

TUNGMINERALANALYTISK BIDRAG TIL FORSTÅElsen AF DANNELSESFORHOLDENE FOR DET SYDFYNSKE HVIDE SAND (KVARTÆR)

HENRIK FRIIS OG GUNNAR LARSEN

FRIIS, H. & LARSEN, G.: Tungmineralanalytisk bidrag til forståelsen af dannelsesforholdene for det sydfynske hvide sand (Kvartær). *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1974*, side 25–31, København, 2. januar 1975.

The paper deals with heavy-mineral analyses of white sand deposits from the southern Fyn and surrounding islands. The heavy-mineral association is dominated by the unstable minerals garnet, epidote and hornblende; furthermore pyroxene is present. The mineral-grains are mainly well-rounded. On pyroxenes the well-rounded surfaces are modified by later corrosion. Thus the sediments are physically mature and chemically immature. This is supposed to be the result of long-lasting transportation under chemically ingressive conditions in a cold climate. The deposition probably took place at the transition between Eemian and Weichselian.

Henrik Friis og Gunnar Larsen, Geologisk Institut, Aarhus Universitet, DK-8000 Aarhus C. 30. september 1974.

I beskrivelse til kortbladene Fåborg, Svendborg og Gulstav (Milthers, 1959) omtales en række forekomster af hvidt sand eller kvartssand fra det sydfynske område. Det nævnes herunder, at disse sandaflejringer tidligere ansås for Tertiære men nu opfattes som Kvartære dannelser. I studiet over *Cyprina*-leret og andre Eem aflejringer (Madsen, Nordmann & Hartz, 1908) beskrives fra Ristinge Klint forekomster af hvidt sand liggende over *Cyprina*-leret (jvf. også Rosenkrantz, 1944). I forbindelse med Statens Byggeforskningsinstituts undersøgelser over flintfattige sand- og grusforekomster blev der udført petrografiske analyser af nogle af de sydfynske hvide sandaflejringer (Larsen, 1963). I dette sandmateriale ringe flintindhold fandt man en betydelig lighed med det Tertiære kvartssand, og den formodning fremsattes, at sandet var af Tertiær oprindelse (se også Nielsen, 1963).

For nærmere at belyse disse sandforekomsters art og oprindelse er der udført tungmineralanalyser på materialet. Det er disse undersøgelser, der fremlægges i det følgende.

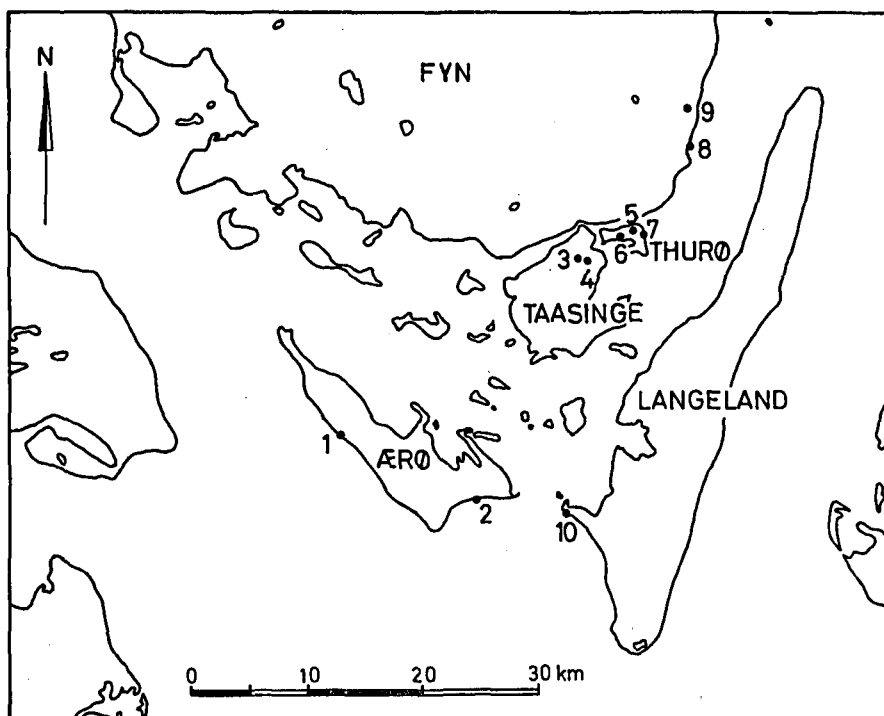


Fig. 1. Lokalitetskort. Lok. 1: kystklint SV for Bregninge. Lok. 2: kystklint V for Marstal. Lok. 3: grusgrav ved Bregninge Mølle. Lok. 4: grusgrav ved Gl. Nyby. Lok. 5: grusgrav nær Øgavl. Lok. 6: grusgrav ved Møllegården. Lok. 7: kystklint ved Øgavl. Lok. 8: grusgrav ved Knarreborg vandmølle. Lok. 9: grusgrav ved Grønneskov. Lok. 10: kystklint ved Ristinge.

Undersøgelsesmaterialet

Undersøgelsen har omfattet prøver fra 10 lokaliteter (se fig. 1). Prøvemateriale og kommentarer vedrørende de ni første lokaliteter er stillet til rådighed af Statens Byggeforskningsinstitut. Det fremgår heraf, at sandet er overvejende fin- til mellemkornet, som oftest med tydelig lagdeling. Krydslejringer optræder stedvis hyppigt. På lok. 1 og 2 findes sandet over *Cyprina*-leret.

Fra lok. 10 Ristinge Klint, er der indsamlet prøver af det hvide sand over *Cyprina*-leret i en flage lokaliseret lige under sømærket på klinten. Sandet er lagdelt og indeholder krydslejringsstrukturer. Grænsen mod *Cyprina*-leret er skarp og indeholder stedvis sten. Det hvide sands øvre grænse er præget af små iskiledannelser udgående fra et tyndt sandlag ved basis af den overliggende moræne.

Kornstørrelsesundersøgelser

Kornstørrelsesundersøgelser af 16 prøver fra de ni første lokaliteter er stillet til rådighed af Statens Byggeforskningsinstitut. Et repræsentativt udsnit af disse er vist i fig. 2. Det fremgår heraf, at materialet er meget velsorteret og meget ensartet fra lokalitet til lokalitet.

Tungmineralundersøgelser

17 prøver er analyseret for tungmineraler. Den undersøgte fraktion er 74–250 μ m. Separationen er foretaget i bromoform. Præparaterne er fremstillet med Clearax ($n = 1.666$) som indlejningsmiddel, og analyserne er udført kvantitativt ved korntælling. Forholdet mellem opake og non-opake mineraler er fastlagt ved tælling af 100 korn. Mineralsammensætningen af den non-opake andel er bestemt ved tælling af 200 korn.

Resultatet af den kvantitative undersøgelse er fremlagt i tabel 1. Det fremgår heraf, at de opake korn kun udgør omkring en fjerdedel af fraktionen. I det non-opake selskab dominerer granat, epidot og hornblende, som henregnes til de ustabile komponenter (jvf. Larsen & Dinesen, 1959). Det ustabile præg understreges yderligere af et indhold af pyroxen. Bemærkelsesværdigt er et lille indhold af apatit, som kun sjældent er registreret i danske tungmineralselskaber (se dog Füchtbauer & Elrod, 1971).

Betragter man gruppen staurolit, andalusit, kyanit, sillimanit bemærkes, at staurolit er det fremherskende mineral, medens kyanit forekommer mere beskedent.

Af tabel 1 ses, at der er en meget stor ensartethed i mineralsammensæt-

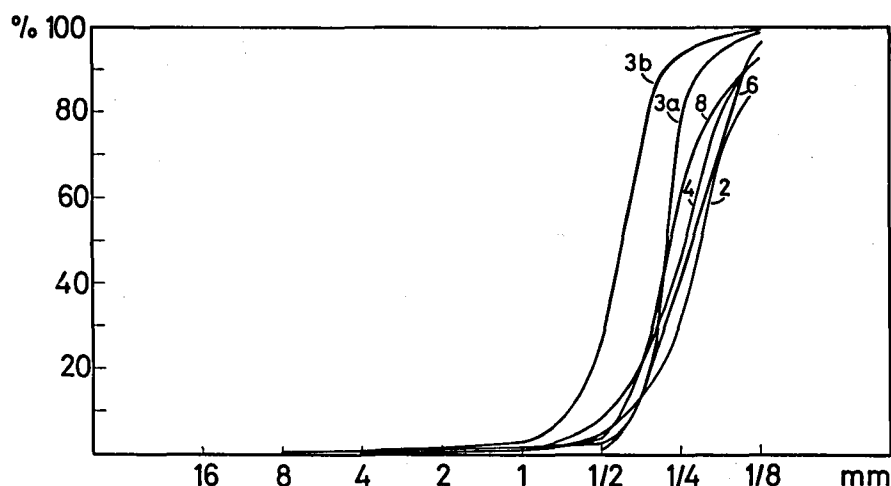


Fig. 2. Kummulative kornkurver (lok. 2, 3, 4, 6 og 8).

Tabel 1. Kvantitativ fordeling af tungminerale i %.

Lokalitet	Prøve nr.	Tungmineral- indhold	Opake	Non-opake	Zirkon	Rutil	Turnalin	Titanit	Staurolit	Andalusit	Kyanit	Sillimanit	Granat	Epidot	Amfibol	Pyroxen	Andet
1	1	0.43	15	85	3	0	6	0	1	1	2	1	20	34	22	2	2
2	2	1.61	19	81	5	0	6	0	3	0	0	0	34	31	14	2	3
3	3a	0.70	31	69	10	1	4	0	7	0	2	1	23	30	19	2	2
	3b	1.54	35	65	7	2	2	0	5	2	3	2	33	20	18	1	2
	3c	0.77	31	69	13	0	2	0	3	0	1	1	21	37	18	1	2
	3d	0.14	28	72	6	1	7	0	2	1	0	2	20	41	16	0	0
4	4a	0.54	27	73	3	2	3	0	3	0	2	1	21	50	13	1	0
	4b	0.32	26	74	8	2	4	0	7	0	1	1	22	37	19	0	0
	4c	0.50	23	77	7	0	4	0	4	1	0	1	26	43	12	0	0
5	5	0.38	20	80	7	1	3	0	7	1	1	1	29	36	10	2	0
6	6	0.36	22	78	4	0	5	0	5	0	2	0	21	42	17	2	1
7	7	0.31	27	73	6	1	6	0	2	0	1	1	24	38	15	3	0
9	9a	0.49	28	72	10	1	5	0	2	0	0	3	28	31	14	0	1
	9b	0.45	24	76	4	2	3	0	2	1	0	0	30	37	14	3	1
	9c	0.33	21	79	5	1	5	0	3	0	2	0	21	34	23	2	1
10	10	0.37	26	74	3	1	6	0	4	0	0	0	40	30	10	2	1
8	8	0.24	21	79	5	0	4	0	1	1	0	1	12	25	46	1	1

ningen både indenfor den enkelte lokalitet og indenfor hele det undersøgte materiale. En enkelt undtagelse er prøven fra lok. 8, som afviger fra de øvrige ved et meget stort amfibolindhold.

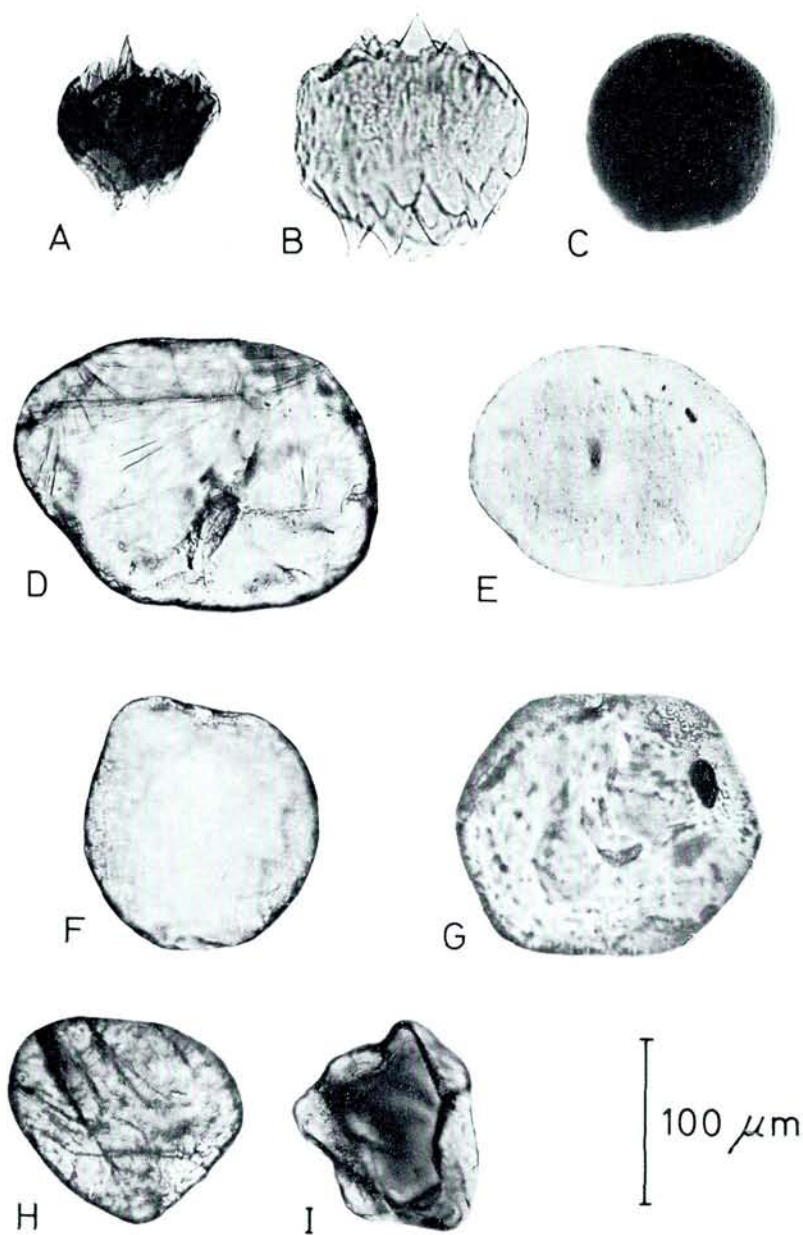
Med hensyn til tungmineraleenes kornstruktur er det iøjnefaldende, at hovedparten af kornene er særdeles velafrundede. Dette gælder såvel opake som non-opake korn. I tavle 1 er vist typiske eksempler på tungmineraleenes kornstruktur. Afvigelser fra det meget velafrundede møder man hos granat (tavle

Tavle 1

Mikrofotografier af tungmineraleer.

Indlejningsmiddel clearax (n = 1.666). ≠ nicoller.

- A: Pyroxen (lok. 1)
- B: Pyroxen (lok. 1)
- C: Hornblende (lok. 1)
- D: Epidot (lok. 1)
- E: Apatit (lok. 2)
- F: Kyanit (lok. 1)
- G: Granat (lok. 2)
- H: Titanit (lok. 1)
- I: Staurolit (lok. 1)



1, G) og staurolit (tavle 1, I), som er mindre velafrundede end de øvrige. Det skal i denne forbindelse nævnes, at dette træk er i overensstemmelse med laboratorieforsøg (Dietz, 1968), der viser, at granat og staurolit påvirkes mindre ved abrasion end andre tungmineraller. Endvidere udskiller pyroxen sig ved at være præget af mere eller mindre stærkt udviklede ætsningsformer (tavle 1, A og B). Imidlertid kan man på selv stærkt ætsede pyroxenkorn stadig se spor efter en oprindelig perfekt afrunding (tavle 1, A). Det fremgår, at ætsningsformerne er lokaliseret i pyroxenkrystallernes prismeender på samme måde som beskrevet af Edelman & Doeglas (1932). Den meget perfekte afrunding af kornene er et specielt træk, der ikke er mødt i hidtil undersøgte Kvartære og Tertiære aflejringer.

Prøven fra lok. 8 afviger noget fra ovennævnte ved, at hovedparten af kornene er mindre afrundede end i de øvrige prøver. Det fremgår således, at samtlige undersøgte forekomster af hvidt sand fra det sydfynske område med undtagelse af lok. 8 fremtræder med et lithologisk og petrografisk enhedspræg.

Geologiske konklusioner

Under forfatterernes arbejde med de ung-Tertiære aflejringers tungmineralselskaber har man fundet, at de marine aflejringer har en karakteristisk sammensætning præget af et betydeligt hornblendeindhold (Larsen & Dinesen, 1959; Larsen & Friis, 1973), medens ikke-marine forekomster ikke fører dette mineral. Dette tolkes for en række forekomster således, at de ikke-marine aflejringer oprindelig har haft samme mineralselskab som de marine, men er blevet ændret under in-situ forvitring af bl. a. hornblende (Friis, 1974; Friis & Johannesen, 1974). Den mulighed, at det sydfynske hvide sand kunne være rester af terrassesand fra et ung-Tertiært flodløb fra Fennoscandia til det jyske sedimentationsfelt er fremført af Larsen (1963).

De foreliggende undersøgelser taler klart imod denne antagelse, idet sandet ved sit indhold af pyroxen afviger afgørende fra det Tertiære sand; endvidere svarer det betydelige indhold af frisk hornblende ikke til de ung-Tertiære ikke-marine aflejringers selskab. Ydermere er afrundingsgraden af det foreliggende materiale klart større end hvad der hidtil er konstateret i det Tertiære sand.

Af dette kan udledes, at sandet ikke kan anses for at være af Tertiær herkomst. Det må følgelig henregnes til Kvartæret, hvilket stemmer udmærket med, at det overlejrer *Cyprina*-leret på flere lokaliteter (jvf. Madsen, Nordmann & Hartz (1908), Rosenkrantz (1944) og Milthers (1959)).

De petrografiske undersøgelser har vist, at materialet i fysisk henseende er særdeles modent, medens dets mineralselskab er et udpræget umodent materiale. Dette må indebære, at der ikke har hersket intensiv kemisk forvitring

sideløbende med den opfattende omlejring af kornene, der har ført til den udprægede afrunding. Et ustabilt mineralselskab vil kunne opstå i omgivelser, hvor de kemiske forvitningsprocesser ikke kan gøre sig mærkbart gældende. Dette kan ske, hvor materialet på grund af topografiske forhold hurtigt bringes fra denudationsområdet til aflejningsstedet, eller hvor den kemiske nedbrydning på grund af lave temperaturer er meget langsomt virkende. Det foreliggende materiales store afrundingsgrad viser, at det må have været udsat for langvarig slidpåvirkning og følgelig lang tids eksponering for de ydre kræfter (Pettijohn, 1957, p. 522).

Det skal bemærkes, at den ætsning, som optræder på pyroxenkornene, må være sket efter aflejringen, idet den har karakter af en overprægning af vel-afrundede kornformer.

Konklusionen af disse betragtninger bliver, at sandet må være aflejret under kølige klimaforhold, hvor den kemiske forvitring ikke har haft mærkbar virkning, selv om materialet har været udsat for langvarig omlejring.

Med hensyn til det aflejringssmiljø, hvori sandet er dannet, har Madsen, Nordmann & Hartz (1908) og Rosenkrantz (1944) anført, at det har været glaciofluvialt. De meget velafrundede korn kan imidlertid ikke anses for typiske for smeltevandsaflejringer. Man kunne så forestille sig, at der var tale om helt lokale omlejringer af ældre, fysisk modne materialer, forårsaget af smeltevandets indvirkning. Herimod taler, at samtlige undersøgte forekomster med undtagelse af lok. 8 fremtræder med et så ensartet præg, at man ledes til den antagelse, at forekomsterne udgør rester af een aflejring, som må have haft en ret betydelig udbredelse.

Det forhold, at sandet på flere lokaliteter hviler på *Cyprina*-leret og i Ristinge Klint ses at være præget af iskiledannelser i overfladen, leder til den antagelse, at det er dannet efter *Cyprina*-leret og før Weichselistidens periglacial virkning gjorde sig gældende over området. Da materialet ikke er præget af kemisk nedbrydning på aflejringstidspunktet, må klimaet som tidligere nævnt antages at have været køligt. Aflejringen har derfor sandsynligvis fundet sted ved overgangen mellem Eem og Weichsel.

Litteratur

- Dietz, V. 1968: *Untersuchungen zur Morphometrie von Schwermineralen*. Universität des Saarlandes, Saarbrücken, 150 pp.
- Edelman, C. H. & Doeglas, D. J. 1932: Reliktstrukturen detritischer Pyroxene und Amphibole. *Mineralogische und Petrographische Mitteilungen* (Tschermak), **42**, 482–490.
- Friis, H. 1974: Weathered heavy-mineral associations from the young-Tertiary deposits of Jutland (Denmark). *Sediment. geol.* **12** (under trykning).
- Friis, H. & Johannesen, F. B. 1974: Late Tertiary weathering of fluvial deposits at Låsby, Denmark. *Bull. geol. Soc. Denmark*, **23**, 197–202.

- Füchtbauer, H. & Elrod, J. M. 1971: Different sources contributing to a beach sand, southeastern Bornholm (Denmark). *Sedimentology*, **17**, 69–79.
- Larsen, G. 1963: Undersøgelse af flintfattigt grus til beton. *Ingeniøren*, **B 12**, 415–426.
- Larsen, G. & Dinesen, A. 1959: Vejle Fjord Formationen ved Brejning. *Danmarks geol. Unders.*, række 2, **82**, 114 pp.
- Larsen, G. & Friis, H. 1973: Sedimentologiske undersøgelser af det jyske ung-Tertiær. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1972*, 119–128.
- Madsen, V., Nordmann, V. & Hartz, N. 1908: Eem-Zonerne. Studier over Cyprinaleret og andre Eem-aflejringer i Danmark, Nordtyskland og Holland. *Danmarks geol. Unders.*, række 2, **17**, 302 pp.
- Milthers, K. 1959: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortbladene Fåborg, Svendborg og Gulstav. A: Kvartære aflejringer. *Danmarks geol. Unders.*, række 1, **21-A**, 112 pp.
- Nielsen, A. V. 1963: Ekskursion til Fyn. *Meddr dansk geol. Foren.*, **15**, 254–263.
- Pettijohn, F. J. 1957: *Sedimentary Rocks*. (Sec. ed.). New York: Harper & Row, 718 pp.
- Rosenkrantz, A. 1944: Nye bidrag til forståelse af Ristinge Klints opbygning. *Meddr dansk geol. Foren.*, **10**, 431–435.