

Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 4015	Intern Journal nr 0442/93	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering Åpen
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr 93-51C-01	Oversendt fra Geologiske Tjenester	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel

Tana Tungmineralprosjekt.
Fase 3 Odex boring, mineralseparasjon og kvartærgeologiske vurderinger

Forfatter Flood, Boye Berthling, Ivar	Dato 15.02 1993	Bedrift Geologiske Tjenester
---	--------------------	---------------------------------

Kommune Tana	Fylke Finnmark	Bergdistrikt Troms og Finnmark	1: 50 000 kartblad 22351	1: 250 000 kartblad Vadsø
-----------------	-------------------	--------------------------------------	-----------------------------	------------------------------

Fagområde Løsmassegeologi Kjemiske analyser	Dokument type Rapport	Forekomster Maskejokka
Råstofftype Malm/metall	Emneord Ilmenitt magnetitt granat monazitt	

Sammendrag

I de første fasene var resultatene oppmuntrende. Flere meter mektige tungmineralkonsentrasjoner kunne kartlegges i de naturlige terrasseprofilene. Prøvetaking i korte borhull og grøfter bekreftet generelt høyt innhold av tungmineraler i Tanadalens kvartære avsetninger. Opakmineralinholde viste seg tidlig (1990) å være lavt mens potensialet for granat og silimanitt var til stede. Senere oppredningsforsøk indikerte potensiale for magnetitt, ilmenitt og monazitt, men også problemer med å produsere rene konsentrater. DEMA's gjennomgang indikerte at Tanaprojektets levevilkår var avhengig av de klassiske tungmineralene titanitt, zirikon og monazitt, ev ilmenitten i dette tilfellet. Granaten var bare aktuell som et biprodukt.

Resultater fra 3 fase:

Gehalter av ilmenitt i tungmineralkonsentratet var for lavt < 1% til en økonomisk utnyttelse uansett kvalitet. Hematittlameller ble også funnet i ilmenitten, noe som trakk ned.

Tana området adskiller seg fra de fleste kommersielle tungsandforekomstene ved sitt høye innhold av tungmineraler, men med utilstrekkelig "rendyrkin" av de tunge tungmineralene, slik man kan få i områder med sterkere grad av forvitring som bryter ned silikatmineralene.

De utførte undersøkelsen i Tana har med dagens markeds- og prissituasjon ikke påvist økonomiske konsentrasjoner av tungmineraler. Skulle pris/marked endre seg drastisk kan deler av feltet vurderes som ressurs for granatproduksjon. Undersøkelsene er avsluttet og anbefales ikke videreført.

R A P P O R T N R. 93 - 51C - 01

TANA TUNGMINERAL PROSJEKT, 1992-93

FASE 3: ODEX BORING, MINERALSEPARASJON OG

KVARTERGEOLOGISKE VURDERINGER

Boye Flood

Ivar Berthling

Distribusjon:

- 1 kopi Tana kommune v/ordføreren
- 1 " Bergvesenet, Trondheim
- 1 " Geologiske Tjenester a.s., Oslo

Oslo, 15. februar 1993



A-S

BYRÅET FOR AVISUTKLIPP
P.B. 1180, SENTRUM - 0107 OSLO 1
Tlf. 20 46 75

X	Sagal, Laksev.
	Sambygningen, Støren
	Samningen, Årland
	Selbyggen, Selbu
3 1 MARS 1993	

Prøvetaking av mineraler i Tana:

Ikke drivverdige forekomster

Gjennom «Tana Tung-mineral prosjekt» er de store sandavsetninger langs nedre del av Tanaelva undersøkt med tanke på drivverdige forekomster av tungmineraler.

— Med dagens markeds- og prissituasjon er det ikke påvist økonomiske konsentrasjoner av tungmineraler. Videre undersøkelser etter slike anbefales ikke, heter det i rapporten som er utarbeidet av Geologiske Tjenester A/S.

NILS-MARTIN PEDERSEN

Tana Tungmineral Prosjekt har hatt 4 faser. Den siste i 1992-93 har vært «Odex boring, mineral-separasjon og kvartærgeologiske vurderinger».

Av rapporten framgår at all prøvetaking før siste fase hadde vært begrenset til de naturlige terrasseprofil ut mot selve Tanaelva og Maskejåkka, samt overflateprøver ned til 3 m dyp på terrasseflatene. Et betydelig antall rekognoserende prøver var blitt samlet inn i området Polmak - Tanaelvas utløp. Prøvene viste en viss mulighet for produksjon av granat, ilmenitt, magnetitt og monazitt.

Prosjektet hadde et budsjett på totalt kr. 500.000, der Utbyggingsfondet i Finnmark (UiF) bidro med 375.000 kroner, Tana

kommune med 75.000 kroner, samt Geologiske Tjenester bidro med 50.000 kroner.

Siste fase

Formålet med den siste fasen i prosjektet var i første rekke å få tatt ut nye prøver av de tidligere undersøkte feltene, men nå ved boringer ned mot grunnvannspeilet. Videre ville man samle inn flere rekognoserende prøver utenom feltene som allerede var detaljundersøkt, samt utføre geologisk vurdering av hele materialet.

Prøvetaking

De utførte arbeidene i den siste fasen av prosjektet har bestått i ODEX boring av 14 hull, totalt 180,8 m. Det ble tatt 76 prøver fra borehull, og 20 kontroll- og rekognoserende prøver.

Tilsammen 61 prøver ble sendt

til analyse i laboratorium. Av disse var 4 dubletter, 1 kontrollprøve fra oppredningsforsøk 1991/92, 3 kontrollprøver fra 1989 og en kontrollprøve fra 1988.

Ikke lønnsomt

Etter tidligere indikasjoner kunne produksjon av ilmenitt være aktuell, men det viste seg å være for lite ilmenitt i tungmineralkonsentratene (mindre enn 1 %).

Rapporten konkluderer med at de utførte undersøkelser i Tana ikke har påvist økonomiske konsentrasjoner av tungmineraler, iallfall ikke med dagens markeds- og prissituasjon.

— Dersom denne situasjonen drastisk skulle forandres, kan deler av feltet vurderes som en resurs for produksjon av tungmineralet granat, heter det i rapporten fra Geologiske Tjenester A/S.

R A P P O R T N R. 93 - 51C - 01

TANA TUNGMINERAL PROSJEKT, 1992-93

FASE 3: ODEX BORING, MINERALSEPARASJON OG
KVARTERGEOLOGISKE VURDERINGER

Geologiske
tjenester a.s.

INNHold:

	Side
1. INNLEDNING	1
1.1 Tidligere arbeider	1
1.2 Formålet med arbeidene 1992-93	1
2. OVERSIKT OVER ARBEIDSPROGRAM 1992-93	3
3. ODEX BORING	4
4. REKOGNOSERENDE PRØVETAKING OG KONTROLLANALYSER	5
5. KVARTERGEOLGISKE UNDERSØKELSER OG VURERINGER	6
5.2 Metodikk	6
5.2.1 Feltmetoder	6
5.2.2 Laboratoriemetodikk	6
5.3 Tidligere arbeider	7
5.4 Resultater og diskusjon	10
5.4.1 Logging av borehull	10
5.4.2 Morfologi	10
5.4.3 Sedimentologi	12
5.4.4 Resente sedimentasjonsmiljøer	16
5.4.5 Tungmineralkonsentrasjoner	17
6. PRØVEBEHANDLING OG MINERALSEPERASJON	18
6.1 Prøvebehandling	18
6.2 Valg av ekstern konsulent og laboratorium	18
6.3 Mineralseperasjon og resultat	18
6.3.1 Metoder	20
6.3.2 Resultat	21
7. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	22
8. ANBEFALINGER	24
9. LITTERATUR	25

FIGURER:

	Fig.
Tanadalen, oversiktskart	1
Kart over undersøkelsesfelt 1:50.000	2
Borehull, Felt 1	3
Borehull, Felt 3	4
Borehull, Felt 4	5
Nye prøver, Felt 2	6
Klimakurver	7
Projiserte borehull, Felt 1 N-S profil	8
Projiserte borehull, Felt 3 " "	9
Projiserte borehull, Felt 4 " "	10
HD-dagram med terrassenivåer og borehull	11

Fig. 7 på s. 9, ellers er figurene samlet bak i rapporten.

APPENDICES:

Borehullslogger	Appendix 1
Prøveskjema rekognoseringsprøver	Appendix 2
Rapport fra DEMA Pty. Ltd.	Appendix 3

TANA TUNGMINERAL PROSJEKT, 1992-93
FASE 3: ODEX BORING, MINERALSEPERASJON OG
KVARTÆRGEOLOGISKE VURDERINGER.

1. INNLEDNING:

1.1 Tidligere arbeider:

Foranledningen til dette prosjektet samt utførte felt og laboratorie arbeider under Fase 0 og 1 er behandlet i detalj av Flood 1988 (1), (2) og Flood et.al. 1990 (3). Fase 2 som inkluderer to oppredningsforsøk, er beskrevet av Flood 1990 (4) og 1992 (5).

I korthet har prosjektet tatt sikte på å undersøke de store sand avsetninger langs nedre del av Tanaelven i Finnmark, Fig. 1, med tanke på økonomisk utvinning av tungmineraler.

1.2 Formålet med arbeidene 1992-93:

Til nå hadde all prøvetaking i Tanaområdet vært begrenset til de naturlige terrasse profil ut mot selve Tanaelven og Maskejåkka, samt overflate prøver (ned til 3 m dyp) på terrasseflatene. Tidligere hammerseismikk hadde indikert sand dybder på 30-40 m ned til fast fjell, og 10-20 m ned til grunnvannspeilet. Følgelig stod det igjen betydelige volum som ikke var prøvetatt.

Etter det siste oppredningsforsøket som ble utført av The Robertson Group plc (Simon Laboratories) i Storbritannia ble det konkludert med ett visst potensial for produksjon av granat, ilmenitt, magnetitt og monazitt. Det gjenstod også fortsatt uløste problemer m.h.t. oppredningsprosessen, særlig vedrørende rensing av granatkonsentratet for hornblende og rensing av ilmenitt konsentratet for granat.

Formålet med Fase 3 har da i første rekke vært å få tatt ut nye prøver av de tidligere undersøkte feltene, men nå ved boringer ned mot grunnvannspeilet. Videre ville vi samle inn flere rekognoserende prøver utenom de til nå detaljundersøkte feltene, samt utføre en kvartærgeologisk vurdering av hele materiale.

På laboratoriesiden skulle det foretas mineralseperasjons undersøkelser av det nye prøvemateriale, eventuelt supplert av analyser. På bakgrunn av disse resultatene ville eventuelle nye oppredningsforsøk bli vurdert, enten som en videreføring av den linje som allerede hadde blitt prøvd av Simon Laboratories, eller som nye forsøk.

Prosjektet ble budsjettet til Nkr. 500.000,- og kunne gjennomføres på bakgrunn av følgende bevilgninger og egenfinansiering:

Utbyggingsfondet i Finnmark	kr. 375.000,-
Tana kommune	" 75.000,-
Geologiske Tjenester	" 50.000,-

2. OVERSIKT OVER ARBEIDSPROGRAM 1992-93:

Tilsagn om bevilgning fra Utbyggingsfondet i Finnmark ble gitt i brev av 23.9.92. Feltarbeidet ble deretter utført i perioden 24.9 - 9.10.1992 med ODEX boring i tidsrommet 28 september til 6. oktober.

Været i løpet av feltperioden var kjølig og vått, med snøfall fra den 7.10.

De geologiske arbeidene har blitt utført av Ivar Berthling fra Geografisk Institutt, Universitetet i Oslo og Boye Flood, Geologiske Tjenester a.s..

ODEX boringene ble utført ved Statens Vegvesen, Finnmark med borforman Bjarne Oldernes.

Etter innhenting av flere anbud ble DEMA Pty. Ltd. og Analabs Laboratory, begge Perth, W.A. valgt, til å foreta laboratoriearbeidet og vurderinger.

Utførte arbeider:

- ODEX boring av 14 hull, totalt 180,8 m
- Prøvetaking: 76 prøver fra bor hull
20 prøver kontroll og rekognoserende
- Tilsammen 61 prøver ble sendt Analabs. Av disse var 4 dubletter, 1 kontroll prøve fra oppredningsforsøk 1991/92, 3 kontroll prøver fra 1989 og en kontroll prøve fra 1988.

3. ODEX BORING:

Ved boring med dette utstyret går man ned med rørseksjoner av 1,2 m. Prøven blåses opp mellom et ytre foringsrør og et indre trykklufts rør. Følgelig risikerer en ikke kontaminering fra borhulls veggene.

Det ble boret tilsammen 14 hull på feltene 1, 3 og 4, se Fig. 2 - 5. Hullenes lengde varierte fra 5,8 m til 17,8 m. Med unntak av sistnevnte hull (Bh nr. 1) ble boringen avsluttet ved et dyp på 15,4 m, dersom ikke vannspeilet var nådd før dette. Totalt ble det boret 180,8 m. Et forsøk på å bore ett hull i Felt 2, på linje 2K mislyktes da boremaskinen kjørte seg fast.

Prøvemateriale ble plassert på en plastduk, separat for hvert opptak som da representerte 1,2 m, se Foto nr. 1 & 2. Den øverste meter ble p.g.a. oksydering og delvis iblandet humus, ikke prøvetatt. Tidligere prøvetaking hadde for øvrig vært konsentrert nær overflaten.

Hvert opptak ble logget m.h.p. kornstørrelse, farge, visuell vurdering av % tunge mineraler samt mengde granat. Magnetisk susceptibilitet ble målt i 10^{-3} cgs enheter med en Scintrex SM-5 Digital Magnetic Susceptibility Meter.

Deretter ble det innsamlet en prøve på ca. 2 kg som representerte fra ett til fire opptak, vanligvis to.

Borhulls logger med prøveintervaller og prøvenummer er vist i Appendix 1.

Som det fremgår av loggene viste en del av prøvene klare fargevariasjoner med tydelig forhøyet magnetisk susceptibilitet i det mørkere materiale. For øvrig var prøvematerialet overraskende homogent både vertikalt og lateralt, ikke minst m.h.t. kornstørrelse. Det var følgelig ikke mulig å gjøre noen korrelasjoner fra ett hull til et annet. Dette er nærmere behandlet i kapitel 5.4 s.10.

4. REKOGNOSERENDE PRØVETAKING OG KONTROLLPRØVER:

Et tyvetalls prøver faller innom denne fellesbetegnelsen for prøvetaking i tillegg til borehullene.

Disse prøvene som er listet på prøveskjema i Appendix 2 faller inn i følgende kategorier:

1. Supplerende eller kontroll prøver: Disse er tatt innen de tidligere prøvetatte felt og ses i Fig. 3-6. Noen er tatt i forbindelse med logging av nye terrasse profil, som også er vist i Appendix 2. Følgende prøver hører hjemme her: 9207 253, 254, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 401 og 402.

2. Rekognoserende prøver i terrasser eller sanddyner: Ved rekognosering på begge sider av Tana mellom Tana Bru og elvas utløp (Høyholmen på østsiden) ble følgende prøver innsamlet: 9207 255, 256, 260, 261. I denne forbindelse ble også de utstrakte fluviale avsetninger nordvest for Raudberget - Storfjellet (langs østsiden av utløpet) undersøkt. Bare meget svake konsentrasjoner av tungmineraler ble observert, og ingen prøvetaking ble utført.

3. Prøver fra resent elvebunn: Resedimenterte tungmineraler fra terrassene i nåværende elveleie kan observeres et flertall steder og er nærmere omtalt i Kapittel 5.4. med eksempel vist på Foto nr. 3 & 4. Prøve nr. 9207 301, 258, 259 og 262 er tatt i slike avsetninger og er også kommentert på s. 16.

4. Prøve av glasifluvialt materiale: En prøve, 9207 257 ble tatt syd for Tana Bru i Korselvtrinnets glasifluviale avsetninger. I motsetning til de øvrige prøvene som i alt vesentlig representerer et finkornig, homogent materiale, er dette materiale grovt og usortert. Følgelig ble denne prøven siktet til - 0,8 mm i felt. En ser da av resultatene i Kapittel 6 at det indikeres meget stor likhet mellom finfraksjonen i de glasifluviale avsetningene og det overveiende fluviale materiale i terrassene.

5. KVARTÆRGEOLOGISKE UNDERSØKELSER OG VURDERINGER:

5.1 Innledning:

Det primære siktemålet med disse undersøkelsene var å kartlegge den vertikale fordelingen av tungmineralforekomster i terrassene ved boring i løsmassene. Videre ønsket en å knytte denne kartleggingen sammen med en sedimentologisk undersøkelse av terrassene, for om mulig å se hva slags avsetningsmiljø som favoriserer konsentrasjon av tungmineraler. Dette er problemstillingen som blir drøftet i dette kapitelet.

5.2 Metodikk:

5.2.1 Feltmetoder:

Boring og logging av borhullsmateriale: Dette er nærmere behandlet i Kapittel 3.

Logging av naturlige snitt langs Tanaelva: For å studere sedimentologiske strukturer i terrassene ble det logget endel snitt i de naturlige skjæringene langs Tanaelva. Det ble prøvetatt langs enkelte konsentrasjoner av mørke mineraler for sammenlikning med resultatene fra boringene, se også Kapittel 4.

Undersøkelse av resente avsetningsmiljøer: Spesielt med tanke på å forstå hva slags avsetningsmiljøer som favoriserer avsetning og konsentrasjon av tungmineraler, ble de resente avsetningsmiljøene langs Tanaelva undersøkt. Det gjaldt selve elvebredden, bankene og det resente deltaet. Det ble også tatt prøver i tungmineralkonsentrasjoner i de resente miljøer. Se også Kapittel 4.

5.2.2 Laboratoriemetodikk:

Laboratoriearbeidet ble utført ved Laboratorium for fjernanalyse og temakartografi ved Geografisk Institutt, Universitetet i Oslo.

For å knytte sammen både borlokaliteter og snitt, og videre knytte disse til systemet av elveterasser langs Tanadalen, er det nødvendig å projisere disse inn på et profil langs Tanaelva. Fra M711-kart i målestokk 1:50000 ble det plukket ut grunnrisspunkter langs elva som profilinjene ble trukket imellom. Grunnrisspunktene ble forsøkt valgt slik at færrest mulig profilinjer best mulig representerte elvas form. En slik måte å legge profiler på representerer et problem, idet dagens elveform blir valgt til å representerer også tidligere

former. Men i og med at en ikke kjenner grunnrissformen på de tidligere elvekanalene, er det vanskelig å komme ut av dette problemet.

Koordinater i grunnriss og høyde for alle borehull og terrasser, ble plukket ut fra økonomisk kartverk (ØK). Høydene på borehullene er interpolert fra ØK. Ved hjelp av landmålingsprogrammet Vesla/Geonor ble alle koordinater projisert vinkelrett inn på profillinjene og skjæringspunktene med profillinjen beregnet. Grunnrisskoordinatene ble så i regnearket Lotus 123 regnet om til avstander langs profillinjene, med nullpunkt ved Tana bru. Hensikten med dette var å få til en todimensjonal framstilling, høyde-distanse (HD)-diagram til bruk for framstilling av figurer for analyse av terrassenes sedimentologi og morfologi.

For de terrasser hvor det er boret, er både start og endepunkt for terrassen kartlagt i grunnriss og projisert inn på profilet. Høydeinformasjonen er mer problematisk. For start og sluttpunktene er den generelt ikke kjent. Høyden kan også variere over et tverrsnitt av terrassen. På ØK finnes imidlertid en del fotogrammetrisk målte høydeangivelser, som gir informasjon om enkeltpunkter på terrassene. Høyden for start og sluttpunkt, samt for punkter innenfor en terrasse, er derfor gitt ved en skjønnsmessig vurdering av trenden i de fotogrammetrisk målte punktene.

For de øvrige terrassene er kun punkter med fotogrammetrisk målte høyder, overført til profilet. Dette betyr at bare enkeltpunkter på disse terrassene er representert i HD-diagrammet. Dette er gjort av tidsmessige årsaker. Det er arbeidskrevende og lite nøyaktig å vurdere høyden i start og sluttpunktet for en terrasse, samtidig som det i de aktuelle programpakker er problematisk og svært arbeidskrevende å håndtere sammenhengen mellom så mange forskjellige enkeltpunkter.

En projisering av koordinater vinkelrett inn på profillinjer innebærer en introduksjon av feil, pga skjev landhevning. Ideelt skal all projisering skje parallelt med isobasene. Imidlertid ligger profillinjene stort sett normalt på isobasene (Sollid et.al, 1973), og avstandene fra punkt til profil er heller ikke store. Denne feilen blir derfor liten, og mindre enn andre feil knyttet til interpolering av høydeinformasjon fra ØK.

5.3 Tidligere arbeider:

Det vil her bli gitt en generell oversikt over de viktigste resultater når det gjelder isavsmeltingen i området, havnivå- og klimaendringer i postglasial tid samt utviklingen av terrassene i Tanaområdet.

Isavsmeltningen i Finnmark er studert av Tanner (1906, 1907, 1915, 1930), Marthinussen (1945, 1960, 1961, 1962, 1974) og Sollid et. al (1973). Disse arbeider bygger i vesentlig grad på bruk av strandlinjediagram. I tillegg forefinnes det endel beskrivelser til kvartærgeologiske kart i regi av NGU. Framstillingen her vil følge Sollid et. al (1973), og tar bare for seg Tanadalen.

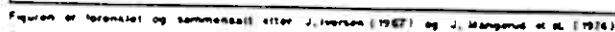
Ved tidspunktet for Repparfjordtrinnet (12-12500 BP) var Tanafjorden kalvet opp. I Tanadalen er den eksakte beliggenhet av isfronten ved dette tidspunkt ikke kjent, men fra neste trinn (Gaissattrinnet) finnes lateralmorener øst for dalen ved Luofotejokka. I dalbunnen finnes ikke morener, men isfronten antas å ha ligget rett nord for Maskejokkas utløp. Rett sør for Tana Bru ligger moreneavsetninger oppå glasifluviale deltaavsetninger, og laterale morener skrå oppover dalsiden mot sør på begge sider av dalen. Disse morene tilhører Hovedtrinnet (Yngre Dryas) som generelt er datert til 10-11000 BP. Isfronten ser ut til å ha vært stabil i dette området i lengre tid. Nest trinn (Korselv-trinnet) som er antatt Preborealt av alder, ligger umiddelbart sønnenfor hovedtrinnet noe sør for Skippagurra. Den videre avsmeltning antas å ha foregått raskt.

Under istiden var landoverflaten nedpresset; mest der isen var tykkest. Samtidig var mye vann bundet i iskappene, slik at havnivået absolutt sett var lavere enn i dag. Da isen smeltet tilbake medførte dette at landoverflaten steg. Siden istykkelsen var avtagende mot de perifere områdene, vil hevnningen av en strandlinje derfor være størst innerst i fjordene. Havnivået steg og, men normalt steg landoverflaten raskest.

Ettersom isen trakk seg tilbake fra et område, ble forskjellige strandmerker dannet av havet. Det kan dreie seg om strandvolder, erosjonsterrasser i løsmateriale og fast fjell samt akkumulasjonsterrasser der elver og bekker møtte havet. Pga landhevingen finnes i dag slike merker i tallrike nivåer. Men fordi landhevingen vanligvis var raskere enn endringene i havnivå, er det ikke enkelt å korrelere forskjellige nivåer sammen til ett havnivå. Under hovedtrinnet, hvor breen gjorde et fremrykk en kan kjenne igjen over det meste av Norge, fikk en imidlertid en situasjon hvor havnivåendringen (eustasi) var i likevekt med landhevingen (isostasi) over en lengre periode. Strandmerkene fra denne perioden (Hovedlinja, L_0) er derfor spesielt tydelige og danner i Finnmark ofte markerte bergterrasser. Det er derfor på morfologisk grunnlag mulig å sette disse sammen til ett havnivå, og dette danner basis for konstruksjonen av strandlinjediagramm. Dette nivået danner en flate i rommet (det tidligere havnivået), og en kan dermed konstruere

I tillegg til hovedlinja er Tapesstrandlinjene spesielt tydelige i Finnmark. Disse er datert til 6500-6600 BP (T_I), 6250 BP (T_{II}), 5500-5700 BP (T_{III}) og 4500-4800 BP (T_{IV}) (Marthinussen, 1962), og er dannet under transgressive faser. Ved en transgresjon stiger havnivået i forhold til land. Denne transgresjonen henger sammen med smeltingen av isdekket over det Nord-Amerikanske kontinent. Men viktig er og at på denne tiden hadde mesteparten av landhevingen i Norge allerede skjedd, fordi landhevingen følger en mer eller mindre eksponentiell kurve. Hvis ikke hadde neppe denne havnivåendringen kunnet holde følge med den isostatiske justering. Fire forskjellige Tapes-nivåer er identifisert, og blir betegnet som T_I - T_{IV} .

Av figuren går det fram at i en periode etter istiden var klimaet betydelig gunstigere enn i dag. Det er ventelig at dette har påvirket prosessene i den postglasiale landskapsutviklingen.



9

Tanadalen er generelt preget av terrasser i ulike nivåer. De høystliggende er glasifluviale deltaterrasser knyttet til Hovedtrinnet og Korselvtrinnet. Lavere ligger fluviale terrasser, tildels med deltakarakter, knyttet til erosjon og akkumulasjon etterhvert som erosjonsbasis ble endret med landhevingen. Denne utviklingen har vært studert av spesielt Corner (1975), og blir diskutert i mer detalj siden. De fluviale terrassene er nummerert fra T1 til T7, og denne nummereringen blir beholdt her.

5.4 Resultater og diskusjon

5.4.1 Logging av borehull:

Det ble boret i felt 1, 3 og 4. Av de egenskapene ved materialet som ble logget, er kornstørrelsen mest aktuell å framstille for eventuell korrelasjon mellom lokaliteter. I tillegg er de magnetiske egenskapene av stor interesse. Fig. 8 til 10 viser fordelingen med dypet (uttrykt ved høyde over havet) av disse to egenskapene for de ulike borehull. Lokalitetene er projisert inn på profilet langs Tana-elva. Både i felt 1 og 3 er det boret i forskjellige terrassenivåer innen hvert felt. Det er på bakgrunn av bare kornstørrelse og magnetiske egenskaper generelt vanskelig å trekke forbindelseslinjer mellom ulike sedimentologiske seksjoner i de forskjellige terrassene. Borehullene er derfor problematiske å benytte i en sedimentologisk sammenstilling. Dette henger sammen med at materialet i terrassene er særdeles homogent, slik at en ikke kan identifiserer tydelige ledelag. I tillegg ser en i de naturlige snitt at det er stor horisontal variasjon i sedimentære strukturer.

5.4.2 Morfologi:

Overflatemorfologien, spesielt dreneringsspor og de relative høydeforskjeller, vil kunne gi informasjon om dannelsen av de ulike terrassene. Videre er endel av terrasseflatene preget av eoliske prosesser. Det viser seg imidlertid at dette ikke gjelder alle nivåene, og dette kan derfor også brukes i en klassifisering.

Fig. 11 viser borehull, borede terrasser og andre terrassenivåer i et HD-diagram. Sammen med fig 8.4 fra Corner (1975), Appendix 1, kan terrassene korreleres med hverandre og sammenlignes med forskjellige strandlinjenivåer.

Felt 1 er lokalisert rett syd for utløpet av Maskejokka i Tanaelva. Det er her boret i de to øverste terrassene; T1, ca 31 og T2 ca 26 m o.h. De to terrassene er adskilt av en mindre erosjonskant. Øverste terrasse har overflate sterkt preget av

eoliske prosesser, med langstrakte sanddyner. Laveste terrasse mangler sanddyner, men har kraftige dreneringsspor på overflaten. Disse to nivåene er av Corner (1975) klassifisert som fluviale terrasser med deltapreg. De lavere terrassene langs elva blir sett på som rene fluviale terrasser.

I følge Corner (1975) kan T1B-terrassen spores så langs sør som til utløpet av Maskejokka, hvor meandermigrasjon av denne har skåret seg inn i terrassen. Det antydes en deltafrontposisjon for T1_B-terrassen umiddelbart sør for Maskejokka, som i forhold til et strandlinjediagram sannsynligvis er assosiert med Sollid et.al (1973) sin P1-linje. Terrassen er da dannet før Tapes-transgresjonene, og sannsynligvis i en periode med rask landhevning.

Nordvest for Holmfjell, ved Gålgutjåkka, ligger også store avsetninger som i nivå later til å kunne samsvare med T1_B-terrassen. Disse avsetningene er produkt av et eget dreneringssystem, og har ikke direkte genetisk sammenheng med T1_B-terrassen. De kan imidlertid være dannet omtrent samtidig, og er i alle fall knyttet til Sollid et. al (1973) sin P1-linje.

Corner (1975) sporer T2-terrassen til noe sør for Maskejokka, med en deltafront ved nordenden av Holmfjellet et par kilometer sør for felt 3. Den høyeste terrassen innefor felt 3, som inkluderer borehull 11 og 13, kan svare til dette nivået. Men på et HD-diagram plotter denne terrassen noe mellom T1_B og T2. Denne delen av felt 3 har en uregelmessig topografi, der borehull 13 ligger i nordenden av et høyere parti som ser ut til å ha dannet en større bank i det tidligere elveleiet. Høydemessig ligger denne over T2. Som for T2 ved felt 1 er området preget av dreneringsspor som viser at elva har gått i et forgrenet nett (braided), tilsvarende elvas løp i dag. Imidlertid tyder enkelte dreneringsspor, bl. annet den meget markerte kanalen som Borehull 11 ligger i, på at denne terrassen i felt 3 også har elementer fra en mer meanderende elv. Borehull 11, og dermed denne kanalen, svarer til T2 i høyde på HD-diagrammet. Intensiteten i kanalene er også større enn hva tilfelle er for T2 ved Felt 1.

T2 kan ha vært bygd opp til et havnivå svarende til Sollid et al (1973) sitt Tapes 1 eller Tapes 2-nivå. Ved felt 1 er T2-terrassen bygget nesten opp til T1_B-nivået, og dette kan brukes som et argument for at T2-avsetningene er bygget opp gjennom en transgresjonsfase; sannsynligvis den første Tapes-transgresjonen (Corner, 1975). Han argumenterer videre for at fraværet av vinddyner på denne terrassen antyder et varmere (og våtere) klima enn hva tilfelle var når T1 ble avsatt. Dersom tolkningen av T2 som avsatt under Tapes-transgresjonen er korrekt, befinner vi oss i tilfelle midt i Atlantisk tid; dvs i den varmeste perioden i postglasial tid. Det er derfor rimelig at mangelen på vinddyner på denne terrassen er

forårsaket av raskere vegetasjonsstabilisering av terrasseflaten.

Borehullene i felt 4 kan derimot med stor sikkerhet korreleres til T3-nivået, og nivået kan også på HD-diagrammet spores et par kilometer videre nordover. Dette tyder på at deltafronten i denne perioden har trukket seg svært langs nordover, i forhold til avstanden mellom deltafronten for T1 og T2. Dette kan indikere en regresjonsfase. Nivået kan knyttes til T_{III}-strandlinjen, og er i tilfelle avsatt for omlag 5500 år siden. Corner (1975) argumenterer for at elva har endret hydrologisk regime ved avsetningen av T3-terrassene, med et elveløp mer preget av meandere, pga en klimatisk endring ved overgangen mot Subboreal.

Terrassen hvor hull 12, 14 og 15 i felt 3 ligger, kan sannsynligvis korreleres med den lavere terrassen i felt 1. Denne blir av Corner benevnt som T5. På figuren i Appendix 1 plotter hullene imidlertid noe over forlengelsen av denne. Ved felt 3 er den utviklet som en langstrakt smal brem langs elva. Både ved felt 1 og 3 er det utviklet eoliske former på denne terrasseoverflaten. Ved felt 3 følger en spesielt godt utviklet dyne terrassekanten mot T2/T3-nivået. Tilsvarende former kan en se under dannelsen på dagens strand i samme område. Dette indikerer også en endring av de klimatiske forhold etter avsetningen av de foregående terrassene. Av appendix 1 ser en at T5 ligger betydelig lavere enn T_{IV}, og er derfor sannsynligvis endel yngre enn 4500 BP. En kommer da midt i Subboreal, med kjøligere klima enn tidligere.

Som HD-diagrammet viser finnes det en betydelig mengde terrasser i lavere nivåer. Disse har imidlertid ikke vært gjenstand for undersøkelser med hensyn på tungmineralinnhold, og vil derfor ikke bli omtalt videre her.

5.4.3 Sedimentolgi:

Det er spesielt logget snitt langs erosjonskanten mot elva ved felt 1 og 3. Ved presentasjonen av disse, er det forsøkt å inndele de ulike sedimentologiske seksjoner og strukturer i forskjellige faser; tilpasset de brukt av Corner (1975).

Fase 1: Grus med eller uten intern struktur, vanligvis med erosjonsflate under.

Fase 2: Horisontal til svakt skrånende laminert medium til fin sand, noen ganger bølgende. Konvolusjoner kan forekomme.

Fase 3: Veksellende horisontal laminert og riffle til traugformet krysslaminert fin sand og tungmineralseparasjon.

Fase 4: Kryss-sjiktet sand og grusig sand, flat eller

traugformet.

Fase 5: Riffle krysslaminert sand og siltig sand.

Fase 6: Vekslende riffle krysslaminert og parallell laminert finsand og silt. Ofte distinkte siltlag.

Fase 7: Parallell laminert grov silt.

Fase 8: Skrånende til horisontale lag av vekslende medium til fin sand og silt, ofte gradert lagning.

Fase 9: Parallell laminert båndet leirig silt/siltig leire.

Ikke alle fasene er representert i loggede snitt, men alle er observert i felt i nærheten av slike.

Med hensyn til separasjon av tungmineraler, peker fase 3 seg ut.

De aktuelle snitt skjærer bare i enkelte tilfeller de terrasser hvor det er boret, og forteller dermed generelt lite om sedimentologien i borelokalitetene. Riktignok kan en f.eks i et tverrsnitt gjennom to terrassehøyder langs Maskejokka, se noen av de samme lag gjennom begge terrassene, men en har ingen garanti for at dette er regelen. De øverste delene av et snitt, over en eventuell erosjonsflate, vil representerer terrassen hvor snittet finnes. De lavere lag vil derimot høre til tidligere terrassenivåer; og representerer distale subfluviale lag. De øverste lag knyttet til selve utviklingen av kanaler, kan være fjernet ved erosjon.

Snittene viser at de sedimentologiske strukturer endres svært raskt i lengderetningen. Selv for snitt som ligger nær hverandre er det vanskelig sammenbinde de sedimentologiske seksjonene. Kornstørrelsen er svært ensartet gjennom mesteparten av snittene. Bare få grushorisonter og siltlag opptrer, og disse er vanligvis svært tynne. Mesteparten av materialet ligger i sandfraksjonen.

Det er ikke logget snitt i T1, da naturlige snitt ikke finnes innen felt 1. Boringene viser her at materialet i de øverste ca 10 meter har kornstørrelse <0.5 mm. Corner (1975) refererer til subfluviale avsetninger tilhørende T1-fasen under erosjonsoverflaten for de lavere terrassene. Slike avsetninger, klassifisert som fase 8, ble observert noe rett syd for snittet i T2 i felt 1. Her fantes en minst 7 meter tykk varvaktig lagpakke med vekslende fin sand og silt. De enkelte varv var 2-3 cm tykke, og strukturen hadde et sterkt innslag av bølgethet. Over lå traugformet kryss-sjiktet sand av fase 4, muligens med en erosjonsflate i mellom. Snittet ble ikke undersøkt videre. Den varvaktige lagpakken representerer

mer distale avsetninger på dypere vann, og kan tilsvare T1-terrassen eller enda tidligere hendelser. Corner (1975) refererer også snitt i nordenden av T1-terrassen, på kanten ut mot Maskejokka. De øverste delene av sekvensen er synlige, og inkluderer traugformet kryss-sjikting, horisontalt laminert sand og riffle-drift.

De fine avsetningene i de øverste 10 meter, indikert ved borehull 9 og 10, står i kontrast til Corner (1975) som regner T1-terrassen som en vanlig "grovere oppover" delta-sekvens. På den annen side ligger felt 1 distalt på T1-terrassen, noe som vil favorisere finere avsetninger, og representativiteten i disse to borehullene trenger heller ikke være stor. Også ved Gålgutjåkka nordvest for Holmfjell ligger en terrasse i et tilsvarende nivå som T1_g. I denne terrassen ble det ikke boret, men en ca 5 meter dyp sjakt gravd med gravemaskin, ble beskuet. Pga rasfare ble denne ikke logget, men både i kornstørrelse (<0.5 mm gjennom hele snittet) og magnetiske egenskaper viste materialet her klare fellestrekk med borehull fra T1_g-terrassen, spesielt borehull nr. 9. Materialet ligger her under 0.5 mm ned til 10 meter under overflaten, mens det i hull nr. 10 er noe grovere ned til samsvarende nivå.

I T2-terrassen er det logget et snitt (P92-11) øst for Birkeflaten (NGO 1366200,-33650). Corner (1975) var ikke i stand til å slå fast beliggenheten av erosjonsflaten mellom T1-avsetninger og T2-avsetninger ved denne lokaliteten. T2-avsetningene er generelt mellom 1.9 og 5.5 meter tykke, muligens også tykkere (Corner, 1975). Som det framgår av fig. 5 finnes det i P92-11 en mulig erosjonsflate 1.9 meter under overflaten med et markert oksydasjonslag med grus i toppen.

I de lavere terrassene i felt 1 har en ikke vært i stand til å kjenne igjen erosjonsflaten mellom T2 og de yngre terrasser med sikkerhet. I snittene P92-5 og P92-6 opptrer flaten muligens ved en skarp overgang mellom grovere sand med endel grus og stein, i P92-5 og sannsynligvis også i P92-6 med medium skala traugformet kryss-sjikting av fase 4, og krysslaminerte riffler med finere sand. Overgangen er oksydert i P92-5 og har en grushorisont i P92-6. Hvis dette er tilfelle, består T2-avsetningene her av relativt ensartet avsatt materiale med strukturer som antyder en forgrenet nettverk av kanaler mye likt elvas løp i dag. Materialet er grovest øverst og blir finere nedover. Ca 3 meter under erosjonsflaten finnes nok en skarp overgang, med silt og leirlag i vekslang med rifledrift. Disse danner bare et tynt lag, ca 50 cm i P92-5 og mindre i P92-6. Disse er sannsynligvis en del av T2-avsetningene, og kan være dannet mellom bankene, i grunnere bassenger med mindre gjennomstrømning. Dersom konklusjonen i forrige avsnitt om at T2 er dannet i en transgressiv fase, kan disse lagene representere en periode hvor elven her var bygget opp så langt at subaerile forhold inntraff. Senere har transgresjonen

overtatt igjen.

I bunn av snittet går lagene over i mørkere og finere lag, i P92-6 er lagene her parallelle og faller 18° nordover. Disse lagene kan også kjennes igjen i P92-7 og -8, hvor de er mer tydelige og også mer differensierte - muligens pga bedre snitt. De kan tilhøre en mer distal avsetning innen T2-komplekset.

Bortsett fra ved P92-11, når ingen av borehullene ned i samme nivå som snittene er logget. Det er derfor ikke mulig å sammenligne data; heller ikke for P92-11, da dette snittet ligger såpass mye lenger sør enn borehullene i felt 1, at en forsøk på korrelasjon blir søkt.

I Felt 3 er det enda mer problematisk å angi erosjonsflaten mellom T2 og de yngre lag. Men antar en at de lavere lag her også tilhører T2, tyder dette på en mer delta nær posisjon ved avsetning av materialet. Nederst dominerer kompakte, mørke og siltige lag med krysslaminerte riffler. Lenger oppe, spesielt i P92-3 og -4 opptrer horisontalt til 4° nordover fallende, laminert fin sand. Innimellom opptrer massive siltlag. Hele pakken tilhører fase 6, muligens bortsett fra mindre lag med traugformet kryss-sjiktning. Disse ligger i kontakt med siltlagene, og blir markert grovere oppover. Nederst er de siltige og kompakte, og er mer rifflepreget.

Tre av borehullene i felt 3 når godt ned i nivåene hvor det er logget snitt. Hullene har firnkornet materiale (<0.5 mm) mot bunnen, med omtrent tilsvarende magnetiske egenskaper. Pga problemet med erosjonsflaten mellom T2 og de yngre avsetningene, er det imidlertid problematisk å forsøke en korrelasjon. Hullene går ikke så dypt at en kan være sikker på at materialet på tilsvarende nivå i snittet tilhører T2. Det ble allikevel prøvetatt i et av snittene (P92-3); 92 07 402 i svakt hellende laminerte lag og 92 07 401 i lagene med silt og traugformet kryss-sjiktning.

Borehull 11 viser grovere materiale i topplaget (øverste 2 meter) enn i noe annet borehull. Dette henger høyst sannsynlig sammen med beliggenheten i en meanderkanal.

Ved Maskejokkas utløp er det logget et snitt (P92-10) i en terrasserest med overflate ca 22 m o.h. Denne kan muligens tilhøre T3, eller et enda yngre system. Den er erodert av Maskejokka, hvor en kan se tydelig den gamle kanalfyllingen med grus i fase 1. Under hele dette systemet finnes gråblå leire i et minst 1 meter tykt rent og kompakt lag. Overgangen oppover er ikke skarp; den graderer mot grovere materiale. Leirlaget kunne ikke gjenfinnes under en lavere terrasseflate ut mot Tanaelva.

Snittet skjærer på tvers av terrassen. Det dominerende laget

ligger noe over leirlaget og er forholdsvis mørkt og fint. Horisontalt laminerte lag alternerer med krysslaminerte riffler (fase 3), men i midten finnes et tykt (70-80 cm) plant krysslaminert lag (fase 4). Denne sekvensen er ca 200 cm tykk og er prøvetatt (92 07 261).

For øvrig ble snitt i lavere terrasser langs Tanaelva rekognosert med tanke på tungmineralkonsentrasjoner, men det ble ikke funnet andre strukturer eller større konsentrasjoner enn i de allerede omtalte terrasser.

5.4.4 Resente sedimentasjonsmiljøer:

Med tanke på evaluering av prosesser som leder til naturlig konsentrasjon av tungmineraler, ble resente sedimentasjonsmiljøer langs Tanaelva undersøkt.

Elvebreddene: Langs elvebreddene fant en ofte konsentrasjon av mørke tungmineraler og granat på overflaten. Disse lagene hadde vanligvis en tykkelse på noen på millimeter. De tykkeste lag som ble funnet, var ved utløpet av Maskejokka ved snitt P92-10. Her ble et 15 cm tykt lag prøvetatt (92 07 262). Denne lokaliteten representerte det reneste og tykkeste laget som ble funnet i det resente sedimentasjonsmiljøet, og hadde 3 ganger så høy magnetisk verdi som de beste prøvene fra borehullene. Laget hadde imidlertid meget begrenset utbredelse.

Konsentrasjonene ved elvebredden lot til å være betinget av mengden tungmineraler i lagene umiddelbart over, slik at tungmineralene er et residual etter utvasking.

Det er ventelig at også ved avsetningen av elveterrassene har denne prosessen vært operativ. Men mengden materiale akkumulert på denne måten er så lav, at kommersielt sett er prosessen uinteressant.

Bankene: På bankene var konsentrasjonen av tungmineraler generelt lav. Ofte var markante, men tynne, horisonter synlige, men hovedvekten av materialet var grovere sandkorn. I grunnere områder bassenger, preget av riffler og finere materiale, var konsentrasjonen noe høyere; men ikke interessant.

Deltaet: Tanaelvas nåværende delta ble undersøkt både på de marine strendene og langs elveleiet. Konsentrasjonen av mørke mineraler var generelt lav. Selv om overflaten av rifflene på den marine siden av strendene stort sett er dekket av mørke mineraler, er kjernen i rifflene og dermed mesteparten av materialet grovere og lyst.

5.4.5 Tungmineralkonsentrasjoner:

Tunge mineraler finnes i tynne lag nesten overalt i snittene, og det er ofte disse som markerer de sedimentologiske strukturene. Imidlertid er konsentrasjon av disse mineralene gjennom tykkere lagpakker mindre vanlig. Best konsentrasjon har en i fase 3. Denne fasen er av Corner (1975) klassifisert som "subfluvial", dvs avsatt på dypere vann og ikke i sammenheng med kanalene. Slik sett representerer de en mer distal type deltaavsetning. Kornstørrelsen (sand og silt) tilsier imidlertid at de må ha vært avsatt nær stranda. Slik kan de ha vært påvirket av både bølgeprosesser og tidevann; og dette kan bidra til å forklare den gode konsentrasjonen av tungmineraler. I snitt finnes de også vanligvis på et lavt nivå. Flere av de loggede snitt viser over fase 3 en overgang til plane eller traugformede kryss-sjiktete grovere sandlag. Dette indikerer at bankene vandrer fram og utover i deltaet, og avsetter materiale oppå fase 3-lagene.

Borehull 9, som viser mest interessante magnetiske egenskaper, har imidlertid en konsentrasjon av tungmineraler i de øverste lag. Derimot kan borehull 10 passe bedre i en slik modell, men materialet over tungminerallaget er finere enn en skulle forvente. Også materialet ved Gålgutjåkka passer dårlig inn i denne modellen. Siden begge disse terrassene kan være av samme alder, er det mulig at de isostatiske forhold kan ha spilt en rolle. Det var på den tiden fortsatt forholdsvis rask landhevning, og dette kan eventuelt ha hindret en videre utbygning av deltaet.

6. PRØVEBEHANDLING OG MINERALSEPERASJON:

6.1 Prøvebehandling:

Alle prøvene ble innsamlet i tøyposer som holder ca. 2 kg, og nummerert i 9207 serien.

Før avreise fra Tana ble alle prøvene tørket og splittet ned til to prøver a 100 - 150 g. Disse ble merket A for analyse og M for mineralseperasjon og i første omgang ble sendt ned til Geologiske Tjenester's kontor i Oslo. Det resterende materiale ble lagret som en referanseprøve hos Tana kommune. Kontaktperson der er tiltakskonsulent Svein Ottar Hellander.

6.2 Valg av ekstern konsulent og laboratorium:

DEMA Pty. Ltd. i Perth, Australia ble valgt som ekstern konsulent, for vurdering både av tidligere resultat og de aktuelle undersøkelser. DEMA har lang erfaring og arbeider primært innom mineralsand industrien. De utgir også et kvartalsmagasin "Mineral Sands Report" i samarbeide med "Industrial Minerals".

DEMA innhentet anbud på mineralseparering ved Analabs Laboratories, også i Perth, som de er vant til å arbeide sammen med. Dette anbudet var fordelaktig sammenliknet med anbud fra Norges geologiske undersøkelse, Danmarks Geologiske Undersøgelse og Lakefield Research i Canada, og Analabs ble følgelig valgt til å utføre de nødvendige laboratoriearbeidene.

6.3 Mineralseperasjon og resultat:

Prøvenummer listet i Tabell 1 neste side ble plukket som representative for borehull og rekognosering 1992, og ble sendt til Analabs. I tillegg ble sendt en prøve av samme materiale som ble brukt til oppredningsforsøk hos Robertson Research, tre prøver fra undersøkelsene i 1989 og en pannaet prøve fra 1988.

Etter gjennomgåelse av tidligere innsamlede tekniske data som bl.a. indikerte interessante gehalter av granat og sillimanitt, ble det fra DEMA's side hevdet at dette ikke ville være tilstrekkelig for en økonomisk produksjon. De mente at det viktigste økonomiske grunnlag for produksjon også på denne type forekomst måtte komme fra titanmineralene, fortrinnsvis ilmenitt.

TABELL 1
SAMPLES DESPATCHED TO LABORATORIUM

<u>Sample no.:</u>	
9207 251	+ split
253	
254	
255	
257	
259	
260	
261	
262	
264	
265	
268	
269	
270	
273	
277	
280	
281	
282	
283	+ split
284	
9207 301	
302	
303	
308	
309	
311	
313	
315	
316	
317	
322	
323	
325	
327	
328	
330	
332	
333	
334	+ split
335	
336	
341	
342	
343	
347	
348	
9207 403	
405	
9207 407	
408	
412	+ split
414	Simon Lab. Head Feed Sample
8907 526	
684	
715	
8804 023	Panned
A total of 56 samples	
+ 4 splits	

Følgelig skulle arbeidet hos Analabs i første omgang påvise og bestemme mengden med ilmenitt og andre titanmineraler i prøvene. Dersom disse ble påvist i tilstrekkelige mengder skulle man følge opp med analyser av ilmenitten, for å bestemme om den ville være brukbar i industriell sammenheng. Den videre utvikling av undersøkelsene ville deretter bli bestemt.

I den vedlagte rapport "Evaluation of Samples from Tana Mineral Sands Prospect", Appendix 3 er metode og resultat behandlet i detalj. Følgelig vil vi nedenunder bare kort oppsummere vesentlig informasjon fra nevnte rapport.

6.3.1 Metoder:

Samtlige prøver ble tørket veiet og siktet. Ved sikting kvittet man seg med -63 μ fraksjonen (slime) og +2mm fraksjonen. Disse fraksjonene er uegnede ved eventuell videre kommersiell mineralseparering.

Deretter ble det foretatt en tung veske, TBE separasjon, hvor samtlige mineraler med SG > 2,96 ble utskilt. Dette er tungmineral fraksjonen (HM).

HM ble deretter kjørt i en magnetseparator ved svak strømstyrke, for å skille ut de sterkest magnetiske mineralene. Som resultat hadde en nå en tungmineralfraksjon (HM) delt i en magnetisk (Mags) og en umagnetiske (Non Mags) del. Alle disse resultatene er vist i tabeller s.7-9, Appendix 3.

Disse undersøkelsene og påfølgende mikroskopering viste at konsentrasjonene av magnetiske og opake mineraler var lav. En mere differensiert magnetisk separasjon ble derfor oppgitt, og mikroskopering ble i første omgang bare utført på et nærmere bestemt utvalg av prøver.

For 13 prøver av magnetisk konsentrat ble det utført kvantitativ mikroskopering (telling av 500 punkter i slip). Tilsvarende undersøkelser ble utført på 26 prøver av umagnetisk tungfraksjons materiale.

De resterende 35 prøver umagnetisk tungfraksjonsmateriale ble gjenstand for en kvalitativ mikroskopering.

Samtlige av disse resultatene er vist på de fire siste sidene i Appendix 3.

6.3.2 Resultat:

Andelen av tunge mineraler i prøvene er høy. I gjennomsnitt holder de undersøkte borehullsprøvene 16,23% tunge mineraler. Vi har ikke regnet rekognoseringsprøvene inn i gjennomsnittet, da disse ofte er spesielt utplukkede.

Magnetisk tungfraksjon: Denne utgjør bare en liten del av den totale prøve. Gehalten varierer mellom 1% og 5,6%, med en gjennomsnitt på 3,7% av selve tungfraksjonen. I hovedsak består den av magnetitt (rundt 70%) og amfibol, med små mengder ilmenitt og hematitt. Hematitten forekommer ofte ved martittisering av magnetitt og som innblandingslameller i ilmenitten. Amfibolen i denne fraksjonen har ofte inneslutninger av magnetitt.

Umagnetisk tungfraksjon: Den vesentligste delen av tungfraksjonen består da av umagnetiske silikater dominert av amfibol og granat. Deretter følger mineraler som epidot, pyroxener og sillimanitt. Også i denne fraksjonen opptrer noe hematitt og ilmenitt, men som det framgår av tabellene Appendix 3, er det totale ilmenitt innholdet < 1% av prøven.

7. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON:

Vi vil kort oppsummere også de tidligere arbeider i Tana programmet. Et betydelig antall rekognoserende prøver har blitt samlet inn i området Polmak - Tanas utløp. I og med avslutning av Fase 3 har detaljprøvetaking blitt fullført på 4 utvalgte områder, Felt 1 - 4. Med de utførte boreriger på flere terrassenivåer har vi for tre av disse feltene også fått en tilfredsstillende tredimensjonal "åpning" av de potensielle tungsand forekomstene.

En del av de oppnådde resultater var i første omgang oppmuntrende. Flere meter mektige tungmineral konsentrasjoner kunne kartlegges i de naturlige terrasseprofil, og også ved prøvetaking av "blinde" prøver ved boring av korte hull på overflaten og grøfting, ble det påvist et generelt meget høyt innhold av tungmineraler i Tanadalens kvartære avsetninger.

Det ble imidlertid allerede ved de første mineralseperasjons undersøkelser i 1990 vist at innholdet av opake mineraler kunne være lavt, mens det samtidig ble indikert et potensial for granat og sillimanitt.

Dette ble for granatens vedkommende bestyrket ved de senere utførte oppredningsforsøk i Storbritannia, som i tillegg til granat indikerte et potensial også for magnetitt, ilmenitt og monazitt. Samtidig indikerte disse forsøkene at en kunne få betydelige problemer m.h.t. å produsere rene konsentrater.

Etter DEMA's gjennomgang av de tidligere undersøkelserne argumenterte de for at granaten, p.g.a. et begrenset marked bare ville være aktuell som biprodukt. Tana's levevilkår ville være avhengig av de klassiske tungmineralene som titanmineraler, zirkon og monazitt. Etter tidligere indikasjoner var det stort sett ilmenitten som ville være aktuell i denne sammenheng.

Det videre program hadde derfor som siktepunkt å avgjøre disse spørsmål på den rimeligste mulig måte. Nye deler av forekomsten ble prøvetatt ved boring. Nye og gamle (for korrelering) prøver ble undersøkt generelt, men også spesielt m.h.t. ilmenitten.

Gehalten av ilmenitt i tungmineral konsentratene viste seg å være for lav, < 1%, for en økonomisk utnyttning uansett kvalitet. Rensing og analysering av ilmenitten ble da ikke funnet regningssvarende, spesielt siden mikroskopiske undersøkelser også hadde påvist hyppig opptreden av hematitt lameller i dette titanmineralet. Laboratorieundersøkelsene ble følgelig avbrutt på dette stadiet.

Tana atskiller seg fra de fleste kommersielle tungsand forekomster ved sitt meget høye innhold av tungmineraler, men med en utilstrekkelig "rendyrking" av de tunge tungmineralene. Dette skjer når de tunge silikatene blir brutt ned ved forvitring og resedimentasjon, hvilket resulterer i en kombinasjon av de resistente opake mineraler sammen med kvarts og delvis feltspat. De mikroskopiske undersøkelser av Tana sanden fra flere lokaliteter, viser en forbausende ens sammensetning hvilket indikerer samme kildeområde.

Av kjente forekomster også med høyt innhold av tunge silikater vil vi til sammenlikning nevne Namakwa forekomsten i Syd-Afrika som har et tungmineral innhold på ca. 11%. Men bare ca. halvparten av dette er tunge silikater som amfibol og granat, det resterende er økonomiske tungmineraler.

De utførte undersøkelser i Tana har med dagens markeds og prissituasjon ikke påvist økonomiske konsentrasjoner av tungmineraler. Dersom denne situasjon drastisk skulle forandres kan deler av feltet vurderes som en ressurs for granat produksjon.

8. ANBEFALINGER:

På bakgrunn av de avsluttede arbeider i Tana, og resultatene både fra felt og laboratorieundersøkelser, slutter vi oss til den konklusjon som presenteres av DEMA i Appendix 3.

Videre undersøkelser etter tungmineraler anbefales ikke.

9. LITTERATUR

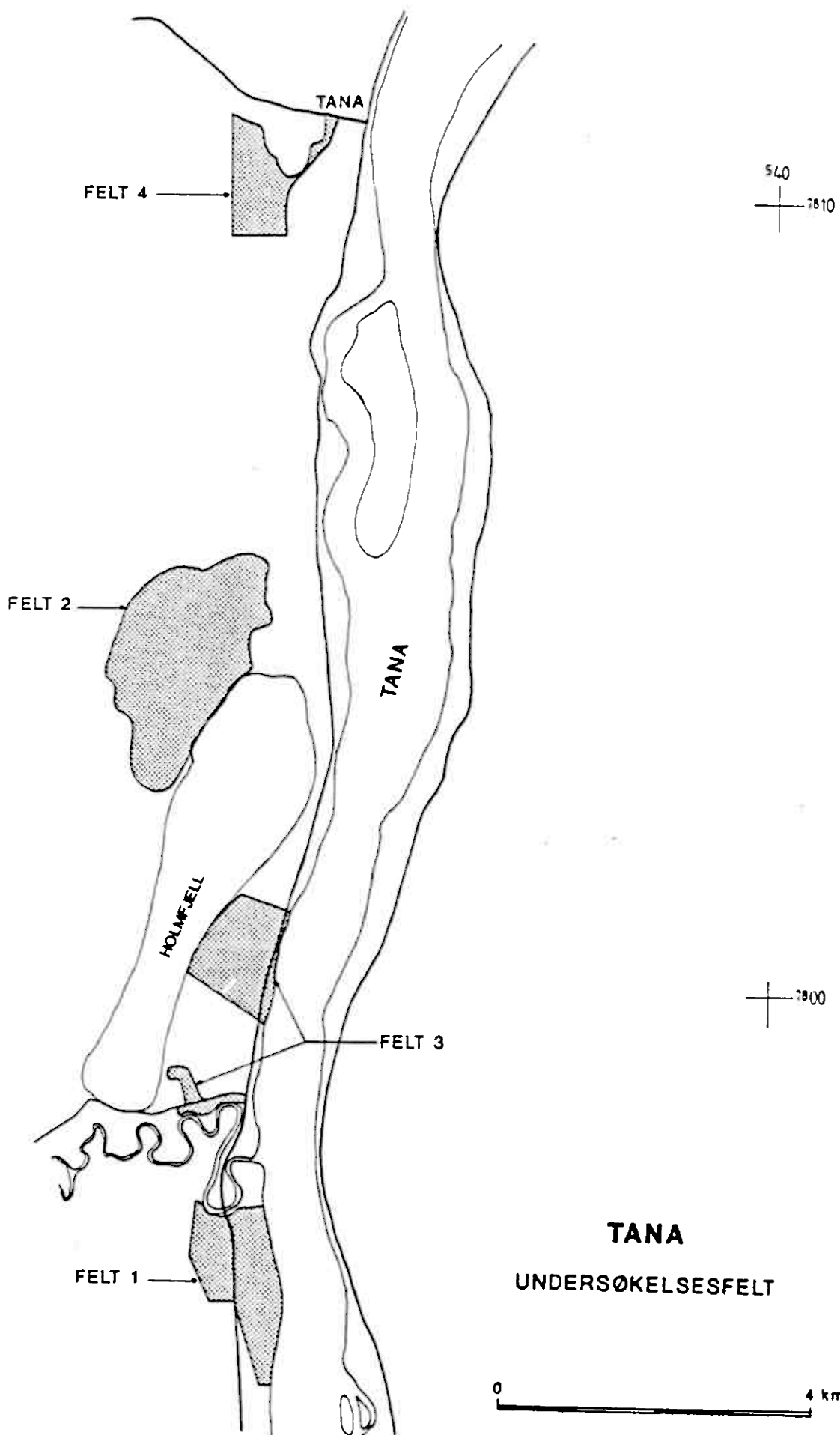
- Corner, R., 1975: The Tana Valley Terraces. A study of the morphology and sedimentology of the lower Tana Valley terraces between Mansholmen and Maskejåkka, Finnmark, Norway. UNGI RAPPORT 38
- Flood, B., 1988: Tana Tungmineral Prosjekt 1988. GT Prosjekt Forslag
- Flood, B., 1988: Tana Tungmineral Prosjekt. Rapport over Fase 0. GT Rapport 88-51-01
- Flood, B., Haug, T. and Olafsen, A., 1989: Tana Tungmineral Prosjekt, 1989. Rapport over Fase 1. GT Rapport 90-51-01
- Flood, B., 1990: Tana Tungmineral Prosjekt, 1990. Rapport over Fase 2. GT Rapport 90-51A-02
- Flood, B., 1992: Tana Tungmineral Prosjekt, 1991-92 Fase 2B: Oppredningsforsøk på sandprøver fra Tana, Finnmark GT Rapport 92-51B-01
- Martinussen, M., 1945: Yngre postglaciale nivåer på Varangerhalvøya. Norsk Geol. Tidsskr. 25
- Martinussen, M., 1960: Coast and fjord area of Finnmark. in Geology of Norway, (ed) Høltedahl, O. NGU 213
- Martinussen, M., 1962: C₁₄-datings referring to shorelines, transgressions and glacial substages in northern Norway. NGU 215
- Martinussen, M., 1974: Contribution to the Quaternary geology of northeasternmost Norway and closely adjoining foreign Territories. NGU 315
- Sollid, J.L., Adersen, N., Hamre, N., Kjeldsen, O., Salvigsen, O., Sturød, T., Tveitå, T. and Wilhelmsen, A., 1973: Deglaciation of Finnmark, North Norway. Norsk Geogr. Tidsskr. 27
- Sollid, J.L. and Kristiansen, K., 1983: Hedmark fylke. Kvartærgeologi og geomorfologi. Beskrivelse til kart i 1:250.000 Direkt. for naturforv. Avd. for naturvern og friluftsliv. Rapport T-543

- Tanner, V., 1906: Studier øfter kvartærsystemet i Fennoskandias nordliga delar, I. Fennia 23
- Tanner, V., 1907: Studier øvfer kvartærsystemet i Fennoskandias nordliga deler, II. Fennia 26
- Tanner, V., 1915: Studier øvfer kvartærsystemet i Fennoskandias nordliga deler, III. Fennia 36
- Tanner, V., 1930: Studier øvfer kvartærsystemet i Fennoskandias nordliga deler, IV. Fennia 53

FOTOGRAFIER:

	Foto nr.
ODEX boring, prøveoppsamling	1
ODEX boring, prøvelogging	2
Konsentrasjon av tungsand i resent eluebunn, snitt	3
Konsentrasjon av tungsand i resent eluebunn, plan	4

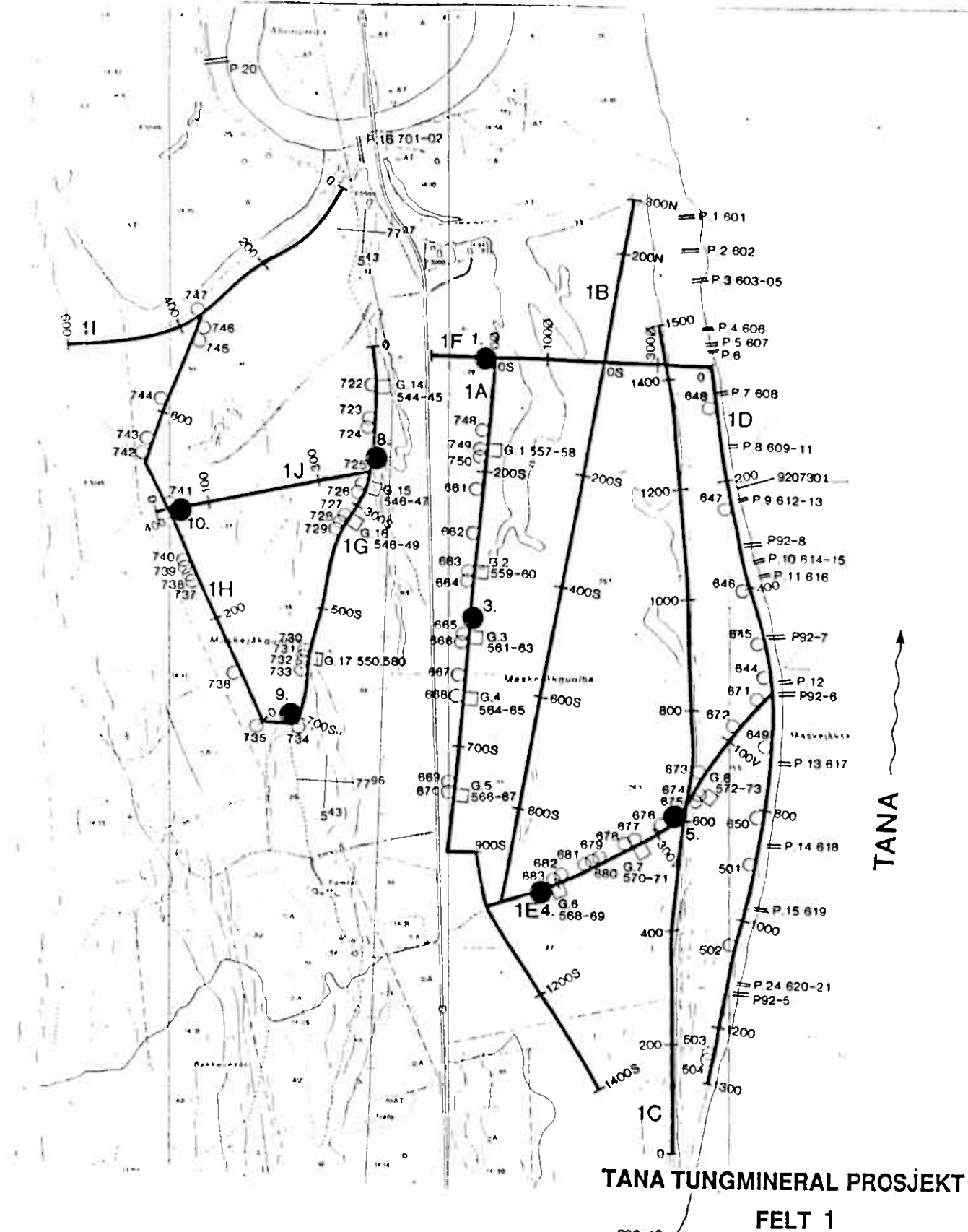




TANA

UNDERSØKELSESFELT

Geologiske
Tjenester



● 1. ODEX borhull nr. 1 1992

P92-3 = Profil 92 nr. 3
9207401 m. prøve nr. 9207401

P. 18 Vertikalprofil nr. 18
705-06 med prøve nr. 8907705-06

3A Undersøkesprofil A
Felt nr. 3

○ 735 Borhull med prøve nr. 8907735

□ G. 2 Grøft nr. 2
559-60 med prøve nr. 8907559-60

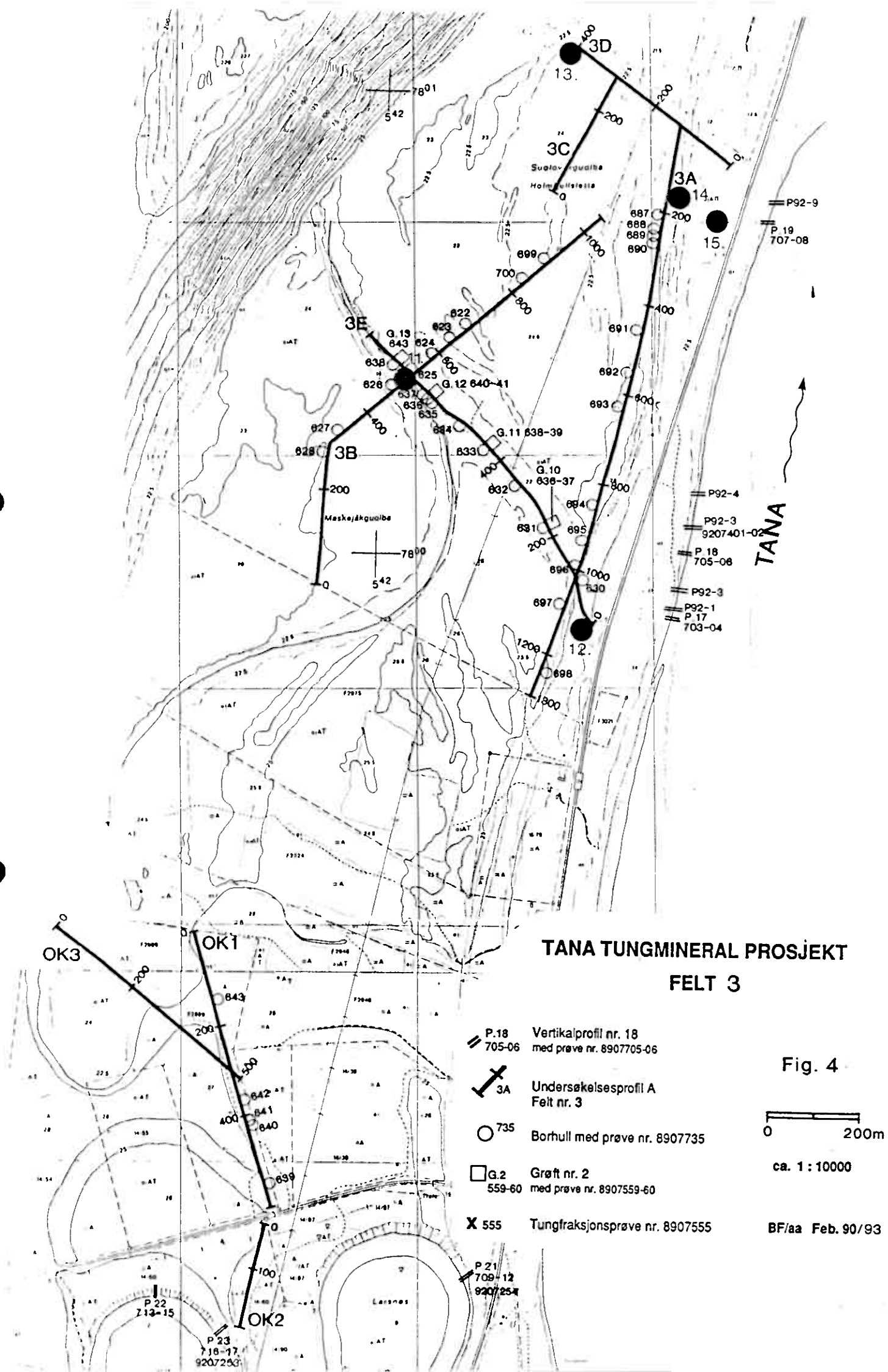
X 555 Tungfraksjonsprøve nr. 8907555

Fig. 3

0 200m

ca. 1 : 10000

BF/aa Feb. 90/93



TANA TUNGMINERAL PROSJEKT FELT 3

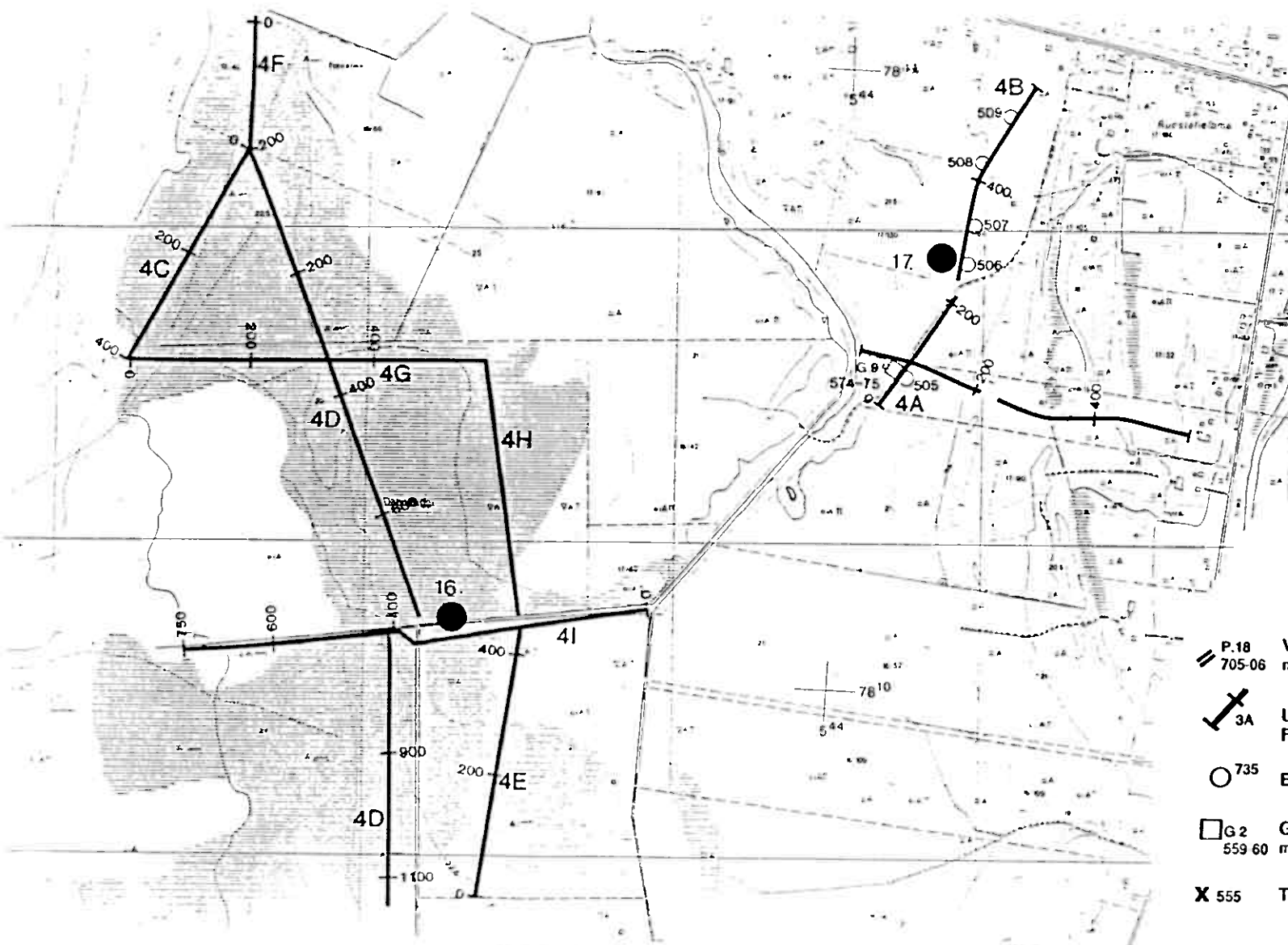
Fig. 4

0 200m

ca. 1 : 10000

BF/aa Feb. 90/93

- P.18 705-06 Vertikalprofil nr. 18 med prøve nr. 8907705-06
- 3A Undersøkesprofil A Felt nr. 3
- 735 Borhull med prøve nr. 8907735
- G.2 Grøft nr. 2 med prøve nr. 8907559-60
- X 555 Tungfraksjonsprøve nr. 8907555



TANA TUNGMINERAL PROSJEKT **FELT 4**

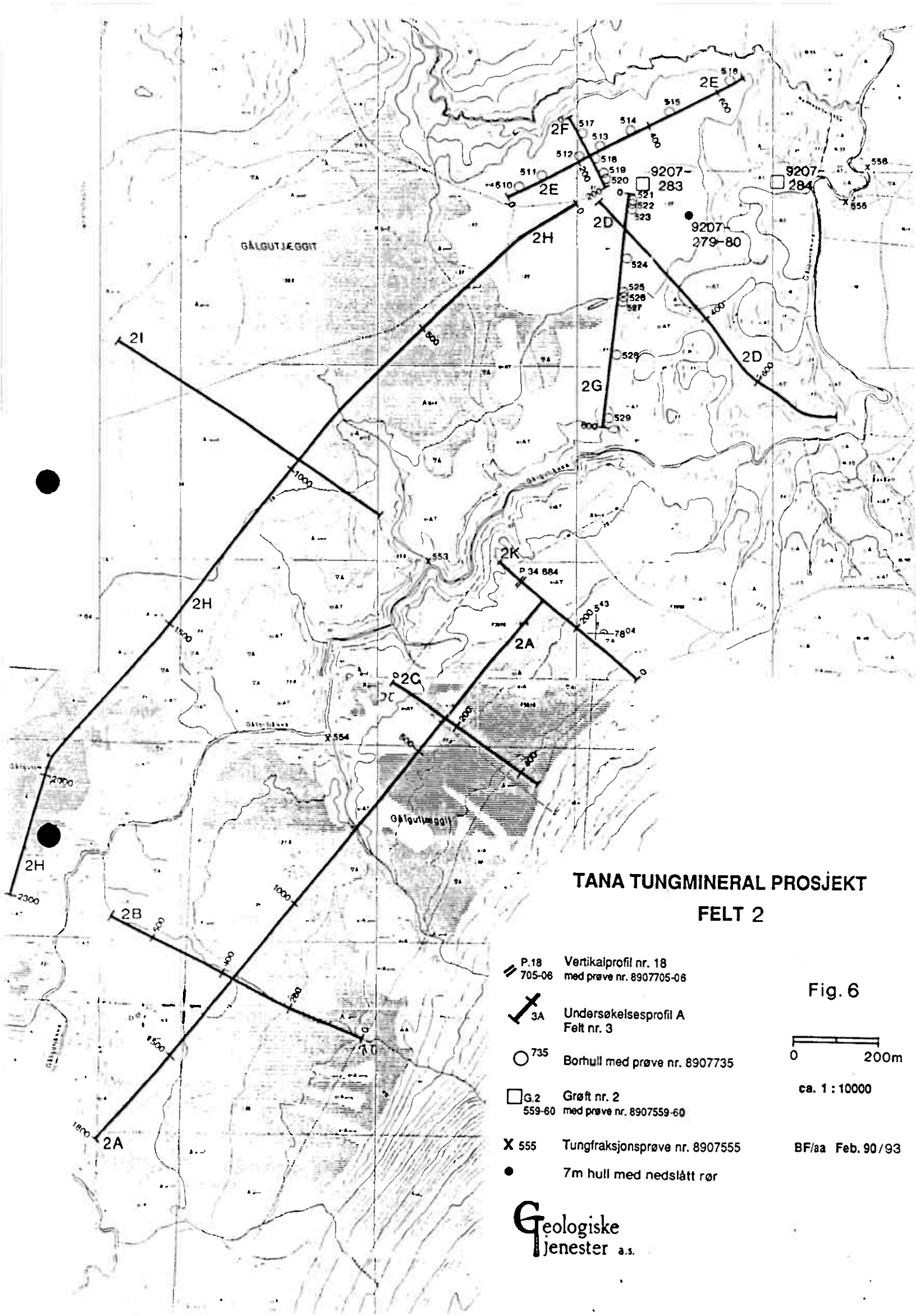
-  P.18 Vertikalprofil nr. 18
705-06 med prøve nr. 8907705-06
-  3A Undersøkellesprofil A
Felt nr. 3
-  735 Borrhull med prøve nr. 8907735
-  G2 Grøft nr. 2
559 60 med prøve nr. 8907559-60
-  X 555 Tungstraksjonsprøve nr. 8907555

Fig. 5

0 200m

ca. 1 : 10000

BF/aa Feb. 90/93



**TANA TUNGMINERAL PROSJEKT
FELT 2**

- P.18 Vertikalprofil nr. 18
705-06 med prøve nr. 8907705-06
- 3A Undersøkelssesprofil A
Felt nr. 3
- 735 Borhull med prøve nr. 8907735
- G.2 Grøft nr. 2
559-60 med prøve nr. 8907559-60
- X 555 Tungfraksjonsprøve nr. 8907555
- 7m hull med nedslått rør

Fig. 6

0 200m

ca. 1 : 10000

BF/aa Feb. 90/93

**Geologiske
Tjenester a.s.**

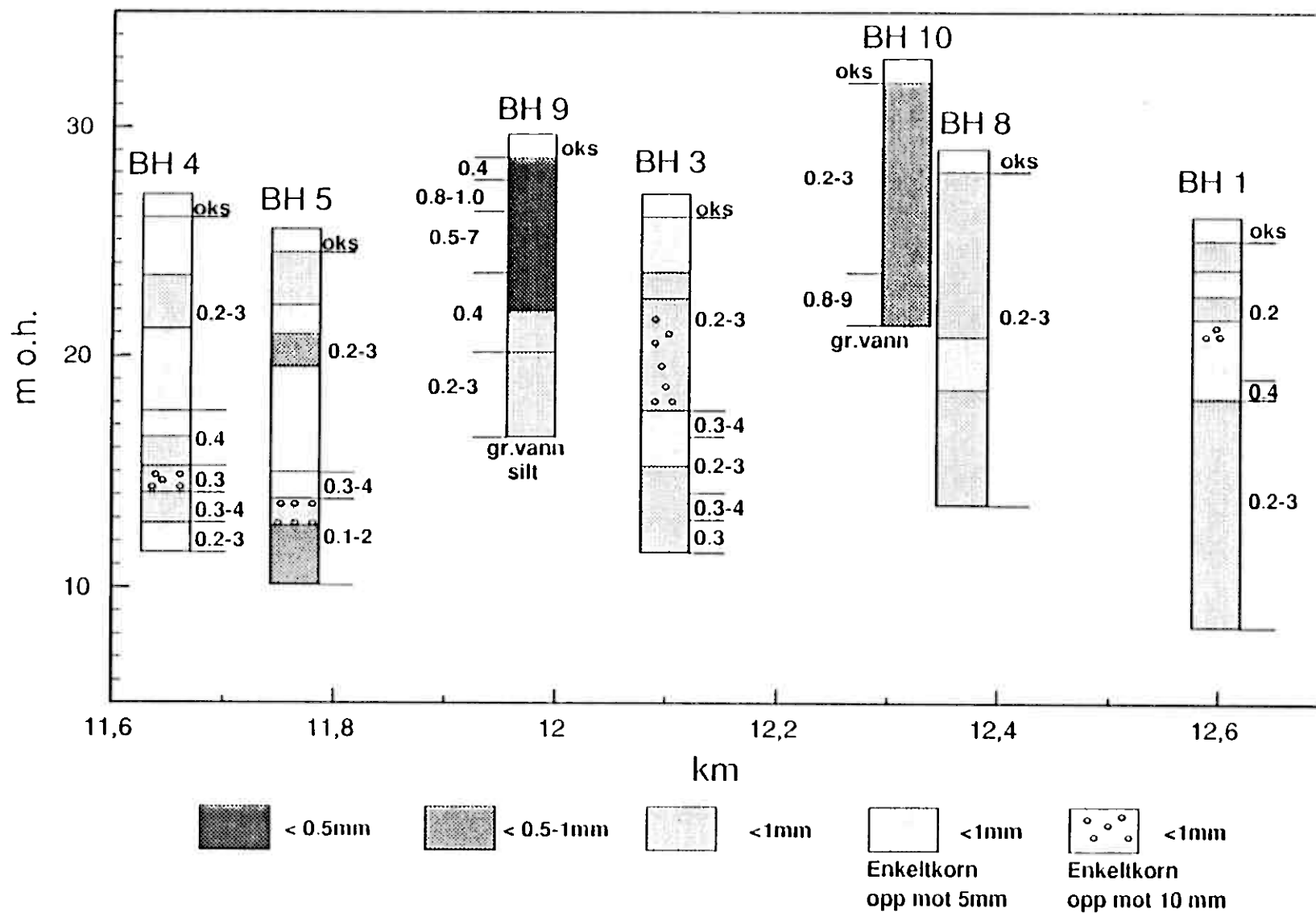


Fig. 8

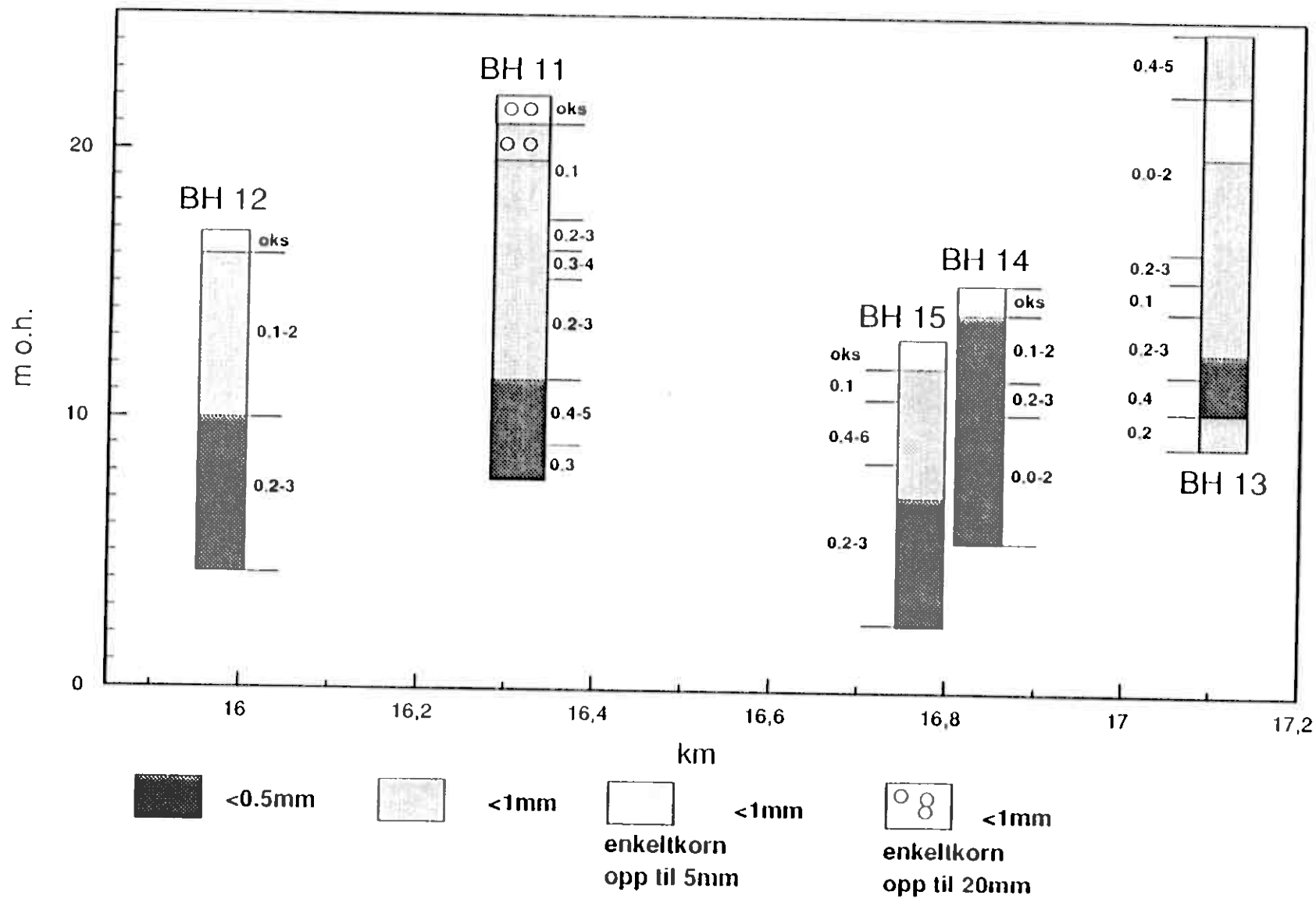


Fig. 9

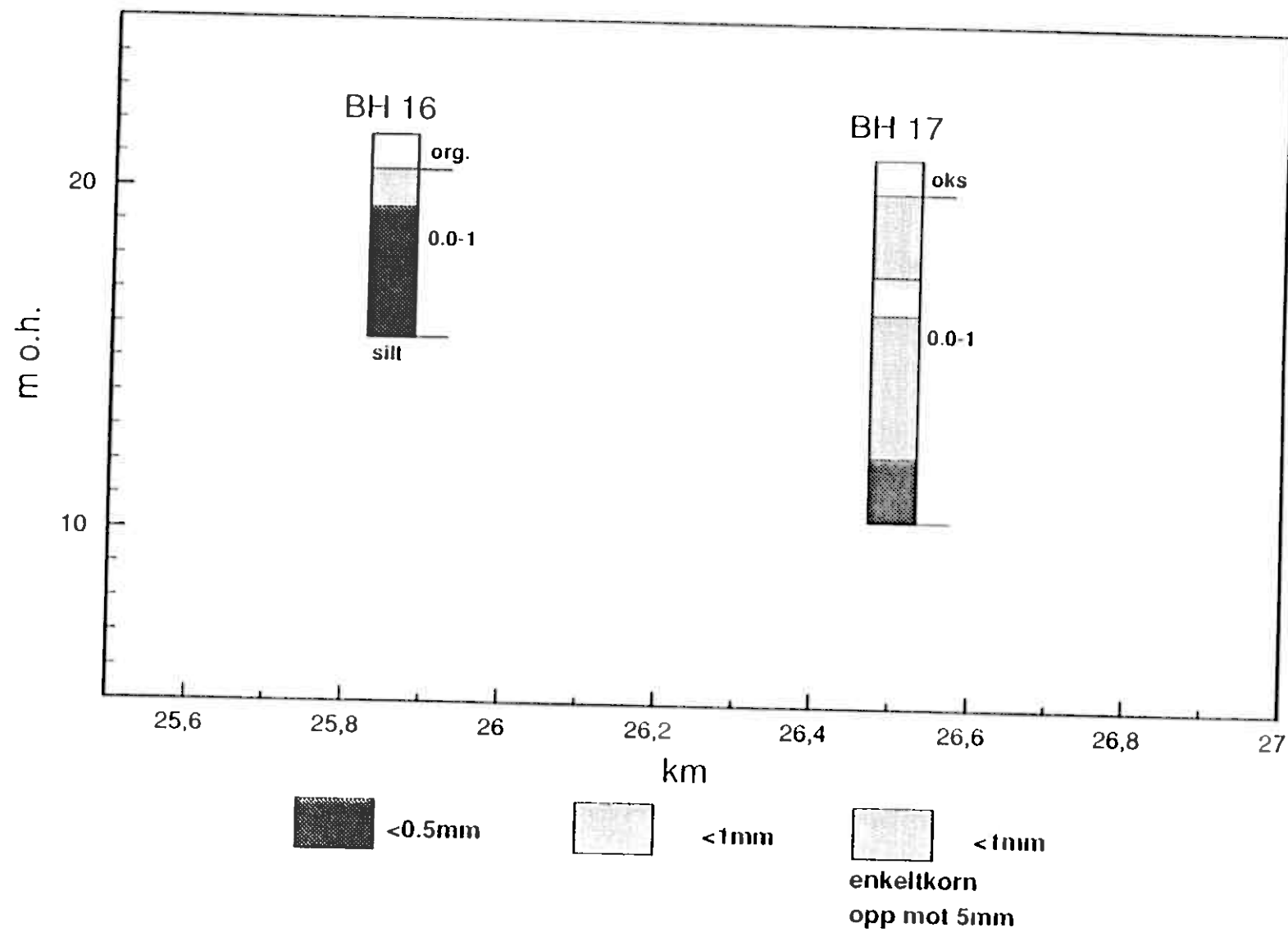


Fig. 10

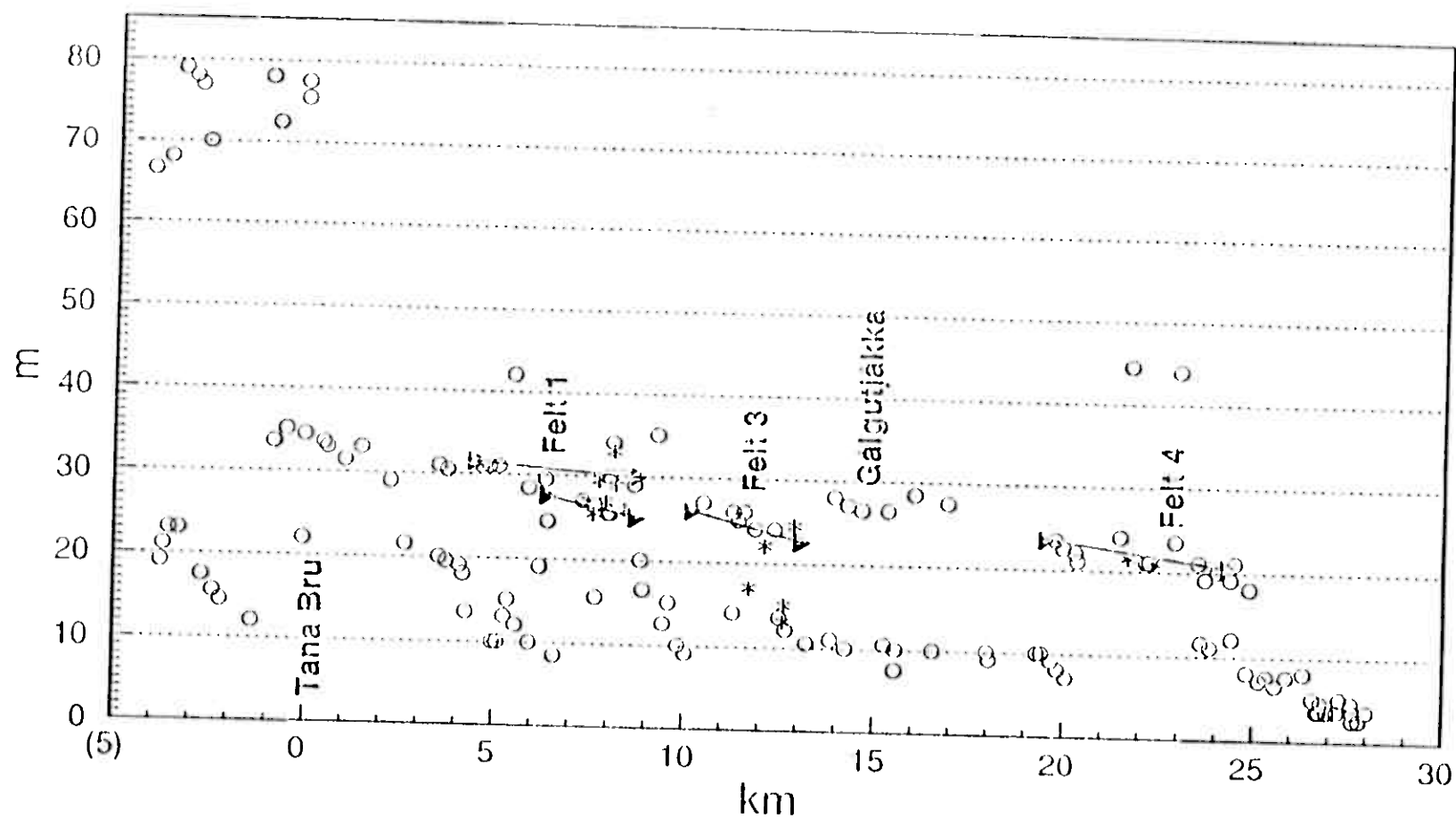


Fig. 11

Sirkler angir enkeltpunkter på terasser
 Kryss angir borhull
 Strekene angir start og slutt på borede terasser

A P P E N D I X 1

GEOLOGISKE TJENESTER A.S.

DRILL LOGG

Hole no.: 1

Locality: Tana

Drill sta.: 1A - 0S

Incl.: 90°

Depth: 17,8

Date: 28.9.92

Notes by: BF, IB

Depth: (m)		Sample no.:	Grain size:	Colour	%HM	Mag susc.:	Garnet:
0	ox						
1,0			< 1	gr-br	5-10	0,2	sca
2,2		303*	< 1	"	5-10	0,2	minor
3,4			< 1	"	5-10	0,2	sca
4,6	o		< 1	"	5	0,2	"
5,8	oo	304	< 1	"	15-20	0,4	"
7,0	o		< 1	"	5	0,2	"
8,2		302*	< 1	"	5	0,2	"
9,4			< 1	"	10-15	0,2-0,3	"
10,6		305	< 1	"	5	0,2	"
11,8			< 1	"	10	0,3	" +
13,0		306	< 1	"	10	0,2	sca
14,2		307	< 1	"	10	0,2-0,3	"
15,4			< 1	"	10-15	0,3	"
16,6		308*	< 1	"	5-10	0,3	" +
17,8			< 1	"			

EOH

ox = oxidized sand with humus (not sampled)

w = water table

ooo = gravel

si = silt

sca = scattered

EOH = End of hole

* = Sample sent for
mineral separation

gr = grey

gre = green

y = yellow

br = brown

GEOLOGISKE TJENESTER A.S.

DRILL LOGG

Hole no.: 3 Locality: Tana Drill sta.: 1A - 480S

Incl.: 90° Depth: 15,4 Date: 29.9.92 Notes by: IB

Depth: (m)		Sample no.:	Grain size:	Colour	%HM	Mag susc.:	Garnet:
0	ox						
1,0			< 1	gr-br	10	0,3	sca
2,2		309*	< 1	"	10-15	0,3	" +
3,4			< 1	"	10-15	0,3	sca
4,6	o		< 1	d gr-br	15	0,3	" +
5,8			< 1	"	15	0,3	sca
7,0	o	310	< 1	"	10-15	0,2-0,3	"
8,2	o		< 1	gr-br	10	0,2-0,3	" +
9,4	o	311*	< 1	"	10-15	0,3-0,4	" +
10,6	o	312	< 1	"	10	0,2-0,3	" +
11,8			< 1	"	15	0,3	sca
13,0		313*	< 1	"	10-15	0,3-0,4	"
14,2			< 1	"	10-15	0,3	"
15,4							

EOH

GEOLOGISKE TJENESTER A.S.

DRILL LOGG

Hole no.: 4 Locality: Tana Drill sta.: 1E - 500W

Incl.: 90° Depth: 15,4 Date: 29.9.92 Notes by: IB

Depth: (m)		Sample no.:	Grain size:	Colour	%HM	Mag susc.:	Garnet:
0	ox						
1,0			< 1	gr-br	10-15	0,2	sca
2,2		314	< 1	"	10-15	0,2	"
3,4			< 1	"	10-15	0,2	"
4,6			< 1	d gr-br	15	0,2-0,3	"
5,8			< 1	"	15	0,3	" +
7,0	o	315*	< 1	"	15	0,3	sca
8,2			< 1	"	15	0,3	"
9,4		316*	< 1	"	15	0,4	"
10,6			< 1	"	15	0,4	"
11,8	o	317*	< 1	"	15-20	0,3	"
13,0			< 1	"	15	0,3-0,4	"
14,2		318	< 1	"	10-15	0,2-0,3	"
15,4							

EOH

GEOLOGISKE TJENESTER A.S.

DRILL LOGG

Hole no.: 5 Locality: Tana Drill sta.: 1E - 215W

Incl.: 90° Depth: 15,4 Date: 30.9.92 Notes by: BF, IB

Depth: (m)		Sample no.:	Grain size:	Colour	%HM	Mag susc.:	Garnet:
0							
1,0	ox						
2,2		319	< 1	y-br	10	0,2-0,3	sca
3,4			< 1	"	10-15	0,2-0,3	"+
4,6	o	320	< 1	l y-br	10	0,2	sca
5,8		321	< 0,5	"	5-10	0,2	"-
7,0			< 1	y-br	10	0,3	sca
8,2		322*	< 1	"	10	0,2	"
9,4			< 1	"	10-15	0,2	"+
10,6	o		< 1	gr-br	10	0,2	sca
11,8	o	323*	si	y-br	?	0,3-0,4	?
13,0	oo	324	< 1	"	10	0,2	sca-
14,2		325*	< 0,5	gr-br	15-20	0,1-0,2	"-
15,4			< 0,5	"	15-20	0,1	"-

EOH

GEOLOGISKE TJENESTER A.S.

DRILL LOGG

Hole no.: 8

Locality: Tana

Drill sta.: 1G - 320S

Incl.: 90°

Depth: 15,4

Date: 30.9.92

Notes by: BF

Depth: (m)		Sample no.:	Grain size:	Colour	%HM	Mag susc.:	Garnet:
0	ox						
1,0		326	0,5	y-br	15-20	0,2-0,3	sca-
2,2			0,5	"	10-15	0,2	"-
3,4		327*	0,5	gr-br	15	0,3	"-
4,6			0,5	"	15-20	0,3	"-
5,8		328*	0,5	l gr-br	15	0,2	"-
7,0			0,5	"	15	0,2	"-
8,2		329	0,5-3	gr-br	10	0,2	"-
9,4			0,5-2	"	10	0,2	"-
10,6		330*	< 1	"	10-15	0,3	sca
11,8			0,5-1	"	10	0,2	"-
13,0		331	0,5-1	y-br	10-15	0,2	"-
14,2	si		< 1	"	10	0,2-0,3	"-
15,4							

EOH

GEOLOGISKE TJENESTER A.S.

DRILL LOGG

Hole no.: 9

Locality: Tana

Drill sta.: 1G - 700S

Incl.: 90°

Depth: 13,0

Date: 1.10.92

Notes by: IB

Depth: (m)		Sample no.:	Grain size:	Colour	%HM	Mag susc.:	Garnet:
0	ox						
1,0							
2,2		332*	< 0,5	y-gr, gr	10-15	0,4	sca
3,4		333*	< 0,5	gr	15-20	0,8-1,0	"
4,6	344	334*	< 0,5	gr, y-gr	15	0,5	"
5,8		335*	< 0,5	gr	15-20	0,6-0,7	"
7,0			< 0,5	1 gr	15-20	0,4	"
8,2		336*	0,5-1	1 gr	15-20	0,4	" +
9,4			0,5-1	gr	15-20	0,4	" +
10,6			0,5-1	y-gr	15	0,2-0,3	" +
11,8		337	< 1	"	10-15	0,2	" +
13,0	w		< 1/si	"	10-15	0,2	" +

EOH

GEOLOGISKE TJENESTER A.S.

DRILL LOGG

Hole no.: 10

Locality: Tana

Drill sta.: 1H - 400N

Incl.: 90°

Depth: 11,8

Date: 1.10.92

Notes by: IB

Depth:
(m)

0

1,0

2,2

3,4

4,6

5,8

7,0

8,2

9,4

10,6

11,8

ox

345

w

Sample no.:	Grain size:	Colour	%HM	Mag susc.:	Garnet:
338	0,5-1	y-gr	15	0,3	sca
339	0,5-1	l y-gr	10	0,2	"
	0,5-1	"	10	0,2	"
340	0,5-1	"	10	0,2	"
	0,5-1	y-gr	15	0,2	"
341*	0,5-1	"	10	0,2	"
	0,5-1	d y-gr	10-15	0,3	"
342*	0,5-1	d gr	20	0,9	"
343*	0,5-1	"	20	0,8	"

EOH

GEOLOGISKE TJENESTER A.S.

DRILL LOGG

Hole no.: 11 Locality: Tana Drill sta.: 3E - 660W

Incl.: 90° Depth: 14,2 Date: 2.10.92 Notes by: BF

Depth: (m)		Sample no.:	Grain size:	Colour	%HM	Mag susc.:	Garnet:
0	ox						
1,0	oo	346	< 20	br	5-10	0,1	sca+
2,2			0,5-1	gr-br	10	0,1	"-
3,4		347*	0,5-1	gr-br/gr	10-15	0,1	"-
4,6			0,5-1	"	10	0,2-0,3	"-
5,8		348*	0,5-1	"	15	0,3-0,4	"-
7,0			0,5-1	gr-br	15	0,3	"-
8,2		349	0,5-1	y-br	10-15	0,2	"--
9,4			0,5-1	y-br	10-20	0,2	sca
10,6		251*	< 0,5	gr	20-25	0,4-0,5	"
11,8			< 0,5	"	20-25	0,4	?
13,0		252	si	gr	20-25	0,3	?
14,2	w						

EOH

GEOLOGISKE TJENESTER A.S.

DRILL LOGG

Hole no.: 12

Locality: Tana

Drill sta.: 3E - 0W

Incl.: 90°

Depth: 11,8

Date: 2.10.92

Notes by: IB

Depth: (m)		Sample no.:	Grain size:	Colour	%HM	Mag susc.:	Garnet:
0	ox						
1,0			< 1	y-gr	15	0,2	sca+
2,2		403*	< 1	l y-gr	10	0,1-0,2	"+
3,4			< 1	"	10	0,2	"+
4,6		404	< 1	"	10	0,2	"+
5,8			< 1	"	10	0,1-0,2	"+
7,0		405*	< 0,5	y-gr	10	0,2-0,3	sca
8,2			< 0,5	gr	15	0,2-0,3	"
9,4		406	< 0,5	"	15	0,2	"
10,6			< 0,5	"	15	0,3	"
11,8	w						

EOH

GEOLOGISKE TJENESTER A.S.

DRILL LOGG

Hole no.: 13

Locality: Tana

Drill sta.: 3D - 400 W

Incl.: 90°

Depth: 15,4

Date: 5.10.92

Notes by: IB

Depth:
(m)

0
1,0
2,2
3,4
4,6
5,8
7,0
8,2
9,4
10,6
11,8
13,0
14,2
15,4

ox

Sample no.:	Grain size:	Colour	%HM	Mag susc.:	Garnet:
407*	< 1	y-gr	15-20	0,4-0,5	sca
408*	< 1	"	10-15	0,1-0,2	"
	< 1	"	10	0,1	"
409	< 1	"	5-15	0,0-0,1	"
	< 1	"	5-10	0,0-0,1	"
410	< 1	l gr	10	0,1	"
	< 1	gr	10	0,2-0,3	"
411	< 1	y-gr	5-10	0,1	"
	< 1	l gr	10	0,2-0,3	"
412*	< 0,5	gr	10	0,2-0,4	"
	< 0,5	"	?	0,4	?
413	< 1	y-gr	10-15	0,2	sca

EOH

GEOLOGISKE TJENESTER A.S.

DRILL LOGG

Hole no.: 14 Locality: Tana Drill sta.: 3F - 120 W

Incl.: 90° Depth: 9,4 Date: 5.10.92 Notes by: BF

Depth: (m)		Sample no.:	Grain size:	Colour	%HM	Mag susc.:	Garnet:
0	ox						
1,0							
2,2		263	< 0,5	br	10-15	0,1	?
3,4		264*	< 0,5	gr	10-15	0,2	?
4,6			< 0,5	"	15	0,2-0,3	?
5,8		265*	< 0,5	y-br	10	0,0-0,1	?
7,0			< 0,5	"	5	0,0	?
8,2	si	266	< 0,5	gr	?	0,1	?
9,4	si		< 0,5	"	?	0,2	?

EOH

GEOLOGISKE TJENESTER A.S.

DRILL LOGG

Hole no.: 15

Locality: Tana

Drill sta.: 3F - 25W

Incl.: 90°

Depth: 10,6

Date: 5.10.92

Notes by: BF, IB

Depth: (m)		Sample no.:	Grain size:	Colour	%HM	Mag susc.:	Garnet:
0							
1,0	ox						
2,2		267	< 1	y-gr	10-15	0,1	sca+
3,4		268*	< 1	"	10-15	0,4-0,5	sca
4,6			< 1	"	10-15	0,5-0,6	"
5,8		269*	< 1	l y-gr	10-15	0,2-0,3	"
7,0	si		< 0,5	l gr	?	0,2	?
8,2	si	270*	< 0,5	"	?	0,2	?
9,4	si		< 0,5	"	?	0,2	?
10,6	w		si	"	?	0,2	"

EOH

GEOLOGISKE TJENESTER A.S.

DRILL LOGG

Hole no.: 16 Locality: Tana Drill sta.: 4I - 310W

Incl.: 90° Depth: 5,8 Date: 6.10.92 Notes by: IB

Depth: (m)		Sample no.:	Grain size:	Colour	%HM	Mag susc.:	Garnet:
0							
1,0	ox						
2,2	si	272	< 0,5	gr	?	0,1	?
3,4		273*	< 1	"	10-15	0,0	sca
4,6			< 1	"	10-15	0,1	"
5,8	w	274	< 1	"	10-15	0,0-0,1	"

EOH

GEOLOGISKE TJENESTER A.S.

DRILL LOGG

Hole no.: 17 Locality: Tana Drill sta.: 4B - 270N

Incl.: 90° Depth: 10,6 Date: 6.10.92 Notes by: IB

Depth: (m)		Sample no.:	Grain size:	Colour	%HM	Mag susc.:	Garnet:
0							
1,0	ox						
2,2		275	< 1	y-gr	10	0,0-0,1	sca+
3,4		276	< 1	l y-gr	10	0,0-0,1	"+
4,6			< 1	"	10	0,0-0,1	"+
5,8	w		< 1	gr	10-15	0,0-0,1	"+
7,0		277*	< 1	gr	10-15	0,0-0,1	"+
8,2			< 1	gr	10-15	0,0-0,1	"+
9,4			< 0,5	gr	?	0,0-0,1	?
10,6		278	< 0,5	gr	?	0,0	?

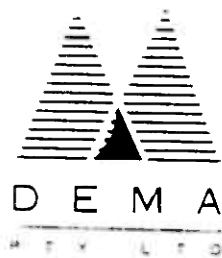
EOH

A P P E N D I X 2

Project Code: 51C				Project Name: TANA				 Geologiske Jenester a.s. Wergelandsvn. 7, 0167 Oslo 1 Norway Phone: 02-42 28 36				Assay Suggestion				Stream-Sediment Sample Data Sheet							
Sample Type: HM sand				Date: Sept-Oct. 92								Submitted By: BR				Supervisor: BR				No of Samples on the Sheet			
																				No of Samples for Assay			
												Batch No.											

Sheet No.				Sample No.				Bedrock				UTM		Map Sheet	Sampler	Month/Day		Map. Stream-Cut		Assay Sugg	Comments								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	East	North										
				9207301														4370	9650	2235-1				27/9				✓	20cm HM shore line Tana River (T.R.)
				253														4330	9840	"				2/10	0.3			✓	~ 83cm HM ripple zone in Maskajökka near P. 23 (1989) Felt 3
				254														4250	9840	"				"	0.4			✓	~ 110cm HM ripple zone near P. 21 (1989) Felt 3
				255														4550	0170	"				3/10	0.5			✓	~ 30cm HM layer in terrace E side T.R.
				256																2336-3				"					HM surface layer in sand dunes northern beach Höyholmen
				257														4580	8300	2235-2				"	0.0-0.2			✓	Glaciofluvial material - 0.8 mm
				258														4720	1450	2235-1				4/10					~ 60cm present T.R. bottom ripples with H.M.
				259														4520	1150	"				"	0.4			✓	~ 20 " " " "
				260														"	"	"				"	0.2-0.3			✓	~ 40 H.M. layer in lowermost terrace
				261														4330	9780	"				"	0.4			✓	~ 200cm " " " " outlet of Maskajökka
				262														"	"	"				"	4.0			✓	~ 15cm HM shore line Maskajökka R.
				271																									
				279														4320	0520	"								✓	Drill pipe 7m. same bottom sample
				280														"	"	"								✓	" " " " bulk sample
				281														4350	9480	"				8/10				✓	HM layer in lowermost terrace, Felt 2
				282														"	"	"				"				✓	" " " " "
				283														4380	0530	"				"				✓	~ 40cm H.M. sand from a 200cm layer in trench
				284														4340	0530	"				"				✓	~ 100cm " " from trench.
				9207401														4370	0000	"				2/10					P. 72-3 Felt 3
				402														"	"	"				"					" " " 3
				414																								✓	Trud Head Simon Lab 1991/92.

A P P E N D I X 3



GEOLOGISKE TJENESTER a.s.

EVALUATION OF SAMPLES

FROM

TANA MINERAL SANDS PROSPECT

TANA VALLEY, FINNMARK, NORWAY

**PERTH
JANUARY 1993**

I N D U S T R I A L M I N E R A L C O N S U L T A N T S

DEMA PTY. LTD. A.C.N. 009 197 157 ▲ 34 ORD STREET, WEST PERTH, WESTERN AUSTRALIA 6005

TELEPHONE (09) 321 5888 - INTERNATIONAL +61-9-321 5888 ▲ FACSIMILE (09) 321 5919 - INTERNATIONAL +61-9-321 5919

POSTAL ADDRESS PO BOX 48 WEST PERTH WA 6872 AUSTRALIA

CONTENTS

	<u>Page</u>
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 SAMPLE PROCESSING	2
2.1 Samples	2
2.2 Sample Analysis Procedure	3
3.0 RESULTS	5
4.0 DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS	10
5.0 REFERENCES	11

APPENDICES:

- A Letter and Report from Analabs, dated 6th January, 1993.
- B Report from Analabs, dated 20th December, 1992.

1.0 INTRODUCTION

Geologiske Tjenester have been conducting exploration and evaluation of heavy mineral occurrences in the northern part of the Tana Valley, in northern Norway.

The sand deposits are located along both sides of the Tana River, from the Finnish border extending 50 km towards the north to the head of the present Tana fiord (1). Early work on the prospect identified the presence of heavy minerals and subsequent process testwork provided information on the nature of the mineral suite and potential processing problems (2).

DEMA Pty Ltd were contacted by Geologiske Tjenester to assist in the design of the Phase 3 program and to review the planned methods for evaluation of the drill samples from that program. DEMMA requested an Australian laboratory, Analabs, to provide a quotation for processing of the samples. Geologiske Tjenester subsequently decided to send 61 samples to Australia for processing and mineralogical determination by Analabs.

This report provides the results of the work conducted by Analabs, together with DEMMA's assessment of the results and recommendations regarding future work on the project.

2.0 SAMPLE PROCESSING

2.1 SAMPLES

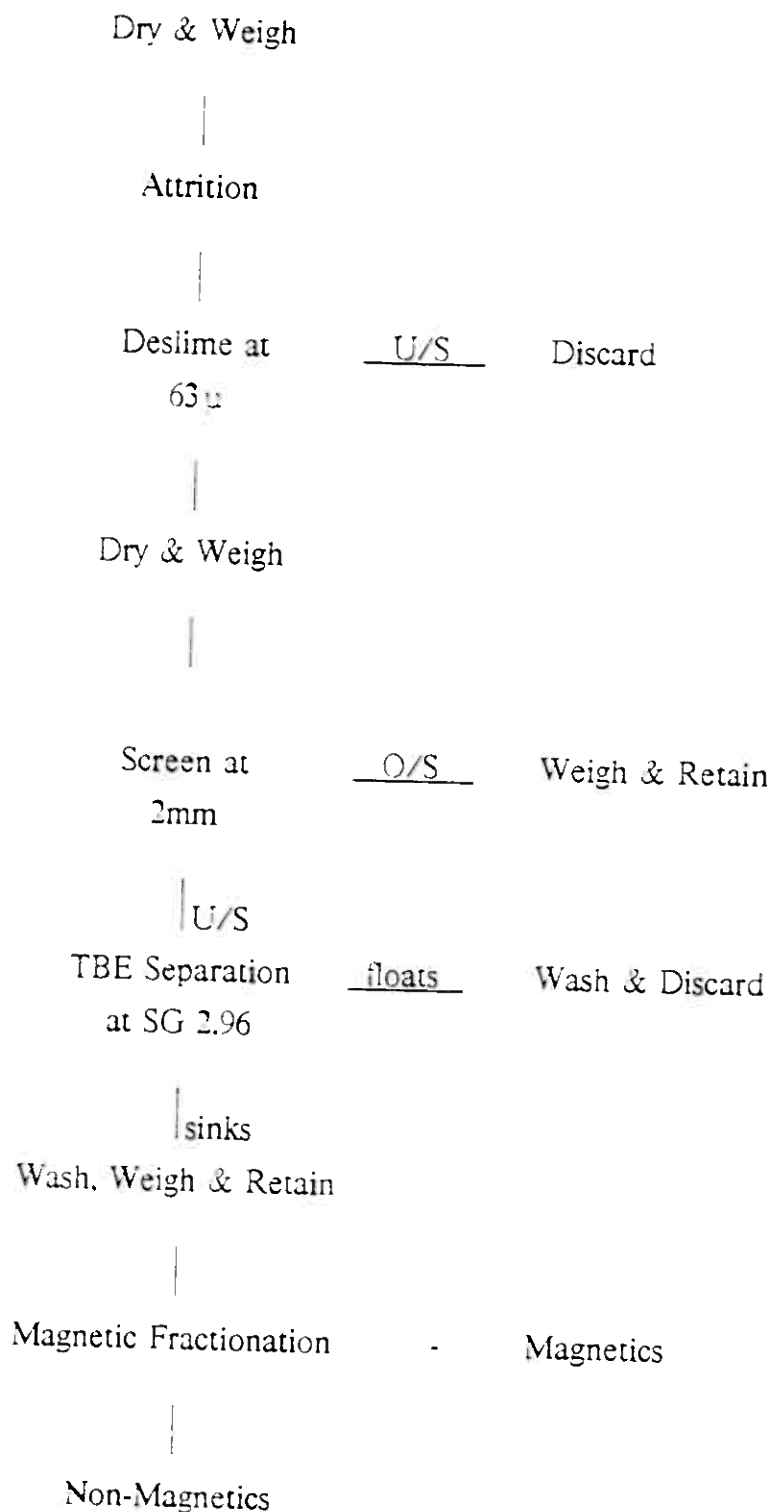
A total of 61 samples (including 4 duplicates) were sent to Analabs for testing. Details of the samples, including drill logs and location plans were provided by Geologiske Tjenester as attachments to their letter dated 24th November, 1992.

The samples were obtained from 14 drill holes covering four separate areas of the Tana deposits. Additional reconnaissance samples, and some samples from previous programs were also included.

Approximately 100-170 g of material per sample were provided.

2.2 SAMPLE ANALYSIS PROCEDURE

The samples were processed according to the following procedure:



Because of the low content of ilmenite observed in the samples the objective of the magnetic fractionation was simply to pull off the more highly magnetic minerals, such as magnetite, hematite, etc.

The non-magnetic fractions were examined mineralogically and a selected number were point counted to determine quantitative mineral contents. The remainder were examined qualitatively.

A selected number of the magnetic fractions were examined in polished sections to determine quantitatively the content of opaque minerals.

3.0 RESULTS

The following data is available for all samples:

- percentage of +2mm oversize
- percentage of -63 μ slime
- percentage of sinks @ SG 2.96
 - expressed as % heavy mineral (HM)
- percentage of magnetics in the sample
- either a quantitative count, or qualitative assessment of the mineral content of the non-magnetic fraction

For selected samples:

- quantitative estimation of the mineral content of the magnetic fraction

These results are presented in two reports by Analabs, copies of which have been included in the appendix to this report.

For more convenient assessment the results have been re-arranged so that the samples are grouped by drill hole, rather than in numerical order. In this summary presentation, only the proportions of potentially economic, non-ferrous mineral have been included. These results are presented on the following pages.

TANA MINERAL SANDS PROJECT

Key to the following tables of mineralogical results.

HM (%)	:	percentage of heavy minerals (> SG 2.96) in the total sample
Mags/HM (%)	:	percentage of magnetics in the HM
Ilm/Mags (%)	:	percentage of ilmenite in the magnetics fraction
I	:	Ilmenite
R	:	Rutile
Z	:	Zircon
G	:	Garnet
S	:	Sillimanite
Ilm/Sample (%)	:	percentage of ilmenite in the total sample
*	:	non-mags quantitative mineralogical determination
nd	:	not determined
-	:	not observed

Qualitative determinations

D	:	> 50%
M	:	20-25%
MN	:	5-20%
A	:	1-5%
T	:	< 1%

FELT 1

TANA MINERAL SANDS PROJECT

Hole No.	Sample No.	+2mm (%)	-63 μ m (%)	HM (%)	Mags/HM (%)	Ilm/Mags (%)		Non-Mags					Ilm/Smpl (%)
								I (%)	R (%)	Z (%)	G (%)	S (%)	
1	303	1.14	2.66	11.80	4.6	2.8	*	1.0	0.3	-	21.0	1.5	0.13
	302	2.41	4.99	17.67	4.8	Nd	-	-	-	MN	A		
	308	0.05	4.29	24.31	2.6	Nd	-	-	-	M	A		
3	309	0.64	5.84	11.45	4.2	Nd	-	-	-	MN	T		
	311	2.03	8.96	11.59	4.0	Nd	-	-	-	M	A		
	313	0.06	12.82	15.35	2.6	Nd	-	-	-	M	MN		
4	315	1.38	5.90	13.20	4.0	Nd	-	-	-	M	-		
	316	0.98	8.73	12.81	4.4	Nd	-	-	-	M	A		
	317	0.63	7.75	18.62	2.9	Nd	*	0.6	-	-	42.6		2.5
5	322	0.59	5.58	14.38	3.9	Nd	-	-	-	M	A		
	323	4.44	13.09	7.36	3.8	Nd	-	-	-	M	T		
	325	0.08	5.69	21.12	2.7	Nd	-	-	T	M	-		
8	327	0.14	6.72	14.44	4.3	Nd	-	-	T	M	A		
	328	0.21	5.30	13.49	4.3	Nd	-	-	-	M	A		
	330	0.73	7.88	13.86	4.1	Nd	-	-	-	M	A		
9	332	0.00	1.50	11.25	4.6	Nd	-	-	T	M	A	0.29	
	333	0.00	2.70	20.58	5.2	3.1	*	1.3	0.1	-	8.2		0.4
	334	0.09	2.95	16.01	5.1	Nd	-	-	T	M	A		
	334A	0.18	3.12	16.25	4.9	Nd	-	-	-	M	-		
	335	0.00	5.74	17.37	4.7	Nd	-	-	-	M	-		
	336	0.10	5.88	14.83	5.1	Nd	-	-	-	M	-		
10	341	0.02	2.92	14.10	4.7	Nd	-	-	-	M	-	0.25	
	342	0.01	3.36	28.28	5.6	0.9	*	0.9	-	T	8.4		0.4
	343	0.02	6.58	26.04	5.4	Nd	-	-	-	M	T		
Rec.	281	0.00	0.70	25.27	4.6	Nd	*	0.6	-	-	8.9	3.0	0.70
Rec.	282	0.08	2.08	36.71	4.3	1.8	*	1.9	-	-	9.8	0.4	

TANA MINERAL SANDS PROJECT

FELT 3

Hole No.	Sample No.	+2mm (%)	-63 μ m (%)	HM (%)	Mags/HM (%)	Ilm/Mags (%)		Non-Mags					Ilm/Smpl (%)
								I (%)	R (%)	Z (%)	G (%)	S (%)	
11	347	0.03	5.02	17.91	2.1	Nd		-	-	-	M	T	0.07
	348	0.01	2.96	23.64	4.0	5.4	*	0.1	-	-	8.1	0.2	
	251	0.00	12.72	23.49	4.6	Nd		-	-	-	MN	-	
	251A	0.00	12.90	24.22	2.7	Nd		-	-	-	MN	A	
12	403	0.14	3.18	16.35	3.6	Nd		-	-	-	M	A	
	405	0.00	16.20	14.98	2.4	Nd		-	-	-	A	-	
13	407	0.37	2.64	18.17	3.7	Nd		-	-	-	M	-	
	408	5.11	6.96	10.91	2.4	Nd		-	-	-	M	A	
	412	0.00	10.89	17.00	3.3	Nd		-	-	T	MN	-	
	412A	0.00	11.11	16.84	3.3	Nd		-	-	-	MN	-	
14	264	0.03	3.49	15.50	3.2	Nd		-	-	T	A	A	
	265	0.00	3.53	5.07	2.1	Nd		-	-	T	A	A	
15	268	0.28	2.21	18.90	4.4	5.0	*	0.5	-	-	12.3	-	0.13
	269	0.00	3.67	16.17	3.8	Nd		-	-	T	A	A	
	270	0.00	25.13	12.44	2.6	Nd		-	-	T	A	A	
Rec.	253	0.00	2.38	30.05	2.4	Nd	*	0.8	0.4	0.5	8.4	2.3	0.36
Rec.	254	0.00	1.87	38.74	1.6	3.5	*	0.9	0.3	0.9	9.3	2.1	
Rec.	715	0.00	2.55	22.31	2.2	12.9	*	1.6	-	-	4.1	0.2	
FI-F3													0.41
Rec.	261	0.00	4.80	24.82	3.5	Nd	*	0.9	0.2	0.6	8.5	2.4	2.5
Rec.	262	0.05	2.21	71.03	8.3	6.0	*	3.3	0.4	0.7	35.3	0.9	

TANA MINERAL SANDS PROJECT

FELT 2

Hole No.	Sample No.	+2mm (%)	-63 μ m (%)	HM (%)	Mags/Hm (%)	Ilm/Mags (%)		Non-Mags					
								I (%)	R (%)	Z (%)	G (%)	S (%)	Ilm/Smpl (%)
Rec.	280	0.09	1.21	21.87	-	Nd	*	0.6	-	-	1.7	0.8	0.60
Rec.	283	0.00	3.85	34.94	5.4	10.6	*	1.2	0.1	0.5	3.6	0.6	
Rec.	283A	0.00	5.10	33.78	5.4	Nd	*	-	-	-	A	A	
Rec.	284	0.00	1.23	22.19	-	Nd	*	1.2	-	0.6	3.7	2.3	
Rec.	526	0.90	13.43	19.88	3.1	Nd	*	-	-	-	MN	A	0.28
Rec.	684	0.00	16.04	17.53	3.3	1.2	*	1.6	T	-	3.8	0.4	

FELT 4

Hole No.	Sample No.	+2mm (%)	-63 μ m (%)	HM (%)	Mags/HM (%)	Ilm/Mags (%)		Non-Mags					
								I (%)	R (%)	Z (%)	G (%)	S (%)	Ilm/Smpl (%)
16	273	0.62	5.86	14.21	-	Nd	*	1.1	-	0.4	14.7	1.5	
17	277	0.14	4.05	13.47	1.0	Nd	*	0.8	0.5	-	12.0	2.7	

AREA NOT SPECIFIED

Hole No.	Sample No.	+2mm (%)	-63 μ m (%)	HM (%)	Mags/HM (%)	Ilm/Mags (%)		Non_Mags					
								I (%)	R (%)	Z (%)	G (%)	S (%)	Ilm/Smpl (%)
Rec.	255	0.00	0.95	31.94	5.5	4.1	*	0.5	0.5	0.3	4.6	3.2	0.22
Rec.	257	0.07	0.92	18.28	4.8	Nd	*	0.5	-	-	13.7	0.9	
Rec.	259	1.79	0.40	41.28	3.1	15.7	*	0.5	0.1	-	47.1	0.9	0.40
Rec.	260	0.00	2.09	24.61	3.5	Nd	*	0.5	-	-	10.0	2.5	
Rec.	301	0.35	2.14	32.99	3.5	Nd	*	1.2	0.2	-	14.2	2.8	
Rec.	023	0.08	0.36	63.33	1.0	Nd	*	0.9	-	-	30.0	1.0	

SIMON LABORATORY HEAD FEED SAMPLE

Hole No.	Sample No.	+2mm (%)	-63 μ m (%)	HM (%)	Mags/HM (%)	Ilm/Mags (%)		Non-Mags					
								I (%)	R (%)	Z (%)	G (%)	S (%)	Ilm/Smpl (%)
	414	0.73	12.12	19.73	4.0	Nd	*	1.3	T	T	16.8	0.9	

4.0 DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

Heavy mineral grades are typically in the range of 10-20% for the drill hole samples, with higher grades (up to 71% HM) being determined for the reconnaissance samples. These HM grades are high compared to typical commercial heavy mineral deposits.

However, the "valuable" HM content is very low. ("Valuable" heavy minerals are generally defined to include ilmenite, rutile, leucoxene, zircon and, possibly, monazite). The bulk of the mineral suite is composed of amphiboles and garnet.

The highest concentration of ilmenite is 2.5% in one of the reconnaissance samples, which also shows the highest total HM content (sample 262). For all the other samples for which quantitative mineral determination have been conducted, the ilmenite concentration does not exceed 1% of the sample. Compared to commercial HM deposits, where ilmenite concentrations are typically of the order of 5%, these are very low values.

Not only are the ilmenite concentrations low, the predominance of other HM in the mineral suite would seriously complicate any process for the recovery of a clean ilmenite concentrate.

None of the other valuable HM have been observed in quantities that would indicate commercial concentrations.

Of all the minerals with commercial potential observed in the samples from Tana, only garnet is present in sufficient concentrations to suggest commercial exploitation. However, the markets for garnet are limited and, because of the location of the deposits and the relatively high processing costs involved in recovering a clean garnet concentrate from this mineral suite, it is considered most unlikely that a commercially viable operation for garnet production could be established at Tana.

If ilmenite had been present in high concentrations, the next step would have been to obtain a chemical analysis of this mineral to determine its suitability, or otherwise, for TiO_2 pigment production. However, the very low concentrations has made this an impractical exercise.

Similarly, it was hoped to conduct limited process testwork, but the lack of commercial potential does not warrant further expenditure on this work.

Recommendations

Unfortunately, the results of this work have not shown any encouragement for the location of potentially economic occurrences of heavy minerals at Tana. Consequently, it is recommended that no further work should be conducted on these samples. Further exploration work and sample testing should be conducted only if there are clear geological indications of much higher concentrations of ilmenite, rutile and/or zircon. Otherwise, it is considered that exploration funds could be utilised with greater value in alternative locations.

5.0 REFERENCES

1. "Tana Mineral Sands", Geologiske Tjenester, Oslo, September 1992.
2. "Process Testwork on a Composite Sample of Mineral Sand", Simon Laboratories, May, 1992.



ANALABS
MINERALS

075
Inchcape
Testing
Services

DC/smp

6 January 1993

The Manager
Dema Pty Ltd
Suite U6 Chelsea Village
145 Stirling Highway
NEDLANDS WA 6009

OUR REF : 104900.10.96508
ATTENTION : Mr R Taylor

Dear Sir

Please find enclosed results of heavy mineral preparation of 61 drill samples despatched by Geologiske Jenester a.s. of Norway.

Preparation involved quarantine, desliming, oversize determination, TBE separation and magnetic fractionation.

N.B. Data is expressed as percentage of initial sample weight.

Yours faithfully
ANALABS - A Division of
Inchcape Testing Services (Australia) Pty Ltd

DARRYL CARPENTER
Metlabs Production Controller

JOB REF. 104900.10.98508

SAMPLE DETAILS			SAMPLE Wt (g)	+2mm Wt (%)	-63um Wt (%)	Sinks Wt (g)	Sinks Wt (%)	MAGS Wt (g)	MAGS Wt (%)
1	9207	251	158.19	0.00	12.72	38.89	23.49	1.68	1.08
2	9207	251A	155.38	0.00	12.90	37.83	24.22	1.02	0.88
3	9207	253	138.46	0.00	2.38	41.81	30.05	0.99	0.72
4	9207	254	96.68	0.00	1.87	37.46	38.74	0.61	0.63
5	9207	255	123.68	0.00	0.95	39.50	31.94	2.18	1.75
6	9207	257	122.55	0.07	0.92	22.40	18.28	1.08	0.88
7	9207	259	169.05	1.79	0.40	69.79	41.28	2.15	1.27
8	9207	260	130.42	0.00	2.09	32.10	24.61	1.13	0.87
9	9207	261	166.82	0.00	4.80	41.36	24.82	1.45	0.87
10	9207	262	221.41	0.05	2.21	157.27	71.03	13.09	5.91
11	9207	264	122.42	0.03	3.49	18.98	15.50	0.60	0.49
12	9207	265	102.66	0.00	3.53	5.20	5.07	0.11	0.11
13	9207	268	162.55	0.28	2.21	30.72	18.90	1.35	0.83
14	9207	269	118.97	0.00	3.67	19.24	16.17	0.73	0.61
15	9207	270	139.31	0.00	25.13	17.33	12.44	0.45	0.32
16	9207	273	144.75	0.62	5.88	20.57	14.21	0.00	0.00
17	9207	277	163.75	0.14	4.05	22.06	13.47	0.23	0.14
18	9207	280	106.21	0.09	1.21	23.23	21.87	0.00	0.00
19	9207	281	117.70	0.00	0.70	29.74	25.27	1.37	1.18
20	9207	282	132.40	0.08	2.08	48.60	36.71	2.07	1.56
21	9207	283	109.03	0.00	3.85	38.10	34.94	2.04	1.87
22	9207	283A	84.25	0.00	5.10	28.46	33.78	1.54	1.83
23	9207	284	106.25	0.00	1.23	23.58	22.19	0.00	0.00
24	9207	301	174.89	0.35	2.14	57.70	32.99	2.03	1.16
25	9207	302	153.64	2.41	4.99	27.15	17.67	1.29	0.84
26	9207	303	172.42	1.14	2.68	20.35	11.80	0.93	0.54
27	9207	308	147.46	0.05	4.29	35.85	24.31	0.94	0.64
28	9207	309	143.08	0.64	5.84	16.38	11.45	0.69	0.48
29	9207	311	176.80	2.03	8.96	20.49	11.59	0.82	0.46
30	9207	313	163.87	0.06	12.82	25.15	15.36	0.66	0.40
31	9207	315	136.70	1.38	5.90	18.04	13.20	0.73	0.53
32	9207	318	181.02	0.98	8.73	23.19	12.81	1.02	0.56
33	9207	317	142.13	0.63	7.75	26.47	18.62	0.78	0.55
34	9207	322	189.32	0.59	5.58	27.23	14.38	1.07	0.57
35	9207	323	170.72	4.44	13.09	12.57	7.36	0.48	0.28
36	9207	325	172.53	0.08	5.69	36.43	21.12	0.97	0.56
37	9207	327	115.95	0.14	6.72	16.74	14.44	0.72	0.62
38	9207	328	160.60	0.21	5.30	20.32	13.49	0.88	0.58
39	9207	330	175.66	0.73	7.88	24.35	13.86	1.01	0.57
40	9207	332	107.65	0.00	1.50	12.11	11.25	0.56	0.52
41	9207	333	108.07	0.00	2.70	22.24	20.58	1.16	1.07
42	9207	334	104.70	0.09	2.95	16.76	16.01	0.86	0.82
43	9207	334A	125.75	0.18	3.12	20.44	16.25	1.00	0.80
44	9207	335	120.92	0.00	5.74	21.00	17.37	0.99	0.82
45	9207	336	135.08	0.10	5.88	20.03	14.83	1.03	0.76



SAMPLE DETAILS			SAMPLE Wt (g)	+ 2mm Wt (%)	- 63um Wt (%)	Sinks Wt (g)	Sinks Wt (%)	MAGS Wt (g)	MAGS Wt (%)
46	9207	341	115.58	0.02	2.92	18.30	14.10	0.77	0.67
47	9207	342	150.09	0.01	3.36	42.44	28.28	2.36	1.57
48	9207	343	149.10	0.02	6.58	38.83	26.04	2.09	1.40
49	9207	347	124.37	0.03	5.02	22.28	17.91	0.46	0.37
50	9207	348	135.68	0.01	2.96	32.08	23.64	1.28	0.94
51	9207	403	118.44	0.14	3.18	19.04	16.35	0.68	0.58
52	9207	405	149.93	0.00	16.20	22.46	14.98	0.54	0.36
53	9207	407	105.84	0.37	2.64	19.23	18.17	0.71	0.67
54	9207	408	152.16	5.11	6.96	16.60	10.91	0.4	0.26
55	9207	412	99.44	0.00	10.89	16.90	17.00	0.56	0.56
56	9207	412A	109.23	0.00	11.11	18.39	16.84	0.61	0.56
57	9207	414	146.38	0.73	12.12	29.00	19.73	1.15	0.78
58	8907	528	104.31	0.90	13.43	20.74	19.88	0.65	0.62
59	8907	684	151.78	0.00	16.04	26.50	17.53	0.89	0.59
60	8907	715	116.25	0.00	2.55	25.94	22.31	0.56	0.48
61	8804	023	91.87	0.08	0.36	58.18	63.33	0.56	0.61



ANALABS
MINERALS

Richard Taylor,
Dema Pty Ltd,
34 Ord St,
W Perth
WA

075
Inchcape
Testing
Services

20-12-92

our ref. 2163

Modal analysis of 13 mags.

and 26 non mags. TBE sks.

Qualitative examination of 35 non mags.
TBE sks.

R Townend

Inchcape Testing Services (Australia) Pty. Ltd. - Analabs

50 Murray Rd. Welshpool, Western Australia 6106, P.O. Box 210, Bentley, WA., 6102

Introduction.

Sixty one non mag. TBE sks were received for examination and point count (500 pts.) Initial analysis found that the opaque content was very low. Because of this only a selected group were point counted, the remainder examined qualitatively without polished sections. In addition 13 mag. sks were point counted including polished sections.

Results

MAGS. wt%

	254	255	259	262	268	282	283	303	333	342	348
MAGNETITE	73.6	66.9	51.2	74.5	77.6	77.4	68.3	58.8	83.2	82.1	68.2
ILMENITE	3.5	4.1	15.7	6.0	5.0	1.8	10.6	2.8	3.1	0.9	5.4
HEMATITE	5.6	3.6	6.5	12.7	1.7	2.6	6.0	2.3	2.6	0.3	6.8
LIMONITE	0.6	1.0		0.7	0.3		0.6	2.8	0.3	0.5	0.4
CHROMITE	0.8	T	0.2	0.3	0.3	0.6					0.3
LEUCOXENE	1.1	0.4	0.2								
AMPHIBOLE	13.3	22.8	17.6	5.2	13.7	16.1	8.7	25.5	8.5	15.7	18.2
OTHERS	1.5	1.2	8.6	0.6	1.4	1.5	5.8	7.8	1.8	0.5	0.7

	684	715
MAGNETITE	74.6	56.0
ILMENITE	1.2	12.9
HEMATITE	4.1	2.1
LIMONITE	0.5	0.9
AMPHIBOLE	18.1	25.9
OTHERS	1.5	2.2

KEY. 254-308 are 9207 series.
684 and 715 are 8907 series.

Note. The magnetite is often part martitised, with hematite classification, where martite is dominant. The ilmenite is mostly fresh, and usually has major hematite exsolution lamellae. Others are mainly garnet and epidote. The amphibole often has magnetite inclusions.

NON MAGS. QUALITATIVE

	251	251A	264	265	269	270	283A	302	308	309	311
AMPHIBOLE	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
GARNET	MN	MN	A	A	A	A	A	MN	M	MN	M
EPIDOTE	MN	MN	A	A	A	A	A	A	MN	A	A
OPYROXENE	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
CPYROXENE	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
SILLIMAN.		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
SPHENE	T	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
BIOTITE		T	A	MN	MN	A	A	A	A	T	A
APATITE											
ZIRCON			T	T	T	T	T	T	T	T	T
MONAZITE			T	T	T	T	T	T	T	T	T
OTHER	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

	313	315	316	322	323	325	327	328	330	332	334	334A	335
AMPHIBOLE	M	D	M	D	M	D	D	D	D	D	D	D	D
GARNET	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
EPIDOTE	A	MN	MN	A	T	MN	MN	MN	MN	MN	MN	MN	M
OPYROXENE	A	A	A	A	T	A	A	A	A	A	A	A	A
CPYROXENE	T	A	A	A	T	A	A	A	A	A	A	A	A
SILLIMAN.	MN		A	T	T								
SPHENE		T		T	T		A	A	A	A	A	A	A
BIOTITE						T			T	A	A	A	A
TOURMALINE		T		T	T				T	A	T	T	A
APATITE.		T	T	T	T								
SPINEL	T		T	T		T	T			T	A		T
ZIRCON													
OTHER	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	A

	336	341	343	347	403	405	407	408	412	412A	526
AMPHIBOLE	M	D	D	D	M	D	D	D	D	D	D
GARNET	M	M	M	M	M	A	M	M	MN	MN	MN
EPIDOTE	MN	MN	MN	A	A	MN	MN	A	MN	MN	MN
OPYROXENE	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
CPYROXENE	T	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
SILLIMAN.			T	T	T						
SPHENE	T	T	A	T	A						
BIOTITE			T			A	T		A	A	A
TOURMALINE						T			T	T	T
APATITE				T							
ZIRCON											
OTHERS	A	T	A	T	T	T	T	T	T	T	T

KEY D = >50%, M = 20-50%, Mn = 5-20%, A = 1-5%, T = <1%.

NON MAGS . QUANTITATIVE

	253	254	255	257	259	260	261	262	268	273	277
AMPHIBOLE	76.1	74.5	83.0	77.5	41.8	73.6	73.2	46.3	73.3	65.5	62.5
GARNET	8.4	9.3	4.6	13.7	47.1	10.0	8.5	35.3	12.3	14.7	12.0
EPIDOTE	3.9	2.9	3.5	2.5	1.2	2.6	1.1	1.9	1.5	2.7	6.9
OPYROXENE	0.6	2.0	1.2	0.3	3.9	2.4	1.1	2.4	3.2	5.2	3.6
CPYROXENE	4.4	2.0	0.4	0.6	0.1		0.2		1.1		0.2
SILLIMAN.	2.3	2.1	3.2	0.9	0.9	2.5	2.4	0.9		1.5	2.7
SPHENE	0.2						0.2	0.6	1.0		0.7
BIOTITE		0.4		0.2			2.7	0.9	2.5	1.4	2.1
TOURMALINE						0.2					
APATITE							0.2	0.3	T		
ZIRCON	0.5	0.9	0.3				0.6	0.7		0.4	
MONAZITE						0.3					
OTHERS	0.9	3.1	0.4	2.9	4.3	5.4	5.6	2.2	3.1	6.3	6.5
ILMENITE	0.8	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.9	3.3	0.5	1.1	0.3
HEMATITE	0.9	1.0	0.9		0.1	0.3	1.2	3.8	0.3	0.2	0.3
RUTILE	0.4	0.3	0.5		0.1		0.2	0.4			0.5
LEUCOXENE	0.1	0.1									
LIMONITE			0.2				0.5	0.4			
QUARTZ	0.5	0.5	0.3	0.6		0.9	1.2	0.1	0.4	0.5	0.6
	280	281	282	283	284	301	303	317	333	342	348
AMPHIBOLE	73.5	68.4	71.0	78.3	80.0	68.9	68.0	44.9	81.2	83.0	83.8
GARNET	1.7	8.9	9.8	3.6	3.7	14.2	21.0	42.6	8.2	8.4	8.1
EPIDOTE	5.2	3.0	7.1	7.2	4.3	3.9	4.3	5.0	4.8	4.6	3.6
OPYROXENE	0.9	2.3	1.5	3.3	2.0	3.3	1.2	3.6	0.5	0.5	2.3
CPYROXENE	0.4	0.4		1.3	0.8	1.5		0.4	0.7	0.7	0.2
SILLIMAN.	0.8	3.0	0.4	0.6	2.3	2.8	1.5	2.5	0.4	0.4	0.2
SPHENE	T	0.2	1.4	1.9	0.3	0.7	T		1.6	0.8	0.6
BIOTITE	11.3	1.8	1.3	0.3	1.7	1.3	0.9			T	T
ZIRCON				0.5	0.6					T	T
APATITE	0.6	0.6	0.4		0.2		T			T	0.5
OTHERS	4.3	10.2	2.2	0.5	2.2	0.6	1.5	0.4			0.1
ILMENITE	0.6	0.6	1.9	1.2	1.2	1.2	1.0	0.6	1.3	0.9	0.1
HEMATITE	0.3	0.3	0.9	0.6	0.2	1.2	0.3		1.3	0.7	
RUTILE				0.1		0.2	0.3		0.1		
LIMONITE			0.2								
QUARTZ	0.2	0.3	1.9			0.2				T	

NON MAGS. QUANTITATIVE.

	414	684	715	023
AMPHIBOLE	74.3	84.6	85.9	59.1
GARNET	16.8	3.8	4.1	30.0
EPIDOTE	3.2	6.5	3.7	6.0
OPYROXENE	1.3	1.4	0.7	0.9
CPYROXENE	0.4	0.7	0.2	0.2
SILLIMAN.	0.9	0.4	0.2	1.0
SPHENE	0.5	0.5	1.1	0.5
BIOTITE	0.2		2.0	0.4
ZIRCON	T			
APATITE	T	0.2	0.2	0.2
OTHERS	0.8			0.6
ILMENITE	1.3	1.6	1.6	0.9
HEMATITE	0.3	0.3	0.3	0.2
RUTILE	T	T		
LIMONITE			T	

KEY Amphibole refers to Ca amphibole of several types, with hornblende dominant. Opyroxene is orthopyroxene, probably hypersthene. Cpyroxene is clinopyroxene. Others include rock fragments, etc.

253- 414 are 9207 series. 684 and 715 are 8907 series, and 023 is 8804.