



Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

Rapportarkivet 2001

Bergvesenet rapport nr	Intern Journal nr	Gammelt internt rapp. nr.	Rapport lokalisering	Gradering
BV 6807				
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Grong Gruber AS	NGU 1804	Grong Gruber a.s.		

Tittel

Kartlegging av Grongfeltets malmpotensiale: En geomatematisk integrasjon av geologiske, geofysiske og geokjemiske prospekteringsdata.

Forfatter	Dato	Ar	Bedrift	
Strand, Geir Steinar Sinding- Larsen		1980	Grong Gruber AS	
Kommune	Fylke	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Røyrvik Namsskogan Grong Lierne	Nord-Trøndelag		1924 1824 1923 1823	Grong

Fagområde	Dokument type	Forekomster
Geologi Geofysikk Geokjemi		Grongfeltet
Råstoffgruppe	Råstofftype	
Malm/metall	Cu, Zn	

Sammendrag / innholdsfortegnelse

Beskriver matematiske metoder for å analysere geologiske, geofysiske og geokjemiske informasjonen, basert på disse temaenes evne til å registrere karakteristiske parametre om bidrar til å kontrollere tilstedeværelsen av malm i det geologiske miljø. Sanddølaområdet ble brukt som pilotområde i 1979. Hele Grongfeltet deles inn i ruter 500 x 500 meter. Resultatene viser at en empirisk kan knytte geokjemi til litologiske enheter, og at geofysikk kan sies ved spesielle trekk å peke mot mineraliseringsmodeller. 6 modeller skilte seg ut

Mottatt 3/2-80

NORVIGS GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

NGU-rapport nr. 1804

KARTLEGGING AV GRONGFELTETS
MALMPOTENSIAL

En geometrisk integrasjon av
geologiske, geofysiske og geokjemiske
prospekteringsdata

GRONGFELTET
GRONG, NORD-TRØNDELAGE

1980

Ragnar Grong Grøner, Nordsund



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39
Tlf. (075) 15860

Postboks 3006
7001 Trondheim

Postgironr. 5168232
Bankgironr. 0633.05.70014

Rapport nr. 1804		Åpen/ Forberedt	
Tittel: KARTLEGNING AV GRONGFELTETS MALMPOTENSIAL. En geomatematisk integrasjon av geologiske, geofysiske og geokjemiske prospekteringsdata.			
Oppdragsgiver: Grong Gruber A/S		Forfatter: Geir Steinar Strand Richard Sinding-Larsen	
Forekomstens navn og koordinater: Grongfeltet		Kommune:	
Fylke: Nord-Trøndelag		Kartbladnr. og -navn (1:50 000):	
Utført: juli 1979 - juni 1980		Sidetall: 43 Tekstbilag: 4 Kartbilag: 0	
Prosjektnummer og -navn: 1804 KARTLEGNING AV GRONGFELTETS MALMPOTENSIAL Prosjektleder: Richard Sinding-Larsen			
Sammendrag: Grongfeltet er inndelt i celler på 500m x 500m. For hver celle er informasjon om geologi, geofysikk og geokjemi kodet, og variable for hver datatype er generert. Variablene er konstruert slik at de på spørsmål om tilstedeværelse i en celle kan besvares med Ja, Nei, Vet ikke eller Ikke observert. Variablene blir bearbeidet i programsystemet "Geologic Descision Analysis", som basert på et valgt modellområde angir variabelenes vekt i forhold til hvor systematisk variablene karakteriserer modellområdet. Programsystemet beregner også ukjente cellers mineraliseringspotensial ved å sammenligne disse med modellområdet. Kart over ukjente cellers mineraliseringspotensial er beregnet for 6 modellområder med kjent mineralisering. På grunnlag av disse resultatene har man konstruert generaliserte modeller og benyttet disse til å beregne de øvrige cellers mineraliseringspotensial. For Sandølafeltet og Gjersvikdekket har man i tillegg definert tre lito-geokjemiske modeller på grunnlag av en statistisk analyse av litologiske og geokjemiske samvariasjoner. De lito-geokjemiske modellene faller sammen med følgende tre anomalytyper: Pb-Ni anomalier i Finbu-formasjonen; Cu-Pb-Ag anomalier knyttet til keratofyr i grønnstein; Cu-Zn anomalier i grønnstein ikke spesielt knyttet til keratofyr. De generaliserte modellene og de tilsvarende lito-geokjemiske modellene klassifiserer grovt sett cellene likt med hensyn til mineraliseringspotensial. Der hvor dette ikke er tilfelle, bør årsaken til avviket søkes før endelig modell velges og mineraliseringspotensial beregnes.			
Nøkkelord	Grongfeltet	Mineraliseringspotensial	
	Geokjemi	Geofysikk	
	Geologi	Databehandling	

Ved referanse til rapporten oppgis forfatter, tittel og rapportnr.

INNHold

	Side
FORORD	3
I. INNLEDNING	
1. Motivering.....	4
2. Databehandling.....	4
3. EDB-systemet "Geologic Descision Analysis".....	5
4. Datagrunnlaget.....	7
II. PILOTOMRÅDET	
1. Innledning.....	7
2. Koding av data.....	8
3. Generering av variable.....	9
4. Generell analyse av de genererte variablene.....	9
III. KODING AV DATA FOR HELE GRONGFELTET	
1. Innledning.....	11
2. Koding av geologi.....	12
3. Koding av geofysikk.....	12
4. Koding av geokjemi.....	16
IV. GENERERING AV VARIABLE	
1. Innledning.....	17
2. Generering av geofysiske variable.....	17
3. Generering av geologiske variable.....	22
4. Generering av geokjemiske variable.....	22
V. PROSEDYRE FOR UTSKILLELSE OG PRESENTASJON AV INTERESSEOMRÅDER...	28
VI. MODELLER SOM ER BENYTTET I GRONGFELTET	
1. Innledning.....	30
2. Mineraliserte modeller.....	30
3. Generalisering av de mineraliserte modellene.....	33
4. Lito-geokjemiske modeller.....	37
VII. AVSLUTTENDE BEMERKNINGER.....	42

VEDLEGG

Appendix I. Tittelside av delprosjektrapport utarbeidet for
Grong Gruber (mai 1979).

"Geomatematisk bearbeiding av geologiske, geofysiske
og geokjemiske data fra Sandøla, Grongfeltet"

Appendix II. Kort beskrivelse av de viktigste datamaskinprogrammene
laget i forbindelse med prosjektet.

FORORD

GRONG GRUBER anmodet i begynnelsen av 1978 Norges geologiske undersøkelse om å foreta en statistisk bearbeiding av geologiske, geofysiske og geokjemiske data fra Grong-feltet. Dr.ing. Richard Sinding-Larsen, som har spesialisert seg på geostatistiske studier og tatt dr.ing.-graden på slike studier, ble av NGU gitt i oppdrag å være leder for prosjektet. Dr.ing. Richard Sinding-Larsen som nå er dosent ved Norges Tekniske Høyskole, var den gangen prosjektet startet ansatt som amanuensis I ved NGU. Som medarbeider i prosjektet ble Berg.ing. Geir Steinar Strand engasjert.

Prosjektet startet 1.juli 1978 med bearbeiding av et prøveområde (Sandølafeltet). Resultatene fra dette prøveområdet ble sammenstilt i mai 1979 og en fortrolig rapport til Grong Gruber ble deretter utarbeidet (Appendix 1).

På grunnlag av resultatene fra prøveområdet godkjente Grong Gruber opplegget for hovedprosjektet som deretter ble utført i perioden juni 1979-juni 1980.

Herværende avsluttende rapport sammenstiller prosjektrésultatene og beskriver fremgangsmåten for kodingen og den statistiske databehandlingen av prospekteringsdataene fra Grongfeltet. De kartmessige resultater i form av kart er generert via en terminal. Hver celle på kartene representerer 500m x 500m og tilhørende cellervdi angir hvor favorabel vedkommende celle er med hensyn på tilstedeværelse av en mineralisering.

I prosjektet har en hatt nær kontakt med geolog Arve Haugen, Grong Gruber, blant annet i forbindelse med valg av pilot-område og modellceller.

I. INNLEDNING

I.1 Motivering

Prospektering etter malm er en tidkrevende og relativt kostbar prosess og mange metoder er i tidens løp blitt utviklet og forsøkt i håp om å finne snarveien til "ny rikdom". Et nytt hjelpemiddel som er blitt anvendt de senere årene er å bearbeide data statistisk fra et mineralisert område. Mange slike statistiske metoder har vært benyttet i forsøk på å avsløre eventuelle sammenhenger mellom kodet data og tilstedeværelsen av malm.

Dette prosjektet tok sikte på å foreta en statistisk bearbeiding av de store datamengdene som finnes for Grongfeltet. Hensikten var å finne variable som viste gode korrelasjoner med kjente mineraliseringer samt å kombinere og presentere disse resultatene ved hjelp av datamaskin.

I.2 Databehandlingen

Prosjektet startet ved at en i samarbeid med geolog Arve Haugen, Grong Gruber valgte ut et pilot-område. Sandøla-feltet ble valgt fordi dette området var godt dekket geologisk, geokjemisk og geofysisk og fordi det i dette området finnes flere interessante mineraliseringer. Området ble først inndelt i et rutenett på 300m x 300m og for hver rute ble alle geologiske, geokjemiske og geofysiske data kodet på en mest mulig fleksibel måte. Deretter ble et stort antall variable generert og testet med hensyn til korrelasjon med de viktigste mineraliseringene. De variablene som viste de beste korrelasjonene ble benyttet til å beregne hvor favorabel hver celle i rutenettet var med hensyn til å inneholde mineralisering.

Arbeidet med pilot-området gav verdifull erfaring og ny innsikt i kodingsproblematikken. Dette hadde stor betydning for kodingen av data for hele Grongfeltet som en startet med etter at arbeidet med Sandølaområdet var avsluttet. Hele Grongfeltet ble inndelt i et rutenett på 500m x 500m og

resultatene presenteres som datamaskinkart inneholdende tall som omgir hvor favorabel hver celle er med hensyn på tilstedeværelsen og mineralisering.

I.3 Programsystemet "Geologic Descision Analysis"

Selve kjernen i databehandlingen har vært EDB-systemet "Geologic Descision Analysis". Dette EDB-systemet går under betegnelsen CHARAN og er et resultat av et samarbeid mellom dosent Richard Sinding-Larsen (NTH) og dr. J. Botbol og dr. R.B. McCammon, begge fra "Office of Resource Analysis" innen den amerikanske geologiske undersøkelse (USGS). Fig. I.3.1 til fig I.3.3 gir en oversikt over de muligheter for behandling som foreligger i systemet. Fig. I.3.1 viser hovedsekvensene i systemet, fig. I.3.2 og fig. I.3.3 viser mulighetene innen enkelte av sekvensene.

For å kunne bruke EDB-systemet CHARAN er det nødvendig at dataene er brutt ned til slike variable som på spørsmål om tilstedeværelse i en celle kan besvares med "Ja", "Nei", "Vet ikke" eller "Ikke observert". På grunnlag av slike variable skjer den endelige utvelgelsen av de beste variablene ved at programsystemet CHARAN gir hver variabel en vekt i forhold til hvor systematisk variabelen karakteriserer de utvalgte modell-cellene inneholdende kjente mineraliseringer. De variablene som har størst vekt er de mest karakteristiske og disse benyttes i den endelige analysen hvor man kombinerer både de geologiske, magnetiske, elektromagnetiske og geokjemiske variablene.

^{Diskriminant - analyse}
Når man har funnet fram til det sett av variable fra forskjellige variabeltyper som best karakteriserer mineraliseringen i modellcellene innen en formasjon, så kan de øvrige cellenes mineraliseringspotensial beregnes ved å sammenligne disse med modellcellene. Dette gjøres ved at programsystemet CHARAN for variablene beregner hvor mange overensstemmelser det er mellom koden for "Ja" i modellcellene og den ukjente celle samtidig som det tar hensyn til hvilke vekter variablene har, dvs. hvor karakteristiske de er for mineraliseringen. Hver celle i de respektive formasjonene får således

TO GET AN EXPLANATION OF ANY STEP IN THE PROGRAM TYPE "HELP" OR "?" AT ANY
PAUSE

THE MAIN OPERATIONAL SEQUENCE OF THE CHARACTERISTIC ANALYSIS PROGRAM
IS COMPOSED OF THE FOLLOWING SEQUENTIAL OPERATIONS:

1. DATA FILE INPUT AND MATRIX PARAMETER REVIEW.
2. MODEL CELL SELECTION.
3. SELECTION/DELETION OF VARIABLES.
4. CONSTRUCTION OF COMPLEX VARIABLES.
5. COMPUTATION OF WEIGHTS.
6. COMPUTATION OF DEGREES OF ASSOCIATION.
7. DISPLAY OF COMPUTED VALUES.
8. SAVE THE DEGREES OF ASSOCIATION.
9. TERMINATE THE SESSION.

THE PROMPT "???" IS GIVEN BEFORE EACH MAJOR OPERATION IS EXECUTED, AND

"OR"

AUTOMATICALLY ENTERS TO NEXT OPERATION IN THE SEQUENCE. ENTRY OF ANY NUMBER
FROM

1 TO 8 WILL CAUSE THE FLOW TO BRANCH TO THAT OPERATION.

FOR EACH OPERATION THERE ARE SPECIFIC PROMPTS, AND "HELP" OR "?" WILL
CAUSE

THESE TO BE PRINTED DURING THE PROMPTING PROCESS WITHIN ANY OPERATION.

"CHARAN" OPERATION 1. DATA FILE ENTRY.

ENTER THE NAME OF THE TERNARY (OR BINARY) ENCODED DATA FILE.

Fig. 1.3.1

"NCHARAN" OPERATION 2. MODEL CELL SELECTION.
NEXT MOVE?? HELP

YOU ARE SELECTING MODEL CELLS. BY ENTERING THE APPROPRIATE STEP NUMBER
YOU CAN BRANCH TO ANY OF THE FOLLOWING STEPS:

1. READ THE MODEL CELL LIST FROM A FILE
2. ENTER MODEL CELL NUMBERS FROM THE KEYBOARD.
3. ADD OR DELETE CELLS BY CURSOR.
4. PRINT THE CURRENT LIST OF MODEL CELLS.
5. SAVE THE MODEL CELLS AS A FILE.
6. CHECK CONSISTENCY OF THE MODEL AND RETURN TO CHARAN.
7. WIPE OUT THE CURRENT SELECTED LIST OF CELLS AND START FROM SCRATCH

ENTER THE NUMBER OF A DESIRED BRANCH, OR
OR TO BEGIN STEP 1
NEXT MOVE??

"NCHARAN" OPERATION 3. SELECTION/DELETION OF VARIABLES.
NEXT MOVE?? HELP

YOU ARE SELECTING VARIABLES. BY ENTERING THE APPROPRIATE STEP NUMBER, YOU CAN
AN

BRANCH TO ANY OF THE FOLLOWING STEPS:

1. PRINT A LIST OF ALL AVAILABLE VARIABLES
2. ADD(DELETE) VARIABLES TO(FROM) THE CURRENT LIST
3. SAVE THE CURRENT LIST AS A FILE
4. PRINT A LIST OF CURRENT SELECTED VARIABLES.
5. RETURN TO CHARAN.
6. WIPE OUT THE CURRENT LIST OF SELECTED VARIABLES AND START FROM SCRATCH.

TOCH.

YOU ARE ABOUT TO PRINT A LIST OF ALL AVAILABLE VARIABLES (STEP 1).

ENTER:

THE NUMBER OF THE STEP TO WHICH YOU WISH TO BRANCH, OR
OR TO CONTINUE WITH THE PRINTOUT OF ALL AVAILABLE VARIABLES.

"NCHARAN" OPERATION 5. COMPUTATION OF WEIGHTS.
WEIGHT CALCULATION STEPS ARE AS FOLLOWS:

STEP	FUNCTION
1	READ USER-SUPPLIED WEIGHTS FROM A FILE OR KEYBOARD
2	COMPUTE PRODUCT, TALLY, AND PROBABILITY MATRICES
3	PRINT THE MATRICES
4	SELECT A METHOD AND COMPUTE WEIGHTS
5	PRINT THE WEIGHTS
6	SAVE THE WEIGHTS IN A FILE
7	RETURN TO CHARAN

ENTER OR TO EXECUTE STEP 2
NEXT MOVE??

"NCHARAN" OPERATION 7. DISPLAY OF COMPUTED VALUES AND/OR RAW DATA.
NEXT MOVE?? HELP

YOU ARE DISPLAYING A MAP OR PLOTTING SOME VARIABLE.
BY ENTERING THE APPROPRIATE STEP NUMBER, YOU CAN BRANCH
TO ANY OF THE FOLLOWING OPERATIONS:

STEP 1. MAP ANY VARIABLE
STEP 2. PLOT THE DEGREES OF ASSOCIATION
STEP 3. RETURN TO NCHARAN.

YOU ARE ABOUT TO MAP A VARIABLE (STEP 1).
ENTER:

OR TO PROCEED WITH THIS STEP, OR
THE NUMBER OF THE STEP TO WHICH YOU WISH TO BRANCH.

et tall som angir hvor favorabel cellen er for mineralisering. De høyeste tall betyr mest favorabel.

Programsystemet CHARAN beregner også den sannsynlige korrelasjon mellom to og to variable innen f.eks. et modellområde. To variable som bare opptrer i noen av modellcellene og som utelukkende opptrer i de samme cellene, vil ha 100% korrelasjon. To variable som bare opptrer i noen av modellcellene, men som derimot aldri opptrer samtidig, vil ha 0% korrelasjon. Fig. I.3.4

PROBABILITY MATRIX, PAGE 1 OF 1

	15	16	17	18	19	20
	CU	PB	ZN	NI	CO	AG
15 CU	100	3	8	3	3	3
16 PB	0	100	3	3	3	3
17 ZN	99	0	100	3	3	3
18 NI	28	53	28	100	2	2
19 CO	6	35	6	23	100	2
20 AG	28	61	28	43	31	100

ENTER OR TO EXECUTE STEP 4
NEXT MOVE??

viser et eksempel på en korrelasjonsmatrise (nedre venstre halvdel) for sannsynlig korrelasjon.

Fig. I.3.4

Programsystemet CHARAN tillater også å definere nye logiske kombinasjoner av andre variable. Fig. I.3.5 viser denne operasjonen i programmet samt noen eksempler på konstruksjon av nye variable. De logiske betingelsene for de nye variablene V28 og V29 er som følger:

V28= tilstedeværelse av V21 samt tilstedeværelse av V15

V29= tilstedeværelse av V12 samt ikke tilstedeværelse av V13 samt tilstedeværelse av V16.

Variablene V28 og V29 får tilordnet koden "Ja" for tilstedeværelse i cellen når betingelsene på høyre side av likhetstegnet er oppfylt.

"NCHARAN" OPERATION 4. COMPOUND VARIABLE CONSTRUCTION.
ENTER CONSTRUCTS IN THE FORM $NU=F(U1,U2,...,UN)$
WHERE NU IS LESS THAN OR EQUAL TO THE PROMPT NUMBER
AND F IS AN EXPRESSION CONTAINING OPERATORS AND VARIABLE NOS.
ENTER CR ONLY TO EXIT THIS STEP.
NEXT NEW VARIABLE= 28
HELP

CONSTRUCTS ARE DEFINITIONS FOR NEW VARIABLES OR REDEFINITIONS OF EXISTING
VARIABLES. THE DEFINITION IS GIVEN IN THE FORM OF A FUNCTION WHOSE OPERAND
S ARE
VARIABLE NUMBERS AND WHOSE OPERATORS ARE NOT,AND,OR (WHICH CAN BE GIVEN AS
-,*,+). THE ORDER OF EVALUATION IS NOT,AND,OR EXCEPT WHERE OVERRIDDEN BY
PARENTHESIS. FOR INSTANCE,
 $18=-15*(2+3)$ WHICH IS THE SAME AS
 $18=NOT\ 15\ AND\ (2\ OR\ 3)$
DEFINES VARIABLE 18 AS NOT 15 AND 2 OR NOT 15 AND 3.
CONSTRUCTS WILL BE PROMPTED FOR UNTIL CR IS ENTERED WITHOUT A DEFINITION.

NEXT NEW VARIABLE= 28
28=21*15

NEXT NEW VARIABLE= 29
29=12*(-13)*16

NEXT NEW VARIABLE= 30

I.4 Datagrunnlaget

Området som i dette prosjektet betegnes som Grongfeltet er avgrenset med en tykk strek på fig. I.4.1.

Datagrunnlaget for prosjektet har vært følgende:

- Foreløpige ikke publiserte geologiske kart fra Grong Gruber A/S og Arne Reinsbakken, NTH. Målestokk 1:50.000
 - Kart for magnetisk totalfelt. Målestokk ca.1:20.000
 - Kart for EM-Imaginær komponent. Målestokk ca.1:20.000
 - Kart for EM-reell komponent. Målestokk ca.1:20.000
- De geofysiske kartene er resultatene av helikoptermålinger gjort av NGU i 1972 og 1974.
- Analyseresultatene av ca. 14 000 bekkesedimentprøver. Alle prøvene er analysert på Cu, Pb, Zn og Ni, ca.10 000 prøver er analysert på V, ca.7959 prøver er analysert på Mn, Fe, Co og Ag, ca.6341 prøver er analysert på Cd og ca. 4142 prøver er analysert på Mo. Prøvetakingskartene for disse prøvene er i målestokk ca. 1:50.000.

Fig. I.4.2 til I.4.5 viser eksempler på det geofysiske og geokjemiske datagrunnlaget.

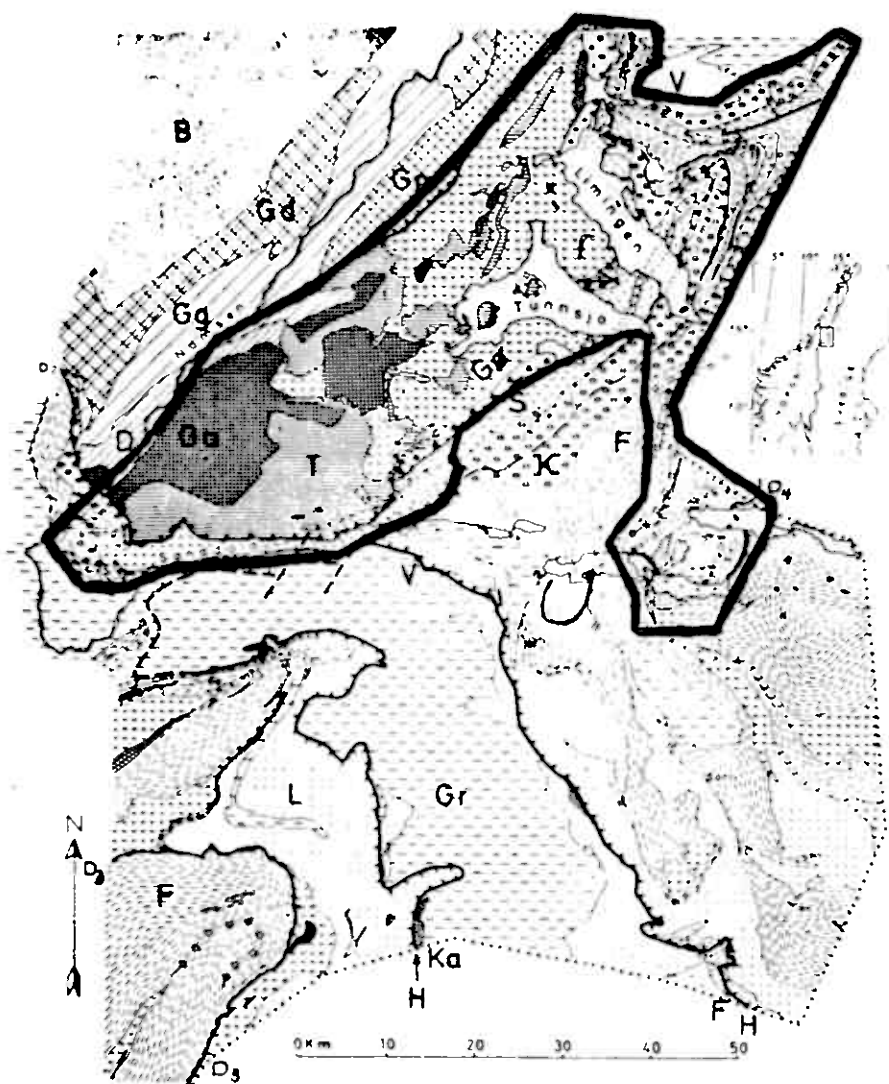
II. PILOTOMRÅDE

II.1 Innledning

For å få erfaring og innsikt i kodningsproblematikken, valgte man å starte prosjektet med å kode og databehandle et mindre pilot-område. I samråd med geolog Arve Haugen, Grong Gruber A/S, ble den delen av Sandølafeltet valgt som ligger innenfor 1:50.000 kartbladet GRONG. Sandølafeltet som ligger som en langstrakt øst-vestgående tarm, tykkest i vest, begrenses i nord av store trondhemitt- og gabbrointrusjoner, i sør av Grong-kuliminasjonen og i vest av høymetamorfe bergarter. Sandøla-området er godt dekket geologisk, geofysisk og geokjemisk og innen området finnes det flere interessante mineraliseringer.

Pilot-området ble inndelt i celler på 300m x 300m og tilsammen ble 1168 celler kodet med geologiske, geofysiske og geokjemiske data.

Geologisk kartskisse over Grongfeltet, Grong-kulminasjonen og Trondheimsfeltet i sørvest. Etter Chr. Oftedahl (1956).



- | | |
|--|--|
| B - Porfyrgranitt i Bindalsgranitt-massivet. | Ka - Kalkstein. |
| Gd - Granodiorittisk gneis. | V - Kvartsitt. |
| Gg - Granatglimmerskifer. | L - Leptitt, kvartsporfyr. |
| D - Diorittisk gneis. | Gr - Granitt. |
| Gn - Granittisk gneis. | |
| K - Kalkglimmerskifer. | D ₁ - Skyveplan for Rodingsfjell-dekket. |
| S - Sandig flysch med konglomerater. | D ₂ - Lokalt skyveplan for Gjersvik-dekket. |
| Ga - Gabbroer. | D ₃ - Skyveplan for Trondheims-dekket. |
| T - Trondhemitt, granodioritt. | D ₄ - Mulig skyveplan for det underste av Grong-felt-dekkene. |
| Gø - Grønnstein etc. | H - Hovedskyveplan for de langtransporterte dekker. |
| F - Fyllitt, glimmerskifer. | |

Fig. I.4.1

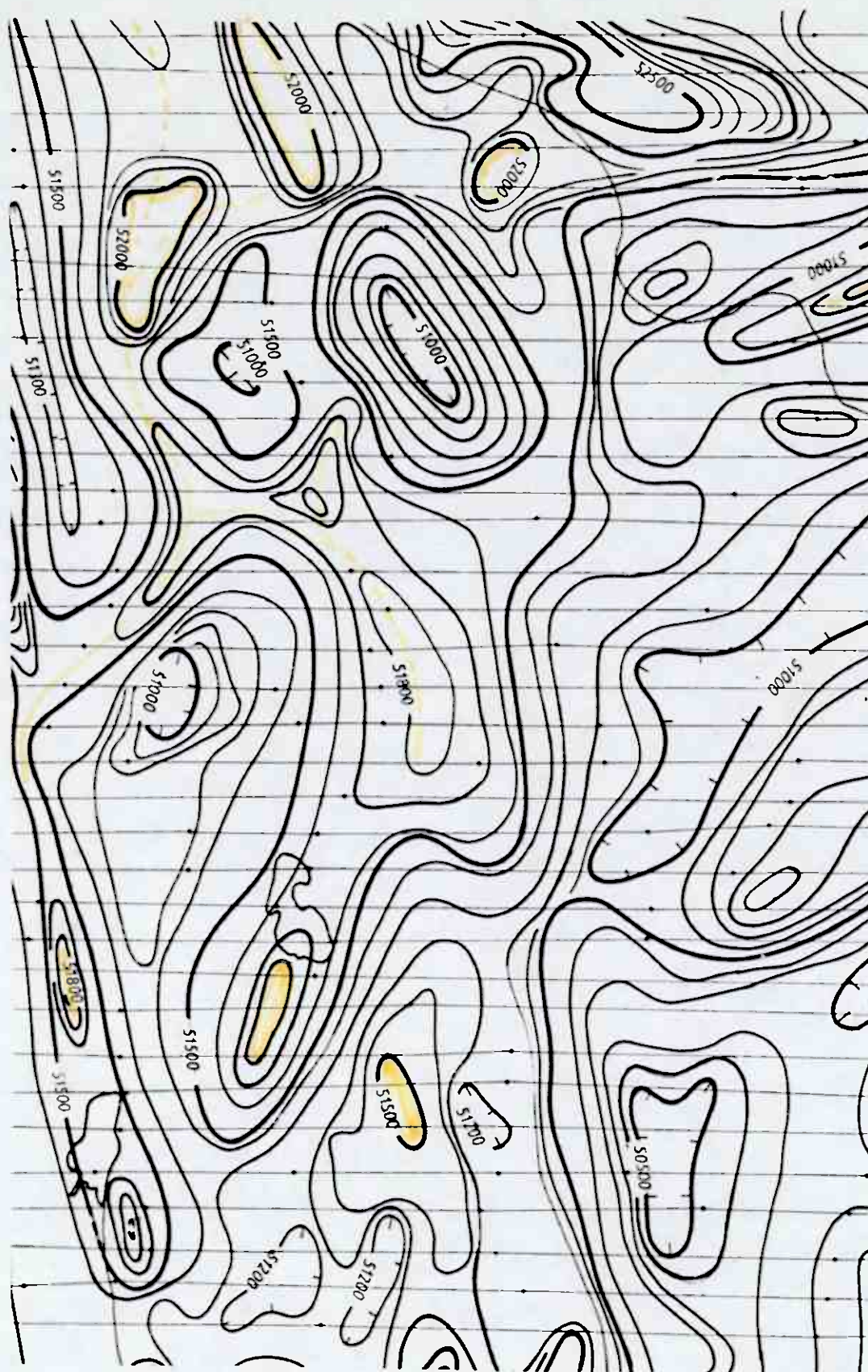
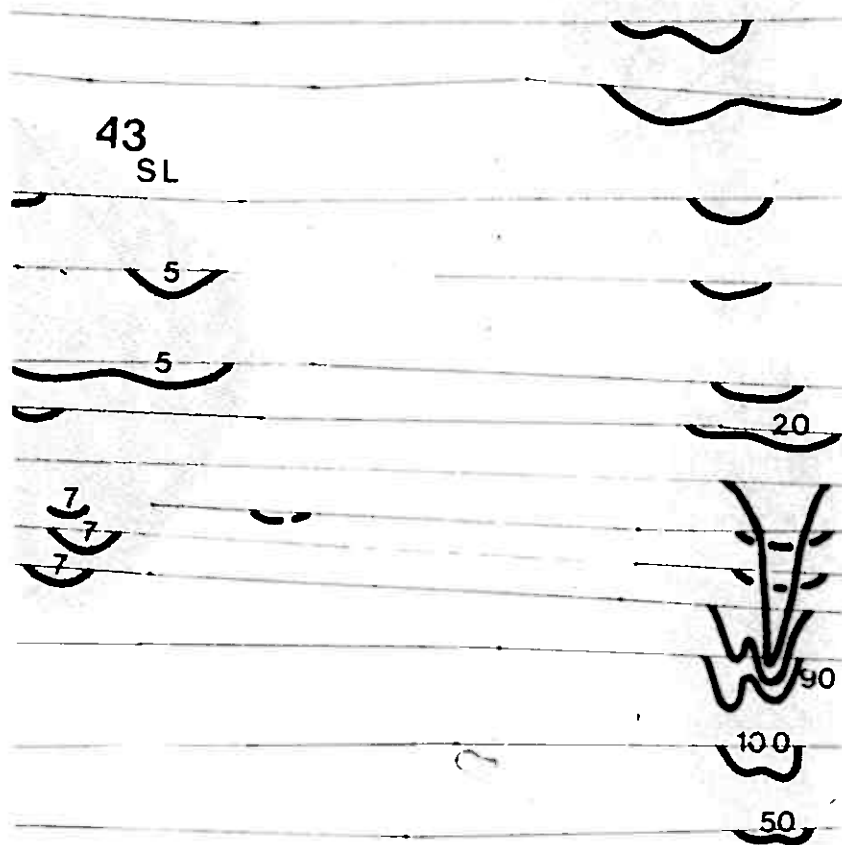


Fig. I.4.2

Kartutsnitt av det magnetiske datagrunnlaget.

a)



b)

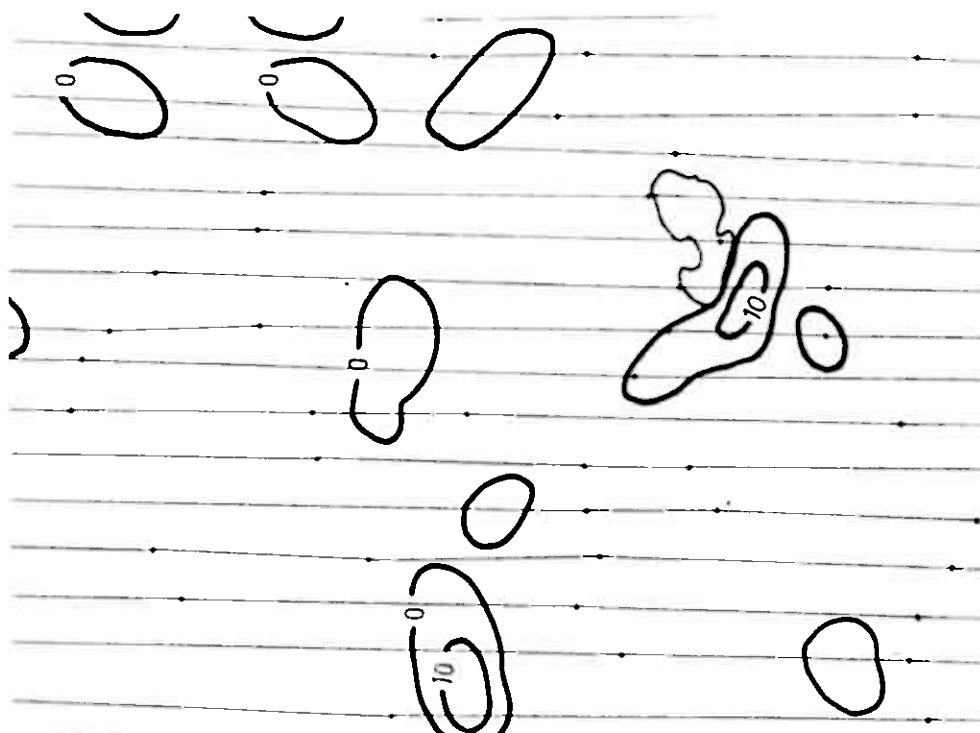


Fig. I.4.2

Kartutsnitt av datagrunnlaget for imaginær EM-anomali

a) Profilkart

b) Konturkart

a)



b)

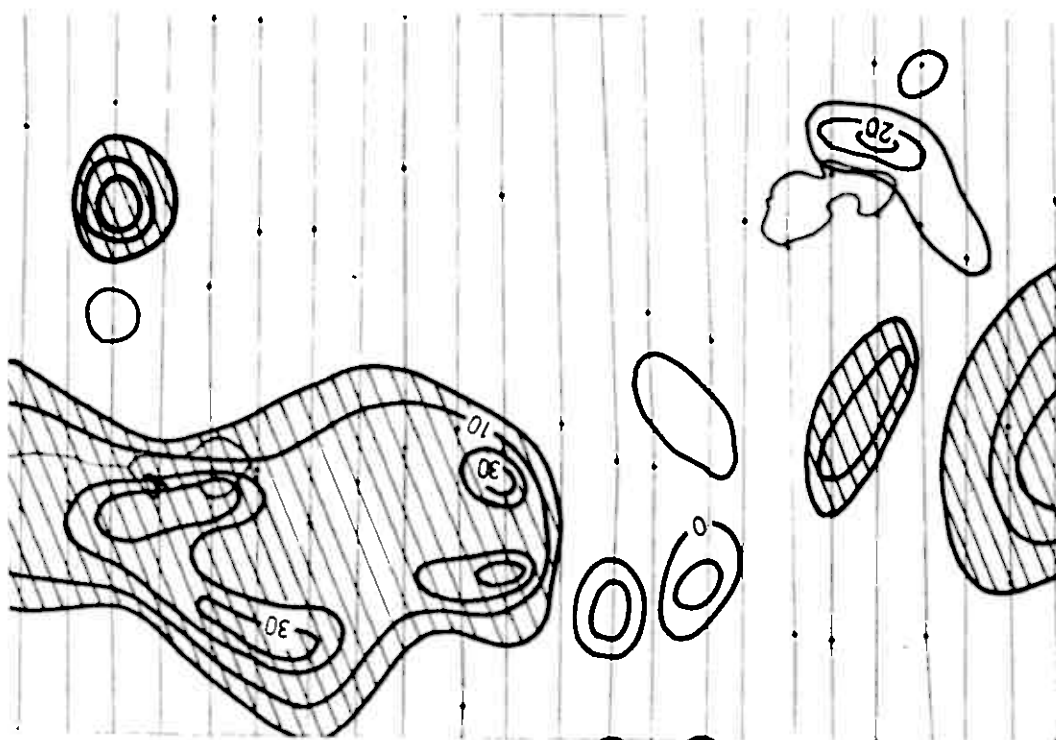


Fig. I.4.4

Kartutsknitt av datagrunnlaget for reell positiv og reell negativ komponent.

a) Profilkart

b) Konturkart

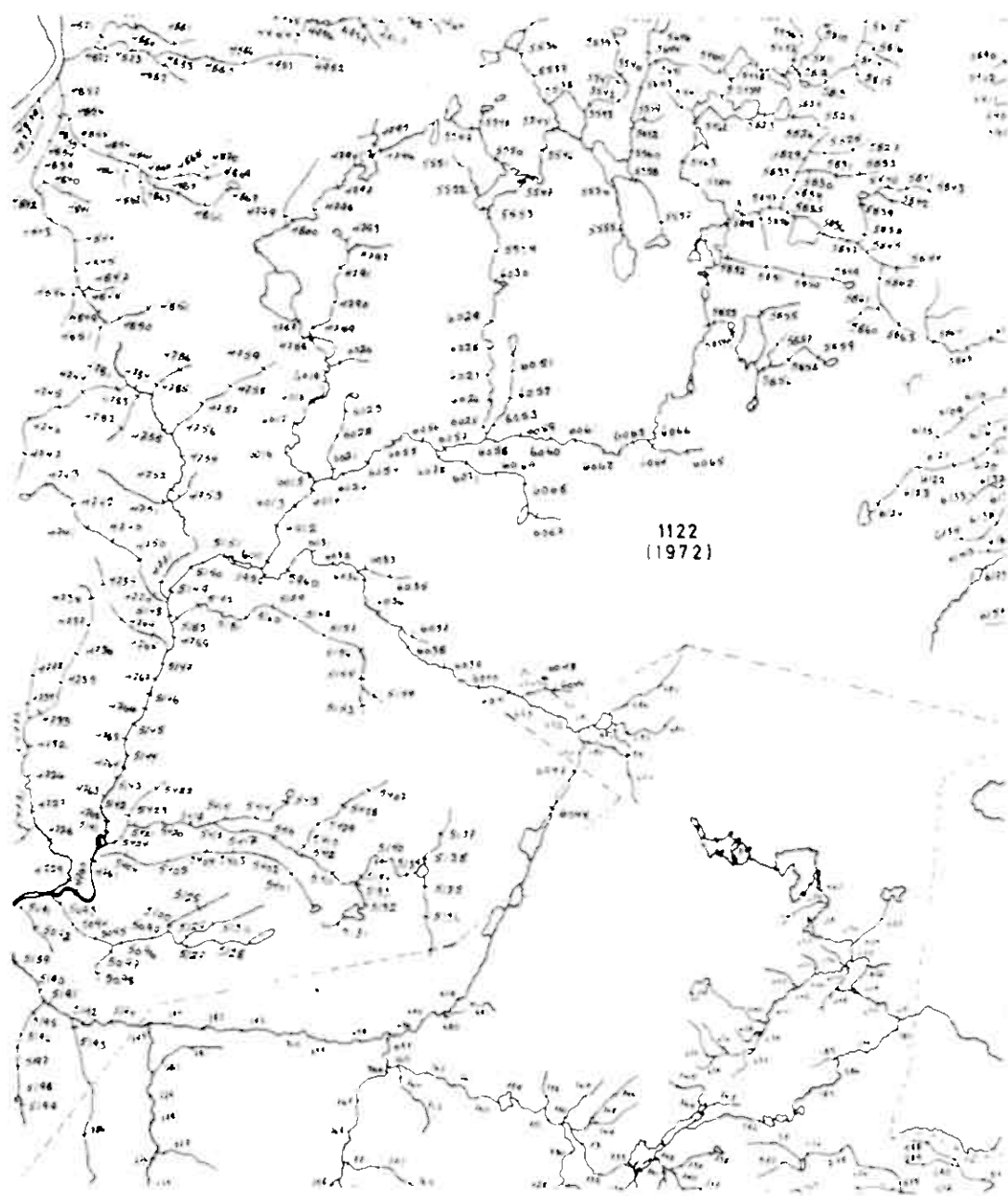


Fig. I.4.5

Kartutsnitt av prøvetakingskart for geokjemiske bekkesedimenter.

II.2 Koding av data

For pilot-området valgte man å kode så mye informasjon som mulig for senere å kunne konstruere flest mulige forskjellige variable. Kodingen av data ble for det meste utført som en kombinasjon av manuell registrering og regnemaskinbehandling.

Følgende informasjon ble kodet for hver celle:

Geologi:

- Bertgardenes tilstedeværelse i cellen
- Hvilke bergarter som grenser mot hverandre
- Strøk, fall og fallretning
- Opplysning om tektonikk, dvs. forkastninger, skyveplan, antyklinaler og synklinaler

Magnetisme:

- Cellens magnetiske topografi ble beskrevet ved hjelp av stikkord som drag, ås, topp, hav, nes, vik o.l.
- Den maximale magnetiske verdien samt differansen mellom maximums- og minimumsverdien i cellen.

Elektromagnetiske komponenter (Imaginær, reell positiv og reell negativ komponent):

Dataene for de elektromagnetiske komponentene ble kodet uavhengig av cellene. Hver anomal registrering for de tre komponentene ble gitt et nummer og for hver registrering kodet man koordinatene for registrerings maksimum, høyden på registreringen samt om registreringen tilhørte en anomalison og i tilfelle, beliggenheten av denne anomalisonen. For den imaginære komponenten ble også beregnet ledningsevne samt strøket på anomalisonene kodet.

Geokjemi:

Analyseresultatene for alle bekkesedimentprøvene ble punchet direkte inn i datamaskinen. Koordinatene for prøvepunktene ble digitalisert fra prøvetakingskart og deretter i datamaskinen tilordnet analyseverdiene.

II.3 Generering av variable

Ved bearbeidelsen av data fra pilot-området la en vekt på å generere så mange variable som mulig for å få en best mulig komplett analyse av kartenes informasjonsinnhold. En god del av variablene som ble generert var kompliserte og ut fra et prospekteringsmessig synspunkt meget "ukonvensjonelle". En håpet imidlertid at variable som uttrykte forhold man vanskelig kunne ha oversikt over bare ved å studere kartene, skulle kunne vise seg å være korrelerte med mineraliseringene.

En stor del av den kodete informasjonen besto av vinkler, avstander og høyder med verdiene angitt som reelle tall. For å kunne bruke EDB-systemet CHARAN var det nødvendig å inndelegge dataverdi-området for hver variabel i mindre intervaller og så for hver celle kode 1 (Ja) for den eller de intervallene som var tilstede i cellen. Dette førte til behandling av et meget stort antall Ja-Nei-variable.

II.4 Generell analyse av de genererte variablene

Et dataprogram ble laget for å studere de genererte variablers korrelasjon med celler med kjent mineralisering. Programmet telte antall tilstedeværelser for hver variabel i mineraliserte celler og sammenlignet dette med antall tilstedeværelser i ikke-mineraliserte celler. På grunnlag av denne analysen ble ca. 450 Ja-Nei variable valgt ut og for å finne de beste av disse variablene, ble discriminantanalyse benyttet. Discriminantanalyse ble kjørt separat for tre formasjoner, Amfibolittformasjonen, Finburformasjonen og Grønnsteinsformasjonen. Innen hver formasjon ble discriminantanalyse kjørt separat på variablene for henholdsvis geologi, magnetisme, EM-imaginær og EM-reell komponent.

Ca. 30 variable ble valgt ut for hver av de tre formasjonene på grunnlag av discriminantanalysen. Og blant disse variablene ble den endelige utvelgelsen gjort av programsystemet CHARAN.

I Sandøla-feltet viste de utskilte variablene at det i hovedtrekk eksisterer følgende empiriske relasjoner mellom informasjonen og de kjente malmforekomstene:

- a) Mineralisering opptrer på eller i nærheten av geologiske grenser.
- b) Mineralisering opptrer i et bestemt geometrisk mønster i forhold til trondhemitt-intrusjonene.
- c) Mineralisering ligger på flankene av magnetiske drag.
- d) Mineralisering ligger i områder med lokalt anomale magnetiske kontraster.
- e) Mineralisering ligger enten i eller i forlengelsen av EM-imaginære anomalidrag.
- f) Mineralisering ligger i enden eller i forlengelsen av positive eller negative reelle EM-anomalisoner.
- g) Mineralisering karakteriseres ved bekkesedimentanomalier for Zn, av og til Cu, Cd og Ag.

Den geokjemiske karakteristikken ble evaluert manuelt da korrelasjonene mellom anomale geokjemiske verdier og mineraliserte celler gav dårlige resultater. Årsaken til dette skyltes at kun de cellene inneholdende prøvepunkter med anomale verdier fikk tilordnet variable med "Ja" på spørsmålet om tilstedeværelse av anomale geokjemiske verdier i cellen. Også celler som ligger i dreneringsområdet for cellene med anomali burde fått tilordnet koden "Ja". For Sandølaområdet ble derfor geokjemien vurdert i forhold til de cellene som ble utskilt på bakgrunn av geologi og geofysikk.

III. KODING AV DATA FOR HELE GRONGFELTET

III.1 Innledning

EDB-systemet CHARAN (beskrevet i I.3) krever variable som på spørsmål om tilstedeværelse i en celle kan besvares med "Ja", "Nei", "Vet ikke" eller "Ikke observert". Erfaringen fra pilotområdet med koding av skalerte data som f.eks. vinkler, høyder og lengder i mindre intervaller, medførte store problemer og en viss vilkårlighet. Ofte hadde en ikke noen formening om hvor intervallgrensene burde settes, og en måtte derfor la intervallene delvis overlappe hverandre. Slik koding medfører også at en må arbeide med et meget stort antall variable.

Erfaringene fra pilotområdet gjorde at en under kodingen av data for hele Grong-feltet forsøkte å unngå intervallkoding og istedet legge mere vekt på direkte å kode informasjonen i en slik form at man kunne besvare spørsmålet tilstede-ikke tilstede. Likeledes erfarte man at retningen på dreneringssystemene burde kodes, da den geokjemiske anomalien i et prøvepunkt ofte kan skyldes anomalier i en nabocelle beliggende oppstrøms for prøvepunktet.

Resultatene fra bearbeidingen av pilotområdet gav oss derfor verdifulle erfaringer i kodingsproblematikken og den etterfølgende behandlingen av dataene.

Før kodingen startet, ble hele Grongfeltet inndelt i celler på 500m x 500m. Valg av denne cellestørrelsen ble gjort fordi en antok at en mindre cellestørrelse ville øke tidsrammen for prosjektet uten å tilføre informasjon vesentlig for mineraliseringspotensialet.

Kodingen av dataene har foregått som en kombinasjon av manuell avlesing fra kart og datamaskinregistrering. I forbindelse med kodingen er det skrevet mange og tildels store datamaskinprogrammer, slik at kodingen kunne gjøres på en rask og lett måte. Oversikt over disse programmene er gitt i appendix 2.

III.2 Koding av geologi

For de geologiske data valgte en kun å kode type bergart som er tilstede i en celle. Samme inndeling og samme forkortelse for bergartene ble benyttet som den som var benyttet i det geologiske kartgrunnlaget.

Eks.: Homogen amfibolittisk grønnstein ble kodet som G3 og det er samme forkortelsen som er benyttet på de geologiske kartene.

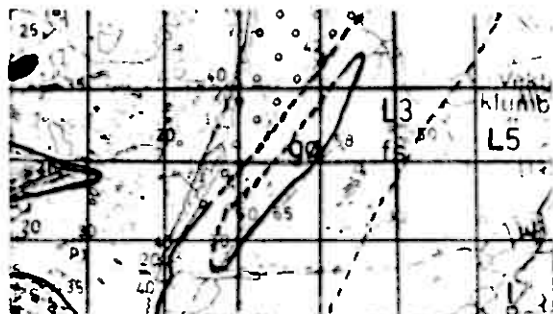


Fig. III.2.1 viser utsnitt av et geologisk kart med cellenettet påtegnet.

Fig. III.2.1

III.3 Koding av geofysikk

Det ble lagt ned mye arbeide i å komme fram til et tilfredsstillende kodingsopplegg for de geofysiske dataene. Mange slike kodingsopplegg ble testkodet og forkastet da de ikke tillot en systematisk beskrivelse av informasjon over hele feltet. Til slutt valgte man et opplegg som viste seg anvendelig innen hele feltet og som tilfredsstilte kravet til objektiv koding. Det ble lagt vekt på bare å kode data av typen tilstede-ikke tilstede, noe som førte til kompliserte definisjonsproblemer da det alltid fantes variasjoner innen den strukturklassifikasjonen som ble valgt som grunnlag for kodingen.

På grunn av definisjonsproblemene, måtte en gå ned til en rutestørrelse på 250m x 250m, dvs. 4 ruter i hver celle på 500m x 500m. Tilsammen 4651 celler inneholder geofysiske data. Dette tilsvarer 18604 ruter. Hver rute er kodet fire ganger for henholdsvis magnetisme, EM-imaginær komponent, EM-reell komponent og beregnet ledningsevne. Tilsammen gir dette 74416 manuelle koder av ruter.

En ytterligere kompliserende faktor med de geofysiske kartene, er at de er tegnet på grunnlag av flybildemosaikker. Før kodingen kunne starte, var det derfor nødvendig å overføre det rettvinklede koordinatsystemet for cellene fra de topografiske kartene til flybildemosaikkene. Resultatet ble et koordinatsystem med tildels skjeve vinkler og varierende celledørrelse, men i de fleste områder ofte med forbausende små variasjoner i forhold til et rettvinklet koordinatsystem.

MAGNETISME

De magnetiske dataene finnes som konturkart. (eks. Fig. I.4.2).

Under koding av magnetisk topografi har en lagt vekt på å skille mellom regionale magnetiske strukturer, lokale strukturer og lokale forandringer i regionale strukturer.

Eksempler:

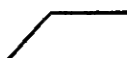
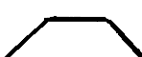
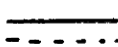
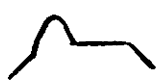
Regionale strukturer:	flate
	flanke
	rygger (drag)
	dal
	negativ flate
Lokale strukturer:	topp
	negativt hull
	lokal rygg
Lokale forandringer i regionale strukturer:	nes i flanke
	vik i flanke

Under kodingen har en forsøkt å spesifisere beliggenheten av de lokale strukturene i forhold til de regionale, f.eks. om en topp ligger på flate,

på en rygg, i en flanke eller i overgangen mellom regionale strukturer, f.eks. flate-flanke.

I tillegg har en også forsøkt å spesifisere beliggenheten av ruten i de strukturene som kodes. Dette kan illustreres ved at en tenker seg to snitt lagt gjennom ruten, et parallelt med det magnetiske strøket og et normalt på strøket.

Eksempler:

	Snitt normalt strøket	Snitt parallelt strøket
overgang lavere flate-flanke		
flanke		
overgang flanke-høyere flate		
rygg		
ende rygg		
lokal rygg på regional rygg		
topp i overgang rygg-flanke		
nes i flanke		

Selve kodingen er gjort på den måten at en for hver rute har kodet et tall fra 0 til 10000 der hvert siffer og dets plassering har sin spesielle betydning.

De rutene som ikke inneholder noen vesentlige endringer i magnetiske strukturer er kodet null uavhengig av den absolutte magnetiske verdien i cellen.

EM-imaginær komponent

Dataene for den imaginære komponenten foreligger dels som konturkart og dels som profilkart. (se Fig. I.4.3).

For den imaginære komponenten har en lagt vekt på å kode formen på anomalien, f.eks. enkelt utslag, kort rygg, lang rygg, og formen på utslagene i profilene, f.eks. flate () , bue () , topp () , skjev topp () . Tilstedeværelse av nes og viker i anomalisoner er også kodet.

Selve kodingen er gjort ved at en på samme måte som for magnetiske data har kodet et tall for hver rute inneholdende imaginær komponent og null for "tomme" ruter. Det ble også gjort forsøk på å kode imaginære anomali-liniamenter, f.eks. fortsettelseslinjen av en anomali, forbindelseslinjen mellom to anomalier, kryssing av flere liniamenter, men på grunn av problemer med å få slik koding entydig definert, ble det oppgitt.

Reell komponent

Dataene for den reelle komponenten foreligger dels som konturkart, dels som profilkart. (se Fig. I.4.4).

For denne datatypen er det vanskelig å definere strukturer på samme måte som for de foregående datatypene og en har derfor begrenset seg til for hver rute å kode tilstedeværelsen av henholdsvis negativ og positiv komponent.

Ledningsevne

For de rutene hvor ledningsevnen er beregnet, har en angitt dette ved å kode tilstedeværelse av påvist ledningsevne.

III.4 Koding av geokjemi

De geokjemiske dataene foreligger i form av prøvetakingskart og analyseprotokoller. Tilsammen dreier det seg om ca. 14000 prøvetakninger av bekkesedimenter innen området for prosjektet. Følgende elementer er analysert på følgende antall prøver:

ca.	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	V	Co	Cu	Ag	Mo
antall	13997	14011	14009	14004	7948	7957	10919	7971	6341	7925	4142
prøver											

Koordinatene for prøvepunktene ble digitalisert ved hjelp av en digitaliserings-enhet som står direkte i forbindelse med datamaskinen. Datamaskinen beregnet og lagret koordinatene sammen med prøvepunktene.

Prøvetakingskartene er tegnet på grunnlag av flyfotomosaikker og en måtte derfor inndeke kartene i meget små områder, koordinatfeste to punkt innen hvert område og så digitalisere hvert område for seg.

Samtidig med digitaliseringen av prøvepunktene ble informasjon om nærmeste nedenforliggende prøvetakingspunkt innen samme dreneringssystem kodet. Dette ble gjort for at en på et senere tidspunkt skulle kunne finne den tilnærmede strømningsretning mellom to og to prøvepunkter.

Resultatene fra analyseprotokollene ble direkte punchet inn i datamaskinen. Store variasjoner i oppsettet av analyseprotokollene samt bruk av tildels samme prøvenummerserie fra år til år krevde at en måtte skrive tildels store og kompliserte datamaskinprogrammer for å få tilordnet riktige koordinater til analyseverdiene. (Se appendix 2).

IV. GENERERING AV VARIABLE

IV.1 Innledning

EDB-systemet CHARAN kan maximum behandle 35 variable inkludert eventuelt nye logiske kombinasjoner av flere variable, og en måtte derfor begrense antall variable til dette. Etter endel testing og visuelle betraktninger av de kodete dataene innen de aktuelle mineraliserte modellområdene, valgte en ut 11 geofysiske, 3 geologiske og 13 geokjemiske variable, tilsammen 27 variable. De resterende 8 variabelplassene i CHARAN ble avsatt til konstruksjon av nye logiske kombinasjoner av de 27 valgte variablene.

De fire tillatte variabelverdiene i CHARAN er 1, 0, -1 og 2 og de har følgende betydning:

- 1: tilstedeværelse av anomali
- 0: vet ikke
- 1: ikke-tilstedeværelse av anomali
- 2: ingen data

IV.2 Generering av geofysiske variable

De geofysiske dataene ble som tidligere nevnt kodet i et rutenett på 250m x 250m der fire ruter tilsvarer en celle på 500m x 500m. Følgende variabler er blitt generert og tilordnet verdi innen hver rute:

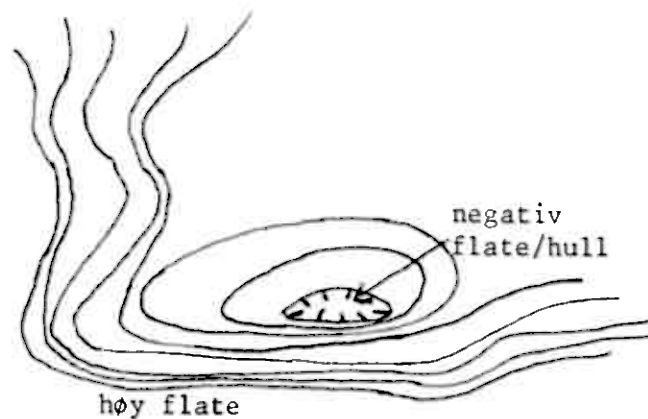
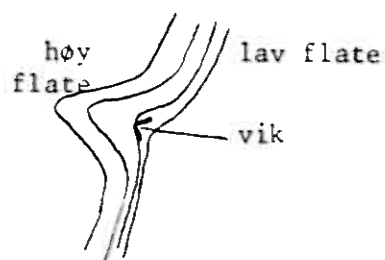
MAGNETISME

MA1: Flanke (regional struktur)

Denne variabelen er tilordnet verdien 1 for alle de rutene som inneholder magnetiske flanker av mere regional karakter.

MA2: Vik og hull (anomali i regional struktur)

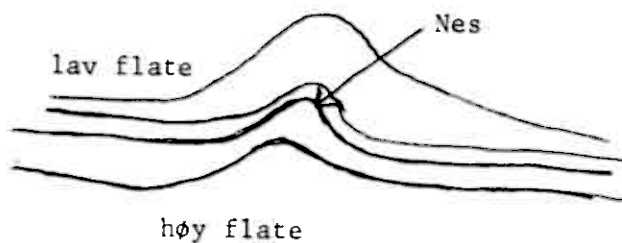
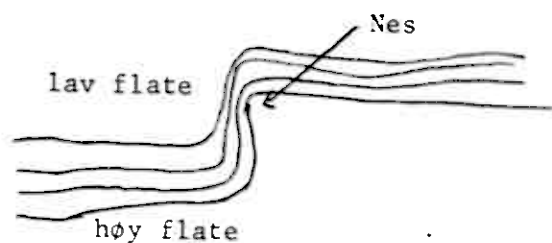
MA2 er ment å skulle uttrykke lokalt svakere magnetiserte områder. Alle de rutene som inneholder negativt hull/flate eller vik i en regional flanke har fått tilordnet verdien 1 for tilstedeværelse av MA2. Etterfølgende figurer viser noen eksempler.



MA3: Nes (anomali i regional struktur)

MA3 er kodet 1 alle de stedene hvor en har et lokalt nes i en regional flanke.

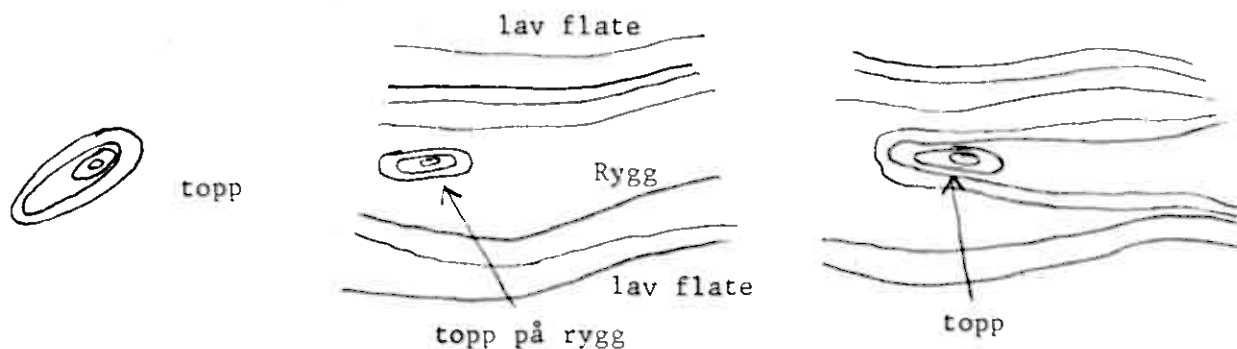
Eksempler:



MA4: Topper (lokal anomali)

MA4 gir uttrykk for lokale maximumsverdier.

Eksempler:

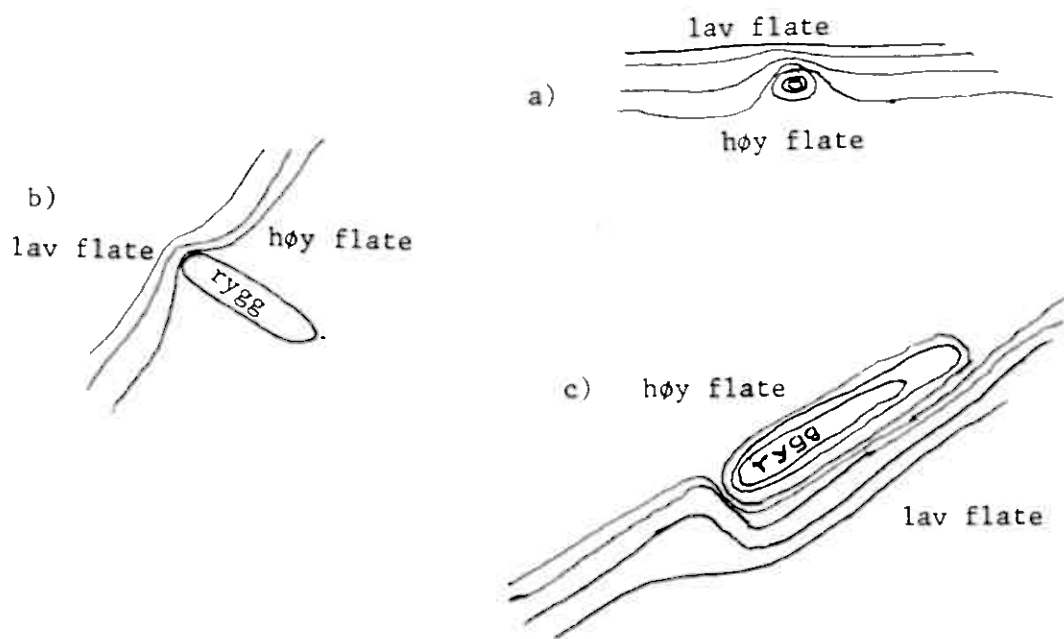


MA5: Dobbel kontrast (lokal anomali samtidig med anomali i den regionale strukturen)

MA5 er kodet 1 for følgende tilfeller:

- Topp i flanke eller i overgangen høyere flate-flanke
- Lokal rygg som ender i flanke og der vinkelen mellom strøkretningene til flanken og ryggen er stor.
- Lokal rygg, parallelt regional flanke, men med lokalt nes der ryggen ender.

Eksempler:



En rute som inneholder MA5 vil alltid være kodet 1 for MA1 og som oftest også kodet 1 for MA3 og MA4.

EM-IMAGINÆR KOMPONENT

IM6: Denne variabelen er kodet 1 for alle rutene inneholdende imaginær komponent.

IM7: Denne variabelen er kodet 1 for de av rutene som inneholder enten:

- a) topper i en imaginær anomalisone
- b) imaginære anomalier registrert i bare en eller to måleprofiler (dvs. meget kort anomalisone)

IM7 forutsetter IM6.

LEDNINGSEVNE

LE8: Denne variabelen er kodet 1 for alle de rutene hvor ledningsevnen er angitt.

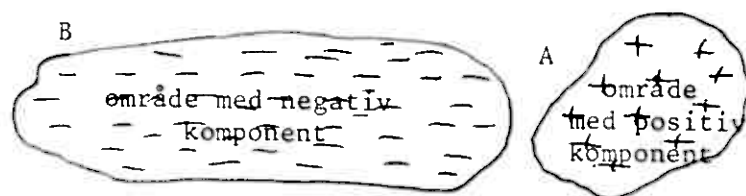
REELL KOMPONENT

RE9: Denne variabelen er kodet 1 for alle de rutene som ikke inneholder positiv eller negativ komponent og hvor minst to av naborutene heller ikke inneholder negativ eller positiv komponent.

RE10: RE10 er kodet 1 for alle de rutene som inneholder negativ komponent og hvor samtidig minst to av naborutene også inneholder negativ komponent.

RE11: RE11 er kodet 1 for alle de rutene som inneholder positiv komponent og hvor minst to av naborutene også inneholder positiv komponent.

Disse tre reelle komponentvariablene er konstruert med henblikk på å favorisere grenseområdene mellom større områder med henholdsvis positive og negative anomalier. I det etterfølgende eksemplet vil område A bli opp-prioritert i forhold til f.eks. område B.



Under pkt. III.3 er det begrunnet hvorfor en under kodingen av geofysikk valgte å inndelegge en celle i 4 ruter. For å kunne generere geofysiske variable for cellen var det derfor nødvendig å slå sammen igjen de 4 rutene til en celle. Dette ble gjort på følgende måte:

For hver variabel fikk cellen verdien 1 når minst en av rutene i cellen hadde verdien 1 for vedkommende variabel.

De tre nabocellene til hver rute i en celle ble tilordnet verdien 1 for de av variablene med unntak av MA1, som i vedkommende rute hadde verdien 1.

Dette kan best illustreres av etterfølgende figur der variabel x=1 for en rute i en celle.

-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1

Variabel i rutenett

	-1	-1	-1
	1	1	-1
	1	1	-1

Variabel i cellenett

At MA1 ikke kodes for nabocellene skyldes at MA1 uttrykker en regional kontrast som også vil være tilstede i en eller flere av nabocellene.

De øvrige geofysiske variablene gir uttrykk for mere lokale forandring og det vil derfor være større muligheter for at disse forandringene er plassert i feil rute.

Disse variablene som her er valgt ut, er alle godt representert i de cellene som inneholder de mest kjente mineraliseringene i Grongfeltet.

IV.3 Generering av geologiske variable

Kun tre bergartstyper er valgt, og disse er karakteristiske for mineraliseringene i Grongfeltet.

- 12 FIN: Denne variabelen er kodet 1 for alle cellene inneholdende Finbuformasjonene.

Finbuformasjonen er bare definert i Sandøla, og inneholder bl.a.: tuff, fyllitt og kalkrike skifre.

- 13 KER: Kvartskeratorfyr.

Denne variabelen er kodet 1 for alle de bergartene som på de geologiske kartene er angitt med følgende forkortelser:

GFE, FE, KE, GKE

- 14 GRO: Grønnstein.

Denne variabelen er kodet 1 for alle de bergartene som på de geologiske kartene er angitt med følgende forkortelser:

AA, A, NA, GA, G1, G2, G3, G4, G5, G6, GØ, RGO

For alle celler inneholdende overdekning er disse tre variablene kodet 0 (vet ikke) så fremt cellen ikke er kodet å inneholde en av bergartene.

IV.4 Generering av geokjemiske variable

De geokjemiske analyseverdiene av bekkesedimenter viser tilførselen av sporelementer i nedslagsfeltet som dreneres av de enkelte bekkene. Denne sporelementkonsentrasjonen vil variere fra område til område, blant annet på grunn av geologien. Høyere verdier innen et område behøver derfor nødvendigvis ikke å bety tilstedeværelse av anomale konsentrasjoner som skyldes mineralisering.

Før man definerte grensene for anomale konsentrasjoner som kan skyldes mineralisering, ønsket man å fjerne mest mulig av bakgrunnskonsentrasjonene. Etter endt testing kom man fram til følgende prosedyre:

For hver celle ble den laveste analyseverdien i cellen for hvert element funnet. (En celle vil vanligvis minst inneholde 2-3 prøvepunkter).

Deretter ble gjennomsnittet for hver celle og dens 8 naboceller beregnet og denne gjennomsnittsverdien for hvert enkelt element ble definert som cellens bakgrunnsverdi.

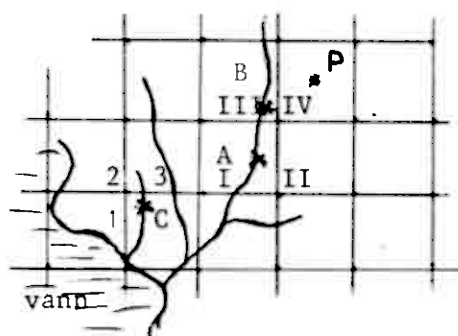
For hvert element ble deretter analyseverdiene standardisert ved hjelp av elementenes bakgrunnsverdier i cellene. Følgende formel ble benyttet:

$$MN_{xc} = \frac{MA_{xc} - MB_{xc}}{MB_{xc}} + 10$$

der MN= standardisert analyseverdi
MA= analyseverdi
MB= bakgrunnsverdi
XC= element X i cellen C

Konstanten 10.0 er benyttet for å unngå negative standardiserte analyseverdier.

Etter endel testing kom man fram til følgende prosedyre for tilordning av standardiserte analyseverdier til cellene. Denne prosedyren kan best forklares ved hjelp av etterfølgende figur der A er et prøvetakingspunkt i en bekk, der B er et prøvetakingspunkt oppstrøms for A og der P er sentrum i en vilkårlig valgt celle.



Måleenhet = 1 cellelengde

Alle cellene som oppfyller følgende betingelser vil få tilordnet de standardiserte analyseverdiene til punkt A.

Betingelse I: Avstanden PB < avstanden (AB+0.5)

Betingelse II: Avstanden PA < avstanden (AB+0.7)

Betingelse III: Normalen fra P til linjen eller forlengelsen av linjen AB skal være mindre eller lik 1.25 cellelengder.

På figuren vil cellene merket I til IV få tilordnet analyseverdiene til punkt A.

Oppstrøms punkt B er det ingen prøvepunkter, og for slike såkalte "kildepunkter" er det satt opp følgende betingelser:

- Betingelse I: Avstanden $PB \leq 1.25$
- Betingelse II: Normalen fra P til forlengelsen av linjen AB skal være mindre eller lik 0.9
- Betingelse III: Avstanden $PB \leq (PA+0.1)$ for de cellene som ikke inneholder punkt B.

Alle cellene som oppfyller disse tre betingelsene vil få tilordnet analyseverdiene til punkt B. På figuren vil dette gjelde cellene merket III og IV.

For bekker som inneholder kun et punkt, som f.eks. punkt C på figuren, har man satt følgende betingelse:

Betingelse: Avstanden $PC \leq 1.0$ cellelengder.

På figuren vil cellene merket 1, 2 og 3 få tilordnet analyseverdiene til punkt C i tillegg til cellen inneholdende punkt C.

Etter endel testing og vurdering valgte man følgende 13 geokjemiske variable.

VAR.NR.	ELEMENT	VAR.NAVN	
15	Cu	CU	
16	Pb	PB	
17	Zn	ZN	
18	Ni	NI	
19	Cd	CD	
20	Ag	AG	
21	Cu/Ni	CUNI	
22	Pb/Ni	PBNI	
23	Zn/Ni	ZNNI	
24	Cu/Zn	CUZN	alle divisjonene er mellom
25	Pb/Zn	PBZN	standardiserte verdier innen
26	Zn/Mn	ZNMN	samme prøvepunkt.
27	Zn/V	ZNV	

Under tilordningen av analyseverdier til cellene, vil en celle som oftest få tilordnet flere analyseverdier for hvert element. Som endelige analyseverdier for hver celle valgte man de høyeste tilordnede analyseverdier. Høy Cu- og Zn-verdi i en celle vil f.eks. av denne grunn kunne skyldes høy Cu- og Zn-verdi i to forskjellige prøvepunkter, begge tilordnet samme celle.

Figur IV.4.1 viser skisse av de kumulative frekvensfordelingene for Cu for henholdsvis standardiserte prøvepunktsverdier (A) og tilordnede standardiserte celleverdier (B) plottet langs to lineære akser.

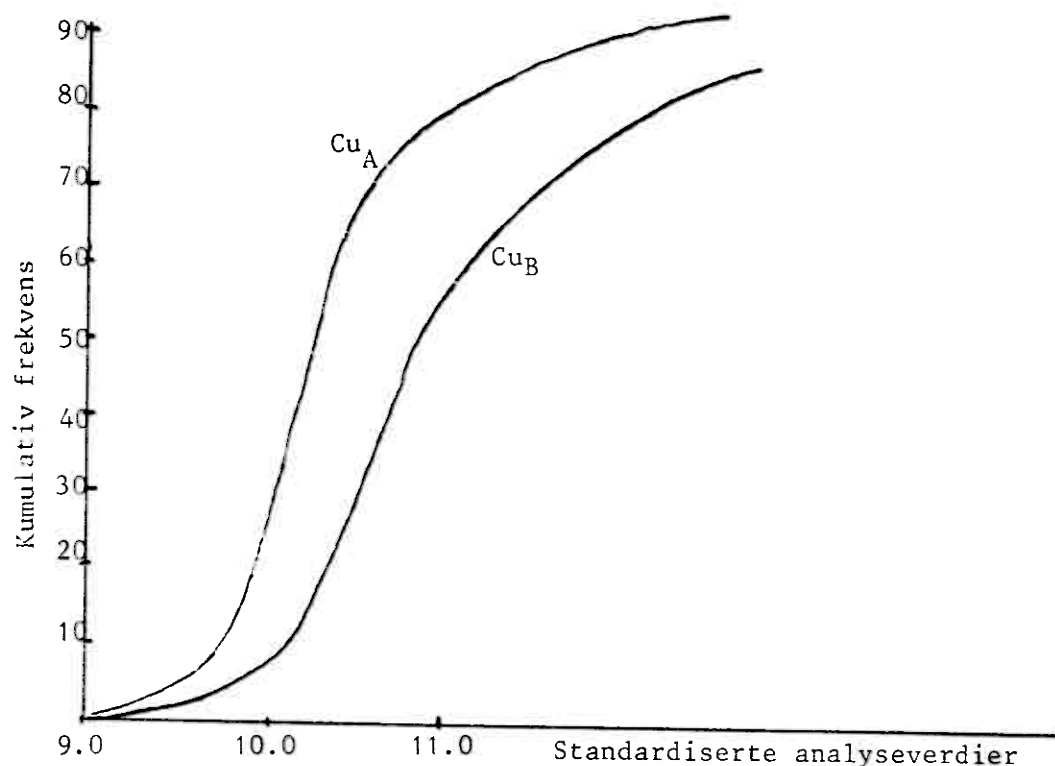


Fig. IV.4.1

Det eksisterer ingen objektiv grense for definisjon av anomali/ikke anomali. Prosjektet valgte derfor å ta utgangspunkt i de kumulative frekvensfordelingene for Cu.

Analyseverdiene mellom kumulativ prosent 80% og 92.5% valgte man å definere hverken som anomal eller ikke anomal, dvs. man kodet 0 som betyr "Vet ikke". Analyseverdier over 92.5% ble definert som klart anomale. Da alle celler oppstrøms for det anomale analysepunktet også blir anomale, betyr 7.5% anomale punkter et større antall anomale celler.

For Cu medfører dette at ca. 24% av cellene har fått tilordnet en eller flere verdier som mulignes skulle vært betegnet anomal og ca. 22% har fått tilordnet en eller flere klart anomale Cu-verdier.

Den etterfølgende tabell gir en oversikt over inndelingen av antall celler i gruppene "ikke anomale", "vet ikke" og "anomali".

Variable navn	Totalt antall celler	Antall celler som er klassifisert		
		ikke anomal	vet ikke	anomal
		Kum.% < 80.0%	80.0% < Kum.% < 92.5%	Kum% > 92.5%
Cu	7352	3976	1761	1615
Pb	7348	3977	1697	1674
Zn	7352	3918	1745	1689
Ni	7351	4034	1756	1561
Cd	3752	2125	1561	820
Ag	4653	2866	978	809
Cu/Ni	7351	3750	1868	1733
Pb/Ni	7347	3650	1962	1735
Zn/Ni	7351	3631	1927	1793
Cu/Ni	7352	3721	1933	1698
Pb/Zn	7348	3661	1922	1765
Zn/Mn	4658	2299	1247	1112
Zn/V	6199	3182	1626	1391

I gjennomsnitt vil ca. 50-54% av cellene kunne betraktes som "ikke anomal", ca. 22-26% vil være kodet "vet ikke" og ca. 21-24% vil være kodet "anomal".

I EDB-systemet CHARAN ble følgende logiske kombinasjoner av de geokjemiske variablene konstruert:

$$V28 = (Cu/Ni) * Cu = V21 * V15$$

$$V29 = (Cu/Zn) * Cu = V24 * V15$$

$$V30 = (Pb/Ni) * Pb = V22 * V16$$

$$V31 = (Pb/Zn) * Pb = V25 * V16$$

$$V32 = (Zn/Ni) * Zn = V23 * V17$$

$$V33 = (Zn/Mn) * Zn = V26 * V17$$

$$V34 = (Zn/V) * Zn = V27 * V17$$

Symbolet (*) står for den logiske betegnelsen (og).

Variablene 28 til 34 vil bli kodet:

- "anomal" når begge variablene på høyre side er kodet "anomal".
- "vet ikke" når enten begge variablene på høyre side er kodet "vet ikke" eller når en av dem er kodet "vet ikke" og en er kodet "anomal".
- "ikke anomal" når minst en av variablene på høyre side er kodet "ikke anomal".

Fig. IV.4.2 viser hvordan disse logiske variablene virker.

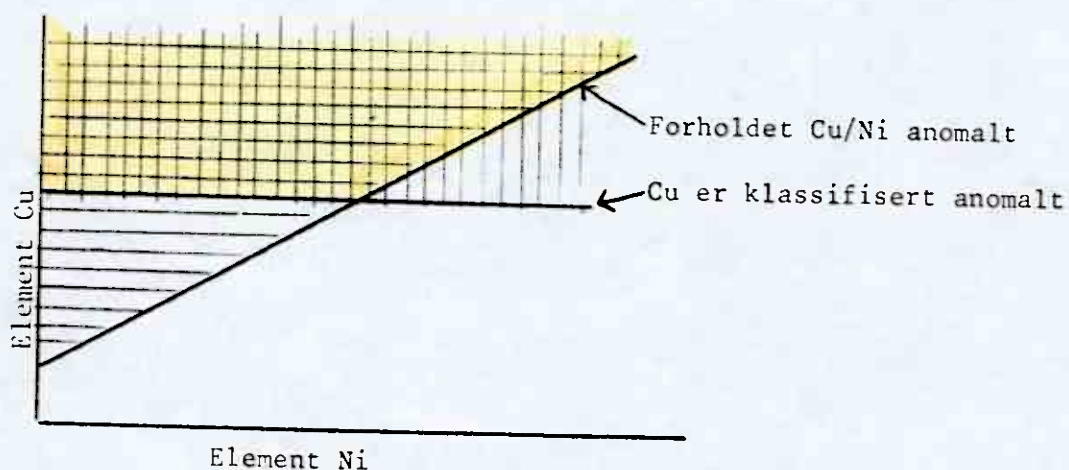


Fig. IV.4.2

De vannrette linjene viser det området hvor forholdet Cu/Ni er anomalt, og de loddrette linjene viser området hvor bare Cu er anomal. Det rutete området viser hvor begge betingelsene, anomalt Cu/Ni-forhold og anomal Cu-verdi er oppfylt.

Ved hjelp av disse logiske variablene unngår man de tilfellene hvor forholdet Cu/Ni er anomalt, men hvor Cu- og Ni-verdiene begge er "ikke anomale" og hvor Ni-verdien er meget liten.

I EDB-systemet vil variablene 28 til 34 erstatte variablene 21 til 27.

V. PROSEDYRE FOR UTSKILLELSE OG PRESENTASJON AV INTERESSEOMRÅDE

Man starter med å velge et modellområde. På grunnlag av variablene i de cellene som utgjør modellområdet, beregner EDB-systemet CHARAN vektorer for hver variabel. Fig. V.1 viser et eksempel på beregning

VARIABLE	NAME	WEIGHT
17	ZN	.309
15	CU	.285
21	CUNI	.267
26	ZNMN	.267
27	ZNU	.263
9	RE9	.260
23	ZNNI	.249
13	GRO	.242
4	MA4	.231
3	MA3	.231
20	AG	.206
10	RE10	.182
11	RE11	.182
18	NI	.134
24	CUZN	.133
25	PBZN	.125
2	MA2	.106
5	MA5	.101
7	IM7	.100
19	OD	.097
1	MA1	.071
16	PE	.043
6	IM6	.022
8	LE8	-.151
22	PBNI	-.181
12	KER	-.228

av vektene for hver variabel innen et modellområde. Zn er den variabelen som aller best karakteriserer modellen.

De negative vektene betyr at det i alle eller i de fleste cellene er kodet "ikke-anomali" for de tilhørende variablene. (Tilstedeværelse eller ikke tilstedeværelse av f.eks. keratofyr (KER) i en celle kodes på samme vis som henholdsvis "anomali" - "ikke anomali").

Fig. V.1

Alle vektene til sammen karakteriserer modellcellene. På grunnlag av disse vektene beregner EDB-systemet CHARAN en verdi for celler både innenfor og utenfor modellområdet.

Når modellen er homogen, vil alle modellcellene få høye verdier. Andre celler som kommer ut med høye verdier, vil være celler som er lik modellcellene.

Variable med negative vekter vil ned-prioritere celler hvor disse variablene er kodet +1, dvs. "anomali", eller opp-prioritere celler med koden -1, dvs. "ikke-anomali".

Alle de beregnede celleverdiene for et område blir presentert i en frekvenstabell der antall modellceller og ikke-modellceller innen hvert intervall blir angitt separat. Denne tabellen forteller en hvor god den valgte modellen er.

Fig. V.2 viser en slik frekvenstabell beregnet på grunnlag av vektene for en modell med 6 celler. Frekvenstabellen viser en dårlig valgt modell da halvparten av modellcellene kommer ut med lave verdier. I en god modell vil alle modellcellene ligge samlet nederst i tabellen samtidig med at det vanligvis vil være relativt få ikke-modellceller nederst i tabellen.

Ut fra frekvenstabellen velger man ut passende grenseverdier for inndeling av frekvenstabellen i større intervaller. EDB-systemet CHARAN nummererer intervallene fra 1 og oppover til 9 og tegner ut cellekart på grunnlag av denne inndelingen. På et slikt kart vil hver celle være angitt med det nummeret som tilsvarer intervallet for cellens beregnede verdi.

Fig. V.3 viser et eksempel på et slikt kart. Cellene med de høyeste verdiene er de cellene som har størst likhet med modellcellene. Dersom modellen representerer en gitt mineralisering, vil cellene med 9 utenfor modellen, angi de cellene hvor det er størst sannsynlighet for å finne samme type mineralisering.

FREQUENCY DISTRIBUTION
CLASS INTERVAL

			MODEL CELLS		NON-MODEL CELLS	
			FREQ	PCT	FREQ	PCT
1	.65	.59	0	.00	3	.48
2	.59	.53	0	.00	3	.48
3	.53	.48	0	.00	5	.80
4	.48	.42	0	.00	49	7.87
5	.42	.37	0	.00	35	5.62
6	.37	.31	0	.00	29	4.65
7	.31	.25	0	.00	25	4.01
8	.25	.20	2	33.33	26	4.17
9	.20	.14	1	16.67	39	6.26
10	.14	.09	0	.00	32	5.14
11	.09	.03	0	.00	33	5.30
12	.03	.02	0	.00	36	5.78
13	.02	.08	0	.00	42	6.74
14	.08	.14	0	.00	46	7.38
15	.14	.19	0	.00	27	4.33
16	.19	.25	0	.00	34	5.46
17	.25	.30	0	.00	24	3.85
18	.30	.36	0	.00	31	4.98
19	.36	.41	0	.00	23	3.69
20	.41	.47	0	.00	22	3.53
21	.47	.53	0	.00	15	2.41
22	.53	.58	0	.00	14	2.25
23	.58	.64	0	.00	11	1.77
24	.64	.69	0	.00	7	1.12
25	.69	.75	0	.00	5	.80
26	.75	.81	2	33.33	6	.96
27	.81	.86	1	16.67	1	.16
TOTALS			6		623	

???

NEXT MOVE??

BINDELA

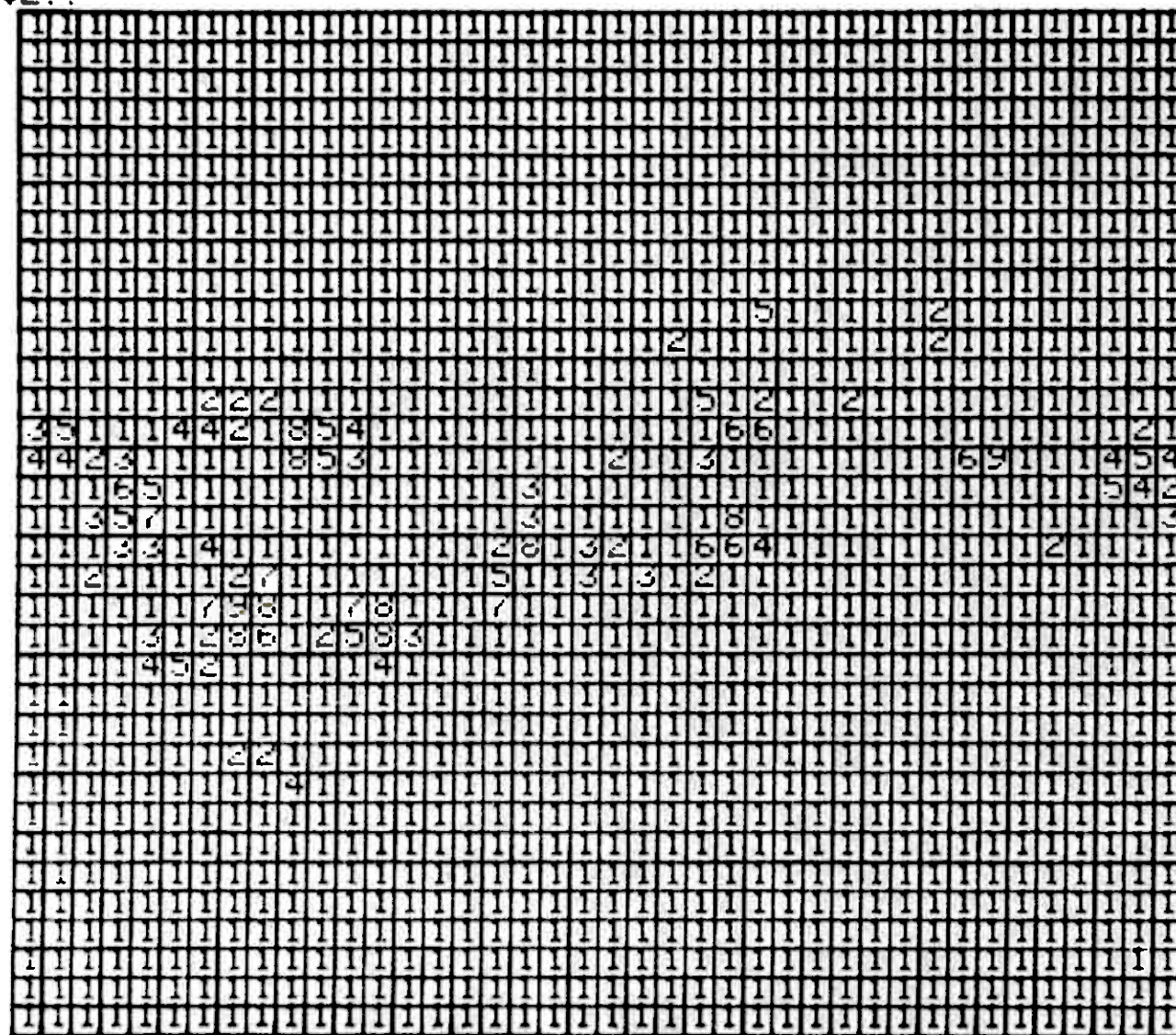


Fig. V.3.

VI. MODELLER FOR UTSKILLELSE AV INTERESSEOMRÅDER I GRONGFELTET

VI.1 Innledning

Dimensjonene på det cellenettet som ble brukt til å dekke de aktuelle områdene av Grongfeltet med 500m x 500m celler, er på 170 x 135, tilsammen 22950 celler. Av disse cellene er det ca. 8200 celler som er kodet for en eller flere av de 27 utvalgte variablene.

De geofysiske dataene innen Grongfeltet er arealmessig dårligst representert, og maximum antall celler som både inneholder geofysiske, geologiske og geokjemiske variable vil følgelig være likt antall celler inneholdende geofysiske variable, dvs. 4651 celler. De resterende av de ca. 8200 cellene vil være kodet 0 for alle de geofysiske variablene, dvs. koden for "vet ikke". Likeledes vil de cellene som mangler enten de geologiske eller de geokjemiske variablene være kodet 0 for disse variabeltypene. Celler som hverken inneholder geologiske, geofysiske eller geokjemiske variable, vil ha koden 2 for alle variable, dvs. koden for "ingen data", og disse cellene vil være blanke på de fremstilte kartene.

Maximum antall celler tillatt i EDB-systemet CHARAN er 1500 og en har derfor under kartframstilling måttet inndeke Grongfeltet i rektangulære områder på 40 * 35 celler, tilsammen 1400. 13 slike rektangulære områder dekker tilsammen alle de cellene som inneholder en eller flere variable med kode -1, 0 eller 1, dvs. "ikke anomali", "vet ikke" eller "anomali". De enkelte delområdene ble limt sammen til et kart over hele feltet.

VI.2 Mineraliserte modeller

Det geofysiske bildet innen den vestlige delen av Grongfeltet (Sandølafeltet og Gjersvikdekket), er svært forskjellig fra den østlige delen av Grongfeltet, og mange av de genererte geofysiske variable er ikke representert i den østlige delen. Konsekvensen av dette er at modeller fra den vestligste delen gir lave verdier for cellene i den østlige delen.

For den vestlige delen av Grongfeltet er tre hovedmodeller valgt. To av disse ligger i Sandølafeltet og disse er Godejord mineraliseringer og Skiftesmyr-forekomsten. Den tredje modellen er Gjersvik-forekomsten.

For den østlige delen av Grongfeltet er kun Joma-forekomsten valgt ut som modell.

Det nærmeste området rundt Skorovatn gruve er ikke prøvetatt geokjemisk og en har derfor ikke kunnet benytte Skorovatn-malmen som modell.

Som en kompensasjon valgte en som modell en celle beliggende ca. 1 km sydøst for selve malmen. Denne cellen inneholder geofysiske ledende soner og er både den nærmeste og den eneste cellen hvor relativt mange av de geofysiske og geokjemiske variablene er kodet som "anomali". Sammenlignet med de andre modellene inneholder denne modellen, kalt Neså-modellen, likevel få variable med koden "anomali".

Det samme er også tilfellet med en modell for Visletten skjerp som Grong Gruber A/S ønsket valgt som modell.

Tabell VI.2.1 viser en sammenstilling av vektene for alle variablene i de forskjellige modellen. Modellene er som følger:

NAVN	MODELL NR.	ANTALL MODELLCELLER
GODEJORD	1	2
SKIFTESMYR	2	2
GJERSVIK	3	3
NESÅ	4	1
VISLETTEN	5	1
JOMA	6	3

MINERALISERT MODELL		1	2	3	4	5	6
VARIABLE	NAME	WEIGHT	WEIGHT	WEIGHT	WEIGHT	WEIGHT	WEIGHT
1	MA1	.225	.201	.080	.224	.224	- .204
2	MA2	.225	.201	.255	.224	.224	- .204
3	MA3	.225	.201	.255	.224	.224	- .204
4	MA4	.225	.201	.102	.224	.224	- .204
5	MA5	.225	.201	.255	.224	.224	- .204
6	IM6	.225	.201	.255	.224	.224	.204
7	IM7	.225	.201	.073	- .224	.224	.204
8	LE8	.225	.201	.255	.224	- .224	- .204
9	RE9	.225	.201	.080	.224	.224	.204
10	RE10	.225	.201	.255	.224	.224	.204
11	RE11	.225	.201	.255	.224	.224	- .204
12	KER	- .225	.201	- .102	- .224	- .224	- .204
13	GRO	- .225	.201	.255	.224	.224	.204
14	FIN	.225	- .201	- .255	- .224	- .224	- .204
15	CU	- .111	.201	.102	.224	- .224	.204
16	PB	.225	.201	- .076	.000	.000	.204
17	ZN	.000	.104	.255	.224	.000	.204
18	NI	.225	- .104	- .255	.000	.000	.136
19	CO	.000	- .104	.011	.000	.224	.204
20	AG	.225	.201	.011	.000	.224	.204
21	CUNI	.000	.201	.102	.224	.000	.204
22	FEHI	.225	.201	- .076	- .224	.224	.204
23	ZNHI	.114	.201	.255	.000	.000	.204
24	CUZN	.003	.201	.102	.224	.000	.204
25	PBZN	.225	.201	- .076	- .224	.224	.136
26	ZNMN	.114	.201	.255	.000	.000	.068
27	ZNU	.000	.201	.255	.000	.224	- .068

Tabell VI.2.1

Kun variablene IM6 og RE10 har maksimal vekt innen alle de 6 modellene. Forskjellen i tallverdi er en funksjon av antall celler i modellen. IM6 betyr tilstedeværelse av imaginær EM-komponent og RE10 er tilstedeværelse av et område med negativ reell EM-komponent. Begge variablene er som beskrevet under pkt. IV.2, først blitt kodet innen 250m x 250m ruter og så overført til en cellestørrelse på 500m x 500m. De to nest beste variablene alle modellene sett under ett synes å være MA4 som står for tilstedeværelse av magnetisk topp og RE9 som uttrykker tilstedeværelse av et område som hverken har positiv eller negativ reell EM-komponent.

Tilstedeværelse av disse fire geofysiske variablene innen de seks modellområdene indikerer følgende geofysiske situasjon.

Tilstedeværelse av magnetisk topp

Tilstedeværelse av imaginær EM-anomali

Tilstedeværelse av to områder karakterisert henholdsvis ved tilstedeværelse av en negativ reell EM-anomali og et område uten positiv eller negativ reell EM-anomali. RE9 og RE10 er kun kodet som "anomali" i en celle når ovenfornevnte forhold eksisterer i minst tre av de fire 250m x 250m rutene.

I motsetning til de geofysiske variablene MA4, IM6, RE9 og RE10 som alle karakteriserer mineralisering innen de seks modellområdene, så vil de geokjemiske variable være mer selektiv som en funksjon av mineraliseringens geokjemi.

Godejord er karakterisert ved (Pb, Ag)

Skiftesmyr er karakterisert ved (Cu, Pb, Zn, Ag)

Gjersvik er karakterisert ved (Zn)

Neså er karakterisert ved (Cu, Zn)

Visletten er karakterisert ved (Cd, Ag, Pb)

Joma er karakterisert ved (Cu, Pb, Zn, Cd, Ag)

Ved fremstilling av kart har man fjernet alle geologiske variable med negative vekter for ikke å ekstrapolere geologiske forhold fra en av Grongfeltets formasjoner (f.eks. Finbur) til en annen formasjon (f.eks. grønnstein).

VI.3 Generalisering av de mineraliserte modellene

Enkelte av variablene i modellcellene kan representere spesielle forhold som ikke lar seg ekstrapolere til andre steder. For derfor å få mere stabile og representative modeller har man for hver modell slått sammen alle modell- og ikke-modellceller som viser høye verdier beregnet på grunnlag av vektene for modellene i tabell VI.2.1.

Innen cellene for hver av de utvidede modellene beregnet man så om korrelasjonen mellom variablene var signifikant større enn det som kunne skyldes en tilfeldighet. De cellene som for hver utvidet modell hadde klart korrelerte variable, ble deretter valgt som representativ for modellene og vektene for disse generaliserte modellene ble deretter beregnet.

For modellene 4 og 5, Neså og Visletten, lyktes man ikke i å generalisere modellene. De opprinnelige modellcellene for modell 6, JOMA, ble delvis valgt på grunnlag av beregningene for sannsynlig korrelasjon og denne modellen ble derfor ikke forsøkt generalisert.

Den etterfølgende tabellen viser cellegrunnlaget for de tre nye utvidede modellene samt endelig antall celler i de utvidede modellene.

	UTVIDET CELLEGRUNNLAG	ANTALL VALGTE CELLER FOR DEN GENERALISERTE MODELLEN
CODEJORD	28	11
SKIFTESMYR	24	10
GJERSVIK	24	6

Tabell VI.3.1 viser vektene beregnet på grunnlag av cellene i de generaliserte modellene. Alle variable som kom ut med lave positive eller negative vekter, ble betraktet som irrelevante og fjernet før de endelige vektene ble beregnet. Variablene 15 til 17 og 21 til 27 ble erstattet med nye komplekse variable nummerert fra 28 til 34 slik som beskrevet i IV.4.

VEKTER FOR VARIABLENE FOR DE GENERALISERTE MODELLER

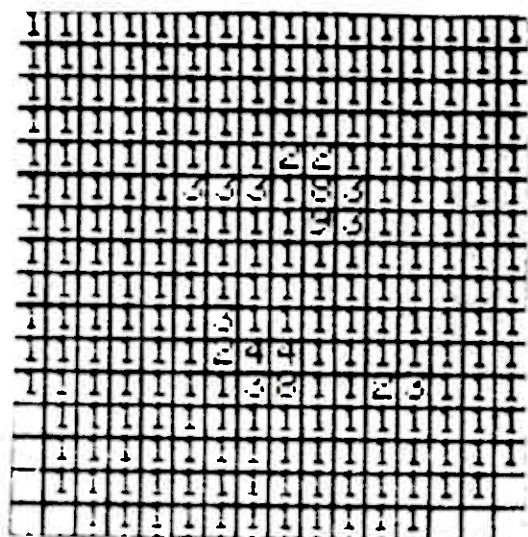
VARIABEL	NAVN	GODEJORD VEKTER	SKIFTESMYR VEKTER	GJERSVIK VEKTER
1	MA1	.278	.253	.190
2	MA2	.227	-	.201
3	MA3	.278	.253	.273
4	MA4	.278	.253	.201
5	MA5	-	.253	.201
6	IM6	.278	.253	.273
7	IM7	.278	.253	.180
8	LE8	.278	-	.180
9	RE9	.189	.253	.190
10	RE10	.278	.253	.273
11	RE11	.278	.207	.273
12	KER	-	.230	-
13	GRO	-	.253	.273
14	FIN	.278	-	-
18	NI	.231	-	-
19	CD	-	-	-
20	AG	-	.177	-
V28	CUNI*CU	-	.253	.273
V29	CUZN*CU	-	.228	.273
V30	PBNI*PB	.238	.230	-
V31	PBZN*PB	.238	.205	-
V32	ZNNI*ZN	-	.206	.273
V33	ZNMN*ZN	-	-	.273
V34	ZNV*ZN	-	.204	.273

Tabell VI.3.1

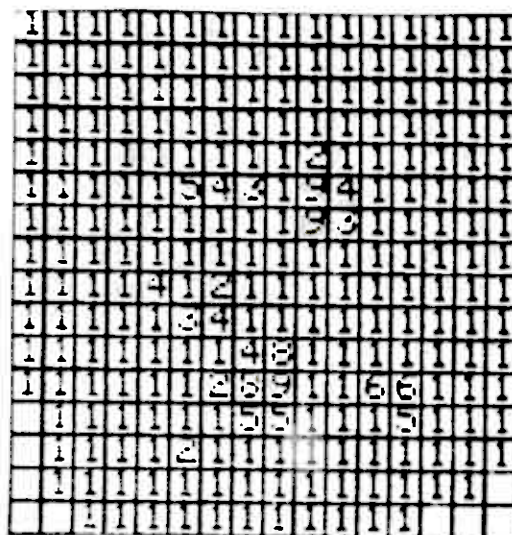
Sammenlignet med vektene for de opprinnelige modellene 1 til 3 i tabell VI.2.1, synes i hovedsak følgende være skjedd:

- Den generaliserte Godejord-modell har forsterket sin Pb-karakteristikk.
- Den generaliserte Skiftesmyr-modell bekrefter en Cu, Pb, Zn og Ag-karakteristikk.
- Den generaliserte Gjersvik-modell karakteriseres nå ved Cu og Zn.

Nye kart over cellenes sannsynlige mineraliseringspotensial ble generert på grunnlag av de generaliserte modellene. De områdene som kom ut med de største verdiene, var i det vesentlige de samme som for de opprinnelige modellene. Figur VI.3.2 a og b viser celleverdiene i de samme områdene beregnet på grunnlag av henholdsvis mineralisert modell og generalisert modell.



a



b

Fig. VI.3.2

VI.4 Lito-geokjemiske modeller

I motsetning til de mineraliserte modeller hvor kriteriet for valg av celler er tilstedeværelse av mineralisering, består de lito-geokjemiske modeller av celler valgt på grunnlag av litologiske og geokjemiske samvariasjoner.

I praksis ble de lito-geokjemiske modellene valgt på følgende måte: Fra kartene over cellenes mineraliseringspotensial, beregnet på grunnlag av modellene 1 til 5 i avsnitt VI.2 samt de generaliserte modellene i avsnitt VI.3, valgte man ut alle cellene med mineraliseringspotensial større enn 5 for minst en av modellene. Tilsammen ble dette 44 celler og for disse cellene beregnet man sannsynligheten for at reell korrelasjon eksisterer mellom de geologiske og de geokjemiske variablene. Tabell VI.4.1 viser verdiene for denne sannsynlighet for de tre geologiske og alle de opprinnelige 13 geokjemiske variablene. Da alle cellene som inneholder keratofyr også inneholder grønnstein, viser tabellen at Pb-anomalier i grønnstein følger keratofyren. Cu følger Zn og er karakteristisk for grønnstein. Ni er karakteristisk for Finbu-formasjonen.

	KER	GRO	FIN
Cu	83	89	2
Pb	84	1	99
Zn	66	88	0
Ni	31	6	82
Cd	22	61	47
Ag	56	52	11
CUNI	75	67	15
PBNI	84	14	91
ZNNI	78	95	0
CUZN	72	90	3
PBZN	41	11	93
ZNMN	39	53	54
ZNV	23	87	0

Tabell VI.4.1

På grunnlag av tabell VI.4.1 over korrelasjonene med høy sannsynlighet (større en 80%), satte man opp følgende betingelser for tre lito-geokjemiske modeller (LG1, LG2, LG3).

Til å danne modellene valgte man for hver modell alle cellene med kode (+1) samtidig for følgende variabler:

Modell LG1: FIN og Pb og Ni

Modell LG2: KER og Pb

Modell LG3: GRO og Cu og Zn

Antall celler som oppfyller en eller flere av de oppsatte betingelsene er vist nedenfor.

	Kun betingelser for			Betingelsene for både		
	LG1	LG2	LG3	LG1 og LG2	LG1 og LG3	LG2 og LG3
Modell LG1	7			0	1	-
Modell LG2		2		0	-	8
Modell LG3			10	-	1	8

En ser at det er relativt mange celler som oppfyller betingelsene for både modell LG2 og LG3. For å kunne differensiere mellom disse to modellene, beregnet man sannsynligheten for eksistens av reelle korrelasjoner innen den del av de 44 cellene som oppfylte betingelsene for modell LG2 eller LG3. Tabell VI.4.2 viser disse sannsynlighetene og man ser at Ag er det element som best skiller mellom modellene LG2 og LG3.

	Modell LG2	Modell LG3
NI	46	88
CD	29	35
AG	70	10
CUNI	21	94
PBNI	100	0
ZNNI	7	67
CUZN	16	87
PBZN	94	24
ZNMN	10	24
ZNV	7	67

På grunnlag av resultatene fra denne tabellen samt resultatene fra tabell VI.4.1 satte man følgende endelige betingelser for de tre lito-geokjemiske modellene:

Tabell VI.4.2

Modell LG1: FIN og PB og Ni og PBZN

Modell LG2: KER og PB og AG og PBZN

Modell LG3: GRO og CU og ZN og CUNI og CUZN og ZNNI og ZNV

Dette gav som resultat at følgende antall celler oppfylte en eller flere av de oppsatte betingelsene.

	Kun betingelsene for			Betingelsene for både		
	LG1	LG2	LG3	LG1 og LG2	LG1 og LG3	LG2 og LG3
Modell LG1	7			0	1	-
Modell LG2		4		0	-	2
Modell LG3			10	-	1	2

Antall celler som oppfyller betingelsene for både LG2 og LG3 er redusert fra 8 til 2.

Tabell VI.4.3 viser de beregnede vektene for de valgte variablene etter at, som tidligere, variable med lave eller negative vekter er fjernet. Variablene 21 til 27 er erstattet med de komplekse variablene 28 til 34, beskrevet i IV.4.

VARIABEL	NAVN	VEKTER FOR DE GEOKJEMISKE MODELLENE		
		LG1 VEKTER	LG2 VEKTER	LG3 VEKTER
1	MA1	.263	.243	.228
2	MA2	.201	-	.223
3	MA3	.263	.243	.260
4	MA4	.263	.243	.260
5	MA5	-	.243	-
6	IM6	.263	.243	.260
7	IM7	.263	.243	-
8	LE8	.263	-	-
9	RE9	.204	.243	.228
10	RE10	.263	.243	.260
11	RE11	.263	-	.260
12	KER	-	.243	-
13	GRO	-	-	.260
14	FIN	.263	-	-
15	CU	-	.243	.260
16	PB	.263	.243	-
17	ZN	.134	.197	.260
18	NI	.263	-	-
19	CD	-	-	-
20	AG	-	.243	-
28	CUNI*CU	-	.243	.260
29	CUZN*CU	-	.195	.260
30	PBNI*PB	.263	.243	-
31	PBZN*PB	.263	.243	-
32	ZNNI*ZN	-	-	.260
33	ZNMN*ZN	-	-	.181
34	ZNV*ZN	-	.197	.260

Tabell VI.4.3

Av tabellen ser en for geokjemien at Cu og Zn er mest karakteristisk for modell LG3 og at modell LG2 karakteriseres ved Cu, Pb, Zn og Ag. For modell LG1 er Pb og Ni mest karakteristisk.

Av tabellen ser en videre at tilstanden (LE8) "ledningsevne for imaginær EM-komponent kan beregnes" er diagnostisk for Finbuformasjonen, men ikke for grønnsteinsformasjonene.

Med vektene for de tre lito-geokjemiske modellene har en beregnet cellenes mineraliseringspotensial innen Sandøla og Gjersvikdekket. Frekvenstabellen for de høyeste celleverdiene viser følgende fordelinger:

Celleverdier	LITO-GEOKJEMISKE MODELLER		
	LG1	LG2	LG3
9	6	7	12
8	0	2	3
7	5	0	15
6	10	3	12
5	9	9	30
4	17	21	31
3	21	15	41
2	35	38	63

Tabellen viser for alle tre modellene et tydelig anomalt sprang som klart skiller ut de høyeste celleverdiene som en egen gruppe.

Cellene for de opprinnelige fem første mineraliserte modellene får følgende vektorer på grunnlag av de generaliserte modellene og de lito-geokjemiske modellen, tabell VI.4.4.

	MINERALISERTE MODELLER								
	Godejord		Skiftesmyr		Gjersvik			Neså	Visletten
	Modellceller nr.		Modellceller nr.		Modellceller nr.			Modellceller nr.	Modellceller nr.
	1	2	1	2	1	2	3	1	1
Generalisert modell Godejord	8	8	6	6	1	1	2	1	1
Generalis. modell Skiftesmyr	1	3	9	8	3	1	4	1	1
Generalisert modell Gjersvik	1	3	9	7	8	4	9	6	1
Lito-geokjemisk modell LG1	9	9	4	5	1	1	1	1	1
Lito-geokjemisk modell LG2	1	3	9	8	1	1	1	1	1
Lito-geokjemisk modell LG3	1	1	9	5	5	1	9	6	1

Tabell VI.4.4

Tabellen viser at Godejordmineraliseringen kan beskrives ved modell LG1, Skiftesmyr kan beskrives ved modell LG2 og Gjersvik kan beskrives ved modell LG3.

Cellene med høy mineraliseringspotensial beregnet på bakgrunn av de lito-geokjemiske modellene, var omtrent de samme som for de tidligere modellen. Imidlertid synes det å være en tendens til større differensiering mellom modellene ved at enkelte områder blir opp-prioritert av en av modellene og ned-prioritert av de to andre.

Av de tre lito-geokjemiske modellene synes LG3 å være den modellen som best beskriver den tradisjonelle kismineraliseringstypen.

Det er her nødvendig å bemerke at en større differensiering kan gi et mer presist bilde, men kan også føre en på avveie hvis de variablene som modellen favoriserer er svært sensitive for utslag fra ikke-interessante geologiske formasjoner. For eksempel EM-utslag fra svartskifer, Pb-anomali fra bergartsforvitring.

VII. AVSLUTTENDE BEMERKNINGER

Grunnlaget for å benytte matematiske metoder til å analysere geologisk, geofysisk og geokjemisk informasjon i håp om å lokalisere malm, er basert på disse disipliners evne til å registrere de karakteristiske parametre som bidrar til å kontrollere tilstedeværelsen av malm i det geologiske miljø. Da man ikke har noen garanti for at de herskende teorier om maldannelse representerer den endelige sannhet, synes det formålstjenlig ikke å basere seg på disse, men å arbeide utifra observerte empiriske relasjoner mellom geologisk, geofysisk og geokjemisk informasjon og tilstedeværelsen av kjente malmforekomster.

Det er utifra motivet om å trekke mest mulig informasjon utifra det foreliggende kartmaterialet at så mange tenkelige og utenkelige variable er blitt komponert. Ved den matematiske analyse vil de variable som ikke har noen sammenheng med malm, automatisk falle ut, og de variable som viser en relasjon til en malmforekomst, utforskes nøyere. Selv om man har gitt opp å forsøke å forstå hvorledes tilstedeværelsen av en variabel øker muligheten for å finne malm, så bør ikke variabelen forkastes fordi vår manglende forståelse kan være en funksjon av konflikt mellom eksisterende tenkemåter samt bruken av tradisjonelle "Guides for ore".

Resultatene fra Sandølafeltet og Gjersvikdekket viser empirisk at en kan skille geokjemisk mellom følgende tre anomalytyper knyttet til lito-geokjemiske modeller:

- I. Pb-Ni anomalier i Finbu-formasjonen
- II. Cu-Pb-Ag anomalier knyttet til keratofyr i grønnstein.
- III. Cu-Zn anomalier i grønnstein ikke spesielt knyttet til keratofyr.

Følgende geofysiske relasjoner innen Sandølafeltet og Gjersvikdekket synes empirisk å falle sammen med de tre anomalytypene.

- a) Anomalytypene ligger på regionale magnetiske grenser (flanker) og i nærheten av følgende lokale magnetiske strukturer:

Lokalt nes i regional magnetisk grense
Lokal magnetisk topp

For anomalytype II synes det å være karakteristisk at den magnetiske toppen ligger i eller så nært den magnetiske grensen at konturene for den magnetiske grensen danner et lokalt nes forårsaket nettopp av den magnetiske toppen.

For anomalytype III synes vik i en magnetisk grense og/eller negativt område nært en magnetisk grense å være karakteristisk.

- b) Anomalytypene indikeres av tilstedeværelse av imaginær EM-anomali.

Anomalytypene I og II karakteriseres også av tilstedeværelse av topper for de imaginære anomaliene.

- c) I motsetning til anomalytypene II og III karakteriseres anomalytype I av at ledningsevnen for den imaginære anomalien kan beregnes.

- d) Anomalytypene karakteriseres også av tilstedeværelsen av minst 3 ruter på 250m x 250m inneholdende negative reelle EM-anomalier.

Anomalytype I og III karakteriseres også av tilstedeværelsen av minst 3 ruter på 250m x 250m inneholdende positive reelle EM-anomalier.

For anomalytype II synes spesielt tilstedeværelsen av minst 3 ruter på 250m x 250 m ikke inneholdende hverken negative eller positive reelle Em-anomalier å være karakteristisk.

For de 6 opprinnelige valgte mineraliserte modeller får man følgende inndeling:

Godejordmodellen har anomalier av type I

Skiftesmyrmodellen har anomalier av type II

Gjersvikmodellen har anomalier av type III

Nesåmodellen karakteriseres best av anomalytype III

Vislettenmodellen fremheves ikke av noen av de litogeokjemiske modellene.

Jomaforekomsten karakteriseres best av anomalytype III

De områder innen Grongfeltet som har høyest mineraliseringspotensialer, er de områdene som kommer høyt ut både med hensyn på den litogeokjemiske og den generaliserte mineraliseringsmodell. Har man høye verdier i bare en enkeltstående celle eller for bare en av modellene, så tyder dette på lite konvergerende informasjoner og man bør i slike tilfeller analysere variabelvektene i forhold til rådataene før man kan vurdere mineraliseringspotensialet.

Vi vil hermed få takke Grong Gruber A/S for at de startet dette prosjektet, samt Norges geologiske undersøkelse for både vilje og evne til å løse både små og store problemer i forbindelse med prosjektgjennomføringen.

Leiv Eiriksons vei 39
Tlf. (075) 15 860Postboks 3006
7001 TrondheimPostgir.no. 5168232
Bankgir.no. 0633.05.70014

Rapport nr. utkast til rapport		Åpen Fortrolig til
Tittel: Geomatematisk bearbeiding av geologiske, geofysiske og geokjemiske data fra Sandøla, Grongfeltet		
Oppdragsgiver: Grong Gruber A/S		Forfatter: Geir Steinar Strand Richard Sinding-Larsen
Forekomstens navn og koordinater: Sandøla		Kommune: Grong
Fylke: Nord-Trøndelag		Kartbladnr. og -navn (1:50 000): 1823 IV Grong 1824 III Harran
Utført: juli 1978 - mai 1979		Sidetall: 41 Tekstbilag: Kartbilag: 16
Prosjektnummer og -navn: 1639 Geodata Grongprosjektet		
Prosjektleder: Richard Sinding-Larsen		
Sammendrag: Sandølaområdet i Grongfeltet er inndelt i celler på 300 m x 300 m. For hver celle er informasjon om geologi, geofysikk og geokjemi kodet, og et stort antall variable er konstruert og testet ved hjelp av datamaskin. Variablene er konstruert slik at de på spørsmål om tilstedeværelse i en celle kan besvares med Ja, Nei, Vet ikke eller Ikke observert. De variablene som var best korrelert med kjente mineraliseringer ble benyttet i programsystemet "Geologic Descision Analysis", som basert på et valgt modellområde angir variablenes vekt i forhold til hvor systematisk variabelene karakteriserer modellområdet. Programsystemet beregner også ukjente cellers mineraliseringspotensial ved å sammenligne disse med modellområdet. Tre modellområder ble valgt, henholdsvis i Amfibolitt-, Finbur- og Grønnsteinsformasjonen og for hver av disse formasjonene ble det beregnet et regnemaskinskart med cellens mineraliseringspotensial angitt med verdier fra 1 til 9. For alle tre modellene samlet ble det beregnet et regnemaskinskart for hele Sandølaområdet. De mest interessante områdene med høye verdier er utskilt og geokjemisk evaluert i forhold til eventuelle geokjemiske anomalier i bekkesystemet som drenerer områdene.		
Nøkkelord		

Ved referanse til rapporten oppgis forfatter, tittel og rapportnr.

Kort beskrivelse av de viktigste datamaskinprogrammene laget i forbindelse med prosjektet

Programmer for behandling av geokjemiske data

1. DIGDREN
457 record
Programmet digitaliserer og koordinatfester prøvepunkt i dreneringssystem. Prøvenummer, koordinater samt prøvenummer på nærmeste nedenforliggende prøvepunkt lagres for hvert prøvepunkt.
2. INITKJEM
347 record
Programmet genererer en oversiktsfil og lagrer på denne alle nødvendige opplysninger om de geokjemiske rådatafilene inneholdende prøvenummer og analyseverdier.
3. MERKOLON
124 record
Programmet utvider alle rådatafilene med åtte kolonner for lagring av nødvendig ekstrainformasjon for hvert prøvepunkt.
4. INITDREN
51 record
Programmet genererer en oversiktsfil og lagrer på denne nummerene på alle dreneringssystemene samt nullstiller diverste tilstandsvariable for hvert dreneringssystem.
5. ENDRENBE
384 record
Programmet tilordner analyseverdiene til de koordinatfestede prøvepunktene samt tester og gir utskrift om feil som f.eks. dublikate eller ulovlige prøvenummer, dublikate eller ulovlige dreneringssystemnummer o.s.v.
6. TOASCII
44 record
To programmer laget for å rette opp feil på filene inneholdende de koordinatfestede prøvepunktene.
7. TOBINARE
167 record

- | | | |
|---------------------------|---|--|
| 17. FYSVAR1
190 record | } | Disse tre programmene genererer geofysiske variable. |
| 18. FYSVAR2
147 record | | |
| 19. FYSVAR3
147 record | | |

Programmer for behandling av geologiske data

- | | |
|----------------------------|---|
| 20. DIGGEOLO
369 record | Ved hjelp av dette programmet samt en digitaliserings-enhet kodes bergartstypene som er tilstede i cellene. |
| 21. GEOVAR1
231 record | Dette programmet genererer geologiske variable. |
| 22. FINBATYPE
96 record | Dette programmet lister ut alle kodete bergartstyper. |

Spesielle programmer

- | | |
|----------------------------|---|
| 23. TOCHARAN
313 record | Dette programmet genererer geokjemiske variable samt overfører de geologiske, geofysiske og geokjemiske variablene for et valgt delområde til en ny datafil med format tilpasset EDB-systemet CHARAN. |
| 24. KONTUR
1683 record | Kontureringsprogram laget for konturering av geokjemiske data. |

8. MAXVERDI
109 record
Dette programmet plukker ut de fem største analyseverdiene for hvert element fra hvert oppdragsnummer og lister disse ut på linjeskriveren for manuell kontroll av analyseverdiene.
9. DRENSAT
127 record
Programmet gir enkel statistisk informasjon om dreneringssystemenes analysedata.
10. KJEVAR1
271 record
Dette programmet beregner bakgrunnsverdi for hvert element i 500m x 500m celler.
11. KJEVAR2
159 record
Programmet beregner fra alle prøvepunktene den kumulative frekvensfordelingen for hvert element.
12. KJEVAR3
358 record
Programmet tilordner de geokjemiske analyseverdiene til celler slik at alle cellene "i dreneringsområdet" for et prøvepunkt får tilordnet punktets elementverdier. Hver celle vil tilslutt inneholde de høyeste tilordnede elementverdier.
13. KJEVARC
76 record
Programmet beregner for alle cellene den kumulative frekvensfordelingen for hvert element.
14. KJEPILOT
182 record
Programmet plukker ut ønskede områder for testing av geokjemiske variable i EDB-systemet CHARAN.

Programmer for behandling av geofysiske data

15. DIGKORSY
330 record
Programmet digitaliserer og koordinatfester 500m x 500m celler i et rettvinklet rutenett overført til flybildemosaikkene for de geofysiske dataene.
16. KODEFYSI
Ved hjelp av dette programmet kodes geofysiske data (magnetisme, imaginær komponent, reell komponent).