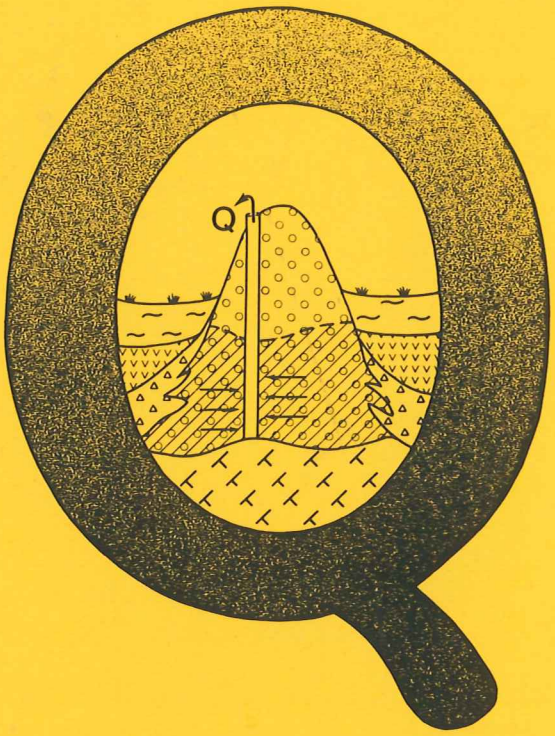
EXAMENSARBETEN I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

Kvartärgeologi



JÄMFÖRELSE MELLAN HYDROMETER-, PIPETT- OCH SEDIGRAFMETODERNA FÖR KORNSTORLEKSANALYSER

Lena Barnekow

Lunds univ. Geobiblioteket
15000 600954130

NR 37

TITUTIONEN LUNDS UNIVERSITET

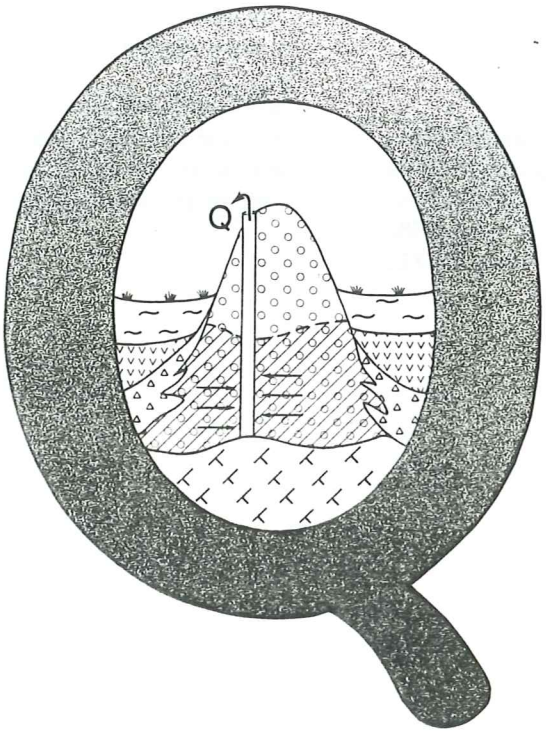
Lilo

CODEN: SE-LUNBDS/NBGO-91/5037+13S

EXAMENSARBETEN I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

LUNDS UNIVERSITET
GEOBIBLIOTEKET
PERIODICA

Kvartärgeologi



JÄMFÖRELSE MELLAN HYDROMETER-, PIPETT- OCH SEDIGRAFMETODERNA FÖR KORNSTORLEKSANALYSER

Lena Barnekow

LUND 1991

NR 37

GEOLOGISKA INSTITUTIONEN LUNDS UNIVERSITET

Förord

Denna rapport är ett examensarbete i kvartärgeologi på geovetarlinjen vid Kvartärgeologiska avdelningen, Geologiska institutionen, Lunds Universitet. Uppgiften har varit att jämföra tre olika och vanligen förekommande typer av sedimentationsanalyser.

Först och främst vill vill jag tacka Lena Adrielsson, vars stora kunskap och entusiasm väckt mitt intresse för kvartärgeologi. Det inträffade under en fantastisk exkursion till Ven en tidig vårvinterdag, några veckor efter det att jag börjat arbeta på kvartärpetrografiska laboratoriet. Vid hemkomsten anmälde jag mig till en 20 poängs kurs i geovetenskap på kvällstid.

Jag vill samtidigt tacka henne och Siv Olsson för handledning av examensarbetet. Båda har bidragit med inspiration och frikostigt delat med sig av sin kunskap i diskussioner och vid granskning av manus.

Jag vill rikta ett varmt tack till Per Möller som inspirerat mig till fortsatta studier och för hjälp med redigering och utskrift av examensarbetet.

Jag vill också tacka Kaj Lyngsaae-Olsen för hjälp med ritarbetet.

Slutligen vill jag framföra ett tack till alla på Kvartärgeologen som bjudit på sin kunskap och möjliggjort studierna.

Lund höstterminen 1991

Lena Barnekow
Kvartärgeologiska avdelningen
Geologiska institutionen
Sölvegatan 13
223 62 Lund

Innehållsförteckning

1 **Introduktion** 1

2 **Metodbeskrivning** 2
2.1 Hydrometermetoden 2
2.1.1 Provberedning för hydrometeranalys 3
2.2 Pipettmetoden 3
2.2.1 Provberedning för pipettanalys 3
2.3 Sedigrafmetoden 3
2.3.1 Provberedning för sedigrafanalys 3

3 **Analyserade prover** 4

4 **Analysresultat** 5
4.1 Reproducerbarhet 5
4.2 Jämförelse av analysmetoder 5
4.3 Jämförelse av hydrometeranalys och sedigrafanalys med identisk provberedning 9
4.4 Olika partikelkoncentration 9
4.5 Olika koncentration av dispergeringsmedel 9
4.6 Kornform och mineralsammansättning 10
4.7 Test av sedigrafinstrumentet 10

5 **Slutsatser och diskussion** 12

6 **Referenslista** 13

1 Introduktion

En av mineraljordarnas viktigaste primäregenskaper är deras kornstorleksfördelning. Kornstorleksfördelningen har betydelse för flera härledda egenskaper som exempelvis permeabilitet, kapillaritet och skjuvhållfasthet. Kornstorleksfördelningen är också en viktig ledtråd vid bedömning av jordarters genes.

Halten av grus och sand bestäms genom siktning (tabell 1). För bestämning av silt och ler används oftast någon typ av sedimentationsanalys. De tre vanligaste metoderna vid sedimentationsanalys är hydrometer-, pipett- och sedigrafanalyser.

Målsättningen för undersökningen har varit att undersöka:

- om analysresultaten är jämförbara oavsett vilken metod som används
- om olika förbehandling och dispergering kan orsaka skillnader i analysresultat
- vilken analysmetod som visar bäst reproducerbarhet

Tabell 1. Klassificering av kornstorlekar, använd i detta arbete.

Phi	Millimeter	Korngrupp	Analystyp
-6	64		
-5	32		
-4	16	Grus	
-3	8		
-2	4		
-1	2		Siktanalys
0	1		
+1	0,5		
+2	0,250	Sand	
+3	0,125		
+4	0,063		
+5	0,031		
+6	0,0156		
+7	0,0078	Silt	
+8	0,0039		Sedimentations-analys
+9	0,00195		
+10	0,00098		
+11	0,00049	Ler	
+12	0,00025		

2 Metodbeskrivning

Alla tre metoderna är så kallade sedimentationsanalyser, dvs. de bygger på att partiklar i en suspensionen sjunker olika snabbt beroende på deras storlek. Sedimentationsförloppet kan beskrivas med hjälp av Stokes lag.

$$d = \sqrt{\frac{18\eta}{(V_k - V_w)\,g}}\;\sqrt{\frac{h}{t}} \qquad (1)$$

där:

d	=	korndiameter, cm
h	=	fallhöjd, cm
t	=	falltid, s
V_k	=	korndensitet, g/cm^3
V_w	=	vätskans densitet, g/cm^3
g	=	tyngdkraftens acceleration, cm/s^2
η	=	vätskans viskostitet, g/cms

Stokes lag ger sambandet mellan fallhastighet och diameter hos ett sfäriskt korn som sedimenterar i en vätska (Fig. 1). Stokes lag (1) förutsätter sfäriska korn. I själva verket kan partikelformen variera mycket inom en fraktion och mellan olika fraktioner. Därför har begreppet ekvivalensdiameter införts. Storleken anges då som den samma som för en sfärisk partikel med samma fallhastighet.

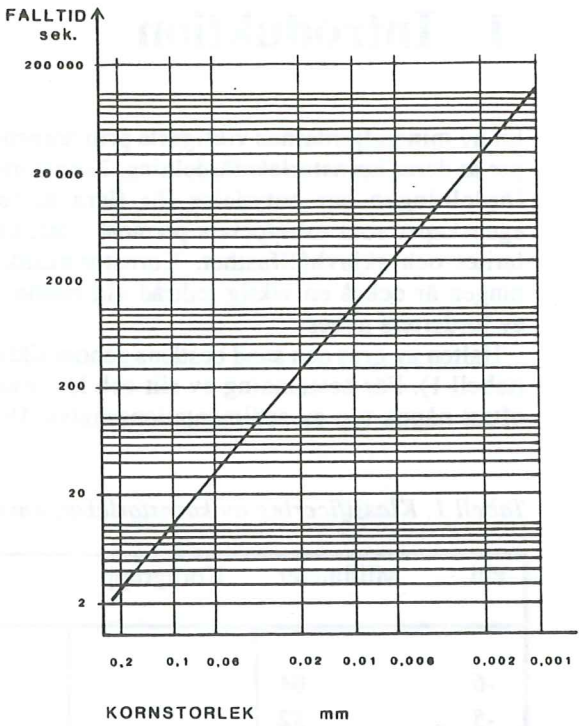


Fig. 1. Sambandet mellan kornstorlek och falltid i rent vatten då fallhöjden är 10 cm, korndensiteten 2,65 g/ cm^3 och temperaturen 20 °C.

2.1 Hydrometermetoden

Hydrometermetoden infördes omkring 1920. Gandahl utarbetade 1952 rekommendationer för att standardisera denna metod. En utmärkt beskrivning finns också i Stål (1972) och Talme & Almén (1975). Principen är enkel, utrustningen billig men analysproceduren tidsödande. Den kräver stor noggrannhet och vana.

Hydrometermetoden bygger på att man låter en hydrometer med en lång, graderad skänkel få flyta i en mätcylinder med ett dispergerat prov. Under sedimentationsförsöket förändras densiteten hos suspensionen så väl med djupet som med tiden. Vid tiden t kommer det endast att finnas korn mindre än korndiametern d ner till djupet h (Fig. 2). Vid tiden t_0 är alla kornstorlekar jämnt fördelade i suspensionen. Vid tiden t_1 kommer det endast att finnas korn mindre än korndiametern d_1. Vid tiden t_2 kommer det endast att finnas korn mindre än d_2. Man kan alltså avläsa en minskande densitet runt hydrometern efterhand som tiden går och partiklarna sjunker mot botten. Om suspensionens densitet avläses vid olika tillfällen efter tiden t = 0 sekunder då sedimentationen startade, kan kornstorleksfördelningen i provet beräknas.

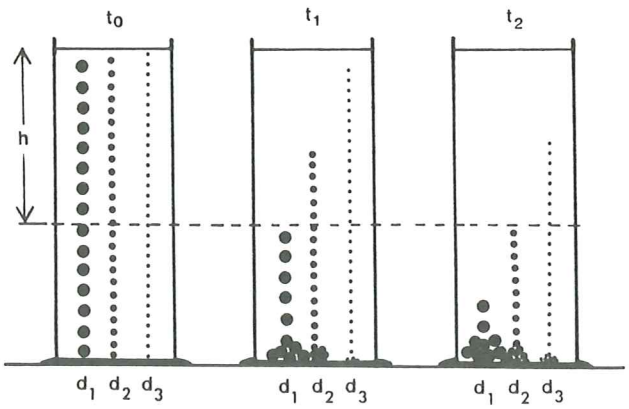


Fig. 2. Principskiss över ett sedimentationsförlopp.

2.1.1 Provberedning för hydrometeranalys

Provmängden vid hydrometeranalyserna varierades beroende på förväntad lerhalt. Proverna dispergerades med 100 ml 0,05 M natriumpyrofosfat och 400 ml destillerat vatten i en 1000 ml mätcylinder och spändes fast i en "vagga" där de vändes runt under minst 15 min. Därefter fylldes rören upp till 1000 ml med destillerat vatten. Provet i mätcylindern blandades ytterligare under minst 30 sekunder med hjälp av en silomrörare.

På grund av att densitetsförändringarana är störst under de första 20 minuterna kontrollerades dessa värden flera gånger genom omstart av sedimentationen.

2.2 Pipettmetoden

Pipettmetoden utvecklades i början på 1920-talet och förfinades av Andreasen 1930. Metoden kräver stor vana och precision. Den är dessutom tidsödande. Pipettmetoden utfördes enligt laboratorieanvisningar av Talme & Almén (1975). Med en pipett suger man upp suspension vid olika tidpunkter. Delproven överförs till deglar som får torka vid 105 C. Därefter väges delproven. Med hjälp av Stokes lag (1) kan tid och djup relateras till en kornstorlek. Därmed kan kornfördelningen beräknas. Principen för pipettanalys är enkel och metoden är den enda som direkt mäter massan av en viss kornfraktion.

2.2.1 Provberedning för pipettanalys

Jordproverna blandades med 20 ml 0.05 M natriumpyrofosfat. 400 ml destillerat vatten tillsattes och proven vändes runt i en vagga under 15 min. Nästa dag roterades proven igen under ytterliggare 15 min. Destillerat vatten fylldes på upp till 1000 ml graderingen. Provet i mätcylindern blandades ytterligare under minst 30 sekunder med hjälp av en silomrörare.

2.3 Sedigrafmetoden

Under 1980-talet har sedigrafmetoden blivit allt vanligare. Analysen är i hög grad automatiserad och betydligt snabbare än de övriga metoderna. En stor fördel är också att endast 1-2 gram prov behövs till en analys. Till nackdelarna hör att endast finkorniga sediment kan analyseras och att sedigrafen har ett högt inköpspris. Metoden beskrivs i Micromeretics (1978) och i British Standards Inst. (1975).

Sedigrafen mäter med hjälp av röntgenstrålar sedimentationshastigheten för partiklar i en suspension. Innan sedimentationen startar fördelas alla korn jämnt i lösningen med hjälp av en cirkulationspump, som pumpar provet mellan provbägaren och mätcellen. Då analysen startar stannar pumpen. Partiklarna börjar då sedimentera mot mätcellens botten. Densitetsförändringarna som sker i provsuspensionen under mättiden är proportionella mot förändringarna av röntgenintensiteten. En kumulativ kurva beräknas och ritas ut på ett 3 delat semilogaritmiskt papper.

För att minska mättiden rör sig cellen nedåt i förhållande till röntgenstrålen, som passerar en smal spalt. Cellrörelsen är synkroniserad med skrivarens rörelse utefter x-axeln och indikerar ekvivalenssfären som svarar mot tiden och djupet. Hastigheten för cellen och pennans rörelse i x-led (Rate) beräknas genom att partikeldensitet, vätskans densitet och viskositet samt startdiameter programmeras in i instrumentet enligt formeln:

$$Rate = \frac{k\,(V_k - V_w)}{\eta} \cdot (\,multiplikator) \qquad (2)$$

där:

k	=	apparatkonstant (211,80)
V_k	=	korndensitet, g/cm^3
V_w	=	vätskans densitet, g/cm3
η	=	viskositeten för vätskan, g/cms

Multiplikatorn är beroende av startdiametern. För start vid 60 mikrometer är multiplikatorn = 1,44. Analysen upphör då vid 0,2 mikrometer.

Instrumentet beräknar med hjälp av Stokes lag (1) partikelkoncentrationen vid succesivt minskande djup som en funktion av tiden. Enligt tillverkaren Micromeretics är sedigrafen byggd för att mäta partiklar mellan 100 och 0,2 mikrometer. Större partiklar kan orsaka stopp i slangarna. Om något av de rutinmässigt använda vattenbaserade dispergeringsmedlen används, kan man i praktiken inte mäta korn större än 70 mikrometer. Rate kommer då att överstiga det maximala inställningsvärdet 999.

2.3.1 Provberedning för sedigrafanalys

Cirka 1,8 gram prov användes till 40 ml dispergeringslösning. Två olika dispergeringslösningar som används rutinmässigt testades, 0,5% natriumpyrofosfat samt 0,1% Dispex. I samtliga fall behandlades proven med ultraljud i 20 minuter och därefter med magnetomrörare.

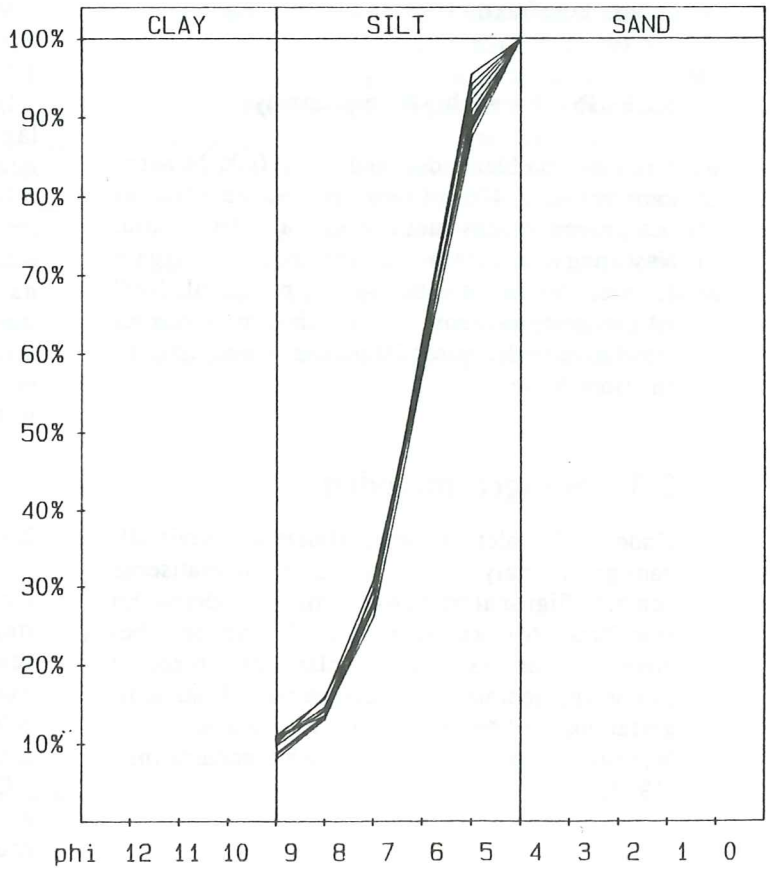
Glaspartiklarna dispergerades på samma sätt men med 0,05% Calgon som tillverkaren rekomenderar.

3 Analyserade prover

Tidigare analyser hade indikerat att skillnaden mellan resultatet av sedigraf- och hydrometeranalys är större ju högre lerhalten är. Som provmaterial valde jag därför att analysera dels lerig silt från Ven med låg lerhalt och dels finlera från Grevie med en relativt hög lerhalt. Metoderna definierar och mäter kornstorlek på olika sätt. För att kunna studera hur detta påverkar resultatet använde jag också ett glasmaterial med ungefär samma lerhalt som Grevieleran men med enhetlig kornform och sammansättning. Glaspartiklarna är ett referensmaterial från Micromeretics återförsäljare CiAB i Lidingö. Delprover av glasmaterialet har analyserats upprepade gånger på olika sedigrafinstrument och på olika laboratorier i USA.

En förutsättning för undersökningen var att ett stort antal delprov som inte skiljde sig i kornfördelning kunde tas ut. Proverna från Ven och Grevie förbehandlades. De tvättsiktades genom ett nät med 0,06 mm maskvidd varefter det vattenbemängda materialet frystorkades. Sedan krossades eventuella aggregat i en mortel. Alltsammans blandades och homogeniserades mycket noggrant innan delprov togs ut. I samtliga fall användes en provkoncentration i den analyserade suspensionen som var under 2 volymsprocent.

Fig. 3. Lerig silt. Hydrometeranalys av 10 stycken delprov.



4 Analysresultat

4.1 Reproducerbarhet

För att undersöka de enskilda metodernas reproducerbarhet gjordes 10 analyser av den leriga silten med vardera metoden.

Fig. 3 visar att hydrometeranalyserna varierar mest i början, det vill säga i den grövre siltfraktionen, med en variationsbredd vid 5 phi på 8 procentenheter (mellan 96 och 88%). Det är också i början som hydrometern sjunker snabbast. I övrigt är variationsbredden mindre än 4 procentenheter trots att 8 olika hydrometrar använts.

Med pipettanalys var variationsbredden något över 4 procentenheter vid 6 och 7 phi vilket framgår av Fig. 4. Inom detta intervall finns också största andelen korn.

Bästa reproducerbarheten förelåg vid sedigrafanalys med en variationsbredd som aldrig överskred 4 procentenheter. Se Fig. 5.

4.2 Jämförelse av analysmetoder

Medelkurvorna från de tre olika metoderna i testen av reproducerbarheten, användes också för att göra jämförelser mellan de tre metoderna. Analysunderlaget utökades också till att omfatta finleran och glasmaterialet (tabell 2). Medelkurvan för sedigrafanalyserna ligger klart över hydrometer- och pipettanalyserna. Detta innebär att lerhalten med sedigrafanalys blir betydligt högre än med hydrometer- och pipettanalys. Skillnaden uppgår i genomsnitt till 7 respektive 8 procentenheter i den leriga silten, vilket framgår av Fig. 6 och tabell 2.

Fig. 7 visar att största andelen i viktsprocent finns i detta prov mellan 5 och 7 phi. Medelvärdet av pipettanalyserna har förutom större andel korn än de övriga metoderna också sämst reproducerbarhet inom detta intervall.

Som framgår av Fig. 8 har skillnader i analysresultat mellan hydrometer och sedigrafanalys ökat ytterligare i prover med en högre lerhalt. Sedigrafanalysen gav i genomsnitt en lerhalt på 57% medan hydrometeranalysen blev 41%, det vill säga en differens på 16 procentenheter.

Dessvärre har det höga inköpspriset på glaspartiklar medfört att endast ett prov kunnat användas för alla 10 hydrometeranalyserna. Dessutom har provmängden endast varit 20 g/1000 ml. Analysresultaten visar en mycket stor spridning och en succesivt minskande lerhalt efterhand som materialet återanvändes (från 59% till 51%). Medelvär-

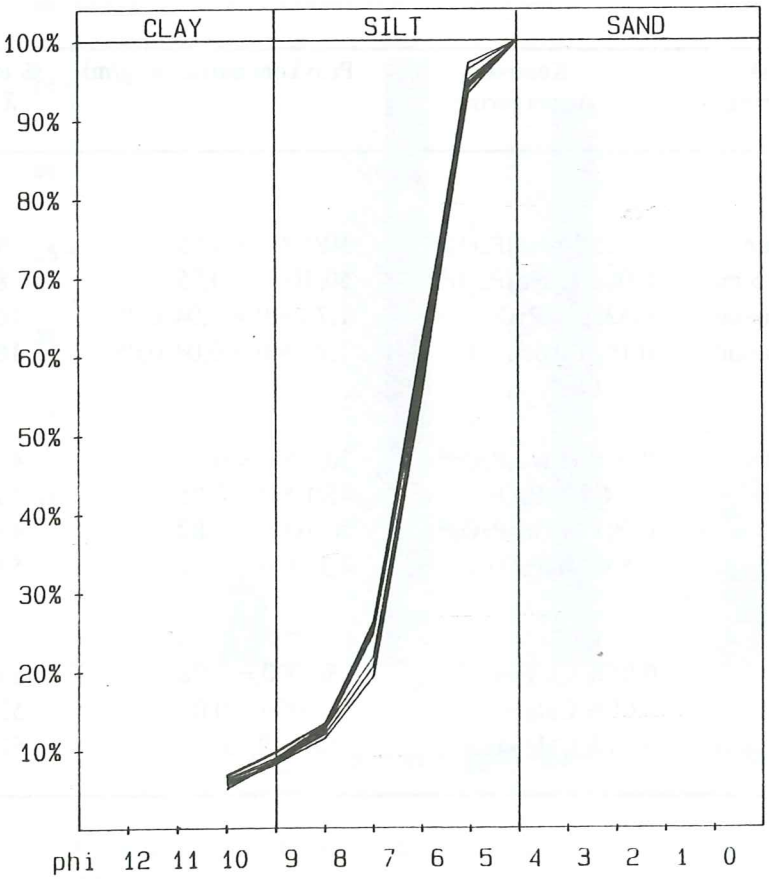
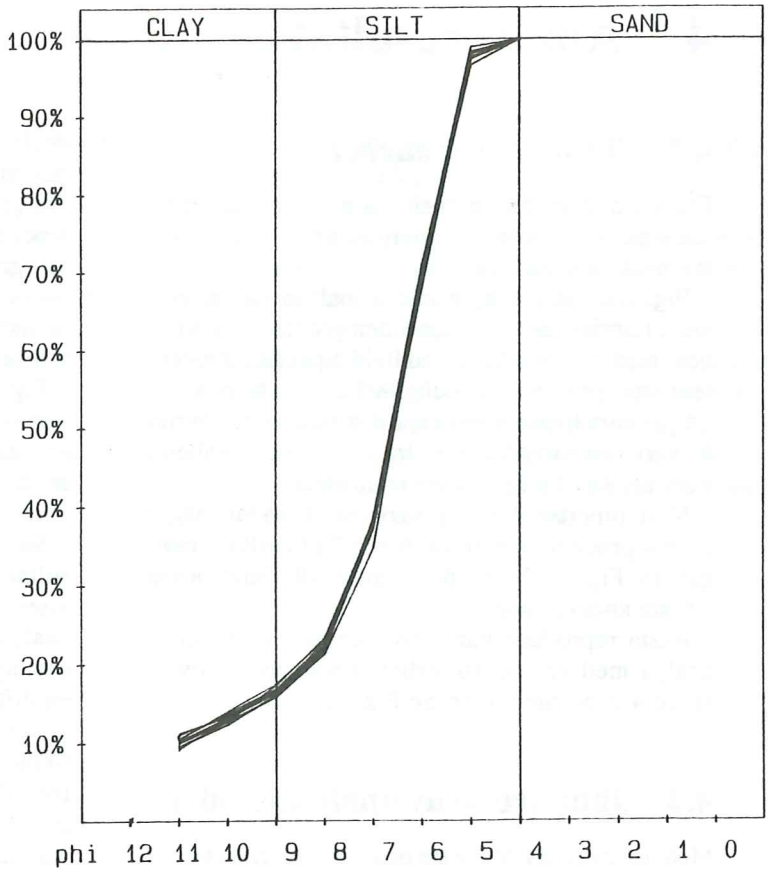


Fig. 4. Lerig silt. Pipettanalys av 10 stycken delprov.

Fig. 5. Lerig silt. Sedigrafanalys av 10 stycken delprov.



Tabell 2.

Antal analyser och analysmetod	Mekanisk dispergering	Kemisk dispergering	Provkoncentration g/ml	% ler X
Lerig silt				
10 st hydrometer	vagga 15 min	0,005 M $Na_4P_2O_7$*	50/1000 = 0,05	9,7
10 st pipett	vagga 2 x 15 min	0,001 M $Na_4P_2O_7$**	50/1000 = 0,05	8,9
10 st sedigraf	20 min ultraljud	0,5% $Na_4P_2O_7$	1,7-2/40 = 0,04-0,05	16,6
10 st sedigraf	20 min ultraljud	0,1% Dispex	1,7-2/40 = 0,04-0,05	16,3
Finlera				
10 st hydrometer	vagga 15 min	0,005 M $Na_4P_2O_7$*	30/1000 = 0,03	41,4
10 st hydrometer	vagga 15 min	0,5% $Na_4P_2O_7$	45/1000 = 0,05	43,9
3 st pipett	vagga 2 x 15 min	0,001 M $Na_4P_2O_7$**	20/1000 = 0,02	43,9
10 st sedigraf	20 min ultraljud	0,5% $Na_4P_2O_7$	2,3/50 = 0,05	57,0
Glas				
1x3 hydrometer	vagga 15 min	0,05% Calgon	15/1000 = 0,02	55,0
1x10 hydrometer	vagga 15 min	0,05% Calgon	15/1000 = 0,02	53,1
2x5 sedigraf	20 min ultraljud	0,05% Calgon	1/20 = 0,05	62,8

* 0,005 M $Na_4P_2O_7$ = 0,2 %
** 0,001 M $Na_4P_2O_7$ = 0,04 %

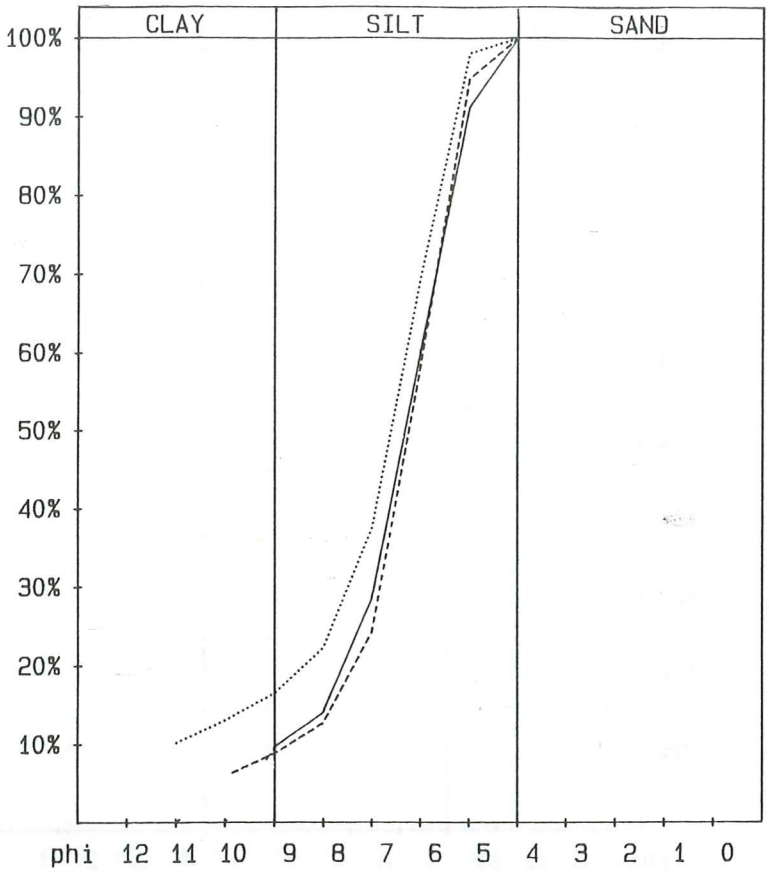


Fig. 6. Kumulativa kurvor från analyser av lerig silt. Medelvärden från:
—— 10 st hydrometeranalyser
- - - - 10 st pipettanalyser
..... 10 st sedigrafanalyser

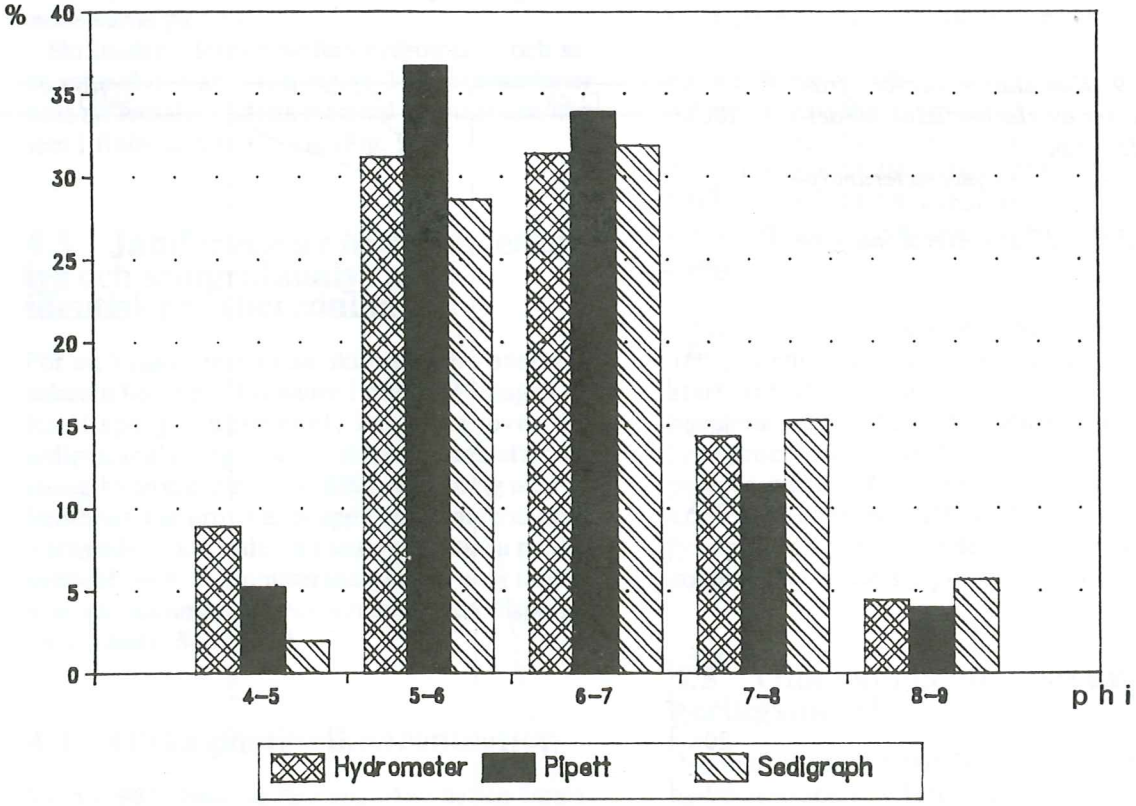


Fig. 7. Lerig silt. Frekvensdiagram med medelvärdet av 10 stycken delprover från de tre olika analysmetoderna.

Fig. 8. Kumulativa kurvor från analyser av finlera. Medelvärden från:
——— *10 st hydrometeranalyser*
- - - - *3 st pipettanalyser*
..... *10 st sedigrafanalyser*

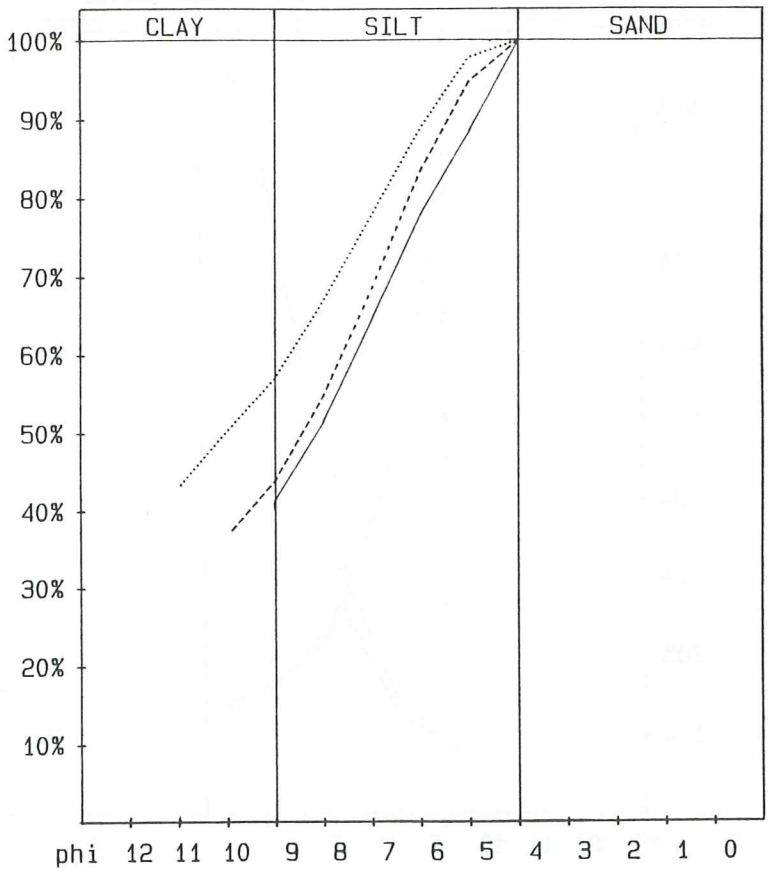
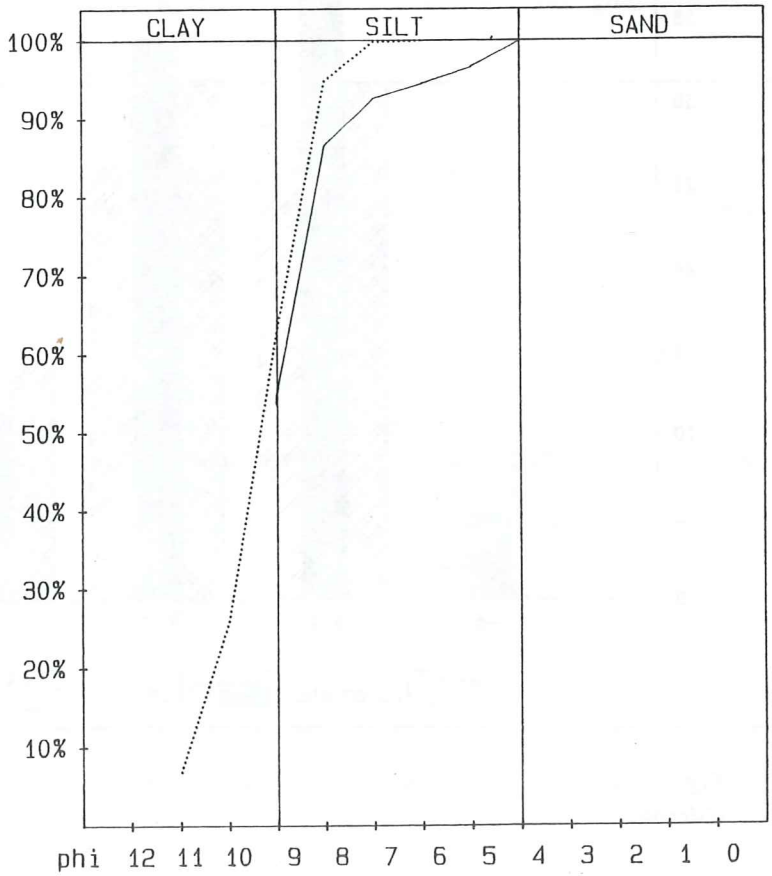


Fig. 9. Kumulativa kurvor från analyser av glaspartiklar. Medelvärden från:
——— *3 st hydrometeranalyser*
..... *10 st sedigrafanalyser*



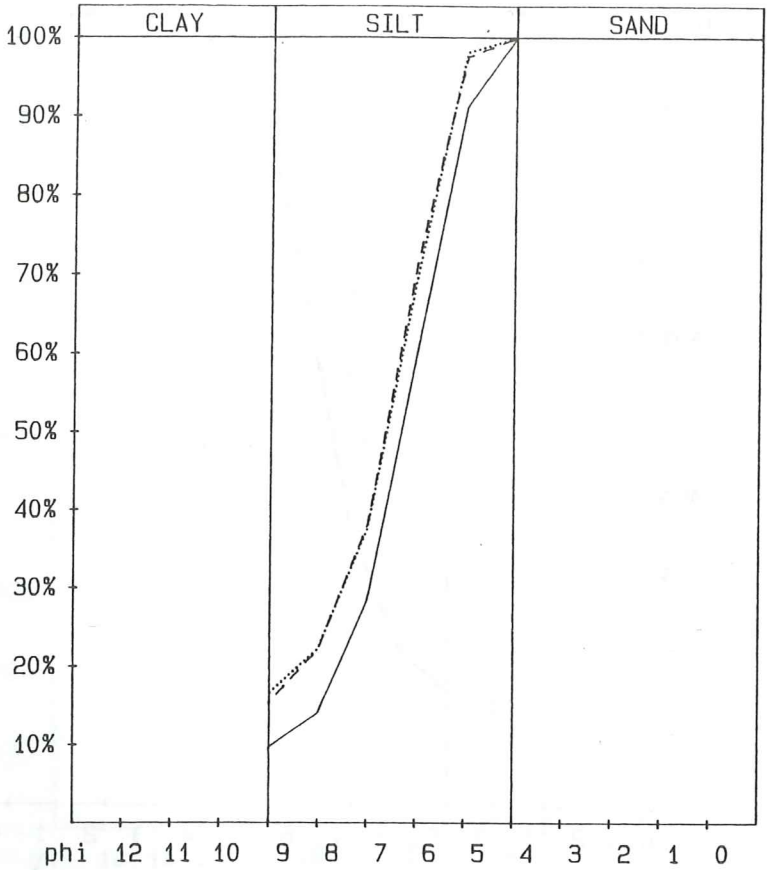


Fig. 10. Kumulativa kurvor från analyser av lerig silt. Medelvärden från:
—— 10 st hydrometeranalyser
- - - - 3 st sedigrafanalyser efter avslutad hydrometeranalys
..... 10 st sedigrafanalyser

det av de tre första hydrometeranalyserna gav en lerhalt på 55% medan alla 10 analyserna gav ett medelvärde på 53%.

Skillnaden i lerhalt mellan hydrometer- och sedigrafanalyser är 8 respektive 10 procentenheter trots att lerhalten i detta material är minst lika hög som i finleran från Grevie (Fig. 9).

4.3 Jämförelse av hydrometeranalys och sedigrafanalys med identisk provberedning

För att kunna utesluta att skillnaderna i analysresultaten beror på skillnader i provberedningen eller dispergeringsmedel, har tre prover för sedigrafanalys tagits ut ur suspensionen efter avslutad hydrometeranalys. Efter omrörning med silomrörare har prov hällts upp i en bägare vid tiden 0 sekunder. Skillnaderna i analysresultaten mellan sedigraf- och hydrometeranalys blev den samma som när rutinmässig provberedning och dispergerin används. Se Fig. 10.

4.4 Olika partikelkoncentration

Stein (1985) fann att den uppmätta halten finmaterial ökade om provets partikelkoncentration var mer än 3 volymsprocent.

En succesiv utspädning och upprepade mätningar av ett prov av den leriga silten gav vid mätning i sedigrafen följande resultat (Fig. 11):

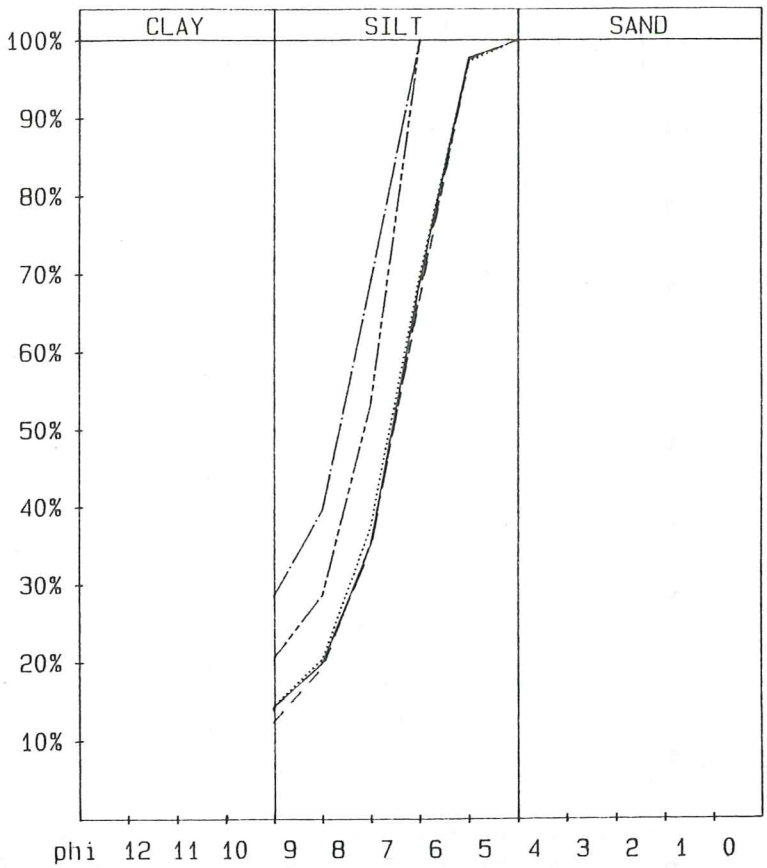
6,0 vol-% gav 28,6% lerhalt (367)
4,3 vol-% gav 20,6% lerhalt (370)
2,7 vol-% gav 14,5% lerhalt (411)
2,0 vol-% gav 14,4% lerhalt (557)
0,9 vol-% gav 14,3% lerhalt (958)
0,8 vol-% gav 12,5% lerhalt (1000 och start vid 80%)

Siffrorna inom parantes anger instrumentets 100-procent inställning före analys för att uppnå start vid 100%. Micromeretics (1975) rekomenderar att provkoncentrationen är under 3 volymsprocent och att 100% inställningen inte justeras under 500. Welch *et al.* (1979) anser att koncentrationen bör hållas så låg som 0,86 volymsprocent eller därunder eftersom sedigrafresultaten då närmar sig pipettresultaten.

4.5 Olika koncentration av dispergeringsmedel

Normalt används 0,005 M natriumpyrofosfat vid hydrometeranalys vilket motsvarar 0,22 procentig lösning. Eftersom prover för sedigrafanalyser rutinmässigt analyseras med 0,5% natriumpyrofosfat, testades också denna koncentration med

Fig. 11. Kumulativa kurvor från sedigrafanalyser med olika provkoncentrationer.
6,0 vol-% —— · —— · ——
4,3 vol-% —— - - —— - -
2,7 vol-% .....
2,0 vol-% ————————
0,94 vol-% —— —— ——
0,75 vol-% — — — —



hydrometeranalys. Resultatet blev en kurva som förskjutits något mot de finare fraktionerna (Fig. 12).

4.6 Kornform och mineralsammansättning

Glasmaterial skiljer sig i flera avseende från de naturliga lerproverna från Ven och Grevie. Materialet är mera enhetligt. Det har exempelvis samma kornform, mineralsammansättning och därmed samma densitet och röntgenabsorbtion oavsett kornstorlek.

Även om skillnaderna mellan analysresultaten av glaspartiklar minskat och trots att det finns en viss osäkerhet i resultaten på grund av den stora spridningen, kvartår dock en skillnad på minst 8 procentenheter.

Jones *et al.* (1988) har visat att järnrika mineral som tex. klorit absorberar mer röntgenstrålning och ger därför högre halt finkornigt material än väntat.

Kornformen är också mindre varierad i glasmaterialet jämfört med jordproverna, där andelen flakformiga mineral ökar med ökad lerhalt. Sfäriska och kubiska korn sedimenterar snabbare än avlånga eller platta med samma vikt. Ett försök med partiklar tillverkade av plastelina gjordes. Plastelinapartiklar med olika form men med samma vikt släpptes ner i glycerol. Jag fann att tallriksformade och stavformade partiklar sedimenterar långsammare än sfärer och att de faller med den största ytan vinkelrätt mot fallriktningen. Röntgenstrålarna kommer därför sannolikt att träffar partiklarnas minsta yta. Ändå visar sedigrafanalyserna högre halt finkornigt material.

4.7 Test av sedigrafinstrumentet

Enligt Hendrix & Orr (1970) ger elektrisk och mekanisk instabilitet ett fel i sedigrafanalyserna som är mindre än 1%. För höga värden på grund av en långsammare sedimentationshastighet för partiklarna närmast provkammarens väggar anges till omkring 0,1%. Ingen förklaring ges till hur de kommit fram till detta.

Vid test av instrumentet med ren dispergeringslösning, är en variation på ± 1,5%, bland annat på grund av bakgrundsbrus, acceptabel enligt tillverkaren.

Vid leverans av glaspartiklar medföljder den medelkurva som är resultatet av analyser utförda i USA på olika delprov av detta material. I Fig. 13 kan denna kurva jämföras med den medelkurva jag har fått fram. Eftersom överenstämmelsen är god talar detta för att instrumentet är tillförlitligt och att detta även gäller vid de övriga analyserna.

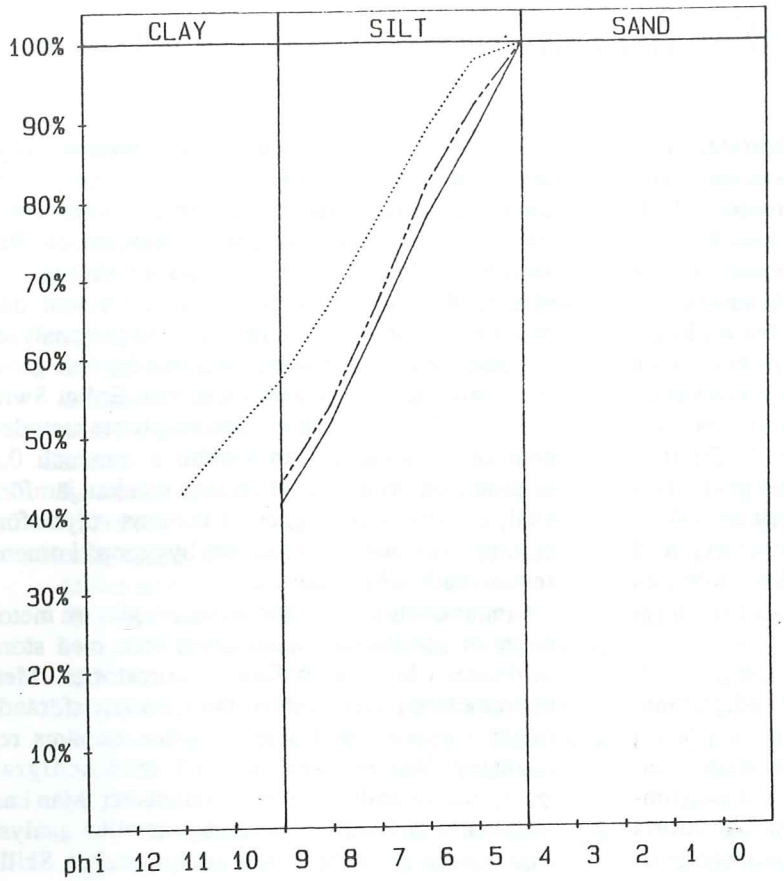


Fig. 12. Kumulativa kurvor från analyser av finlera. Medelvärde av:
———————— 10 st hydrometeranalyser med 0,22 % $Na_4P_2O_7$
- - —— - - 10 st hydrometeranalyser med 0,5 % $Na_4P_2O_7$
..... 10 st sedigrafanalyser med 0,5 % $Na_4P_2O_7$

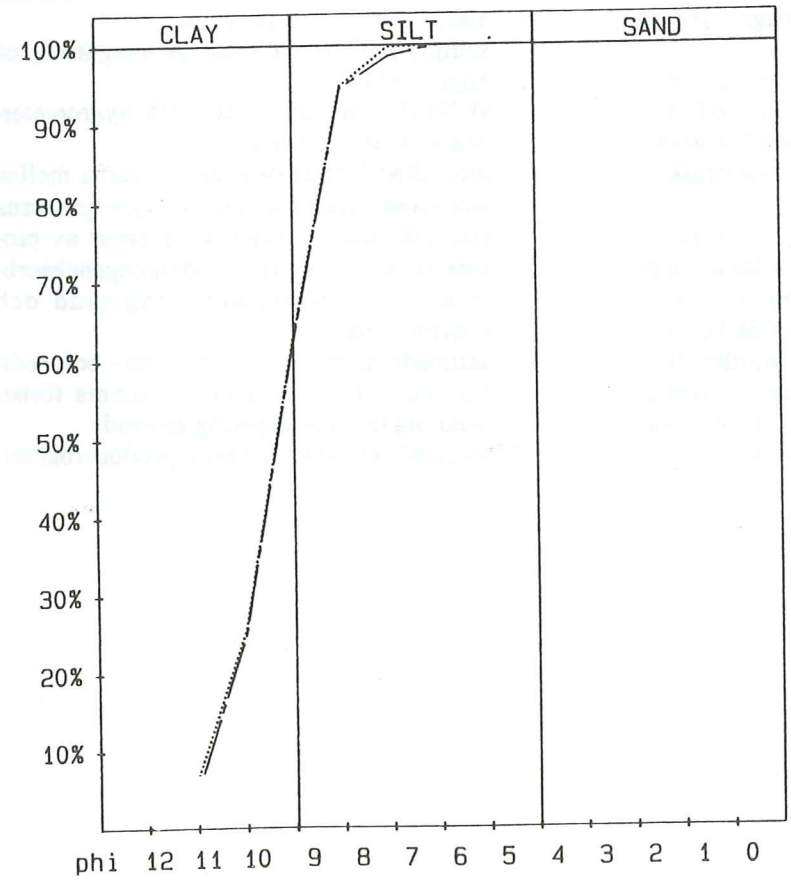


Fig. 13. Kumulativa kurvor från sedigrafanalyser av glaspartiklar. Medelvärden av:
. . . . . mina analyser
—— _ —— Micromeretics analyser

5 Slutsatser och diskussion

Undersökningsresultaten visar att sedigrafen alltid ger en finare partikelfördelning. Resultaten överensstämmer med vad Weaver & Grobler (1981) och Welch *et al.* (1979) fann. Skillnaden är störst i den finkorniga delen av kurvan. Sannolikt kan en del av skillnaden förklaras med att vid minskande kornstorlek ökar andelen korn som har en högre röntgenabsorption än vad exempelvis kvartskorn har. Att skillnader i analysresultaten påverkas av provets kornstorlek och sorteringsgrad belyses med resultat av Lara & Matthes (1983). De fann god överenstämmelse mellan sedigraf- och pipettanalyser för prover med hög halt av finkornigt material, men finare partikelfördelning med sedigraf om provet innehöll 65-75% korn större än 10 mikrometer. Lerig silt från Ven innehåller drygt 50% korn större än 10 mikrometer.

Risberg (1989) fann att lerhalten i ett prov var 60% med pipettanalys och 75% med sedigrafanalys. Han menar att skillnaderna är ännu större i prover med hög halt av glimmer eller diatoméer. Tyvärr är analysresultaten med hög halt av glimmer osäkra, eftersom pipettanalyserna har utförts i vattenlösning av natriumpyrofosfat och sedigrafanalyserna i glycerol.

Coates & Hulser (1985) menar att precisionen för hydrometer- och pipettanalyser med relativt stora delprover är i hög grad beroende av den som utför analysen, medan sedigrafanalyser är mera känsliga för att provdelningen verkligen ger ett representativt prov.

Lloyd (1982) menar att om en ljusstråle passerar en suspension som innehåller partiklar med samma partikelstorlek som ljusets våglängd, kommer intensiteten att minska mer än vad som orsakats av partiklarnas tvärsnittsarea.

Det är viktigt att rätt förbehandling och koncentration av dispergeringsmedel används för att uppnå optimal effekt vid dispergering. Eftersom lerhalten ökade vid analys av finleran då koncentrationen på dispergeringsmedlet höjdes från 0,22% till 0,5% talar detta för att den rutinmässigt använda koncentrationen inte ger optimal dispergingseffekt vid hydrometeranalys.

Stein (1985) har gjort jämförelser mellan analyser på sedigraf och Coulter Counter. Coulter Counter är ett instrument som bestämmer partiklarnas antal och volym i en suspension. Resultatet relateras till volymen för en ekvivalenssfär med samma elektriska motstånd som den mätta partikeln har. Han fann att sedigrafanalyser ger högre halt fint material och mindre halt grovt vid jämförelse med Coulter Counter. Enligt Swift (1972) är Coulter Counter den snabbaste metoden som kan analysera korn mellan 1 mm och 0,5 mikrometer. Problemet är att man inte kan jämföra analysresultat som bygger på kornens volymsfördelning med analysresultat som bygger på kornens sedimentationshastighet.

Sammanfattningsvis kan sägas att alla tre metoderna är sedimentationsmetoder, men med stora skillnader i hur man definierar kornstorlek. Med hydrometermetoden mäter man densitetsförändringar i provet, med pipettmetoden bestäms respektive fraktions-massa och med sedigraf registreras förändring i röntgenintensitet. Man kan med andra ord inte förvänta sig att olika analysmetoder ska ge exakt samma analysresultat. Skillnaden mellan dem kommer inte vara konstant eftersom exempelvis den mineralogiska sammansättningen varierar från prov till prov.

Denna undersökning har visat att:

- analysresultaten inte är jämförbara oavsett vilken metod som används
- sedigrafanalyserna visar genomgående en högre lerhalt
- skillnaden mellan pipett- och hydrometeranalys är mycket liten
- med ökad lerhalt ökar skillnaderna mellan analysresultaten i de naturliga jordproverna eftersom analysresultatet påverkas av provets kornform, densitet, röntgengenabsorbtion, kornstorlek, sorteringsgrad och koncentration
- skillnaderna mellan hydrometer- och sedigrafanalys kvarstår även då samma förbehandling och dispergering används
- sedigrafmetoden ger bäst reproducerbarhet

6 Referenslista

Andreasen, A. & Lundberg, J. 1930: Ein Apparat zur Feinheitsbestimmung nach der Pipettemethode mit besonderem Hinblick auf Betriebuntersuchungen. Berlin.

British Standards Institution, 1377, 1975: Methods of test for Soils for engineering purposes.

Coates, G.F. & Hulser, C.A. 1985: A comparision of four methods of size analysis of fine-grained sediments. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics 28*, 369-380.

Gandahl, R. 1952: Hydrometermetoden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 74*, 497-512.

Hendrix, W.P. & Orr, C. 1972: Automatic sedimentation size analysis instrument. *In*: Groves, M.J. & Wyatt-Sargent, J.L. (eds.): Particle size analysis 1970. *Society of Analytical Chemistry*, 133-146.

Jones, K.P.N., McCave, I.N. & Patel, P.D. 1988: A computer-interfaced sedigraph for modal size analysis of fine-grained sediment. *Sedimentology 35*, 163-172.

Lara, O.G. & Matthes, W.J. 1983: The sedigraph as an alternative method to the pipet. U.S. Geological Survey.

Lloyd, P.J. 1982: The meaning of particle size. Skandinavisk Teknikförmedling International AB. Kurskompendium.

Micromeretics, 1978: Instruction manual. Sedigraph particle size analyser.

Risberg, J. 1989: Grain-size distribution of sediments. A comparison between pipette and sedigraph analysis. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 111*, 247-250.

Stein, R. 1985: Rapid grain-size analyses of clay and silt fraction by Sedigraph 5000D. Comparison with Coulter counter and Atterberg methods. *Journal of Sedimentary Petrology 4*, 590-593.

Stål, T. 1972: Kornfördelning. *Byggforskningens informationsblad B2: Förslag till geotekninska laboratorieanvisningar, del 4.* Svensk Byggtjänst, Stockholm. 23 p.

Swift, D.J.P., Schubel, J.R. & Sheldon, R.W. 1972: Size analysis of fine-grained suspended sediments:a review. *Journal of Sedimentary Petrology 4*, 122-134.

Talme, O. & Almén, K.-E. 1975: Jordartsanalys. Laboratorieanvisningar, del 1. Kvartärgeologiska Institutionen, Stockholms Universitet. 132 p.

Weaver, A.v.B. & Grobler, D.C. 1981: An evaluation of sedigraph as a standard method of sediment particle size analysis. *Water South Africa 7*, 79-87.

Welch, H.N., Allen, P.B. & Galindo, D.J. 1979: Particle size analysis by pipette and sedigraph. *Journal of Environmental Quality 8*, 543-546.

Tidigare skrifter i serien "Examensarbeten i Geologi vid Lunds Universitet":

2. Möller,C.: Eklogitiska bergarter i Roan, Vestranden, Norge. En mineralinventering och texturstudie. 1984.

3. Simeonov,A.: En jämförelse mellan Jorandomens tennanomala graniters och revsundsgranitens (Västerbotten) mineralogiska och petrografiska karaktär. 1984.

4. Annertz,K.: En petrografisk karakteristik av en sent postorogen mafisk intrusion i östra Värmland. 1984.

5. Sandström,K.: Kartläggning av grundvattenförhållandena i ett delområde av provinsen Nord Kordofan, Sudan. 1984.

6. Gustafsson,B.-O., Ralfsson,S.: Undersökning av högsta kustlinjen på Rydsbjär vid Margreteberg i södra Halland. 1985.

7. Helldén,J., Nilsson,A.-G.: Undersökning av den baltiska moränleran vid Svalöv, NV-Skåne. 1985.

8. Persson,K.: Kobolt i pyrit från Kiruna Järnmalmsgruva. 1985.

9. Ekström,J.: Stratigrafisk och faunistisk undersökning av Vitabäckslerorna i Skåne. 1985.

10. Säll,E.: Neobeyrichia from the Silurian of Bjärsjölagård. 1986.

11. Markholm,C.-O.: Svagt naturgrus och bergkrossmaterial till bärlager. En laboratoriestudie. 1986.

12. Hellström,C.: Klassifikation av leptiter i malmstråket mellan O. Silvberg och Vallberget, Dalarna. 1986.

13. Öhman,E.: En petrografisk och mineralogisk studie av en komplex gång bestående av metadiabas och kvartskeratofyr i Kiirunavaara-gruvan. 1986.

14. Holmberg,G., Johansson,L.: Sedimentologisk undersökning av de övre glacifluviala avlagringarna i Vombsänkan, södra Skåne. 1986.

15. Thuning,B., Linderson,H.: Stratigrafi och överplöjning i Bussjö-området, Ystad. 1986.

16. Bergstedt,E., Lööf,A.I.: Naturvärme- och teknik och geologi med en översiktlig kartläggning av tillgångarna i Kalmar län och Västerviks kommun. 1986.

17. Elg,A.: Investigation of a wollastonite occurence in central Sweden. 1987.

18. Andrésdóttir,A.: Glacial geomorphology and raised shorelines in the Skardsströnd-Saurbauer Area, west Iceland. 1987.

19. Eken,K.: Geohydrologisk undersökning vid Filborna avfallsupplag i Helsingborg. 1987.

20. Kockum,K.: Alkalisering vid konstgjord infiltration : En vattenkemisk studie i tre vattentäkter i sydöstra Småland. 1987.

21. Wedding,B.: Granitförande pegmatiter i SV Värmland. En mineralogisk och kemisk studie. 1987.

22. Utgår.

23. Hammarlund,D.: Sedimentstratigrafiska och paleohydrologiska undersökningar av Fönesjön och Kalvs Mosse inom Vombslätten, centrala Skåne. 1988.

24. Jansson,C.: Basiska bergarter, gångbergarter, sedimentbergarter och breccior i vaggerydssyenit. En undersökning i protoginzonen vid Vaggeryd. 1988.

25. Jerre,F.: Silurian conulariids from the Lower Visby Beds on Gotland. 1988.

26. Svensson,E.: Upper Triassic depositional environments at Lunom, northwest Scania. 1989.

27. Vajda,Vivi: Biostratigrafisk indelning av den Mesozoiska lagerföljden i Köpingsbergsborrningen 3, Skåne. 1988.

28. Persson,A.: En biostratigrafisk undersökning av conodontfaunan i Limbatakalkstenen på lokalen "Stenbrottet" i Västergötland. 1988.

29. Regnell,M.: Stenåldersmänniskans vegetationspåverkan på Kullaberg, nordvästra Skåne. En paleoekologisk studie. 1988.

30. Siverson,M.: Palaeospinacid selachians from the Late Cretaceous of the Kristianstad Basin, Skåne, Sweden. 1989.

31. Mathiasson,L.: REE i svekofenniska migmatitneosomer och sensvekofenniska graniter från Nyköpingsområdet. 1989.

32. Månsson,A.: Kinematic analysis of the basement-cover contact of the western margin of the Grong-Olden Culmination, Central Norwegian Caledonides. 1990.

33. Lagerås,P.: Kontinuitet i utnyttjandet av Baldringes utmarker. En pollenanalytisk studie i Skogshejdan, Skåne. 1991.

34. Rundgren,M.: Litostratigrafi och paleomiljöutveckling i Langelandselv-området, Jameson Land, östra Grönland. 1991.

35. Björkman,L.: Vegetationshistorisk undersökning av en förhistorisk jordmånsprofil begravd under en stensträng i Rösered, Västergötland. 1991.

36. Holmström,P., Möller,P., Svensson,M.: Water supply study at Manama, southern Zimbabwe. 1991.