



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 951	Intern Journal nr 286/90	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering Åpen
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr NGU 90.008	Oversendt fra A. Korneliussen	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Titel Rutilforekomster på Holsnøy, Meland kommune, Hordaland				
Forfatter		Dato 19	Bedrift	
Kommune Meland	Fylke Hordaland	Bergdistrikt Vestlandske	1: 50 000 kartblad 11163	1: 250 000 kartblad Bergen
Fagområde Geologi, geofysikk, geokjemi		Dokument type Rapport	Forekomster Husebø	
Råstofftype Malm/metall Industrimineraler Byggingstein Byggeråstoff		Emneord Ti granat eklogitt pukk		
Sammendrag Innhold: 1. Innledning 2. Anortositter og assosierte mafiske og ultramafiske bergarter 3. Eklogittisering og rutil-dannelse ved veskegjennomstrømming i kaledonske skjærsoner. 4. Resultater av prøvetaking og analyser. 5. Resultater av geofysiske undersøkelser. 6. Karakteristiske trekk ved de viktigste rutilforekomstene. 7. Eventuelle andre mineralprodukter fra eklogitt. 8. Konklusjon og forslag til videre undersøkelser. 9. Litteraturreferanser. Bilag 8 stk Kart/tegninger 5 stk				

E

NGU - rapport nr. 90.008

RUTILFOREKOMSTER PÅ HOLSNØY,
MELAND KOMMUNE, HORDALAND.

Rapport nr. 90.008		ISSN 0800-3416		Åpen/Forkretting	
Tittel: Rutilforekomster på Holsnøy,-Meland kommune, Hordaland.					
Forfatter: A.Korneliussen, H.Austrheim, E.Eriksen, L.Furuhaug, T.Lauritzen, J.S.Rønning og J.Røste			Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Hordaland			Kommune: Meland		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Bergen			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1116 III Herdla		
Forekomstens navn og koordinater: Husebø m.fl. (2805 67253)			Sidetall: 45		Pris: kr. 145,-
			Kartbilag: 5		
Feltarbeid utført: mai-sept. 1989		Rapportdato: 19.01.90		Prosjektnr.: 22.1900.04	Seksjonssjef: <i>Ingvald Fjellheim</i>
Sammendrag: Titanrike basiske bergarter assosiert med Bergensbuenes anortositt-kompleks (ca. 1000 millioner år gammelt) har i de nordlige deler av Holsnøy gjennomgått en omvandling til eklogitt i kaledonske (ca. 420 millioner år) skjærsoner. Titan i den opprinnelige bergarten er bundet til mineralet ilmenitt (TiFeO_3), mens det i eklogitt-utgaven er bundet til rutil (TiO_2) som er vesentlig mere verdifullt. På nordlige Holsnøy er det påvist en stor forekomst (Husebø) med et utgående på over 100.000 m², samt flere mindre forekomster. Rutilgehalten i forekomstområdet ved Husebø varierer gjennomgående mellom 1 og 5-6 % uten at en har kommet fram til noe pålitelig tall for gjennomsnittsgehalten. Forekomsten representerer uten tvil en rutil-ressurs som må undersøkes videre. Videre arbeide med Husebøforekomsten i 1990 vil være: (1) Detaljert borkaks-prøvetaking m.h.p. nøyaktig kartlegging av rutilfordelingen i forekomstens utgående, og (2) orienterende oppredningsforsøk for å komme fram til hvor stor andel av rutilet i bergarten som kan utvinnes.					
Emneord		Titan			
Berggrunnsgeologi		Rutil			
Malmgeologi		Fagrapport			

Innhold:	Side
1. Innledning	4
2. Anortositter og assosierte mafiske og ultramafiske bergarter	7
3. Eklogittisering og rutil-dannelse ved væske- gjennomstrømming i kaledonske skjærsoner	10
4. Resultater av prøvetaking og analyser	12
5. Resultater av de geofysiske undersøkelser	18
6. Karakteristiske trekk ved de viktigste av rutil-forekomstene	19
7. Eventuelle andre mineralprodukter fra eklogitt	20
8. Konklusjon og forslag til videre undersøkelser	21
9. Litteraturreferanser	22

Bilag:

1. Analyser av borkaks på TiO_2 med bærbart XRF-feltinstrument.
2. XRF-analyser av knakkprøver på hovedelementer.
3. Mikrosondeanalyser av mineraler fra Husebø eklogitt.
4. Beskrivelse av bergartsprøver.
5. XRF-analyser av borkaks og knakkprøver fra Husebø rutilforekomst.
6. XRF- og kjemisk analyse av borkaks utført av Titania A/S.
7. Innhold av rutil- og ilmenitt-bundet TiO_2 i rutilførende eklogitt basert på punkttellinger av tynnslip.
8. Bestemmelse av pukkegenskaper for eklogittisert jotunnitt (Husebø) og eklogittisert anortositt (Odland og Ådnefjell).

Tegninger:

1. Geologisk kart over de nordlige deler av Holsnøy (M 1:20000)
2. Kart over eklogittfordelingen i Husebøområdet (M 1:5000)
3. Prøvelokaliteter og TiO_2 -gehalter, Husebø (M 1:5000)
4. Prøveprofil 1 (borkaks), Husebø
5. Prøveprofil 2, 3 og 5 (borkaks), Husebø

1. INNLEDNING.

BAKGRUNNEN FOR PROSJEKTET

På bakgrunn av tidligere arbeider av Håkon Austrheim er det påvist omfattende eklogittiseringer innenfor et ca. 40 km² stort område i de nordlige deler av Holsnøy. I 1988 ble det foretatt rekognoserende prøvetaking av eklogitter innenfor dette området m.h.p. rutil. Dette resulterte i funn av økonomisk interessante rutilmineraliseringer ved Husebø. I februar 1989 ble det så tatt ut muting over det aktuelle området for Staten, og det ble bevilget kr 250.000,- over NGUs USB (Undersøkelse av Statens bergrettigheter)-prosjekt til de videre undersøkelser.

RUTILPROVINSER I NORGE

Rutil-forekomster med minst 3% rutil opptrer i to forskjellige geologiske miljøer i Norge: I eklogittiske bergarter på Vestlandet og tilknyttet metasomatisk omvandlede basiske bergarter i Bamble-provinsen i Telemark og Aust-Agder.

NGU har tidligere utført undersøkelser av rutilførende eklogitter i Sunnfjord og Gulen i Sogn og Fjordane (Korneliussen og Foslie 1985, Korneliussen 1989). Flere av forekomstene i Sunnfjord er av betydelig størrelse, men med marginale gehalter (ca. 3 % rutil). I 1988 ble det utført rekognoserende undersøkelser av rutilførende eklogitter på Holsnøy i Hordaland. Det ble da gjort et funn (Husebø-forekomsten) som er tolket som den mest lovende rutil-forekomst som hittil er påvist i Norge.

Eklogitter fra Sunnfjord, Gulen og Holsnøy plotter langs to markante trender i Ti-Fe-diagrammet (Fig.1). Sunnfjord- og Gulen-eklogittene og noen Fe-Ti-P-rike granat-amfibolitter fra Holsnøy plotter langs en jernrik trend (Sunnfjord-trenden), mens de øvrige titanrike bergarter fra Holsnøy plotter langs en titanrik trend (Holsnøy-trenden). Holsnøy-trendens bergarter som er assosiert med Bergensbuenes anortositt-kompleks, gir en mulighet for svært titanrike bergarter (5-10% TiO₂ og høyere). Eklogitter som opptrer langs Sunnfjord-trenden har ikke den samme muligheten til å kunne danne store volum med høye rutil-gehalter.

Bergensbuenes anortosittkompleks og assosierte bergarter ansees å tilsvare Egersundfeltet i Rogaland i alder (ca. 1000 mill.år) og dannelse, men med en annen metamorf og tektonisk utvikling. Egersundfeltet inneholder en rekke ilmenitt (FeTiO₃)-forekomster, hvorav den betydeligste av disse, Tellnes, er i drift (Krause m.fl.1985). Det er god grunn til å forvente at Egersundfeltets titanrike bergarter vil plotte langs en tilsvarende trend i Ti-Fe-diagrammet som de titanrike bergarter fra Holsnøy.

Bergensregionen har et geologisk miljø som muliggjør opptreden av svært titanrike bergarter som omvandles til eklogitt i kaledonske skjærsoner (se Kap. 2-3). Denne eklogittiseringsprosessen gjør at titan i bergarten inngår i mineralet rutil som er omtrent 9 ganger mere verdifullt enn ilmenitt. Ved et sammentreff av gunstige omstendigheter kan en på Holsnøy få en økonomisk verdifull forekomst av rutil i eklogitt.

Rutilmineraliseringer i Bamble-regionen har hittil vært ansett enten å være små eller for lavgehaltige til å ha økonomisk interesse. Ny informasjon om dette området tyder imidlertid på at denne provinsen kan være mer interessant enn tidligere antatt (Jens

Hysingjord, NGU; pers. medd.). Dette vil bli beskrevet i en særskilt rapport.

Se Korneliussen m.fl. (1985) for nærmere informasjon om titanprovinser og -forekomstyper i Norge.

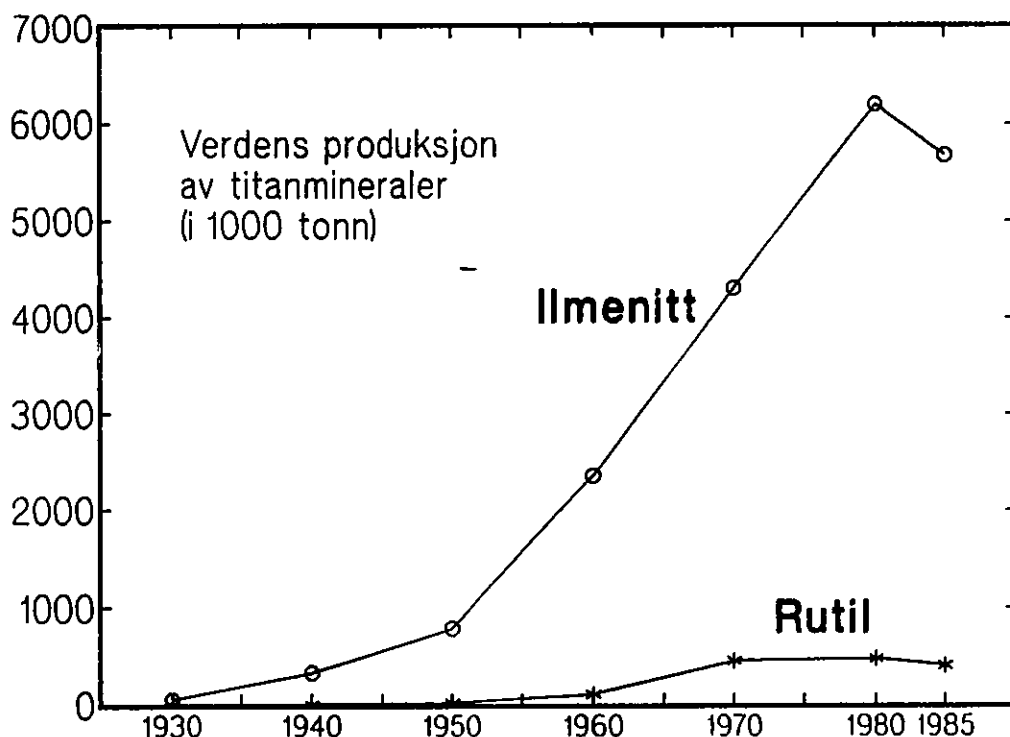


Fig 1. Verdensproduksjonen av ilmenitt og rutil i perioden 1930 til 1985 (Kilde: Towner m.fl. 1988).

NORSKE RUTILFOREKOMSTER I ET GLOBALT PERSPEKTIV

Verdensproduksjonen av titanmineraler i perioden 1930 til 1985 framgår av Fig.1. Ilmenittproduksjonen er godt og vel 10 ganger rutil-produksjonen. I verdi blir imidlertid forskjellen relativt liten p.g.a. rutilens betydelig høyere verdi (8-10 ganger ilmenitt avhengig av hvilke kvaliteter som sammenliknes). Verdensmarkedet for begge disse mineraler er på i størrelsesorden 2 milliarder kr. pr. år. Etter 1985, som var et år med nedgang i produksjonen, har både produksjonsvolumet og prisen for begge mineraler øket. Markedet for rutil er følgelig av betydelig størrelse.

95% av verdensproduksjonen av titanmineraler blir benyttet til produksjon av TiO_2 -pigment, mens de resterende 5% hovedsakelig går til metall-produksjon.

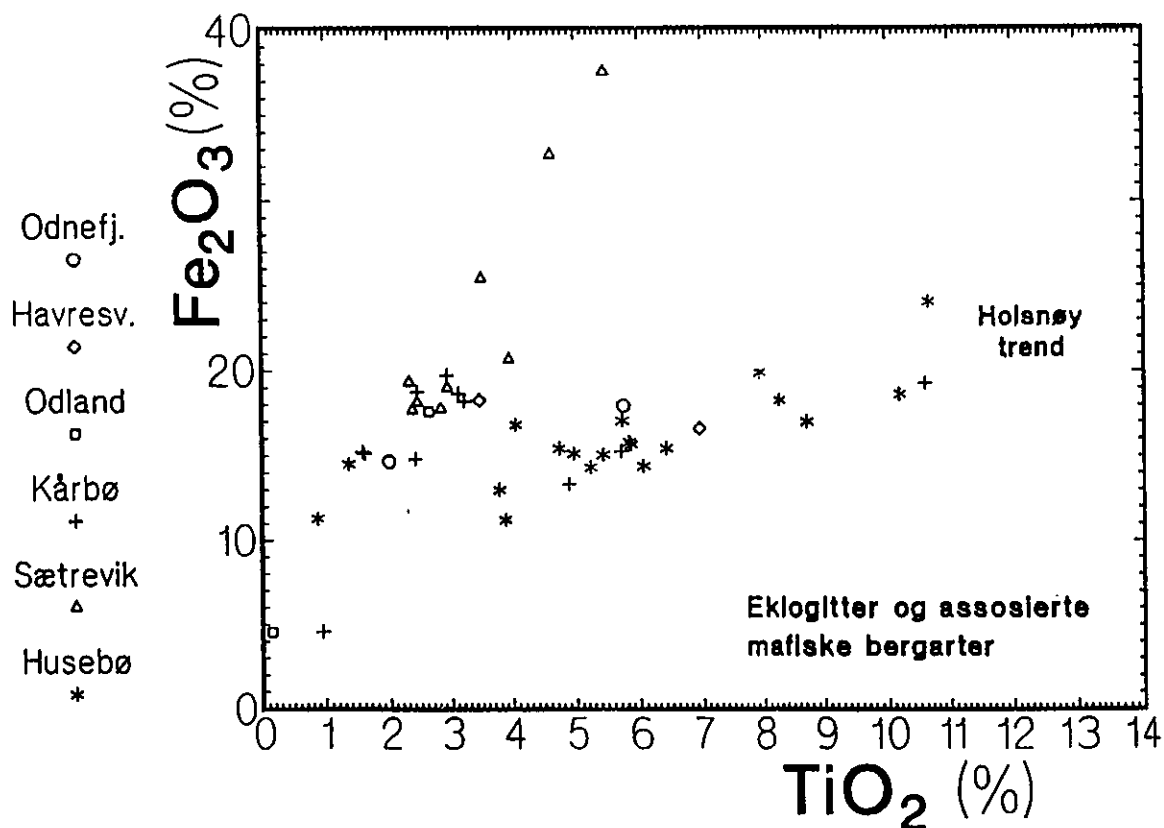
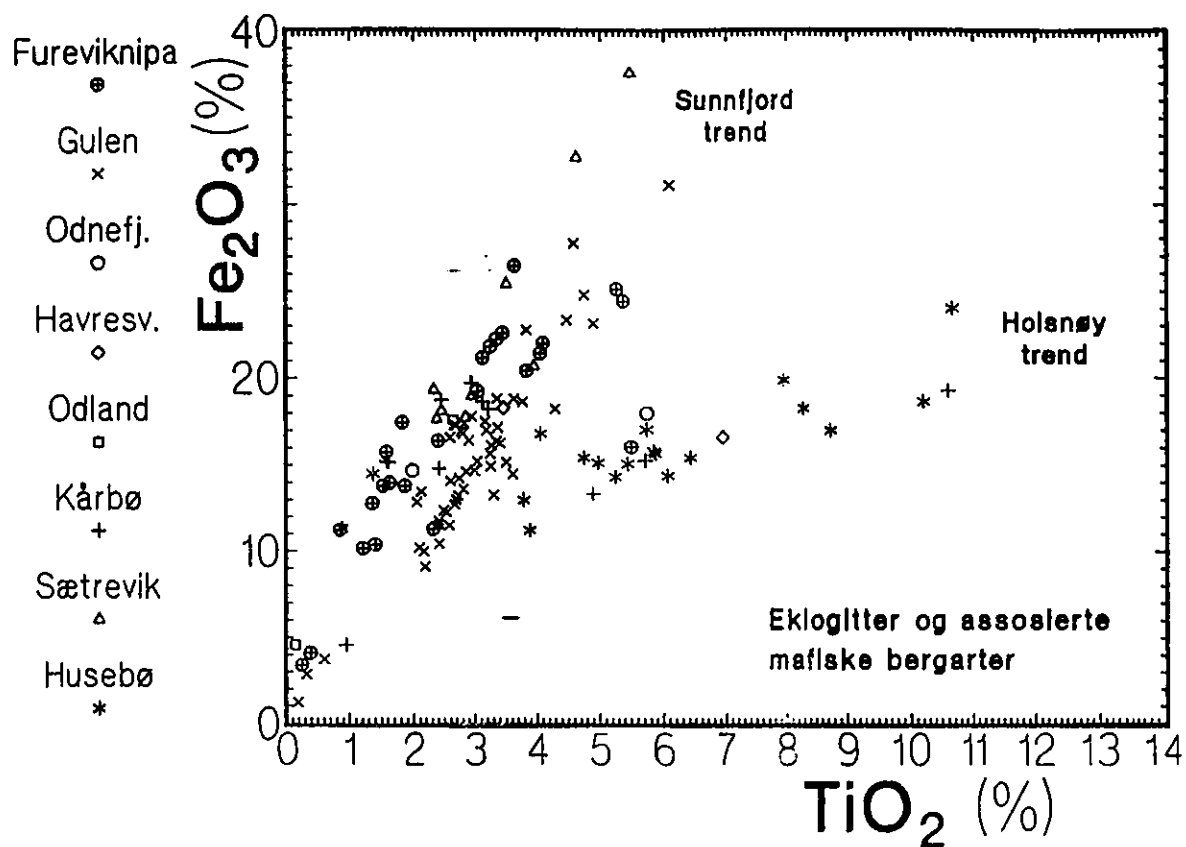


Fig 2. Plott av TiO_2 mot Fe_2O_3 for (a) eklogitter og assosierte mafiske bergarter fra Sunnfjord, Gulen og Holsnøy og (b) bare bergarter fra Holsnøy. De fullstendige analysedata framgår av Bilag 2.

Produksjon av TiO_2 -pigment fra ilmenitt er beheftet med den store ulempe at det produseres store mengder jernsulfat/jernklorid, et avfall som fabrikkene får stadig større problemer med å bli kvitt. Produksjon av titanslagg med 75-85% TiO_2 fra ilmenitt hvor jernet tas ut som et biprodukt, kan delvis løse dette problemet. Imidlertid er dette en kraftkrevende prosess og forutsetter meget kostbare investeringer i fabrikkbygg (jfr. Tyssedal). For å redusere miljøproblemet med jernklorid-avfall, er idag flere store fabrikanter av TiO_2 -pigment på utkikk etter rutil-forekomster som kan gi sikre leveranser i framtiden. Dette er hovedgrunnen til at markedsutsiktene for rutil ansees som meget gode.

Det økonomiske potensialet ved de norske rutil-forekomster er betydelig. For eksempel vil en forekomst på 20 millioner tonn med 4 % rutil utgjøre en brutto malmverdi på i størrelsesorden 3 milliarder kr. Det er rimelig sjans for å finne forekomster av denne størrelse, og også større. En kan for Norge anslå at de sannsynlige malmressurser i form av rutilførende eklogitter med i størrelsesorden 3 % rutil inneholder godt over 10 millioner tonn rutil. Tatt i betraktning at markedsutsiktene for rutil er gode, er situasjonen interessant m.h.p. å kunne legge grunnlaget for en ny industriutvikling.

FORMÅLET MED UNDERSØKELSEN PÅ HOLSNØY I 1989

Formålet med undersøkelsene i 1989 har vært:

- (1) Å skaffe til veie tilstrekkelig med opplysninger til at en kan gi en rimelig god vurdering av om Husebø rutilforekomst er økonomisk interessant, og i så fall utarbeide et forslag til videre undersøkelser.
- (2) Innhente ytterligere informasjon om det geologiske miljøet og om andre eklogitter og rutilmineraliseringer i regionen m.h.p. å gi en vurdering av det økonomiske potensialet for området som helhet.
- (3) Vurdere aktuelle geofysiske prospekteringsteknikker for senere bruk.

Prosjektleder for undersøkelsen er Are Korneliussen. Den geologiske kartleggingen utenfor Husebø-området er utført av H. Austrheim. Detaljprøvetakingen i Husebø-området er utført av Leif Furuhaug og Johannes Røste (støvprøvetaking og feltanalyser). Knakkprøvetakingen ved Husebø og i andre områder er hovedsakelig utført av Leif Furuhaug og Are Korneliussen. De geofysiske undersøkelser er utført av Thorleif Lauritsen og Jan Steinar Rønning. Pukk-kvaliteten av tre innsamlede prøver er vurdert av Eyolf Erichsen.

Prosjektet har hatt stor nytte av kontakt med Ragnar Hagen (Titania A/S), Roger McLimans og Magnus Garson (begge fra DuPont, henholdsvis USA og England). Vi vil spesielt takke disse selskaper for utførte analyser av prøver fra Husebø-forekomsten.

2. ANORTOSITTER OG ASSOSIERTE MAFISKE OG ULTRAMAFISKE BERGARTER.

Anortositt-komplekser inneholder noen av verdens største ilmenitt-forekomster, f.eks. Tellnes i Egersundsfeltets anortositt-kompleks (Krause m.fl. 1985). Bergensbuenes anortositter tilhører denne typen og det har lenge vært kjent (Kolderup 1940, Korneliussen 1978) at denne provinsen er Ti-rik med en rekke mindre ilmenitt-forekomster. I tillegg forekommer bergarter med gjennomgående høye Ti-gehalter over store berg-

artsmassiver. For eksempel inneholder mangeritt-sonen ved Manger på Radøy, som har en utbredelse på ca. 100 km², i gjennomsnitt 3 % TiO₂ og 1.7 % P₂O₅ (Austrheim 1978).

Tegning 1 (Fig. 3) viser et geologisk kart i målestokk 1 : 20 000 over nordlige Holsnøy. Det er skilt ut følgende 8 litologiske enheter:

ANORTOSITTISKE BERGARTER: Dette er den arealmessig viktigste enheten i området. Den varierer fra rene anortositter (>90 % plagioklas) via gabbroisk anortositt til anortositt-gabbro. De anortosittiske bergartene utgjør høydedraget som strekker seg fra Eldsfjellet i vest over Ådnefjell og Øyjordsfjellet mot Gausdalfjellet rett sør for det kartlagte området. I tillegg til plagioklas fører denne enheten klinopyroksen, granat + orthopyroksen + skapolitt + spinell (pleonast). Disse bergarter inneholder ikke Ti-oksyder og apatitt, men har noe titan i form av titanholdig klinopyroksen.

TI-RIKE GRANAT-PYROKSENITTER: Innen de anortosittiske bergartene finnes lokalt granatpyroksenittiske lag eller ganger som tildels er kraftig anrikt på titan i form av ilmenitt eller rutil. Utstrekningen på to av disse forekomstene, som er vist på kartet som en egen enhet, er i størrelsesorden 10-20 x 100-200 m.

JOTUNITT: Fra Eldneset i vest, over Husebø mot Odland opptrer det en sone med jotunitiske bergarter. På kartet er denne sonen tegnet til Havrevågen, men i dette området er det svært få blotninger. Prøver fra Havrevåg er særlig mørke og inneholder apatitt, noe som er ukjent fra de jotunitiske bergartene lengre vest. Det er derfor mulig at bergartene i Havrevåg-området heller skulle kartlegges som del av de Fe-Ti-P rike granat-pyroksenittene (se under). I alle tilfeller blir jotunitssonen betraktelig tynnere i Havrevåg-området. De jotunitiske bergartene intruderer anortosittene, og tallrike ganger av jotunitter finnes i anortosittene på kontakten mot jotunitter. De jotunitiske bergartene er ofte båndet i cm- til m-skala. Båndingen i de uomvandlete områdene er definert av varierende mengder mafiske (klinopyroksen, orthopyroksen, granat og ilmenitt) og leucocratiske faser (antipertitt og skapolitt). Homogene leucocratiske partier der antipertitt ofte erstattes med mesopertitt finnes innen denne sonen. Disse mangerosyenittiske bergartene er typisk for området øst for Skjellanger. Granatrike lag (> 50 % granat) er også et typisk trekk for denne sonen. De jotunitiske bergartene inneholder betydelige mengder titan. Husebø-forekomsten ligger innenfor denne sonen. I tillegg til å være konsentrert i de mafiske lagene, kan det synes som om jotuniten er særlig Ti-rik i grenseområdet mot de anortosittiske bergarter. Husebø-forekomsten synes å være et unntak fra denne regelen.

GABBRO: Assosiert med de anortosittiske bergartene og delvis omsluttet av disse finnes kropper av gabbroisk sammensetning. Fra kartbildet kan det synes som om disse finnes i et bestemt nivå i anortosittene. I motsetning til anortosittene har gabbroene endel titan.

SPINELL-LHERZOLITTER: Små linser av spinell-lherzolitter finnes i kontaktsonen mellom gabbroene og de anortosittiske bergartene. De betraktes som oppbrutte olivinnike kumuler.

LANDSVIK MANGERITT: En sone med mangerittiske bergarter strekker seg over Landsvik og vestover mot Eldneset. Landsvik- mangeritten er en mafisk bergart som mineralogisk og geokjemisk er svært lik mangeritten fra typeområdet på Radøy. Den består av mesopertitt, orto- og klino-pyroksen, hornblende, Fe-Ti-oksyd og apatitt.

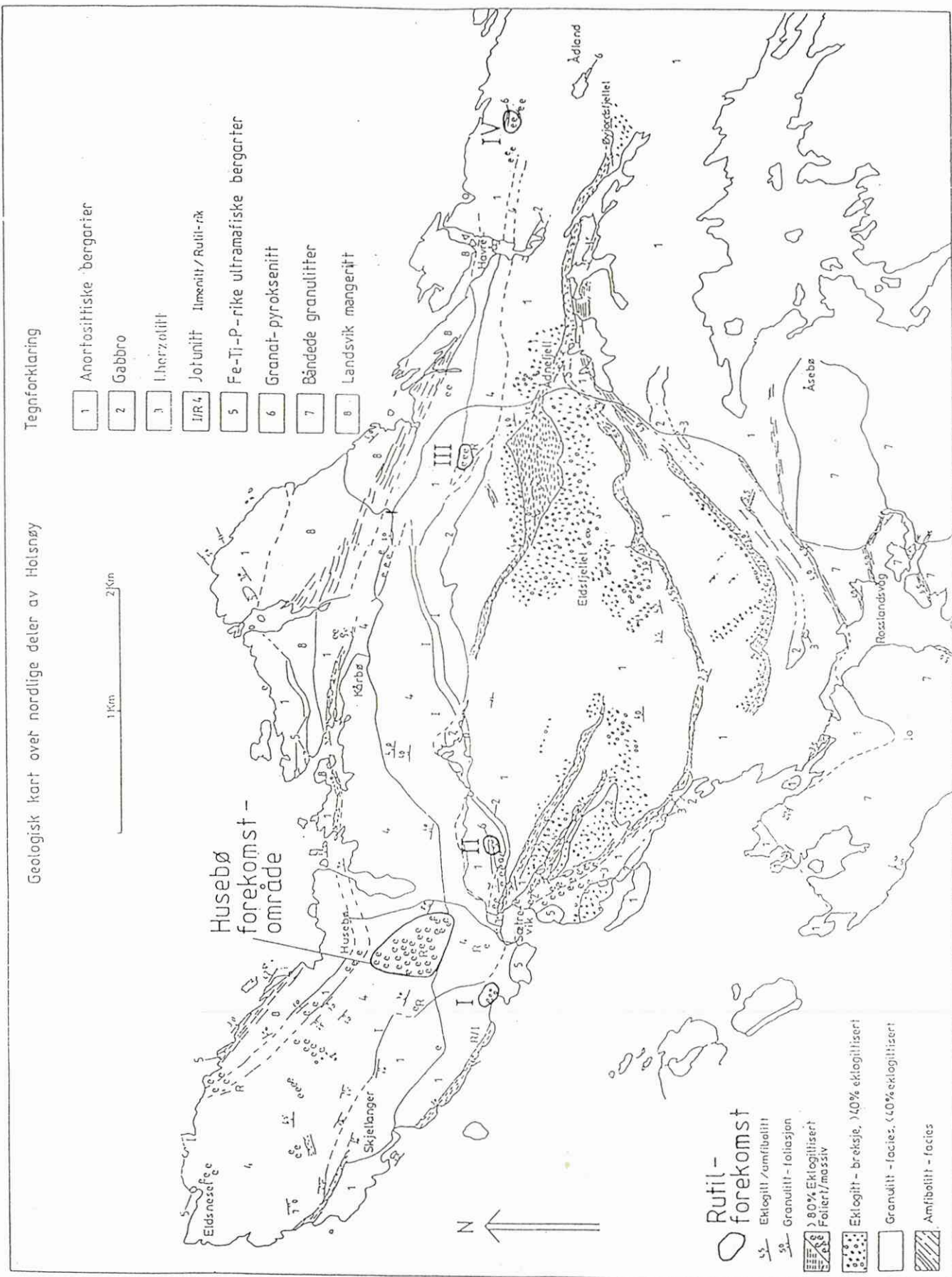


Fig 3. Geologisk kart over de nordlige deler av Holsnøy. De viktigste rutil-forekomster er: Husebø, Buhellarvika (I), Sætrevik Øst (II), Ådnefjell (III) og Mjåvatn (IV).

FE-P-RIKE GRANAT-PYROKSENITTER: En rekke mindre kroppar av mafisk til ultramafisk sammensetning finnes i anortosittene, jotunittene og i Landsvik-mangeritten. Den største opptre ved Sætrevika. Disse kroppene betydelige mengder Fe-oksyder (hematitt og noe ilmenitt). I tillegg til det høye Fe-innholdet skiller de seg også fra den andre granat-pyrokseinit typen ved å inneholde apatitt.

BÅNDETE GRANULITTER: De anortosittiske bergartene grenser i sør og sørvest (Rosslandsvåg og Io) mot båndete granulitter. Disse består i utgangspunktet av klinto- og orto-pyrosen, plagioklas eller mesopertitt + kvarts + hornblende. I enkelte lag er hornblende den dominerende mafiske fasen. En positiv magnetisk anomali (Jfr. NGUs flymagnetiske kartverk, M 1 : 50 000) over denne sonen kan forklares ved en svak impregnering av magnetitt.

GENETISKE RELASJONER MELLOM ANORTOSITTER OG TI-FOREKOMSTER

Dannelse av anortositter og deres forhold til de alltid nærværende gabbroiske, jotunitiske og mangerittiske bergarter er et tilbakevendende problem som ikke har fått sin endelige løsning. Deres nærvær i rom og tid, samt det faktum at anortosittene er svært fattig på Ti og P, mens mangeritter og jotunitter er anriket på disse elementene, antyder en genetisk relasjon der geologiske prosesser (fraksjonert krystallisasjon) har fordelt elementene. Dersom man betrakter bergartene på nordre Holsnøy som en magmatisk serie i ordets videste forstand, tyder Fe/Mg-forholdet og innholdet av inkompatible elementer på en utvikling som følger:

- anortositt
- gabbro
- Ti-rik granat-pyrokseinit
- jotunit
- Fe-Ti-P-rik granat-pyrokseinit
- mangeritt

Ilmenitt kan ikke ha vært i en krystalliserende fase under dannelse av de anortosittiske bergartene, men må ha vært på liquidus gjennom resten av serien. Apatitt kom inn først ved dannelsen av de Fe-Ti-P-rike granat-pyrokseinitene.

3. EKLOGITTISERING OG RUTILDANNELSE VED VÆSKE-GJENNOMSTRØMMING I KALEDONSKE SKJÆRSONER.

TEKTONOMETAMORF UTVIKLING AV BERGARTENE PÅ NORDRE HOLSNØY

Detaljerte petrologiske undersøkelser (Griffin 1972, Austrheim og Griffin 1985) kombinert med geokronologiske studier (Cohen m.fl. 1988) har vist at bergartene på nordre Holsnøy har gjennomgått to høy grads metamorfe episoder. En Svekonorvegisk (ca. 1000 millioner år gammel) granulitt-facies metamorfose påvirket de magmatiske bergartene trolig kort tid og sikkert mindre enn 300 mill. år etter dannelsen. Termobarometri utført på granulitt-facies mineraler viser at denne ble dannet, eller rekrystalliserte, i de dypere deler av den kontinentale skorpe (10 kbar = 30 km dyp ved temperaturer på rundt 800-900°C). Under den Kaledonske orogenesen ble området trykt ned til mer enn 50 km dyp hvor det gjennomgikk eklogittisering ved temperaturer rundt 700°C, før det ble

løftet opp og i dag utgjør et av de dypeste snitt av kontinental skorpe vi har eksponert på jordens overflate. Bergartene på nordre Holsnøy representerer et unikt materiale for studier av prosesser i de dypeste deler av en fjellkjede i tillegg til de økonomisk interessante perspektivene som blir behandlet i denne rapporten.

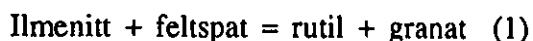
VÆSKE-KONTROLLERT EKLOGITTISERING

De metamorfe reaksjonene som omvandlet de Prekambriske granulitt-facies mineral-selskapene til de Kaledonske eklogitt-facies paragenesene er inngående beskrevet av Austrheim og Griffin 1985, Austrheim 1987, Austrheim og Mørk 1989 og Jamtveit m.fl. (i trykk).

Kort summert blir tørre mineral-assosiasjoner hvor feltspat er en dominerende fase, omvandlet til omfasitt- og granat-rike parageneser med betydelige mengder vanndige faser som clinozoisitt, phengitt og paragonitt. Austrheim (1987) viste at eklogittiseringen fant sted i skjærsoner og var avhengig av væske-tilførsel. Væskene var nødvendig for å stabilisere de vanndige fasene og som katalysator for fast-stoff reaksjonene. Utenfor skjærsonene og i områder hvor væskene ikke slapp til, overlevde granulitt-facies mineralogien, eller bare en delvis reaksjon fant sted.

DANNELSE AV RUTIL FRA ILMENITT.

Ilmenitt er det stabile Ti-oksydet i granulitt-paragenesene. I de Fe-Ti-P rike granat-pyrokseinitene og i Landsvik-mangeritten er ilmenitt sammenvokst med magnetitt. I de friske granulittene har feltspat og ilmenitt rene, stabile korngrenser. Ved begynnende omvandling utvikler ilmenitt først en tynn granat-korona mot feltspat (antipertitt) som etter hvert blir skilt fra opak-fasen med en rand av rutil. Fortsatt omvandling fører til at ilmenitt-kornet fullstendig erstattes av granat med inneslutninger av rutil. Disse teksturene tyder på følgende reaksjon:



I tillegg dannes lys glimmer og clinozoisitt på bekostning av feltspat, noe som viser at bergarten under denne prosessen ble tilført væske. Reaksjonen (1) er en faststoff-reaksjon som er uavhengig av væsketilførsel.

Som det fremgår av (1), er den rutil-dannende reaksjonen avhengig av feltspat. Dette kan forklare at ilmenitt synes å overleve i de Fe-P rike granat-pyrokseinitene hvor feltspat mangler.

SKJÆRSONER, FOLIERTE OG MASSIVE EKLOGITTER.

Væsketilførselen og deformasjonen synes å ha vekselvirket ved eklogittiseringen av bergartene på nordre Holsnøy. Samtidig som at deformasjonen har tillatt væsker å komme inn i bergartene, har de metamorfe reaksjonene som fulgte gjort eklogittene duktile og tillatt videre deformasjon. Reaksjonene har derfor gått lengst i de mange skjærsonene. Det har også utviklet seg store breksjer hvor blokker av granulitt flyter i eklogitt.

De største områdene med eklogitt er vist i Tegning 1 (og i Fig.1). Det er forsøkt skilt mellom folierte eklogitter hvor deformasjonen har vært intens og mer massive eklogitter hvor væske-tilførsel har funnet sted uten sterk deformasjon. Disse bergartene kan også ha en struktur, men denne er arvet fra granulitten. Teksturelt karakteriseres de massive eklogittene ved at plagioklasen erstattes med nåler av kyanitt og klinkzoisitt som er sammenvokst i et gitter-mønster. Dette gir disse bergartene deres helt uvanlige seighet og styrke (se Kap. 7).

4. RESULTATER AV PRØVETAKING OG ANALYSER.

PRØVETAKING AV HUSEBØ-FOREKOMSTEN

Forekomstområdet ved Husebø (se Fig. 3 og Tegning 1 og 2) ble først "prøvetatt" med et bærbart XRF-instrument (fra Nuclear Enterprises Ltd.) på den måten at det ble utført analyser direkte på fjell spredt over forekomstområdet. Overflaten på hvert prøvepunkt ble hamret ren for vegetasjon og forvittringshud for å få pålitelige måleresultater. I hvert prøvepunkt (lokalitet) er det utført måling av tre punkter innenfor et areal på ca. 1 m². Dette ble gjort for å få verdier som er representative for TiO₂-gehalten i lokaliteten. Resultatet av disse målingene framgår av Tegning 3. Målingene viste at TiO₂-gehalten varierer ekstremt i cm til dm-skala og analyseresultatene representerer derfor kun gjennomsnittet av de tre målepunktene. Feil kalibreringskurve er årsak til at analyse-resultatene gjennomgående er for lave.

Ut fra disse feltanalyser og geologisk kartlegging i forekomstområdet ble det valgt ut 5 profiler som ble prøvetatt med borkaks (borstøv). Dette ble utført med en COBRA bormaskin. Et plastspann rundt boret skulle hindre at kakset blåste vekk mens boringen pågikk. Imidlertid førte kraftig vind til 10 - 50 % tap av borkaks for en stor del av prøvene, noe som kan ha ført til at analyseverdiene ikke er helt pålitelige. Det kan ha forekommet en anrikning, eventuelt fortykning, i det gjenværende borkakset, og analyseverdien blir følgelig upålitelig.

Det ble boret 20 - 30 cm ned i fjellet på hvert prøvepunkt. Så sant blotningsgraden tillot det, ble det tatt en prøve pr. meter i profilene. Det lengste profilet (P.1) går langs et gjerde i nesten 200 m lengde, og det ble her tatt 173 prøver (Tegn. 4). Borkakset ble samlet opp og først analysert i feltet. 10 borkaks-prøver ble deretter analysert i laboratorium (XRF-analyse ved NGU) for å kontrollere riktigheten av felt-analysene. 23 andre borkaks-prøver ble i tillegg sendt til Titania for mere inngående analyse. Feltanalyse-verdiene for disse totalt 33 prøvene er plottet mot laboratorie(XRF)-verdiene for de samme prøvene i Fig. 4. Figuren viser at felt-verdiene gjennomgående er for lave. Forskjellen er betydelig for høye gehalter. Årsaken til denne klare forskjellen for de høye gehalter er at felt-instrumentet ble kalibrert med kun en standard på over 5% TiO₂ som må ha vært feil. Nye standarder vil bli benyttet ved framtidige målinger, og instrumentet vil da kunne gi gode analyser av TiO₂ (totalt) på borkaksprøver i felt. Gjennomsnittsgehalten for alle borkaksprøvene (4.17% TiO₂) anslås å være ca. 0.5% for lav p.g.a. nevnte feilkilde.

I tillegg ble det tatt knakkprøver av representative bergarter, samt også på spesielt rutil- eller ilmenittrike lokaliteter. Videre ble det for hvert 10. borehull tatt en knakkprøve like ved hullet. Innholdet av rutil og ilmenitt i disse prøvene er så bestemt v.h.a. punkttellinger (modal-analyse) av tynnsliip.

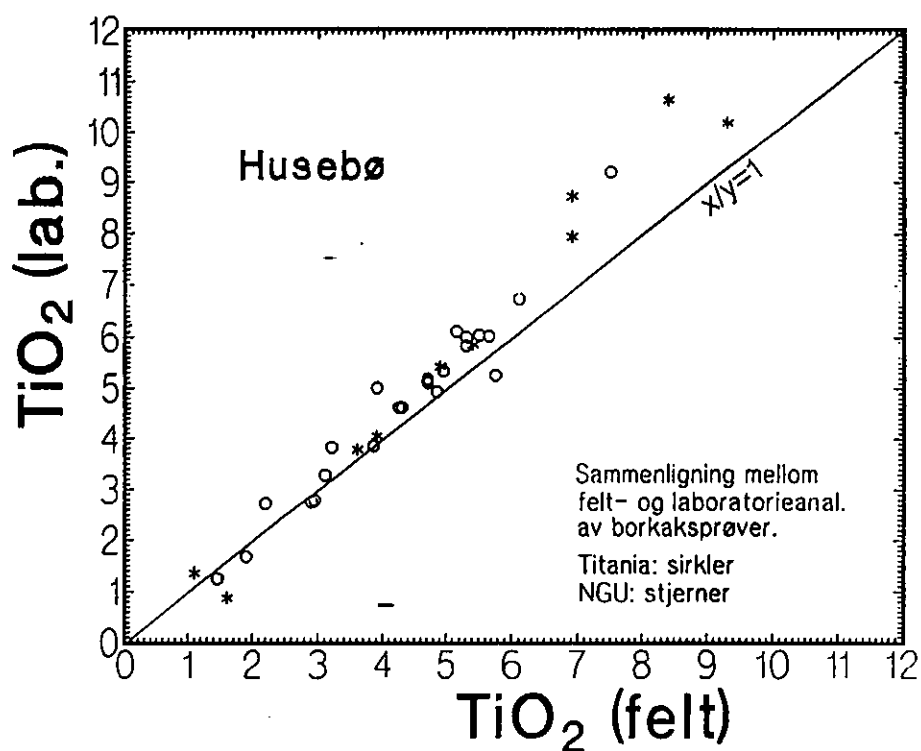


Fig 4. Sammenlikning mellom felt- og laboratorieanalyser (XRF) av borkaksprøver fra Husebø.

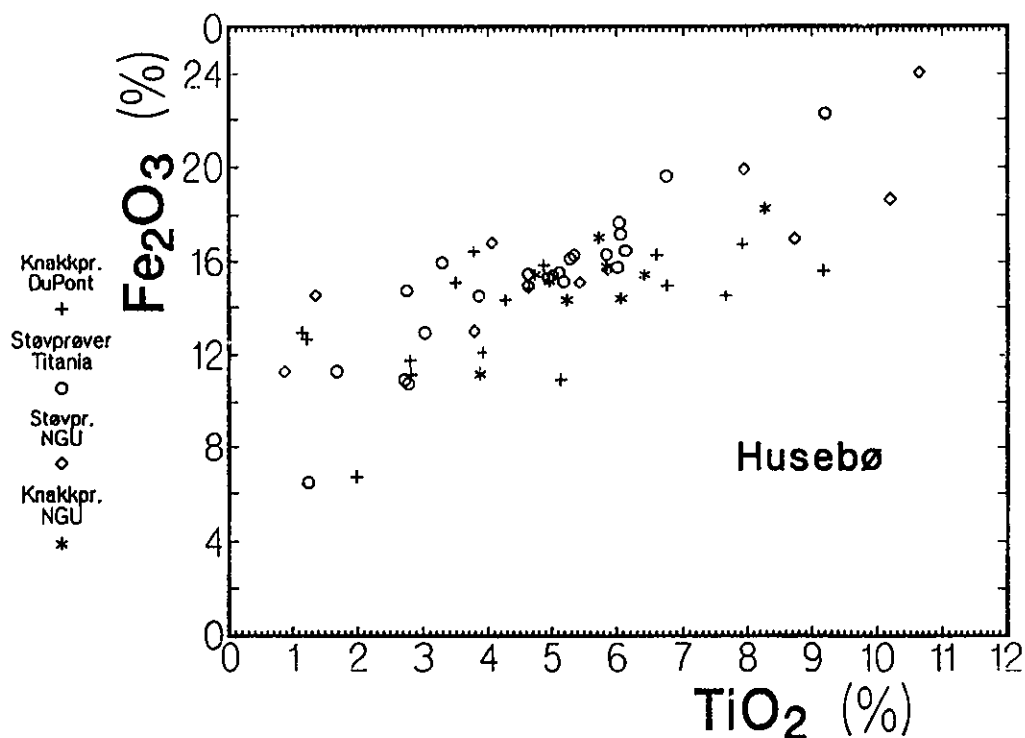


Fig 5. TiO_2 - Fe_2O_3 plott av knakkprøver og borkaks fra Husebø. Alle prøver er analysert med XRF. 19 knakkprøver fra prøveprofil 1 er analysert av DuPont (USA), 23 borkaksprøver fra prøveprofil 1 er analysert av Titania, mens NGU har analysert 10 borkaks-prøver fra flere prøveprofiler samt 9 knakkprøver. De fullstendige analysedata framgår av Bilag 5.

Fig. 5 viser plott av TiO_2 mot Fe_2O_3 i det prøvematerialet som er analysert på alle hovedelementer, d.v.s. knakkprøver analysert av NGU og DuPont, og borkaks analysert av NGU og Titania. De fullstendige analyser framgår av Bilag 5. En kan ut fra dette plottet ikke se noen systematisk forskjell mellom knakk- og borkaksverdiene. Prøvetaking av borkaks må dermed ansees å være en god prøvetakingsmetode.

PRØVETAKING I ANDRE OMRÅDER

I forbindelse med den geologiske kartleggingen i andre deler av nordlige Holsnøy ble det samtidig lett etter Ti-rike bergarter. Fra interessante lokaliteter som ble funnet på denne måten ble det tatt fra 1 til 7-8 knakkprøver. Fra et utvalg av disse prøver er det laget tynnslip som så er punkt-telt (modalanalysert) m.h.p. rutil og ilmenitt.

INNHold AV TITAN I SILIKATMINERALER FRA HUSEBØ-FOREKOMSTEN

Titan som inngår i silikatmineraler kan ikke utvinnes industrielt. Titanias analyser av 23 borkaksprøver fra Profil 1 ved Husebø (Bilag 6) antyder at silikatbundet TiO_2 i prøvene er ubetydelig, mens mikrosonde-analyser av mineraler fra knakkprøver i samme forekomsten viser at TiO_2 -innholdet varierer fra 0 til 4 % (Fig. 6 og Bilag 3). Fig. 6 viser at for granat og omvandlingsaggeregater (hovedsakelig etter omfasitt) er TiO_2 -innholdet gjennomgående i størrelsesorden 0.1-0.4%. Amfibol (hovedsakelig hornblende) har TiO_2 -innhold varierende fra 0.1 til 0.9 % med gjennomsnitt på omtrent 0.5% TiO_2 . Muskovitt har omtrent 1.4% TiO_2 , mens biotitt plotter i to felt med henholdsvis 0.9 og ca. 4% TiO_2 . Granat, amfibol og omvandlingsaggeregater utgjør i størrelsesorden 90% av bergarten, mens muskovitt og biotitt er relativt underordnet. Biotitten som inneholder 4% TiO_2 er i direkte kontakt med ilmenitt-aggregater, mens den biotitten som inneholder 0.9% TiO_2 ikke er det. Den sistnevnte biotitt-opptreden er vanligere enn den første. Grovt regnet anslås biotitt å inneholde < 2% TiO_2 i gjennomsnitt. Samlet anslås silikatmineralene i bergarten å inneholde omtrent 0.5% TiO_2 , muligens noe lavere. Det resterende titanet i bergarten inngår i oksyDMINERALENE ilmenitt og rutil.

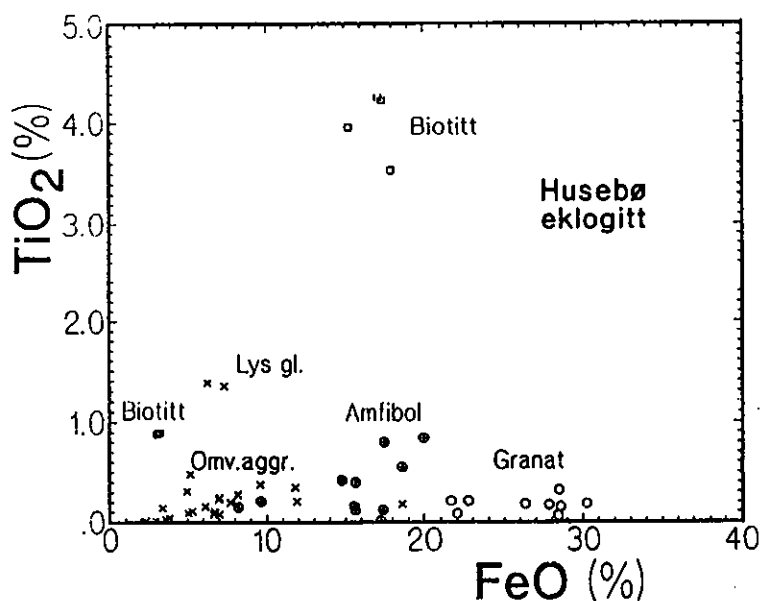


Fig 6. TiO_2 - FeO innholdet i silikatmineraler fra Husebø eklogitt. De fullstendige analysedata framgår av Bilag 3.

RUTIL-INNHOLDET I PRØVENE

Fordi rutil-innholdet kan variere betydelig (fra 0 til over 10 %) i dm-skala og med noe mindre variasjoner i m- til 10 m-skala i forekomstområdet ved Husebø, er prøvetakingen problematisk.

Rutilbundet TiO_2 (HCl-uløst) og TiO_2 (totalt) for borkaks-prøvene 130-152 fra Profil 1 ved Husebø (Titanias analyse; Bilag 6) er plottet i Fig. 7. Plottet viser at rutil-innholdet følger det totale TiO_2 -innholdet rimelig bra. Ut fra disse prøvene utgjør rutilbundet TiO_2 66% av det totale TiO_2 -innholdet i gjennomsnitt. Det er imidlertid helt klart at dette forholdet vil variere en god del i de forskjellige deler av forekomstområdet, noe som i første rekke har sammenheng med vekslende grad av eklogittisering. Variasjonen i rutil/ilmenitt-forholdet er vesentlig mindre i disse prøvene enn i tynnslipene. Dette skyldes at borkaksanalysen representerer gjennomsnittet av en prøvemengde som er minst 100x større enn det prøvesnittet som tynnslipet representerer.

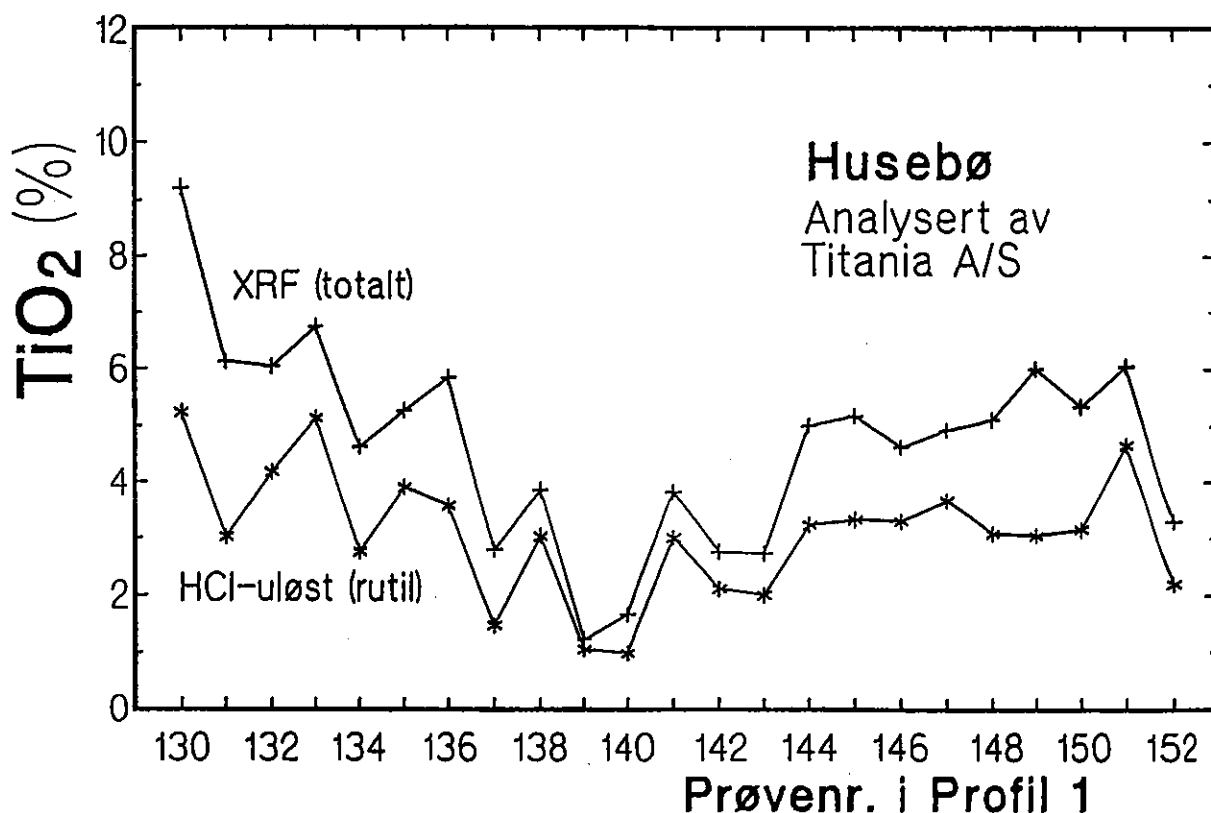


Fig 7. TiO_2 (uoppløst i HCl) og TiO_2 (totalt) plottet mot prøvenr. Analysene er av borkaksprøver fra profil 1, Husebø, og er utført av Titania (se Bilag 6).

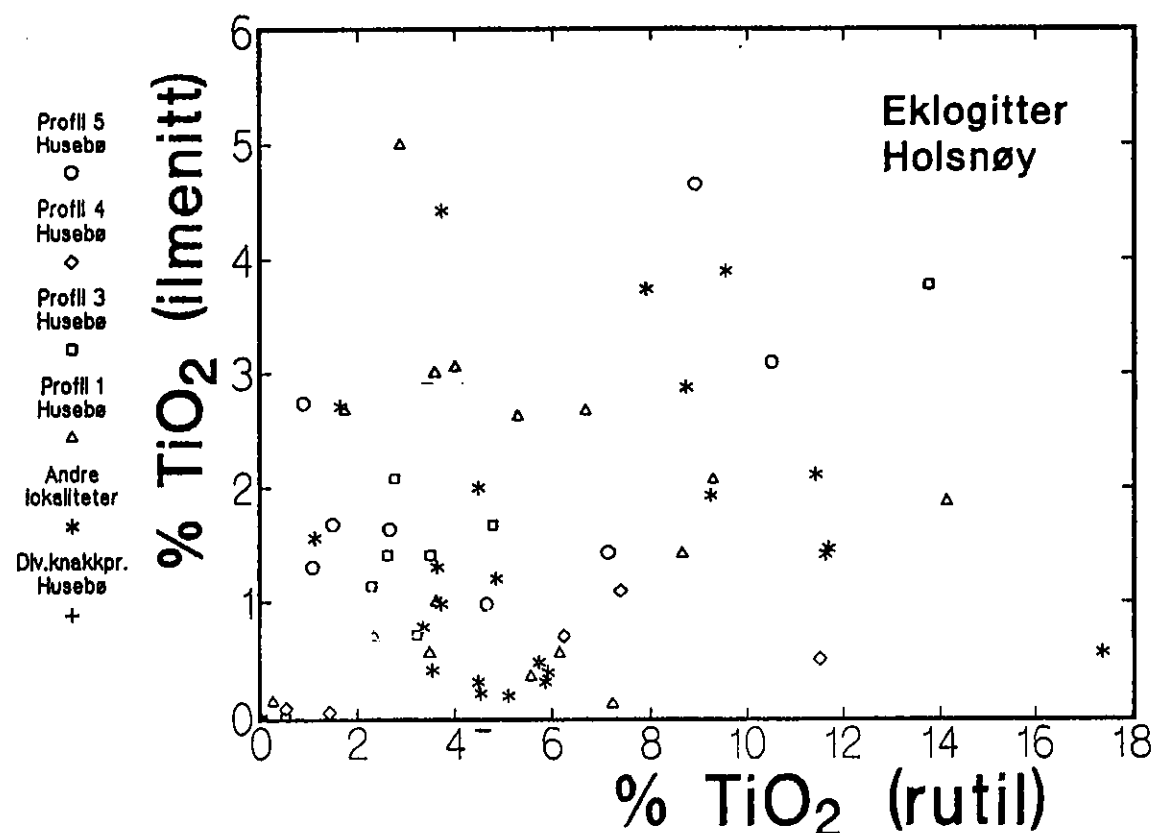


Fig. 8. Beregnet rutilbundet TiO_2 plottet mot beregnet ilmenittbundet TiO_2 for prøver fra Husebø og andre lokaliteter på Holsnøy. Verdiene er basert på punkttellinger av tynnslip. Se bilag 7.

Fig. 8 viser rutil-bundet TiO_2 plottet mot ilmenitt-bundet TiO_2 basert på punkttellinger av rutil og ilmenitt i tynnslip (se også Bilag 7). Det er ved disse tellingene ikke tatt hensyn til at prøvene inneholder noe sulfid som er opakt og ikke kan skilles fra ilmenitt med denne metoden. Plottet viser at variasjonen i $\text{TiO}_2(\text{rutil})/\text{TiO}_2(\text{ilmenitt})$ -forholdet er betydelig.

Tabell 1. Vekt-% rutil- og ilmenittbundet TiO_2 basert på punkttellinger i tynnslip. Se også Bilag 7.

	Rutil- bundet(I)	Ilmenitt- bundet(II)	I/II
Profil 1, Husebø (16 pr.)	5.30	1.74	3.05
Profil 3, Husebø (8 pr.)	4.18	1.53	2.73
Profil 4, Husebø (5 pr.)	5.43	.49	11.08
Profil 5, Husebø (8 pr.)	4.67	2.18	2.14
Ådnefjell (KH54a-d)	7.86	1.55	5.07
Buhellarvika (KH57)	17.39	.57	30.51
Ådnefjell (KH56a-f)	8.42	2.59	3.25
Odland (Mjåvatn; KH62a-d)	4.26	1.66	2.57
Sætrevika Øst (KH63a-e)	5.51	.36	15.31

Tab. 1 viser rutil- og ilmenittbundet TiO_2 basert på punkttellinger av tynnslip. I

profilene 1, 3, 4 og 5 fra Husebø er det tatt en knakkprøve pr. 10 borkaksprøver. Tynnslipene fra disse knakkprøver inneholder klart mere rutil enn det en kunne forvente ut fra borkaks-analysene. For eksempel inneholder borkaks-prøvene fra Profil 1 i gjennomsnitt 4.17 % TiO_2 basert på XRF-feltanalyser. Hvis en anslår at dette tallet er 0.5% for lavt p.g.a. analysefeil (beskrevet tidligere), blir den riktige gjennomsnittsverdien 4.67% TiO_2 . Både ut fra Titanias analyser av 23 prøver fra en del av Profil 1 og ut fra punkt-tellingene (Tab. 1), kan en i grove trekk regne med at 2/3 av titanet i bergarten er rutilbundet (med lokalt meget store variasjoner). Innhold rutilbundet TiO_2 over Profil 1 blir ut fra dette 3.1%, mens modal-analysen (Tabell 1) antyder 5.3% rutil. En tilsvarende uoverensstemmelse forekommer også for profilene 3, 4 og 5.

Den mest nærliggende forklaring er at slip-prøvene ikke er representative, men andre forklaringer kan også tenkes, f. eks. at mye finknust rutil blåste bort ved prøvetakingen og at det gjenværende materiale inneholder prosentvis mindre rutil enn utgangsmaterialet.

Prøven fra Buhellarvika har et ekstremt høyt rutil-innhold og lite ilmenitt. Forekomstene Ådnefjell, Odland og Sætre vika Øst har også høyt rutil-innhold. Alle disse forekomstene representerer eklogittiserte Ti-rike granat-pyroksenittiske lag eller ganger i eklogittisert anortositt. Forekomstene er ikke undersøkt i detalj, men deres utgående er imidlertid vesentlig mindre enn for Husebøforekomsten. Eklogittisert anortositt, som er sidebergart til den rutilrike bergarten i disse forekomstene, har meget gode pukke-egenskaper (se Kap.8).

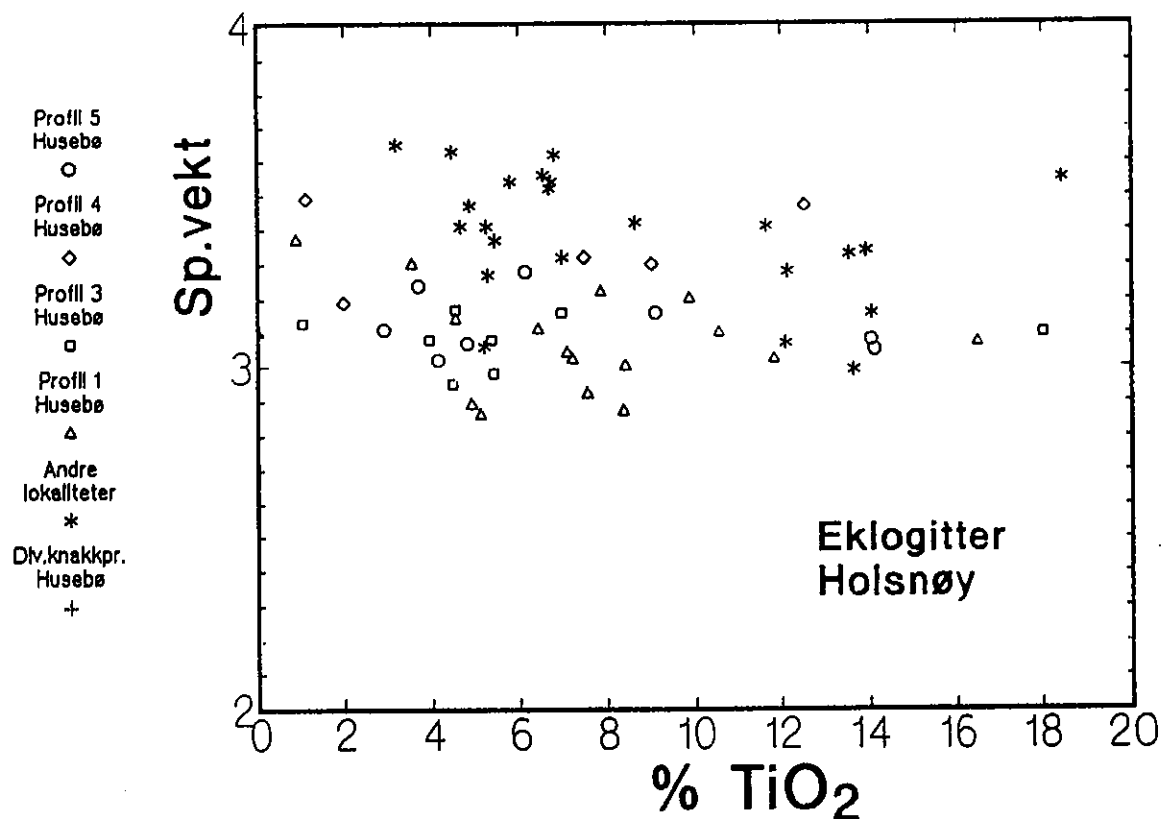


Fig 9. TiO_2 totalt (beregnet, se Bilag 7 kolonne (6)) plottet mot prøvenes egenvekt for prøver fra Husebø og andre lokaliteter på Holsnøy.

Fig. 9 viser egenvekten til knakkprøver fra Husebø og andre eklogittlokaliteter plottet mot TiO_2 -innholdet (se også Bilag 7). Titaninnholdet er beregnet på bakgrunn av prøvenes innhold av rutil og ilmenitt basert på punkttellinger av slip. Figuren viser at Husebø-prøvene gjennomgående har lavere egenvekt enn prøvene fra andre områder. Dette skyldes at Husebø-eklogitten er relativt markant retrograd omvandlet under amfibolitt-facies forhold. Den inneholder en god del hornblende og finkornige omvandlingsaggregater etter omfasitt og en primær eklogittamfibol. Disse sekundære mineralene er lettere enn de opprinnelige og bergartens egenvekt blir følgelig lavere.

KONKLUSJON, KAP. 4: Kartleggingen og prøvetakingen i Husebø-området har vist at:

(1) Husebø-forekomsten er sannsynligvis stor nok til å kunne bli drivbar hvis rutilgehalten er høy nok.

(2) Gjennomsnittsgehalten synes å ligge et eller annet sted mellom 3 og 5% rutil. Sannsynligvis vil store deler av forekomsten ha i nærheten av 3% rutil mens andre deler vil være rikere.

(3) Det er helt nødvendig med videre prøvetaking i hele forekomstområdet. Den beste metoden for å kartlegge rutil-fordelingen i forekomstens utgående vil være borkaks-prøvetaking langs profiler og påfølgende rutil-bestemmelse med Titanias metode. Rutil-fordelingen mot dypet kan bare kartlegges med diamantboring.

5. RESULTATER FRA DE GEOFYSISKE UNDERSØKELSENE.

Det er målt petrofysiske egenskaper (egenvekt, magnetisk susceptibilitet, resistivitet og IP-effekt) på 10 prøver fra Husebø. På grunnlag av disse målingene er det utført susceptibilitetsmålinger i felt, samt måling av magnetisk totalfelt, IP-effekt og resistivitet. Resultatene foreligger i en egen rapport (Lauritsen og Rønning 1990), og det gis her et sammendrag.

Ved disse undersøkelsene ble det arbeidet ut fra følgende filosofi: Under eklogittiseringen vil omdanning av ilmenitt som er magnetisk til ikke-magnetisk rutil redusere den magnetiske susceptibilitet. Under forutsetning av at materialet er homogent i utgangspunktet og at andre magnetiske mineraler ikke virker inn, vil områder med lavt magnetfelt kunne indikere høy grad av rutilomvandling. Et tilsvarende resonnement lå bak forsøket med indusert polarisasjon (IP).

Ut fra de innledende petrofysiske målingene på prøver fikk en indikasjon på at forutsetningene for prospekteringsfilosofien ikke holdt. Enkelte prøver viste så høy magnetisk susceptibilitet at magnetitt sannsynligvis var til stede. Dette ble bekreftet ved senere mikroskopering. Det kunne imidlertid indikeres en positiv korrelasjon mellom susceptibilitet og ilmenitt-innhold. IP-målinger på prøvene viste en viss positiv korrelasjon med ilmenittinnhold, og det ble indikert en negativ korrelasjon med rutil. Dersom utgangsmaterialet hadde et homogent innhold av TiO_2 , ville områder med høy rutilomvandling komme ut med lav IP-effekt. Data fra egenvekts- og resistivitetsmålingene ble ansett som lite relevante for problemstillingen.

Susceptibilitetsmålingene i felt viste store variasjoner og tildels meget høye verdier, noe som igjen indikerer bidrag fra magnetitt. TiO_2 -analyser med bærbar XRF på støvprøver viser en positiv korrelasjon med susceptibilitetsmålinger på tilsvarende volum. Tilsvarende analyser på blotninger viser at de langt fleste høye og middelshøye analyseverdiene

(>3 % TiO_2) faller innenfor områder med forhøyet magnetisk totalfelt. En kan med dette si at høyt magnetfelt generelt gjenspeiler et høyt TiO_2 -innhold. Unntak fra denne regelen vil være 100 % eklogittiserte bergarter (umagnetiske) med mye rutil og svært lavt ilmenittinnhold, og som samtidig ikke har gjennomgått retrograd mineralomvandling med magnetittdannelse. Ut fra dette anbefales utvidete magnetiske målinger både på bakken og fra helikopter for å finne fram til de mest lovende områder for rutil-forekomster.

En sammenligning mellom TiO_2 -analysene på blotninger og resultatene fra IP-målingene viser at høyt og middels høyt TiO_2 -innhold (> 3 %) i hovedsak faller innenfor områder med forhøyet IP-effekt. En kan ut fra dette slutte at også IP kan finne fram til potensielle områder for rutil, men siden magnetometri er en billigere metode, blir denne å foretrekke.

6. KARAKTERISTISKE TREKK VED DE VIKTIGSTE AV RUTIL-FOREKOMSTENE.

(1) HUSEBØ-området rutilmineraliseringer, som ligger i eklogittisert jotunnitt, opptrer over et såpass stort område at en kan forestille seg en forekomst på flere 10-talls millioner tonn. Hovedspørsmålene blir om gehalten er god nok, og om rutil industrielt lar seg utvinne fra bergarten med tilfredsstillende resultat.

Rutilgehalten er bestemt ved punkt-tellinger av tynnslip (modal-analyse) av knakkprøver som ble tatt for hver tiende støvprøve i støvprøveprofil 1, 3, 4 og 5. Rutil-innholdet i disse prøver er presentert på forskjellig måte i Tabell 1, Bilag 7 og Fig. 8. Slipene antyder at forekomsten har en gehalt på 4-5% rutil. En slik gehalt kan gi en drivbar forekomst hvis den representerer et stort volum bergart.

Analyse av borkaksprøver (Bilag 6 og Fig. 7) antyder imidlertid en gjennomsnittlig titangehalt på i størrelsesorden 4.5-5 % TiO_2 (totalt). Av dette vil ca. 0.5% være bundet til silikatminerale, 0.5-1.0 % til ilmenitt og de resterende 3-4 % som rutil. Misforholdet mellom støvprøvetakingen og knakkprøvene/slipene er følgelig gjennomgående på i størrelsesorden 1 % rutil.

Ut fra disse opplysninger kan en forsiktig anslå at Husebø-forekomsten har et gjennomsnittlig rutil-innhold på i størrelsesorden 3%, med lokalt rikere partier. Forekomststørrelsen, hvis en regner over et areal på 100 000 m² og ned til et dyp på 100 m, blir ca. 30 millioner tonn. Det samlede malmpotensialet i området er betydelig større. Det kritiske spørsmålet blir i første omgang hvor mye rutil som lar seg utvinne fra bergarten og til hvilken pris. Dette kan ikke besvares presist i øyeblikket.

(2) SÆTREVİK ØST (lok. 63): 3-400 m øst for Sætrevik opptrer granatrike lag i eklogittisert anortositt. Lagenes mektighet og utstrekning er ukjent p.g.a. overdekke. Det synes imidlertid som om mektigheten kan komme opp i 5-10 m (kanskje mer) og utstrekningen kan være i 100 m-størrelse. Gjennomsnittlig gehalt i 4 tynnslip er 5.5. % rutil og 1.1 % ilmenitt. Rutilgehalten er såpass høy at området må undersøkes i større detalj.

(3) BUHELLARVIKA (lok. 57): En prøve fra en blotning på 1-2 m² inneholder en meget rutilrik bergart. Et tynnslip inneholder 17.4 % rutil og 0.6 % ilmenitt. Blotningen er trolig en del av et mafisk lag eller gang (granat-pyrosenitt) i anortositt. Nærliggende

blotninger av en delvis eklogittisert anortosittlignende bergart inneholder fra 1 til 3 % rutil og opptil 5 % ilmenitt. Området er en god del overdekket. Videre undersøkelser må utføres.

(4) ÅDNEFJELL (lok. 54): Området inneholder lag og partier av Ti-rike granat-pyrok-senittiske bergarter omsluttet av anortositt. Eklogittiseringsgraden er vekslende. Tynnslip fra 4 prøver inneholder i gjennomsnitt 8.4 % rutil og 5.2 % ilmenitt. På grunn av relativt sterk overdekning er det ikke mulig å gi noen god vurdering av situasjonen. Videre undersøkelser må utføres.

(5) MJÅVATN (Odland; lok. 56): En 10+? m bred og 100+? m lang granatrik eklogitt-sone i eklogittisert anortositt inneholder i gjennomsnitt 4.3 % rutil og 3.3 % ilmenitt. Området er en god del overdekket. Videre undersøkelser må utføres.

7. EVENTUELLE ANDRE MINERALPRODUKTER FRA EKLOGITT.

Aktuelle biprodukter ved en eventuell produksjon av rutil fra eklogitt er apatitt og granat. Apatittinnholdet i Holsnøys eklogitter er lavt (ca. 0,2 %) og vil ikke kunne få særlig betydning, mens granat utgjør fra 20 til 40% av bergarten. Problemet er imidlertid at markedet for granat (som slipemiddel og til sandblåsing) er svært begrenset, og det vil trolig være nødvendig å utvikle nye anvendelser før granat kan få særlig betydning i eklogitt-sammenheng. En annen mulig anvendelse av eklogitt er til pukk og bygningsstein. Særlig eklogittisert anortositt som forekommer i store mengder på Holsnøy og som har svært gode mekaniske egenskaper, er attraktiv i denne sammenheng.

TEST AV PUKK-EGENSKAPER. (Laboratorieundersøkelsene blir nærmere forklart i bilag 8, side 7, 8 og 9.)

Tre prøver er testet, henholdsvis eklogitt fra Husebø-forekomsten, eklogittisert anortositt fra Odland (Mjåvatn) og eklogittisert anortositt fra Ådnefjell. Alle tre prøvene faller inn under klasse 2 etter fallprøven (Bilag 8, side 2-5). Omslagsverdien, spesielt for prøven fra Odland, viser en markert forbedring i både sprøhet- og flisighetstall. Forbedringen viser at prøvematerialet lar seg videreforedle ved flere-trinns knusing.

Slitasjemotstanden varierer noe for de tre prøvene. Både Ådnefjell og Odland har slitasjemotstand < 2.0 (Bilag 8, side 6).

Til veiformål dekker prøvene de fleste krav som stilles til tilslagsmateriale. Prøvene Ådnefjell og Odland har en ekstrem lav slitasjemotstand som tilfredstiller de strengeste krav for tilslag til anvendelse i slitedekker. Prøven fra Husebø dekker kravet for asfalttilslag for middels trafikkbelastede veier.

Prøven fra Husebø har et noe høyt glimmerinnhold for anvendelse i betong. Ellers er det ikke observert uheldige mineraler i noen av prøvene m.h.p. betongformål.

Prøvenes høye spesifikke vekt (3.11-3.26 for fraksjon 8.0-11.2 mm) gjør bergarten interessant som ballastmedium.

8. KONKLUSJON OG FORSLAG TIL VIDERE UNDERSØKELSER.

En kan i øyeblikket ikke gi noen god vurdering av om Husebø-forekomsten kan drives på rutil. Undersøkelsene så langt viser imidlertid klart at både ved Husebø og i andre områder på Holsnøy må arbeidene videreføres.

Husebø-forekomsten har rutil-mineraliseringer over et areal på minst 100.000 m². Det er sannsynlig at forekomsten rekker ned til minst 100 m dyp, og den kan ha en størrelse på minst 30 millioner tonn. Hovedproblemet blir å komme fram til korrekte tall for rutilgehalten i forekomsten og avgjøre om den er høy nok til å kunne gi grunnlag for drift.

Ut fra den utførte prøvetakingen, synes gjennomsnittlig rutilgehalt, iallfall i deler av forekomsten, å ligge mellom 3% (basert på analyser av borkaks) og 4.9 % (basert på punkttellinger av 37 tynnslip). Nå er det heller ikke kjent hvor stor andel av rutil en kan regne med å kunne utvinne ved en eventuell drift. Oppredningsforsøk er nødvendig for å kunne gi en god vurdering av dette. Omfattende diamantboringer bør ikke utføres før rutilfordelingen i forekomstens utgående er nøye kartlagt og oppredningsforsøk er utført.

Andre forekomster som Buhellarvika og Sætrevik Øst, Ådnefjell og Mjåvatn er trolig av vesentlig mindre størrelse enn Husebø, men med høyere rutilgehalter. Disse forekomster ligger omgitt av eklogittisert anortositt som er en bergart med meget gode pukke-egenskaper.

De geofysiske undersøkelsene har vist at både magnetometri og industert polarisasjon (IP) kan gi verdifull informasjon ved leting etter forekomster av Husebø-typen.

Følgende videre undersøkelser anbefales:

(1) Husebø. Det er viktig å komme fram til pålitelige tall for gjennomsnittlig rutilgehalt over forekomstens utgående. Prøvetakingen foreslås derfor videreført i form av borkaks-prøvetaking med ca. 1 m lange hull i et prøvenett som dekker hele forekomstområdet. Det må benyttes en metode som reduserer støvtapet til et minimum. Borkakset må så analyseres med Titanias metode som skiller ut rutilbundet TiO₂.

(2) Av like stor betydning er det å gjøre oppredningsforsøk på prøver fra Husebø-forekomsten for å avgjøre hvor mye rutil i bergarten som lar seg utvinne, samt bestemme hvilken kvalitet rutil- og ilmenitt-konsentrater vil ha.

(3) Områdene Buhellarvika og Sætrevik Øst, Ådnefjell og Mjåvatn bør undersøkes i detalj med (a) kartlegging av de forskjellige bergartsvarianter, (b) støvprøvetaking av eksisterende blotninger (c) magnetiske bakkemålinger.

(4) Utvalgte delområder med eklogittisert anortositt som har attraktiv beliggenhet nær sjø og vei kartlegges og prøvetas i detalj med henblikk på byggeråstoff-problematikken.

(5) Titan/rutil-rike bergarter i de aktuelle områder har gjennomgående høyere magnetisk susceptibilitet enn de omkringliggende bergarter. Det kan derfor være en mulighet for å påvise eventuelle nye store forekomster ved hjelp av helikopterbaserte magnetiske målinger. Et 25 km² stort område mellom Husebø og Odland anbefales helikoptermålt

for å påvise eventuelle store forekomster utenom Husebø-området.

(6) På bakgrunn av laboratoriemålinger på bergartsprøver fra Holsnøy har fjernanalyse-laboratoriet ved Stockholms universitet vist at rutilrike eklogitter fra Holsnøy trolig kan detekteres v.h.a. Landsat TM digitale satellittbilder. Det er ønskelig å gjennomføre et fjernanalyse forsøksprosjekt m.h.p. å påvise og skille fra hverandre forskjellige eklogitt-varianter på Holsnøy. Hvis et slikt prosjekt blir vellykket, åpner dette for interessante perspektiver for kartlegging av rutil/eklogitt-forekomster i Vest-Norge.

10. LITTERATURREFERANSER:

- Austrheim, H. 1978: The metamorphic evolution of the granulite-facies rocks of Radøy, with special emphasis on the rocks of the mangerite complex. Cand. real avh., Universitetet i Bergen, 265 s.
- Austrheim, H. 1987: Eclogitization of lower crustal granulites by fluid migration through shear zones. *Earth Planet. Sci. Lett.* 81, 221-232.
- Austrheim, H. & Griffin, W.L. 1985: Shear deformation and eclogite formation within granulite-facies anorthosites of the Bergen Arcs, Western Norway. *Chem. Geol.* 50, 267-281.
- Austrheim, H. & Mørk, M.B.E. 1989: The lower continental crust of the Caledonian mountain chain: evidence from former deep crustal sections in western Norway. *Nor. geol. unders. Special Publ.* 3, 102-113.
- Cohen, A.S., O'Nions, R.K., Siegenthaler, R. & Griffin, W.L. 1988: Chronology of the pressure-temperature history recorded by a granulite terrain. *Contr. Miner. Petrol.* 98, 303-311.
- Griffin, W.L. 1972: Formation of eclogites and the coronas in anorthosites, Bergen Arcs, Norway. *Geol. Soc. Am. Mem.* 135, 37-63.
- Jamtveit, B. & Austrheim, H. (i trykk): Fluid-controlled eclogitization of granulites in deep crustal shear zones, Bergen Arcs, Western Norway. *Journ. Petrol.*
- Kolderup, C.F. & Kolderup, N.H. 1940: The geology of the Bergen Arc System. *Bergen Mus. Skrift.* 20, 1-137.
- Korneliussen, A. 1978: Befaringer av malmforekomster i Hordaland. NGU-rapport nr. 1560/17C, 58 s. + bilag.
- Korneliussen, A. og Foslie, G. 1985: Rutilebearing eclogites in the Sunnfjord region of Western Norway. *Nor. geol. unders.* 402, 65-71.
- Korneliussen, A., Geis, H.P., Gierth, E., Krause, H., Robins, B. & Schott, W. 1985: Titanium ores: an introduction to a review of titaniferous magnetite, ilmenite and rutile deposits in Norway. *Nor. geol. unders.* 402, 7-23.
- Korneliussen, A. 1989: Rutil i eklogitt, Gulen, Sogn og Fjordane. NGU-rapport nr. 89.110.
- Krause, H., Gierth, E. & Schott, W. 1985: Fe-Ti deposits in the South Rogaland Igneous Complex, with special reference to the Åna-Sira Anorthosite Massif. *Nor. geol. unders. Bull.* 402, 25-37.
- Lauritsen, T. & Rønning, J. S. 1990: Petrofysiske og geofysiske undersøkelser på rutilførende eklogitt ved Husebø, Meland kommune, Hordaland. NGU-rapport nr. 90.004. Under arbeid.
- Towner, R.R., Gray, J.M. & Porter, L.M. 1988: International strategic minerals inventory summary report - Titanium. U.S. geological Survey Circular 930-G, 58s.

Bilag 1. Analyser av borkaks på TiO_2 med bærbart XRF-feltinstrument fra Nuclear Enterprises LTD. Alle analyser er oppgitt i % TiO_2 . Høye TiO_2 -gehalter er gjennomgående for lave (se teksten).

Prøve	Analyse	Prøve	Analyse	Prøve	Analyse	Prøve	Analyse
P1.1	1.15	P1.51	4.4	P1.101	1.3	P1.151	5.5
2	1.95	52	3.95	102	4.6	152	3.1
3	3.4	53	4.9	103	5.1	153	5.1
4	1.9	54	5.65	104	4.4	154	5.65
5	3.1	55	3.85	105	4.4	155	2.8
6	4.7	56	4.1	106	5.5	156	2.7
7	1.6	57	7.15	107	3.15	157	4.1
8	3.6	58	4.8	108	5.3	158	4.7
9	2.6	59	5.25	109	3.5	159	3.15
10	3.5	60	5.1	110	6.75	160	2.6
11	2.8	61	5.5	111	6.3	161	2.5
12	3.4	62	6.15	112	4.75	162	1.4
13	5.5	63	6.85	113	6.0	163	1.4
14	5.8	64	1.6	114	6.05	164	1.8
15	2.6	65	4.6	115	5.8	165	2.1
16	2.65	66	4.3	116	7.0	166	1.7
17	4.9	67	3.7	117	4.95	167	2.2
18	3.75	68	5.1	118	6.7	168	1.4
19	2.8	69	5.9	119	5.25	169	5.1
20	3.55	70	5.4	120	4.85	170	3.6
21	2.05	71	5.8	121	4.2	171	3.65
22	1.25	72	5.8	122	2.9	172	4.0
23	3.8	73	3.8	123	6.75	173	3.4
24	4.6	74	1.6	124	3.4	P2. 1	6.9
25	2.8	75	3.4	125	5.1	2	4.9
26	4.5	76	5.35	126	5.4	3	2.8
27	3.75	77	6.0	127	7.4	4	2.5
28	4.4	78	2.6	128	5.9	5	4.4
29	3.6	79	5.0	129	4.75	6	6.4
30	5.45	80	4.75	130	7.5	7	4.6
31	4.7	81	6.3	131	5.15	8	2.5
32	4.25	82	3.8	132	5.65	9	2.4
33	4.5	83	4.25	133	6.1	10	2.0
34	4.95	84	2.1	134	4.25	11	2.8
35	5.6	85	4.7	135	5.75	12	1.6
36	5.25	86	3.3	136	5.3	13	3.6
37	6.4	87	4.35	137	2.95	14	4.9
38	5.5	88	5.35	138	3.85	15	4.2
39	4.85	89	2.65	139	1.45	16	3.4
40	5.1	90	4.2	140	1.9	17	2.8
41	6.65	91	4.6	141	3.2	18	5.1
42	5.4	92	1.1	142	2.9	19	8.4
43	5.05	93	0.6	143	2.2	20	6.1
44	8.4	94	2.9	144	3.9	21	6.1
45	4.9	95	2.1	145	4.7	22	6.0
46	4.7	96	3.45	146	4.3	23	6.4
47	5.4	97	2.55	147	4.85	24	4.7
48	1.2	98	4.0	148	4.7	25	5.9
49	3.3	99	3.6	149	5.3	26	5.1
50	4.3	100	3.3	150	4.95	27	6.0

P2.28	3.1	P3.26	3.4	P4.12	4.2	53	4.75
29	2.0	27	5.8	13	5.3	54	5.35
30	2.6	28	5.9	14	6.5	55	4.45
31	3.3	29	5.9	16	7.2	56	4.9
32	5.2	30	4.3	17	6.1	57	5.2
33	5.3	31	3.7	18	6.0	58	4.2
34	5.0	32	2.9	P5. 1	1.2	59	5.3
35	4.4	33	3.9	2	4.4	60	5.7
36	4.8	34	2.7	3	4.2	61	5.0
37	3.1	35	2.8	4	3.5	62	4.5
38	1.9	36	5.9	5	1.5	63	3.4
39	2.9	37	4.6	6	5.0	64	4.7
40	2.6	38	4.7	7	2.7	65	5.2
41	2.15	39	7.1	8	1.9	66	4.4
42	4.3	40	3.9	9	3.0	67	4.4
43	3.8	41	1.1	10	4.85	68	4.25
44	1.95	42	5.7	11	4.0	69	4.45
45	2.7	43	7.5	12	6.9	70	2.25
46	2.8	44	7.7	13	5.3		
47	2.1	45	7.2	14	4.0		
48	3.4	46	5.5	15	2.7		
49	3.1	47	5.2	16	4.7		
50	5.6	48	5.9	17	4.7		
51	6.25	49	8.1	18	3.4		
52	6.2	50	5.4	19	2.7		
53	3.2	51	4.3	20	2.5		
54	4.7	52	5.8	21	3.7		
55	6.2	53	5.9	22	3.0		
56	3.7	54	7.5	23	5.1		
57	2.6	55	9.3	24	4.1		
58	3.2	56	7.1	25	4.75		
59	3.6	57	7.6	26	7.3		
P3. 1	3.85	58	3.4	27	5.1		
2	4.0	59	6.4	28	5.35		
3	5.5	60	3.1	29	5.1		
4	4.2	61	3.5	30	2.1		
5	2.1	62	2.5	31	4.5		
6	1.3	63	4.5	32	6.6		
7	3.8	64	1.3	33	5.0		
8	5.25	65	2.0	34	5.3		
9	4.0	66	1.3	35	5.15		
10	4.7	67	1.2	36	3.2		
11	4.7	68	2.3	37	4.3		
12	3.7	69	1.5	38	2.1		
13	4.1	70	1.3	39	3.9		
14	2.9	71	1.7	40	5.15		
15	2.7	72	1.4	41	4.1		
16	5.3	P4. 1	1.25	42	5.8		
17	2.1	2	1.1	43	4.9		
18	3.7	3	1.3	44	5.15		
19	4.6	4	0.9	45	4.25		
20	2.2	5	1.2	46	5.7		
21	5.7	6	1.1	47	5.4		
22A	1.7	7	3.7	48	5.6		
22B	5.6	8	2.6	49	5.3		
23	4.9	9	5.7	50	4.95		
24	6.3	10	5.3	51	4.7		
25	4.3	11	4.5	52	5.45		

Bilag 2. XRF-analyser av knakkprøver på hovedelementer.
 Prøvene er nærmere beskrevet i Bilag 4.
 Analysene er utført av NGU.

Lokalitet	Prøve	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	Gl.tap	Sum
Husebø	P1.29	49.25	15.26	12.96	3.78	5.17	6.91	3.95	1.78	0.09	0.04	0.84	100.34
Husebø	P1.44	38.13	10.81	24.02	10.65	6.35	6.52	2.24	1.01	0.13	0.04	0.21	100.11
Husebø	P1.150	46.15	14.58	15.05	5.43	5.09	6.79	3.14	1.90	0.11	0.05	0.71	98.98
Husebø	P2.1	43.71	15.13	16.98	8.73	4.47	6.32	3.19	1.28	0.10	0.04	0.26	100.20
Husebø	P2.12	47.91	13.59	11.28	0.87	8.20	12.08	2.24	1.86	0.16	0.07	0.98	99.23
Husebø	P3.40	44.59	14.64	16.80	4.05	6.62	9.57	2.71	0.75	0.21	0.24	0.03	100.22
Husebø	P3.55	40.48	14.44	18.63	10.19	5.19	7.88	2.50	0.78	0.12	0.06	-0.18	100.19
Husebø	P4.6	46.38	14.32	14.49	1.35	9.10	9.64	3.17	0.50	0.19	0.24	0.39	99.77
Husebø	P5.12	42.19	14.14	19.89	7.94	4.90	5.82	2.45	2.03	0.13	0.04	0.63	100.16
Husebø	P5.28	44.50	17.13	15.63	5.86	4.43	6.14	2.58	3.05	0.10	0.05	0.94	100.43
Husebø	KH1A	51.69	17.11	11.20	3.87	3.93	6.19	4.19	2.12	0.08	0.04	0.34	100.76
Husebø	KH2A	45.49	15.87	15.79	5.84	4.62	7.51	3.20	1.42	0.13	0.04	0.44	100.34
Husebø	KH2B	45.97	16.53	15.12	4.96	4.83	7.11	3.52	1.81	0.12	0.04	0.46	100.44
Husebø	KH2C	46.11	15.87	15.42	6.41	4.60	7.26	2.71	1.88	0.10	0.04	0.60	100.11
Husebø	KH3	49.54	13.79	15.42	4.73	4.30	5.76	4.22	1.53	0.15	0.03	-0.02	99.43
Husebø	KH4	47.77	16.09	14.37	6.06	3.87	5.98	3.90	1.92	0.09	0.04	-0.01	100.74
Husebø	KH8A	45.70	16.05	14.30	5.23	5.02	6.34	3.51	2.64	0.18	0.06	1.18	100.11
Husebø	KH8B	44.68	14.65	18.27	8.27	3.98	5.58	3.73	1.15	0.10	0.03	0.23	100.47
Husebø	KH10	45.19	14.78	17.04	5.72	5.86	6.94	3.76	0.81	0.16	0.06	0.40	100.71
Sætrevik	KH9A	39.69	11.42	25.37	3.49	8.26	8.21	1.41	0.38	0.31	0.66	0.52	99.70
Sætrevik	KH9B	44.43	15.15	17.62	2.36	5.81	8.68	2.89	0.97	0.23	1.52	0.41	100.37
Sætrevik	KH9C1	32.27	6.12	37.53	5.47	9.42	6.90	1.06	0.17	0.25	0.42	-0.23	99.38
Sætrevik	KH9C2	34.68	9.01	32.65	4.61	7.83	7.52	1.44	0.45	0.29	0.88	0.07	99.43
Sætrevik	KH9D	42.43	13.27	18.95	2.93	6.44	9.64	3.11	0.60	0.32	1.57	0.36	99.64
Sætrevik	KH9E	43.78	15.25	17.71	2.82	5.36	8.54	3.19	0.88	0.32	1.87	0.10	99.64
Sætrevik	KH9F	40.17	14.97	20.65	3.94	5.56	8.38	2.64	0.65	0.31	1.97	0.36	99.61
Sætrevik	KH9G	43.58	14.44	19.30	2.31	6.03	9.46	2.76	0.78	0.22	1.19	0.26	100.34
Sætrevik	KH9H	44.59	14.95	18.09	2.44	5.61	8.96	3.00	1.03	0.24	1.36	0.39	100.46
Kårbo	KH20	47.25	14.38	15.25	5.71	4.37	5.80	3.53	2.31	0.13	0.19	0.83	99.78
Kårbo	KH21	58.11	19.92	4.55	0.94	1.84	4.20	6.41	2.35	0.04	0.39	0.66	99.10
Kårbo	KH22	44.40	13.83	19.72	2.93	5.78	9.27	3.23	0.26	0.26	0.73	-0.11	100.31
Kårbo	KH23	48.68	16.64	15.12	1.60	5.72	8.12	3.64	0.66	0.17	0.04	0.15	100.73
Kårbo	KH24	44.77	13.23	18.64	3.12	6.32	10.17	3.29	0.44	0.37	0.31	-0.10	100.34
Kårbo	KH25	44.89	12.85	18.20	3.21	6.39	10.74	3.36	0.53	0.32	0.26	-0.05	100.71
Kårbo	KH26	49.58	15.32	14.78	2.40	4.98	7.17	3.45	1.46	0.19	0.75	0.25	100.31
Kårbo	KH27	45.89	14.83	18.75	2.44	6.31	8.62	3.20	0.21	0.26	0.21	-0.19	100.33
Kårbo	KH28	49.99	15.22	15.20	1.56	6.93	7.95	3.41	0.54	0.20	0.06	0.33	100.38
Kårbo	KH7A	48.10	15.52	13.31	4.89	3.83	6.18	3.59	2.40	0.11	0.04	1.15	99.13
Kårbo	KH7B	40.88	13.82	19.27	10.59	4.52	7.38	3.11	0.36	0.15	0.04	0.35	100.47
Odland	KH12	44.84	15.97	17.57	2.63	7.48	10.34	2.13	0.05	0.22	0.03	0.04	100.09
Odland	KH13	48.92	24.74	4.52	0.13	6.22	11.16	3.21	0.16	0.15	0.02	0.63	99.77
Havresvåg	KH14A	45.84	13.24	18.26	3.45	5.73	7.32	3.12	1.57	0.26	0.56	0.66	100.01
Havresvåg	KH15	46.55	14.59	16.57	6.94	4.79	6.28	3.35	1.11	0.11	0.07	0.25	100.60
Ådnefjell	KH16	48.39	14.47	14.63	1.98	5.97	9.94	3.55	0.90	0.21	0.30	0.27	100.62
Ådnefjell	KH17	42.15	14.35	17.94	5.74	7.76	9.94	2.27	0.11	0.20	0.05	0.39	100.90

Bilag 3. Mikrosondeanalyser av eklogittmineraler, Husebø. Analysene er utført ved IKU's mikrosonde, Trondheim, og ved Mineralogisk-geologisk museum, Oslo (HA-prøvene).

Prøve	Mineral	TiO ₂	V ₂ O ₅	FeO	MnO	MgO
B30	Ilm	51.22	.30	44.94	.49	.59
B30B	Ilm	45.31	.27	49.52	1.08	.00
B30B	Ilm	51.70	.29	45.48	.57	.09
B32A	Ilm	45.55	.25	50.22	.20	.47
B32B	Ilm	46.38	.27	48.78	.30	1.05
B30	Ilm	52.68	.10	45.14	.50	.85
B30D	Ilm	49.77	.21	48.74	.22	.06
B30D	Ilm	49.26	.26	48.83	.22	.09
B30D	Ilm	50.08	.28	47.30	.21	.78
B30D	Ilm	48.03	.28	48.58	.33	.42
HA45	Ilm	48.69	.00	48.82	.87	.01
H5-1A	Ilm	50.93	.13	47.13	.46	1.28
H5-1B	Ilm	51.51	.16	47.01	.59	.99
H2-1A	Ilm	53.11	.03	45.40	.34	1.00
H2-2A	Ilm	53.87	.19	44.50	.33	.98
H2-2B	Ilm	53.06	.12	45.28	.41	1.06
H4-1A	Ilm	52.03	.27	47.36	.08	.14
H4-1B	Ilm	51.30	.31	48.02	.12	.12
H4-2A	Ilm	51.81	.34	47.10	.13	.59
H4-2B	Ilm	51.40	.24	48.59	.14	.58
B6A-1B	Ilm	52.87	.29	45.84	.46	.50
B6A-1C	Ilm	53.08	.14	45.69	.49	.55
B6A-3A	Ilm	51.52	.16	47.61	.47	.19
B6A-3B	Ilm	51.64	.15	47.41	.39	.17
B6B-1C	Ilm	49.79	.19	49.02	.55	.38
B6B-1D	Ilm	51.26	.12	47.83	.40	.34
B6B-2A	Ilm	51.10	.22	47.96	.40	.35
B6B-2B	Ilm	51.73	.18	47.16	.47	.44
B6E-1B	Ilm	50.49	.20	48.15	.15	.80
B6E-1C	Ilm	51.70	.21	47.33	.70	.01
B6E-2A	Ilm	51.29	.25	47.51	.27	.58
B6E-2B	Ilm	50.42	.01	47.54	1.85	.03
B6E-3A	Ilm	51.84	.19	47.05	.14	.71
B6E-3B	Ilm	51.62	.21	47.53	.32	.22
B6E-3C	Ilm	51.14	.19	46.80	1.48	.23
B6E-4A	Ilm	50.25	.22	48.55	.48	.42
B6E-4B	Ilm	50.44	.13	48.58	.48	.32
B30B	Rutil	98.80	.45	.67	.04	.00
B30B	Rutil	99.20	.35	.41	.01	.01
B30B	Rutil	99.01	.50	.49	.00	.00
B32B	Rutil	98.98	.57	.37	.07	.00
B30	Rutil	99.16	.44	.34	.04	.01
B30D	Rutil	99.20	.38	.39	.01	.00
B30D	Rutil	99.10	.57	.24	.02	.00
B30D	Rutil	99.50	.58	.22	.00	.00
HA45	Rutil	99.50	.00	.34	.00	.02
H5	Rutil	99.24	.33	.31	.01	.01
H4-2C	Rutil	99.35	.38	.18	.01	.00

B6A-1A	Rutil	99.49	.22	.22	.03	.00
B6A-3C	Rutil	99.19	.40	.37	.01	.00
B6B-1A	Rutil	99.44	.25	.25	.01	.00
B6B-1B	Rutil	99.36	.39	.15	.03	.02
B6E-1A	Rutil	99.21	.41	.38	.00	.00
B6E-4C	Rutil	99.22	.35	.40	.01	.00
B6E-4D	Rutil	99.21	.37	.37	.00	.00
B6B	Biot	- 4.26	-	17.11	-	12.59
B6B	Biot	4.23	-	17.34	-	12.81
B6B	Biot	3.53	-	17.90	-	12.46
B6B	Biot	3.95	-	15.21	-	14.94
H5	Muskov	.89	-	3.21	-	3.15
H5	Muskov	.88	-	3.02	-	3.33
HA45	Gntlc	.21	-	22.69	.58	8.90
HA45	Gntl	.18	-	26.29	.89	7.82
B6E-A	Gnt	.17	-	27.80	-	6.12
B6E-B	Gnt	.15	-	28.55	-	5.63
B6E-C	Gnt	.32	-	28.44	-	5.65
B6B	Gnt	.21	-	21.60	-	10.34
B6B	Gnt	.08	-	21.99	-	9.85
B6A	Gnt	.18	-	30.23	-	3.92
B6A	Gnt	.06	-	28.39	-	3.74
HA45	Hbl	.80	-	17.45	.24	8.13
B6E	Amf	.15	-	8.18	-	7.85
B6B	Amf	.21	-	9.59	-	8.83
B6A	Amf?	.55	-	18.59	-	8.97
B6A	Amf?	.84	-	19.98	-	8.25
B6A	Amf	.12	-	17.37	-	7.92
H5	Amf	.16	-	15.54	-	11.02
H5	Amf	.40	-	15.63	-	11.74
H5	Amf	.42	-	14.75	-	12.18
H5	Amf?	.01	-	17.24	-	8.77
H5	Amf	.12	-	15.61	-	8.03
B6A	MT	.09	.38	94.33	.02	.07
B6E	ag	.20	-	7.69	-	8.29
B6E	ag	.18	-	8.08	-	7.96
B6E	ag	.38	-	9.55	-	9.73
B6E	ag	.11	-	6.70	-	7.86
B6B-1A	ag	.08	-	7.01	-	6.14
B6B-1C	ag	.48	-	5.15	-	4.85
B6B-1C	ag	.23	-	6.96	-	6.55
B6B-1D	ag	1.38	-	6.27	-	5.30
B6B-1D	ag	1.35	-	7.30	-	6.46
B6B-1F	ag	.16	-	6.12	-	5.85
B6B	Gl.ag	.10	-	6.77	-	9.16
B6B	Gl.ag	.14	-	3.38	-	3.73
B6B	Gl.ag	.04	-	3.83	-	6.75
B6A	ag	.08	-	6.65	-	6.58
B6A	ag	.25	-	7.01	-	5.67
B6A	ag	.31	-	4.95	-	5.01
B6A	ag	.18	-	18.61	-	8.30
B6A	ag	.21	-	11.88	-	5.57
B6E	Gnt	.00	-	28.80	-	5.74
B6A	ag	.35	-	11.78	-	5.67
H5	ag	.09	-	5.03	-	7.40
H5	ag	.11	-	5.28	-	7.60

H5	ag	.01	-	2.29	-	3.17
H5	ag	.28	-	8.18	-	9.25
H5	ag	.03	-	3.55	-	5.53
H5	ag	.01	-	2.96	-	4.67

Ilm: Ilmenitt

Biot: Biotitt

Muskov: Muskovitt

Gnt: Granat

Amf: Amfibol

Mt: Magnetitt

ag: Finkornige omvandlingsaggregater
etter pyroksen eller en eklogitt-
amfibol.

Gl.ag: Lys glimmer i finkornig
omvandlingsaggregat.

Bilag 4. Beskrivelse av bergartsprøver

Hus=Husebø, Kår=Kårbo, Sæt=Sætreveika, Hav=Havresvågen, Odn=Odland, Ådn=Ådnefjell,
Buh=Buhellarvika, Alv=Alverstrømmen, Lys=Lyseknappen, Ask=Askeland

- (*) - Vol.% rutil og ilmenitt basert på modalanalyse av ett tynnslip
(#) - Vekt% TiO₂ basert på XRF-analyse (NGU's lab.instr. for knakkprøver; XRF-feltinstr. for borkaks). Prøvene benevnt Px-xx er borkaks og er analysert med XRF-feltinstrumentet. Tall i parentes er beregnet vekt-% TiO₂ på bakgrunn av punkttellinger (se Bilag 7). TiO₂-gehalten (analysen) er i endel tilfeller lavere enn hva rutil- og ilmenitt-innholdet indikerer. Dette skyldes inhomogenitet i prøvematerialet.

Prøve	Lok.	Koord.	(*) Rutil	(*) Ilm	(#) TiO ₂	Bergartsbeskrivelse
KH1	Hus	803253	4.04	16.57	-	Granulitt med ilmenittaggregater
KH1a	"	"	.97	2.77	3.87	Som KH1, analysen er gj.sn. av flere underprøver
KH2a	"	"	-	-	5.84	Eklogitt, veksler med granulitt
KH2b	"	"	3.57	2.66	4.96	Som KH2a
KH2c	"	"	3.86	3.47	6.41	Samleprøve over 10m mektighet av rutilrik eklogitt
KH3	"	"	.13	12.49	4.73	Ilmenittrik granulitt
KH4	"	802254	.93	7.40	6.06	Samleprøve over en 10 m mektig sone av granulitt med mye ilmenitt. Denne sonen blir gradvis eklogittisert mot SØ.
KH5	"	"	2.38	2.05	-	Begynnende eklogittisering av ilmenittrik granulitt
KH6a	Kår	822254	-	-	-	KH6a-c er utplukkede oksyd-rike prøver av en mørk mafisk bergart (ikke eklogitt) fra fyllmasse i veit.
b	"	"	-	-	-	
c	"	"	-	-	-	
KH7a	"	825254	.42	4.50	4.89	Prøvene KH7a-d er av relativt rutilrike eklogittvarianter i veiskjøring.
b	"	"	6.11	3.75	0.59	
c	"	"	-	-	-	
d	"	"	-	-	-	
KH8a	Hus	804254	2.13	3.06	5.23	Ti-rik eklogitt med delvis omvandlede ilmenittaggregater
KH8b	"	"	8.33	14.20	8.27	Gjennomsnitt av noen utplukkede ilmenittrike eklogittprøver er analysert.
KH9a	Sæt	805242	.0	-	3.49	Prøvene KH9a-h er fra en granat-pyrokсенitt ved Sætreveika. Bergarten består hovedsakelig av amfibol og granat, og er lokalt svært oksydrik (ilm+hem).
KH9b	"	"	1.70	1.44	2.36	Den har i visse partier gjennomgått eklogittisering (se KH12).
KH9c1	"	"	.0	-	5.47	
KH9c2	"	"	.0	-	4.61	
KH9d	"	"	.0	-	-	
KH9e	"	804242	.0	-	2.82	
KH9f	"	"	.0	-	3.94	
KH9g	"	"	1.47	2.35	2.31	
KH9h	"	"	.0	-	2.44	
KH10	Hus	806253	8.13	5.41	5.72	Ti-rik eklogitt like ved pr.pkt. P5.7
KH12	Odl	874239	2.21	.37	2.63	Eklogitt, fra en av de mere utviklede bergartene like ved anortosittmassivet. Tydelig Ti-anrikninger forekommer i 1-10 m mektige soner. Kan også forekomme i veksling med mere anortosittliknende bergarter.
KH13	"	873241	-	-	.13	Eklogitt derivert fra anortositt 200 m N for lok. KH 12.
KH14a	Hav	861241	-	-	3.45	Utplukket Ti-rik, retrograd eklogitt.
KH15	"	861242	-	-	6.94	Utplukket prøve fra en ca. 1 m mektig rutilrik sone i et større eklogittområde.
KH16	Ådn	857241	-	-	1.98	Ti-fattig eklogitt som trolig er ganske representativ for et større område som lokalt inneholder rike partier.
KH17	"	853241	-	-	5.74	Prøve fra et rutilrikt ca. 1 m mektig lag i eklogitt like N for anortosittmassivet
KH18	"	"	-	-	-	Representativ eklogittprøve fra området.
KH19	"	"	-	-	-	Som for KH18
						Inntrykk fra Odland-Havresvåg-Odnefjell-området: De mafiske bergarter som opptre N for anortosittmassivet og som tildels kan opptre i veksling med anortositt har gjennomgått en varierende grad av eklogittisering.
						Ø for Odnefjell forekommer et større område med sammenhengende eklogitt. Visse partier og smale soner kan være relativt rutilrike, men stort sett er rutilinnholdet lavt.
KH20	Kår	829254	-	-	-	Biotittrik amfibolitt.
KH21	"	826257	-	-	.94	Landsvik-mangeritt

KH20	Kår	829254	-	-	-	rutilinnholdet lavt.
KH21	"	826257	-	-	.94	Biotittrik amfibolitt.
KH22	"	828258	-	-	2.93	Landsvik-mangeritt
KH23	"	"	-	-	1.60	Eklogitt
KH24	"	"	-	-	3.12	Eklogitt, i veksling med en finkornig, biotittrik gneis.
KH25	"	"	-	-	3.21	Eklogitt
KH26	"	"	-	-	2.40	Eklogitt
KH27	"	"	-	-	2.44	Eklogitt
KH28	"	"	-	-	1.56	
KH50A	Alv	925227	-	-	-	Massiv ilmenittmalm (reg.424, Alverstrømmen)
KH50B	"	925227	-	-	-	Sidebergart til malmen: retrogradert mafisk bergart med ilmenitt-disseminasjon
KH51A	Lys	898285	-	-	-	Lyseknappen (reg.nr.326). Rik Ti-Fe malm i jotunitt-liknende bergart.
KH51B	"	898285	-	-	-	Som ovenfor.
KH51C	"	898285	-	-	-	Som ovenfor.
KH51D	"	"	-	-	-	Prøve fra amfibolittfacies skjærsone i en Ti-rik bergart
KH51E	"	"	-	-	-	Som ovenfor.
						Mineraliseringene i området opptrer som rike impregnasjoner og massive bånd over en samlet mektighet på minst 40m i gode blotninger ved sjøen.
						Primære strukturer i form av mulige intrusive relasjoner mellom bergartsvarianter kan iaktas.
KH52A	Ask	887295	-	-	-	Askeland (reg.nr. 327). Prøvene 52A, B og C viser forskjellige varianter av retrograderte jotunitt-liknende bergarter med markant Ti-Fe impregnasjon.
KH52B	"	"	-	-	-	Prøve 52C er granatholdig.
KH52C	"	"	-	-	-	Massiv Ti-Fe malm fra vannfylt skjerp 50 m ø for hovedveien ved Alverstrømmen (Rimmo).
KH53	Alv	924232	-	-	-	Prøvene 54A-D er fra en sone med relativt rutilrik eklogitt omgitt av eklogittisert anortositt
KH54A	Ådn	845246	3.53	2.78	-	mot N og S. Prøvene er fra utvalgte rutilrike mineraliseringer fra et område med relativt sterk overdekning. Rutilanrikningene opptrer gjennomgående som dm-1/2m mektige rutilrike slirer og bånd.
b	"	"	2.91	1.84	-	Samleprøve over 10m mektighet i relativt Ti-rik gnt.amf./eklogitt.
c	"	"	8.32	1.83	-	Prøvene er fra en Ti-rik eklogitt like inntil en eklogittisert anortositt. Overdekning gjør at det ikke er mulig å vurdere mineraliseringens mektighet utover det at den er minst 1 m.
d	"	"	9.22	1.97	-	Inntrykk fra Ådnefjellområdet:
KH55	"	"	<1	3-5	-	Området inneholder mye eklogitt, både derivert fra anortositt og fra jotunitt/mangeritt. Eklogittiseringen er imidlertid vekslende, likeså Ti-innholdet og forholdet rutil/ilmenitt.
KH56a	"	847246	2.70	1.27	(5.20)	Ti-rike partier synes gjennomgående å ha liten mektighet, og opptrer enten som cm-dm mektige slirer eller som rik impregnasjon over noen få meters mektighet. En god vurdering av mineraliseringen kan ikke gis fordi området er tildels kraftig overdekket.
b	"	"	6.17	5.12	(12.14)	1 m stor blotning (5 m til neste blotning) med Ti-rik eklogitt som trolig er derivert fra anortositt.
c	"	"	8.60	2.79	(14.05)	1/2 m mektig granat- og Ti-rik sone i anortositt-eklogitt. Det forekommer en rekke slike små soner og linser i området som tildels kan være Ti-rike.
d	"	"	7.48	2.75	(11.65)	Markant innslag av små linser og soner fra 1 cm til 10 m mektighet med godt synlig ilmenitt.
e	"	"	6.37	3.69	(12.10)	Granat- og Ti-rik eklogitt bergart med endel finkornig oksy.
f	"	"	7.58	5.43	(13.93)	Inntrykk fra Buhellarvikområdet:
KH57	Buh	801246	14.70	.85	(18.47)	Området inneholder et ujevt innslag av granat- og Ti-rik bergartsvarianter som dm-m-10m mektige bånd og linser, hvorav endel av disse har et markant Ti-innhold.
KH58	"	799247	3.06	.63	(4.46)	Eklogittiseringen er vekslende, likeledes rutil/ilmenitt-forholdet.
KH59	"	799246	.98	2.38	(3.19)	3 dm mektig granat- og Ti-rik eklogitt lag i en relativt mafisk ekl.anortositt.
KH60	"	799247	1.37	3.92	(4.87)	Granat- og Ti-rik eklogittsone, 10m +/- mektig og minst 100 m i lengdeutstrekning. Den ser ut til å splittes opp i flere mindre soner mot ø. Området inneholder flere slike partier/soner av titanrik eklogitt. Prøve 61A, B, C og D er for slip, og KH62E er for analyse.
KH61	Od1	874239	3.48	.43	(5.28)	Ti-Fe rike lag i eklogittisk anortositt opptrer som uregelmessige dm-tykke bånd og linser. Mektigheter på
KH62a	"	872240	2.73	1.13	(4.60)	
b	"	"	4.30	.30	(5.80)	
c	"	"	4.11	1.79	(6.55)	
d	"	"	3.03	6.30	(8.64)	
e	"	"				
KH63a	Sæt	812244	4.83	.72	(6.72)	
b	"	"	3.67	.32	(5.25)	

c	"	"	4.91	.47	(6.68)	over 5 m forekommer. Hvis gehaltene av rutil i det innsamlede materiale er av økonomisk interesse, må dette området undersøkes nærmere. Prøver: KH63A-G, fra 50-100m syd for trig.pkt. For alle profilene (P1, P2, P3, P4 og P5) er det stort sett tatt en knakkprøve pr. 10.borkaksprøve, som er punkttelt. Fordi eklogittbergarten er meget inhomogen i såvel titangehalt som i oksydmineralogi er det vanligvis et stort sprik mellom knakkprøven og den korresponderende borkaksprøves rutil- og ilmenittinnhold. Det er videre grunn til å forvente at borkaksprøvene ikke gir et representativt bilde av den korresponderende berggrunn fordi det trolig har vært en betydelig mineral-seggresjon p.g.a.kraftig vind mens prøvetakingen pågikk.
d	"	"				
e	"	"	5.09	.60	(6.80)	
P1-1	Hus	-	.2	.2	1.2	
-10	"	"	1.84	.96	3.5	
-20	"	"	2.60	.74	3.5	
-30	"	"	6.66	2.61	5.4	
-40	"	"	4.42	1.70	5.1	
-50	"	"	1.02	1.91	4.3	
-60	"	"	-	-	5.1	
-70	"	"	6.37	183	5.4	Gjennomsnitt profil 1: 2.22 vol.% ilmenitt og 3.70 vol.% rutil.
-80	"	"	2.76	3.71	4.7	
-90	"	"	2.46	1.19	4.2	
-103	"	"	4.12	.47	5.1	
-109	"	"	5.54	.16	3.5	
-120	"	"	3.79	3.29	4.8	
-131	"	"	2.59	3.81	5.1	
-141	"	"	10.33	2.39	3.2	
-152	"	"	5.10	3.56	3.1	
-160	"	"	1.20	3.22	2.8	
-170	"	"	1.97	5.97	3.6	Gjennomsnitt for profil 3: 1.96 vol.% ilmenitt og 3.07 vol.% rutil
P3-1	"	"	10.15	4.88	3.9	
-10	"	"	2.27	.89	4.7	
-19	"	"	1.98	1.86	4.6	
-30	"	"	2.48	1.75	4.3	
-40	"	"	3.60	2.20	3.9	
-52	"	"	2.03	2.67	5.8	
-60	"	"	1.68	1.47	3.1	
-68.5	"	"	.39	.00	2.3	
P4-1	"	"	4.94	.99	1.3	Gjennomsnitt for profil 4: 0.69 vol.% ilmenitt og 4.36 vol.% rutil.
-1B	"	"	.44	.12	-	
-5	"	"	5.81	1.52	1.2	
-9	"	"	1.09	.06	5.7	
-15	"	"	9.52	.74	-	
-16	"	"	-	-	7.2	
P5-1	"	"	1.16	2.26	1.2	
-12	"	"	.65	3.44	6.9	
-20	"	"	3.63	1.34	2.5	
-31	"	"	5.38	1.88	4.5	
-41	"	"	.81	1.67	4.1	Gjennomsnitt for profil 5: 2.82 vol.% ilmenitt og 3.46 vol.% rutil.
-48	"	"	6.52	5.96	5.6	
-60	"	"	7.64	3.93	5.7	
-69	"	"	1.95	2.09	4.4	

Bilag 5. XRF-analyser av borkaks og knakkprøver
fra Husebø-forekomsten.

Prøve	Anal. (*)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅
P1.29	bk/NGU	49.25	15.26	12.96	3.78	5.17	6.91	3.95	1.78	.09	.04
P1.44	bk/NGU	38.13	10.81	24.02	10.65	6.35	6.52	2.24	1.01	.13	.04
P1.150	bk/NGU	46.15	14.58	15.05	5.43	5.09	6.79	3.14	1.90	.11	.05
P2.1	bk/NGU	43.71	15.13	16.98	8.73	4.47	6.32	3.19	1.28	.10	.04
P2.12	bk/NGU	47.91	13.59	11.28	.87	8.20	12.08	2.24	1.86	.16	.07
P3.40	bk/NGU	44.59	14.64	16.80	4.05	6.62	9.57	2.71	.75	.21	.24
P3.55	bk/NGU	40.48	14.44	18.63	10.19	5.19	7.88	2.50	.78	.12	.06
P4.6	bk/NGU	46.38	14.32	14.49	1.35	9.10	9.64	3.17	.50	.19	.24
P5.12	bk/NGU	42.19	14.14	19.89	7.94	4.90	5.82	2.45	2.03	.13	.04
P5.28	bk/NGU	44.50	17.13	15.63	5.86	4.43	6.14	2.58	3.05	.10	.05
KH1A	kp/NGU	51.69	17.11	11.20	3.87	3.93	6.19	4.19	2.12	.08	.04
KH2A	kp/NGU	45.49	15.87	15.79	5.84	4.62	7.51	3.20	1.42	.13	.04
KH2B	kp/NGU	45.97	16.53	15.12	4.96	4.83	7.11	3.52	1.81	.12	.04
KH2C	kp/NGU	46.11	15.87	15.42	6.41	4.60	7.26	2.71	1.88	.10	.04
KH3	kp/NGU	49.54	13.79	15.42	4.73	4.30	5.76	4.22	1.53	.15	.03
KH4	kp/NGU	47.77	16.09	14.37	6.06	3.87	5.98	3.90	1.92	.09	.04
KH8A	kp/NGU	45.70	16.05	14.30	5.23	5.02	6.34	3.51	2.64	.08	.06
KH8B	kp/NGU	44.68	14.65	18.27	8.27	3.98	5.58	3.73	1.15	.10	.03
KH10	kp/NGU	45.19	14.78	17.04	5.72	5.86	6.94	3.76	.81	.16	.06
P1.130	bk/T	41.89	10.86	22.21	9.20	4.82	5.90	2.22	1.06	.15	.04
P1.131	bk/T	45.74	13.88	16.46	6.12	4.74	4.55	2.91	3.28	.11	.05
P1.132	bk/T	42.16	12.59	17.67	6.03	5.75	6.86	2.75	2.34	.12	.05
P1.133	bk/T	44.67	11.01	19.61	6.74	5.24	.23	3.09	.62	.15	.04
P1.134	bk/T	42.15	15.84	14.91	4.62	4.50	4.45	2.10	6.69	.11	.06
P1.135	bk/T	46.29	13.15	16.10	5.28	4.95	7.12	3.48	2.06	.11	.05
P1.136	bk/T	43.54	14.09	16.29	5.84	5.09	5.69	2.58	3.65	.11	.05
P1.137	bk/T	43.63	16.67	10.78	2.78	5.22	6.64	2.15	6.32	.10	.08
P1.138	bk/T	43.81	12.99	14.47	3.85	6.01	9.30	2.44	2.53	.12	.05
P1.139	bk/T	42.98	22.02	6.42	1.24	3.21	4.24	.97	15.94	.02	.12
P1.140	bk/T	45.95	16.14	11.30	1.67	5.30	5.85	2.95	5.92	.11	.07
P1.141	bk/T	47.29	14.74	12.90	3.02	5.27	5.97	3.58	3.62	.12	.05
P1.142	bk/T	48.45	10.38	14.70	2.75	7.83	10.88	3.25	1.00	.16	.06
P1.143	bk/T	48.45	16.50	10.95	2.72	4.85	5.17	3.00	5.89	.12	.05
P1.144	bk/T	47.15	13.48	15.37	5.01	5.00	6.64	3.28	2.39	.12	.05
P1.145	bk/T	45.31	13.86	15.10	5.18	4.81	5.95	3.19	3.23	.12	.06
P1.146	bk/T	44.66	13.46	15.44	4.62	5.17	7.03	3.18	2.98	.12	.05
P1.147	bk/T	44.73	13.63	15.27	4.93	4.98	7.14	2.99	3.08	.12	.05
P1.148	bk/T	45.54	14.07	15.50	5.11	4.94	5.82	2.84	3.68	.13	.05
P1.149	bk/T	47.59	14.16	15.73	6.01	4.52	5.13	2.76	3.45	.11	.05
P1.150	bk/T	46.02	12.20	16.26	5.34	5.25	6.80	3.11	2.07	.12	.06
P1.151	bk/T	41.37	10.53	17.17	6.05	5.19	6.32	2.55	1.91	.14	.03
P1.152	bk/T	43.00	12.76	15.93	3.28	5.81	7.61	3.02	2.95	.14	.05
P3.19	kp/DP	48.11	14.28	14.31	4.27	4.70	4.64	-	1.58	.16	.05
P3.30	kp/DP	49.74	14.94	15.08	3.49	4.00	4.31	-	1.62	-	-
P3.40	kp/DP	42.52	15.83	16.28	6.60	4.30	7.71	-	1.32	-	-
P3.52	kp/DP	46.83	12.20	14.84	4.64	6.20	6.61	-	.92	-	-
P3.60	kp/DP	45.90	13.15	16.44	3.78	6.40	7.06	-	.21	-	-
P3.68.5	kp/DP	48.40	13.62	12.65	1.22	7.40	7.77	-	.84	-	-
P1.30	kp/DP	51.62	16.45	10.97	5.14	2.40	3.06	-	2.67	-	-
P1.1	kp/DP	49.44	11.28	12.93	1.15	8.50	10.26	-	.39	-	-
P1.20	kp/DP	47.13	15.56	14.51	7.66	3.10	3.86	-	1.78	-	-
P1.30	kp/DP	51.62	16.45	10.97	5.14	2.40	3.06	-	2.67	-	-
P1.40	kp/DP	51.97	16.02	12.10	3.92	3.40	3.36	-	2.72	-	-

P1.50	kp/DP	56.51	17.61	6.69	1.98	2.60	3.97	-	2.93	-	-
P1.103	kp/DP	47.53	13.01	15.83	4.87	4.90	6.63	-	.66	-	-
P1.10	kp/DP	52.34	15.30	11.17	2.82	4.60	4.32	-	1.85	-	-
P1.131	kp/DP	43.94	14.21	16.76	7.92	3.60	4.55	-	1.85	-	-
P1.160	kp/DP	52.34	15.30	11.17	2.82	4.60	4.32	-	1.85	-	-
P1.90	kp/DP	52.92	15.39	11.78	2.81	4.10	4.32	-	2.48	-	-
P3.1	kp/DP	47.53	14.34	14.94	6.75	4.00	5.08	-	1.16	-	-
P3.10	kp/DP	44.27	11.03	15.60	9.18	4.80	6.52	-	.36	-	-

(*): bk/NGU: Borkaks analysert av NGU
 bk/T: Borkaks analysert av Titania
 kp/NGU: Knakkprøver analysert av NGU
 kp/DP: Knakkprøver analysert av DuPont
 -: ikke analysert

Bilag 6. XRF- og kjemiske analyser av borkaks utført av
Titania A/S. Alle analyser er oppgitt i vekt-%.

Prøvene er analysert med XRF (13 elementer). Parallellanalyser av prøve P1.150 utført ved NGU er tatt med under XRF-analyser. I tillegg er TiO_2 bestemt kjemisk både totalt og HCl-løselig. Magnetisk andel er bestemt med Satmangan magnetvekt. Kvalitativ analyse er utført på 5 prøver (P1.130, P1.139, P1.142, P1.145 og P1.151).

XRF-ANALYSER: XRF-analysen er utført på pulverprøver. Parallellanalyse utført ved NGU (P1.150) tyder på at TIAs analyser ligger høyere enn NGUs for Fe_2O_3 , mens Al_2O_3 ligger noe lavere. De andre analysene viser sammenfallende resultat.

% MAGNETISK: Magnetisk andel (vekt-% magnetitt) er bestemt med Satmangan magnetvekt (pulverisert gods).

KJEMISK BESTEMMELSE AV TiO_2 .

TiO_2 KJEMISK TOTAL: Prøven smeltes i pyrosulfat og løses deretter i HCl. Ti reduseres med Al og titreres med Fe-am-sulfat. Metoden vil gi totalt innhold av TiO_2 med unntak av silikatbundet Ti.

TiO_2 KJEMISK HCl-LØST: Prøven løses i kons. HCl. Ti reduseres med Al og titreres med Fe-am-sulfat. Ilmenitt løses i HCl, mens f.eks. rutil vil forbli uløst.

TiO_2 UOPPLØST I HCl: Differansen mellom TiO_2 (tot) og TiO_2 (HCl-løst) gir et mål for rutil-innholdet (dersom ikke andre HCl-uløselige Ti-forbindelser er tilstede).

Pr.nr.	TiO ₂ XRF tot.	TiO ₂ Kjem. tot	TiO ₂ Kjem. HCl-løst	TiO ₂ Uoppl. i HCl	Magn. Satmangan magnetvekt
-P1.130	9.20	9.01	3.78	5.23	1.5
131	6.12	6.02	3.01	3.01	1.7
132	6.03	6.10	1.93	4.17	1.4
133	6.74	6.72	1.59	5.13	1.4
134	4.62	4.71	1.97	2.74	1.1
135	5.26	5.43	1.54	3.89	1.7
136	5.84	6.07	2.51	3.56	2.4
137	2.78	2.88	1.41	1.47	0.2
138	3.85	3.98	0.96	3.02	0.5
139	1.24	1.38	0.32	1.06	<0.1
140	1.67	1.72	0.73	0.99	<0.1
141	3.82	3.93	0.93	3.00	0.8
142	2.75	2.89	0.78	2.11	0.2
143	2.72	2.74	0.74	2.00	0.3
144	5.01	5.16	1.93	3.23	1.2
145	5.18	5.22	1.90	3.32	1.2
146	4.62	4.93	1.64	3.29	1.2
147	4.93	5.23	1.57	3.66	1.1
148	5.11	5.17	2.10	3.07	1.0
149	6.01	5.96	2.93	3.03	1.0
150	5.34	5.51	2.37	3.14	1.0
151	6.05	6.31	1.66	4.65	1.8
152	3.28	3.34	1.16	2.18	0.9

XRF-analyser:

Pr.nr.	TiO ₂	Fe	P ₂ O ₅	S	Cr ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	Er	Fe ₂ O ₃	Sum
P1.130	9.20	15.53	0.040	0.324	0.055	41.89	5.90	4.82	10.86	0.146	1.06	2.22	0.016	22.21	98.74
131	6.12	11.51	0.050	0.103	0.017	45.74	4.55	4.74	13.88	0.105	3.28	2.91	0.017	16.46	97.97
132	6.03	12.36	0.053	0.102	0.037	42.16	6.86	5.25	12.59	0.117	2.34	2.75	0.018	17.67	95.98
133	6.74	13.71	0.035	0.248	0.054	44.67	8.23	5.24	11.01	0.158	0.62	3.09	0.015	19.61	99.72
134	4.62	10.43	0.064	0.061	0.026	42.15	4.45	4.50	15.84	0.113	6.69	2.10	0.017	14.91	95.55
135	5.26	11.26	0.052	0.089	0.026	46.29	7.12	4.95	13.15	0.109	2.06	3.48	0.018	16.10	98.71
136	5.84	11.39	0.053	0.108	0.014	43.54	5.69	5.09	14.08	0.113	3.65	2.58	0.018	16.29	97.06
137	2.78	7.54	0.079	0.004	0.021	43.63	6.64	5.22	16.67	0.102	6.32	2.15	0.018	10.78	94.42
138	3.85	10.12	0.052	0.191	0.033	43.81	9.30	6.01	12.99	0.118	2.53	2.44	0.019	14.47	95.81
139	1.24	4.49	0.116	0.010	0.008	42.98	4.24	3.21	22.02	0.018	15.94	0.97	0.017	6.42	97.19
140	1.67	7.90	0.071	0.009	0.023	45.95	5.85	5.30	16.14	0.108	5.92	2.95	0.020	11.30	95.31
141	3.82	9.02	0.053	0.166	0.026	47.29	5.97	5.27	14.74	0.119	3.62	3.58	0.019	12.90	97.57
142	2.75	10.28	0.059	0.031	0.032	48.45	10.88	7.83	10.38	0.163	1.00	3.25	0.024	14.70	99.55
143	2.72	7.66	0.049	0.000	0.029	48.45	5.17	4.85	16.50	0.115	5.89	3.00	0.020	10.95	97.75
144	5.01	10.75	0.049	0.094	0.032	47.15	6.64	5.00	13.48	0.120	2.39	3.28	0.020	15.37	98.64
145	5.18	10.56	0.056	0.158	0.024	45.31	5.95	4.81	13.86	0.115	3.23	3.19	0.018	15.10	97.00
146	4.62	10.80	0.053	0.214	0.030	44.66	7.03	5.17	13.46	0.117	2.98	3.18	0.019	15.44	96.98
147	4.93	10.68	0.049	0.110	0.031	44.75	7.14	4.98	13.63	0.120	3.08	2.99	0.017	15.27	97.10
148	5.11	10.84	0.054	0.049	0.030	45.54	3.82	4.94	14.07	0.129	3.68	2.84	0.018	15.50	97.78
149	6.01	11.00	0.053	0.084	0.034	47.59	5.13	4.52	14.16	0.113	3.45	2.76	0.017	15.73	99.65
150	5.34	11.37	0.057	0.205	0.036	46.02	6.80	5.25	12.20	0.118	2.07	3.11	0.019	16.26	97.48
* 150	5.43		0.05			46.15	6.79	5.09	14.58	0.11	1.90	3.14		15.05	98.29
151	6.05	12.01	0.034	0.056	0.037	41.37	6.32	5.19	10.53	0.135	1.91	2.55	0.018	17.17	91.37
152	3.28	11.14	0.047	0.076	0.033	45.00	7.61	5.81	12.76	0.138	2.95	3.02	0.020	15.93	96.67

* Analyseret ved NGU.

Bilag 7. Innhold av rutil- og ilmenittbundet TiO_2 i rutilførende eklogitt basert på punkttellinger av tynnslip.

- (1): Prøvenes spesifikke vekt.
- (2): Volumprosent rutil
- (3): Beregnet vektprosent rutil
- (4): Volumprosent ilmenitt
- (5): Beregnet vektprosent ilmenittbundet TiO_2
- (6): Beregnet TiO_2 (totalt).
 TiO_2 (silikatbundet) er anslått til 0.5 vekt-%.

Prøve	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
KH1	-	4.04	-	16.57	-	-
KH1A	-	.97	-	2.77	-	-
KH2B	-	3.57	-	2.66	-	-
KH2C	-	3.86	-	3.47	-	-
KH3	-	.13	-	12.49	-	-
KH4	-	.93	-	7.40	-	-
KH5	-	2.38	-	2.15	-	-
KH7A	-	.42	-	4.50	-	-
KH7B	-	6.11	-	3.75	-	-
KH8A	-	2.13	-	3.06	-	-
KH8A1	-	5.81	-	5.81	-	-
KH8B	-	8.33	-	14.20	-	-
KH10	-	8.15	-	5.41	-	-
KH12	-	2.21	-	.37	-	-
KH54A	3.32	3.53	4.47	2.78	2.00	6.97
KH54B	3.37	2.91	3.63	1.84	1.31	5.44
KH54C	2.99	8.32	11.69	1.83	1.47	13.65
KH54D	3.33	9.22	11.63	1.97	1.42	13.55
KH56A	3.06	2.70	3.71	1.27	.99	5.20
KH56B	3.28	6.17	7.90	5.12	3.74	12.14
KH56C	3.16	8.60	11.43	2.79	2.12	14.05
KH56D	3.41	7.48	9.21	2.75	1.93	11.65
KH56E	3.07	6.37	8.71	3.69	2.88	12.10
KH56F	3.34	7.58	9.53	5.43	3.90	13.93
KH57	3.55	14.70	17.39	.85	.57	18.47
KH58	3.63	3.06	3.54	.63	.42	4.46
KH59	3.65	.98	1.13	2.38	1.56	3.19
KH60	3.47	1.37	1.66	3.92	2.71	4.87
KH61	3.27	3.48	4.47	.43	.32	5.28
KH62A	3.41	2.73	3.36	1.13	.79	4.66
KH62B	3.54	4.30	5.10	.30	.20	5.80
KH62C	3.56	4.11	4.85	1.79	1.21	6.55
KH62D	3.42	3.03	3.72	6.30	4.42	8.64

KH63A	3.54	4.83	5.73	.72	.49	6.72
KH63B	3.41	3.67	4.52	.32	.22	5.25
KH63C	3.52	4.91	5.86	.47	.32	6.68
KH63E	3.62	5.09	5.91	.60	.40	6.80
P1.1	3.37	.20	.25	.20	.14	.89
P1.10	3.30	1.84	2.34	.96	.70	3.54
P1.20	3.14	2.60	3.48	.74	.56	4.54
P1.30	3.02	6.66	9.26	2.61	2.07	11.83
P1.40	3.02	4.42	6.15	.70	.56	7.20
P1.50	-	1.02	-	1.91	-	-
P1.60	3.10	-	-	-	-	-
P1.70	3.10	6.37	8.63	1.83	1.42	10.55
P1.80	2.92	2.78	4.00	3.71	3.05	7.54
P1.90	2.86	2.46	3.61	1.19	1.00	5.11
P1.103	3.11	4.12	5.56	.47	.36	6.43
P1.109	3.22	5.54	7.23	.16	.12	7.85
P1.120	3.00	3.79	5.29	3.29	2.62	8.41
P1.131	3.04	2.59	3.58	3.81	3.00	7.08
P1.141	3.07	10.33	14.13	2.39	1.87	16.50
P1.152	3.20	5.10	6.69	3.56	2.67	9.86
P1.160	2.89	1.20	1.74	3.22	2.67	4.91
P1.170	2.87	1.97	2.88	5.97	4.99	8.37
P3.1	3.10	10.15	13.75	4.88	3.77	18.02
P3.10	2.95	2.27	3.23	.89	.72	4.46
P3.19	3.17	1.98	2.62	1.86	1.41	4.53
P3.30	2.98	2.48	3.50	1.75	1.41	5.40
P3.40	3.16	3.60	4.78	2.20	1.67	6.95
P3.52	3.08	2.03	2.77	2.67	2.08	5.35
P3.60	3.08	1.68	2.29	1.47	1.14	3.93
P3.68.5	3.13	.39	.52	-	-	1.03
P4.1	3.32	4.94	6.25	.99	.71	7.46
P4.5	3.49	.44	.53	.12	.08	1.11
P4.1B	3.30	5.81	7.39	1.52	1.10	9.00
P4.9	3.19	1.09	1.44	.06	.05	1.98
P4.15	3.47	9.52	11.52	.74	.51	12.53
P5.1	3.24	1.16	1.50	2.26	1.67	3.66
P5.12	3.02	.65	.90	3.44	2.73	4.13
P5.20	3.28	3.63	4.65	1.34	.98	6.13
P5.31	3.16	5.38	7.15	1.88	1.43	9.08
P5.41	3.11	.81	1.09	1.69	1.30	2.90
P5.48	3.08	6.52	8.89	5.96	4.64	14.03
P5.60	3.05	7.64	10.52	3.93	3.09	14.11
P5.69	3.07	1.95	2.67	2.09	1.63	4.80

Bilag 8. Bestemmelse av pukkegenskaper for eklogittisert
jotunitt (Husebø rutilforekomst) og eklogittisert
anortositt (Odland og Ådnefjell).

Laboratorieundersøkelsene blir nærmere forklart
på side 7, 8 og 9.

**NGU**

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/
FLISIGHET

Bilag 8, side 2

Husebø

LAB. PRØVE NR.: 892047

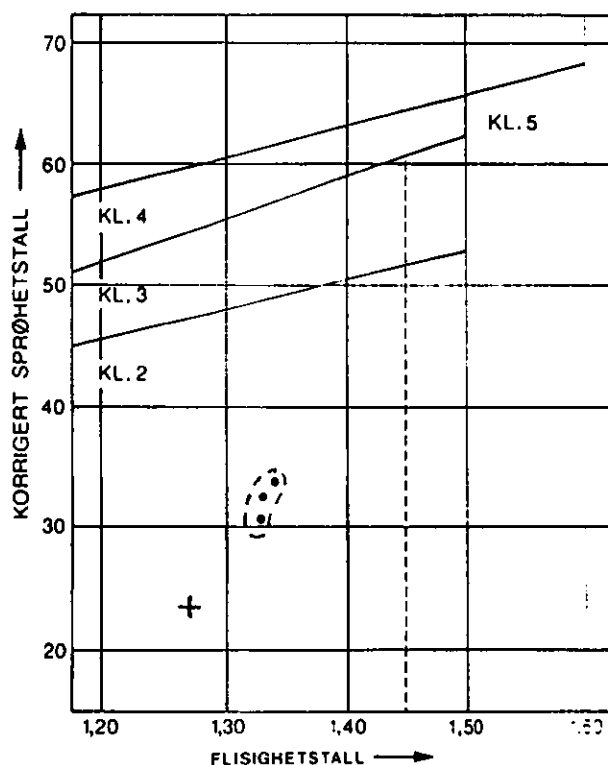
KOMMUNE: Meland
KARTBLADNR.: 1116-3
FOREKOMSTNR.: 1256-504KOORDINATER: 2804/67251
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO: 2/5-89
SIGN.: A.K.

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

Antall korn vurdert	Meget sterke	Sterke	Svake	Meget svake
----- stk.	----- %	----- %	----- %	----- %

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	● ● ● +				▼ ▼	
Flisighetstall- f	1,33	1,34	1,33	1,27		
Sprøhetstall- s	32,7	33,8	30,9	23,8		
Pakningsgrad	1	1	1	0		
Korr. sprøhetst.- s1	34,3	35,5	32,4	23,8		
Materiale <2mm-%	5,6	5,1	5,0			
Laboratoriepuddet-%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1,33/34,1			/		
Abrasjonsverdi -a: 1)0,52 2)0,46 3)0,51 Middel:0,50						
Slitasjemotstand: a·√s1= 2,92						
Spesifikk vekt: 3,11 Humus:						



PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

Middels - til finkornet eklogitt.

Mineralinnhold: 50% amfibol, 25% granat, 15% glimmer, 5% kvarts, 5% oksyd

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

Trondheim

Dato:

23/11-89

Sign:

Eyolf Erichsen
Eyolf Erichsen

**NGU**

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/
FLISIGHET

Bilag 8, side 3

Adnefjell

LAB. PRØVE NR.: 892108

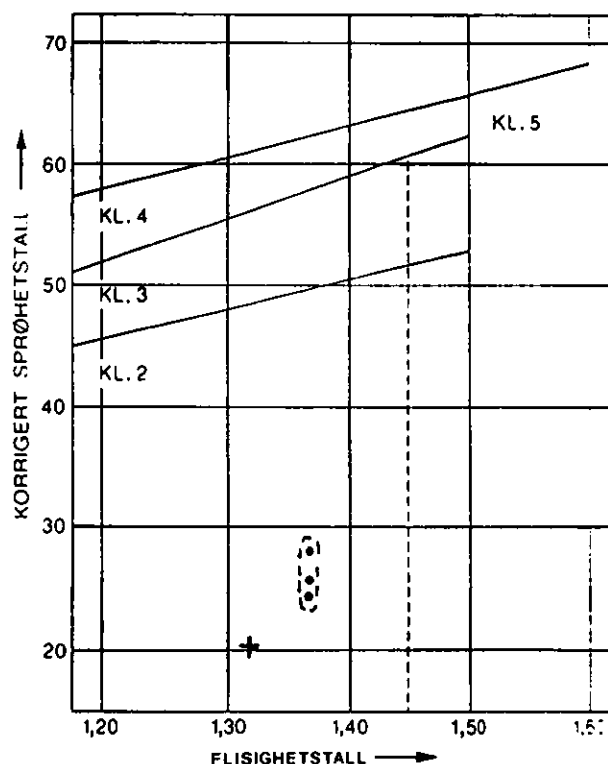
KOMMUNE: Meland
KARTBLADNR.: 1116-3
FOREKOMSTNR.: 1256-505KOORDINATER: 2850/67246
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO: 19/9-89
SIGN.: A.K.

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

Antall korn vurdert	Meget sterke	Sterke	Svake	Meget svake
----- stk.	----- %	----- %	----- %	----- %

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	●	●	●	+	▼	▼
Flisighetstall - f	1,37	1,37	1,37	1,32		
Sprøhetstall - s	27,2	24,6	25,9	20,4		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Korr. sprøhetst.-s1	27,2	24,6	25,9	20,4		
Materiale <2mm-%	5,4	4,7	5,5			
Laboratoriepukket-%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1,37/25,9				/	
Abrasjonsverdi - a: 1) 0,35 2) 0,37 3) 0,36 Middel: 0,36						
Slitasjemotstand: a·√s1 = 1,83						
Spesifikk vekt: 3,25 Humus:						



PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

Finkornet eklogitt

Mineralinnhold: 30% granat, 15% pyrolespn, 15% klinzoisitt, 15% kyanitt,
10% amfibol, 5% feltspat (albitt),
5% kvarts, 5% lys glimmer.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE <2 mm:

Sted:

Trondheim

Dato:

23/11-89

Sign:

Eyolf Erichsen
Eyolf Erichsen



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SPRØHET/
FLISIGHET

Bilag 8, side 4

Odland

LAB. PRØVE NR.: 892109

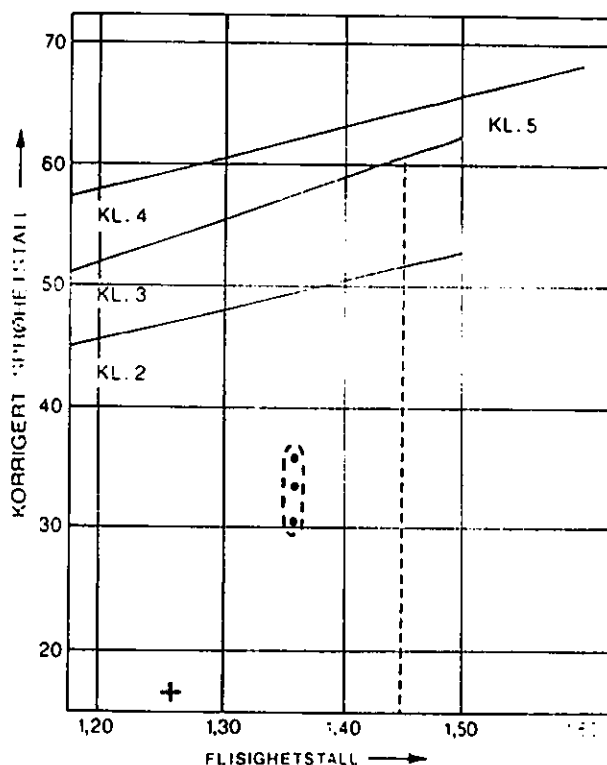
KOMMUNE: Meland
KARTBLADNR.: 1116-2
FOREKOMSTNR.: 1256-506KOORDINATER: 2874/67238
DYBDE I METER: 0
UTTATT DATO: 19/9-89
SIGN.:

VISUELL KVALITETSKLASSIFIKASJON:

Antall korn vurdert	Meget sterke	Sterke	Svake	Meget svake
stk.	%	%	%	

MEKANISKE EGENSKAPER:

Kornstørrelse mm	8-11,2				11,2 - 16	
Tegnforklaring	•	•	•	+	▼	▼
Flisighetstall - f	1,36	1,36	1,36	1,26		
Sprøhetstall - s	35,8	30,5	33,3	17,0		
Pakningsgrad	0	0	0	0		
Korr. sprøhetst. - s1	35,8	30,5	33,3	17,0		
Materiale <2mm-%	6,6	5,6	6,4			
Laboratoriepuddet-%	100					
Merket + : Slått 2 ganger						
Middel f/s1	1,36/33,2			/		
Abrasjonsverdi - a: 1) 0,29 2) 0,28 3) 0,32 Middel: 0,30						
Slitasjemotstand: $a \cdot \sqrt{s1} = 1,73$						
Spesifikk vekt: 3,14 Humus:						



PETROGRAFISK BESKRIVELSE:

Finkornet eklogitt

Mineralinnhold: 30% granat, 15% pyroksen, 15% klinozoisitt, 15% kyanitt,
10% amfibol, 5% feltspat (albitt), 5% kvarts, 5% lys glimmer.

Reaksjon m/HCl:

MATERIALE: <2 mm:

Sted:

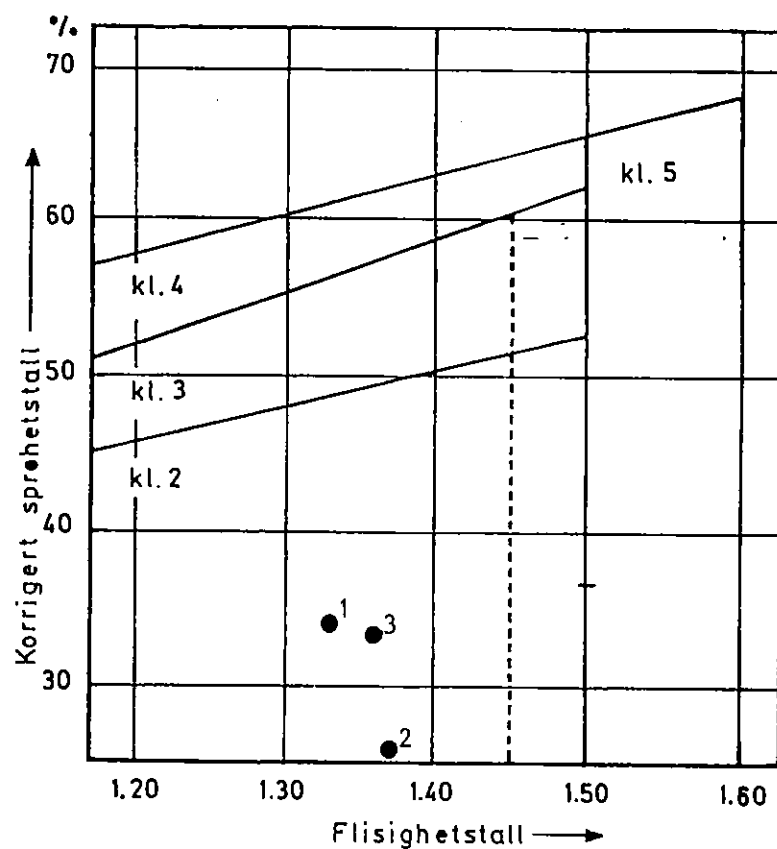
Trondheim

Dato:

23/11-89

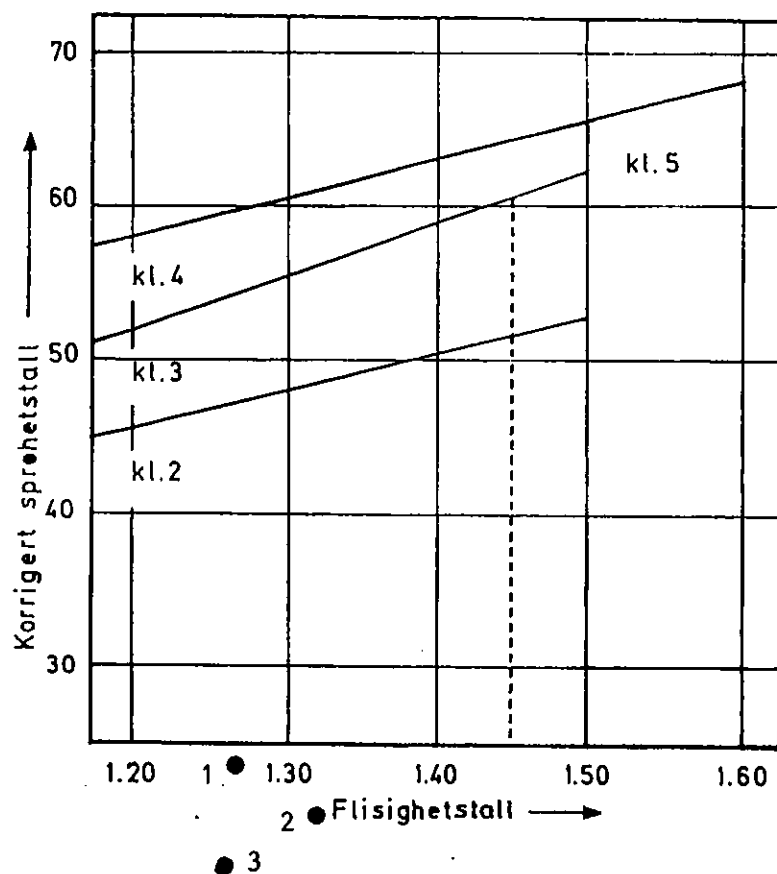
Sign:

Eyolf Erichsen
Eyolf ERichsen



GJENNOMSNIITTSVERDI

- 1 - Husebø
- 2 - Ådnefjell
- 3 - Odland



OMSLAGSVERDI

SPRØHET OG FLISIGHET VED FALLPRØVEN

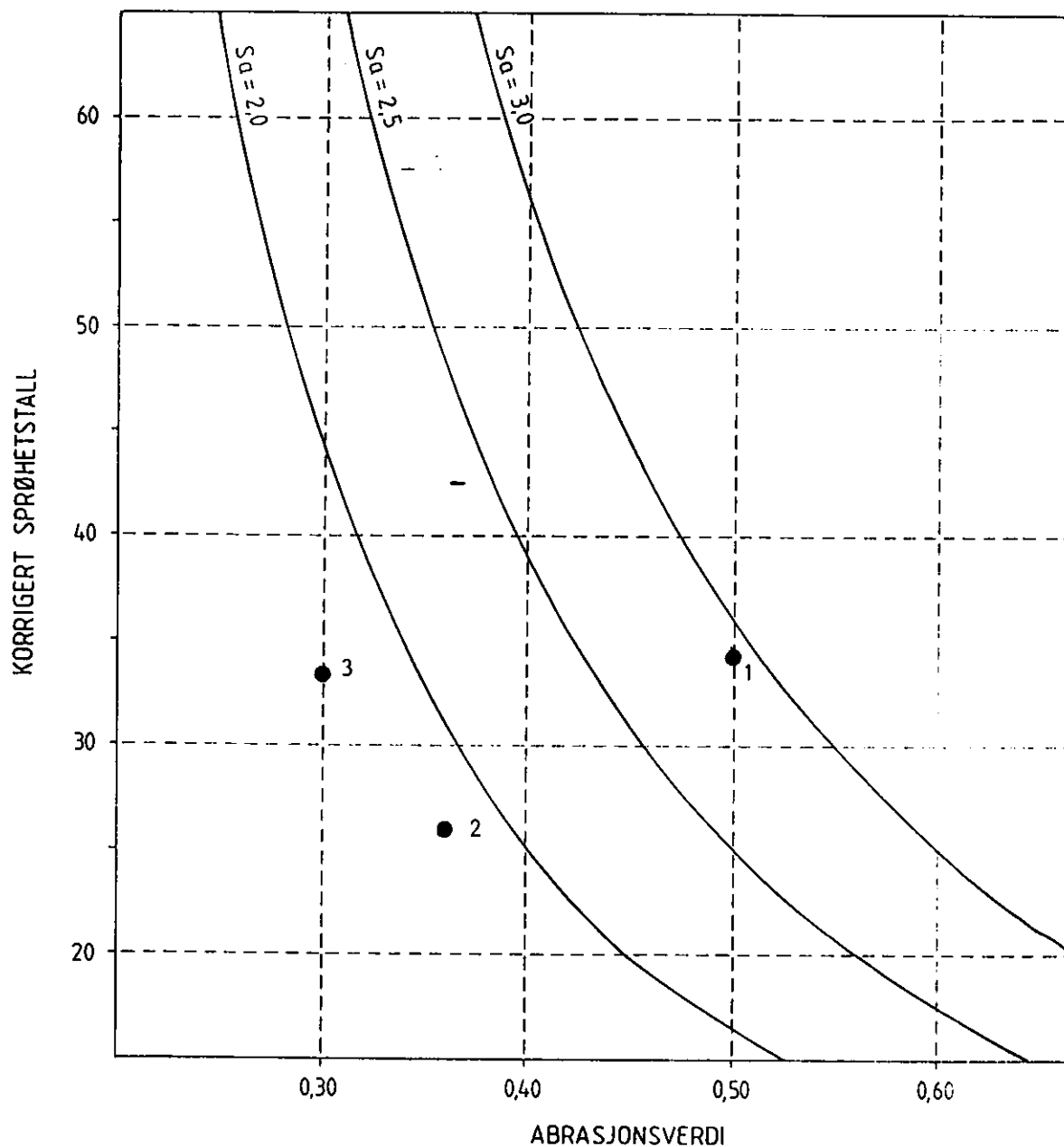
KARTBLAD:

KOORDINAT:

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

BYGGERÅSTOFF - INGENIØRGEOLOGI

Tegnforklaring se bilag 8, side 5.



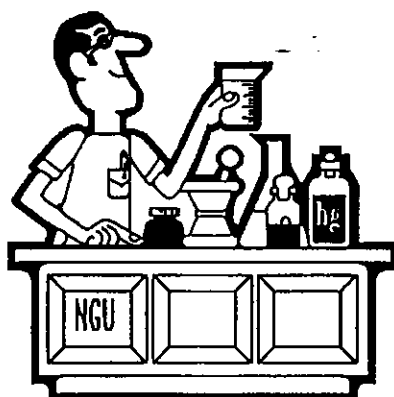
$$\text{Slitasjemotstand (Sa)} = \sqrt{\text{Korr. sprøhetstall}} \times \text{abrasjonsverdi}$$

Krav til slitelagsmateriale avhengig av gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ADT):

ADT	Sa
<2000	Ingen krav
2000-6000	<3.0
>6000	<2.5

SLITASJEMOTSTAND

LABORATORIEUNDERSØKELSER



- * Sprøhetstall
- * Flisighet
- * Sprøhetstall og flisighet
- * Abrasjon
- * Slitasjemotstand
- * Tynnslip
- * SieversJ-verdi
- * Slitasjeverdi
- * Borsynkindeks
- * Borslitasjeindeks
- * Kornfordelingsanalyse
- * Bergarts- og mineralkorntelling
- * Humus- og slambestemmelse
- * Prøvestøping

Sprøhetstall

Et steinmaterials motstandsdyktighet mot mekaniske påkjenninger kan bl.a. uttrykkes ved hjelp av sprøhetstallet. Dette bestemmes ved den såkalte fallprøven.

En bestemt fraksjon av grus eller pukk, oftest 8,0-11,2mm, knuses i en morter av et 14 kgs lodd som faller en høyde på 25 cm 20 ganger. Den prosentvise andelen av prøvematerialet som etter knusingen har en kornstørrelse mindre enn prøvefraksjonens nedre korgrense, i dette tilfellet 8,0 mm, kalles steinmaterialets sprøhetstall.

Dette tallet korrigeres for pakningsgrad i morteren etter slagpåkjenningen, og man får et korrigert sprøhetstall (KS).

Resultatene kan variere fra laboratorium til laboratorium, men f.o.m. 1988 er analyseapparatene rimelig godt standardisert. Hvis ikke annet er nevnt, oppgis sprøhetstallet som gjennomsnittsverdien av tre enkeltmålinger.

I tillegg til disse enkeltmålinger oppgis også vanligvis den såkalte omslagsverdi (OS), dvs. sprøhetstall for det materialet som under slagpåkjenningen ikke ble nedknust under nedre korgrense for prøvefraksjonen. Dette tallet samsvarer gjerne med de resultater man oppnår ved fullskala produksjon i 2-3 trinns verk.

Flisighet

Steinmaterialets gjennomsnittlige kornform kan beskrives ved dets flisighetstall (FL), som er forholdet mellom kornenes midlere bredde og tykkelse. Flisigheten bestemmes parallelt med og på samme utsiktede kornstørrelsesfraksjon som for sprøhetstallet, vanligvis 8,0-11,2 mm. Bestemmelsen av bredden skjer ved sikting på sikt med kvadratiske åpninger, og tilsvarende for tykkelsen ved å bruke rektangulære (stavformede) åpninger. Metoden anvendes både for naturgrus- og pukk.

Sprøhetstall og flisighet

Sprøhetstallet er avhengig av materialets kornform. Økende flisighetstall fører til økende sprøhetstall. På grunnlag av erfaringsdata er det satt opp en formel for beregning av sprøhetstallet ved ulike flisighetstall (Selmer-Olsen 1971), og for sammenligning av verdier har NGU funnet det hensiktsmessig å relatere sprøhetstall til en flisighet på 1,40.

Sprøhetstallet ved flisighet 1,40 benevnes modifisert sprøhetstall (MS), og beregnes etter formelen

$$MS = KS - (FL - 1,40) \cdot K$$

der K er en bergartskoeffisient. For eruptive og metamorfe bergarter (unntatt skifrene), ligger K omkring 70.

Kornformen hos pukk er først og fremst bestemt av selve knuseprosessen, men også til en viss grad av bergartens struktur og materialtekniske egenskaper.

Abrasjon

Abrasjonsmetoden måler steinmaterialers abrasive slitestyrke. Denne uttrykker pukkens motstand mot ripeslitasje. Metoden anvendes først og fremst ved kvalitetsvurdering av tilslag i bituminøse slitte dekker på veier med årsgjennsnittstrafikk (ÅDT) større enn 2000 kjøretøyer.

Et representativt utvalg med pukk-korn fra fraksjonsområdet 11,2-12,5 mm støpes fast på en kvadratisk plate (10x10cm). Kornene presses mot en roterende skive som påføres et standard slipepulver. Slitasjen eller abrasjonen defineres som prøvens volumtap uttrykt i kubikkcentimeter.

Det benyttes følgende klassifisering:

mindre enn 0,35 - meget god
0,35 - 0,55 - god
større enn 0,55 - dårlig

Slitasjemotstand.

For bestemme steinmaterialers*egnetthet som tilslag i bituminøse veldekker måles både sprøhetstall, flisighetstall og abrasjonsverdi. Materialets motstand mot piggedekksllitasje, kalt slitasjemotstanden (Sa), uttrykkes som produktet av kvadratroten av sprøhetstallet (KS, MS eller OS) og abrasjonsverdien.

De krav som Vegvesenet stiller til materialet når det brukes i slitelag er avhengig av årsdøgntrafikken:

ÅDT	Slitasjemotstand
< 2000	Ingen krav
2000-6000	< 3,00
> 6000	> 2,50

Når det gjelder beregning av Sa-verdier bemerkes at resultatet er avhengig av hvilket sprøhetstall man benytter. Generelt sett representerer omslagsverdien (OS) den beste tilpasning til det produkt man får ved fullskala knusing, og denne verdi bør derfor anvendes for å beskrive materialets optimale egenskaper.

Når det er spørsmål om innbyrdes kvalitativ rangering av ulike bergartstyper kan det imidlertid være hensiktsmessig å benytte det modifiserte sprøhetstall ($FL = 1,40$).

Tynnslip

Tynnslip er betegnelsen på en tynn preparert skive av en bergart som er limt fast til en glassplate. Slipet er utgangspunkt for mikroskopisk bestemmelse av mineraler og deres innbyrdes mengdeforhold. Når polarisert lys passerer gjennom det gjennomskinnelige preparatet, som vanligvis har en tykkelse på ca. 0.020 mm, vil de ulike mineraler kunne identifiseres i mikroskopet på grunnlag av deres karakteristiske optiske egenskaper.

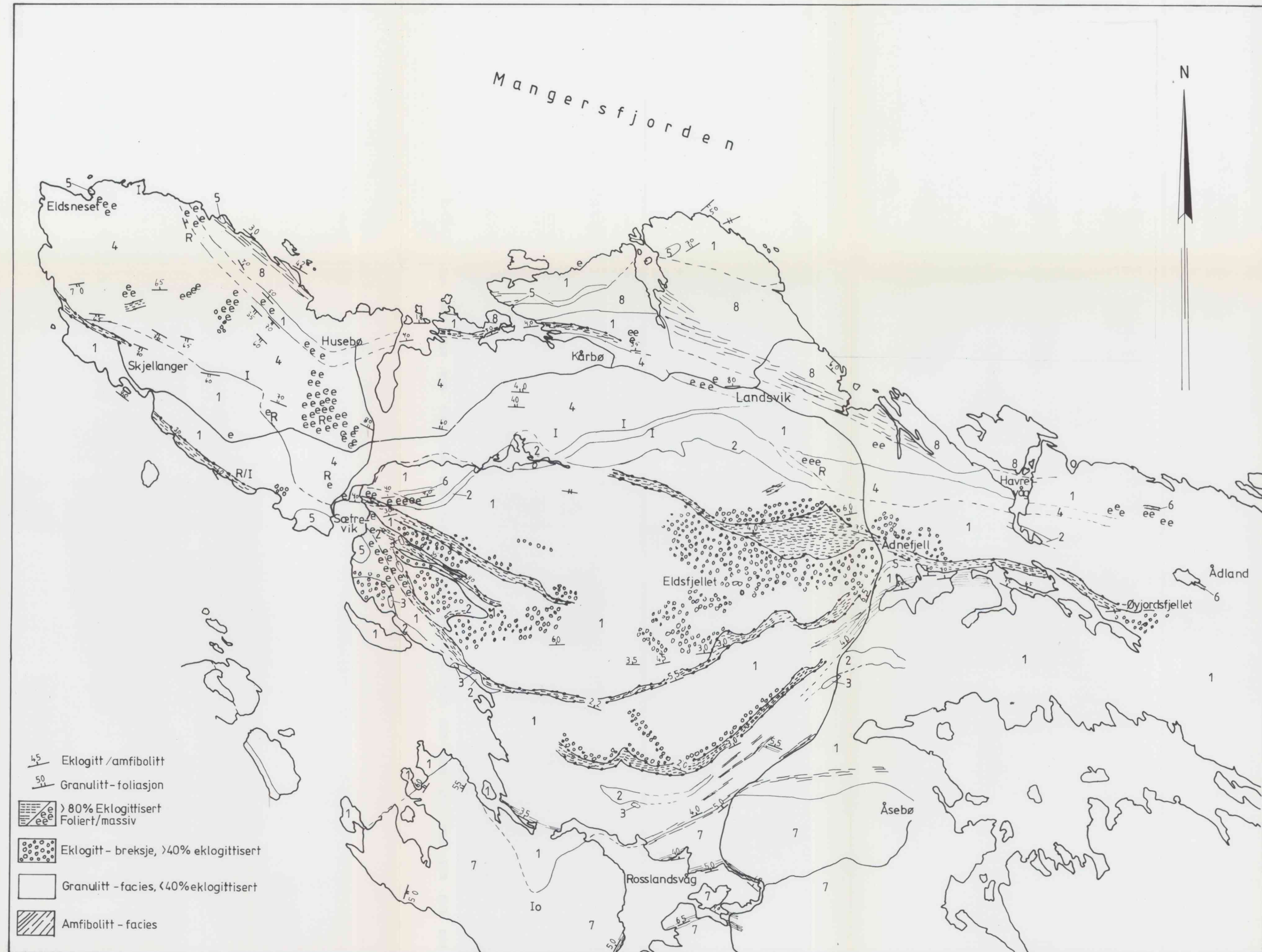
Mineralfordelingen sammen med den visuelle vurderingen av strukturer ute i terrenget, er grunnlaget for bestemmelse av bergartsnavnet. Ved mikroskoperingen kan man også studere indre strukturer, minaralkornenes form og størrelse, omvandlingsfenomener, dannelsesmåte etc.

Spesielle strukturer kan f.eks. være mikrostikk, som er små brudd i sammenbindingen mellom mineralene, eller stavformede feltspatkorn som fungerer som en slags armering i en ellers kornet masse (ofittisk struktur). Follasjon er også et begrep som gjerne knyttes til

bergartsbeskrivelser. At en bergart er foliert betyr at har en foretrukket planparallel akseorientering eller er konsentrert i tynne parallelle bånd eller årer. Mineralkornstørrelsen er inndelt etter følgende skala:

- 1 mm / finkornet
- 1-5 mm / middelskornet
- 5 mm / grovkornet

Vanligvis dekker et tynnslip et areal på ca. 5 kvadratcentimeter. Resultatene fra en tynnslipundersøkelse blir derfor sjelden helt representative for bergarten.



Tegnforklaring

- 1 Anortosittiske bergarter
- 2 Gabbro
- 3 Lherzolitt
- I/R 4 Jotunnitt Ilmenitt / Rutil-rik
- 5 Fe-Ti-P-rike ultramafiske bergarter
- 6 Granat-pyroxenitt
- 7 Båndede granulitter
- 8 Landsvik mangeritt

1 2 km

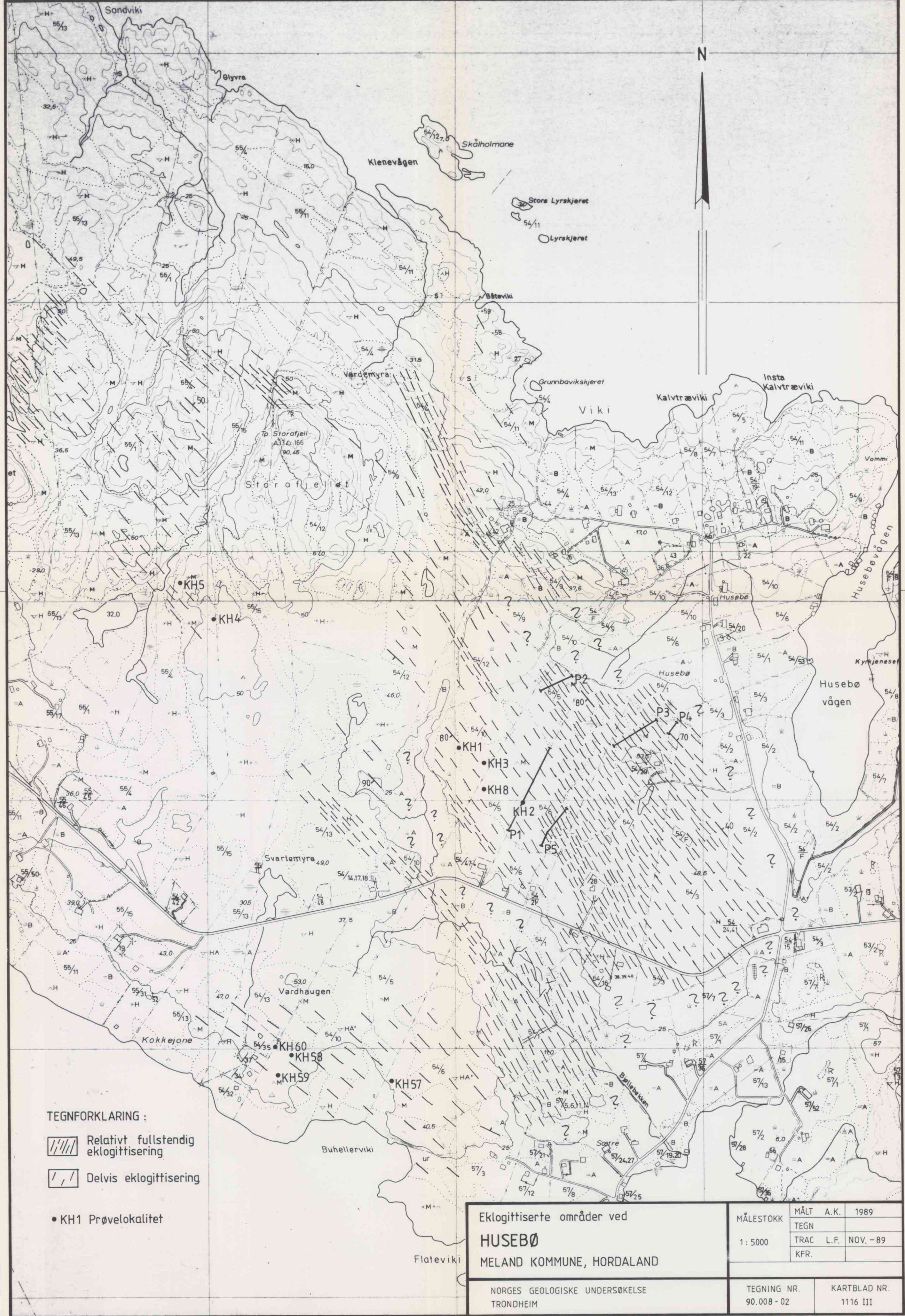
Kartlagt av Håkon Austrheim

Geologisk kart over nordlige deler av
HOLSNØY
MELAND KOMMUNE, HORDALAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK	OBS.	H.A.	1989
1:20000	TEGN		
	TRAC		
	KFR.		

TEGNING NR.	KARTBLAD (AMS)
90.008 - 01	1116 III



TEGNFORKLARING :



Relativt fullstendig
eklogittisering



Delvis eklogittisering

• KH1 Prøvelokalitet

Eklogittiserte områder ved

HUSEBØ

MELAND KOMMUNE, HORDALAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1: 5000

MÅLT A.K. 1989

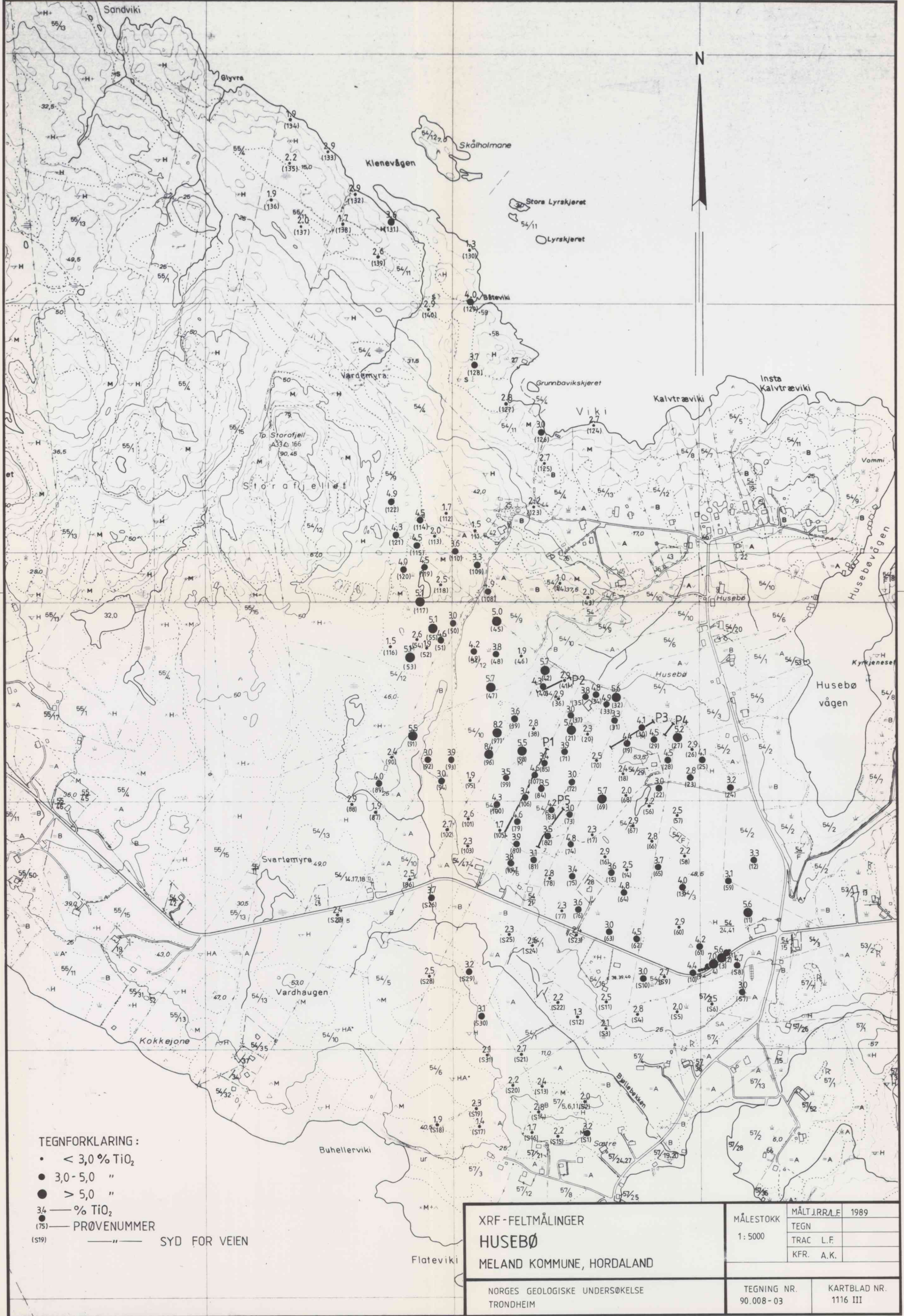
TEGN

TRAC L.F. NOV. - 89

KFR.

TEGNING NR.
90.008 - 02

KARTBLAD NR.
1116 III



TEGNFORKLARING :

- < 3,0 % TiO₂
- 3,0 - 5,0 "
- > 5,0 "
- 3,4 — % TiO₂
- (75) — PRØVENUMMER

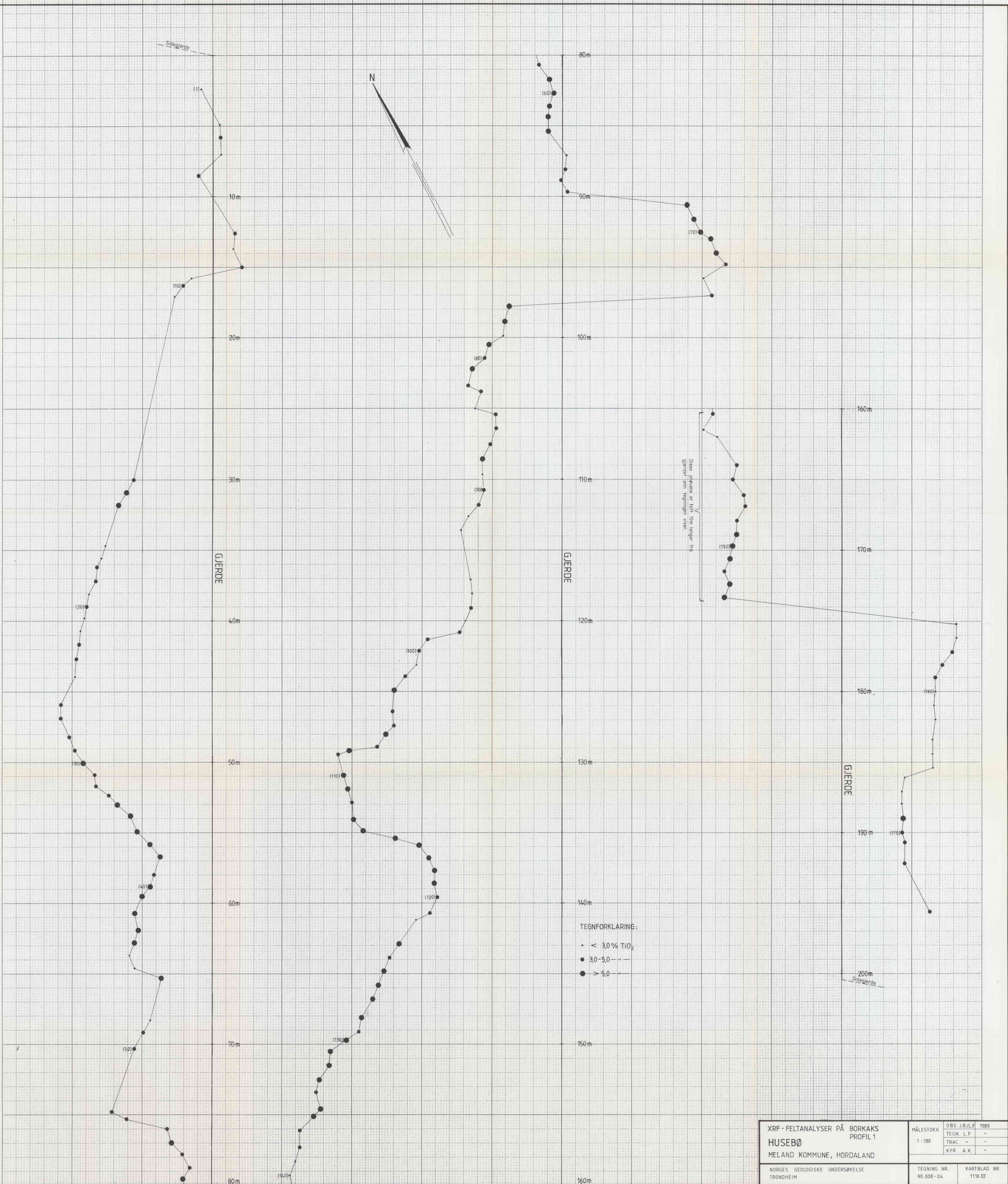
(S19) — " — SYD FOR VEIEN

XRF-FELTMÅLINGER
HUSEBØ
MELAND KOMMUNE, HORDALAND

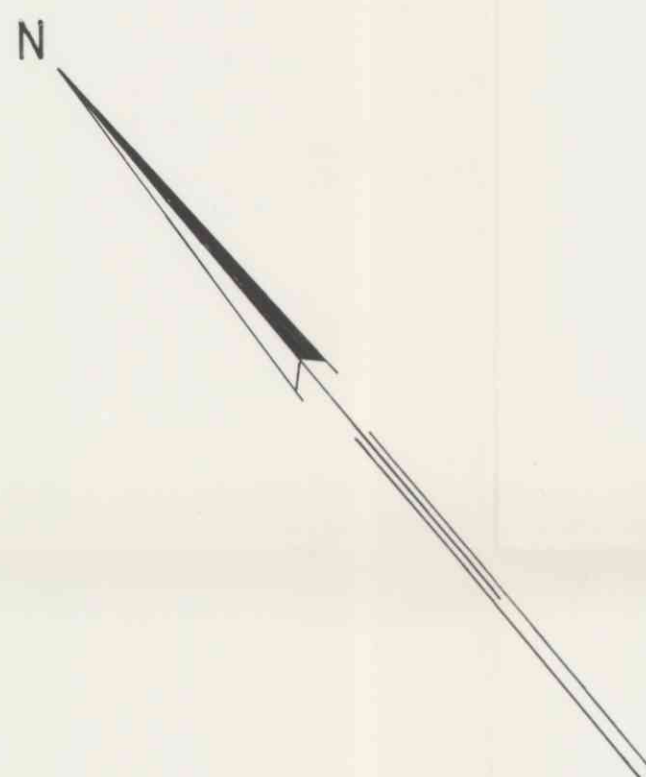
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK	MÅLTJIRN	1989
1 : 5000	TEGN	
	TRAC	L.F.
	KFR.	A.K.

TEGNING NR. 90.008 - 03	KARTBLAD NR. 1116 III
----------------------------	--------------------------



XRF - FELTANALYSER PÅ BORKAKS PROFIL 1 HUSEBØ MELAND KOMMUNE, HORDALAND	OBS. J.R./L.E. 1989	
	TEGN. L.E. "	
	TRAC. " "	
	KFR. A.K. "	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 90.008 - 04	KARTBLAD NR. 1116 III



XRF - FELTANALYSER PÅ BORKAKS HUSEBØ MELAND KOMMUNE	MÅLESTOKK 1:100	OBS. J.R./L.F.	1989
		TEGN. L.F.	"
		TRAC. L.F.	"
		KFR. A.K.	"
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 90.008 - 05	KARTBLAD NR. 1116 III	