

NGU-rapport nr. 85.018

Erfaringer med simulerte
SPOT-data



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 55 31 65

Rapport nr. 85.018	ISSN 0800-3416	Åpen/ Forsiktig	
Tittel: Erfaringer med simulerte SPOT-data			
Forfatter: Bjorn Rindstad		Oppdragsgiver: NGU/NTNF	
Fylke: Finnmark		Kommune: Alta	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Nordreisa		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1834 I Alta 1934 IV Gargia	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 15	Pris: kr. 40,-
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 18.10.1985	Prosjektnr.: 5322.02	Prosjektleder: B. Rindstad
Sammendrag: <p>Rapporten omtaler en studiereise til "Centre de Teledetection et d'Analyse des Milieux Naturels", CTAMN, i Frankrike og det arbeidet som ble utført der i løpet av fire uker høsten 1983, samt oppfølgende arbeider ved NGU vinteren 1984.</p> <p>Reisen var organisert og finansiert av NTNf og var et resultat av et fransk-norsk samarbeid innen satellittfjernmåling.</p> <p>Utgangspunktet for oppholdet var å arbeide med simulerte SPOT-data fra fly fra et testområde i Alta og så på hvilke anvendelsesområder disse kunne ha innen geologi.</p> <p>Rapporten omtaler den digitale bildebehandlingen samt radiometriske og geometriske egenskaper ved SPOT-dataene. Dataene er forsøkt vurdert mot geologisk bruk, men ingen konklusjon er trukket p.g.a. simuleringsdataenes spesielle geometriske og radiometriske egenskaper.</p> <p>Imidlertid ser det ut som om bart fjell lar seg skille ut. Forskjellige bergarter som basaltisk tuff og kvartsitt skiller seg også fra hverandre.</p>			
Emneord	EDB		
	Fjernanalyse		Fagrapport

1. INNLEDNING	side	4
2. CTAMN	"	4
2.1 Arbeidsoversikt	"	4
2.2 Bildebehandlingssystemet	"	5
3. SPOT-DATAENE	"	6
3.1 Radiometriske egenskaper	"	6
3.2 Geometriske egenskaper	"	7
3.3 Bearbeiding	"	9
4. KONKLUSJON	"	11
5. REFERANSER	"	11

Tabell 1: Spektrale egenskaper ved LANDSAT og SPOT data.

Tabell 2: Spektrale forskjeller i SPOT-scenen.

Tabell 3: Forskyvninger av scanlinjer

Tabell 4: Treningsområder ved klassifikasjon

Tabell 5: Klassifikasjonstabell

Bilag I. Oversiktskart

Bilag II. Nordøstre halvdel av simuleringsområdet

Bilag III: Lokalisering av treningsområder.

Bilag IV: Resultat av klassifisering

INNLEDNING

Den franske jordressurssatellitten SPOT vil være operativ i løpet av 1986. Allerede i 1981 startet de første kontaktene mellom franske og norske fjernanalysemiljøer og dette munnet ut i et simuleringsprosjekt der 12 testområder i Norge ble fløyet sommeren 1982. Disse områdene lå spredt i landet og var plukket ut av forskjellige fagmiljøer, også NGU, som hadde valgt Alta som sitt testområde (se bilag I).

NGU mottok de ferdig prosesserte dataene fra testområdet i Alta ved begynnelsen av 1983. Via bildebehandlingssystemet MINGU ble dataene lest inn fra magnetbånd og kunne vises på en fargeskjerm slik at kvaliteten på dataene kunne sjekkes og dekningsområdet bestemmes. Dette var mens videreutviklingen av MINGU foregikk ved NGU og videre arbeide med SPOT-dataene foregikk derfor stort sett som testing av systemet.

Farge IR-bildene som ble tatt samtidig med de multispektrale dataene fungerte som bakke-data. Av annen informasjon fra området fantes og berggrunnsgeologiske kart, kvartærgeologiske kart og økonomiske kart. Denne rapporten er også lagt frem ved et SPOT-seminar på Klekken ved Hønefoss, 13.-14. mars 1984.

2. C T A M N

Blandt de opplæringskursene i Frankrike som kom istand etter SPOT simuleringsforsøkene var også ett opphold beregnet på personer med geologisk bakgrunn og erfaringer innen fjernanalyse og digital bildebehandling. Oppholdet var lagt til CTAMN.

CTAMN, Centre de Teledetection et d'Analyse des Milieux Naturels, er en del av Ecole des Mines i Paris og ligger i Sophia Antipolis, ca 20 km sydvest for Nice i Syd-Frankrike. Ca 25 personer arbeider ved sentret, derav endel studenter som holder på med sin hovedoppgave.

CTAMN's virksomhetsområde ligger innenfor geografi, geologi og oceanografi. Aktiviteten utenlands, særlig i Afrika, har vært stor og sentret har en lang rekke rapporter og publikasjoner fra arbeider i dette området. Direktør for CTAMN er J. M. Monget.

2.1. Arbeidsoversikt

Oppholdet varte fra 31. oktober til 25. november 1983.

1. uke: Innføring i CTAMN's organisasjon og virksomhetsområde.
Gjennomgåing av rapporter og publikasjoner.
Innføring i bildebehandlingssystemet.
Gjennomgåing av dokumentasjon for bildebehandlingssystemet.

2. uke: Digital bildebehandling av simulerte SPOT-data fra Alta. Gjennomgåing av rapporter.
3. uke: Digital bildebehandling av simulerte SPOT-data fra Alta. Innføring i bruk av klassifikasjonsprogrammene. Geometriske og radiometriske egenskaper ved Alta-dataene.
4. uke: Digital bildebehandling.
 - generering av nye variable.
 - analyse og fototolkning av dataene.
 - klassifikasjon.Reproduksjon på filmskriver og Versatec plotter.

2.2. Bildebehandlingssystemet

Datasystemet ved CTAMN var bygd opp om tre minimaskiner av typen HP 21 MX. Den ene datamaskinen ble benyttet til å motta METEOSAT-data fra Darmstadt i Vest-Tyskland, mens de to andre ble brukt til bildebehandling.

Av viktig periferutstyr kan nevnes: 2 stk TRIM fargerasterskjermer med bildelager på 512 x 512 piksler a 8 bits, en VERSATEC 1200A elektrostatisk plotter med plottebredden 26 cm (512 piksler) og 8 gråtoner, en VIZIR filmskriver (S/H) med max format på 40x40 cm, og et ALTEK digitaliseringsbord. Den ene HP maskinen hadde også en arrayprosessor tilkoblet som hjelp under de tyngste beregningene, bl.a. Fast Fourier transformasjon, konvolusjon og beregning av nye variable.

TRIM og software er levert av ARMINES, Paris. Det er et Hewlett Packard system med programmer i Fortran og Assembler, totalt ca 20 subrutiner. Fra disse subrutinene er det utviklet over 60 programmer for behandling og analyse av fjernanalysedata. Av disse ble ca 30 benyttet under oppholdet.

Felles for flere av klassifikasjons og fototolkningsprogrammene i systemet var at de benyttet to variable der aksene ble delt inn i 16 intervall. På denne måten kunne skjermen holde to 4 bits bilder istedenfor et 8 bits bilde. Vha. spesielle programmer kunne dette 16x16 fargekartet endres slik at skjermbildet gav best mulig visuelt resultat. Skjermbildene kunne avfotograferes direkte. Reproduksjon vha. VIZIR filmskriver ble forsøkt i bare et par tilfeller.

Arbeidet med bildebehandlingssystemet foregikk stort sett selvstendig, og det var greit å få assistanse når det var nødvendig. Spesielt geograf Claude Bardinet var med sin store erfaring til uvurderlig hjelp for å komme i gang med bruk av klassifikasjonsprogrammene.

Systemet ble reservert for 2 timer av gangen og det var vanskelig å få mer enn 2 økter pr dag.

Oppholdet ved CTAMN var meget lærerikt, men burde vart 1 - 2 uker til. Spesielt var utbyttet inne bildebehandling og klassifikasjon meget godt, mens de geologiske applikasjoner (pga tidsnød) ikke kunne følges godt nok opp.

3. SPOT-DATAENE

Dataene fra Alta dekker et område på ca 10 x 24 km². Pikselsestørrelsen er 20 x 20 m² og datasettet består av 512 x 1200 piksler. a 4 kanaler. Flyhøyden var 7000 m under opptaket.

3.1. Radiometriske egenskaper

I tillegg til de tre multispektrale båndene finnes et pankromatisk bånd 4. Bånd 4 har en meget høg korrelasjon med bånd 2 og 1 og er ikke benyttet i den videre behandlingen av dataene. De digitale verdiene (pikselverdiene) virker uvante i forhold til f.eks. LANDSAT-data. For dypt vann vil LANDSAT bånd 4, 5, 6 og 7 ha verdier som f.eks 21, 13, 11 og 3 (se TABELL 1). For SPOT bånd 1, 2 og 3 er tilsvarende verdier 3, 5 og 36, dvs motsatt av LANDSAT. SPOT bånd 3 inneholder også flere piksler for vann med verdier mellom 0 og 30 og disse kommer inn som støy under den videre behandlingen.

TABELL 1: Spektrale egenskaper ved LANDSAT og SPOT data.

T E M A	L A N D S A T					S P O T			
	b å n d					b å n d			
	4	5	6	7	f=4+5/6+7	1	2	3	f=1+2/3
Vann	21	13	11	3	2.42	3	5	36	.22
Sand	34	30	33	14	1.36	55	63	104	1.13
Bart fjell	26	20	30	15	1.02	24	32	103	.54
Barskog	24	15	27	14	.96	17	20	94	.39
Lauvskog	24	15	37	22	.66	18	20	120	.32
Dyrka mark	26	16	44	25	.59	21	21	174	.24
	Bånd 4: 0.4 - 0.5 um					Bånd 1: 0.50-0.59 um			
	" 5: 0.5 - 0.6 um					" 2: 0.61-0.68 um			
	" 6: 0.6 - 0.7 um					" 3: 0.79-0.89 um			
	" 7: 0.7 - 1.1 um					" 4: 0.51-0.73 um			

Pikselverdiene ligger i området 0 - 255, men hovedkonsentrasjonen dekker et mye mindre område. Spesielt bånd 1 og 2 virker noe trange, mens bånd 3 har en noe bedre radiometrisk oppløselighet. Dette kan imidlertid skyldes at ALTA-scenen er spesielt homogen med store fjellområder som gir lite spredning i dataene.

Sammenlignet med LANDSAT MSS er den radiometriske oppløseligheten for SPOT noe bedre tiltross for færre spektrale bånd. Dette skyldes at SPOT-dataene registreres med 8 bit (256 digitale nivå), mens LANDSAT MSS bruker 6 og 7 bit.

En vinkleffekt ved scanneropptak fra fly gir en forskyvning i pikselverdiene ut fra midtpunktet av linja. Ved betraktning av homogene områder som vann er dette særlig merkbart for bånd 1 på Alta-scenen. Effekten bestemmes av vinkelen mellom solstrålingen og flyretningen og er minst ved sveiping normalt på solretningen. Undersøkelser av pikselverdiene fra flere vann spredt over hele området er fremstilt i TABELL 2. Vannene er tilnærmet identiske i lokalisasjon, men likevel er variasjonene store. Den store scanvinkelen på +36° gjør at treningsfelt ved en klassifikasjon må plukkes fra hele opptakets bredde for å dekke alle variasjonene langs scanlinjen. Denne variasjonen er forskjellig for forskjellige tema og i de forskjellige bånd.

TABELL 2: Spektrale forskjeller i SPOT-scenen. Innsjøer og vann av samme type er brukt for å måle forskjellene.

Vann	Sentrum	Ant. piksler	B å n d		
			1	2	3
Vestre del :	61,951	104	8.4	7.7	38.8
Midtre del :	195,761	255	3.7	5.1	37.4
Midtre del :	461,901	266	5.3	6.7	37.2
Østre del :	531,811	192	6.5	7.6	37.8

Få scanlinjer er preget av bånding, flest i bånd 1.

3.2. Geometriske egenskaper

Av geometriske egenskaper er spesielt tydelig en linjeforflytning < +2 piksler i bånd 2 og 3. Forflytningen er ikke lik i de to båndene og er heller ikke systematisk. De skyldes antakelig scanneren eller bevegelser i flyet. Det fantes ikke noe enkelt program for korrigerings av disse feil og ved CTAMN har man heller ikke brydd seg om å korrigere dem, da de er spesielle for flyopptak. Denne forflytningen gjør imidlertid at det blir mye støy i dataene. Støyen vil opptre på grensene mellom to flater/temaer og med mange små flater blir andelen støy stor.

TABELL 3 viser data fra et område der bånd 2 og 3 har tydelige forflytninger. Innen området renner en elv på skrå og denne er avgrenset i tabellen for lettere å vise de geometriske egenskapene.

SPOT-satellitten vil levere data med pikselstørrelse 20x20 m² for de multispektrale båndene og 10x10 m² for det pankromatiske båndet. Sammenlignet med LANDSAT MSS med pikselstørrelse på 56x79 m² er forbedringen betraktelig. De simulerte SPOT-dataene fra Alta hadde imidlertid samme pikselstørrelse for alle fire bånd og det pankromatiske båndet gav derfor ingen ekstra geometrisk informasjon.

SPOT-satellitten vil også levere stereoskopiske data, men dette punkt er ikke behandlet i simuleringsprosjektet.

TABELL 3: Forskyvninger av scanlinjer. Forskyvningene kommer frem ved å trekke grensen mellom vann og vegetasjon, dvs kote 12.5 for bånd 1, kote 13.5 for bånd 2 og kote 50 for bånd 3.

	+++	BÅND 1			+++						
19	19	22	23	18	12	8	7	10	21	26	
21	21	21	24	20	10	9	10	13	23	29	
21	21	23	17	11	8	8	12	17	22	25	
20	19	18	12	8	10	8	13	22	27	28	
20	19	17	13	9	9	9	17	32	33	29	
21	20	16	10	8	10	12	22	35	32	25	
22	24	18	12	9	8	7	15	28	33	31	
21	19	14	9	8	12	11	15	25	27	26	
22	21	15	9	9	16	13	14	25	26	26	
20	17	11	8	10	27	21	12	21	23	26	
20	16	10	7	9	35	26	12	23	25	22	

	+++	BÅND 2			+++						
18	18	20	26	20	7	9	10	13	23	23	
24	24	22	18	12	10	7	8	19	24	25	
22	16	20	25	22	9	9	8	9	20	24	
19	20	26	16	7	8	8	10	16	26	28	
21	20	20	10	4	6	6	22	39	41	31	
20	24	26	15	5	8	5	14	33	39	32	
23	25	16	8	7	9	9	18	32	41	39	
19	20	20	12	6	9	8	11	20	30	31	
22	23	11	6	8	16	11	13	29	29	27	
21	24	17	10	6	23	29	19	14	21	27	
22	17	10	8	12	42	26	8	26	24	19	

	+++	BÅND 3			+++						
129	130	139	149	142	59	34	48	47	12	82	
110	137	159	73	13	48	33	46	100	162	188	
118	101	118	149	119	41	45	36	35	98	148	
106	100	142	93	39	41	36	35	56	112	156	
104	89	61	43	41	38	45	92	147	155	150	
120	109	126	76	32	43	25	33	87	130	150	
119	100	42	30	42	38	44	93	154	150	154	
132	122	100	55	32	40	33	39	71	111	128	
110	76	42	36	42	48	34	72	162	180	172	
139	141	78	43	36	39	65	63	34	112	158	
100	51	42	43	45	106	63	46	150	168	173	

3.3. Bearbeiding

Selve bearbeidingen av dataene ble utført på et utsnitt med størrelse 512x512 piksler som utgjorde de NØ-lige delen av testområdet.

For å undersøke hvilken informasjon dataene kunne gi om geologiske strukturer, ble forskjellige lavpassfiltre forsøkt (3x3, 9x9 og 15x15). Dette for å minske informasjonen i bildet og få frem de store lineære strukturene. Det ble ikke eksperimentert med bruk av forskjellige koeffisienter i filtrene. De standard koeffisienter som lå inne i systemet ble brukt og resultatene var gode. Filterstørrelser fra 5x5 til 9x9 gav best resultat.

Ved å subtrahere de originale dataene fra lavpassfiltrerte oppnådde man en høypassfiltrering. Dette resultatet inneholdt imidlertid for mye støy og gav lite opplysninger.

En reduksjon av antall variable til to var nødvendig under den videre behandlingen pga begrensninger i systemet. Det ble eksperimentert med forskjellige former for forhold mellom bånd 1 - 2 og bånd 2 - 3 inntil det framkom to nye variable med høg informasjonsgrad, spesielt innen fjellområdene. Disse ble så brukt i den videre klassifikasjonen.

Foran selve klassifikasjonen gikk utplukkingen av treningsområder vha. trådkorset og den informasjonen som farge-IR bildene gav kunne homogene områder avgrensnes. Opplysninger om disse områdene ble lagret som et bånd på den multispektrale fila for bruk under klassifikasjonen.

Resultatet av klassifikasjon etter BAYES med data fra 16 treningsfelt (se TABELL 4) er vist i TABELL 5. Hovedhensikten var å se hvor godt det var mulig å skille gruppen bart fjell fra resten av dataene, dernest å se hvordan ganske like bergartstyper ville bli klassifisert i forhold til hverandre avhengig av faktorer som h.o.h. og overdekningsgrad. Vi ser at forskjellige bergartstyper havner i forskjellige klasser (tuff og kvartsitt), og at identiske bergartstyper fra forskjellige områder ligger nært hverandre i klassifikasjonstabellen (1, 2 og 10).

Treningsområdene er imidlertid ikke sjekket i felt så det er vanskelig å trekke noen konklusjon.

En reduksjon av antall variable fra tre til to vha korrespondanseanalyse og transformasjon til en akse gav ikke så godt resultat som bruk av ratio-teknikker.

Forsøkene med klassifikasjon kunne ikke fullføres ved CTAMN, men erfaringene derfra er brukt til å gjøre en klassifikasjon etter max-likelihood metoden på NGU's system for bildebehandling MINGU. Ved denne klassifikasjonen har man tatt utgangspunkt i alle tre kanaler. Resultatet er reproduisert på Applicon fargeplotter og kan dessverre ikke taes med i denne rapporten.

TABELL 4: Treningsområder ved klassifikasjon etter BAYES.
Områdene fremgår av bilag II og III.

Område	Ant. piksler	Type
1	23	Bart fjell (kvartsitt)
2	93	-----"----- (-- " --)
3	20	Snø
4	108	Vann (dypt)
5	25	--- (grunt)
6	68	Sjø (meget grunn)
7	32	Bart fjell (lavland,basalt. tuff)
8	57	Elvesand
9	82	Bart fjell/tynt dekke
10	67	--- " --- (som 1)
11	67	--- " --- (gneis,noe overdekke)
12	89	Skog (glissen)
13	143	Lauvskog (tett)
14	155	Barskog (tett)
15	43	Åker (ny)
16	103	Eng

TABELL 5: Klassifikasjonstabell. Områdene er beskrevet i tabell 4.
Hver variabel er delt inn i 16 like store grupper.

Horisontal variabel: $(Ch.3-25)/(Ch.2+1)*20$
Vertikal variabel: $(Ch.2+20)/(Ch.1+1)*20$

3	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	8	3	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	15	15	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
-	-	15	15	7	7	7	-	-	-	14	-	-	13	13	16
-	-	10	1	2	7	-	-	-	14	14	-	13	13	13	16
-	-	-	1	2	2	7	-	14	14	14	-	13	13	13	16
6	6	6	-	1	2	11	14	14	14	-	-	-	13	13	16
-	6	-	-	10	11	-	-	14	-	12	-	-	-	-	-
6	6	6	-	-	11	11	9	14	9	12	12	-	-	-	-
-	6	-	5	-	11	11	9	9	12	12	12	12	-	-	-
5	6	-	-	-	11	9	9	9	12	12	-	-	-	-	-
6	5	5	-	-	11	9	-	9	12	12	-	-	-	-	-
6	5	5	-	-	-	-	11	-	-	12	-	-	-	-	-
5	5	-	5	-	-	-	-	12	12	12	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	5	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4. KONKLUSJON

En vurdering av SPOT-satellittens data ut fra de simulerte dataene er vanskelig på grunn av de spesielle radiometriske og geometriske egenskapene ved simuleringsdataene som er omtalt. Sammenlignet med LANDSAT MSS er den radiometriske oppløselighet noe bedre. Dataenes store styrke er den gode geometriske oppløseligheten som gir muligheter for kartlegging av geologiske strukturer vha vanlige fototolkingsmetoder.

Digital klassifikasjon viser at det er mulig å skille mellom flere forskjellige tema i dataene. Bl.a. er mulighetene gode innenfor vegetasjonskartlegging, og det er også mulig å skille mellom bart fjell og overdekket område ut fra geobotaniske forhold. Forskjellige bergartstyper som basaltisk tuff og kvartsitt synes å la seg skille fra hverandre, men feltkontroll av treningsområdene er nødvendig før noen konklusjon kan trekkes.

SPOT-satellitten sendes opp 15. november 1985 og vil altså kunne levere data fra medio 1986. NGU ser frem til å kunne teste disse data.

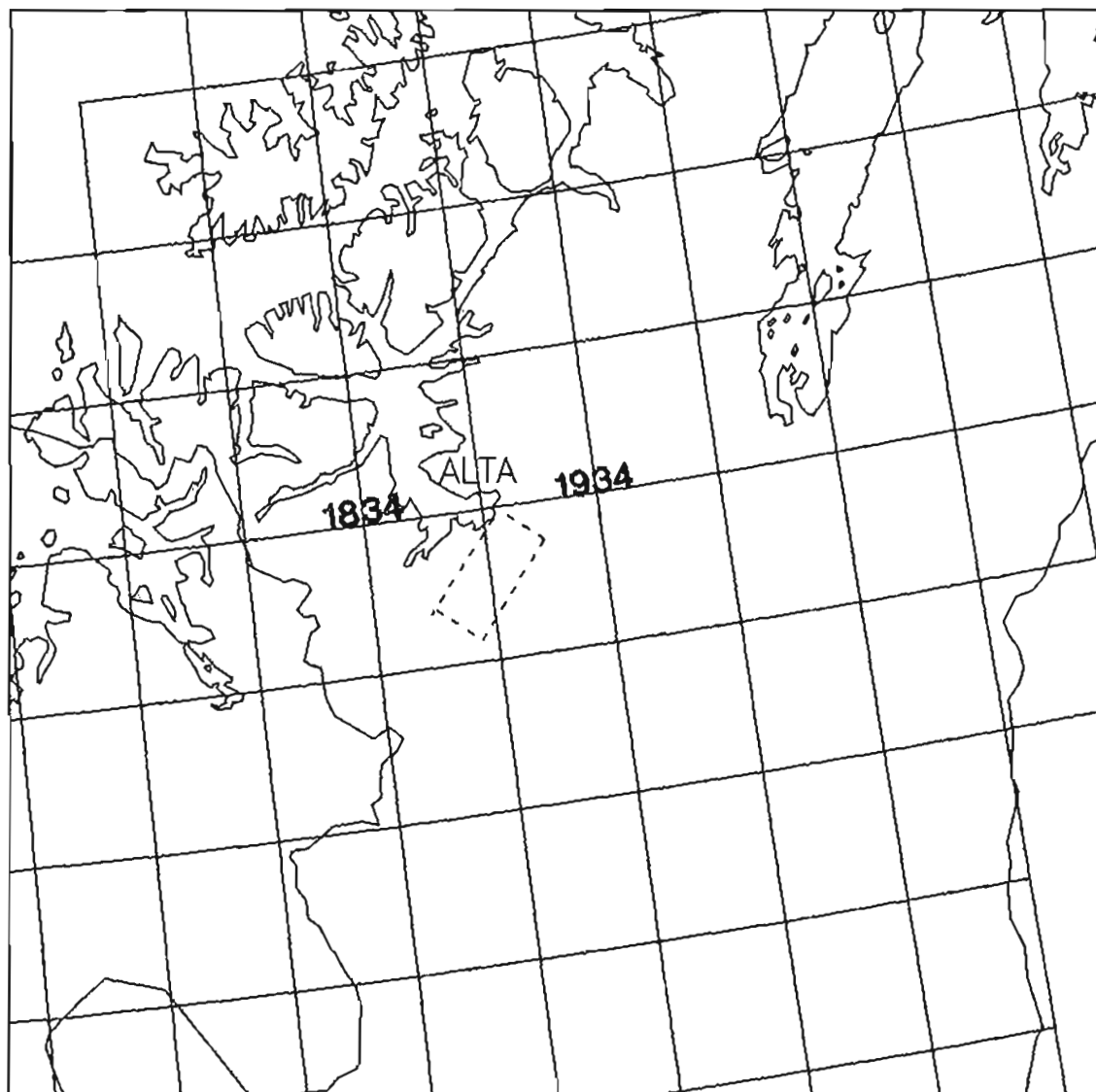
5. REFERANSER

Skrøvseth, P.E. :1984. Jordressurssatellitten SPOT. Simuleringsforsøk i Norge. Statistisk Sentralbyrå rapport 84.1.

Strøm, G. Dahle :1983. SPOT-programmet. Statusrapport 2. halvår 1983. NTNf-rapport.

CNES/SPOT-IMAGE: 1984. SPOT newsletter. no 1- 6.

B I L A G I



Bilag I viser det området som ble fløyet sommeren 1982. Området er ca 10 x 24 km². Kartbladinndelingen for 1:50 000 kartblad er og vist.

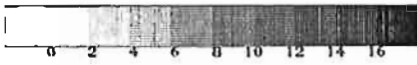


VISUALISATION D'IMAGE MULTI
NWB26A1A ALTA

CANAL 1 03 = BIN.BPOT 3
- 01/07/82 - BPOT -



BILAG II VISER KANAL 3 IOR UTSNIFFET SOM ERK FØRSØKT KLASSIFISERT.



VISUALISATION D'IMAGE MULTI
KMB26A1A ALTA

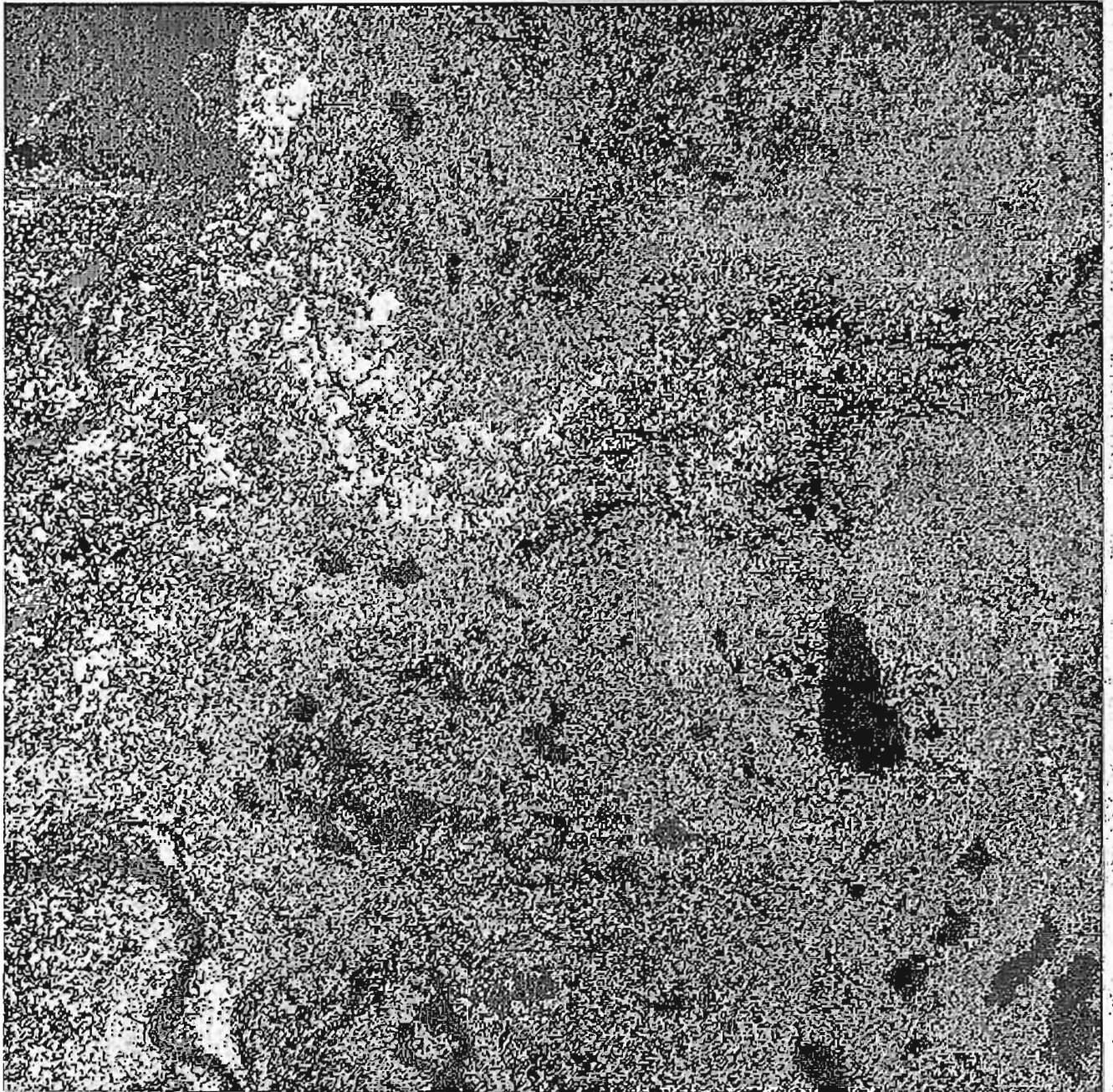
CANAL 1 06 - POLYCONS DE TERRAIN
- 01/07/82 - SPOT -



BILAG III VISER LOKALISERINGEN AV DE 16 TRENINGSMÅLDELT FOR KLASSEIFIKASJONEN:



VISUALISATION D'IMAGE MULTI CANAL : 01 - CLASSIFICATION
NWB26A1A ALTA - 01/07/82 - SPOT -



BILAG IV VISER DE 16 KLASSENE, URKLASSIFISERT EN SPOT.