, 27-04-1984 and 13-05-1984 ) have been analyzed. The former had slightly wet conditions during the weeks prior to registration, the latter had drier conditions during this period.

The objective of the project was to investigate to what degree it is possible to classify soil types important to agricultural activity. The classification units are as follows:

- |                      |              |
|----------------------|--------------|
| 1. Boulder clay      | Blue         |
| 2. Sedimentary clay  | Yellow       |
| 3. Fluvial clay      | Light yellow |
| 4. Silty soils       | Redorange    |
| 5. Clayey silt soils | Yellowbrown  |
| 6. Others            | Black        |

The colours serve as a legend to figure 11 and 12.

To evaluate the capability for visual interpretation of satellite imagery in soil type classification and to identify the spectral channel which contains most information about soil properties, reference areas in the different class units were chosen and spectral statistics from this area analysed. The results indicate that a combination of TM band 3, 5, and 7 gave most information about soil characteristics. For visual interpretation, best results were obtained with a false colour composite (FCC) where TM 7 was given red, TM 5 green and TM 3 blue colours.

Computer-aided classification of the soil types was made in the Forestry Remote Sensing Laboratory's Gould De'Anza IP-8500 Vax 11/750 Image analysis system, according to the maximum likelihood algorithm.

The feasibility for using transformed spectral data has been studied. The Tassled Cap brightness and wetness index described by Crist and Cicone (1984) was calculated with help of the De'Anza image processor and the generated image was interpreted.

## 7.2 Comparisation to alternative methods

For agricultural purposes are the soil properties in the surface layer important. To survey the agricultural area of Sweden in order to make an soil map of the surface soil would take a long time and be very expensive. With the support of remote sensing technics, this work could be simplified and costs cut.

One advantage of using remote sensing is that the results will be easy to store in digital form for later up-dating and use in geographical information system.

## 7.3 Future improvement

Fields with winter crops could be surveyed using images from more than one year. When the soil type has been identified spectral data combined with topographical and meteorological data could show the current moisture and drainage conditions of the soil.

## 8. REFERENSER

- Celis-Ceuters, M.A.,1980. Ground truth radiometry (Exothech) on bare and overgrown Belgian soils. *Édologie* 3(1), 43-66.
- Crist, E.P. & Cicone, R.C.,1984. A physically-Based Transformation of Thematic Mapper data-the TM tasseled Cap. *IEEE Trans on Geo and Remote Sensing* GE22(3), 256-263.
- Kauth, R.J. & Thomas, G.S.,1976. The Tasseled Cap a graphic description of the spectral-temporal development of agricultural crops as seen by Landsat. *Proc. of the Symp on Machine Processing of Remotely Sensed data, Purdue University W.Lafayette Ind.* 4B, 41-51.
- Sigling, A.,1976. I Öresundsförbindelser, Landskaps-analys. *SNV Meddelande* 3/1978, 29.
- Stoner, E.R. & Baumgardner, M.F.,1981 Characteristic Variation in reflectance of surface soils. *Soil Sci Soc Am J* 45, 1161-1165.
- Thompson, D.R. & Henderson, K.E.,1984. Evaluation of Thematic Mapper for detecting soil properties under grassland vegetation. *IEEE Trans on Geo and Remote Sensing* GE22(3),319-323.
- Wallace, K.S., Post, D.F. & Huet, A.R.,1986. Surface roughness effects on soil spectral reflectance. *Agronomy abstracts, annual meetings*, 236.
- Weismiller, R.A., Persinger, I.D. & Montgomery, D.L.,1977. Soil inventory from digital analysis of satellite scanner and topographic data. *Soil Sci Soc Am J.* 41, 1166-1170.

## BILAGA 1

klass	benämning	geologiskt underlag
1	lerig moig morän	morän
2	lerig moig morän	morän
3	lerig sandig morän	morän
4	morän lättlera	morän
5	sandig mo	sand
6	lerig mo	mo
7	lerig sand	mo
8	lerig sand	mo
9	lerig sand	sand
10	mellan lera	lera
11	styv lera	lera
12	mulrik styv lera	lera
13	mellan lera	lera
14	lerig sand	svämsed.
15	höstvetete	
16	höstvetete	
17	höstreps	
18	barrskog	
19	lövskog	
20	sandig lättlera	svämsed.
21	vatten	
22	samhälle	

Denna serie rapporter utges av Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Serien innehåller forsknings- och försöksredogörelser samt andra uppsatser som dedöms vara lämpade för mer allmän spridning. Uppsatser av huvudsakligen internt intresse publiceras i serien Avdelningsmeddelande. Tidigare nummer i rapportserien kan i mån av tillgång levereras från avdelningen.

This series of Reports is produced by the Division of Agricultural Hydrotechnics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. The series consists of reports on research and field trials and of articles or papers considered to be of general interest. Articles of mainly internal interest are published in a series of Divisional Communications (Avdelningsmeddelande). Earlier issues in the Report series can be obtained from the Division of Agricultural Hydrotechnics (subject to availability).

---

**DISTRIBUTION:**

Sveriges Lantbruksuniversitet  
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik  
750 07 UPPSALA, Sverige  
Tel. 018-171165, 171181

---