

Kornfordelingen i nogle danske jordarter

ALBERT FOBIAN



Fobian, A. 2000–12–31: Kornfordelingen i nogle danske jordarter. *Geologisk Tidsskrift*, hæfte 3, pp. 1–32. København.

Kornstørrelsernes naturlige fordelingsmønster og blandingsforhold er undersøgt fra ler til og med grus i 1658 prøver af mineraljord. Prøverne er fra de almindeligst forekommende glaciale og marine aflejringer i Danmark, og de fleste af dem er udtaget som led i større anlægsarbejder eller andre større projekter. Prøverne er undersøgt aflejringsstype for aflejringsstype, som de er bedømt til af geologer. For hver aflejringsstype er der udarbejdet et fraktionsdiagram, der opdeler prøverne i fraktioner/delfraktioner og samler deres kumulative procenter efter stigende sandindhold. Fraktionsdiagrammerne viser hovedtrækkene i kornfraktionernes fordelingsmønstre for hver aflejringsstype. Ud fra disse hovedtræk er kornfordelingerne ordnet mere detaljeret efter fraktionernes/delfraktionernes hyppighed og blandingsforhold i naturen. På tværs af aflejringsstyperne er kornfordelingerne ordnet i to niveauer, grupper og undergrupper. Grusfraktionen er ordnet i 7 grusgrupper. Finjorden fordeler sig på 13 jordartsgrupper, der igen er opdelt i 33 undergrupper.

Albert Fobian, Kontorhus 1, Naverland 2, 13., DK-2600 Glostrup.

Indledning

Langt den største del af de danske overfladenære aflejringer består af løse (ucementerede) sedimenter, der strækker sig ned til mange meters dybde. Sedimenterne er aflejret i vekslende sedimentære miljøer og består af enkeltkorn med meget stor spredning i kornstørrelse. Afhængig af aflejringsmiljøet forekommer sedimenterne mere eller mindre sorteret efter kornstørrelse.

Betegnelsen »løse sedimenter« er tilnærmelsesvis synonymt med begrebet »jord« og »jordarter«. I denne forbindelse regnes begreberne »løse sedimenter« og »jordarter« at være helt synonyme.

Ved hjælp af en visuel-manuel arbejdsmetode udføres hvert år mange jordartsbedømmelser som led i projekter for såvel videnskabelige som praktiske formål. Bedømmelsen omfatter en række fundamentale jordkarakterer som kornstørrelses-sammensætning, farve, sedimentstruktur, bikomponenter og andre karakterer, som umiddelbart kan ses, føles eller på anden måde registreres ved hjælp af simple hjælpemidler (lup, saltsyre, farvekort o. lign.). Bedømmelsen gennemføres så objektivt som muligt for med enkle midler at give et realistisk førstehåndskendskab til den givne jordprøve med henblik på tolkning af dens dannelsesmiljø og alder samt eventuelle egenskaber i forbindelse med praktiske formål.

I tidens løb er der udført et stort antal kornstørrelsesanalyser. Der er efterhånden fastlagt en kornstør-

relsesskala, der danner grundlaget for analyserne. Den viser mineraljordarterne opdelt efter partikelstørrelse i en række fraktioner: ler, silt, sand, grus og sten, hvoraf silt, sand og grus er yderligere opdelt i delfraktioner. Ved hjælp af denne fraktionsskala kan en jordarts sammensætning af fraktioner og delfraktioner bestemmes procentuelt.

Imidlertid forekommer jordarterne i naturen næsten altid som blandinger mellem to eller flere fraktioner/delfraktioner, men disse blandingsforhold er ikke sammenfattende beskrevet og afstemt på grundlag af deres indbyrdes procentuelle sammensætninger. De retningslinier, der i almindelighed følges af geologer, agronomer og geoteknikere, kan kort skitseres ved hjælp af nedennævnte eksempler.

Gravesen og Knudsen (1981) redegør for beskrivelse af boreprøver for vandforsyningsboringer. Det nævnes, at prøverne ofte består af flere kornstørrelsesfraktioner, og der nævnes eksempler på betegnelser for kornfraktionernes kombinationsmuligheder, men konkrete talværdier nævnes ikke. Den danske jordklassificering (Landbrugsministeriet, 1976) er gennemført på grundlag af 12 jordtyper, hvoraf 10 er defineret med hensyn til vægtprocent af ler, silt og sand. Klassifikationen omfatter kun pløjelaget og grus er ikke med. Larsen m.fl. (1988) benytter en række jordartsbetegnelser egnet for ingeniørgeologiske formål. De omfatter også blandinger af fraktionerne, men der gives kun meget sparsomme oplysninger om konkrete talværdier. For finklastiske jordarter lægges

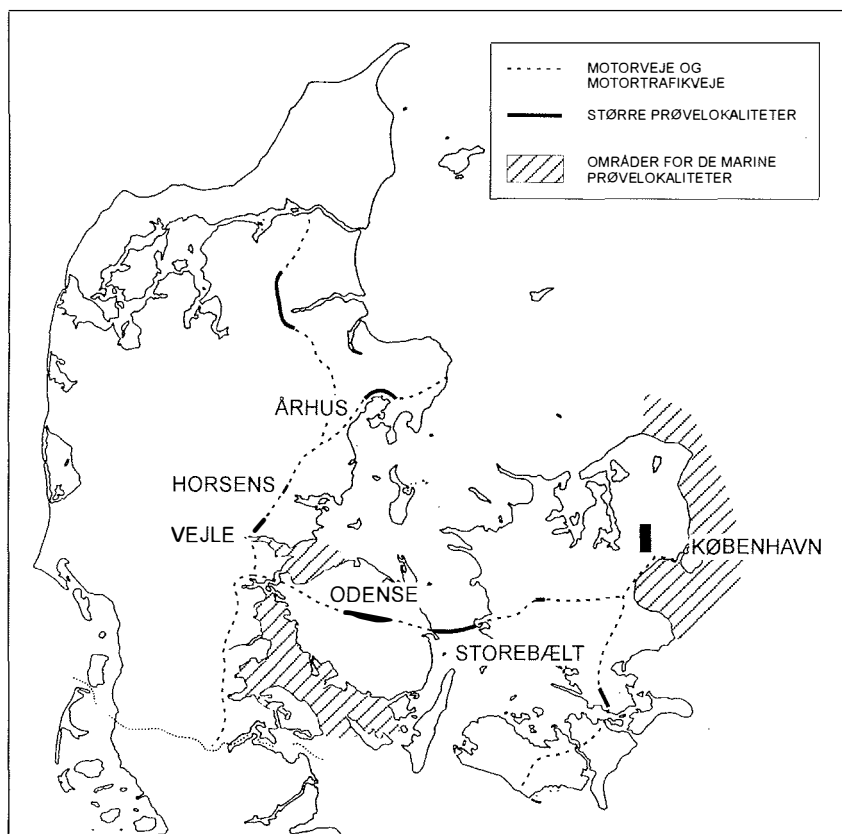


Fig. 1. Beliggenheden af de fleste prøve-lokaliteter på land og i de indre farvande. Hertil enkelte lokaliteter nord og vest for Bornholm.

hovedvægten for karakteriseringen på plasticitetsindekset. Statens Vejlaboratorium (Ahrentzen, 1974) anvender en 13-delt skala ved prøvebeskrivelse af fraktionerne sand og grus. Skalaen omfatter både jordartsbetegnelser og talværdier for betegnelserne, men den medtager ikke ler og silt.

En gennemgangen af udenlandsk litteratur for at finde retningslinier til brug for beskrivelse/bedømmelse af jordarter gav ikke et resultat, som umiddelbart kunne overføres til vore hjemlige forhold. Da de ovennævnte danske retningslinier enten ikke – eller kun i begrænset omfang – benytter jordartsbetegnelser, der er baseret på konkrete talværdier for indholdet af de respektive fraktioner/delfraktioner eller tager primært udgangspunkt i forhold vedrørende jordartens praktiske anvendelse og kun omfatter den dermed aktuelle del af mineraljordsement, står mange spørgsmål åbne ved detaljeret jordartsbeskrivelse/-bedømmelse.

For at få rede på variationen i jordarternes kornstørrelsesmæssige sammensætning – herefter benævnt kornfordelingen – er der undersøgt et stort antal kornstørrelsesanalyser af almindeligt forekommende aflejrings typer. Undersøgelsen er et forsøg på at finde naturligt sammenhørende kornfordelinger på grundlag af konkrete talværdier for den vægtmæssige sammensætning af de undersøgte jordartsblandinger

bestående af ler, silt, sand og grus med henblik på objektiv beskrivelse/bedømmelse og klassifikation.

Prøver og metode

Prøverne

Alle prøverne er taget som led i projekter, der havde andre formål end det, analyserne af prøverne her er anvendt til.

Det indebærer, at prøverne er udtaget efter standardiserede metoder af forskellige arbejdshold og derefter analyseret på forskellige laboratorier med deraf følgende muligheder for lidt nuancerede resultater. Undersøgelsen omfatter kun prøver taget af naturlige aflejringer af mineraljordarter, dvs., at fyldjord, omgravet jord, indpumpet sand eller prøver fra skylleboringer ikke indgår i undersøgelsen. Prøver fra andre klimaområder er heller ikke taget med.

Fig. 1 viser beliggenheden af de lokaliteter, hvorfra langt de fleste prøver kommer. Bortset fra enkelte bemærkninger i teksten vedrørende prøvernes geologiske oprindelse indgår aflejringsmiljø og alder kun i det omfang, det fremgår af oversigten i Liste 1.

Indsamlingen af prøverne har strakt sig over mange år. Det begyndte med prøver, jeg selv indsamlede

Liste 1. Oversigt over prøverne

	Grus-undersøg.	Store prøver	Alm. prøver	I alt
A. Uomdannede jordarter				
Recente marine jordarter			232	232
Fluvialt sand/grus	194*1	154		
Ufuldstændige analyser	60*2	0		
Sand med silt	28	<u>28</u>	160	342
Lakustrine jordarter	39	39	53	92
Morænesand	66	66	88	154
Morænesilt	3	3	16	19
Moræneler	212	212	387	599
Blandet ler	33	<u>33</u>	19	52
B. Omdannede jordarter				
A-horisonter i sand			23	
A-horisonter i ler			23	
B-horisonter i moræneler			22	68
Antal prøver i alt	635	535	1023	1558

*1 194 – 40 egentlige grusprøver = 154.

*2 Ufuldstændige analyser er kun med i grusundersøgelsen.

i forbindelse med projekter (bl. a. Fobian 1966, 1981, 1984 og 1995, Lund og Fobian 1991). Disse prøver er langt overvejende taget med graveske i profiler, der samtidigt blev detaljeret beskrevet. Prøvestørrelsen er almindeligvis 1–2 kg. Sammenlagt blev det til 290 prøver, som er analyseret på IGG, DTU og DGI.

Denne prøveserie blev antaget ikke at være dækkende, hvorfor jeg efter henvendelse til Per Ahrentzen, Statens Vejlaboratorium, fik stillet 635 analyser til rådighed. Disse prøver er langt overvejende taget med sneglebor, men der er også prøver taget med sandspand mellem dem. Prøvestørrelsen er her over 15 kg.

Senere fik jeg stillet 536 analyser til rådighed fra A/S Storebæltsforbindelsen efter henvendelse fra Jørgen Bo Mikkelsen, Kampsax Geodan A/S. Disse prøver er taget med kernebor, sandspand eller som rørprøver. Herfra blev der udtaget en passende prøvemængde til forskellige analyser bl. a. kornstørrelsesbestemmelse.

Endelig fik jeg 232 analyser af recente, marine aflejringer stillet til rådighed af Birger Larsen, GEUS. Disse prøver er indsamlet i de indre danske farvande gennem mange år. Prøverne er enten taget med grab i havbundens øverste 10–20 cm eller taget som rørprøver nogle få meter ned. Herfra blev der udtaget en 1–2 cm tyk prøve til analyse.

Samlet omfatter hele undersøgelsen 1658 prøver, hvoraf 100 prøver udgik efter grusundersøgelsen. Den resterende del omfatter således 1558 prøver. Her udover støtter undersøgelsen sig til analyser af et par hundrede andre prøver, der først var til rådighed, da

langt den største del af undersøgelsen var afsluttet. Disse analyser blev brugt som kontrol af allerede fundne sammenhænge.

Alle prøverne er visuelt-manuelt bedømt og tolket af geologer. Det er disse bedømmelser/tolkninger, der ligger til grund for oversigten over prøverne i Liste 1.

I listen er prøverne delt op i to hovedgrupper henholdsvis

A: Uomdannede jordarter og B: Omdannede jordarter. De uomdannede jordarter har ikke – eller i hvert fald kun i meget begrænset omfang – ændret kornsammensætning, siden aflejringerne fandt sted. De er behandlet under ét som kalkholdige, idet der er set bort fra nogle få kalkfrie prøver og nogle, hvorfra der mangler oplysninger vedrørende kalk. De omdannede jordarter er alle kalkfrie. De har gennemgået ændring i kornsammensætningen som følge af jordbundsdannelsen. Omdannelsen har medført kalkudvaskning, lernedvaskning og andre ændringer.

Liste 1 viser endvidere en opdeling af prøverne efter prøvestørrelse, idet de 635 prøver fra Statens Vejlaboratorium er opført for sig selv, da det kun er dem, der er med i grusundersøgelsen.

Kornstørrelser

Det ligger uden for dette afsnits rammer at opregne alle usikkerhederne omkring begrebet kornstørrelse og bestemmelse af denne. Det er tilstrækkeligt at nævne, at metoderne til måling af partiklernes stør-

		0.001	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2	6	20	60	200	600 mm
DANSK JORDKLASS.	LER	SILT			SAND			GRUS		STEN		BLOKKE		
					FIN									
DGU FRA 1972	LER	SILT			SAND			GRUS		STEN		BLOKKE		
		FIN	MELL.	GROV	FIN	MELL.	GROV	FIN	GROV					
DIF	LER	SILT			SAND			GRUS		STEN		BLOKKE		
		FIN	MELL.	GROV	FIN	MELL.	GROV	FIN	MELL.	GROV				

Fig. 2. Tre fraktionsskalaer benyttet i Danmark. Denne undersøgelse er udført efter DIF's skala. DGU er nu en del af GEUS.

relse for finjordens vedkommende (partikler $<2,0$ mm) er baseret på i princippet at opfatte dem som kugleformede partikler, og at måling af størrelsen kan udtrykkes ved hjælp af den ækvivalente kuglediameter.

Jordarternes kornstørrelser spreder sig fra mindre end 0,001 mm til større end 2 m. Den nederste grænse for bestemmelse er ofte 0,001 mm, da en endnu lavere grænse er forbundet med større unøjagtighed. Grænsen opad til går over i sten og blokke, hvor der for blokkene ikke er defineret nogen øvre grænse. Inden for disse grænser opdeles partiklerne efter størrelse i en fin og en grov del. Den fine del består af fraktionerne ler, silt og sand som samles under betegnelsen finjorden, mens den grove del består af grus og sten. Forekomst af blokke beskrives særskilt.

I naturen forekommer jordarterne som regel med gradvise overgange mellem kornstørrelserne. Der må derfor defineres en kornstørrelsesskala, der angiver fraktionsgrænser mellem de respektive kornstørrelser. Imidlertid findes der ikke en universelt accepteret skala, som alle er enige om at bruge. Således anvendes flere kornstørrelsesskalaer i den vestlige verdens litteratur, men især to ligger til grund for de fleste af dem. I USA bruger de fleste geologer Udden's skala fra 1898 lidt modificeret af Wentworth i 1920 og almindeligvis benævnt Wentworth's skala. Den tager udgangspunkt ved 1 mm og har derefter konstant forhold på 2 opefter: 1, 2, 4, 8 osv. og på $\frac{1}{2}$ nedefter: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ osv. (efter Pettijohn, 1957). I mange europæiske lande, herunder Danmark, benyttes en skala, der tager udgangspunkt i Atterberg's skala fra 1905 (efter Pettijohn, 1957). Den starter ved 2 mm og har konstant forhold mellem gradstørrelserne, opefter 2, 20, 200 osv. og nedefter 0,2, 0,02, 0,002. Atterberg's 2-værdi intervaller er senere opdelt i to logaritmisk lige store dele, som afrundes ved 6 (egentlig 6,3). Den benævnes almindeligvis to-seks skalaen. Ahrentzen (1979) har sammenstillet en række fraktionsgrænser og -betegnelser anvendt i en række lande.

De nævnte fraktionsskalaer benytter det metriske system til at udtrykke kornstørrelsen. I 1934 foreslog Krumbein (her ref. efter Pettijohn, 1957) en skala benævnt phi-skala. Den er baseret på den negative logaritme (naturlige logaritmer) til korndiameteren i mm. Brugen af phi-skalaen gør analyseresultaterne

direkte anvendelige for konventionel statistisk behandling. Phi-skalaen ses generelt kun anvendt inden for sedimentologers kreds, og her især hvor arbejdet vedrører sandfraktionen.

Ved Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS) anvendes samme skala som ved Norges Geotekniske Institut (NGI) (Gravesen og Knudsen, 1981). Denne skala anvendes også i Sverige (Stål 1972), England (Hodgson 1974, Geological Society Engineering Group Working Party 1977) og i Tyskland (Arbeitsgruppe Bodenkunde 1982 og DIN 18 196, 1988).

Atterberg's oprindelige skala er accepteret skala for International Society of Soil Science (ISSS) og den anvendes af landbruget herhjemme (Petersen, 1990). Landbrugsministeriets jordtypeklassificering af pløjelaget omfatter kornstørrelser op til 2 mm.

Dansk Ingeniørforening's (DIF) norm for fundering (Dansk Ingeniørforening 1984) benytter samme skala, som er nævnt for GEUS med den forskel, at grænsen mellem grus og sten er defineret til 60 mm. DIF's skala anvendes af geoteknikerne herhjemme (Larsen m.fl. 1988), og den ligger til grund for denne undersøgelse.

Forskellen mellem de tre fraktionsskalaer fremgår af Fig. 2. Det ses, at de tre skalaer både har nogle fælles grænser og nogle forskellige. Grænser for lerfraktionen er således ens for alle tre skalaer. Det samme gælder grænsen mellem sand og grus. Dansk jordklassifikation afviger fra de to andre ved at have silt-sand grænse ved 0,02 mm, og sandfraktionen har kun to delfraktioner. DIF-skalaen afviger ved at have grænse mellem grus, sten og blokke ved henholdsvis 60 mm og 600 mm mod 20 mm og 200 mm for de to andre.

Især med henblik på mosegeologisk beskrivelse af organiske jordarter har Troels-Smith (1955) udarbejdet retningslinier, der bygger på en række konstituerende jordartelementer, som også omfatter mineraljordarter. Beskrivelsen udføres ved en visuel-manuel karakterisering af jordarterne ved hjælp af en femdelt skala og terminologi på latin. Mineraljordarterne hører under to jordartelementer, Argilla og Grana, der omfatter partikler henholdsvis mindre end/større end 0,06 mm.

I litteraturen findes mange eksempler på grafiske

fremstillinger af finjordens fordeling af ler, silt og sand ved hjælp af trekantdiagrammer. De mange udformninger har sin oprindelse i forskellige opfattelser af, hvordan et trekantdiagram bør opdeles. Shepard (1954) gennemgår fordele og ulemper ved en række forslag til opdelinger. Pettijohn (1957, p. 24) viser eksempler på forskellige faggruppers opdeling af trekanten, og Hodgson (1978) viser eksempler på opdelinger, som anvendes i en række lande.

Mange af de trekantdiagrammer, der findes i litteraturen, er symmetrisk opdelt. Derved kommer de let til at omfatte rum, hvortil der ikke svarer jordarter. I denne undersøgelse er jordartsgrupperne også sat ind i et trekantdiagram med siderne ler, silt og sand (Fig. 27), men kun den del af trekanten er benyttet, hvortil der svarer jordarter.

En anden type trekantdiagrammer, hvor trekanten har form som en retvinklet trekant benyttes i nogle lande. Siderne viser så kun to fraktioner f.eks. ler og sand (Canada Soil Survey Committee, 1978) eller ler og silt (Arbeitsgruppe Bodenkunde 1982).

Selv om der er mange lighedspunkter mellem de skalaer, der anvendes i de forskellige lande af de respektive faggrupper, er der også mange forskelle mellem dem. Det skyldes både uenighed om, hvor grænserne mellem fraktionerne bør gå og hvad man skal lægge vægt på. Hertil kommer, at de benyttede skalaer afspejler en historisk udvikling og faglige traditioner.

Analyserne

Kornstørrelsesbestemmelserne er udført i overensstemmelse med kravene for dansk standard (DS 405.8 og 405.9, 1978). De er udført på fire laboratorier, nemlig Statens Vejlaboratorium, Institut for Geologi og Geoteknik (DTU), Dansk Geoteknisk Institut (DGI) og laboratoriet hos Kampsax Geodan A/S. Erfaringerne fra ringprøvning (interkalibrering) (Ahrentzen og OLM, 1994) viser, at der kan være små forskelle på analyseresultaterne fra laboratorium til laboratorium. Det indebærer, at der her må tages forbehold over for analysernes repeterbarhed i de enkelte laboratorier og for deres reproducerbarhed de enkelte laboratorier imellem.

Hensynet til arbejdets praktiske gennemførlighed har til følge, at langt de fleste kornstørrelsesbestemmelser udføres på grundlag af 1–2 kg store prøver, hvorfra der udtages en passende mængde for bestemmelse af finjorden. Kun, hvis man er specielt interesseret i grusfraktionens størrelse, benyttes 15 kg store prøver. Analysemetoden er beregnet på jordarter, der består af enkeltpartikler af mineral Korn, som ikke nedbrydes under processen. Gruskorn af blød kalk

vil ofte blive mindre under sigteprocessen. Der kan ligeledes være problemer med bestemmelse af lerpartiklernes størrelse.

Resultatet af en kornstørrelsesbestemmelse afsættes som punkter på et semilogaritmisk papir med korndiameter som abscisse og kumulativ vægtprocent som ordinat. Målepunkterne afsættes og forbindes, så der fremkommer i afrundet kurve. Det procentuelle indhold af kornfraktionerne kan nu aflæses.

I det følgende benyttes ordet »beskrivelse« af en jordart, hvis den procentuelle sammensætning er bestemt og klassificeret ved hjælp af en analyse. Ordet »bedømmelse« benyttes, hvis jordartens formodede sammensætning er skønnet på grundlag af visuel manuel vurdering.

For analyser, der udføres for praktiske formål, vil omfanget i nogle tilfælde blive bestemt af, at analysen ikke behøver at omfatte alle kornfraktionerne for at opfylde formålet. I de analyser, der er med i denne undersøgelse, blev grusindholdet bestemt i alle prøverne, hvis der var grus i dem. Derimod er der en del prøver, hvor analyserne kun er gennemført ned til 0,075 mm, og de omfatter således ikke fordelingen af ler- og siltfraktionerne. Afhængig af sigtekurvens forløb (skønnet størrelse af det ikke bestemte ler- og siltindhold) er disse prøver samlet i en gruppe under betegnelsen »ufuldstændige analyser«, der også omfatter nogle uspecificerede sandprøver. Denne gruppe indgår kun i grusundersøgelsen.

Alle kornkurverne blev aflæst med en nøjagtighed på 0,5%, og summen af fraktionerne blev afstemt til 100%. Grusfraktionen blev aflæst under ét – uden delfraktioner. Resultatet blev afrundet til hele tal, da almindelig analyseusikkerhed, usikkerhed ved kurveaflæsning og -tegning samt regnemæssige afrundinger ved afstemning til 100% gør anvendelse af decimaler meningsløs. Udvalgte tal og nogle elementære statistiske beregninger er vist i tabeller, der er samlet under ét (p. 29–32).

For at vise en oversigt over variationen i kornstørrelser i de respektive aflejringstyper, er der fremstillet et fraktionsdiagram af finjorden for hver af dem. Et fraktionsdiagram viser en ordning af prøverne efter stigende sandprocent og viser hovedtræk af kornfordelingen samt giver et karakteristisk billede af den pågældende aflejringstype. Sandindholdet fra 0 til 100% er afsat på abscisse, mens ordinaten viser den kumulative procent for de enkelte fraktioner/delfraktioner for hver sandprocent.

Hvor en given sandprocent kun er repræsenteret med en enkelt prøve, er den kumulative procent af fraktionerne/delfraktionerne afsat. Hvor to eller flere prøver har samme sandprocent er middeltallet for de respektive fraktioner/-delfraktioner beregnet, hvorefter den kumulative procent er afsat i diagrammet.

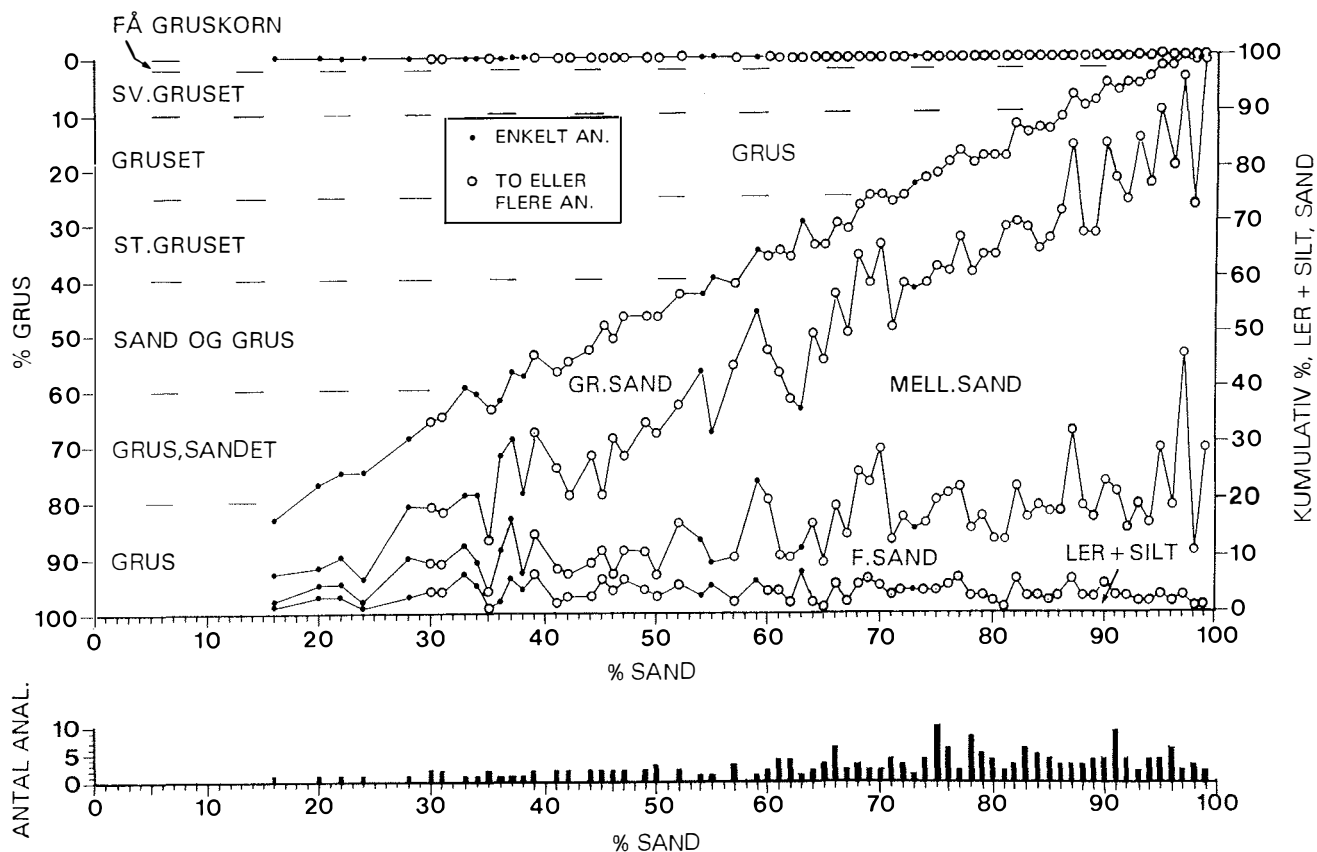


Fig. 3. Kornfordelingen i 194 grusholdige sand- og grusjordarter ordnet efter stigende sandindhold. I takt med aftagende grusindhold øges andelen af mellemsand, mens mængden af grovsand varierer inden for forholdsvis ensartede rammer og finsand kun stiger langsomt. Indholdet af ler+silt kommer sjældent over 5% og ses næsten at være uafhængig af sand- og grusindhold. Endvidere viser figuren grusindholdet opdelt i 7 grusgrupper. Nederst i figuren ses antal prøver ved de respektive sandprocenter.

Hvert diagram er i teksten ledsaget af oplysning om, hvor mange prøver der indgår i beregningen af midteltallene.

I det følgende beskrives resultatet af grusundersøgelsen først, derefter følger afsnit om finjorden i den rækkefølge, hvori aflejringstyperne er nævnt i Liste 1.

Grus

I langt de fleste prøver forekommer korn, der er større end 2 mm og derfor hører til grusfraktionen (2–60 mm). Det kan være enkelte korn, der lige netop er for store til at passere 2 mm sigten, eller det kan være en så stor del af prøven, at grusfraktionen bestemmer prøvens hovedbetegnelse. Da det kun er en del af de indsamlede prøver, der er store nok til en repræsentativ bestemmelse af grusfraktionen, er denne del undersøgt særskilt for at vise mængder og sammenhænge vedrørende grusindholdet i de respektive aflejringstyper.

Grusundersøgelsen omfatter 632 af de 635 prøver, der er nævnt i Liste 1 under betegnelsen »store prø-

ver«. Under »fluvialt sand og -grus« hører prøver, hvor indholdet af ler+silt maksimalt er 9% (Fig. 3). De sandprøver, der har større indhold af ler+silt, er samlet i gruppen »sand med silt«. Gruppen »ufuldstændige analyser« er omtalt ovenfor, mens sidstnævnte gruppe benævnt »blandet ler« samler prøver, som i prøvebeskrivelsen er benævnt »ler«, uden nærmere oplysning om oprindelse. De 3 prøver af morænesilt er ikke med i undersøgelsen. Af de øvrige aflejringstyper er der fremstillet figurer af grus i morænesand (Fig. 4) og i moræneler (Fig. 5).

Fraktionsdiagrammet Fig. 3 viser fordelingen af grus, sand og ler+silt i 194 prøver af smeltevands-sand og -grus ordnet efter stigende, totalt sandindhold. Når sandindholdet stiger, forekommer den største ændring i en generel jævn stigning i indholdet af mellemsand. Indholdet af ler+silt ses at være uafhængig af stigningen i sandindhold. Det skyldes formentlig delvis nedvaskede partikler. På grundlag af sammenhængen grus/sand viser figuren også grusindholdet opdelt i 7 grusgrupper, hvis koder ses i Liste 2 (p. 25). Nederst i figuren ses antal prøver ved de respektive sandprocenter.

Fig. 4. Grusindholdet i 66 prøver af morænesand ordnet efter stigende sandindhold. Ved sandindhold mindre end ca. 65% forekommer både de højeste og de laveste grusindhold. Her er der flest enkeltprøver og middeltallene mellem 14% og 26% grus er baseret på 2–3 prøver. Over 65% sand forekommer flest middeltal med grusindhold på 9%–13% baseret på mellem 2 og 10 prøver.

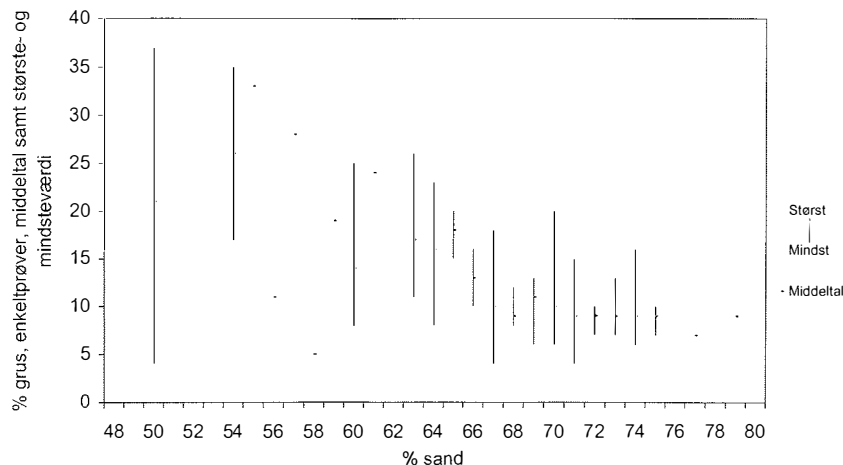


Fig. 5. Grusindhold i 212 prøver af moræneler ordnet efter stigende sandindhold. Både sand- og grusindholdet er væsentligt lavere i moræneler end i morænesand (Fig. 4). Ved sandindhold op til 35% og over 54% er der flest enkeltprøver med op til 7% grus. Mellem 36% og 54% sand ligger middeltallene for grus overvejende mellem 5% og 7% baseret på 2–25 prøver.

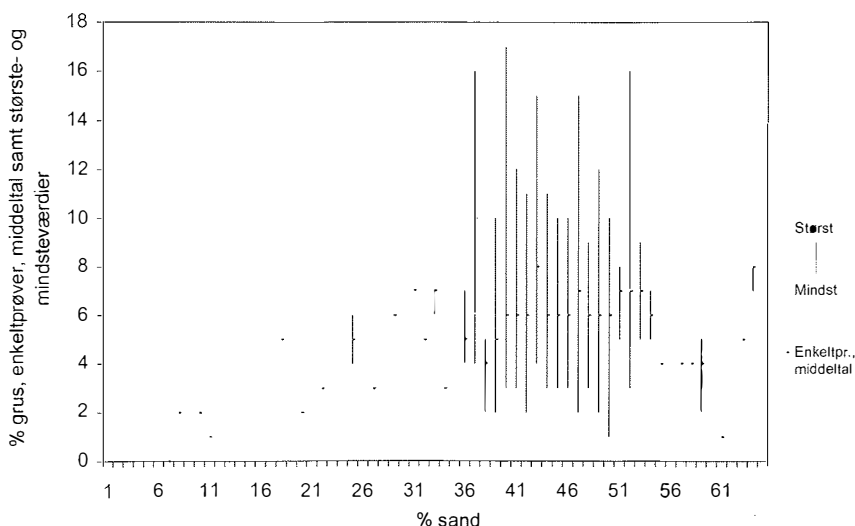


Fig. 4 viser grusindholdet i 66 prøver bedømt som morænesand og ordnet efter stigende sandindhold. Klassifikationen som morænesand er i overensstemmelse med et bredt spektrum af kornstørrelser med meget sand og et lerindhold under 10%. Op til omkring 65% sand har prøverne et forholdsvis højt grusindhold, mens det er væsentligt lavere ved sandprocenter over 65.

Fig. 5 viser grusindholdet i 212 prøver bedømt som moræneler. Det er i overensstemmelse med, at lerindholdet ligger over ca. 12% samt den brede fordeling i kornstørrelser i øvrigt. I de 212 prøver indgår 12 prøver med mere end 35% ler. Fra 36%–54% sand ligger middeltallene for grus overvejende mellem 5%–7%, mens enkeltprøverne ved lavere og højere sandprocenter har op til 7% grus.

Ud over de resultater, der her er vist i figurerne, blev grusindholdet også undersøgt i resten af de i Liste 1 opførte aflejringstyper: ufuldstændige analyser, sand med silt, lakustrine jordarter og blandet ler. Resultatet var, at grusindholdet i henholdsvis »fluvialt sand og grus« (Fig. 3) og »ufuldstændige analyser« ikke viste afgørende forskelle. For typerne »sand med

silt«, »lakustrine jordarter« og »blandet ler« viste undersøgelsen, at den største forskel i forhold til grusindholdet i moræneler var, at der var flere prøver helt uden grus og kun få prøver havde mere end 10% grus.

Efter undersøgelsen af de 635 analyser blev de af dem, der havde mindre end 40% grus, omregnet, så resultaterne forelå som 100% finjord + grus. Prøver med mere end 40% grus (40 prøver) har »grus« som hovedbetegnelse og sammen med typen »ufuldstændige analyser« (60 prøver) udgik de af den videre undersøgelse. De resterende 535 prøver blev slået sammen med de øvrige 1023 prøver.

Sammen med aflæsningen af kornkurverne for de 1023 almindelige prøver (Liste 1) blev analyseresultaterne omregnet til 100% finjord + grus. Omregningen medfører en forøgelse af finjorden i forhold til det oprindelige analyseresultat. Afhængigt af grusindholdets størrelse kan omregningen medføre, at lerindholdet stiger uforholdsmæssigt. Imidlertid viste resultatet af grusundersøgelsen, at langt de fleste prøver har grusindhold mindre end 10%. Omregningen medførte derfor kun ændringer, der langt overvejende begrænsede sig til sandfraktionen. For prøver med

Holocæne marine jordarter

Marin sandfraktion, 74 pr. Vandindhold <50%		Marin finfraktion, 158 pr. Vandindhold >50		
33 pr. >95% sand Fig. 6 Tabel 1	41 pr. <95% sand Fig. 7 Tabel 2	42 pr. 0–14% ler Fig. 8 Tabel 3	65 pr. 15%–44% ler Fig. 9 Tabel 4	51 pr. >45% ler Fig. 10 Tabel 5

meget lave grusindhold gav omregningen kun en lille forhøjelse af vægtprocenten for grovsand. Selv om undersøgelsen af grus og finjord er søgt adskilt, omfatter beskrivelsen af finjorden længere fremme nogle supplerende bemærkninger om grusindholdet. De der nævnte tal er dog ikke repræsentative.

Finjord, uomdannede jordarter

Marine jordarter

Der er undersøgt 232 prøver af Holocæne marine jordarter. Fig. 1 viser hovedtrækkene i prøvelokaliteternes geografiske beliggenhed. Prøverne fra Øresundsområdet er mest sand, mens prøverne fra farvandet omkring Fyn og Kattegat overvejende består af mere finkornede jordarter. Recente marine jordarter har næsten altid et lille indhold af organisk stof, hvorfor de generelt adskiller sig fra denne undersøgelses andre jordarter. Ved den geologiske bedømmelse er prøverne karakteriseret med hovedbetegnelserne sand, finsand, silt, slik, dynd og lergytje. De tre sidste betegner alle marine muddersedimenter og afspejler usikkerhed i nomenklaturen. De er i denne sammenhæng synonyme. Det organiske stof er rester af livet i havet, som i form af overvejende mikroskopiske dyre- og planterester samt humus fra land er aflejret sammen med mineralpartiklerne. Da de organiske rester er lette, indgår de under analyseprocessen overvejende i lerfraktionen. En stor del af de 232 analyser omfatter også bestemmelse af det organiske indhold enten som glødetab eller ved total kulstofbestemmelse. Vandindhold er bestemt på alle prøverne.

Indledningsvis er prøverne ordnet i en grovkornet del (Marin sandfraktion) og en finkornet del (Marin finfraktion). Begge har i varierende omfang et organisk indhold med et deraf afhængigt vandindhold. Især for de finkornede sedimenter er et højt vandindhold et karakteristisk træk. Det er derfor valgt at adskille de grovkornede sedimenter fra de finkornede ved et vandindhold på 50%.

74 prøver indeholder mindre end 50% vand. De er samlet og undersøgt under betegnelsen »Marin sandfraktion«. Resten – 158 prøver – har et større vandindhold og generelt et højere indhold af ler og

organisk stof. De er samlet og undersøgt under betegnelsen »Marin finfraktion«. Ovenstående opstilling viser de fem arbejdsgrupper, i hvilke prøverne er undersøgt. Alle analyserne er beregnet uden grus, der dog sjældent forekommer, men oplysning om eventuelt grusindhold samt glødetab fremgår af tabellerne.

Marin sandfraktion

De 74 sandprøver er delt op i to grupper benævnt henholdsvis »Marint sand« (Fig. 6) og »Marint sand med silt« (Fig. 7). Grænsen mellem dem er valgt ved 95% sand, for at skille de prøver fra, der fremtræder som rent marint sand, men i praksis næsten altid har et lille indhold af ler og silt.

Fraktionsdiagrammet for Marint sand (Fig. 6) er fremstillet på grundlag af 1 enkeltprøve samt middeltallene for 2–12 prøver. I denne figur og i de følgende fraktionsdiagrammer viser signaturen summen af

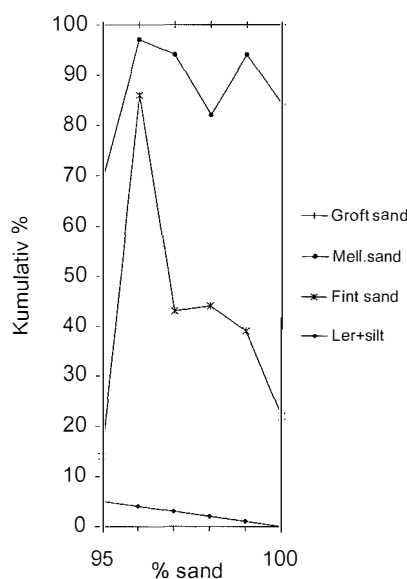
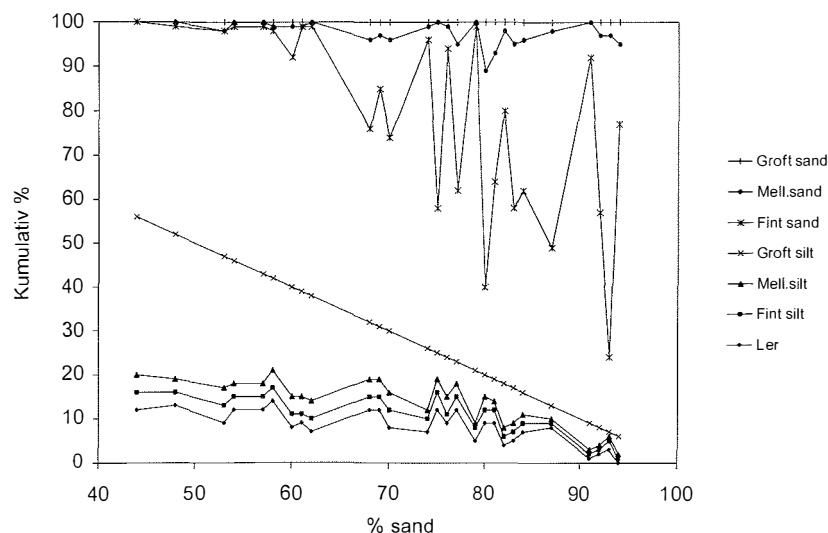


Fig. 6. Kornfordelingen i 33 prøver af marint sand med op til 5% ler+silt. Signaturen viser kumulativ procent. Indholdet af fint sand og mellemkornet sand ses at være næsten lige store, mens groft sand er absolut mindste delfraktion. Ler+silt omfatter også et lille indhold af organisk stof.

Fig. 7. Kornfordelingen i 41 prøver af marint sand med silt. Signaturen viser kumulativ procent. Sammen med grovsilt dominerer finsand helt jordartens sammensætning, indtil det totale sandindhold kommer op omkring 75%, hvorefter stigende indhold af mellemsand og faldende indhold af grovsilt gør sig gældende. Grovsand udgør kun nogle få procent, men forekommer alligevel i næsten alle prøverne. I siltfraktionen er grovsilt langt den største delfraktion. Den falder jævnt med stigende sandindhold, mens indholdet af mellemsilt og finsilt begge er lave – næsten lige store – og afspejler kun svagt den stigende sandprocent. Lerindholdet varierer inden for snævre rammer og falder først ved sandprocenter over ca. 87%.



procenterne for de respektive fraktioner/delfraktion (kumulativ procent). Det viser næsten lige store dele af finsand og mellemsand. Det lille indhold af ler+silt består overvejende af grovsilt samt et lille indhold af organisk stof, der for denne gruppe er det laveste af samtlige grupper. Efter omregning til 100% sand blev de 33 prøver slået sammen med 101 prøver af fluvialt sand og sammen udgør de grundlaget for jordartsgruppen SAND, der er beskrevet længere fremme. Supplerende oplysninger ses i Tabel 1.

Fig. 7 viser kornfordelingen i arbejdsgruppen »Marint sand med silt«. Diagrammet er fremstillet ud fra 17 enkeltprøver, og middeltal beregnet for 2-3 prøver. Sandindholdet består langt overvejende af finsand. Først fra omkring 65% totalt sand begynder indholdet af mellemsand at stige. Grovsand udgør kun nogle få procent. I siltfraktionen er grovsilt langt den største delfraktion. Et lille indhold af mellem- og fin-

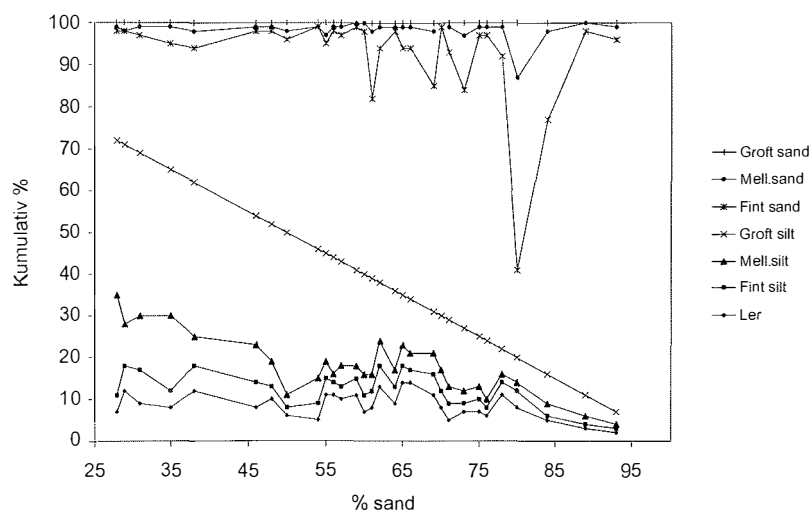
silt ligger ret konstant. Lerindholdet varierer inden for snævre rammer. Supplerende oplysninger fremgår af Tabel 2.

Marin finfraktion

»Marin finfraktion« er opdelt i en sandet, en leret og en stærkt leret gruppe.

Fraktionsdiagrammet for »Marin finfraktion, sandet« (Fig. 8) er fremstillet ud fra 22 enkeltprøver, og middeltal beregnet af 2-3 prøver. Umiddelbart ses dette fraktionsdiagram at ligne det for »Marint sand med silt« (Fig. 7), men siltindholdet er størst, og indholdet af mellemsand mindst for førstnævnte (Fig. 8). Her ses sandfraktionen næsten kun at bestå af finsand og i siltfraktionen er grovsilt også her langt den største delfraktion. Lerindholdet varierer inden for

Fig. 8. Kornfordelingen i 42 prøver af marin finfraktion, sandet. Signaturen viser kumulativ procent. Finsand og grovsilt dominerer helt prøverne. Mellemsand og grovsand udgør kun nogle få procent, indtil det samlede sandindhold er omkring 60% sand, hvorefter mellemsand stiger lidt i spredt forekommende prøver. I siltfraktionen aftager grovsilt jævnt med stigende sandprocent, mens indholdet af mellemsilt og finsilt er lave og kun lidt afhængig af sandprocenten. Lerindholdet er ligeledes lavt og aftager først tydeligt efter sandindhold over 80%.



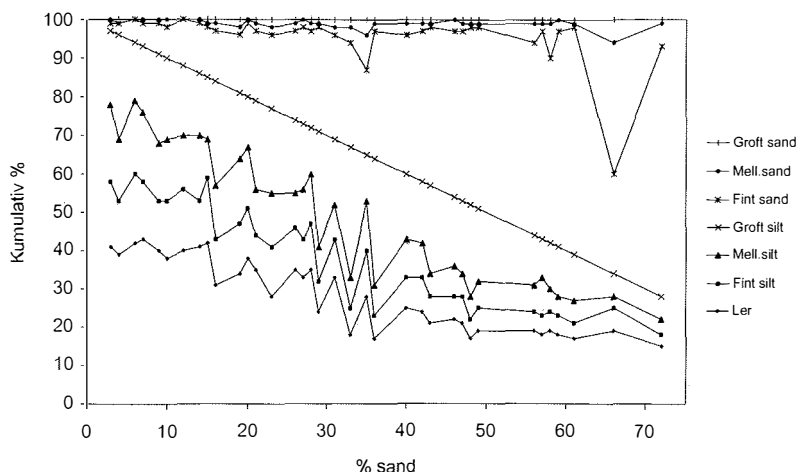


Fig. 9. Kornfordelingen i 65 prøver af marin finfraktion, leret. Finsand dominerer sandindholdet helt. Mellemsand og grovsand udgør kun nogle få procent, men begge forekommer alligevel i næsten alle prøverne. Siltindholdet fordeles sig ret jævnt på de tre delfraktioner, selv om indholdet af grovsilt er lidt større end de to andre. Alle tre delfraktioner aftager svagt med stigende sandindhold. Lerindholdet er ret konstant op til ca. 15% totalt sand, derefter aftager det lidt med sandprocenten indtil ca. 50% sand, hvorefter det stort set er uafhængigt af sandindholdet.

ret begrænsede rammer. Supplerende oplysninger ses i Tabel 3. Ved sammenligning med Tabel 2 ses det, at glødetabet her er næsten dobbelt så højt som det, der er bestemt for gruppen »Marint sand med silt«.

For gruppen »Marin finfraktion, leret« er fraktionsdiagrammet (Fig. 9) fremstillet ud fra 23 enkeltprøver, og middeltal beregnet af 2–4 prøver. Sandindholdet

består næsten kun af finsand. Siltindholdet er højt og det er tilnærmelsesvis ligeligt fordelt på de tre delfraktioner. Lerindholdet falder generelt med stigende sandprocent. Supplerende oplysninger ses i Tabel 4. Glødetabet er her lidt højere end det i Tabel 3 viste.

Fraktionsdiagrammet for »Marin finfraktion, stærkt leret« (Fig. 10) er fremstillet ud fra middeltal beregnet af 2–5 prøver samt 7 enkeltprøver. Da sandindholdet er meget lille er prøverne undtagelsesvis ordnet efter indholdet af silt (29%–50%). Diagrammet viser, at grovsilt er den mindste af siltfraktionens tre delfraktioner, mens mellemsilt og finsilt er tilnærmelsesvis lige store. Lerindholdet aftager jævnt med stigende siltindhold. Supplerende oplysninger ses i Tabel 5. Middeltallet for glødetab er det højeste, der er fundet.

Kornfordelingen i de marine prøver indgår lige-stillet med de glacielle jordarter i de jordartsgrupper, der er resultatet af hele undersøgelsen og beskrevet længere fremme, idet der er set bort fra det overvejende lille indhold af organisk stof.

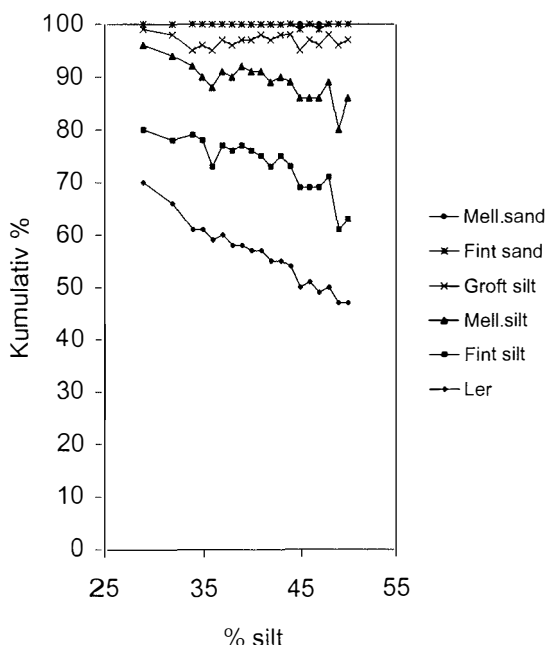


Fig. 10. Kornfordelingen i 51 prøver af marin finfraktion, stærkt leret. Prøverne er her ordnet efter indholdet af silt, da sandindholdet maksimalt kun udgør 7%, og det består næsten helt af finsand. I siltfraktionen er grovsilt mindst, men det er den delfraktion, der tydeligst afspejler det stigende, totale siltindhold. Mellemsilt og finsilt er næsten lige store. Lerindholdet er meget jævnt fordelt og aftager med stigende siltprocent.

Fluviale sandjordarter

Der er undersøgt 342 prøver med hovedbetegnelsen SAND. Prøverne består langt overvejende af glacielt smeltevandssand og senglacielt ferskvandssand. Hertil kommer en gruppe benævnt »uspecificeret sand«, fordi prøvebeskrivelsen ikke omfattede dannelses-miljø, samt yderligere en gruppe benævnt »blandet sand«, hvori bl.a. indgår flyvesand.

Langt de fleste sandprøver har et lille indhold af ler og silt samt et varierende grusindhold. Efter om-regningen af analyseresultaterne til 100% finjord + grus nævnes grusindholdet generelt kun som et supplement. Men herudover blev grusindholdet også

Fluviale sandjordarter

342 sandprøver med grus, ler og silt
Fig. 11

199 pr. m. 0–10% grus Opdelt efter ler+silt		143 pr. m. 11%–40% grus Opdelt efter ler+silt	
101 pr. 0–5% ler+silt Fig. 12, Tabel 6	98 pr. 6%–40% ler+silt Opdelt efter max. 3% ler	91 pr. 0–5% ler+silt Tabel 9	52 pr. 0–8% ler, 4%–20% silt Tabel 10
	68 pr. 0–3% ler, 6%–38% silt Fig. 13 Tabel 7	30 pr. 4%–11% ler, 4%–40% silt Fig. 14 Tabel 8	

benyttet til en indledningsvis ordning af sandprøverne for at skelne mellem mere eller mindre grusholdige sandprøver.

De 342 prøver blev derfor først ordnet i to grupper efter grusindholdets størrelse. I den ene gruppe har 199 prøver 0–10% grus, og i den anden har 143 prøver 11%–40% grus. Prøverne er derefter ordnet efter indholdet af ler+silt i finjordsfraktionen. Af de 199 prøver har 101 prøver 0–5% ler+silt, mens 98 prøver har 6%–40%. Sidstnævnte gruppe er så delt op efter lerprocent, hvor 68 prøver har 0–3% ler, mens 30 prøver har 4%–11% ler. De 143 prøver blev delt i to grupper på grundlag af ler- og siltindholdet. 91 prøver har 0–5% ler+silt, mens 52 prøver har større indhold af de to fraktioner. Ovenfor ses en skematisk opstilling af grupperne med angivelse af tilknyttede figur- og tabelnumre.

Fig. 11 viser fordelingen af silt i alle undersøgte 342 sandprøver. Det ses, at silt forekommer i næsten alle prøverne, idet kun 8 prøver er uden silt. Især har mange prøver mellem 1% og 4% silt. Derefter falder

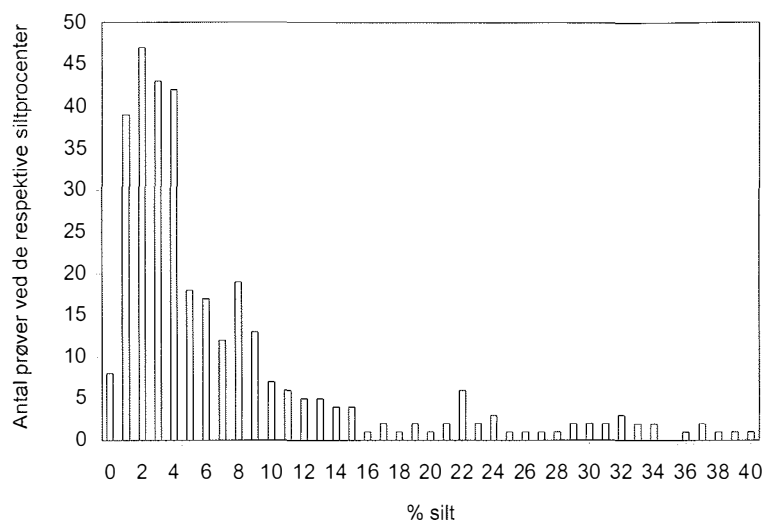
antallet hurtigt ned til kun 4 prøver ved 15% silt. For resten af siltprocenterne ligger prøvernes antal langt overvejende mellem 1 og 3.

Af de 342 sandprøver indeholdt 90 prøver også ler. Heraf har 25 prøver 1% ler, 38 prøver har lerindhold mellem 2% og 4%, 25 prøver har 5%–8% ler og 2 prøver har henholdsvis 9% og 11% ler.

For at finde ofte forekommende blandingsforhold mellem delfraktionerne fin-, mellem- og grovsand blev gruppen sand med op til 5% ler+silt undersøgt nærmere. Bortset fra det lille indhold af ler+silt består denne gruppen udelukkende af sand. Fraktionsdiagrammet (Fig. 12) viser kornfordelingen. Diagrammet er udelukkende fremstillet af middeltal beregnet af fra 7 til 30 prøver. Mellemsand er største delfraktion, der stiger med stigende sandprocent. Supplerende data ses i Tabel 6.

De 101 sandprøver samler prøver, som her er antaget at være det nærmeste man i naturen kommer »rent« sand. De resterende 5% består af ler og/eller silt. Tabel 6 viser, at lerindholdet i de 101 prøve vari-

Fig. 11. Siltindhold i fluviale sandaflejringer, 342 prøver. Kun 8 prøver ud af de 342 er uden silt. Prøver med mellem 1% og 4% silt forekommer hyppigst (171), hvorefter antallet af prøver falder fra 18 ved 5% silt til 4 prøver ved 15% silt. Ved højere siltindhold falder antallet af prøver yderligere. Siltprocenterne 1, 5, 15, 25 og 35 er benyttet som grænser for jordartsgrupper/-undergrupper.



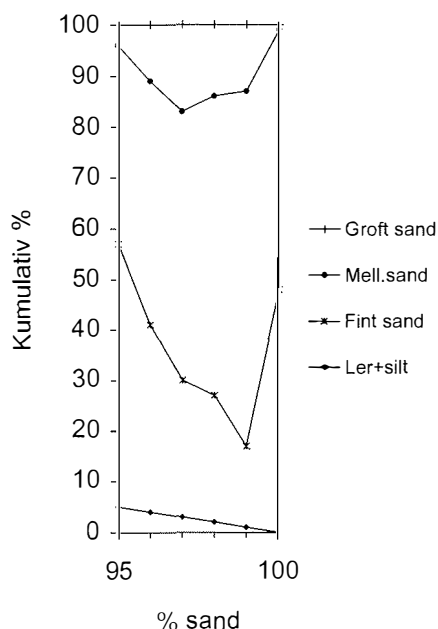


Fig. 12. Kornfordelingen i 101 prøver af fluvialt sand med op til 5% ler+silt. Signaturen viser kumulativ procent. Indholdet af mellemsand er største delfraktion. Den ses at stige med stigende sandprocent, mens indholdet af finsand og grovsand generelt aftager.

erer fra 0 til 3%, mens siltindholdet varierer fra 0 til 5%. Det lille ler- og siltindhold kan sammenlignes med en »baggrund«, der næsten altid må regnes at forekomme, og som måske mere er en følge af nedvaskning end af aflejringsbetingelserne.

For at få rede på det indbyrdes blandingsforhold mellem delfraktionerne fin-, mellem- og grovsand blev de 101 analyser omregnet til 100% sand – uden ler og silt. De blev derefter slået sammen med tidli-

gere beskrevne 33 marine sandprøver (Fig. 6), og sammen udgør de grundlaget for den senere beskrevne jordartsgruppe SAND og dens undergrupper.

De 98 sandprøver med 6%–40% ler+silt blev som nævnt delt i to grupper med henholdsvis 68 og 30 prøver. Fraktionsdiagrammet (Fig. 13) viser de 68 prøver. Diagrammet er fremstillet af middeltal beregnet af fra 2 til 12 prøver, samt 12 enkeltprøver. Da ikke alle gruppens analyser omfatter siltfraktionens tre delfraktioner, viser diagrammet kun det totale siltindhold. Lerindholdet er kun bestemt i 20 prøver og derfor udeladt i figuren. De 68 prøver består mest af finsand, men indholdet af mellemsand afspejler tydeligst stigningen i det totale sandindhold, der også afspejles i en lille stigning i grovsand. I de prøver, hvor siltindholdet er bestemt, viser Tabel 7, at grovsilt dominerer. Tabellen viser også et lille lerindhold, hvor det er bestemt.

Sammensætningen af 30 sandprøver med 4%–11% ler og 4%–40% silt ses i Fig. 14. Diagrammet er fremstillet af middeltal beregnet af 2–3 prøver samt 16 enkeltprøver. Finsand udgør største delfraktion, hvorefter følger mellemsand, der stiger med sandprocenten, mens dette ikke er tilfældet med indholdet af grovsand. Siltindholdets delfraktioner aftager jævnt med stigende sandprocent, mens lerfraktionen ikke viser afhængighed af det stigende sandindhold. Tabel 8 giver supplerende oplysninger.

De resterende 143 prøver blev ikke undersøgt så detaljeret på grund af grusindholdets størrelse (11%–40%). For alligevel at vise disse prøvers sammensætning blev de ordnet i to grupper efter størrelsen af ler- og silt indholdet. Den ene gruppe omfatter 91 prøver med 0–5% ler+silt. Den anden har 52 prøver med 0–8% ler og 4%–20% silt. Grupperne er vist i tabel-

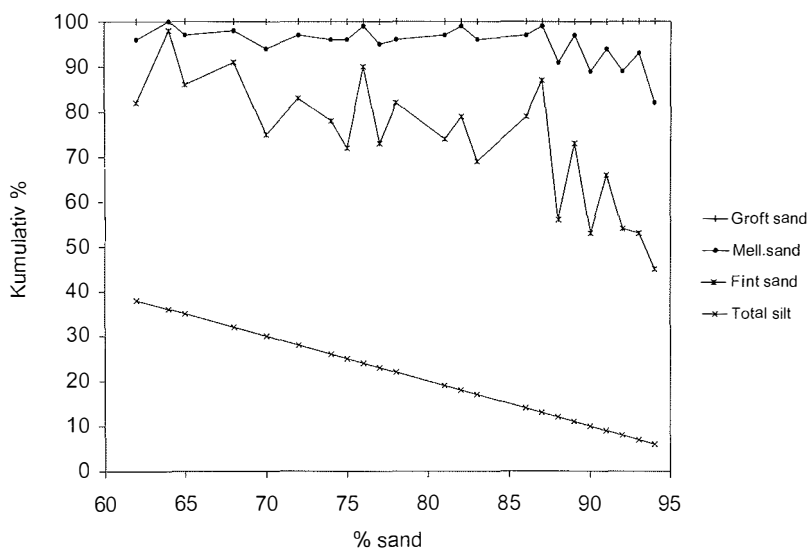
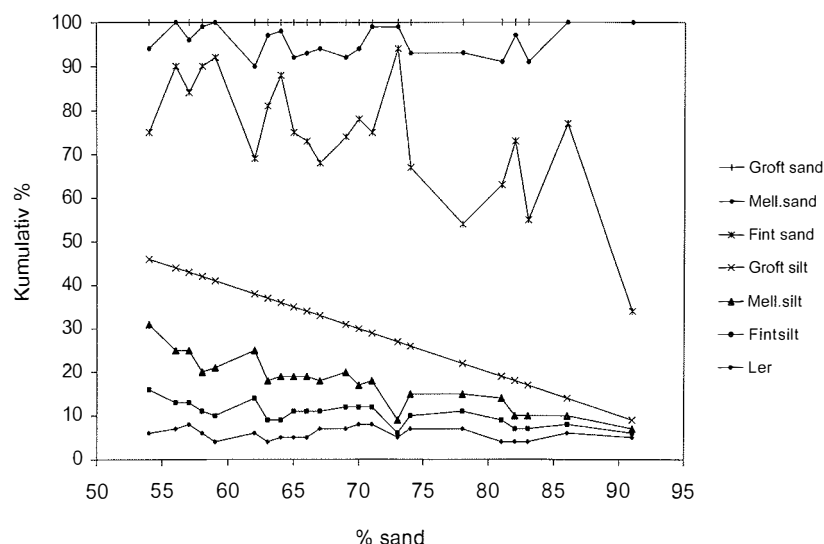


Fig. 13. Kornfordelingen i 68 prøver af fluvialt sand med silt. Signaturen viser kumulativ procent. Finsand dominerer kornfordelingen, mens indholdet af mellemsand øges langsomt med stigende sandprocent især over 85% totalt sand, hvor også grovsand stiger lidt. Siltindholdet falder jævnt med stigende sandprocent.

Fig. 14. Kornfordelingen i 30 prøver af fluvi-alt sand, svagt leret. Signaturen viser kumulativ procent. Op til omkring 75% totalt sand er finsand største delfraktion, hvorefter finsand og mellesand er omtrent lige store. Indholdet af grovsand varierer ret konstant og er uafhængig af den stigende sandprocent. I siltfraktionen fordeler de tre delfraktioner sig næsten ligeligt med grovsilt på den ene side og fin- og mellesilt på den anden. Lerindholdet fordeler sig ret jævnt inden for snævre rammer og er uafhængig af det totale sandindhold.



lerne 9 og 10. Delfraktionerne i silt mangler og lerfraktionen er kun bestemt i nogle få prøver.

Lakustrine jordarter

Der er undersøgt 92 prøver bedømt som henholdsvis senglacialt ferskvandssilt og -ler samt glacialt smeltevandssilt og -ler. Prøverne er delt op i to grupper henholdsvis silt med 32 prøver og ler med 60 prøver. Siltprøverne er vist i Fig. 15, lerprøverne i Fig. 16. Der er tre tabeller 11, 12 og 13.

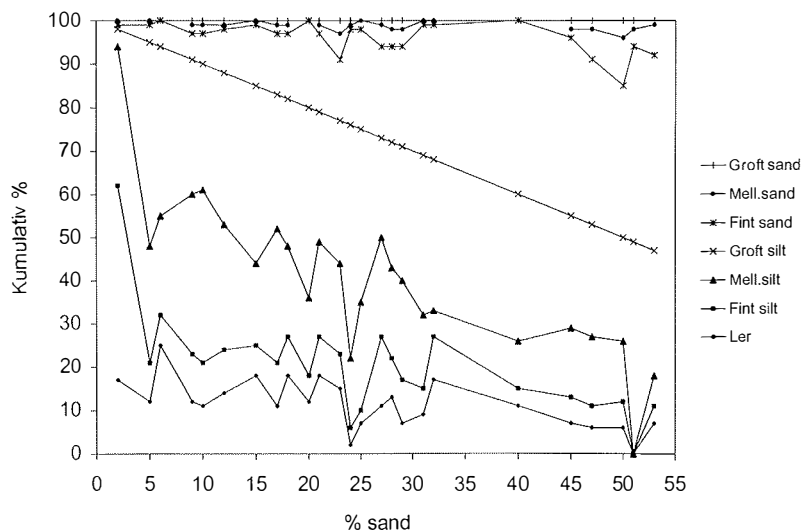
Det er jordarter med en meget varieret sammensætning, men alligevel er de præget af fælles træk. De er dannet i søbassiner, som kan have en meget varieret udformning og sedimenttilførsel (Smith & Ashley 1985). Aflejringerne er mere eller mindre tydeligt lagdelte/laminerede, hvorfor analyserne af de

enkelte prøver viser summen af lagdelte/laminerede prøvers kornfordeling.

Siltprøvernes sammensætning ses i Fig. 15. Fraktionsdiagrammet er fremstillet af middeltal beregnet af 2-3 prøver samt 19 enkeltprøver. Det fremgår af figuren, at siltfraktionen er langt den største. I sandfraktionen dominerer finsand, mens indholdet af mellem- og grovsand er meget lille. I siltfraktionen er grovsilt største delfraktion efterfulgt af mellesilt med finsilt som den mindste. Lerindholdet falder ujævnt med stigende sandprocent. Tabel 11 giver supplerende oplysninger. Vedrørende indholdet af grus viser tallene bag tabellen, at 19 prøver er uden grus, 9 prøver har 1%-2% og 4 prøver har mellem 3% og 8% grus.

Kornfordelingen i de 60 prøver af smeltevandssler ses i Fig. 16. Heraf er 12 prøver fra den baltiske issø, mens de resterende 48 er fra det senglaciale/glaciale

Fig. 15. Kornfordelingen i 32 prøver af lakustrint silt. Signaturen viser kumulativ procent. Grovsilt og finsand dominerer kornfordelingen, men også mellesilt er en væsentlig del af prøverne. Mellesand og grovsand udgør kun en meget lille del, men de forekommer i næsten alle prøverne. I lerfraktionen har de fleste prøver mellem 8% og 14% ler, mens kun få prøver har mindre end 8% og mere end 20% ler.



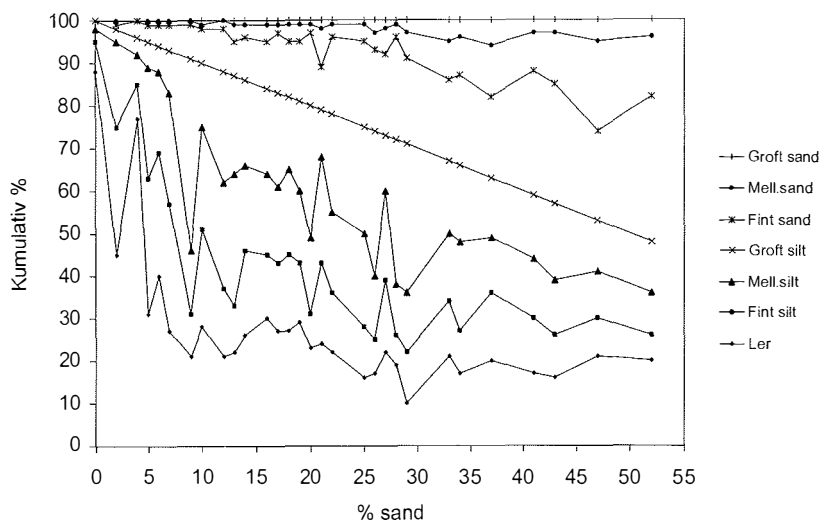


Fig. 16. Kornfordelingen i 60 prøver af lakustrint ler. Signaturen viser kumulativ procent. Indtil 12% totalt sand består sandfraktionen næsten kun af finsand. Over 30% sand bliver summen af mellemsand og grovsand tilnærmelsesvis på størrelse med finsand. Op til 7% sand består siltfraktionen næsten kun af fin- og mellemsilt, hvorefter fordelingen mellem delfraktionerne er mere ligelig med finsilt som den mindste. Lerindholdet er meget højt ved sandindhold under 5%. Over 30% sand varierer lerprocenten som regel mellem 15 og 20 uanset sandindholdets størrelse. Langt de fleste af prøverne har mellem 20% og 45% ler. Kun nogle få har mindre end 20% ler.

landskab. Diagrammet er fremstillet af middeltal beregnet af overvejende 2–4 prøver samt 15 enkeltprøver.

Kornfordelingen er præget af dels de højeste lerindhold, der er fundet i alle denne undersøgelses prøver, dels et højt siltindhold. De høje lerindhold er fra prøver fra den baltiske issø, hvor 7 prøver er uden sand. Sandfraktionen består langt overvejende af finsand, indtil omkring 30% sand, hvorefter især mellemsand stiger lidt og afspejler stigningen i sandprocent. Siltindholdet begynder med lave værdier for grovsilt, men fra ca. 7% totalt sand og opefter er de tre delfraktioner generelt lige store med grovsilt som den lidt større og finsilt som den lidt mindre.

Lerfraktionens høje værdier – indtil 96% ler – falder brat, når sandindholdet er nået op på 5%, hvor middeltallet for ler er 31%. Derefter falder lerindholdet ujævnt med sandprocenten, indtil det fra ca. 30% totalt sand ikke længere afspejler det stigende sandindhold.

På grund af de store indbyrdes forskelle mellem prøverne i denne gruppe er beregningerne af middeltal m.m. vist i hver sin tabel. Tabel 12 viser prøverne fra det senglaciale/-glaciale landskab, mens Tabel 13 viser de 12 prøver fra den baltiske issø. Det fremgår af Tabel 12, at grusindholdet i de 48 prøver varierer mellem 0 og 11%. Tallene bag tabellen viser, at 28 prøver er uden grus, 16 prøver har 1%–2% grus og 4 prøver har mellem 3% og 4% grus.

En sammenligning af forskellene mellem mindste- og størsteværdierne for ler, silt og sand i smeltevand-aflejringerne af henholdsvis silt (Tabel 11) og ler (Tabel 12) fremgår af nedenstående opstilling. Forskellen mellem mindste- og største-værdierne er angivet i parentes.

Det ses, at de procentuelle forskelle mellem de tre

	Ler %	Total silt %	Total sand %
Silt	0–25(25)	40–83(43)	2–53(51)
Ler	9–40(31)	28–70(42)	2–52(50)

fraktioner praktisk taget er begrænset til en lidt større lerfraktion i leraflejringerne, da silt- og sandfraktionerne i de to aflejringer næsten er lige store.

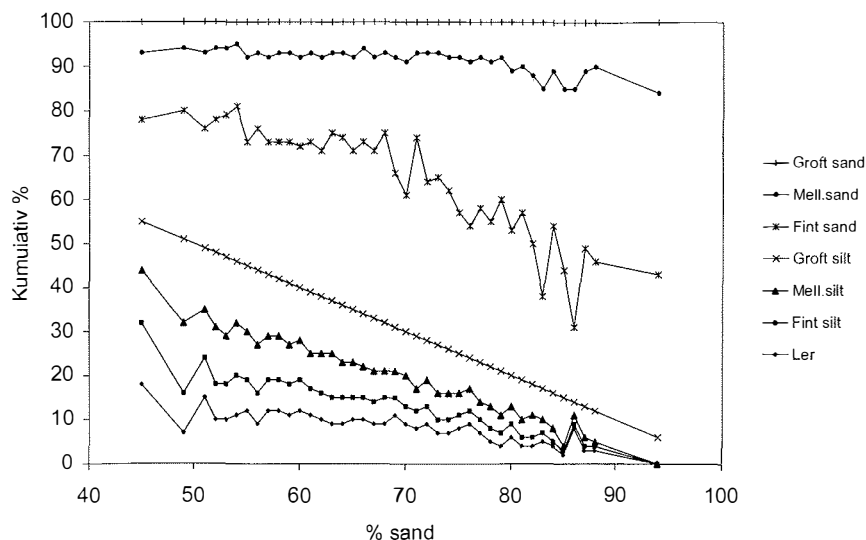
Morænesand

Der er undersøgt 154 prøver bedømt som morænesand. De mest sandede prøver er fra Jylland, mens prøverne fra Sjælland og Storebælt har en lidt finere sammensætning. Fraktionsdiagrammet (Fig. 17) er fremstillet af middeltal beregnet af 2–10 prøver samt 9 enkeltprøver. Tabel 14 giver supplerende oplysninger.

I sandfraktionen er finsand største delfraktion indtil sandindholdet kommer op omkring 68%, hvorefter indholdet af mellemsand stiger, så de to delfraktioner tilnærmelsesvis bliver lige store. De ovenfor nævnte to typer morænesand har gradvis overgang ved 65%–70% sand. I siltfraktionen er grovsilt lidt større end de to andre delfraktioner, hvoraf finsilt er den mindste. Lerindholdet kommer kun i få prøver over 14%. Det falder svagt med stigende sandprocent, især når denne kommer over 70%.

Vedrørende grusindholdet i morænesand henvises primært til Fig. 4. Yderligere tilføjes at tallene bag tabellens forenkede oplysninger viser, at 111 prøver har fra 0–10% grus, 37 prøver har fra 10% til 25% grus og 6 prøver har fra 25% til 37% grus.

Fig. 17. Kornfordelingen i 154 prøver af morænesand. Signaturen viser kumulativ procent. Kurven for finsand afspejler tydeligt forskellen mellem den finsandede type morænesand og den lidt mere mellemkornede type, der ved høje sandprocenter også har et lidt stigende indhold af grovsand. De tre delfraktionier i siltfraktionen falder jævnt med stigende sandprocent. Lerindholdet fordeles sig især med mange prøver med 3%–8% og med 8%–14%.



Morænesilt

I undersøgelsen indgår 19 prøver bedømt som morænesilt. Det lille antal prøver passer godt med almindelig erfaring om, at morænesilt er en forholdsvis sjælden aflejringstype. Fraktionsdiagrammet (Fig. 18) er fremstillet af middeltal beregnet af 2 prøver samt 15 enkeltprøver. Tabel 15 giver supplerende oplysninger.

Sammenlignes indholdet af sand og silt i de undersøgte prøver ses det, at de tilnærmelsesvis er lige store. I sandfraktionen er finsand største delfraktion, hvorefter følger mellemsand med grovsand som den mindste. I siltfraktionen ses de største ændringer i indholdet af grovsilt og mellemsilt, der begge falder med

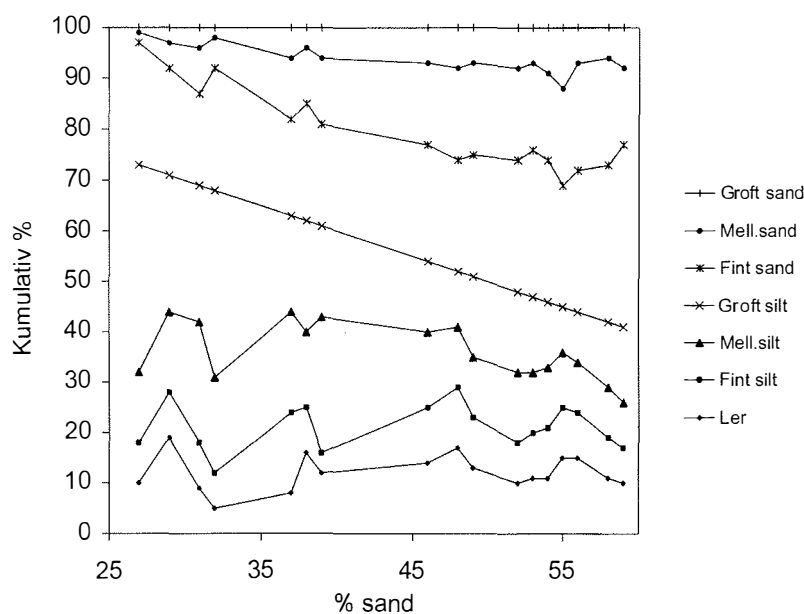
stigende sandprocent. Indholdet af finsilt er mindre og afspejler ikke ændringer som følge af det øgede sandindhold. Lerindholdet varierer inden for ret konstante rammer og er også uafhængig af sandprocenten.

Tallene bag tabellens oplysning om grusindholdet viser, at 15 prøver har 3%–10% grus. De resterende 4 prøver har henholdsvis 0, 1%, 12% og 15% grus.

Moræneler

Undersøgelsen omfatter 599 prøver bedømt som moræneler. Gruppen er delt op i 587 prøver af almindeligt moræneler, og 12 prøver af lerrigt moræneler.

Fig. 18. Kornfordelingen i 19 prøver af morænesilt. Signaturen viser kumulativ procent. I sandfraktionen er indholdet af finsand størst og af grovsand mindst. Alle tre delfraktionier stiger generelt jævnt med sandprocenten. Siltindholdet består mest af grovsilt og mellemsilt, der begge afspejler den stigende sandprocent. I modsætning hertil ses indholdet af finsilt og ler at være uafhængige af sandindholdet.



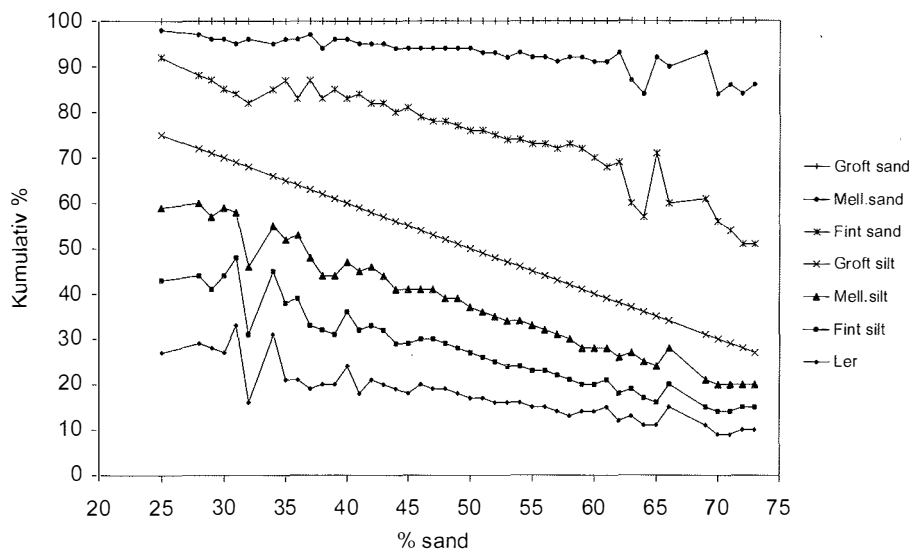


Fig. 19. Kornfordelingen i 587 prøver af moræneler. Signaturen viser kumulativ procent. Fra 34% sand op til ca. 45% ses indholdet af finsand generelt at være lidt større end summen af mellem- og grovsand. Mellem 45% og 58% sand bliver forskellen mellem de tre delfraktioner mindre, men finsand er stadig største delfraktion. Fra 58% sand og opefter ses indholdet af mellem- og grovsand generelt at være større end indholdet af finsand. Siltindholdet forekommer delt op i tre tilnærmelses lige store delfraktioner. Lerindholdet fordeler sig næsten udelukkende med middeltal mellem 14% og 25% inden for sandprocenterne fra 34 til 62.

Sidstnævnte afviger så meget fra moræneler i almindelighed, at de er beskrevet for sig selv, og på grund af deres ringe antal er de kun vist i tabel (Tabel 17). Kornfordelingen i de 587 prøver er vist i Fig. 19 samt i Tabel 16.

Fraktionsdiagrammet (Fig. 19) er fremstillet af middeltal beregnet af fra 2 til 51 prøver samt 10 enkeltprøver. Det store antal prøver omfatter mange, der har helt samme kornfordeling – op til 14 prøver – og deraf følger, at kurveforløbene i den midterste del af diagrammet bliver jævne. Ordnet efter stigende sandprocent fra 25 til 73 fordeler prøverne sig med 569 (97%) mellem 34% og 62% sand. Uden for disse grænser er de fleste prøver enkeltprøver.

Sandfraktionens tre delfraktioner stiger hver især svagt med stigende sandprocent indtil omkring 58% sand, hvorefter stigningen kun omfatter mellem- og grovsand. Mellem 34% og 62% sand, kan sandindholdet opdeles i tre dele efter delfraktionernes indbyrdes variation ved sandindhold mindre end 45%, mellem 45% og 58% og mere end 58% sand.

I siltfraktionen er middeltallene for de tre delfraktioner tilnærmelsesvis lige store med en lille overvægt til grovsilt. Variationen i siltindholdet i forhold til det stigende sandindhold fremgår af Fig. 19. Lerindholdet aftager jævnt med stigende sandprocent.

Tallene bag Tabel 16 viser, at af de 587 prøver har 529 prøver et grusindhold mellem 0 og 10%. De resterende 58 prøver har 11%–37% grus. Heraf har 37 prøver mellem 11% og 15% grus, 20 prøver har mellem 16% og 25% og én prøve har 37% grus.

Kornfordelingen i de 12 lerrige prøver ses Tabel 17. Prøverne er fra Jylland – de fleste fra motorvejsstrækningen mellem Vejle og Horsens. Sandindholdet fordeler sig mellem 7% og 39%, siltindholdet mellem 24% og 44%, og ler mellem 36% og 52%. Prøvernes finkor-

nede sammensætning skyldes formentlig opblanding med tertiære leraflejringer. Sammenlignes tallene i Tabel 16 med dem i Tabel 17, ses det, at sandfraktionen som forventeligt er meget lavere i de lerrige prøver end i almindeligt moræneler. Tallene for mellemsilt ligger nær hinanden, mens grovsilt er lavest i de lerrige prøver. Ler og finsilt er betydeligt højere i de lerrige prøver end i almindeligt moræneler. Grusindholdet er fundet at være jævnt fordelt mellem 0 og 6%.

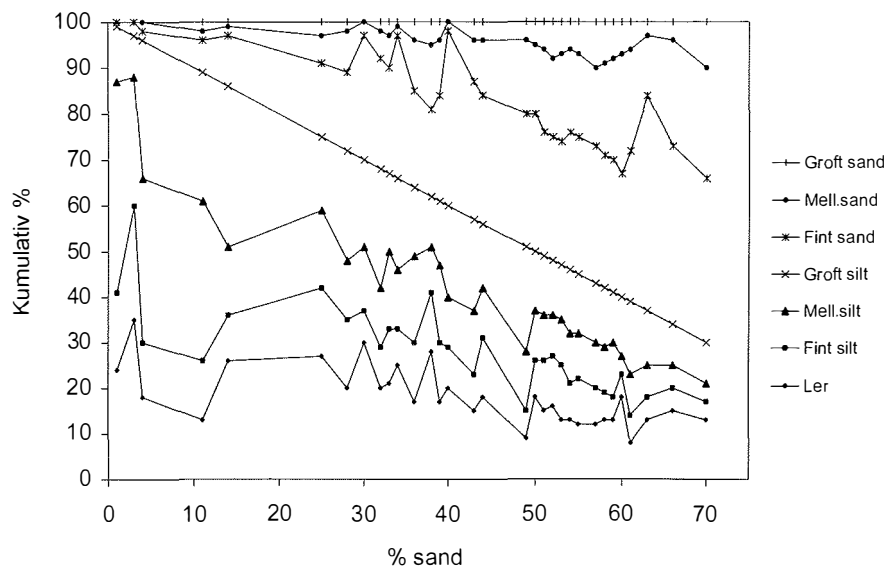
Uspecificeret ler

Langt de fleste prøver i denne undersøgelse er ledsaget af oplysning om, hvilken type aflejring, prøven er taget fra, men en mindre gruppe mangler denne oplysning. For lerjordarternes vedkommende er de samlet under betegnelsen »uspecificeret ler«. Disse prøvers kornfordeling har også interesse, selv om der har været usikkerhed ved bedømmelsen af, hvor prøverne hører hjemme inden for de traditionelt anvendte aflejrings typer. Gruppen omfatter 52 prøver. Kornfordelingen er vist i Fig. 20 og i Tabel 18.

Fraktionsdiagrammet (Fig. 20) er fremstillet af middeltal beregnet af som regel 2–3 prøver samt 20 enkeltprøver. I sandfraktionen afspejles det stigende sandindhold især af en forøgelse af mellem- og grovsand fra ca. 35% sand, men finsand forbliver generelt den største delfraktion. I siltfraktionen er grovsilt og mellemsilt næsten lige store. Alle tre delfraktioner aftager generelt med stigende sandindhold. Lerindholdet varierer stort set uafhængigt af sandprocenten bortset fra et mindre område mellem ca. 30% til 45% sand.

Ved lave sandindhold – op til 25% – ligner korn-

Fig. 20. Kornfordelingen i 52 prøver af uspecificeret ler. Signaturen viser kumulativ procent. Op til ca. 35% sand er finsand største delfraktion, men ved større sandprocenter stiger mellem- og grovsand, så de sammen bliver på størrelse med indholdet af finsand. Siltindholdet er højt indtil ca. 25% sand – især mellem- og grovsilt – hvorefter de tre delfraktioner er mere ligeligt fordelt. Prøvernes lerindhold ligger for størstedelen mellem 14% og 25%.



fordelingen den, der er fundet for lakustrine aflejringer, mens prøverne med højere sandprocenter mere har karakterer efter morænelignende aflejringsstyper. Det kunne f.eks. være ablationsmoræne eller flydejord.

Tabellens forenkede oplysninger om grusindhold kan suppleres med, at 9 prøver er uden grus, 14 har 1%–2% grus, 23 har 3%–10% grus, 5 prøver har 11%–25% grus og 1 har 31% grus.

Finjord, omdannede jordarter

Den terrænoverfladenære del af istidens aflejringer er i tidens løb blevet omdannet som følge af jordbundsudviklingen, der almindeligvis ses ned til 1 til 2 meters dybde. I naturen ses omdannelsen i form af en række over hinanden liggende horisonter, der som et samlet hele udgør et jordbundsprofil.

Profiludviklingen medfører fjernelse af en lille del af aflejringsens oprindelige bestanddele fra den øverste del af profilet og følges af dannelse af underliggende horisonter.

Den mest omdannede del af jordbundsprofilerne er den øverste, 25–40 cm tykke, humusholdige del, hvor størstedelen af den biologiske aktivitet finder sted. Den benævnes A-horisonten, og den kan yderligere opdeles i definerede underhorisonter. Under A-horisonten følger andre horisonter, som til vekslende dybde er præget af udvaskning og/eller udfældning/opsamling (akkumulation) af ovenfra fjernede stoffer. Disse horisonter har hovedbetegnelse efter arten af de processer, der har dannet dem. For de akkumulationshorisonter, der er med i denne undersøgelse, benyttes B som hovedbetegnelse. De forekommer som regel mellem 50 og 120 cm under terrænoverfladen (u.t.).

A-horisonter

16 prøver viser kornfordelingen i A-horisonter i morænesand (Fig. 21). Fraktionsdiagrammet er fremstillet af 2 middeltal beregnet af 2 prøver samt 12 enkeltprøver. I sandfraktionen er finsand største delfraktion og størrelsen svarer generelt til summen af mellem- og grovsand. Siltindholdets tre delfraktioner og tildels også lerfraktionen aftager alle med stigende sandindhold. Tabel 19 giver supplerende oplysninger.

Kornfordelingen i A-horisonter i moræneler (Fig. 22) er vist ved hjælp af 21 prøver. Diagrammet er fremstillet af 3 middeltal beregnet af 2 prøver samt 15 enkeltprøver. I sandfraktionen ligner kornfordelingen umiddelbart den, der lige er vist (Fig. 21), men mellem- og grovsand er lidt mindre her (Fig. 22). Siltindholdets delfraktioner ligger ligeledes meget nær hinanden for de to prøvetyper. Størst forskel ses i lerfraktionen, der – som forventeligt – generelt er størst i A-horisonter i moræneler. Supplerende oplysninger ses i Tabel 20.

Yderligere to tabeller er taget med som eksempler på A-horisonter i henholdsvis senglacialt ferskvands-sand (Tabel 21, 7 prøver) og senglacialt ferskvandsler (Tabel 22, 2 prøver). Trods det lille antal prøver viser de to sidste tabeller karakteristiske forskelle på størrelsen af sand, silt og ler ved sammenligning med tabellerne 19 og 20.

B-horisonter

Kornfordelingen i B-horisonter dannet i moræneler er vist ved hjælp af 22 prøver (Fig. 23). Fraktionsdiagrammet er fremstillet af middeltal beregnet af 2–4 prøver samt 6 enkeltprøver. I sandfraktionen er indholdet af

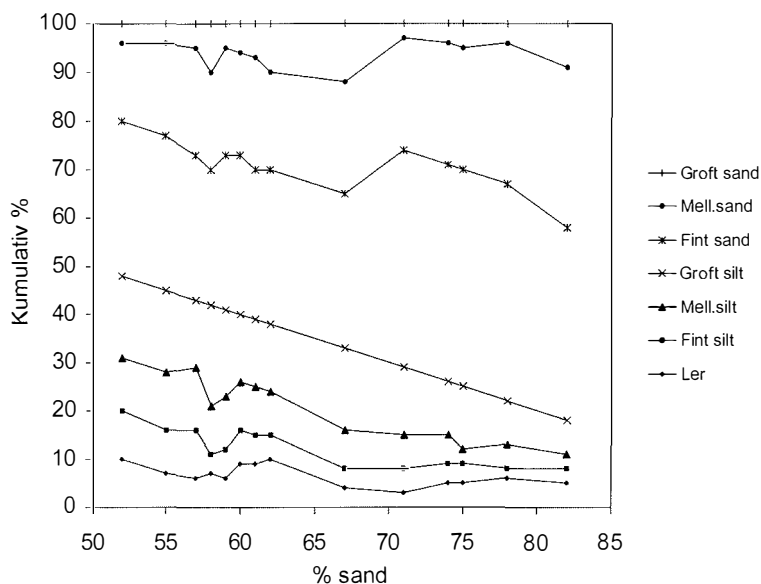


Fig. 21. Kornfordelingen i 16 prøver af A-horisonter i morænesand. Signaturen viser kumulativ procent. Stigningen i det totale sandindhold skyldes især finsand, men også mellemsand bidrager. Indholdet af grovsand ændres ikke nævneværdigt med stigende sandprocent. I siltfraktionen er grovsilt størst, mens mellem- og finsilt er næsten lige store. I lerfraktionen har de fleste prøver et lerindhold mellem 3% og 8% ler.

finsand største delfraktion, og det øges i takt med stigende sandprocent. Indholdet af mellemsand er væsentligt mindre, men det stiger lidt med sandprocenten. Grovsand forekommer med et lille, men ret konstant indhold. Siltindholdet viser et ensartet mønster med grovsilt som største og finsilt som mindste delfraktion. Lerindholdet har et tydeligt, ret jævnt fald i overensstemmelse med stigningen i sandprocent. Tabel 23 giver supplerende oplysninger.

Sammenlignes prøverne fra de kalkfrie B-horisonter, Tabel 23, med de 587 kalkholdige prøver af moræneler i Tabel 16, ses det, at det aritmetiske gennemsnit for sandindholdet i begge prøvetyper er lige store (51%), mens det for siltindholdet er størst i de kalkholdige prøver (27% og 32%). For lerindholdet er det

størst i de kalkfrie prøver (22% og 17%). Det viser, at kalkudvaskningen medfører ændring af kornfraktionernes indbyrdes fordeling. Siltfraktionen falder fra et niveau som kalkholdig jord til et lavere niveau som kalkfri. Lerfraktionen stiger i de kalkfrie prøver som følge af lervedvaskningen.

Klassifikation

Jordartsgrupper

Ud fra undersøgelsen af jordarternes sammensætning af fraktioner og delfraktioner blev prøverne ordnet i

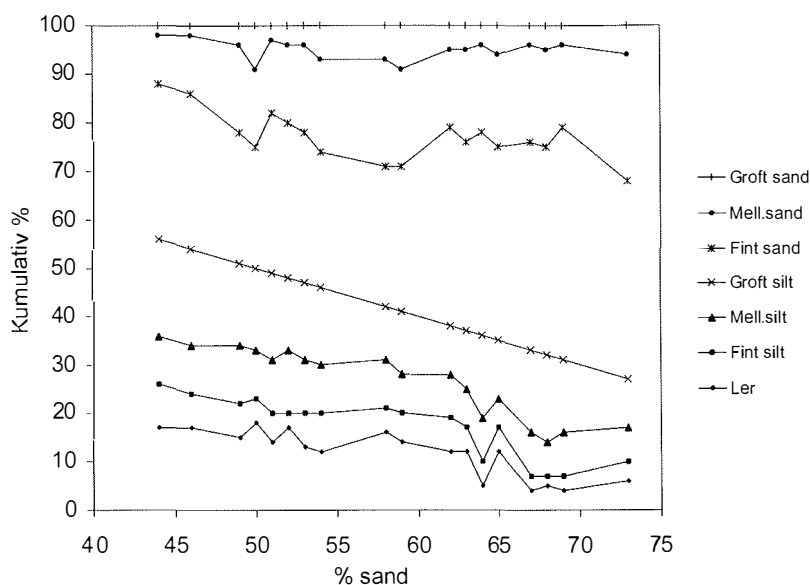


Fig. 22. Kornfordelingen i 21 prøver af A-horisonter i moræneler. Signaturen viser kumulativ procent. Fordelingen af sand og silt ligner meget det mønster, der er vist i Fig. 21. Lerfraktionen viser den største forskel mellem de to typer A-horisonter, idet de i moræneler ses at have et højere lerindhold op til sandindhold omkring 65%. Flest prøver har 8%–14% ler og 14%–25% ler.

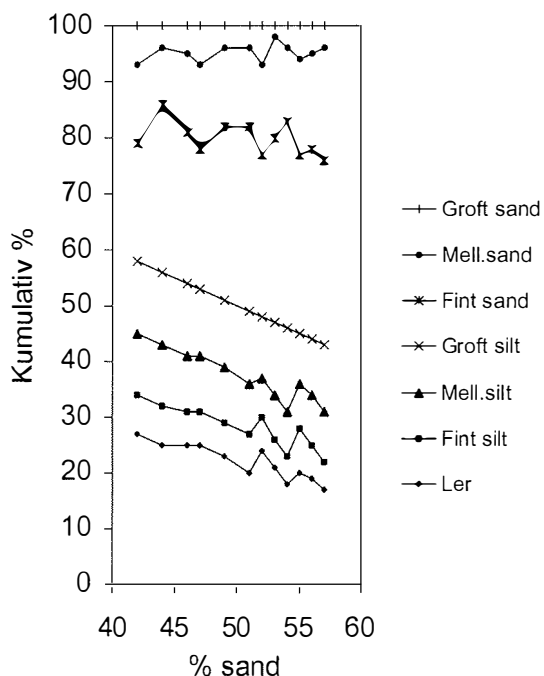


Fig. 23. Kornfordelingen i 22 prøver af B-horisonter i moræner. Signaturen viser kumulativ procent. Prøverne samler sig inden for et ret snævert interval i sandprocent, og delfraktionerne har forholdsvis små udsving i kumulativ procent. Siltindholdet er meget ensartet sammensat. De fleste prøver har lerindhold mellem 14% og 25%.

jordartsgrupper og undergrupper. Ordningen tager udgangspunkt i de mange prøver, der har kornfordelinger som i varierende omfang ligner hinanden med hensyn til fraktionernes indbyrdes blandingsforhold og således antyder gruppelignende tilhørsforhold. Kun en lille del af prøverne har helt samme kornfordeling, mens en stor del fordeler sig efter

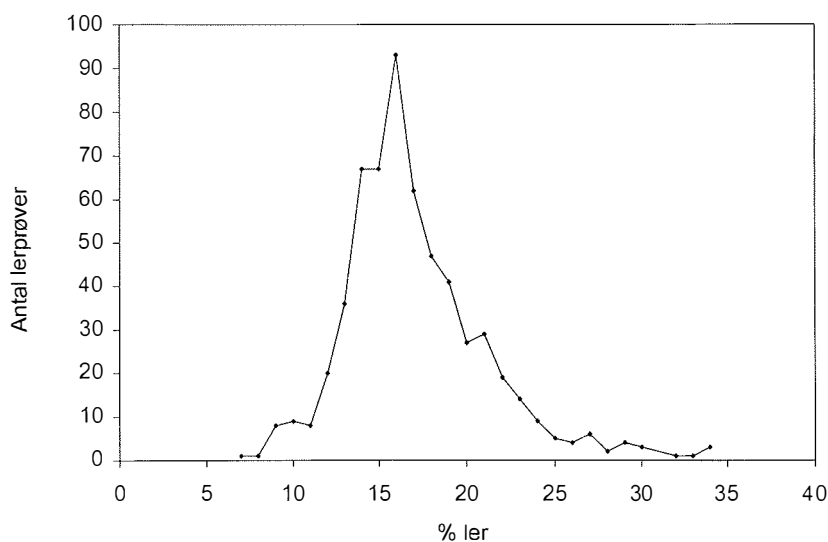
brede, samlende retningslinier. En resterende del har afvigende sammensætninger, der i undersøgelsen kun er repræsenteret med forholdsvis få prøver.

Fraktionsdiagrammerne giver en oversigt over en given aflejringstypes generelle kornfordeling, men mange detaljer sløres. Derfor blev prøverne ordnet én gang til på en mere detaljeret måde. Ud fra fraktionsdiagrammernes oversigtsmæssige fremstilling blev prøverne først samlet i grupper med fælles træk med hensyn størrelsen af de respektive fraktioner/-delfraktioner og deres blandingsforhold. Derefter blev grupperne yderligere opdelt i undergrupper efter behov.

Samling af prøverne i grupper/undergrupper indebærer valg af grænser mellem dem. Det er tilsigtet, at give grupperne/undergrupperne grænser som på naturlig måde afrunder dem. Grænserne er valgt, så de ligger, hvor der ikke – eller kun i mindst muligt omfang – forekommer prøver. I de tilfælde, hvor en prøve ligger lige på grænsen mellem to grupper/undergrupper, er der regnet med, at prøvens tilhørsforhold enten bestemmes af prøvens øvrige kornfordeling eller den hører til den gruppe/undergruppe, der har det højeste lerindhold eller – ved siltgrænser – det højeste siltindhold.

Jordarter, hvor ingen af de tre hovedfraktioner dominerer, og hvor ler og silt udgør den ene halvdel og sand den anden, benævnes ofte blandingsjordarter. I engelsksproget litteratur benyttes ofte betegnelsen »loam« om jordarter, der har kornfordeling som blandingsjordarter. Loam og jordarter med tilføjelsen »loamy« spænder fra moderat, grovkornede jordartsgrupper til moderat finkornede (Hodgson 1974; Soil Survey Staff, 1975). I lighed hermed benyttes betegnelsen »lehm« i tysk litteratur. Lehm udgør en hovedgruppe med stilling mellem schluff (silt) og ton

Fig. 24. Fordelingen af lerindholdet i 587 prøver af moræner. Lerprocenterne fordeles sig fra 7 til 34 og hyppigheden af prøver varierer fra 1 til 96. Fra 13% ler til 14% ler ses en betydelig stigning i antal prøver fra 36 (13% ler) til 67 (14% ler). 14% ler er her valgt som nedre grænse for lerindhold i en lerjordart.



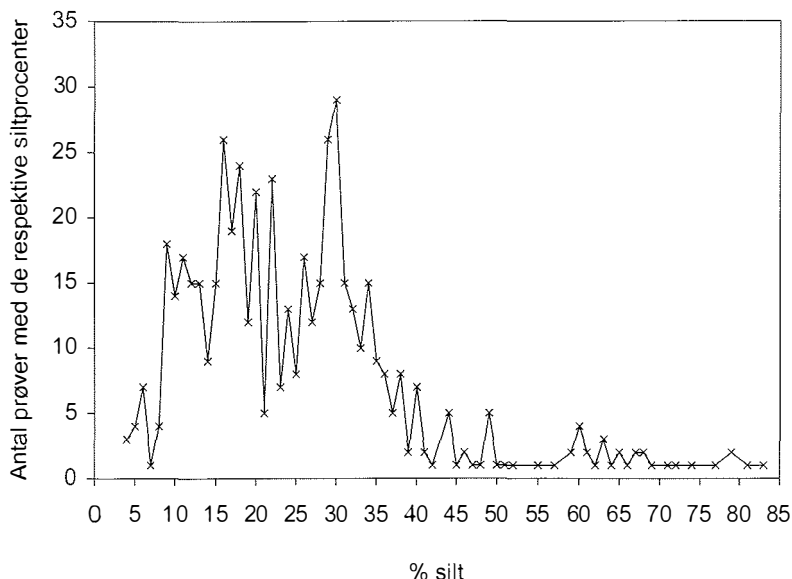


Fig. 25. Fordelingen af siltindhold i 523 sand- og siltprøver. Hyppigheden af forskellige siltindhold viser betydelig variation. Et lavt antal prøver forekommer lokalt omkring siltprocenter på 5, 15, 25 og 35. Grænsen mellem SAND-jordarter og SILT-jordarter er valgt ved 35% silt.

(ler) (sand, schluff, lehm og ton) (Arbeitsgruppe Bodenkunde 1982; DIN 1988).

Herhjemme anvendes i almindelighed hovedbetegnelsen »ler« for jordarter med et lerindhold på mindst 15% (f.eks.: Moræneler, Clay Till), men andre grænser ses også anvendt. Larsen m. fl. (1988) angiver 12%–15% og Dansk Standard (Dansk Ingeniørforening 1984) angiver 15%–20%. Inden for geoteknikken lader man ikke en bestemt lerprocent være afgørende for, om man vil kalde en jordart for »ler«, men lader plasticiteten (formbarheden) inden for et vist vandprocentområde være afgørende (Harremoës, Krebs Ovesen og Moust Jacobsen 1970). I den undersøgelse, der ligger til grund for denne artikel, er den laveste grænse for lerindhold i en jordart med hovedbetegnelsen LER valgt ved 14% (Fig. 24). Det indebærer, at forskellen mellem en »leret« jordart og en jordart med hovedbetegnelsen »LER« tydeliggøres. Der er her set bort fra, at i nogle tilfælde kan lerfraktionens mineralogiske sammensætning afvige fra det alment forekommende. Som følge heraf kan en jordart have andre egenskaber end jordartens procentuelle lerprocent giver grundlag for at forvente.

Ordningen

Prøverne er først ordnet i tre hovedgrupper, henholdsvis SAND, SILT og LER, der – bortset fra lerfraktionen – hovedsagelig er navngivet på grundlag af fraktionernes indbyrdes, vægtmæssige fordeling. Den mest dominerende fraktion betragtes som den »primære« fraktion. Den benyttes som hovedbetegnelse, der altid nævnes først og skrives med store bogstaver. De to andre fraktioner benævnes i det følgende »sekundære« fraktioner. Hver hovedgruppe er opdelt i grup-

per, der næsten altid består af blandinger af alle tre fraktioner. Undtaget herfra er velsorterede jordarter, f.eks. »rene« sandjordarter, hvor en jordartsgruppe kan bestå af en enkelt fraktion. Gruppens betegnelse bliver så den samme som hovedgruppens, f.eks. SAND. For andre jordartsgrupper nævnes den af de sekundære fraktioner, der mest præger jordarten, umiddelbart efter hovedbetegnelsen. Denne rækkefølge bevares også på undergruppeniveau, også selv om det indbyrdes mængdeforhold mellem fraktionerne forskudt (f.eks. SAND, svagt leret, stærkt siltet).

Hvad enten en jordart på gruppeniveau består af én, to eller tre fraktioner, omfatter en fuldstændig karakterisering af jordarten en yderligere specificering enten af gruppen – hvis der kun er én – eller af de sekundære fraktioner, hvis der er to eller tre. F.eks. kan gruppen SAND specificeres nærmere ved tilføjelse af den/de mest fremtrædende delfraktioner, f.eks. SAND, fint.

For mere blandede jordarter, f.eks. LER, sandet, tilføjes den sidste af de sekundære fraktioner f.eks. LER, sandet, siltet.

De sekundære fraktioner kan yderligere præciseres ved hjælp af en gradskala, der omfatter følgende adjektiver: svag, almindelig og stærk. Heraf tænkes »almindelig« underforstået og skal derfor udelades. I særlige tilfælde kan »meget« tilføjes graderne »svag« og »stærk«.

De jordartsgrupper og -undergrupper, der er samlet i Liste 2, skulle være tilstrækkelige for en dækkende beskrivelse/bedømmelse af langt de fleste af de alment forekommende jordarter. Men ved valget af gruppernes udformning er der for overskuelighedens skyld lagt vægt på at begrænse deres antal. Det indebærer, at nogle af grupperne er meget bredt defineret, hvorfor det – hvis detaljer ønskes specificeret –

kan blive aktuelt at udvide betegnelsen – f.eks. med tilføjelsen »meget« – og koder yderligere. En oversigt over koderne med eventuelle udvidelser ses i Liste 2.

Koderne er samlet af dels et bogstav for hovedbetegnelsen (G for grus, S for sand, I for silt og L for ler), dels to tal, som efter rækkefølgen symboliserer henholdsvis gruppe og undergruppe. Hvis en fraktion ikke indgår i jordartsbetegnelsen på undergruppeniveau, angives det i koden med »0«.

Når udvidelsen af en kode gælder hovedbetegnelsen eller den førstnævnte af de sekundære fraktioner angives det efter den del af koden, som er fælles for gruppen, der i følgende eksempel er S3. Udvidelsen markeres af et punktum før og efter. F.eks. hvis betegnelsen for jordarten SAND, svagt leret, svagt siltet, (kode S31) ønskes udvidet med nærmere specifikation af sandfraktionen, f.eks. SAND, fint (S12), bliver betegnelsen: SAND, fint, svagt leret, svagt siltet, (kode S3.12.1). Ønskes betegnelsen yderligere specificeret med angivelse af et meget svagt siltindhold markeres det med tilføjelse af koden for »meget svagt« (.8) efter sidste tal i den oprindelige kode (S31). I dette eksempel bliver koden for jordarten SAND, fint, svagt leret, meget svagt siltet: S3.12.1.8.

Grænser

De tidligere nævnte 134 prøver af »rent« sand, hvori indgår både fluvialt sand og marint sand, er opdelt i 9 undergrupper efter deres indbyrdes, procentuelle fordeling mellem fint, mellem og groft sand. Sammensætningen af de 9 undergrupper og deres koder ses i Liste 2.

Det fremgår af Fig. 11 med 342 prøver af fluvialt sand, at især mange prøver har 1%–5% silt, hvorefter antallet af prøver med højere siltindhold falder hurtigt. Når siltprocenten således er over 15, er antallet af prøver for hver siltprocent generelt nede på 1–3. Denne fordeling er benyttet som grundlag for valg af de laveste grænser for siltindhold i sandjordarter. Det laveste trin er prøver med op til 5% silt. Da et så lille siltindhold næsten altid forekommer i sandprøver, indgår det i almindelighed ikke i jordartsbetegnelsen for den gruppe sandjordarter, der her betragtes som »rent« sand. Næste tringår op til 15% silt, der er grænse for sandjordarter med betegnelsen »svagt siltet«.

For at følge ændringerne i kornfordelingen i sand- og siltjordarter, når siltindholdet stiger, er 523 sand- og siltprøver, hvori indgår fluvialt sand (241), morænesand (154) og -silt (19), lakustrin silt (32), og marine sandjordarter (77), samlet (Fig. 25). Ud over de allerede nævnte lave antal prøver ved 5% og 15% silt ses her lave prøveantal omkring 25% og 35% silt. De to sidstnævnte procenttal er benyttet som grænser for

en henholdsvis »siltet« og »stærkt siltet« sandjordart. Grænsen mellem jordarter med hovedbetegnelsen henholdsvis »SAND« og »SILT« er valgt ved et siltindhold på 35%.

Siltjordarterne er opdelt efter indholdet af ler og sand. Her er 8% ler valgt som grænse mellem henholdsvis »svagt leret« og »leret« siltjordarter. Da undersøgelsen mangler prøver, der næsten udelukkende består af silt, er der benyttet fiktive grænser ved henholdsvis 85% silt og 8% ler for en »tænkt« jordart med betegnelsen »SILT« – i betydningen »rent« silt.

Af de 342 sandprøver (Fig. 11) har 90 prøver også et lille lerindhold. De fleste af dem har 1%–3% ler. Et så lille lerindhold indgår i almindelighed ikke i jordartsbetegnelsen, da det næsten altid kan forventes at forekomme, eventuelt som nedvaskede partikler. Størstedelen af de resterende prøver har 4%–8% ler. Procenttallene 3% og 8% er valgt som henholdsvis nedre/øvre grænse for sandjordarter med betegnelsen »svagt leret«.

Grænsen mellem hovedgrupperne LER og SILT er præget af, at kornfordelingen i jordarter med mere end 35% silt ofte har sammensætning, hvor ingen af de tre fraktioner dominerer over de andre. Med stigende ler- og siltindhold aftager sandfraktionen, der efterhånden helt domineres af finsand. Overgangen mellem de tre fraktioner er valgt sådan, at LER-SILT grænsen er fordelt på to niveauer, henholdsvis ved 14% og 20% ler og ved 35% og 42% silt.

Fordelingen af ler i de tidligere beskrevne 587 prøver af moræneler er vist i Fig. 24. Lerindholdet spreder sig fra 7% til 34%, og antallet af prøver for hver lerprocent varierer fra 1 til 93. Det ses, at der er stor forskel i antal prøver, der har henholdsvis 13% ler (36 prøver) og 14% ler (14% og 15% ler har begge 67 prøver). Denne store forskel i antal prøver er her antaget at være begrundet i aflejringsmæssige forhold, således at jordarter med 14% ler og derover på afgørende måde adskiller sig fra jordarter med 13% ler og derunder. Forskellen er derfor benyttet som grundlag for at vælge 14% ler som laveste grænse for lerindhold i en jordart, der har ler som hovedbetegnelse. 25% ler er valgt som grænse til jordarter med generelt større lerindhold, samme siltindhold, men lidt lavere sandindhold.

Ved lerindhold over 25% er antallet af prøver generelt lavt (Fig. 26). Figuren samler 833 prøver, hvori indgår moræneler (599), uspecificeret ler (52), lakustrin ler (60), nogle lerholdige siltprøver (6) samt marine lerede (65) og – stærkt lerede (51) jordarter. Ud over de allerede nævnte grænser for lerindhold, hvor kurveforløbet eller et lokalt lavt antal prøver afspejler ændringer i kornfordelingen, viser figuren, at der mangler prøver med henholdsvis 45% og 65% ler. De to procenttal er valgt som grænser for lergrupper.

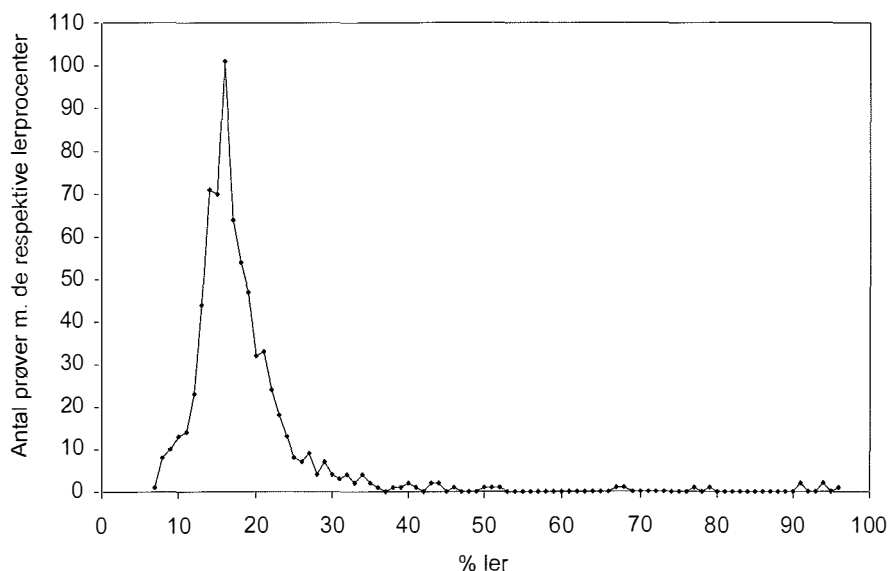


Fig. 26. Fordelingen af lerindholdet i 833 af undersøgelsens prøver. Lerindholdet varierer fra 1% til 96% og antal prøver varierer fra 0 til 101. Det ses, at forskellen i antal prøver med henholdsvis 13% og 14% ler er blevet lidt forøget i forhold til for moræneler alene (Fig. 24). Endvidere ses ændring af kurveforløbet, eller der helt mangler prøver ved lerprocenterne 25, 45 og 65. Disse procenttal afspejler ændringer i prøvernes kornfordeling og de er her benyttet som grænser for jordartsgrupper.

Der er ikke fundet grundlag for yderligere opdeling på gruppeniveau af jordarter med over 65% ler.

Hovedgruppen SAND er opdelt i fire grupper henholdsvis SAND, SAND med silt, SAND, svagt leret og SAND, leret.

Beskrivelse af jordartsgrupperne

Følgende beskrivelse af de opstillede jordartsgrupper og -undergrupper (Liste 2) samler nogle af de væsentligste træk. Listen, der under ét både omfatter glacial og marine jordarter, viser gruppernes/undergruppernes procentuelle sammensætninger og deres koder. I det følgende henviser koderne i parentes til trekantdiagrammet, Fig. 27.

SAND (S10)

Gruppen omfatter jordarter, der består af 95%–100% sand, mens summen af ler og silt ikke overstiger 5%. De 134 prøver er opdelt i 9 undergrupper efter størrelsen af delfraktionerne fint, mellem og groft sand. For at opdelingen i undergrupper kunne ske på et ensartet grundlag, er analyserne omregnet til 100% sand (uden grus, ler og silt). Undergrupper er baseret på kornfordelinger, der afspejler gruppeagtige

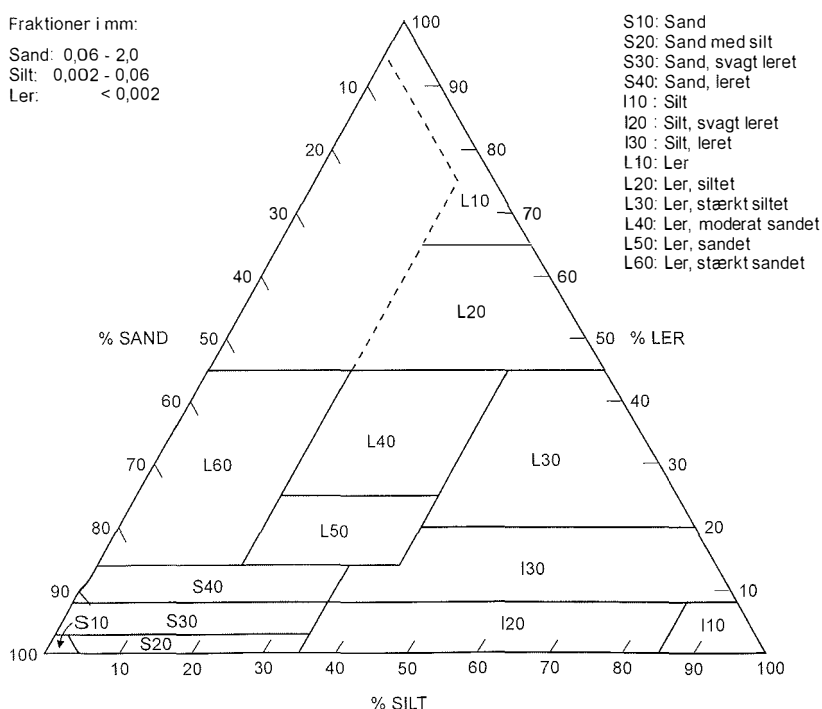


Fig. 27. Trekantdiagram med indtegnede grænser for jordartsgrupperne. Den del af diagrammet, der er uden jordartsymboler er forbeholdt jordarter med andre fraktionsblandinger end dem, denne undersøgelse omfatter. Den stiplede linie angiver åbenhed for mulige afvigende kornfordelinger i grupperne L10 og L20.

sammenhænge. Kun enkelte prøver har sammensætning fælles med de valgte grænser. I de tilfælde er det valgt, at lade betegnelsen bestemmes af den mest finkornet jordart.

SAND med silt (S20)

Denne gruppe samler sandjordarter med meget lave lerindhold – 0–3% – og med 2%–35% silt. Sandindholdet kan variere fra 62% til 95%. Det fremgår af undersøgelsen, at i denne gruppe består sandindholdet især af finsand. Endvidere viser undersøgelsen, at i denne og de to følgende grupper forekommer mange prøver med siltindhold på 15%–25% og 25%–35% (Fig. 25.). De tre grupper er derfor opdelt i undergrupper med grænser ved 15%, 25% og 35% silt. Sandfraktionen kan specificeres ved benyttelse af de undergrupper, der er nævnt ovenfor under gruppen »SAND«. Således kan f.eks. betegnelsen for undergruppen »SAND, svagt siltet« med koden S21 ændres til »SAND, fint og mellem, svagt siltet« med koden S2.14.1. For aflejringer, hvor grovsilt helt dominerer over finsilt og mellemsilt, som det kan forekomme i marine aflejringer, kan betegnelsen »stærkt siltet« erstattes af »stærkt grovsiltet«. Det markeres i koden ved tilføjelse af »3«, f.eks. »SAND, stærkt grovsiltet« med koden S23.3.

SAND, svagt leret (S30).

Gruppen er den første sandgruppe, hvori »ler« indgår i betegnelsen. Lerindholdet kan ligge mellem 3% og 8%, siltindholdet på 0–35%, og sandindholdet på 57%–97%. Gruppen er på tilsvarende måde, som den ovenfor nævnte, delt op i tre undergrupper. De ovenfor nævnte tilføjelser vedrørende specificering af sand og silt kan også benyttes for denne gruppe.

SAND, leret (S40)

Gruppen samler sandprøver, der i nogen grad er præget af ler og silt. Lerindholdet er på 8%–14%, og siltindholdet på 0–35%. Kun sjældent forekommer helt lave siltprocenter. Sandindholdet kan variere mellem 51% og 92%. Gruppen er opdelt i undergrupper efter silt på tilsvarende måde som de to ovenfor nævnte grupper. Specificeringen af sand og silt kan ligeledes anvendes her.

Hovedgruppen SILT

Grænsen mellem hovedfraktionerne sand og silt er defineret ved 0,06 mm. Det er en grænse, der ligger i et område af skalaen, hvor på den ene side den fineste del af delfraktionen finsand og på den anden side den groveste del af delfraktionen grovsilt danner en gradvis overgang, som slører forskellen mellem hovedgrupperne SAND og SILT. Men selv om grænsen ved 0,06 mm kan give grundlag for overvejelser over,

om det er det rigtige valg, følger denne undersøgelse alligevel den traditionelt anvendte kornstørrelses-skala.

Som tidligere nævnt er grænsen mellem jordartsgrupperne SAND og SILT her valgt ved 35% silt, mens ler/silt grænsen er delt mellem 14% ler ved 35%–42% silt og 20% ler ved siltindhold større end 42% silt. Grupperne er opdelt i undergrupper efter indholdet af henholdsvis ler og sand.

SILT (I10)

Denne er som nævnt en fiktiv gruppe, da undersøgelsen ikke omfatter prøver, der har så høje siltindhold. Grænserne for gruppen er 0–8% ler, 85%–100% silt og 0–15% sand.

SILT, svagt leret (I20)

Gruppen kan have op til 8% ler, 35%–85% silt og 7%–65% sand. Den er opdelt i en »svagt sandet« og en »sandet« undergruppe med indbyrdes grænse ved 35% sand. For sandindholdet kan de ovennævnte specifikationer ledsaget af ændring af koden også anvendes her. Yderligere kan tilføjelsen »meget« eventuelt benyttes foran graden »svagt«, hvis et lerindhold mellem 1%–3% ønskes nævnt i beskrivelsen.

SILT, leret (I30)

I denne gruppe gør lerindholdet sig tydeligt gældende, mens sandindholdet, der er domineret af finsand, ligger på mindre end 35% for de fleste af de undersøgte prøver. Ud fra lerindholdet er gruppen opdelt i to undergrupper med indbyrdes grænse ved 14% ler. Den ene har 8%–14% ler og benævnes »leret«, den anden har 14%–20% ler og benævnes »stærkt leret«. Førstnævnte undergruppe er yderligere delt op i en »sandet« del med op til 57% sand, og en »svagt sandet« del med øverste grænse ved 35% sand. I den »stærkt leret« undergruppe kan sandindholdet gå op til 44%.

Hovedgruppen LER

Denne hovedgruppe omfatter både de egentlige lerjordarter og blandingsjordarterne, der her nævnes sidst i rækken.

LER (L10)

Jordarterne i denne gruppe har et så højt lerindhold, at forekomst af silt og sand træder helt i baggrunden. Kun et lille antal prøver indgår i undersøgelsen. Gruppen har 65%–100% ler, 0–35% silt og 0–15% sand. Den er delt i to undergrupper. Den ene har 65%–85% ler, 10%–35% silt og et lille indhold af finsand (0–15%). Den er benævnt »svagt siltet« med henvisning til, at lerindholdet er så højt i forhold til siltindholdet. I den anden undergruppe er siltindholdet meget lille (0–

15%), og sandindholdet endnu mindre (0–5%). Denne undergruppe har en sammensætning, der kommer så nær »rent« ler, som det er muligt at finde i naturen.

LER, siltet (L20)

Gruppen omfatter jordarter hvor lerindholdet kan variere fra 45%–65%, siltindholdet fra 20%–55%, mens sandindholdet ikke kommer over 35%. Undersøgelsen omfatter kun få prøver, og de hører til den del, der er mest siltet. På grund af spredningen i siltindhold, er gruppen delt op i en »siltet« og en »stærkt siltet« undergruppe med indbyrdes grænse ved 35% silt. Begge undergrupper betegnes »svagt sandet«.

LER, stærkt siltet (L30)

Herunder hører jordarter, som især er præget af ler og silt. Lerindholdet kan variere fra 20%–45%, siltindholdet fra 42% til 80% og sandindholdet fra 0 til 38%. Gruppens prøver er spredt fordelt uden tydelig markering af undergrupper, så gruppen er ikke yderligere opdelt. Alligevel viser Liste 2 her en undergruppe. Denne giver oplysning om indholdet af tredje fraktion, her »svagt sandet«.

LER, moderat sandet (L40)

Gruppen omfatter jordarter, som i forhold til den følgende gruppe har et væsentligt højere lerindhold (25%–45%), et lavere sandindhold (13%–55%), mens siltindholdet er det samme (20%–42%). Gruppen er ikke yderligere opdelt, men den nævnte undergruppe omfatter alle tre fraktioner. På grund af det høje lerindhold er gruppen ikke yderligere delt op, selv om siltindholdet kan nå op på 42%.

LER, sandet (L50)

Denne gruppe samler jordarter, som i udpræget grad er blandingsjordarter. Lerindholdet kan variere fra 14% til 25%, siltindholdet fra 20% til 42% og sandindholdet fra 33% til 66%. Gruppen er delt op i undergrupper på grundlag af dels sandindholdet, dels siltindholdet. For sandindholdet er der valgt indbyrdes grænse ved 55% sand. Jordarter med 33%–55% sand betegnes »sandet« og dem, der har 55%–66% sand, betegnes »stærkt sandet«. Den »sandet« undergruppe er delt op i en »siltet« med 20%–35% silt og en »stærkt siltet« med 35%–42% silt. Er sandindholdet mindre end 45%, kan sandfraktionen være domineret af fin-sand.

LER, stærktsandet (L60)

Undersøgelsen omfatter kun få prøver, der har sammensætning, så de hører til denne jordartsgruppe. Som følge heraf er gruppens grænser ret vide, og undergrupper er der slet ikke grundlag for at opstille. For alligevel af afgrænse gruppen med procenttal til

sammenligning med de øvrige grupper er lerindholdet sat til 14%–45%, siltindholdet til 0–20% og sandindholdet til 35%–86%. Også her har gruppen og den nævnte undergruppe samme kornfordeling.

I Fig. 27 er jordartsgruppernes grænser indtegnet i et trekantdiagram med siderne sand, silt og ler. For de to lerrige grupper, L10 og L20, er grænsen for siltindhold vist med en brudt linie. Den markerer grænsen til den åbne del af diagrammet, hvor undersøgelsen ikke omfatter jordarter med hertil svarende kornfordelinger.

Resultat og diskussion

Resultat

Kornfordelingen i 1658 prøver af de almindeligst forekommende glaciale og marine jordarter er undersøgt fra ler til og med grus. For hver aflejringstype er jordarterne opdelt efter vægtprocent i fraktioner og del-fraktioner og ordnet efter stigende sandindhold ved hjælp af fraktionsdiagrammer. Fraktionsdiagrammerne giver et karakteristisk billede af kornfordelingen i de respektive aflejringstyper og danner grundlag for en yderligere opdeling af jordarterne i jordartsgrupper og -undergrupper på tværs af aflejringstyperne.

Resultaterne af undersøgelsen samler de hyppigst forekommende kornfordelinger i naturen. Grusfraktionen er opdelt i 7 grupper på grundlag af det procentuelle grusindhold. Finjorden er opdelt i 13 jordartsgrupper, som igen er delt i 33 undergrupper. Liste 2 viser den procentuelle sammensætning af grupperne/undergrupperne samt deres koder.

Diskussion

I forhold til de hidtil beskrevne retningslinier for beskrivelse/bedømmelse af jordarter er det her forelagte resultat mere systematisk og struktureret. På grundlag af alle 2–6 skalaens fraktioner og delfraktioner fra ler til og med grus samles de respektive vægtprocenters størrelse og indbyrdes blandingsforhold i en oversigt, der omfatter alle prøvernes variationer. Oversigten er baseret på ordning af jordarterne på to niveauer, grupper og undergrupper, ud fra de i naturen hyppigst forekommende kornfordelinger. Denne ordning giver mulighed for enten en oversigtsmæssig klassificering eller en mere detaljeret.

Som tidligere nævnt er det her valgt at følge de traditionelt anvendte opfattelser af kornstørrelsesbegreb og fraktionsskala. Det fremgår af Fig. 2, at der i Danmark anvendes forskellige fraktionsgrænser for

Liste 2. Oversigt over jordartsgrupper /-undergrupper

Grusgrupper	Kode	Vægtprocent					
Få gruskorn	G1	<2					
Svagt gruset	G2	2-10					
Gruset	G3	10-25					
Stærkt gruset	G4	25-40					
Grus og sand	G5	40-60					
Grus, sandet	G6	60-80					
Grus	G7	80-100					
Finjord	Kode	Gruppe Vægtprocent					
		Ler%	Silt%	Sand%	F.sand%	Undergruppe Vægtprocent M.sand%	G.sand%
SAND	S10	0-3*	0-5*	95-100			
SAND, meget fint	S11				85-100	0-15	0-5
SAND, fint	S12				55-85	10-45	0-10
SAND, fint til mellem	S13				40-55	35-60	0-15
SAND, fint og mellem	S14				20-40	45-80	0-20
SAND, mellem	S15				0-20	60-100	0-20
SAND, mellem og groft	S16				0-20	45-80	20-40
SAND, mellem til groft	S17				0-20	35-60	40-55
SAND, groft	S18				0-10	0-45	55-100
SAND, fint, mellem og groft	S19				>20	<60	>20
					Ler%	Silt%	Sand%
SAND med silt	S20	0-3	2-35	57-95			
SAND, svagt siltet	S21				0-3	2-15	82-95
SAND, siltet	S22				0-3	15-25	72-85
SAND, stærkt siltet	S23				0-3	25-35	62-75
SAND, svagt leret	S30	3-8	0-35	57-97			
SAND, svagt leret, svagt siltet	S31				3-8	0-15	77-97
SAND, svagt leret, siltet	S32				3-8	15-25	67-82
SAND, svagt leret, stærkt siltet	S33				3-8	25-35	57-72
SAND, leret	S40	8-14	0-35	51-92			
SAND, leret, svagt siltet	S41				8-14	0-15	71-92
SAND, leret, siltet	S42				8-14	15-25	61-77
SAND, leret, stærkt siltet	S43				8-14	25-35	51-67
SILT	I10	0-8	85-100	0-15			
SILT, svagt leret	I20	0-8	35-85	7-65			
SILT, svagt leret, svagt sandet	I21				0-8	57-85	7-35
SILT, svagt leret, sandet	I22				0-8	35-65	35-65
SILT, leret	I30	8-20	35-92	0-57			
SILT, leret, sandet	I31				8-14	35-57	35-57
SILT, leret, svagt sandet	I32				8-14	51-92	0-35
SILT, stærkt leret, svagt sandet	I33				14-20	42-86	0-44
LER	L10	65-100	0-35	0-15			
LER, svagt siltet	L11				65-85	10-35	0-15
LER, rent	L12				85-100	0-15	0-5
LER, siltet	L20	45-65	20-55	0-35			
LER, siltet, svagt sandet	L21				45-65	20-35	0-35
LER, stærkt siltet, sandet	L22				45-65	35-55	0-20
LER, stærkt siltet	L30	20-45	42-80	0-38			
LER, stærkt siltet, svagt sandet	L31				20-45	42-80	0-38
LER, moderat sandet	L40	25-45	20-42	13-55			
LER, moderat sandet, siltet	L41				25-45	20-42	13-55
LER, sandet	L50	14-25	20-42	33-66			
LER, sandet, siltet	L51				14-25	20-35	40-58
LER, sandet, stærkt siltet	L52				14-25	35-42	33-51
LER, stærkt sandet, siltet	L53				14-22	20-28	58-66
LER, stærkt sandet	L60	14-45	0-20	35-86			
LER, stærkt sandet, svagt siltet	L61				14-45	0-20	35-86

*Ler + silt maks. 5%

Udvidelse af koder: Høje siltindhold: 1 for finsilt; 2 for mellemsilt; 3 for grovsilt.

Tilføjelse af "meget": .8 før "svagt"; .9 før "stærkt".

grus/sten og silt/sand. Det er især sidstnævnte, som er aktuelt i næsten alle jordartsbedømmelser, og som kan give anledning til overvejelser over, om grænsen ved 0,06 mm nu også er den rigtige. Usikkerheden øges ved, at analysemetoden indebærer, at der her skiftes fra sigtning af sand/grus fraktionerne til slemning/hydrometerbestemmelse af silt/ler fraktionerne. Ofte viser kurveforløbet, at grænsen mellem hovedfraktionerne SILT og SAND burde gå enten inden for den groveste del af delfraktionen grovsilt eller inden for den fineste del af delfraktionen finsand. Grænsen ved 0,06 mm er en følge af, at Atterbergs oprindelige grænser blev delt i to logaritmisk lige store dele, hvorved silt/sand grænsen blev flyttet fra 0,02 til 0,06 mm, hvor den passer med de cykliske 2-6 værdier. Imidlertid må silt/sandgrænsen ved 0,06 mm også ses på baggrund af, at alle fraktionsgrænserne er valgte, definerede grænser, der dækker over gradvise overgange i kornstørrelser. Resultatet af en kornstørrelsesanalyse må derfor aflæses og tolkes ud fra dette grundlag.

Mange af de kornfordelinger, der her er afgrænsede i grupper/-undergrupper, er kendte i forvejen, men blandingsforholdene og afgrænsningen af dem har ikke været klart angivet. De her benyttede grupperinger har definerede grænser, der er baseret på analyseresultater og på de respektive kornfordelingers hyppighed, som det er fremgået af undersøgelsen.

Det tilføjes, at en jordarts egenskaber (plasticitet, adsorptionskapacitet o.a.) ikke slavisk følger kornfordelingen, idet lermineralernes mineralogiske sammensætning, jordartens kemiske sammensætning og dens oprindelse i øvrigt har afgørende betydning for en given jordarts egenskaber uafhængig af kornfordelingen.

Det store antal prøver taget ud over en stor del af landet og de indre farvande skulle sikre en repræsentativ fordeling af jordarterne. Alle prøverne i de indsamlede prøveserier indgår i undersøgelsen under forudsætning af, at analyserne har den fornødne kvalitet. Prøveserierne er langt overvejende taget i forbindelse med projekter, der havde en fast procedure for udtagning af prøver, og den blev udført af folk, som ikke havde særinteresser i den forbindelse. Det udelukker ikke, at samlingen af prøver som helhed med fordel kunne have haft en mere jævn fordeling med flere prøver af siltrige og lerrige aflejringer, som måske kunne give grundlag for yderligere opdeling af disse grupper. Imidlertid ville flere prøver indsamlet efter de her fulgte retningslinier næppe have ændret væsentligt på resultatet. Erfaringerne fra arbejdet med de senere tilkomne prøveserier viste, at de generelt udbyggede de allerede opstillede grupper, afklarede tvivlsspørgsmål, understøttede hypoteser,

men uden at ændre grundlæggende på de tidligt i projektet opstillede grupper/undergrupper. Endelig er det tilstræbt at begrænse antallet af grupper/undergrupper af hensyn til overskueligheden.

Prøvernes størrelse har indflydelse på den kornfordeling, der bliver resultatet af en analyse. Selv om alle forskrifter for rigtig udtagning af prøver er fulgt vil analyseresultatet blive præget af, hvor stor prøvens vertikale udstrækning er på baggrund af aflejringsens ensartethed. Jo større vertikal udstrækning en prøve har, jo større mulighed er der for, at karakteristiske detaljer går tabt i analyseprocessen. På den anden side kan en aflejring godt have så tynde lag/laminering, at udtagning af prøver som rutinearbejde ikke får detaljerne med.

En standard prøvestørrelse med et volumen på ca. 5×10×10 cm vil for langt de fleste opgaver give jordmateriale nok til undersøgelser af finjorden. I andre tilfælde må prøvestørrelsen tilpasses opgavens art.

Ved jordartsbedømmelse bør der anvendes jordartsbetegnelser og ikke betegnelser for veldefinerede aflejringstyper, da der dermed tilføjes en tolkning vedrørende jordegenskaber, som der ikke nødvendigvis er grundlag for. Ordene »morænesand« og »moræneler« er derfor ikke benyttet her som jordartsbetegnelser, da de dækker langt mere end kornfordelingen. Endvidere kan rigtig bestemmelse af en prøve til at være flydejord og ikke moræneler godt kræve nogen erfaring for at lykkes. Betegnelser for aflejringstyper bør forbeholdes emner vedrørende aflejringer.

Undersøgelsen af kornfordelingen i de mange prøver og de fremstillede figurer har afdækket og synliggjort nogle lovmæssigheder i jordarternes kornfordelingen, som kan være til støtte ved beskrivelse/bedømmelse og klassificering af jordarter og som grundlag for sammenligning af forskellige jordarter. Endvidere kan resultatet af undersøgelsen anvendes som grundlag for tolkninger af jordartsmæssige forhold for såvel videnskabelige som praktiske formål.

Appendiks

Bedømmelse af mineraljordarter

For at få et førstehåndskendskab til kornfordelingen i en jordprøve foretages en fingerprøve. Den går ud på at udtage en klump jord og bearbejde denne mellem fingrene – fortrinsvis tommel- og pegefinger. På grundlag af kornethed, formbarhed, klæbrighed og andre karakterer kan man bedømme prøvens jordartsmæssige sammensætning. En fingerprøve er den afgørende del af en jordartsbedømmelse, men denne omfatter, som tidligere nævnt, også andre jordkarak-

terer (farve, sediment- og/eller jordstruktur m.m.), som kan ses, føles eller på anden måde registreres ved anvendelse af simple hjælpemidler.

Bedømmelse af jordarter kan være et både vanskeligt og trættende arbejde, hvor det gælder om ikke at sløves under gentagelserne. På den ene side skal man have de detaljer med, som af den ene eller anden grund afviger fra det forventede, og som måske kan blive afgørende for en hypotese om, hvordan de geologiske forhold hænger sammen. På den anden side skal man passe på ikke fortabe sig i detaljer, der ikke er relevante.

En jordartsbedømmelse bør begynde med, at der tilvejebringes oplysning om, hvor/hvordan prøven er taget. Det gælder geografisk lokalitet, terrænmæssige forhold (flad mark, skråning, foden af skråning, isoleret lavning, dal o.s.v.), prøvetagning (snegleboring, sandspand, skylleboring, håndgravet/-boret o.s.v.). Ved jordartsbedømmelse i et laboratorium bør prøven altid overføres til en skål eller spredes ud, så hele prøven er let tilgængelig. Selv om man kan nå et stykke på vej ved blot at føle prøvens beskaffenhed uden på posen, så er en sådan fremgangsmåde ikke anbefalelsesværdig selv ikke for rutinemæssig jordartsbedømmelse.

En prøves kornfordeling giver sig mere eller mindre tydeligt tilkende både i tør, fugtig og våd tilstand. I tør tilstand vil det kun være jordartens meget grove træk, som kan registreres, mens fugtig tilstand er bedst for bedømmelse af en jordarts formbarhed, klæbrighed, og grader af kornethed. Som regel vil det være nødvendigt at tilføre lidt vand til prøven. I de fleste tilfælde vil prøven være tilpas fugtig, når tilsætning af mere vand ikke giver denne en mørkere farve. I andre tilfælde vil det være en fordel at gøre prøven helt våd, evt. opslemme den i en skål med vand. Det kan f.eks. være tilfældet, hvis der er mistanke om at prøven indeholder findelte planterester.

Homogent sand er løst og falder hen i tør tilstand, mens det i fugtig tilstand kan være let sammenhængende. Sandkornene kan ses med det blotte øje – den nedre synsgrænse fortaber sig i grovsiltfraktionen. Sandjord har ofte et lille siltindhold og måske også en smule ler. Ved at gøre prøven våd vil det ofte være muligt at se et lille siltindhold blive skyllet fra. Den indbyrdes fordeling mellem en sandprøves bestanddele af fint, mellem og groft sand og evt. også grus er ikke altid let at bedømme realistisk. Det må ses på baggrund af, at både den ækvivalente kuglediameter og grænserne for fraktioner/delfraktioner er definerede redskaber, der kun tilnærmelsesvis er dækkende for alle de naturgivne variationer, der ofte forekommer med indbyrdes gradvise overgange. Endvidere vil resultatet af en fingerprøve ofte være præget af, at den grovere del af prøven træder tydeligt frem på

bekostning af den finere del. Undertiden kan det være en hjælp at bedømme, hvor stor procentdel de enkelte delfraktioner udgør af den samlede prøve, og eventuelt tegne en løs skitse over den sandsynlige kornfordeling. Efterhånden opnås en vis erfaring i at bedømme forholdet mellem delfraktionerne, men den må aldrig forveksles med sikkerhed.

Når sandfraktionen aftager ændrer jordarten gradvis karakter. Det mærkes især for jordarter med mindre end 25% ler, mindre end 42% silt og mellem 50% og 95% sand. Jordarterne har stadig en kornfordeling, der kan være præget af fint, mellem eller groft sand, men sandkornenes kradsende virkning aftager tydeligt, efterhånden som finsand dominerer sandfraktionen. Et forøget siltindhold gør jordarten gradvis mere melet, giver den en svag sammenhængskraft, skyller let af fingrene, tørrer ud forholdsvis hurtigt og støver let som tør, forudsat der ikke er ler af betydning.

Med stigende lerindhold bliver jordarten gradvis mere sammenhængende, hænger i stigende omfang ved fingrene og bliver tilsvarende hårdere som tør. Samtidig tiltager prøvens formbarhed og klæbrighed som fugtig. En formbar prøve skifter let form og holder denne. Afhængig af lerindholdets størrelse og art klæber en fugtig prøve til fingrene og ved større lerindhold lader prøven sig ikke umiddelbart skylle af fingrene.

For langt de fleste prøvers vedkommende er der ikke tvivl om hvilken hovedbetegnelse prøven bør have, men i nogle tilfælde kan selv det være vanskeligt at bedømme. F.eks. kan der være tvivl om et lerindhold er stort nok til at en prøve hører til lergrupperne eller til sand- eller siltgrupperne. Med de grænser, der ovenfor er foreslået, skulle der være et grundlag at vurdere ud fra.

Samtidig med bedømmelse af kornfordelingen bør det også registreres, om jordarten er kalkholdig. Det udføres ved at komme en lille klump af prøven ned i en skål med 10% saltsyre, for at se om der kommer brusning, evt. også hvor stærk denne er. En oplysning om jordarten er kalkholdig eller ikke kan være et afgørende bidrag til en bestemmelse af, hvor prøven hører hjemme inden for det geologiske profil eller det kan være en støtte til en hypotese om de geologiske sammenhænge. For geotekniske formål er selv svage spor af organisk stof i striber en vigtig karakter, som sammen med prøvestedets terrænmæssige beliggenhed kan være tegn på forekomst af flydejord.

Det kræver øvelse i jordartsbedømmelse at kunne skelne grupperne/undergrupperne fra hinanden og de her beskrevne har da også analyser som forudsætning. Ved en fingerprøve kan der ofte registreres flere nuancer på grundlag af små forskelle, end det er muligt at få med i en bedømmelse inden for overskuelighedens rammer. Sættes semikolon efter hver be-

dømt jordkarakter, bliver lange beskrivelser lidt lettere at læse. De her foreslåede jordartsgrupper/undergrupper er så brede, at to prøver godt kan synes forskellige ved en fingerprøve og alligevel kan en analyse afsløre, at de hører under samme gruppe/undergruppe.

Tak

Arbejdet med projektet er jævnligt diskuteret med Per Ahrentzen og Birger Larsen, der sammen med Helle Strømman, Kampsax Geodan A/S, har kommenteret tidligere udkast af manuskriptet. Figurene 1–3 og 27 er tegnet af Vibeke Knudsen, Institutet for Geologi og Geoteknik, DTU. Personalet hos Kampsax Geodan A/S har fulgt arbejdet med interesse og har skyndet på. Alle nævnte bedes modtage min tak for såvel medvirken som for udvist interesse for projektet.

Litteratur

- Ahrentzen, P. 1974: Jordartsbeskrivelse. Statens Vejlaboratoriums interne notater, nr. 32, 10 pp + bilag.
- Ahrentzen, P. 1979: Jordartsinddelinger i andre lande. Statens Vejlaboratorium, lab. rap. 41, 48–49.
- Ahrentzen, P. & Olm, S. 1994: Ringprøvning. Sammenligning af prøvninger mellem laboratorier. Årsrapport 1994, Vejteknisk Institut. Internt notat 18.
- Arbeitsgruppe Bodenkunde, 1982: Bodenkundliche Kartieranleitung, 3. Aufl. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern in der Bundesrepublik Deutschland. 331 pp.
- Canada Soil Survey Committee, 1978: The Canadian System of Soil Classification. Canadian Department of Agriculture. Publication 1646. 164 pp.
- Dansk Ingeniørforening 1984: Dansk Ingeniørforenings norm for fundering, DS 415. 3. udgave. NP-168-N. 67 pp.
- DIN 18 196, 1988: Erd- und Grundbau. Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke. Normenausschuss Bauwesen (NABau) in DIN Deutsches Institut für Normung e.V. 5 pp.
- DS 405.8; Kornfordeling bestemt ved hydrometeranalyse, 1978.
- DS 405.9; Kornfordeling bestemt ved sigteanalyse, 1978.
- Fobian, A. 1966: Studie über Parabraunerden in Dänemark. *Pedologie*, 16,2. 183–198.
- Fobian, A. 1981: Mikromorfologiske træk af et jordbundsprofil i moræner. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1981*, 29–44.
- Fobian, A. 1984: Jordbundskortlægning og Arealklassificering. *Pedologisk kort over et område vest for København og dets anvendelse for praktiske formål*. Institutet for Teknisk Geologi, Danmarks Tekniske Højskole, Afhandling nr. 2. 131 pp. + 2 bilag.
- Fobian, A. 1995: Hjortholms jorde og deres kortlægning. P. 134–149. I Hansen H.H. & Aaby, B. (Red.): *Stavns Fjord – et natur- og kulturhistorisk forskningsområde på Samsø*. 250 pp. Carlsbergfondet og Nationalmuseet, København 1995.
- Geological Society Engineering Group Working Party, 1977: *The Description of Rock Masses for Engineering Purposes*. Report. *Quaternary Journal of Engineering Geology*, 10, 335–388.
- Gravesen, P. & Knudsen, J. 1981: Beskrivelse af boreprøver fra vandforsyningsboringer ved Danmarks Geologiske Undersøgelse. *Vandteknik*, 5, 111–118.
- Harremoës, P., Krebs Ovesen, N. & Moust Jacobsen, H. 1970: *Lærebog i Geoteknik* 1, 2. udgave. Polyteknisk Forlag.
- Hodgson, J.M. (Ed.) 1974: *Soil Survey Field Handbook. Description and Sampling Soil Profiles*. Soil Survey, Harpenden, Technical Monograph No. 5. 99 pp.
- Hodgson, J.M. 1978: *Soil Sampling and Soil Description*. Monographs on Soil Survey. Oxford University Press. 241 pp.
- Landbrugsministeriet 1976: *Den danske Jordklassificering. Teknisk redegørelse*. Sekretariatet for Jordbundsklassificering. 91 pp.
- Larsen, G., Frederiksen, J., Villumsen, A., Fredericia, J., Gravesen, P., Foged N., Knudsen, B. & Baumann, J. 1988: *Vejledning i Ingeniørgeologisk Prøvebeskrivelse*. Dansk Geoteknisk Forening, 1. 144 pp.
- Lund, U. & Fobian, A. 1991: Pollution of two soils by arsenic, chromium and copper, Denmark. *Geoderma* 49, 83–103.
- Petersen, L. 1990: *Grundtræk i Jordbundslæren*. 3. rev. udg. DSR Forlag, 193 pp.
- Pettijohn, F.J. 1957: *Sedimentary Rocks*. Sec. Ed., Harpers & Brothers. 718 pp.
- Shepard, F.P. 1954: Nomenclature Based on Sand-Silt-Clay Ratio. *Journal of Sedimentary Petrology*, 24,3. 151–158 pp.
- Smith, N.D. & Ashley, G.M. 1985: Proglacial Lacustrine Environments. In: Ashley, G.M., Shaw, J. & Smith, N.D.: *Glacial Sedimentary Environments*. SEPM Short Course, No. 16. 135–215 pp. Society of Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, OK.
- Soil Survey Staff, 1975: *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey*. U.S. Dept. Agric., Handbook No. 436. 754 pp.
- Stål, T. 1972: Kornfordeling. Förslag till geotekniska laboratorieanvisningar, del 4. Byggeforskningens informationsblad B2. 23 pp.
- Troels-Smith, J. 1955: Karakteriseringen af løse jordarter. *DGU, IV Rk., Bd. 3, Nr. 10*. 73 pp + 13 tavler.

Tabeller

Forkortelser:

Ar.gs.: Aritmetrisk gennemsnit

St.af.: Standardafvigelse

Tot.si: Total silt

Tot.sa.: Total sand

Gl.tab.: Glødetab

Kornfraktioner i mm:

Ler <0,002

Silt 0,002–0,06

Fint silt 0,002–0,006

Mellem silt 0,006–0,02

Groft silt 0,02–0,06

Sand 0,06–2,0

Fint sand 0,06–0,2

Mellem sand 0,2–0,6

Groft sand 0,6–2,0

Grus 2,0–60,0

Tabel 1. Marint sand

	Antal 33	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		0,6	0,1	0,1	1	2	35	51	12	98	2	0,65
St.af.		0,78	0,33	0,33	1,3	1,3	28,3	24,7	18,7	1,5	2,2	0,59
Mindst		0	0	0	0	0	2	4	0	95	0	0,2
Størst		2	1	1	5	5	95	90	90	100	8	2,4

Tabel 2. Marint sand med silt

	Antal 41	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		8	2	3	12	17	52	20	3	75	2	2,14
St.af.		3,6	1,0	1,2	9,5	11,0	19,8	21,3	3,6	13,7	1,9	1,0
Mindst		0	0	1	1	4	17	0	0	44	0	0,3
Størst		14	5	5	36	44	92	73	15	94	7	3,8

Tabel 3. Marin finfraktion, sandet

	Antal 42	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		9	3	5	21	29	55	6	1	62,0	2	4,1
St.af.		3,4	1,6	4,4	10,8	14,4	15,9	9,1	2,1	15,1	2,8	2,3
Mindst		2	1	1	3	5	21	0	0	28	0	1,1
Størst		14	8	24	43	65	89	46	13	93	8	14,9

Tabel 4. Marin finfraktion, leret

	Antal 65	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		30	11	12	18	41	25	3	1	29	1	8,4
St.af.		9,4	4,3	4,8	6,9	11,2	16,7	4,5	1,1	18,4	1,5	3,2
Mindst		15	3	3	5	13	2	0	0	3	0	3,8
Størst		44	20	22	37	61	65	34	6	72	6	16,6

Tabel 5. Marin finfraktion, stærkt leret

	Antal 51	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		56	18	16	7	41	3	0,1	0,02	3	0	9,7
St.af.		4,7	3,1	2,1	2,8	4,4	1,4	0,5	0,1	1,4	0	2,0
Mindst		47	10	11	3	29	1	0	0	1	0	5,2
Størst		70	27	23	16	50	7	2	1	7	0	13,9

Tabel 6. Fluvialt sand med 0–5% ler+silt, 0–10% grus

	Antal 101	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		0.1				2	30	56	12	98	3	
St.af.		0,39				1,37	21,5	17,7	11,7	1,39	3,15	
Mindst		0				0	2	15	0	95	0	
Størst		3				5	77	85	68	100	10	

Tabel 7. Fluvialt sand med 0–3% ler og 6%–38% silt, 0–10% grus

	Antal 68	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		1	1	1	11	13	50	29	7	86	2	
St.af.		1,29	1,05	1,66	8,18	7,95	19,1	17,0	8,60	8,29	2,72	
Mindst		0	0	0	0	6	14	2	0	62	0	
Størst		3	5	6	38	38	84	68	46	94	10	

Tabel 8. Fluvialt sand med 4–11% ler og 4%–40% silt, 0–10% grus

	Antal 30	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		6	5	7	14	26	43	20	5	68	4	
St.af.		1,76	2,29	3,76	5,48	9,32	10,41	12,20	3,56	9,55	3,20	
Mindst		4	1	1	2	4	25	5	0	54	0	
Størst		11	10	16	22	40	67	66	12	91	9	

Tabel 9. Fluvialt sand med 0–5% ler+silt, 11%–38% grus

	Antal 91	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.						3	15	55	27	97	22	
St.af.						1,29	5,64	10,21	11,12	1,22	7,58	
Mindst		0				0	3	23	9	95	11	
Størst		2				5	31	76	71	100	38	

Tabel 10. Fluvialt sand med 0–8% ler og 4%–20% silt, 12%–40% grus

	Antal 52	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.						9	24	45	21	90	23	
St.af.						3,31	11,28	9,53	11,45	4,50	8,63	
Mindst		0				4	3	16	6	76	12	
Størst		8				20	54	62	52	94	40	

Tabel 11. Lakustrint silt

	Antal 32	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		11	9	21	32	62	23	3	1	27	1	
St.af.		5,51	7,78	6,86	10,25	11,96	12,95	3,28	1,18	27,03	1,93	
Mindst		0	0	0	4	40	1	0	0	2	0	
Størst		25	45	40	54	83	46	11	4	53	8	

Tabel 12. Lakustrint ler, senglaciale-glaciale landskab

	Antal 48	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		23	16	19	21	56	15	4	2	21	1	
St.af.		7,0	8,2	5,3	10,8	8,7	7,5	3,6	1,9	10,5	0,8	
Mindst		9	1	10	2	28	1	0	0	2	0	
Størst		40	36	31	48	70	34	14	8	52	11	

Tabel 13. Lakustrint ler, Baltiske issø

	Antal 12	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		71	10	7	5	22	4	36	0,4	7	0	
St.af.		26,3	7,6	6,5	4,5	15,9	6,8	6,1	1,4	14,0	0	
Mindst		21	2	1	1	4	0	0	0	0	0	
Størst		96	23	22	14	52	21	21	5	47	0	

Tabel 14. Morænesand

	Antal 154	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		9	5	7	11	23	34	26	8	68	9	
St.af.		3,6	2,6	3,1	3,4	8,1	6,5	9,3	3,4	10,5	6,8	
Mindst		0	0	0	3	5	11	9	2	45	0	
Størst		18	14	16	22	44	57	54	22	95	37	

Tabel 15. Morænesilt

	Antal 19	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		12	10	14	20	44	25	13	6	44	6	
St.af.		4,0	2,4	4,3	10,1	12,2	4,4	6,0	2,8	10,7	3,7	
Mindst		1	6	9	9	29	18	2	1	27	0	
Størst		19	16	24	46	67	36	21	12	59	15	

Tabel 16. Moræneler

	Antal 587	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		17	9	10	13	32	27	17	7	51	6	
St.af.		4,1	2,7	2,2	2,6	5,0	4,1	3,9	2,3	6,4	4,0	
Mindst		7	4	4	5	17	13	3	1	25	0	
Størst		34	24	19	26	53	42	35	17	73	37	

Tabel 17. Moræneler med højt lerindhold

	Antal 12	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		44	18	10	7	36	10	7	3	20	3	
St.af.		5,2	4,9	2,8	1,4	6,7	4,9	4,1	1,3	10,0	1,9	
Mindst		36	10	5	5	24	3	2	2	7	0	
Størst		52	24	14	10	44	19	15	5	39	6	

Tabel 18. Uspecificeret ler

	Antal 52	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		17	10	13	16	39	26	13	5	44	5	
St.af.		6,2	4,3	7,8	7,3	13,8	10,1	7,8	3,2	17,0	5,8	
Mindst		8	4	3	6	15	1	0	0	1	0	
Størst		35	25	46	44	78	52	34	12	70	31	

Tabel 19. A-horisonter i morænesand

	Antal 16	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		6	6	8	14	28	36	23	7	66	8	
St.af.		2,4	2,6	3,1	3,9	8,2	6,6	4,3	3,7	9,3	6,6	
Mindst		2	2	3	7	13	28	16	2	52	0	
Størst		10	10	13	21	38	47	33	17	82	20	

Tabel 20. A-horisonter i moræneler

	Antal 21	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		12	5	9	15	29	36	18	5	59	4	
St.af.		4,6	1,8	1,8	3,4	5,1	6,6	3,5	2,1	8,1	3,7	
Mindst		4	2	6	10	21	25	10	2	44	0	
Størst		18	9	13	20	39	48	26	10	73	12	

Tabel 21. A-horisonter i senglacialt ferskvandssand

	Antal 7	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		4				12	24	45	15	84	10	
St.af.		2,1				3,4	15,9	9,4	7,4	3,3	4,8	
Mindst		0				5	11	29	5	81	4	
Størst		6				15	52	53	27	91	18	

Tabel 22. A-horisonter i senglacialt ferskvandsler

	Antal 2	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		9	9	13	39	61	23	5	2	30	0	
St.af.		2,8	0	3,5	7,8	4,2	1,4	0	0	1,4	0	
Mindst		7	9	11	33	58	22	5	2	29	0	
Størst		11	9	16	44	64	24	5	2	31	0	

Tabel 23. B-horisonter i moræneler

	Antal 22	Ler %	F.silt %	M.silt %	G.silt %	Tot.si %	F.sand %	M.sand %	G.sand %	Tot.sa %	Grus %	Gl.tab %
Ar.gs.		22	6	9	12	27	31	15	5	51	5	
St.af.		3,9	1,4	1,6	2,1	2,9	5,6	3,5	1,9	4,5	6,1	
Mindst		13	4	7	9	22	21	8	2	42	0	
Størst		30	11	13	16	31	44	25	9	57	25	