

LEDEBLOKKES KORNSTØRRELSERFORHOLD OG TRANSPORTMÅDE

HELGE GRY

GRY, H.: Ledeblokkes kornstørrelsesforhold og transportmåde. *Dansk geol. Foren., Arsskrift for 1973*, side 140–151. København, 15. januar 1974.

Grain size analyses have been made on a number of indicators in Denmark (Rhombporphyry, Bredvadporphyry, Grönklittporphyrite, Kinnediabase, Scanian Basalt, Brown and Red Baltic quartz porphyry, Rapakivi and other rocks from Åland). The grain size distribution is lognormal, every indicator having an average size and sorting of its own. Similar analyses of Bredvadporphyry, Grönklittporphyrite and Scanian Basalt in different parts of Sweden show the same size distributions as found in Denmark, and following explanation is presented: The indicator material plucked up by the advancing ice was rapidly crushed down to a size determined by the jointing of the rocks and thereafter transported in the ice without further crushing. The material is therefore supposed to have been carried, not at the very base of the ice where crushing and abrasion was most intensive, but higher up in the ice where the drift was less concentrated. The decrease in amount of indicators in the drift with increasing distance from their sources is due to a gradual mixing with material picked up by the advancing ice.

Helge Gry, Danmarks Geologiske Undersøgelse, Thoravej 31, DK-2400 København NV.

Ledeblok i videste forstand er enhver løs blok i istidsaflejringerne hvis hjemsted kan bestemmes ved direkte sammenligning med bjergartstypen i fast fjeld, eller (som for Østersøporfyrernes vedkommende) ved hjælp af blokkenes spredningsvifte. Her behandles de vigtigste af de ledeblokke V. Milthers siden århundredets begyndelse har udvalgt til sine undersøgelser.

V. Milthers' statistiske ledeblokmetode går ud fra optælling af få udvalgte ledeblokke, der er makroskopisk let kendelige og hvis udbredelse i fast fjeld er forholdsvis begrænset.

Allerede i sin første sammenfatning over ledeblokke i Danmark kom Milthers (1909) ind på spørgsmålet om de forskellige ledebloktypers forskellige størrelser. Han nævner således at Dalablokke og Rød Østersøkvartsporfyr hyppigt forekommer som blokke mindre end en knyttet hånd, hvorimod Ålandsblokke er hyppigst som store sten. Da forskellen i blokkenes forskellige størrelse indvirker på de relative mængder i en tælling, må man efter

Milthers (1909, p. 36) udvælge en bestemt størrelse for at gøre tællingerne sammenlignelige, og han finder at sten mindre end en knyttet hånd er bedre egnet end større sten. Da jeg i slutningen af tyverne som assistent for V. Milthers lærte ledebloktællingens metodik at kende fandt jeg, at han – uden at foretage målinger – bestræbte sig for at tælle sten mellem ca. 4 og 8 (–10) cm.

I 1913 publicerede Milthers den statistiske metode, hvori indgik 6 ledeblokke i 3 grupper: Rhombeporfyr + Rhombeporfyrkonglomerat, Bredvadporfyr + Grönklittporfyr og Rød og Brun Østersøkvartsporfyr (Milthers 1913, p. 157–161). Formålet var at eliminere blokstørrelsesvariationernes indflydelse på ledeblokselskabets sammensætning. De seks valgte typer forholder sig efter Milthers ens overfor opløsning, kemisk forvitring, vejrsmuldring og abrasion (se Milthers 1936, p. 116).

1934 præciserer Milthers sin statistiske metode for et tysk publikum, men denne gang udtaler han, at det er vigtigt at få så mange sten talt som muligt, at tage sten med så langt ned i kornstørrelse, som de er bestembare, og at samle såvel mindre som større sten (Milthers 1934, p. 18–19). Det er øjensynligt hans tanke, at hans statistiske metode med 6 ledeblokke helt eliminerer variationer, der skyldes forskelle i de enkelte ledeblokkes kornstørrelsesfordeling.

Milthers' metode har sin begrænsning først og fremmest deri, at vigtige ledeblokke som for eksempel Kinnediabas og Skånsk Basalt ikke indgår i den statistiske behandling. Disse blokke, der normalt er større end de seks, optræder mere eller mindre tilfældigt og sporadisk i de hidtil publicerede tællinger, når man ser bort fra en afhandling hvori det forelagte materiale stammer fra markstentællinger (Milthers 1956). Da jeg i 60-erne arbejdede med ledebloktællinger på Horsensbladet, hvor Basalt nogle steder var hyppige i markstenstillinger undertiden også i grusgravtællinger, blev det mig klart, at det var nødvendigt at måle alle de talte blokke, således at der kunne skaffes et materiale, der kunne belyse spørgsmålet om de enkelte ledeblokkes kornstørrelsesfordeling. Derved kunne man også få et bedre kendskab til hvad disse variationer betød statistisk set, og tage hensyn dertil ved tolkningen af tællinger foretaget i materiale med forskellig blokstørrelse.

Målemetodik

I en undersøgelse som den foreliggende, må den praktiske udformning af målemetodikken være så simpel som mulig. Alene det forhold at henved meterstore blokke indgår i materialet forhindrer indgående analyser af blokkenes vægt, rumfang og blokform i laboratoriet. Målingerne måtte ske på stedet og jeg valgte – som det mest entydige mål – at anvende blokkenes største diameter (længden).

Kornstørrelse cm	2	3	4	6	8	11	16	23	32	45	65	90
Kinnediabas			1			1	9	4	2	1		
Bredvadporfyr	1	1	4	1	3	2						
Ålandsblokke				1	3	6	7	8	8	7	6	2
Rød Østersøkvarts- porfyr								1				
Påskallavikporfyr ..							1					
Basalt						5	11	10	4	2		

Tabel 1. Grusgrav ved Nors, Thy. 90 % af ledeblokkene er Rhombeporfyr og Rhombeporfyrkonglomerat. Tabellen viser antallet af ikke-norske blokke. Forskelle i kornstørrelserne ses tydeligt.

Counting in a gravelpit at Nors, Thy. 90 % of the indicators are from the Oslo district. The table shows numbers of non-Norwegian indicators. Differences in grain sizes are quite evident.

Målingerne er foretaget ved hjælp af en meterstok og med et klassespil-
lerum på 1 cm. Ethvert mål indenfor en klasse noteredes med klassens øvre
begrænsning, det vil sige alle blokke med størrelser mellem 3 og 4 cm no-
teredes som 4 (>op til 4 cm<) og så videre. Ved den senere statistiske be-
handling samledes målingerne i nye og større klasser. Det viste sig, at de en-
kelte ledebloktyper havde en log-normal fordeling regnet efter antal, hvor-
for klassegrænserne skulle udgøre en geometrisk række. Grænserne 2, 4, 8,
16 cm og så videre anvendtes som basisinddeling og ved at indskyde græn-
serne 3, 6, 11, 23, 45 og 90 cm mellem ovenstående grænseværdier, får man
tilnærmet en $\sqrt{2}$ -skala.

De enkelte ledebloktællinger giver i reglen så få ledeblokke, at de er
værdiløse i statistisk henseende. Som tabel 1 viser, kan ledeblokkenes for-
skellige kornstørrelse dog i nogle tilfælde fremgå af målingerne på en enkelt
lokalitet. En sammenlægning af flere tællinger fra en egn vil imidlertid ikke
alene give et bedre statistisk materiale, men også eliminere tilfældige varia-
tioner, der kan skyldes forskelle i stenmaterialets kornstørrelse, oprindelige
inhomogeniteter i en aflejring og lignende.

Da formålet med disse undersøgelser oprindeligt først og fremmest var
studiet af, hvilken indflydelse de enkelte ledebloktyper kornstørrelse havde
på et ledeblokselskabs sammensætning, har jeg sammenfattet alle grusgrav-
tællinger i een analyse og alle markstentællinger i en anden. Ved hjælp af
grusgravsanalysen vil man kunne få et indtryk af kornfordelingen af de lede-
bloktyper, der er kommet til Danmark.

Markstentællingerne er udført i stenbunker med den hensigt at studere,
hvorledes tællinger i groft materiale afviger fra grustællinger. De kan ikke

benyttes statistisk til bestemmelse af kornfordelingen af de forskellige ledebloktyper; men da bunkerne fortrinsvis indeholder større blokke, kan markstentællingerne bidrage til at oplyse hvor store blokke de forskellige ledeblokke kan optræde i.

Materialet stammer især fra Jylland. Af grusgravtællingerne er en del foretaget på Horsensbladet, nogle er fra Thy og Himmerland. Markstentællinger er især foretaget i Vestjylland men de fordeler sig iøvrigt over størstedelen af Jylland syd for Limfjorden. Grusgravmaterialet stammer især fra grave, der indeholder grus med stærkt varierende kornstørrelser. Ved fortrinsvis at tælle sten fra vægge og gravbund er tilstræbt en statistisk sand repræsentation af de forskellige kornstørrelser. Materiale fra grusgrave med overvejende fint materiale og indsamlinger i sorterede bunker er ikke medtaget i den statistiske behandling, da sådanne tællinger vil kunne forrykke kornfordelingsbilledet.

Ved det anvendte udvalg af tællinger mener jeg, at der så vidt gørligt er skaffet et materiale, som er repræsentativt for de glaciøle grusaflejringer i Danmark. For de ledeblokkes vedkommende, der optræder i alle kornstørrelser fra få cm til ca. 1 m er det naturligvis afgørende, at de undersøgte lokaliteter tilsammen har indeholdt et grusmateriale, der ikke afviger væsentligt fra gennemsnittet for grus i Danmark. Om det er tilfældet kan ikke vides med sikkerhed, og det er muligt at flere tællinger på nye lokaliteter vil kunne ændre fordelingskurverne for sådanne blokke (Kinnediabas og Ålandsblokke).

De enkelte ledeblokkes fordelingskurver

Fig. 1 og 2 viser kornfordelingen af forskellige ledebloktyper fra glaciofluviølt grus i Danmark indtegnet som summationskurver på sandsynlighedspapir med logaritmisk skala for kornstørrelsen. Fremstillet på denne måde vil en log-normal fordeling fremtræde som en ret linie. For Bredvadporfyrens og Basaltens vedkommende er den log-normale fordeling overordentlig tydelig. Rhombeporfyrene og Kinnediabaserne afviger en smule i den grove ende, hvor der er for mange blokke i forhold til den teoretiske fordeling. For Kinnediabasens vedkommende drejer det sig dog kun om et overskud af store blokke på ca. 1 % og for Rhombeporfyrene om så minimale mængder som ca. 0,1 %.

Middelkornstørrelse og spredning er forskellig for de forskellige typer. Disse størrelser kan udtrykkes ved hjælp af kvartilmålene M , Q_1 og Q_3 . Til yderligere karakterisering af fordelingerne har jeg føjet P_5 og P_{95} , de kornstørrelser der afskærer 5 % af kornene i fordelingsens grove og fine ende. Medianen, Q_1 , Q_3 , P_5 og P_{95} er fundet grafisk ved interpolation på de faktiske fundne (ikke korrigerede) summationskurver.

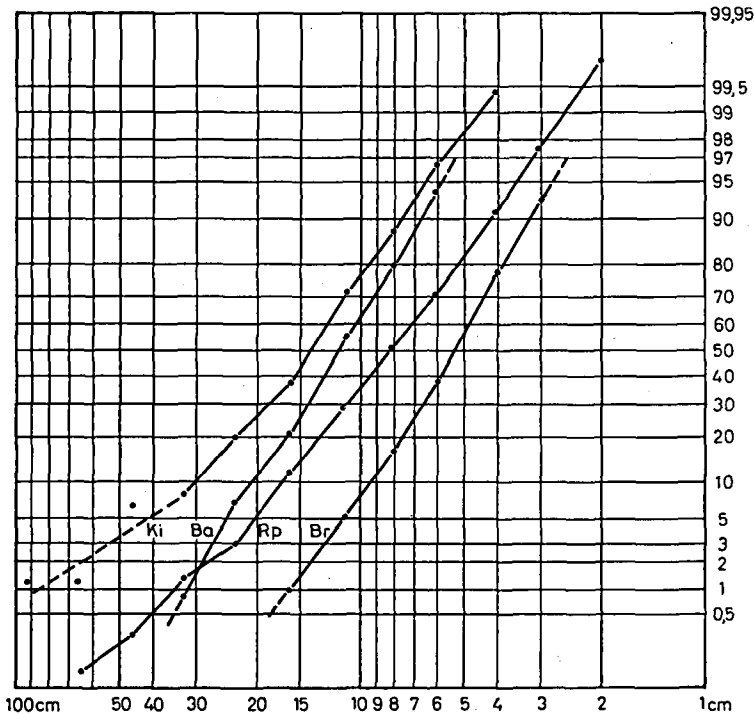


Fig. 1. Summationskurver for Kinnediabas (Ki), Skånsk Basalt (Ba), Rhombeporfyr (Rp) og Bredvadporfyr (Br) fra smeltevandsgrus i Danmark.

Cumulative curves for grain-size distributions of indicators from glacio-fluvial gravel in Denmark. Ki = Kinnediabase. Ba = Scanian Basalt, Rp = Rhombporphyry (Oslo district). Br. = Bredvadporphyry (Dalarne).

Fig. 3 giver et grafisk udtryk for ledeblokkenes kornfordeling ved hjælp af ovennævnte statistiske værdier. Blokkene er ordnet efter stigende median. Af diagrammet kan aflæses, hvilken indflydelse kornstørrelsen på den undersøgte lokalitet har på ledeblokselskabets sammensætning.

I tællinger i finkornede aflejringer med sten op til 8–10 cm vil et eventuelt indhold af Dalamateriale (Bredvadporfyr + Grönklittporfyr) optræde med stor vægt. I grovkornede aflejringer vil en indblanding af Dalamateriale derimod ikke kunne gøre sig gældende, og man vil ikke altid af en ledebloktælling i groft materiale kunne afgøre om is fra Dalarne har bidraget til blokselskabet. Tilsvarende forhold gælder for den røde Østersøkvartsporfyr. Omvendt vil chancen for at finde Basalt og Kinnediabas i fint grus være ringe. For at få et kvantitativt kendskab til disse blokkens spredning må sten omkring 10–20 cm studeres. Diagrammet viser umiddelbart, at Bredvadporfyr og Basalt er de bjergarter, der har den mindste spred-

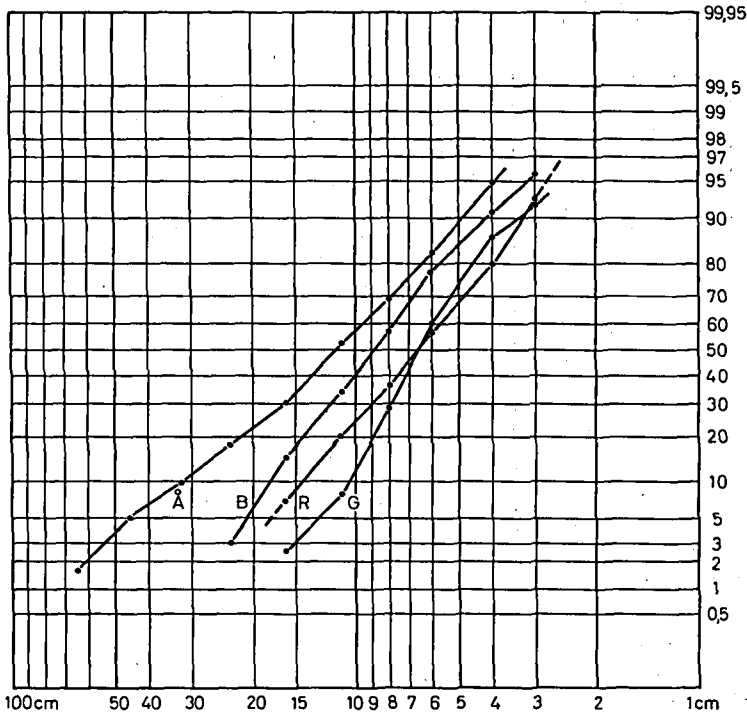


Fig. 2. Summationskurver for Ålandsblokke (A), Brun Østersøkvartsporfyr (B), Rød Østersøkvartsporfyr (R) og Grönklittporfyr (G) fra smeltevandsgrus i Danmark. Cumulative curves for grain-size distributions of indicators from glacio-fluvial gravel in Denmark. A = Åland Rapakivi and Åland porphyries. B = Brown Baltic Quartzporphyry. R = Red Baltic Quartzporphyry. G = Grönklitt Porphyrite (Dalarne).

ning i kornfordelingen, mens Ålandsblokkene viser en meget stor spredning. Kurven for Ålandsblokke omfatter Ålandsrapakivi, Rapakiviagtig Kvartsporfyr og Ålandskvartsporfyr, der talt hver for sig har omtrent samme median og spredning; dog optræder Rapakivien med forholdsvis flest helt store blokke. Ålandsblokkenes median er omtrent som medianen for Basalt og Kinnediabas; men på grund af den større spredning findes der blokke i alle størrelser mellem 2 cm og henimod 1 m. I aflejringer, der stammer fra is, der har passeret Ålandsøerne eller er blevet opblandet med sådant materiale, vil man følgelig kunne finde Ålandsblokke, uanset hvilke kornstørrelser de undersøgte aflejringer indeholder – flest dog i forholdsvis groft materiale (sten med diameter indenfor intervallet 8–18 cm).

Hermed er gennemgået de vigtigste træk vedrørende ledeblokstørrelsens betydning for statistikken. I det følgende skal årsagerne til de forskellige kornfordelinger diskuteres.

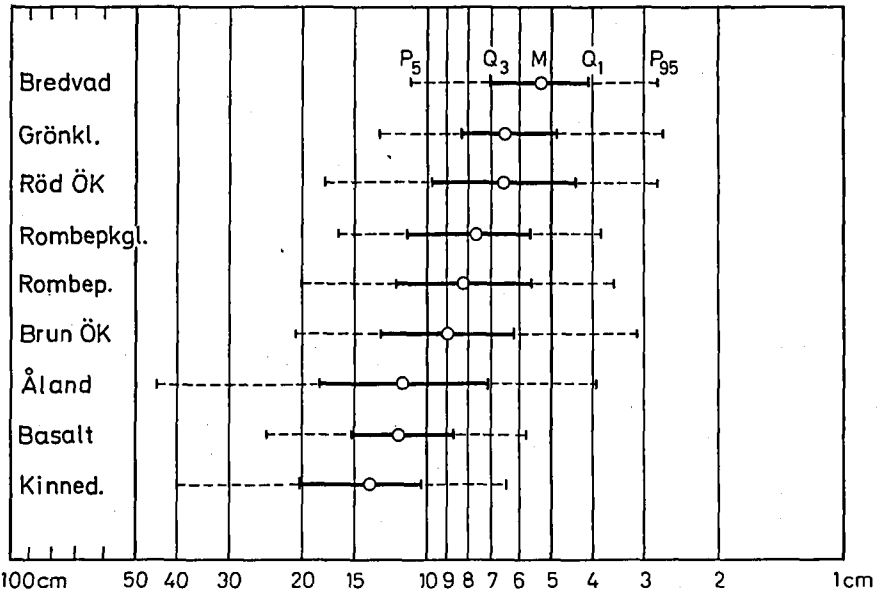


Fig. 3. Diagram over kornfordelinger for ledeblokke fra smeltevandsgrus i Danmark. Fordelingerne er karakteriseret ved hjælp af de statistiske værdier P_5 , Q_3 , M , Q_1 og P_{95} . Diagram of grain-size distributions of indicators from glacio-fluvial gravel in Denmark. distributions are characterised by P_5 , Q_3 , M , Q_1 and P_{95} .

Blokstørrelsens afhængighed af afstanden fra oprindelsesstedet

Bredvadporfyr

G. Lundqvist skriver om moræneaflejringerne i selve porfyrområdet i Dalarna, at Bredvadporfyren enten er sej og hård, eller hård med talrige sprækker. Sidstnævnte giver en meget stenet moræne, hvor stenene er næsten lige store (5–10 cm). Hvor storblokket moræne optræder, dannes den af andre porfyrer, der er grovere og med andre størkningsstrukturer (G. Lundqvist 1951, p. 28). Det fremgår af Lundqvist's beskrivelse at nedknusningen af porfyrerne til en kornstørrelse, der er betinget af deres forkløftning, er en proces der må ske meget hurtigt.

Hvorledes ændres nu kornstørrelsen efter denne primære nedknusning, efterhånden som materialet føres længere og længere bort ved gletschertransport – eventuelt kombineret med glacial flodtransport? Nogle målinger i grusgrave i Sverige sammenholdt med målingerne i Danmark kan bidrage til at belyse dette spørgsmål. 12 tællinger i åsgrus i et bælte liggende 210–260 km fra den faststående Bredvadporfyr gav i gennemsnit en median på 4,6 cm. Samme median fandtes ved en tælling i åsen ved Brovallen (trans-

	Antal tællinger	Antal blokke	Transportvej km	P ₅	Q ₃	cm		P ₉₅	So.
						M	Q ₁		
<i>Bredvadporfyr</i>									
Brovallen	1	291	160	9,7	6,6	4,6	3,0	1,6	1,48
Øvrige Sverige ...	12	326	210- 260	10,3	6,3	4,6	3,3	2,2	1,38
Danmark	24	223	1000-1100*	11,0	6,9	5,3	4,1	2,8	1,30
<i>Grønklittporfyr</i>									
Sverige	8	63	25- 250	10,9	7,2	5,4	4,2	2,9	1,31
Danmark	16	39	1000-1100*	13,0	8,3	6,5	4,9	2,7	1,30
<i>Basalt</i>									
Skåne	2	140	10	27,5	15,0	10,7	7,8	4,8	1,39
Danmark	29	397	ca. 250	24,3	15,2	11,7	8,6	5,7	1,33
<i>Kinnediabas</i>									
Torhult	1	61	43	39,0	24,3	17,8	10,9	5,2	1,49
Rångedala	1	155	48	25,0	13,0	7,2	4,8	3,2	1,64
Øvrige Sverige ...	12	302	50- 175	23,5212,4	8,6	6,5	4,6	4,6	1,38
Danmark	22	169	300- 360	40,0	20,2	13,8	10,4	6,4	1,39

* Følgende spredningsviften gennem Østersøen; direkte afstand 550-650 km.

Tabel 2. Statistiske oplysninger om ledeblokke talt i Danmark og Sverige.

Statistical values for grain-size analyses of indicators in Denmark and Sweden. Antal tællinger = Number of localities. Antal blokke = Number of clasts. Transportveje = Distance in km from outcrop.

portvej 160 km). Af tællingerne i grusgrave i Sverige og Danmark er iøvrigt beregnet statistiske værdier som vist i tabel 2.

Fordelingerne er praktisk taget ens og man kan fastslå, at der ikke kan påvises nogen nedknusning under den længere glaciale eller fluviale transport. Væsentligt i den forbindelse er konstateringen af, at de største sten i fordelingerne er af samme størrelsesorden på lokaliteter nær og fjernt fra den faststående bjergart.

Grønklittporfyr

Antallet af optalte Grønklittporfyrer er ret ringe og de fundne kornfordelinger må være behæftet med nogen usikkerhed. Fig. 4 viser fordelingerne for tællingerne i Danmark og Sverige. Medianen for de blokke der er samlet i Sverige er 5,1 cm og for blokkene fra Danmark 6,5 cm. Nogen nedknusning under den længere transport tyder fordelingerne således ikke på.

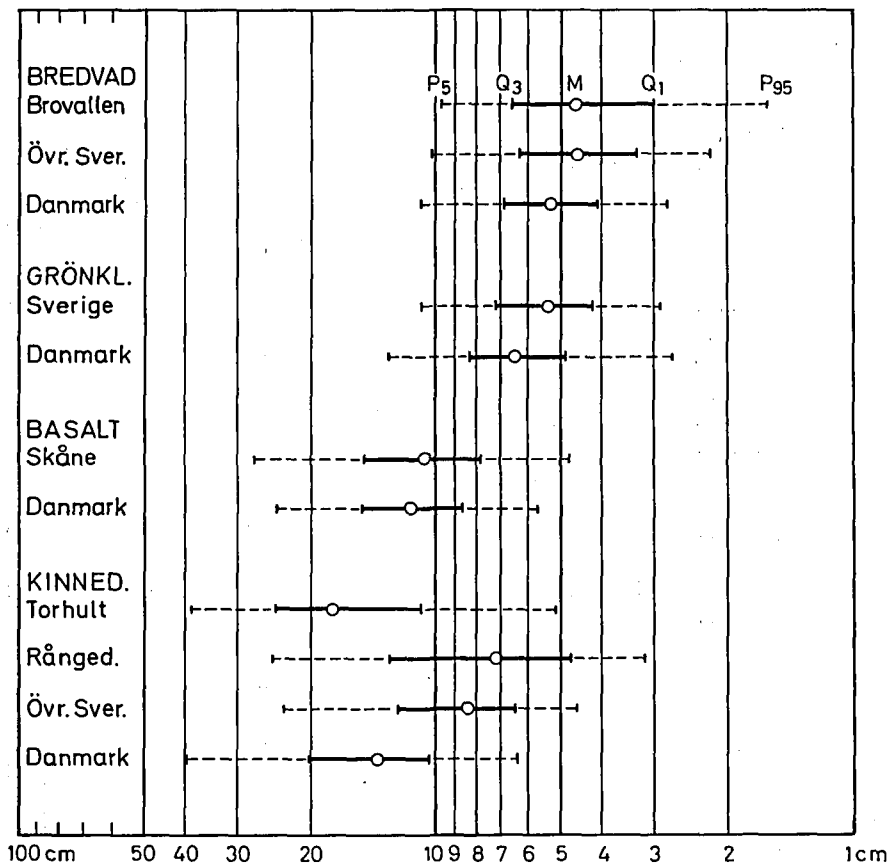


Fig. 4. Sammenligning mellem kornfordelingerne af ledeblokke fra svenske og danske grusaflejringer.

Comparison of grain-size distributions in Denmark and Sweden of indicators from glacio-fluvial gravel.

Basalt

Ovenfor er omtalt, at Bredvadporfyrenes blokstørrelse er betinget af forkløftningen i den faststående Bredvadporfyr. At blokstørrelsen er afhængig af forkløftningens art kan også påvises for basalternes vedkommende. Allerede V. Milthers omtaler (1929, p. 313) at basaltblokkene i egnen omkring Skjernådalen ved Hastrup sø optræder i stort antal og i form af så store blokke, som de oprindelige basaltøjlers tykkelse gør det muligt. Hertil kan føjes at basaltblokke i Danmark ikke helt sjældent har bevaret de facetter de har besiddet, inden de blev optaget i isen, og kun hjørner og kanter er blevet afrundede.

Til sammenligning med blokstørrelsen i Danmark har forfatteren foretaget to tællinger i grusgrave i Skåne nemlig 6 km NNØ for Höör indenfor området med faststående basalt i overvejende temmelig finkornet materiale (96 blokke) og ved Kvidinge omkring 10 km NV for basaltområdet i meget groft og blokrigt grus (44 blokke). Resultaterne af målingerne ses af tabel 2 og fig. 4. Det fremgår at der lige så lidt som for Bredvadporfyrenes vedkommende kan påvises nedknusning under den længere transport.

Kinnediabas

Tællinger og målinger af Kinnediabas i Sverige (Västergötland, Halland og Småland) har vist, at der på de forskellige lokaliteter findes meget forskellige kornfordelinger for Kinnediabaserne alt efter det undersøgte grus' grov-
hed.

Eksempelvis kan fremhæves forholdene på de to lokaliteter, der ligger nærmest den faststående Kinnediabas (mellem 40 og 50 km) nemlig Torhult 25 km vest for Jönköping og Rångedala 37 km længere mod vest mellem Borås og Ulricehamn. Ved Torhult er målt i en ås med meget groft gruset, delvis svagt leret materiale med talrige store blokke. Blokselskabet er her – som fig. 4 viser – noget grovere end i Danmark. Medianen er 17,6 cm mod 13,8 i Danmark, variationsvidden fra 4–57 cm. I Rångedala undersøgtes en stor grusgrav med materiale af meget varierende kornstørrelse fra sand til over meterstore blokke. Kinnediabaserne varierede i størrelse fra 3 cm til 1,05 m. Her er medianen mindre end i Danmark, nemlig 7,2 cm. De øvrige tællinger i Sverige – regnet under eet – har stor spredning og en median på 8,6 cm.

Ud fra analyserne vist i tabel 2 og fig. 4 af Kinnediabasens blokstørrelser kan det ikke afgøres, om Kinnediabasen underkastedes en nedbrydning under den længere transport. Den kendsgerning, at Kinnediabaserne mest optræder som stærkt afrundede blokke, kan tyde på at de forholdsvis let abraderes, men det er tvivlsomt om der skete en nedknusning efter den, der er sket i og nær området med den faststående bjergart. Det forhold, at den største blokstørrelse såvel i Danmark som i Västergötland er godt 1 m – hvilket svarer til den største kløftafstand i den faststående Kinnediabas – taler mod en yderligere knusning.

Blokkenes transportmåde

I de senere år er foretaget utallige undersøgelser over moræneaflejringsblokindhold og kornstørrelsesforhold med det formål at bestemme mekanikken ved moræners dannelse. De vigtigste problemer i sådanne undersøgelser

har drejet sig om oplukningen fra fast fjeld og nedknusning og abrasion under transporten.

Det er en kendt sag, at ledeblokkenes andel såvel i morænemateriale som i smeltevandsgrus aftager hurtigt med afstanden fra oprindelsesstedet. I nogle tilfælde er det påvist, at mængden af ledeblokke i videste forstand aftager med afstanden efter en exponential formel (Krumbein 1937, Gillberg 1965).

Som årsag til den påviste aftagen angives oftest nedknusning af materialet under transporten. Især når det drejer sig om bjergarter, der er lidet modstandsdygtige mod knusning og abrasion, må disse processer spille en betydelig rolle, uden at det dog er bevist at de fundne aftagende mængder skyldes nedknusning alene.

De undersøgelser, der er foretaget i Sverige over de forskellige bjergarters procentvise andel i moræne- og smeltevandsaflejringer, er baseret på bestemte udvalgte kornstørrelser. G. Lundqvist (1951, p. 35) undersøgte således sten mellem 2,5 og 10 (20) cm, Jan Lundqvist (1952, p. 4 og 1969, p. 30) fingrus mellem 2 og 6 mm og Gillberg (1965, p. 437) grus mellem 2 og 20 mm.

Jan Lundqvist (1952) har sammenlignet tællinger i Dalamorænernes blokfraktion (ca. 5–10 cm) og fingrusfraktion og fundet, at procentværdierne er af samme størrelsesorden, men viser visse principielle forskelle (Lundqvist 1952, p. 34). Endvidere udtaler han (p. 42), at på ækvifrekvenskort vil kurverne vise forskelligt forløb, afhængig af hvilken kornstørrelse der anvendes. Finder man i et bestemt område, at ledeblokindholdet aftager med afstanden fra oprindelsesstedet efter en exponentialformel, vil konstanterne i formlen følgelig afhænge af hvilken kornstørrelse, der er undersøgt.

De i denne afhandling gennemgåede kornstørrelsesanalyser, der er baseret på alle kornstørrelser, viser at mere modstandsdygtige bjergarter som Bredvadporfyr, Grönklittporfyr og Basalt beholder den kornstørrelse, de er knust ned til efter kort transport og ikke yderligere nedknares. Deres hurtigt aftagende andel i stenselskabet såvel i moræner som smeltevandsaflejringer må være betinget af, at isen under sin fremrykning til stadighed har uderoderet og optaget nyt lokalt materiale, der opblandes med det tidligere optagne (ledeblok-) materiale. Det opblandingsprincip er klart formuleret af Salisbury allerede i 1900, og Jan Lundqvist (1969, p. 42) udtaler på grundlag af tællinger i og udenfor porfyrområderne i Jämtland, at porfyrindholdet i morænen først og fremmest aftager derved, at materialet spædes ud med materiale fra den lokale bjerggrund.

Når denne opblandings- eller fortyndingsproces tages med i betragtning er det fundamentalt forkert at betragte kurver over forholdet mellem % mængden i morænen og transportvejen som »empiriske nedknusningskurver«, et synspunkt G. Lundqvist (1935 pp. 33–35) har anlagt, og som er tiltrådt af Marcussen (1973).

De forelagte kendsgerninger vedrørende ledeblokkenes kornstørrelsesfor-

hold og hyppigheder kan forklares på følgende måde: Under isens fremrykning over et areal oplukkes bjergarterne fra underlaget og nedknuses meget hurtigt til en kornstørrelse, der er særegen for vedkommende bjergart og betinget af bjergartens forkløftning. De dannede brudstykker vil efter få km transport være afrundede ved abrasion, hvis transporten sker ved isens bund (Drake 1971, pp. 84–85). Alt efter bjergarternes evne til at modstå knusning og abrasion vil de under fortsat transport efterhånden nedbrydes eller – for de mest modstandsdygtige bjergarters vedkommende – kunne transporteres videre uden yderligere ændring i kornstørrelsen. Det må antages, at meget langtransporterede sten ikke er transporterede lige ved gletscherbunden, hvor knusnings- og abrasionsprocesserne er mest intensive, men højere oppe i isen, hvor det transporterede materiale er mindre koncentreret. Under hele isens fremrykning vil der i randzonen til stadighed optages nyt materiale fra undergrunden, hvilket resulterer i en stor fortynding af det først optagne stenmateriale.

(Foredrag ved Dansk Geologisk Forenings årsmøde 3. november 1973)

Litteratur

- Drake, L. 1971: Evidence for Ablation and Basal Till in East-Central New Hampshire. R. P. Goldtwait (ed.): *Till a Symposium*, 73–91. Ohio.
- Gillberg, G. 1965: Till distribution and ice movements on the northern slopes of the South Swedish Highlands. *Geol. För. Stockh. Förh.* **86**, 433–484.
- Krumbein, W. C. 1937: Sediments and exponential curves. *J. Geol.* **45**(6), 577–601.
- Lundqvist, G. 1935: Blockundersökningar, Historik och Metodik. *Sver. geol. Unders. Afh.* Ser C **390**. 45 pp.
- Lundqvist, G. 1951: Beskrivning till Jordartskarta över Kopparbergs Län. *Sver. geol. Unders. Afh.* Ser Ca **21**. 213 pp.
- Lundqvist, J. 1952: Bergarterne i Dalamoränernas block- och grusmaterial. *Sver. geol. Unders. Afh.* Ser. C **525**. 48 pp.
- Lundqvist, J. 1969: Beskrivning till Jordartskarta över Jämtlands Län. *Sver. geol. Unders. Afh.* Ser. Ca **45**, 418 pp.
- Marcussen, I. 1973: Stones in Danish tills as a stratigraphical tool. *Bull. geol. Instn. Univ. Uppsala* N S, **4**.
- Milthers, V. 1909: Scandinavian Indicator- Boulders. *Danm. geol. Unders. række 2*, **23**, 153 pp.
- Milthers, V. 1913: Ledeblokke i de skandinaviske nedisningers sydvestlige Grænseegne. *Meddr dansk geol. Foren.* **4**, 115–182.
- Milthers, V. 1929: Forekomster af Basaltblokke i Jylland. *Meddr dansk geol. Foren.* **7**, 309–316.
- Milthers, V. 1934: Die Verteilung skandinavischer Leitgeschiebe im Quartär von Westdeutschland. *Abh. preuss. geol. Landesanst. Neue Folge*, **156**, 74 pp.
- Milthers, V. 1936: Geschiebeuntersuchungen und Glazialstratigraphi. *Z. dt. geol. Ges.* **88**(2), 116 pp.
- Milthers, V. 1956: Et vestjysk istidsområde. *Meddr dansk geol. Foren.* **13**, 63–78.
- Salisbury, R. D. 1900: The local origin of glacial drift. *J. Geol.* **8**, 426–432. Chicago.