

Calcium- og magnesiummålinger – et muligt glacialstratigrafisk hjælpemiddel

LARS KRISTIANSEN



Kristiansen, L.: Measurements of calcium and magnesium – a possible glacio Stratigraphic tool. *Dansk geol. Foren., Arsskrift for 1980*, side 29–33, København, 25. januar 1981

The calcium in Danish tills and glacial ice lake sediments rich in chalk and clay is equivalent to that in CaCO_3 in analysed Danish chalk and limestones. Magnesium, however, is considerably in excess of that in the MgCO_3 which should theoretically be present in chalk-rich Quaternary rocks.

Analyses of glacial sediments suggest that the older deposits are, the richer they are in Mg not attached to MgCO_3 . This excess Mg is believed to be present in Mg – rich clays.

Lars Kristiansen, Viborg amtskommune, Skottenborg 26, DK-8800 Viborg. 5. oktober 1980.

Med det formål at forsøge at udrede den kvartærgeologiske opbygning af et område omkring en senglacial issø (Harder 1908) i Lygumgård ådalen (fig. 1), er nogle daglokalteter og lagfølgeboringer undersøgt lithologisk, sedimentologisk, strukturelt og geokemisk.

På baggrund af fabricundersøgelser (primært microfabric (Liboriusen 1973)), fingrusanalyser (Ehlers 1979), farve, kornstørrelsesfordeling samt kalkindhold er de i området undersøgte moræneaflejringer henført til tre forskellige isfremstød:

et ældre fra sydøst,
et yngre fra nordøst samt
et yngste fra sydøst og/eller øst.

Moræneaflejringerne

I den ældre till, afsat af et isfremstød fra sydøst, er fabricmønsteret med SØ–NV orientering. Fingrusanalyserne er karakteristiske ved at have et stort indhold af mørke krystalline bjergarter. Kornstørrelsesfordelingen viser, at ca. 50% er silt og ler. Farven er grå til gråblå. Kalkindholdet er ca. 11% CaCO_3 .

Till'en henføres til et præ-Weichsel fremstød – antagelig af Saale alder.

I den yngre till, afsat af et isfremstød fra nordøst, er fabricmønsteret NØ–SV orienteret. Far-

ven varierer fra gulbrun over gråbrun til grå, ligesom kalkindholdet varierer mellem 0 og 10–15%, afhængig af hvor dybt oxidationen og kalkudvaskningen er nået. Kornstørrelsesfordelingen er ret konstant – ca. 45% i silt- og lerfraktionen.

Till'en antages at være afsat af den is, der i Weichsel nåede hovedopholdslinien (Larsen et al. 1977).

I den yngste till, afsat af et isfremstød fra sydøst, optræder et SØ–NV til Ø–V orienteret fabric mønster. Farven varierer fra gråbrun til grå. Fingrusanalyser af denne till er karakteristisk ved et ret højt indhold af kalkbjergarter. Kornstørrelsesfordelingen viser bl.a., at mere end 60% er silt og ler. Endvidere er et stort kalkindhold karakteristisk – ofte mere end 25% CaCO_3 .

Till'en er afsat af den is, der i Weichsel nåede den østjyske israndslinie (Harder 1908), hvor den i længere tid har haft et ophold. Herved har isen dæmmet for issøen i Lygumgård dalstrøget, hvori materiale fra gletscheren sedimenteredes. Blandt andet en sedimentserie indeholdende mere end 40 varv.

Analyse- og beregningsmetoder

Idet de fleste af de undersøgte sedimentter konstateredes at være kalkholdige, er der foretaget en carbonat analyse på sedimentterne. Analysen

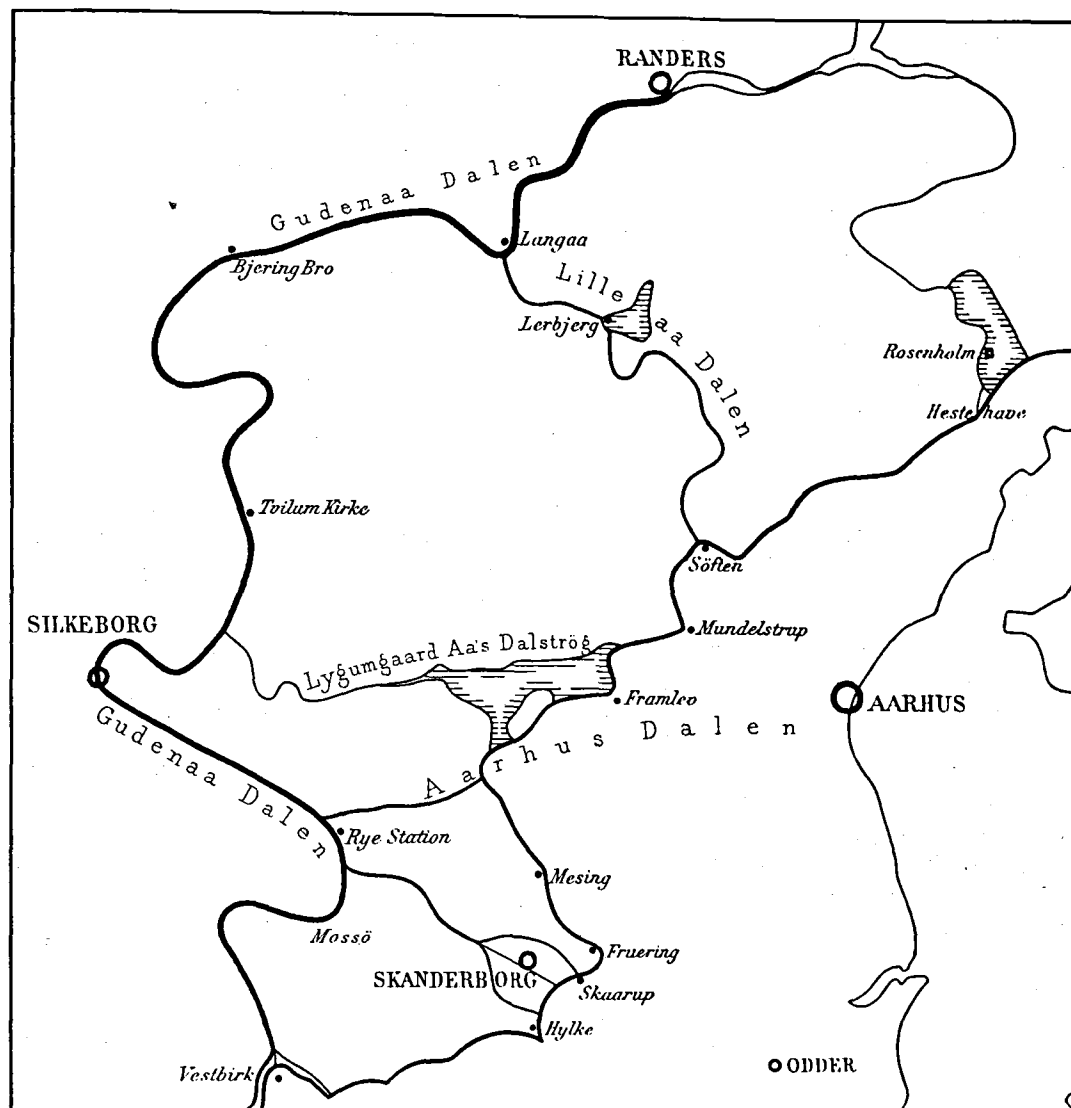


Fig. 1. Oversigtskort over israndslinie og smeltevandsfloder i Århus området. Issøen i Lygum-gård ådalen vest for Århus er markeret med skravering. 1:500 000. (Efter Harder 1908: 101).

Location map of the Århus area showing ice border line and meltwater rivers. The ice lake in the Lygumgaard valley west of Århus is hatched. 1:500 000. (Harder 1908: 101).

er udført, som bestemmelse af total-C, på en Leco-inductionsovn, hvorved CO_2 -indholdet bestemmes. CO_2 -mængden omregnes til vægtprocent C, som igen er omregnet til vægtprocent CaCO_3 .

For at kontrollere pålideligheden af de på for-
 nævnte måde fundne CaCO_3 - værdier, er en del prøver blevet oplukket med flussyre, og er i plastic beholdere analyseret på et atomabsorbtionsspektrofotometer med det formål, at bestemme indhold af Ca og Mg. Ud fra disse data er

herefter vægtprocent CaCO_3 og vægtprocent MgCO_3 beregnet.

Resultaterne fra de to analysemetoder viser, at carbonatprocenten beregnet efter induktionsovn (Leco) - metoden oftest gav lidt højere værdier end summen af CaCO_3 og MgCO_3 beregnet efter atomabsorbtionsspektrofotometermetoden. Det interessante ved analyseresultaterne er Ca og Mg er, at Ca/Mg-forholdet er forbavsende konstant for de varvige eller siltede og lerede issædiment - se tabel 1.

Tabel 1.

% Ca	% Mg	Ca/Mg
15.82	0.809	19.56
15.55	0.808	19.25
14.60	0.834	17.51
15.72	0.805	19.53
12.95	0.683	18.96
13.92	0.749	18.58
9.37	0.518	18.09
13.73	0.531	25.86
15.07	0.799	18.86
14.38	0.754	19.07
14.02	0.813	17.24
14.99	0.880	17.03
gns. =		19.13

Sammenlignes resultaterne med andre kemiske analyser udført på danske issø-forekomster (Hansen, 1940: 369), ser man en rimelig god overensstemmelse. Ca/Mg – forholdet for de fleste af disse undersøgte varv er fra 19–22.

Beregnes Ca/Mg – forholdet for kalkholdige tills, viser det sig, at forholdet oftest er mindre og betydelig mere varierende.

Udfra den forudsætning, at Ca- og Mg-ionerne har deres oprindelse fra danske Senon og Danien bjergarter, kan man ved en ret simpel beregning konstatere, hvor meget Ca og Mg, der burde være i de kalkholdige glaciale sedimenter.

Erik Broe Nielsen har velvilligt stillet analyse-data fra en Saltholmsboring til rådighed. Et gennemsnit af 30 analyser fra Danien kalk og skrivekridt giver følgende værdier:

	%Mg	%Ca
Danien	0.39	38.03
Skrivekridt	0.21	36.56
gns.	0.30	37.30

Det vil sige, at såfremt sedimenterne består af 100% kalk, skulle der være henholdsvis 0.30% Mg og 37.30% Ca.

De undersøgte sedimenter indeholder imidlertid kun fra ca. 10–45% kalk (bestemt på Leco-induktionsovn). Følgelig skal det forventede Mg- og Ca-indhold reduceres tilsvarende.

Beregnes de forventede Mg% og Ca% f.eks. for den første analyse i tabel 1, fås følgende, idet kalkindhold ifølge Leco er 42%:

$$\text{Forventet Ca indhold: } \frac{42}{100} \times 37.3 = 15.66\%$$

$$\text{Forventet Mg indhold: } \frac{42}{100} \times 0.3 = 0.126\%$$

Disse resultater sammenlignes med de faktiske måleresultater:

$$\text{målt Ca indhold: } 15.82\%$$

$$\text{målt Mg indhold: } 0.809\%$$

Forholdet mellem målt og forventet indhold bliver da:

$$\text{Ca: } \frac{15.82\%}{15.66\%} = 1.01$$

$$\text{Mg: } \frac{0.809\%}{0.126\%} = 6.42$$

Dette forhold mellem målt og forventet indhold er for de resterende undersøgte issø-aflejringer (jvr. tabel 1).

A: Issøaflejringer.

% CaCO ₃ (Leco)	Ca målt /Ca forvent.	Mg målt /Mg forvent.
48	0.869	5.61
43	0.910	6.47
45	0.936	5.96
36	1.042	6.32
40	0.923	6.24
28	0.904	6.24
38	0.958	4.66
42	0.952	6.34
41	0.930	6.13
38	0.987	7.13
44	0.904	6.67

Af ovenstående ses, at der er en fin overensstemmelse med hensyn til det målte procent indhold af Ca og det forventede (forholdet er næsten 1), hvorimod det målte indhold af Mg er ca. 6 gange større end forventet, og denne faktor er ret konstant. Mg hidrører tilsyneladende ikke fra kalkbjergarter alene.

Ovenstående beregninger er ligeledes anvendt på tills fra forskellige lokaliteter. (Data er grupperet efter en forudgående tolkning baseret på fabric, fingrusanalyse (etc.), og giver følgende resultater:

B: Yngste till.

% CaCO ₃ (Leco)	Ca målt/ Ca forvent.	Mg målt/ Mg forvent.
22.75	7.39/8.49=0.870	0.350/0.068=5.1
25.42	7.67/9.48=0.809	0.429/0.076=5.6
24.65	7.76/9.19=0.844	0.459/0.074=6.2
44.13	15.00/16.64=0.901	0.566/0.132=4.3
27.48	9.30/10.36=0.898	0.549/0.082=6.7
44.40	15.08/16.56=0.911	0.732/0.133=5.5
29.99	11.05/11.19=0.987	0.376/0.090=4.2

C: Yngre till.

% CaCO ₃ (Leco)	Ca målt/ Ca forvent.	Mg målt/ Mg forvent.
15.77	5.20/5.95=0.874	0.388/0.047= 8.3
9.75	2.96/3.68=0.804	0.377/0.029=13.0
12.66	4.77/4.77=1.000	0.518/0.038=13.6
14.17	4.43/5.34=0.830	0.414/0.043= 9.6
12.50	3.80/4.71=0.807	0.470/0.038=12.4
10.47	3.76/3.95=0.952	0.288/0.031= 9.3
12.61	4.07/4.75=0.857	0.472/0.038=12.4
14.29	4.60/5.39=0.853	0.460/0.043=10.7

D: Ældste till.

% CaCO ₃ (Leco)	Ca målt/ Ca forvent.	Mg målt/ Mg forvent.
10.09	2.68/3.76=0.766	0.515/0.030=17.2
9.52	3.74/3.55=1.053	0.442/0.029=15.2

Af ovenstående opstillinger ses, at i till svinger forholdet mellem det målte og forventede indhold af Ca en del. Oftest er det målte indhold dog kun 10–20% mindre end det forventede. Denne tilsyneladende »mangel« kan skyldes, at det forventede indhold er beregnet ved hjælp af CaCO₃-indhold fundet på Leco-induktionsovn, der som tidligere nævnt, giver lidt for store værdier. Med hensyn til Mg-forholdet er der stor variation. Der er målt fra 4.2 til 17.2 gange så meget Mg, som man skulle forvente.

Det ses, at issø-aflejringer placerer sig ret koncentreret i et område mellem 4.6 og 7.2 (A), og till, der er tolket som tilhørende Det Østjyske Isfremstød, viser omtrent samme spredning (4.2–6.7), og samme ret lave værdier (B). Det er derfor nærliggende at antage, at issø-sedimenternes kemi er en simpel refleksion af den samhörrende till, som issø-sedimenterne kan betragtes som et derivat af.

Till tolket som aflejret i forbindelse med NØ-isfremstødet har et målt Mg-indhold, som er fra 8.3 til 13.6 gange det forventede (C), og slut-

telig giver den ældre SØ-till et forhold på 15.2 og 17.2 (D).

Diskussion

Med baggrund i de udførte analyser synes forholdet mellem det målte og det forventede indhold af Mg at stige jo ældre aflejringen er. Om årsagen til dette kan kun gisnes. Men da der i alle undersøgte prøver er fundet mere Mg end forventet, må Mg komme fra andre kilder end kalkbjergarter. Det er her nærliggende at tænke på Mg-holdige lerarter, som f.eks. chlorit og smectit. Sørensen (1980) har ved lermineralogiske undersøgelser påvist, at det forholdsvis store magnesium indhold i den ældre till, for hovedpartens vedkommende, kan tilskrives tilstedeværelsen af chlorit. Måske reflekterer disse Mg-holdige lerarter den flade, isen har bevæget sig henover, hvorved leret er blevet inkorporeret i isen, og senere aflejret som en »Mg-rig« till. Undergrundskort over Østjylland (Sørensen 1977) viser, at der er lerede sedimenter ved basis af Kvartæret. Graff-Petersen (1958: 493) konkluderer, at hovedparten af lerminerallerne i de danske kvartærbjergarter stammer fra ældre lermateriale som indlandsisen har bevæget sig hen over. Binzer (1974) viser, at disse præ-Kvartære bjergarter kan være ret Mg-rige.

En anden Mg-kilde kan være de mørke mineraler (oliviner, pyroxener og amfiboler). Den anvendte analysemetode er udført på finknuste tillprøver, hvorved eventuelle grus- og sandpartikler finpulveriseres og indgår i analysematerialet.

Till, en med de fleste mørke krystalline bjergarter i fingrusfraktionen har det størst målte Mg-indhold i forhold til det forventede. Men bortset fra dette tilfælde, synes der ikke at være nogen korrelation mellem indhold af mørke krystalline bjergarter og Mg-forholdet.

På trods af denne undersøgelses mangelfulde datamateriale, samt usikkerhed med hensyn til hvilke kræfter og processer, der styrer Mg-ionens indhold i kalkholdige till-aflejringer, synes calcium- og magnesium målinger at være en metode, der kan anvendes som hjælpemiddel i glacialstratigrafisk øjemed. Metoden må dog siges at være ufuldstændig testet og trænger stærkt til en nærmere belysning.

Imidlertid er der, som en tilfældig kontrol på metodens anvendelighed, analyseret en till-prø-

ve, som Christian Kronborg (pers. medd.) på basis af fingrusanalyse (mange mørke krystalline bjergarter), fabric etc. har henført til den ældre till. Denne prøve stammer fra et område ca. 35 km nordøst for Lygumgård dalen, og viser et Mg (målt) / Mg (forventet) – forhold på 16.4. I Lygumgård området er forholdet for samme till-ehed 15.2 og 17.2.

Tak

Foranstående arbejde er en del af en specialeopgave udført ved Laboratoriet for Exogen Geologi, Geologisk Institut, Århus Universitet med professor Gunnar Larsen som vejleder. En tak til alle som har bidraget med inspiration og hjælp.

Litteratur

- Binzer, K., 1974: Sedimentological and geochemical features of Weichselian tills and pre-Quaternary sediments in Denmark. *Danm. geol. Unders., Årbog 1973*, pp. 111–131.
- Ehlers, J., 1979: Fine Gravel Analyses after the Dutch Method as Tested out on Ristinge Klint, Denmark. *Bull. geol. Soc. Denm.* 27, pp. 157–165.
- Graff-Petersen, P., 1958: Lermineralogiske undersøgelser af kvartærbjergarterne i Røje Klint. *Medd. Dansk Geol. Foren.* 13, pp. 471–501.
- Hansen, S., 1940: Varvighed i danske og skånske senglaciale Aflejringer. *Danm. geol. Unders.* II, 63, pp. 1–478.
- Harder, P., 1908: En østjysk Israndslinie og dens Indflydelse på Vandløbene. *Danm. geol. Unders.* II, 19, pp. 1–136.
- Kristiansen, L. 1979: *En glacialgeologisk undersøgelse i og omkring en issø vest for Borum*. Upubliceret specialeopgave, Århus Universitet, pp. 1–80.
- Kronborg, Chr. 1979: *En glacialgeologisk undersøgelse på Randersbladet med speciel henblik på Lime-området*. Upubliceret specialeopgave, Århus Universitet, pp. 1–136.
- Larsen, G. et al., 1977: The stratigraphy, structure and origin of glacial deposits in the Randers area, eastern Jutland. *Danm. geol. Unders.* II 111, 36 p.
- Liboriussen, J., 1973: Till fabric analyses based on X-ray radiography. *Sediment. Geol.*, vol. 10, pp. 249–260.
- Sørensen, I., 1977: *Prækvarter overfladekort*. Udarbejdet for Århus amt, Teknisk forvaltning, Amtsvandvæsenet.
- Sørensen, P. R., 1980: *En glacialgeologisk undersøgelse i et område omkring Granslev Adal*. Upubliceret specialeopgave, Århus Universitet, pp. 1–175.