

ribber. Strømforholdene svarer til øvre del af nedre strømområde.

Facies Sv 2 (fig. 73), *horisontalt lamineret sand*. Velsorteret, mellemkornet og groft sand med enkelte småsten og lerklumper. Horisontal lagdeling med erosiv undergrænse. Horisontal lamination kan dannes i nedre strømområde, hvis kornstørrelsen er større end 0,6 mm. Langt størstedelen af sandet i denne facies er mindre end 0,6 mm i diameter. Den erosive undergrænse, kornstørrelsen og de transporterede lerklumper og småsten viser, at der er tale om en struktur dannet i det øvre strømområde.

Grus- og stenfacies

4.3.2. Facies Gs 1, *store, plane skrålejringer i sand og grus*. Dårligt til ret sorteret sand, grus og sten med 0-70% klaster. Kornstørrelsen indikerer aflejring fra en kraftig strøm. Strukturen er dannet af vandrende storribber evt. i forbindelse med bankedannelse.

Facies Gs 2, *gigantiske, plane skrålejringer i grus*. Dårligt sorteret sten og grus. Erosiv undergrænse med blokke og sten koncentreret ved bunden af sættene. Gigantskala krydslejring.

Disse skrålejringer dannes ved nedstrøms udbygning af en stor bankeform.

Facies Gv (fig. 74), *horisontalt lamineret grus*. Dårligt sorteret grus med 10-30% sten. Horisontalt laminerede sæt 0,5-3 m tykke, erosiv undergrænse.

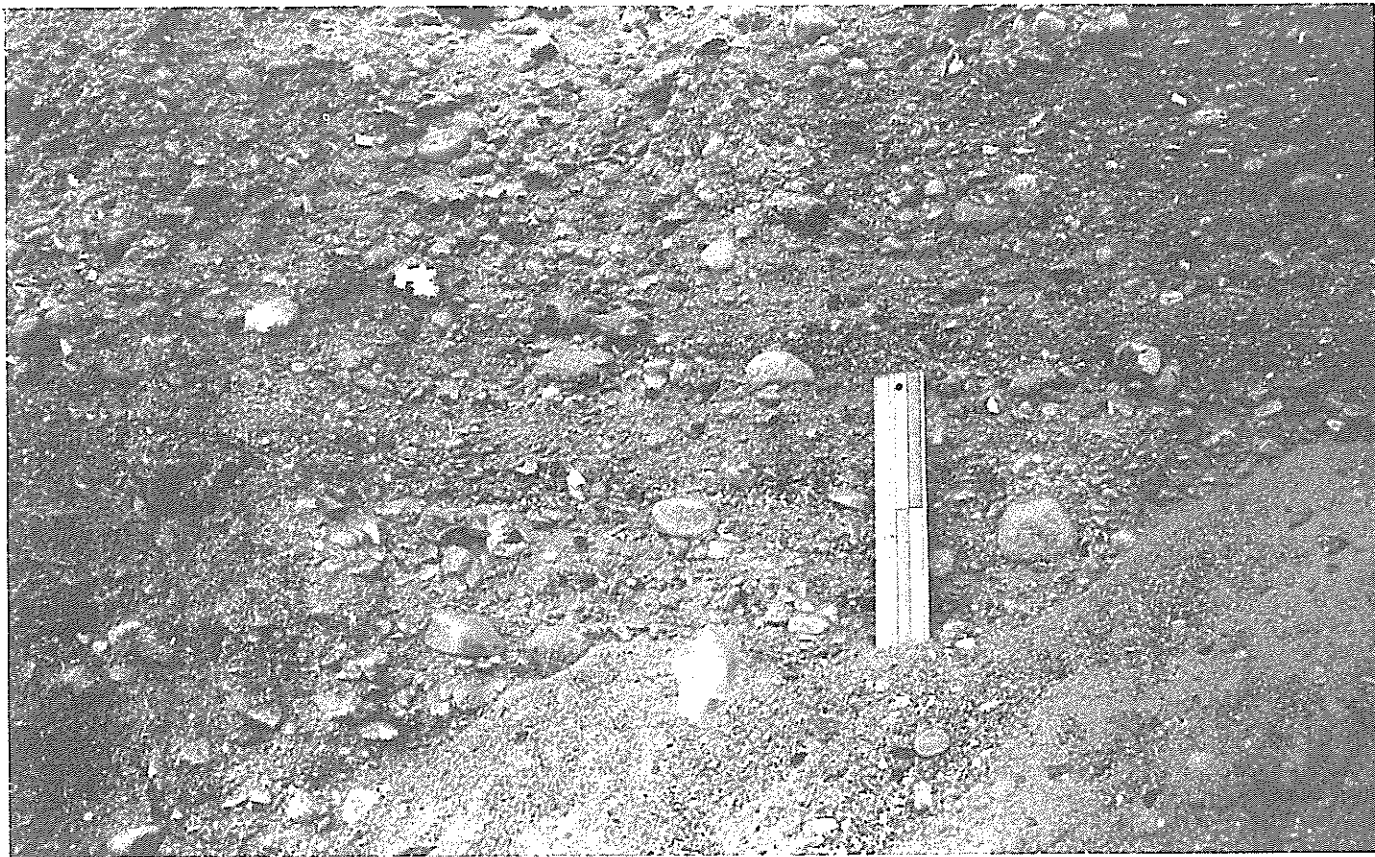
Denne facies tilhører øvre strømområdets planbundsfasen og er dannet på bunden af kanaler eller på toppen af langsbanker.

Facies Gd, *kanaludfyldning*. Dårligt sorteret sand, grus og sten. Ca. 20 cm tykke bundkonforme lag stedvis med intern skrålejring.

Denne facies tolkes som dannet ved ufyldning af kanaler.

Sammenfattende sedimentologisk beskrivelse

4.3.3. Lagserien i Myrup Banke kan inddeles i tre større enheder, nemlig en nedre del bestående af mellemkornet og fint sand, en enhed hovedsageligt bestående af grus og sten og en øvre enhed bestående af finsand og silt. Lagserien afsluttes af



Figur 74. Horisontalt lagdelt grus og sten i øvre strømområdes planbundsfas (facies Gv). Målestok 20 cm.



Figur 75. Konform udfyldning af brede kanaler med klatrende ribber og horisontalt lamineret finsand (facies Sr1 og Sv1).

ca. en halv meter sandet og stenet ler. Denne tre-delning af den sedimentære lagsøjle genfindes i Langebjerget, dog er skiftet i kornstørrelse ikke så markant her som i Myrup Banke.

Den nederste enhed i Myrup Banke består af facies Sv 1, Sr 1, Sr 2, Ss, St, Sv 2 og ses i profil 1 og 2 og profil 3 fra 5-8,5 m. Den er karakteriseret ved helt at mangle groft sediment. De forskellige facies har begrænset lateral kontinuitet. I profil 2 dominerer småribber og klatrende ribber fra 3-6 m. I samme niveau findes i profil 1 hovedsagelig store, plane skrålejringer. Det godt én meter tykke lag med småribber i toppen af profil 1 går 10-15 m øst herfor over i et enkelt 15 cm tykt lag med plane skrålejringer. Mod vest tiltager den øverste halvanden meter i tykkelse. Disse observationer indikerer en opfyldning af et mindre bassin ved progradering mod vest af et delta. Bassinet kan være dannet ved bortsmeltning af en underliggende ismasse, idet talrige normalforkastninger findes på dette sted (fig. 76). I profil 3 (fra 5-8,5 m) viser sedimentstrukturerne, at aflejringen er sket i kraftigt strømmende vand dels i øvre del af nedre, dels i øvre strømområde, men på trods af, at strømforholdene periodevis har været kraftige nok til at transportere partikler langt større end 2 mm, findes der overhovedet ikke sten og gruslag i den nederste enhed. Dette kan skyldes, at groft materiale ikke er nået frem p.g.a. tidligere frasortering, f.eks. fordi det er fanget i revner og sprækker i isen.

Aflejringsbetingelserne for den nederste enhed har således været ret afvekslende, idet nogle facies er typisk lakustrine og andre typisk fluviale.

Den mellemste enhed består af facies Gs 1, Gs 2, Gv og Gd og omfatter profil 3 fra 8,5 m og profil 4 til 20 m, idet enhedens undergrænse ikke er blottet i profil 4. Aflejringen af denne grus- og stenholdige enhed markerer derfor brat ændring af det sedimentære miljø. Der indledes med en kraftig erosion efterfulgt af en mægtig skrålejret enhed bestående af grus, sten og blokke (i profil 3 ved 8,5 m, fig. 73). Endvidere indgår kantede blokke af sand, der stammer fra det underliggende lag. Disse sandblokke har været frosne på aflejringstidspunktet. Tilsynekomsten af sten og blokke i den mellemste enhed må tilskrives en mere direkte forbindelse til kildeområdet foruden en forøgelse af det strømmende vands transportevne.

Sekvensen i Myrup Banke afsluttes med en 3 til 4 meter tyk finsandet enhed bestående af klatrende småribber (facies St 2) vekslende med horisontalt lamineret finsand (facies Sv).

På fig. 75 ses disse to facies at danne en konform udfyldning af nogle mere end 15 meter brede kanaler med en jævn, konkav og erosiv undergrænse. Måling af en af kanalernes orientering sammenholdt med det generelle strømmønster viser en strømretning mod NV, hvorimod målinger på klatrende ribbelamination giver en stor spredning på strømretningerne varierende fra nord over øst til syd. Denne uoverensstemmelse imellem udfyldningerne kan forklares som to adskilte hændelser, hvor strømningsmønsteret i den mellemliggende periode er ændret radikalt, eller ved at antage, at en stor tilbagestrømningshvirvel er dannet i forbindelse med en nedstrømspogradning af et mindre delta.

De sedimentologiske og strukturelle iagttagelser der er gjort i Myrup Banke og Langebjerg bekræfter de ideer Milthers og Krüger har fremsat. Aflejringen af det relativt fine sediment nederst i bakkerne på trods af periodevis stor strømhastighed antyder, at de vandførende sprækker i den stagnerende is har haft et uregelmæssigt forløb, der har "fanget" det grove materiale. Først i forbindelse med en udjævning af sprækkesystemernes langsprofil blev det grove materiale ført frem til Myrup Banke. Samtidigt viser kanalernes orientering i bakkens nordside og de større sedimentstrukturer, der er knyttet til den mellemste, grove enhed, at det fluviale system ikke har været begrænset til bakken (se fig. 68). Eventuelle aflejringer imellem bakkerne er i så fald sket på is og sedimenterne vil forekomme som forstyrrende lag. Den øverste finkornede enhed er igen et resultat af, at der er sket en radikal ændring i det sedimentære miljø.

Den afsluttende halve meter med sandet og stenet ler opfattes som solifluktmateriale, og er kun observeret et enkelt sted i graven i Myrup Banke og slet ikke i Langebjerg; dog har Krüger (1969) beskrevet solifluktmateriale herfra.

Tektonik

4.3.4. Tektonikken i Myrup Banke er præget af normalforkastninger, der kan inddeles i to grupper. Langs bakkens nordside findes mange større normalforkastninger med forsætninger på op til 3 m og med forkastningsplaner, der hælder bort fra bakken. Disse forkastningers dannelse er forårsaget af bortsmeltning af den omkringliggende is med udglidning til følge. Centralt i bakken findes talrige mindre normalforkastninger med varierende orientering (fig. 76). Dannelsen af disse sættes i forbindelse med smeltning af underliggende



Figur 76. Små normalforkastninger dannet i forbindelse med bortsmeltning af underliggende is.

is. Manglen på en egentlig moræne og reverse dislokationer viser, at bakkerne ikke senere er overskredet af is.

Råstofgeologiske implikationer

4.3.5. Ud fra de tidligere arbejder og de foreliggende undersøgelsesresultater kan bl.a. følgende råstofrelevante konklusioner drages: 1) Fra Pederstrup er der tale om en generel af-tagen i kornstørrelse mod vest og syd. 2) I Myrup Banke og i Langebjerg findes de grus- og stenholdige aflejringer i den øverste del af bakkerne, dog dækket af et par meter finkornet sand. Det samme forhold gør sig sandsynligvis gældende i de øvrige kamebakker i området. 3) Imellem kamebakkerne vil man sandsynligvis ikke finde graveværdige forekomster - hverken m.h.t. lødighed eller mægtighed. Det er dog rimeligt at antage, at de kanaler, hvori der er aflejret groft materiale, ikke har været begrænset til bakkerne. Det er derfor muligt, at der findes forstyrrede aflejringer af groft sediment uden for bakkerne i kanalernes forlængelse, omend af mindre mægtighed end i bakkerne. 4) Den øverste enhed bestående af finsand er en distal aflejring i forhold til de øvrige enheder. De tilhørende grove aflejringer, svarende til den underliggende mellemste enhed, kan muligvis findes øst for Pederstrup.

4.4. Sejlflod Bakke, NØ-Himmerland

af Claus Heinberg og Lars Henrik Nielsen

Det højtliggende prækvartærs indflydelse

4.4.1. Store dele af det nordjyske område er karakteriseret af et højtliggende prækvarter med en ret voldsom topografi. Det bevirker, at det nuværende landskab i en vis udstrækning fremstår som et samspil mellem de glacialt betingede former og det prækvartære relief. Således ligger nogle af de nuværende dale over lavninger i prækvartæroverfladen, et forhold som også er velkendt andre steder i landet.

En væsentlig del af Nordjyllands prækvartære undergrund udgøres af et højtliggende kalkmassiv, som falder brat mod nord og øst. Kalken kommer frem til overfladen i forbindelse med dalsider (f.eks. Lindenberg Å) og gamle kystklinter (det østlige Himmerland ud mod Lille Vildmose).

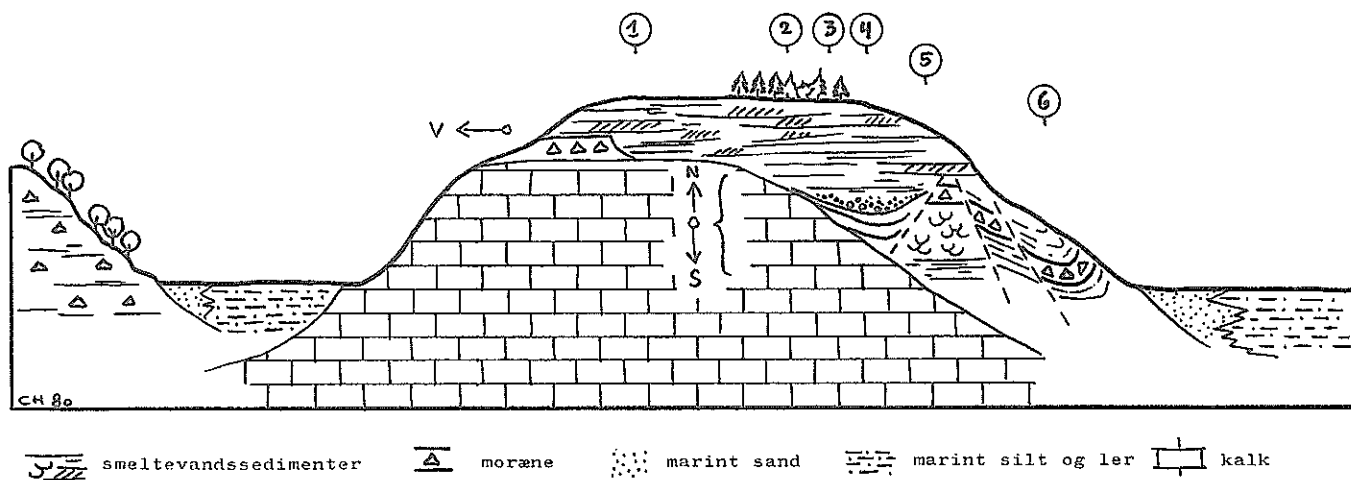
Undergrundens store indhold af kalkbjergarter sætter også sit præg på de kvartære aflejringers lithologi, idet disse stedvist er ekstremt rige på kalk. Det kan være i form af egentlige kalkblokke, eller som en fint fordelt kalkmel. Dette kalkmate-

riale stammer fra isens bearbejdning af den prækvartære undergrund, en bearbejdning som har været særlig kraftig, der hvor isen måtte avancere op ad kalkmassivets nord- og østvendte skrænter. Samtidig har denne barriere forårsaget øget shearplansaktivitet internt i isen, som følge af den frontale opbremsning. Derved blev kalkholdigt materiale fra isens sål bragt op i højere niveauer, hvorfra det gensedimenteredes enten som kalkholdig moræne eller som kalkholdigt smeltevandssediment.

Den højtliggende undergrund spærrede ikke alene isens fremrykning, men også smeltevandets afløb syd- og vestover var vanskeliggjort i de perioder, hvor isen befandt sig længst mod nordøst og i et lavere niveau end det prækvartære højdedrag. Ved isens fortsatte fremrykning blev dog også kalkmassivet overskredet, således at såvel is som smeltevand



Figur 77. Kurveplan over det nordøstlige Himmerland. Kurveintervallerne er 5 meter. Man ser tydeligt forskellen mellem det flade, marine forland, og det bakkede land som består af faststående kalk med et dække af glaciære sedimenter. Linjen henover Sejlfjord bakke markerer den omtrentlige placering af det generaliserede snit i fig. 78.



Figur 78. Generaliseret snit gennem Sejlflod bakke. De forskellige bjergarter er angivet ved signaturer. Gravenes placering er vist ved en cirkel med gravens nummer. Pilene viser hovedstrømretningerne i henholdsvis den nedre og den øvre del af det kvartære dække. Længst mod øst ses de nedskredne, tidligere isunderstøttede lag.

uhindret kunne fortsætte syd- og vestover. Derved blev selv de højestliggende partier af undergrunden dækket af glaciale og fluvioglaciale sedimenter.

Denne problematik omkring afsætning af specielt smeltevandssedimenter hen over en kraftig prækvartær topografi, er godt illustreret af forholdene på kridtbakken ved Sejlflod by (fig. 77).

Sejlflod Bakke

4.4.2. Strukturelt består bakken ved Sejlflod af en kridtkerne med et dække af kvartære sedimenter (fig. 78). Omkring bakken ligger de postglaciale marine flader, mod øst i form af et udbredt marint forland og mod vest i form af den flade Romdrup Ådal, som ligger over en tilsvarende dal i kridtoverfladen. Det kvartære dæklag er stærkt påvirket af den noget specielle beliggenhed på toppen af den isolerede kridtknold. Sedimenterne udgøres hovedsageligt af smeltevandssand og -grus, men også en enkelt morænebænk er konstateret. Strukturelt er dele af de kvartære lag præget af tektoniske forstyrrelser. De sedimentologiske og tektoniske forhold er af betydning i råstofsammenhæng, og de vil blive gennemgået i forbindelse med den geologiske model, som er opstillet for området (fredningsstyrelsen, 1981).

Den geologiske model

4.4.3. Tilstedeværelsen af en række grusgrave på toppen af Sejlflod Bakke har muliggjort detaljerede undersøgelser af de

Da de tektoniske forhold indvirker på såvel mulighederne for råstofmæssig prospektering som på graveforholdene ved en eventuel udnyttelse, er det af praktisk betydning at kunne skelne denne zone af marginalt liggende forstyrrede sedimenter fra de centralt beliggende uforstyrrede sedimenter. Tillige er det af råstofmæssig betydning at kunne forudsige noget om de enkelte forekomsters horisontale variation og udbredelse. For at kunne fremsætte sådanne skøn er en korrekt rekonstruktion af aflejringsmiljøet af afgørende betydning. Ved rekonstruktionen er faciesanalysen central. Det vil fremfor alt sige studiet af de sedimentære facies' rumlige fordeling, sådan som de bl.a. registreres i de sedimentologiske profiler.

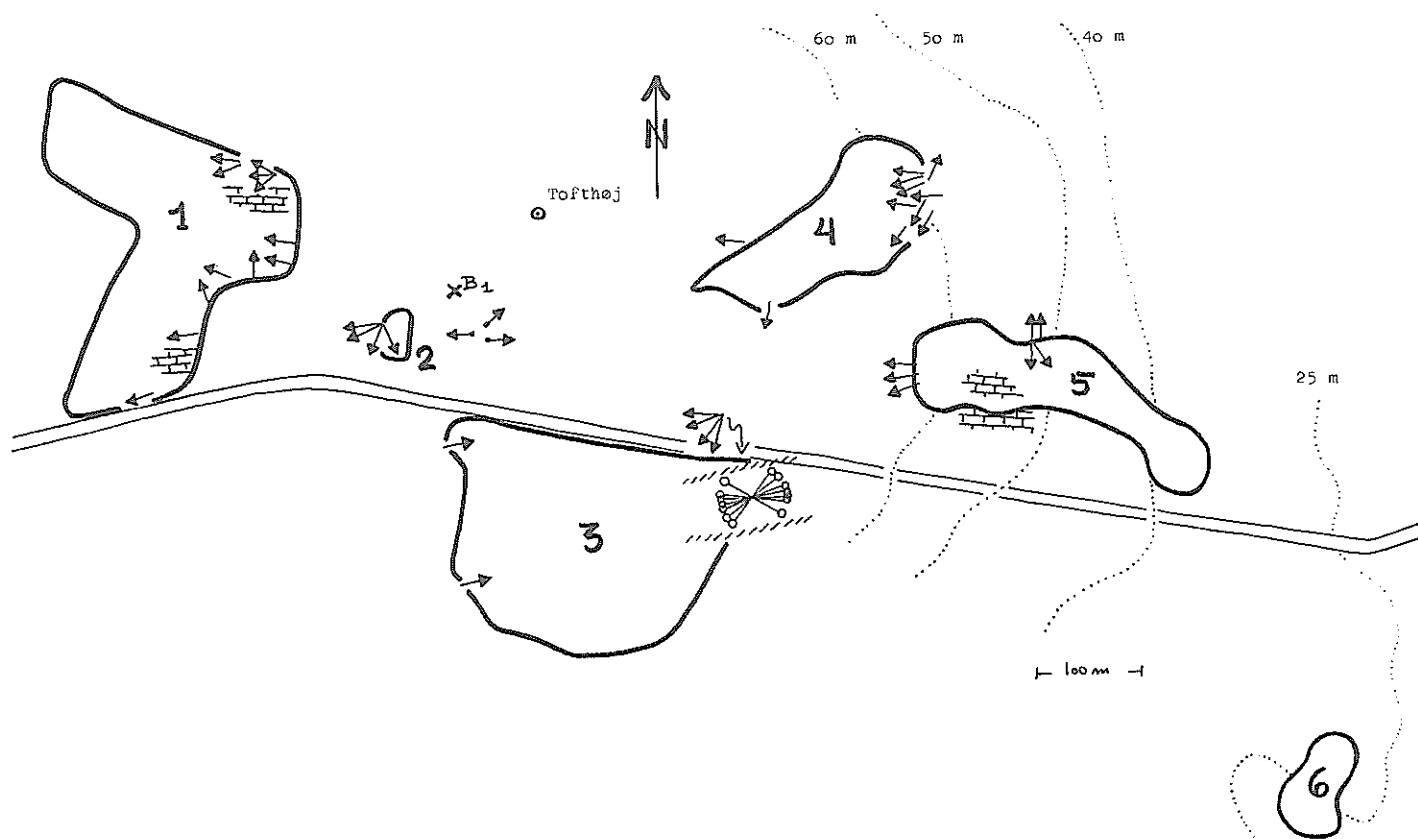
De sedimentære facies

4.4.6. Det kvartære dæklags sedimentære opbygning lader sig studere i de vest for Sejlflod beliggende grave (fig. 80). Disse grave fordeler sig med 4 indenfor den uforstyrrede centrale zone, og 2 i marginalzonen med de nedskredne lag.

Sedimenterne kan adskilles i to lithogiske hovedtyper. 1) Smeltevandssand og -grus, domineret af nedbrydningsprodukter fra krystalline bjergarter og flint. 2) Stærkt kalkholdige sedimenter ligeledes af glacial eller glaciofluvial oprindelse. Til denne gruppe hører en meget kalkrig moræne, som er blottet i grav 1. De kalkrige smeltevandslag findes i alle kornstørrelser fra konglomeratiske lag med cm-store klaster af skrivekridt til en tæt bjergart domineret af materiale i siltfraktionen. Indholdet af kvartssand og kvartssilt varierer ligeledes. Hvor siltfraktionen dominerer, og hvor der ikke forekommer kvartssand har denne type smeltevandssediment en slående lighed med skrivekridt. I forbindelse med boringer kan det være forbundet med nogen vanskelighed at afgøre, hvilken bjergart, der er tale om.

Sådanne kalkholdige lag dominerer de nedre dele af de blottede profiler. De er uden råstofmæssig værdi, og da de samtidig vanskeliggør gravningen, er det af betydning at få deres udbredelse fastlagt.

De kalkfrie smeltevandsaflejringer er dannet som en typisk aflejringskegle. Sammenlignes de enkelte facies og deres sammenhæng med recente aflejringskegler, er det tydeligt, at der hovedsagelig er tale om en række faciestyper, der er karakteristiske for aflejringskeglens midterste og distale del. De eksisterende facies er følgende:



Figur 80. Den indbyrdes placering af de 6 grusgrave ved Sejflod. Højdeforholdene er vist ved prikkede kurver. Målte strømretninger er markeret med sorte pile. Faststående kalk er vist med murstenssignatur.

Grus- og stenfacies

4.4.7. Facies Gh: *Matrixunderstøttet sten og blokke*. Meget dårligt sorterede matrixunderstøttede, konglomeratiske lag med klaster af grus, sten og blokke. Matrix består af ler, silt og sand. De største blokke er op til 2 meter. Denne facies går ofte gradvist over i bedre sorteret grus og sten.

Facies Gh tolkes som dannet i iskontaktzonen, hvor underlagets gradient har været tilstrækkelig stor til, at debrisflydning har kunnet finde sted. Facies Gh, som har meget begrænset udbredelse, er kun iagttaget i grav 5, hvor indsykning af underlaget har fundet sted.

Facies Gd: *Homogene grus- og stenlag*. Meget dårligt sorteret sand, grus og sten. Forekommer som egentlige lag eller kanaludfyldninger med erosiv basis. Maksimal kornstørrelse er 15 cm.

Denne facies tolkes som aflejret af stærkt strømmende vand på den proksimale og mediane del af en aflejringskegle i form af langsbanker og udfyldninger af kanaler. Er kun iagttaget i grav 3 og 5 samt grav 4, hvor den har en begrænset udbredelse.

Facies Gt: *Kanalformede grus- og stenlag*. Linser med moderat sorteret grus og sten. Truglejring og subhorisontal lagdeling. Basis er ofte erosiv. De enkelte linser kan stedvis smelte sammen til sammenhængende lag.

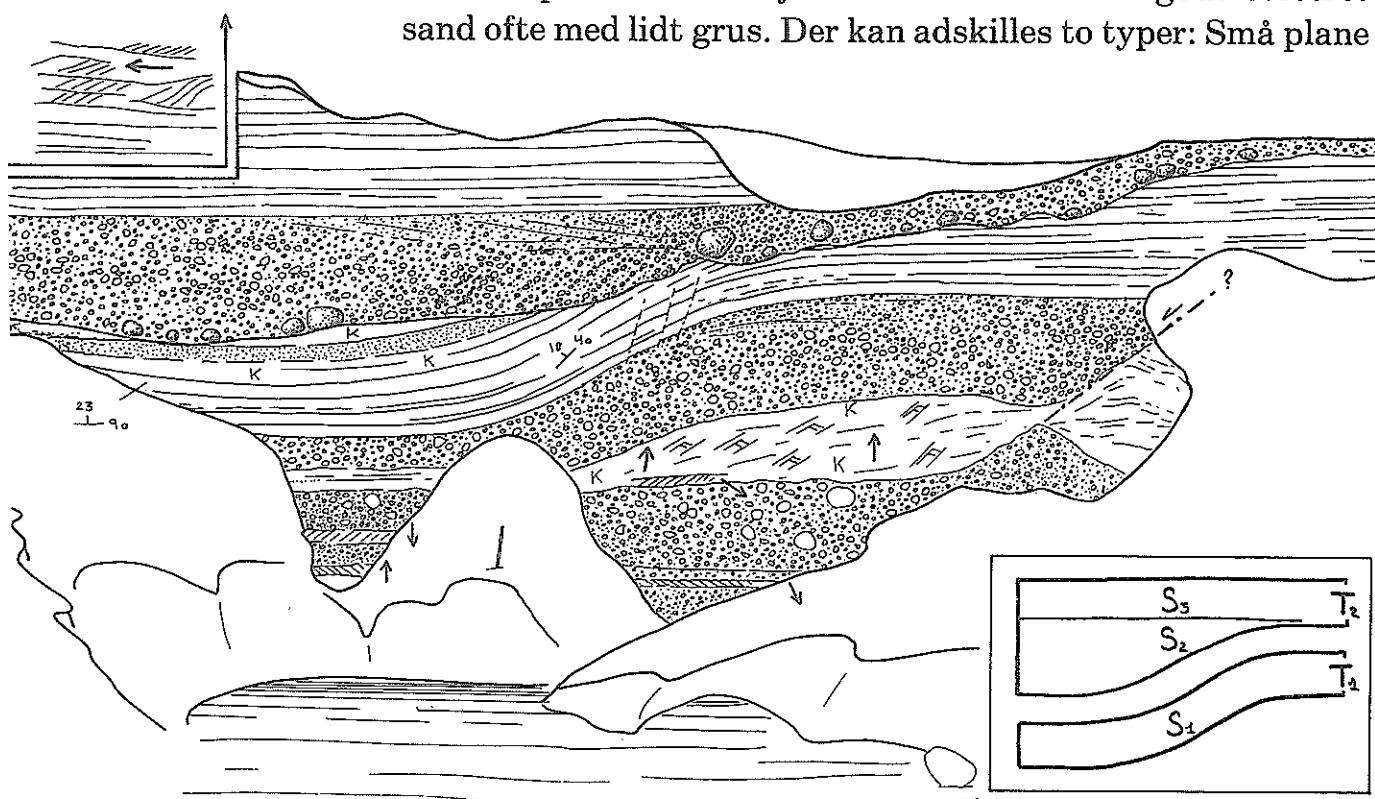
Denne facies tolkes dannet ved udfyldning af mindre kanaler, der ofte er eroderet ned i hinanden, hvorved der dannes sammenhængende lag. Udfyldningen af kanalerne begynder oftest med trugformede lag i bunden og ender med subhorisontale lag i toppen. Denne facies er iagttaget i de fleste af graverne.

Sandfacies

4.4.8. Facies St: *Truglejret sand*. Moderat til godt sorteret, truglejret sand. Forekommer som oftest i lagsæt. De enkelte trug kan basalt have et gruslag, ligesom de enkelte forsæt kan være graderede.

Denne facies tolkes som dannet i øvre del af nedre strømområde af vandrende sinuøse eller lunate storribber på alluvialkeglens distale del. Denne facies er hyppigt forekommende.

Facies Sp: *Plant skrålejret sand*. Moderat til godt sorteret sand ofte med lidt grus. Der kan adskilles to typer: Små plane



Figur 81. Nordvæggen i grav nr. 5. På skitsen nederst til højre ses den strukturelle og sedimentære opbygning i stærkt skematiseret form. Der er to tektoniske enheder, T1 og T2, og tre sedimentære enheder S1, S2 og S3. Pilene på profilet viser transportretningerne, nord opad. "K" betyder, at laget er meget kalkholdigt.

skrålejringer, der ofte forekommer som lagsæt og store plane skrålejringer, der oftest forekommer alene.

Denne facies tolkes som dannet i nedre strømområde ved vandring af retlinede små ribber (de små skrålejringer) eller ved vandring af tværsbanker (de store skrålejringer). Denne facies er hyppigt forekommende.

Facies Sv: *Vandret lagdelt sand*. Moderat til godt sorteret, vandret lagdelt sand. Undergrænse såvel erosiv som non-erosiv. Kan være meget kalkholdig.

Denne facies tolkes dannet som planbundaflejringer i både nedre og øvre strømområde, hovedsagelig på aflejringskeglens mediane og distale del. Denne facies er hyppigt forekommende.

Facies Sr: *Småskrålejret sand*. Moderat til godt sorteret, fint og mellemkornet sand med små skrålejringer. Kan være meget kalkholdig.

Denne facies tolkes som dannet i nedre del af nedre strømområde af horisontalt vandrende småribber og klatrende ribber, hvor der har været delvist strømlæ på keglens distale del. Denne facies er kun iagttaget i grav 1 og 5.

Ler- og siltfacies

4.4.9. Facies F: *Moræne*. Meget kalkholdig moræne med adskillige indslag af godt sorteret sand med skrålejringer.

Facies F tolkes som dannet i iskontaktzonen, hvor aflejring af flydemoræne veksler med aflejring af vandtransporterede sedimenter. Denne facies er kun iagttaget i grav 1 og har ringe udbredelse.

De enkelte grave. Tektonik

4.4.10. I forhold til det strukturelle mønster fordeler grave sig således, at grav nr. 1, 2, 3 og 4 ligger på bakkens centrale del med uforstyrrede sedimenter, mens lagene i den nedre del af grav 5 samt i grav 6 er forstyrrede.

Forholdene i grav nr. 5 er særligt komplicerede og er vist på fig. 81. Strukturelt er der tale om to enheder, en nedre (T1) og en øvre (T2), hvor den nedre enhed består af en åben synklinal opstået ved nedsynkning over en bortsmeltende is. Østpå fortsætter synklinalens ene flanke i en uforstyrret serie.

Overgrænsen på denne enhed er en markant erosionsflade. Den øvre strukturelle enhed (T2) består af uforstyrrede sedi-

menter aflejret oven på den nedre series eroderede overflade. Den nedre strukturelle enhed (T1) udgør samtidig en sedimentologisk enhed (S1), mens den øvre strukturelle enhed (T2) lader sig opdele i to sedimentære enheder (S2 og S3).

I grav 6 (fig. 80) er der ligeledes tale om lag skredet ned i forbindelse med bortsmeltning af underlejrende is. Hovedstrukturen er en åben synklinal med en nord-syd gående akse, altså en synklinal parallelt med kridtbakkens østskrænt.

De øvrige grave (1-4) er karakteriseret af uforstyrrede lejringsforhold.

De enkelte grave. Sedimenterne

4.4.11. Grav 5: *Nederste sedimentære enhed (S1).*

Enheden er præget af overordentlige markante faciesskift.

Grovklastiske lag veksler brat med kalkdominerede finsands/silt lag. De målte transportretninger viser nordlig og sydlig transport, altså parallelt med bakkens kridtkerne. De bratte skift i kornstørrelse og materialesammensætning synes i nogen grad at være knyttet til ændringer i transportretning.

Den råstofmæssige interesse knytter sig udelukkende til de grusførende, grovklastiske lag. Disse lags tilgængelighed vanskeliggøres i nogen grad af de meget kompakte, men råstofmæssigt værdiløse kalkrige finsandslag. Mod syd begrænses gravemulighederne af det opragende skrivekridt.

Mellemste sedimentære enhed (S2).

Sten- og blokførende gruslag dominerer helt denne enhed. Der er tale om en bassinudfyldning i forbindelse med indsynkningen af de underliggende lag. På denne baggrund må det antages, at legemets horisontale udbredelse er begrænset. Mod syd og vest findes det faste skrivekridt og mod øst kiler laget ud mod den underliggende synklinals østflanke. Den råstofmæssige interesse begrænses af lagets ringe udbredelse.

Øverste sedimentære enhed (S3).

Denne enhed er uforstyrret og består af sand og grus udviklet som tykke tabulære skrålejrede sæt, parallelt laminererede lag og truglejrede sæt. Enheden har stor horisontal udbredelse, hviket giver den råstofmæssig betydning.

Grav 1: Nederst - direkte på kridtet - findes et lag af kalkrigt sand. Derofter følger ca. 4 m moræne med lag og linser af vandtransporteret sand. Denne mulige flydemoræne over-

lejres af de fluvialtile sedimenter svarende til den øvre sedimentære enhed (S3) i grav 5. Kontakten mellem morænen og de fluvialtile sedimenter er erosiv. Morænen forekommer kun i gravens nordlige del, idet smeltevandssandet direkte overlæjrer det faste kridt i den sydlige del. Der er sandsynligvis tale om, at morænen her er borteroderet.

Grav 4: Denne grav er helt domineret af uforstyrrede, fluvialtile sedimenter svarende til S3. I gravens østlige del findes en ca. 50 meter bred kanal, som er fyldt op af parallelle finlaminede lag af finsand og silt samt rent ler. Der er tale om sedimentation af lakustrin type uden råstofmæssig værdi.

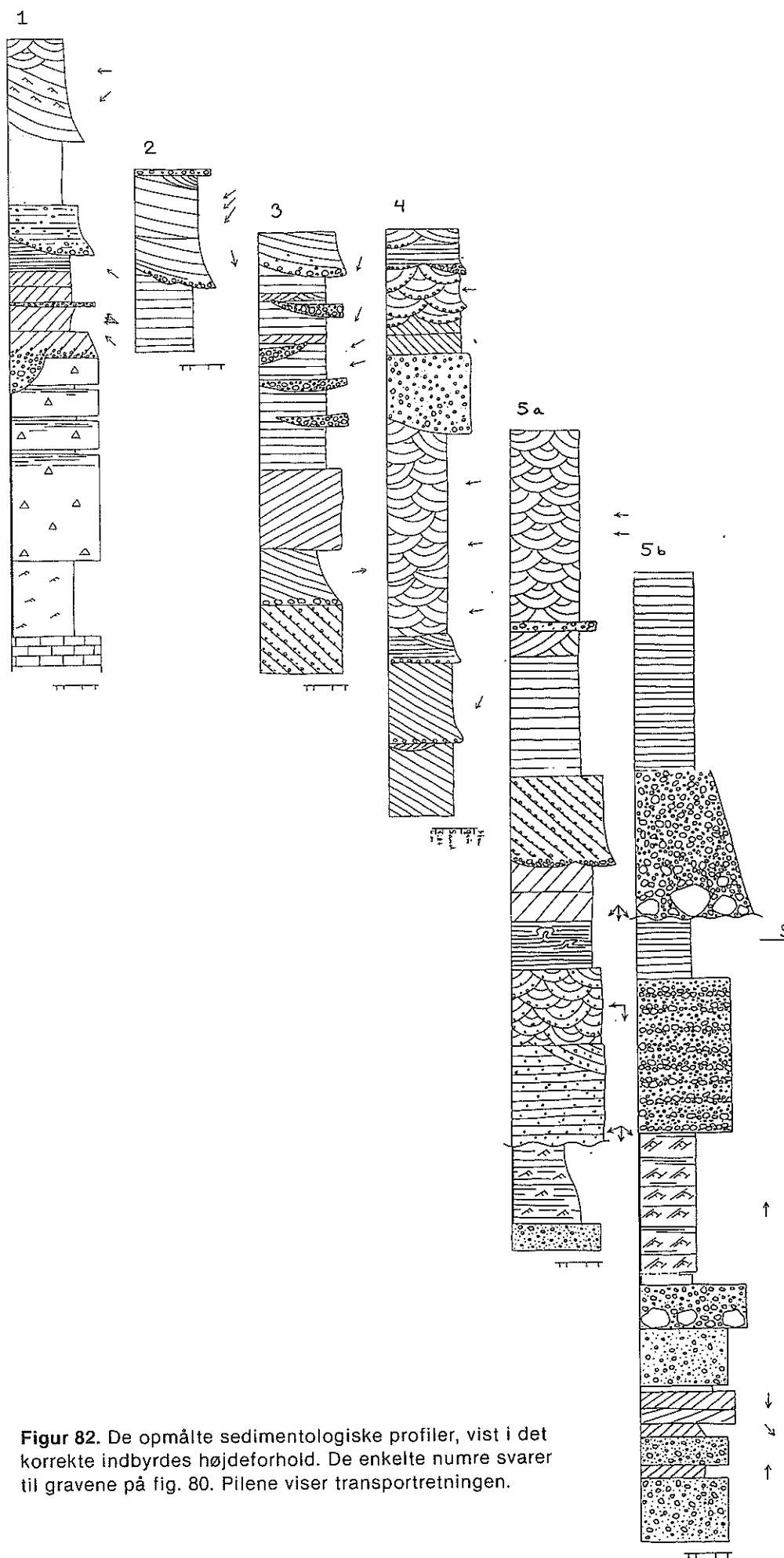
Grav 2 og 3: Disse to grave er fuldstændigt dominerede af de uforstyrrede fluvialtile sedimenter svarende til grav 4 og S3 i grav 5.

Råstofgeologiske implikationer

4.4.12. Områdets råstofmæssige aktiviteter knytter sig især til den øvre sedimentære enhed (S3), sådan som den er defineret i grav nr. 5. Det skyldes, at lagene er vidt udbredt, dels på grund af det oprindelige aflejningsmiljø, dels fordi de er uforstyrrede. Derved lettes den råstofgeologiske prospektering i høj grad, idet enheden er korrelerbar indenfor hele området. Denne korrelation kan ikke foretages som lithologiske "lag til lag" sammenligninger, men må baseres på studier af den sedimentære faciesudvikling. Her spiller den aflejrende vandstrøms energiniveau en afgørende rolle, da skift i strømhastighed og vandmængde ved et løbs udspring må forventes at forplante sig også til løbets nedre dele.

I det foreliggende eksempel er det således karakteristisk, at sedimenterne bliver grovere opad, svarende til et stigende energiniveau.

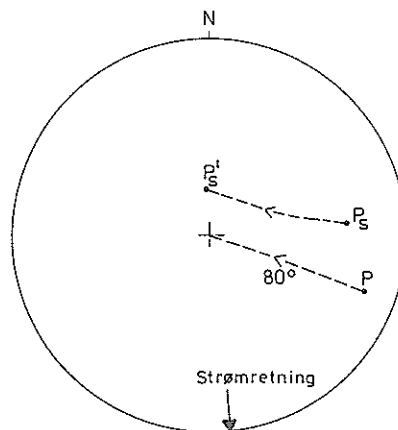
På basis af denne relative karakter lader de enkelte profiler sig korrelere til én dannelsesmæssig enhed. Denne tolkning understøttes af, at tilsvarende lag ligger i samme kote (fig. 82). Yderligere sammenhæng får enheden, når man medtager transportretningerne. I modsætning til den nedre sedimentære enhed (S1), hvor vandet løb mod nord eller mod syd (d.v.s. langs bakkens rand) er den øvre sedimentære enhed afsat af en strøm med en vestlig hovedretning (altså hen over bakken!). Dette ensartede transportmønster, som de enkelte profiler udviser, tyder også på, at der er tale om en sammenhængende enhed. Samtidig giver strømretningen en indikation af, i hvilken retning legemets fortsættelse kan forventes, nemlig



Figur 82. De opmålte sedimentologiske profiler, vist i det korrekte indbyrdes højdeforhold. De enkelte numre svarer til gravene på fig. 80. Pilene viser transportretningen.

Tilbagekipning af hældende lag

4.5.2. Oprindeligt horisontale lag indeholdende skrålejrede lag er ofte kippet bort fra den horisontale stilling på grund af f.eks. isfremstød. Kan disse lag roteres tilbage til horisontal stilling, vil strømretningen for de skrålejrede lag kunne bestemmes.



Figur 84.

Løsning

Et sandlag med strygning og hældning 20/80V(P) indeholder skrålejrede lag, som stryger og hælder 175/70V(P_s). De to planer plottes som poler i stereonet (fig. 84). Opgaven består nu i at bringe sandlaget til vandret stilling, men samtidig skal det skrålejrede lag "følge med".

Transparentpapiret med de plottede poler drejes over stereonet indtil P ligger på ækvatorlinien. Herefter kan sandlaget roteres til vandret omkring N-S linien (som altid skal benyttes som rotationslinie) ved at bevæge P langs ækvatorlinien til centrum af stereonet - i alt 80°. Samtidig skal det skrålejrede lags pol P_s bevæges et tilsvarende antal grader i samme retning langs en lille cirkel til p_s' (fig. 84). Sandlaget er nu i horisontalstilling og samtidig er det skrålejrede lag i sin oprindelige stilling. Strømretningen for det skrålejrede lag må så være diametralt modsat det skrålejrede lags pol P_s' d.v.s. i retning 174° (fig. 84).

Udfoldning af foldede lag

4.5.3. Såfremt et lag indeholdende skrålejrede lag er foldet, kan man forsøge sig med en opfolding af laget og derved få et indtryk af orienteringen af strømretningen. Man skal dog være agtpågivende og sikre sig at laget ikke er skubbet eller drejet omkring en vertikal akse, men kun foldet omkring en horisontal akse. Om denne foldningsakse så siden er vippet el-

hen over bakken. De konklusioner, som kan drages på basis af ovenstående, udpeger de flade arealer på toppen af Sejlflod Bakke som det eneste væsentlige råstofområde. Områderne langs skrænterne, hvor lagene er umiddelbart tilgængelige på grund af den ringe mængde overjord, må derimod nedprioriteres på grund af begrænsede mængder og stærkt svingende kvaliteter.

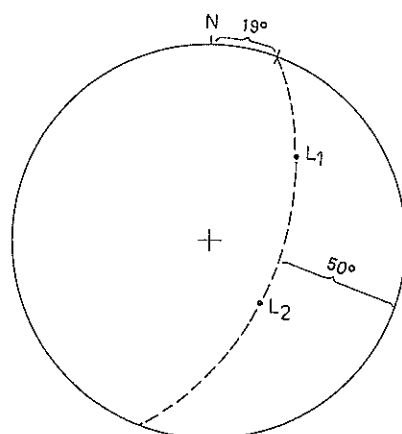
Denne konklusion har flere fordele, udover de rent råstoføkonomiske. For det første er det lettere at foretage en retabletering af de flade arealer med en efterfølgende landbrugsmæssig udnyttelse, og for det andet friholder det skrænterne med deres landskabsæstetiske kvaliteter fra gravning.

4.5. Eksempler på anvendelse af stereonettet

af John Korstgård

Måling af løse aflejringer

4.5.1. Det kan undertiden være vanskeligt direkte at måle et lags strygning og hældning, især i ukonsoliderede sedimenter. Derimod er det ofte en enkel sag at måle retning og dyk af skæringslinien mellem laget og et tilfældigt snit gennem laget. Har man sådanne skæringslinier kan lagets strygning og hældning findes på stereonettet.



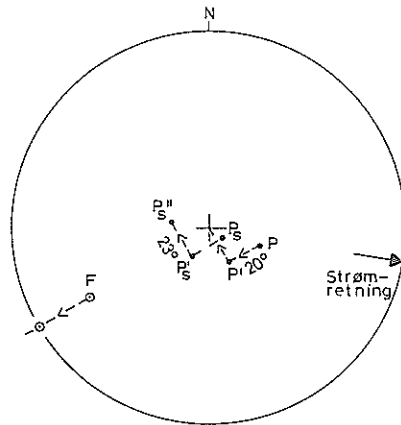
Figur 83.

Løsning

Retning og dyk af to skæringslinier er målt til L_1 : 45/27 og L_2 : 139/46. De to skæringslinier plottes i stereonettet (fig. 83). Da begge skæringslinier er indeholdt i laget skal deres projektioner i nettet ligge på den storcirkel, som repræsenterer laget i nettet. De to skæringsliniers fælles storcirkel tegnes. Denne storcirkel repræsenterer lagets strygning og hældning, som aflæses til 19/50°.

ler om laget først er vippet og siden foldet gør ikke noget, blot vipning og foldning er sket om horisontale akser.

Bevægelserne, som fører til dannelsen af en fold med dykkende akse, kan således betragtes som havende to rotationsakser, en af dem er foldningsaksen og den anden en horisontal akse vinkelret på foldningsaksen.



Figur 85.

Løsning

En foldningsakse dykker 20° i retning 240° . På en af foldens flanker 21/30NV(P) måles skrålejrings orientering til 42/10NV(P_s). Foldningsaksen F og de to planers poler plottes på stereonettet (fig. 85).

Transparentpapiret drejes til foldningsaksen ligger på ækvatorlinien. Aksen føres ud til periferien (= 20° rotation om N-S linien) og P og P_s roteres tilsvarende langs deres respektive lillecirkler til P' og P_s' . Foldningsaksen er nu vandret. Folden skal nu "foldes op" d.v.s. foldens flanke skal bringes til vandret.

Transparentpapiret drejes så foldningsaksen ligger på N-S linien. Foldens flanke bringes nu til vandret stilling til stereonettets centrum, en rotation på 23° . Samtidig roteres P_s' 23° i samme retning langs den lillecirkel, den ligger på til ny position P_s'' (fig. 85). Dette er det skrålejrings lags oprindelige position. Strømretningen er diametralt modsat positionen af P_s'' i retning 100° (fig. 85).

5. Vejledning i tektonisk beskrivelse af åbne profiler

af Erling Bondesen

5.1. Introduktion

Formålet med den tektoniske beskrivelse af råstofgrave er, foruden det overordnede at skabe grundlag for en omfattende råstofkortlægning, især det mere umiddelbare at blive i stand til at bedømme den enkelte råstofforekomst i en større sammenhæng og skabe grundlag for helt konkrete tekniske og kvantitative vurderinger. Ikke mindst på det sidste område er de tektoniske undersøgelser af betydning.

De tektoniske forstyrrelser kan anvendes som et redskab til at vurdere de rumlige forhold, som på en eller anden måde kontrollerer råstofforekomsten. Dernæst kan studiet af tektoniske forstyrrelser sammen med andre geologiske studier - især i en kvartærgeologisk sammenhæng - bidrage til en forståelse af råstoffernes tidsmæssige placering og deres rolle i det dynamisk geologiske procesforløb. Tektoniske analyser vil dermed i høj grad kunne støtte råstofkortlægningen. Endelig kan studiet af de tektoniske forstyrrelser i råstofgravene bidrage til at afgrænse geometrisk komplicerede råstofforekomster fra forekomster i mere enkle geologiske situationer.

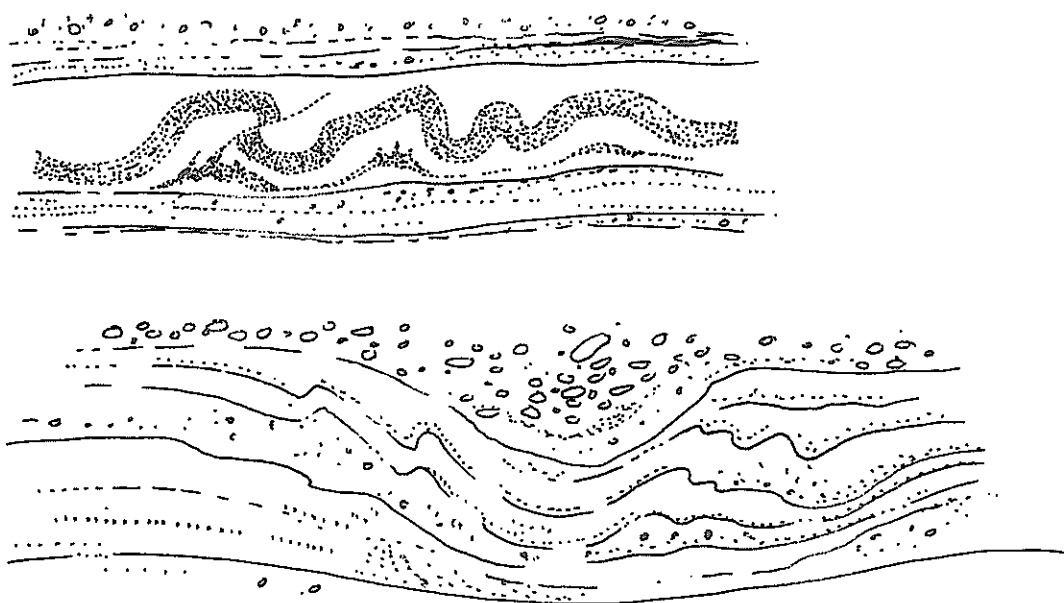
Alle de her nævnte aspekter vil kunne virke direkte økonomiserende i råstofproduktionen og vedrører dermed den enkelte virksomhed og får således også planlægningsmæssig relevans for såvel producent som forvaltningsmyndighed.

Tektonik er studiet af bevægelsesmønstre i det geologiske miljø. Langt de fleste råstofgrave - hvis ikke alle - afslører i profilerne spor efter en eller anden grad af dynamisk deformerende virksomhed. Dimensionerne af disse spor varierer fra det næppe synlige til det helt dominerende, fra det tilfældigt enkeltstående til det systematisk gennemgribende og fra det karakteristisk afgrænsede til det mangfoldigt varierede. Registreringen af de tektoniske forhold må tage hensyn til denne variationsbredde, og råstofgravene må derfor med hensyn til tektoniseringsgrad forsøges placeret i en ganske vist fiktiv "vindstyrkeskala". Dernæst må registreringen udbygges

med en dokumentation for indplaceringen i tektoniseringsgrad gennem opmåling, skitsering, fotografering af de tilstedeværende strukturer og indmåling af deres rumlige orientering. Endelig må de konstaterede, tektoniske forstyrrelser tolkes dels geometrisk, dels som dynamiske bevægelsesforløb og endelig som proces. Disse sidste krav vil naturligvis kunne føre til en lang række subjektive vurderinger, hvis accept dels afhænger af den dokumentation og den argumentation, der er lagt til grund for tolkningen, men også til en vis grad af observatørens geologiske skoling. Dette bør imidlertid ikke forlede til at undlade selv nok så ufuldstændige tolkninger, idet dette krav - eller måske snarere denne frihed - vel i de fleste tilfælde vil virke skærpende på observatørens dokumentationsarbejde og dermed øge registreringens værdi.

5.2. Tektoniske og andre forstyrrelser

Tektoniske forstyrrelser vil i råstofgravene fremtræde som deformationer af de primære, sedimentære aflejringsstrukturer. Deformationer kan imidlertid fremkomme på forskellige måder afhængig af de mekaniske forhold i aflejringen på deformationstidspunktet. Det vil i beskrivelsen være af værdi at skelne mellem disse. En sådan sondring vil i en række tilfælde være forholdsvis let, mens det i andre kan være overordentlig vanskeligt.



Figur 86. Sedimentære deformationer eller penekontemporære deformationer. Øverst ses foldninger i ler- og siltlag nederst udglidninger i forbindelse med erosionskanal før aflejringen af nyt sediment.

Penekontemporære forstyrrelser

5.2.1. En række strukturer er for det første dannet i forbindelse med sedimentationen eller umiddelbart herefter. Sådanne penekontemporære strukturer vil det i almindelighed være muligt at identificere, idet de er knyttet enten til sedimentationsplaner eller lagenheden. Egentlige tektoniske forstyrrelser kan derfor opfattes som enhver ydre påvirkning af større sedimentmasser, som ikke umiddelbart kan tilskrives selve sedimentationsprocessen eller forholdene i sedimentet umiddelbart efter aflejringen.

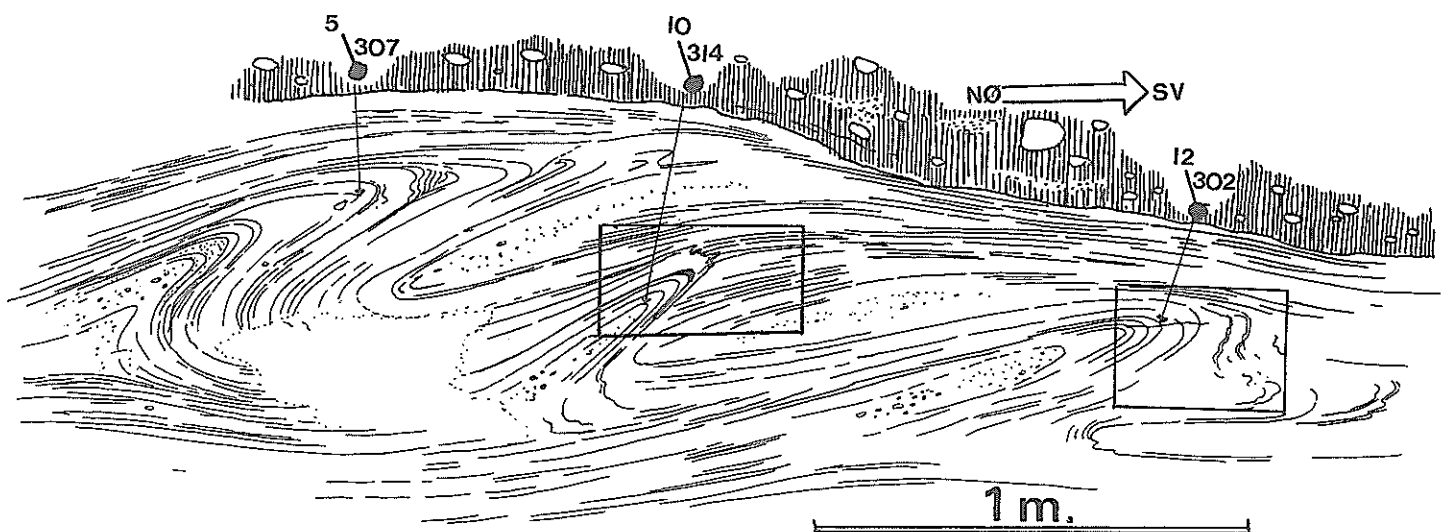
Tektoniske forstyrrelser vil således i almindelighed være deformationer fremstået som følge af en dynamisk påvirkning af den "færdigaflejrede" sedimentmasse.

Istryktektoniske forstyrrelser

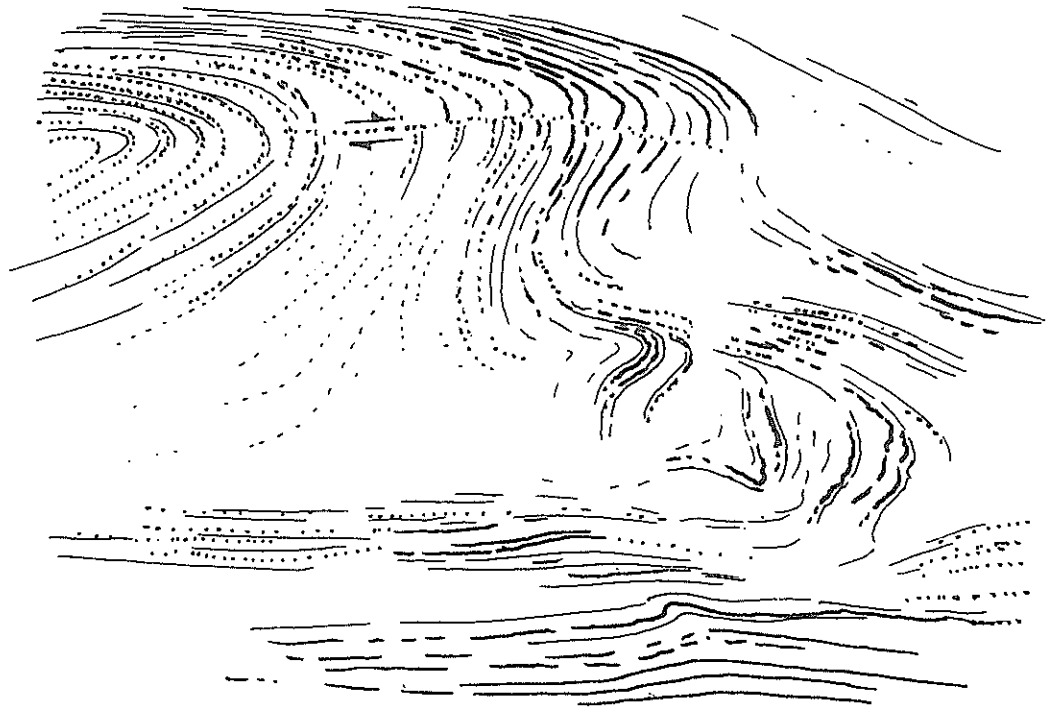
5.2.2. De fleste forstyrrelser vil kunne tolkes som resultat af bevægelser i kvartærtidens ismasser og de fikserede sedimenter foran, under eller inkorporeret i ismasserne. Hovedtendensen vil være forskydningsbevægelser - skær eller shearbevægelser - eller en lateral kompression. Der vil være en vis høj grad af regelmæssighed i strukturelementernes rumlige geometriske arrangement.

Kollapstektoniske forstyrrelser

5.2.3. Tektoniske forstyrrelser i den færdigaflejrede lagpakke vil også kunne være et resultat af isens afsmeltning og de rumfangsændringer, der herved finder sted - skred eller kol-



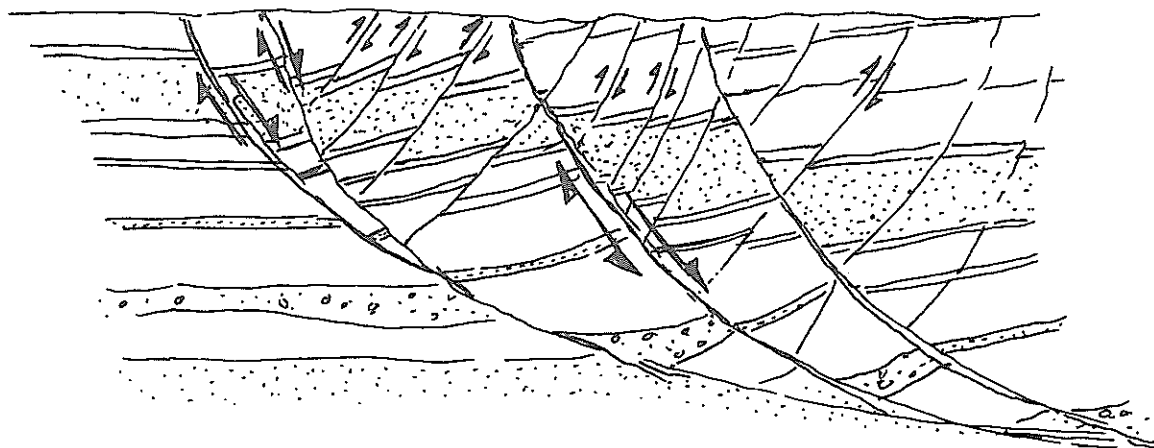
Figur 87. Istryktektoniske bevægelser i smeltevandssand. Folderne viser tydelig overkipping i istrykkets retning.



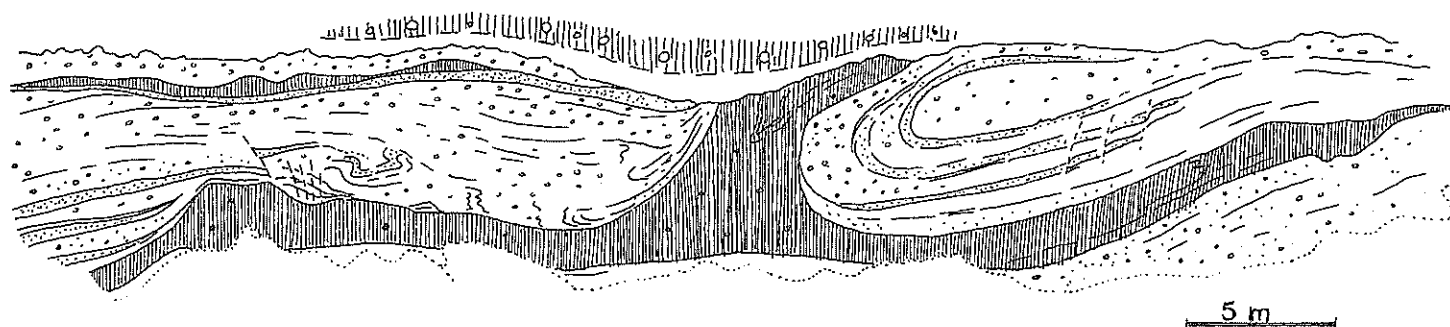
Figur 88. Detalje fra fig. 87 (ramme til højre).



Figur 89. . Detalje fra fig. 87 (ramme til venstre). Bemærk, at der udvikles en falsk lagdeling parallelt med aksialplanet i folden. Denne "aksialplanskifrighed" dominerer strukturerne i den øverste del af graven og fremgår af fig. 87.



Figur 90. Forkastningsbevægelser i grus som følge af sammensynkning (kollaps) eller skred mod højre. Bemærk, at der forekommer både revers og normal forkastninger.



Figur 91. Stenet leret sand (lodret skraveret) som er presset op nedefra (intruderet), og som tilsyneladende er årsag til dannelsen af store foldestrukturer.

lapstektoniske forstyrrelser. Den overvejende deformerende kraft vil her som regel være tyngdekraften, idet sedimentmasserne ved bortsmeltningen af den understøttende is eller interne ismasser bliver ustabile og skrider ud eller kollapser. Den strukturelle regelmæssighed er mindre iøjnefaldende uden dog at være kaotisk.

Forstyrrelser p.g.a. fysisk kontakt

5.2.4. Tektoniske forstyrrelser kan også skyldes materialernes instabilitet som følge af den fysiske kontakt, der vil være mellem vandfyldte sedimentter i henholdsvis frossen og ufrossen tilstand. Der tænkes her især på grænseforholdene mellem permafrostzonen og de underliggende, optøede og vanddruknede masser. Det strukturelle mønster er her præget af en vis kaotiskhed og ofte ledsaget af intrusive strukturformer.

Neotektoniske forstyrrelser

5.2.5. Endelig skal nævnes, at egentlige tektoniske bevægelser - jordskorpebevægelser - til forskel fra ovennævnte gla-

cialtektoniske bevægelser, vil kunne give sig udslag i strukturdannelser. Det vil især være tilfældet i råstofgrave i prækvartære dannelser og især i områder nær tektonisk aktive zoner f.eks. Den fennoskandiske Randzone i Østsjælland og Vendsyssel og i forbindelse med saltstrukturer. Det må derfor ikke udelukkes, at postglaciale såkaldte neotektoniske bevægelser kan forekomme, og der vil da helt overvejende være tale om forkastningsbevægelser.

Ud fra de ovennævnte dannelsesmåder for strukturer i vore råstofgrave, skal der i det følgende gives en oversigt over forskellige strukturelle begreber, som det vil være nyttigt at anvende i beskrivelsen af gravene. Denne oversigt vil være baseret på simple, mekaniske principper og på geometiske forhold.

5.3. De strukturelle former

De strukturelle former kan give sig mange forskellige udtryk afhængig af sedimentets fysiske tilstand i deformationsøjeblikket, dets deformerbarhed og karakteren af kraftpåvirkningen, formentlig først og fremmest kraftpåvirkningens hastighed.

Vandindholdets betydning

5.3.1. Det er dog for glacialtektoniske strukturers vedkommende ikke bare sedimentets lithologiske karakter af ler, sand og grus, der er afgørende for deformerbarheden, men i nok så høj grad sedimentets vandindhold, og at dette som en ismasse er deformeret. Is opfører sig rheologisk - d.v.s. under deformation - dels i alle grader af plasticitet og dels stift. Is deformeres ved plastisk deformation dels gennem en viskos flydning, dels gennem en laminar flydning og endelig ved bøjning. Ved stiv deformation opfører is sig som et skørt materiale og med overgange til semiplastisk deformation - bøjning. Isens og dermed det frosne sediments deformationsegenskaber er afhængig af en lang række parametre som temperatur, tryk og krystallisationsforhold, ikke mindst krystalstørrelse og orienteringen af glideplaner i krystallerne.

Der er altså ved glaciotektonisk deformation ikke den samme overensstemmelse mellem materialer og deformationsmønstre som ved egentlige tektoniske deformationer (f.eks. ler og skifers deformation i modsætning til kvartsit og kalksten), da det mere er sedimenternes frosne vandindhold i form af is, der

kontrollerer de tektoniske former end det egentlige sedimentmateriale.

Alligevel vil formresultaterne af glacialtektoniske deformation omfatte alle de samme strukturformer, som antræffes ved egentlige tektoniske bjergartsdeformationer under højt tryk og temperatur som f.eks. i bjergkædezonerne, idet variationsbredden i fysisk-mekaniske egenskaber åbenbart er nogenlunde identiske i de to geologiske miljøer.

5.4. Stiv deformation: Forkastninger

De former, som den stive deformation - bruddeformationen - giver sig udslag i, vil være de velkendte forkastningstyper normal - og reversforkastninger.

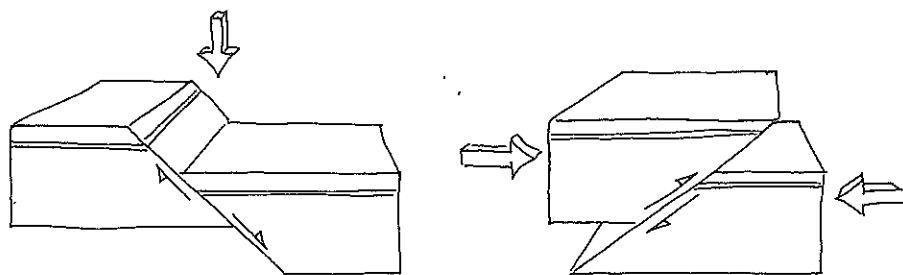
Normal- og reversforkastninger

5.4.1. Normalforkastninger er fremstået som et resultat af, at den største kraftpåvirkning er vertikal og lig med tyngdekraften. Reversforkastningen er fremstået som et resultat af en horisontal eller subhorisontal orientering af den største kraft (f.eks. et istryk).

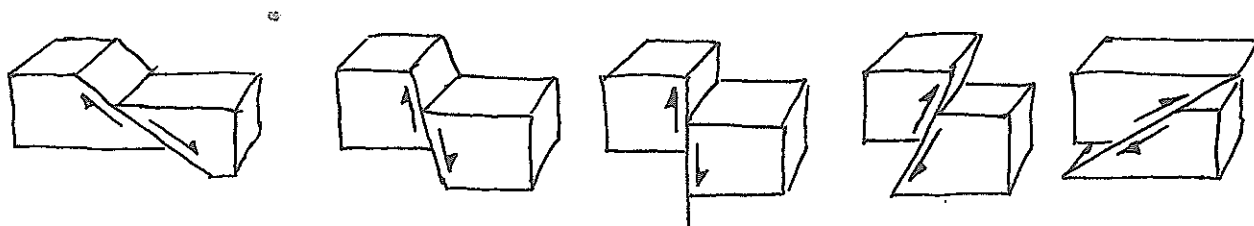
Forkastningsplanerne for begge typer forkastninger kan have større eller mindre hældning og over større distancer være buede, således at en stejl forkastning kan gradere over i en mere fladtliggende. Selve forkastningsplanets orientering (strygning) er ikke nødvendigvis udtryk for, at den deformende kraft var orienteret vinkelret herpå. Forkastningerne kan være dele af forkastningsmønstre (konjugerende systemer), hvor deformationskraften var orienteret i skæringsvinklerne mellem hinanden skærende forkastninger. Der vil da ofte være tale om et vist beløb af lateral bevægelse langs forkastningsplanet, hvilket ofte kan være meget vanskeligt at konstatere i en råstofgravs vertikale profiler. Konjurerede systemer af forkastninger vil fremgå af koncentrationer af forkastningernes strygninger indenfor et mere begrænset parti af en råstofgrav. Det vil da ofte med nogen sikkerhed kunne konkluderes, at kraftpåvirkningens retning vil ligge i en af vinklerne mellem strygningskoncentrationerne bestemt ved tendensen af de reverse forkastninger.

Forkastningssværme

5.4.2. Forkastninger - både reverse og normale - vil i råstofgravens vertikale profiler ofte fremtræde som sværme,



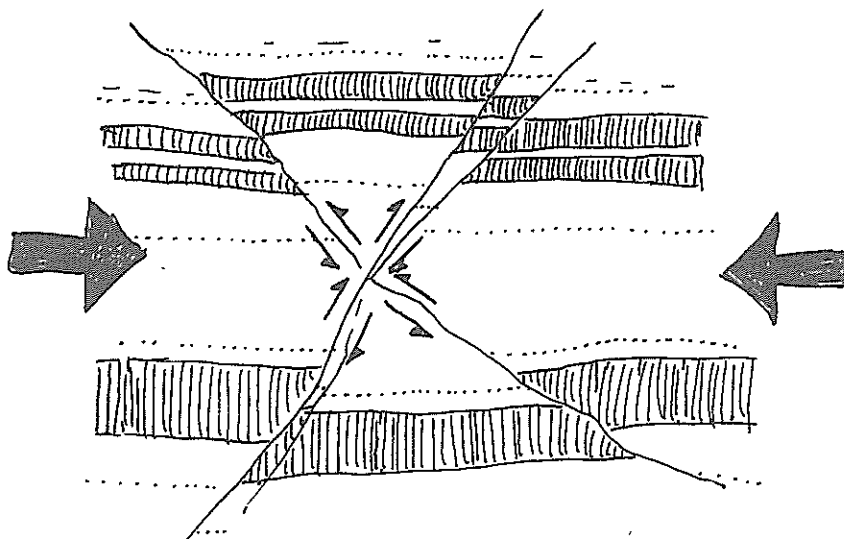
Figur 92. Normal- (t. v.) og reversforkastning (t. h.).



Figur 93. Forkastningsplaner med varierende hældning (flad, stejl og vertikal).

der udtrykker en mere eller mindre udpræget laminar opdeling af sedimentmasserne. Hældningsvinklerne i sådanne laminare systemer vil ofte vise en systematisk variation i en bestemt retning. Sådanne systematiske vifter af forkastningsplaner angiver eksistensen af større tektoniske enheder som flager eller skred.

I forbindelse med systemer af f.eks. normalforkastninger kan der ofte forekomme reverse småforkastninger. Disse vil ofte kunne forklare som en konsekvens af bevægelsesforløbet i det større system af normalforkastninger. Endelig kan såvel normale som reverse forkastninger forekomme som enkeltstående fænomener.



Figur 94. Krydsende (konjurerende) forkastninger som resultat af kompression.

Det er ikke ualmindeligt at finde mere eller mindre brede zoner i råstofgravens profiler, hvor de sedimentære strukturer er udviskede, således at sedimentet fremtræder som mere eller mindre strukturløs "moræne". Disse fænomener kan tolkes som "knusning" eller en formaling af sedimentet som følge af mere eller mindre intens gennembevægelse på samme måde som myloniter og knusningszoner er det i grundfjeldet. I enkelte situationer kan ligeledes breccieagtige strukturer erkendes.

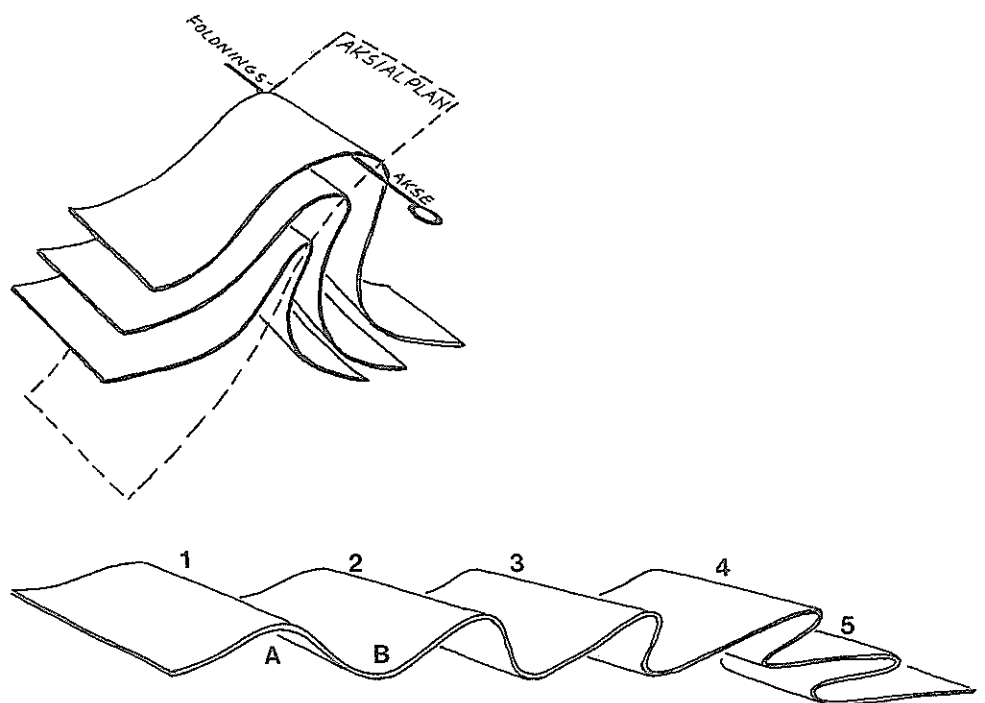
5.5. Plastisk deformation: Folder

Foldeformer

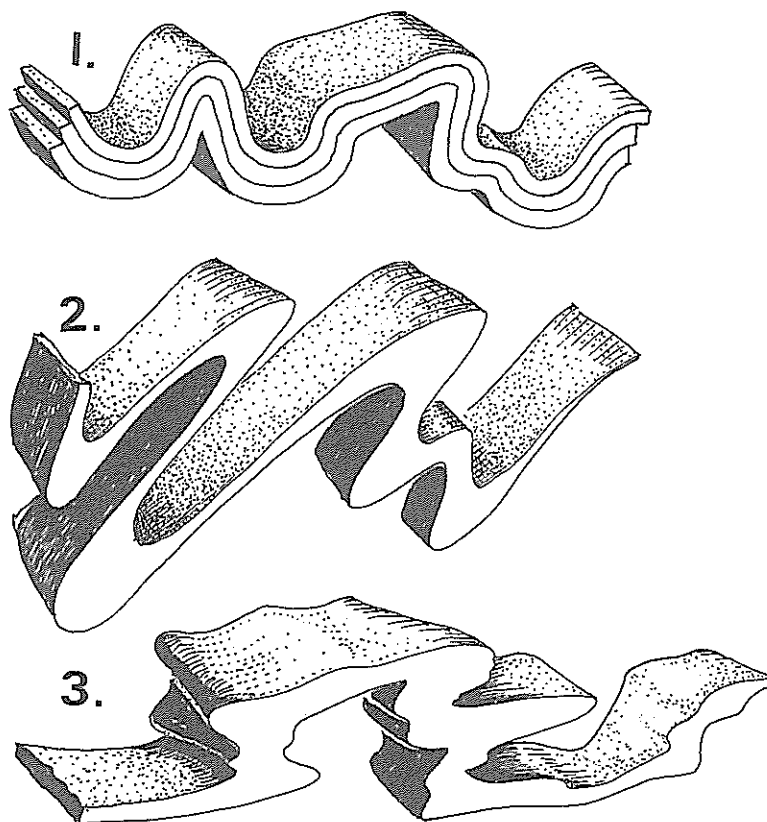
5.5.1. Plastiske deformationer i råstofgravene giver sig først og fremmest udslag i folder. Foruden den almindeligt anvendte terminologi for foldeformer - graden af åbenhed og overkipning - er det i beskrivelsen af foldeformerne nyttigt at notere sig aksialplanet eller "symmetri"planets beliggenhed.

Foldemekanismer

5.5.2. Et udtryk for de fysiske forhold under deformationen vil kunne etableres gennem en bestemmelse af den mekanisme, der ligger til grund for foldningen. Svag deformation gi-



Figur 95. Foldeformer og foldegeometri. Øverst en antisklinal med angivelse af aksialplan og foldningsakse. Nederst foldeformer: A = antisklinal, B = synklinal. 1) Åben symmetrisk fold, 2) Åben asymmetrisk, 3) Overkipet åben, 4) Overkipet tæt og 5) Liggende isoklinal fold.



Figur 96. Foldemekanismer. 1. Bøjningsfolder, hvor lagtykkelsen er den samme overalt i folden, målt vinkelret på lagplanerne. 2. Lamelfolder (shear-folder), hvor lagtykkelsen målt vinkelret på lagplanerne varierer overalt i folden, men hvor afstanden fra lagplan til lagplan målt parallelt med aksialplanet er næsten konstant (se f.eks. fig. 87). 3. Flow-folder, hvor der er en større grad af uregelmæssighed med koncentration af materiale i ombøjningszonerne.

ver sig udtryk i som regel isolerede bøjningsfolder, mens mere intens deformationer giver sig udtryk i lamelfolder med kraftigt "fortykkede" ombøjningszoner og flow-folder med uregelmæssig differentialfoldning af forskellige lagenheder.

Da folder ofte kan være af ret store dimensioner og helt inverterede, er det ligeledes vigtigt at notere sig stratigrafisk op/ned relationer ved hjælp af sedimentære strukturer, men det skal dog påpeges, at det som regel vil være umuligt at finde sedimentære strukturer som skrålejring i dertil egnede sedimenter, da disse ved bevægelserne er udviskede eller helt ødelagte.

Ikke mindst ved studiet af de plastiske deformationer må man imidlertid være meget opmærksom på den formforvridning, der finder sted ved skæve snit, som profilvæggene som regel danner i forhold til foldernes sande form. Ved studiet af deformationerne må man også være opmærksom på hinanden overprægede foldninger. Dobbeltfoldninger kan konstateres ved måling af aksevariationen i samme foldeform.

Bestemmelse af den deformerende krafts retning

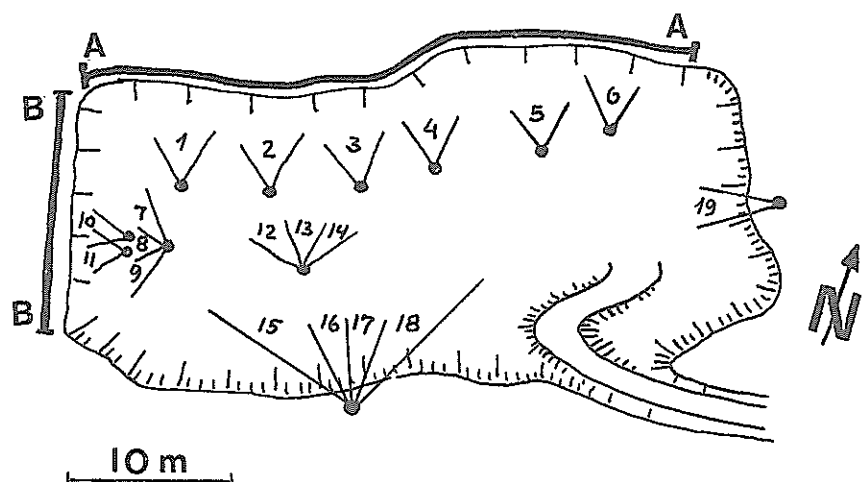
5.5.3. Orienteringen af de deformerende kræfter kan ved plastiske deformationer bestemmes som retningen vinkelret på foldningsaksen sammenholdt med overkipningen eller vergensen i strukturerne. Det må dog påpeges, at der kan være en del variation i foldningsaksernes retning. En istryksretning kan dog alligevel med en vis sikkerhed bestemmes i mere intensivt og derfor som regel mere homoaksiale foldningsmønstre. Deformationsretningen bør derfor fremgå af en helhedsanalyse af et foldningsmønster eller tolkning heraf.

5.6. Registreringen

Ved registreringsarbejdet i råstofgravene er det ikke mindst ved registreringen af tektoniske data vigtigt, at disse er så nøjagtigt lokaliserede som muligt. Hertil tjener kortlægningen af gravene som omtalt side 153. Ved kortlægningen af gravenes form åbnes mulighed for nøjagtigt at angive profiler, der gøres til genstand for mere detaljerede studier. Ligeledes er kortet velegnet til at angive fotopositioner og de fotograferede profildele.

Profiltegningen

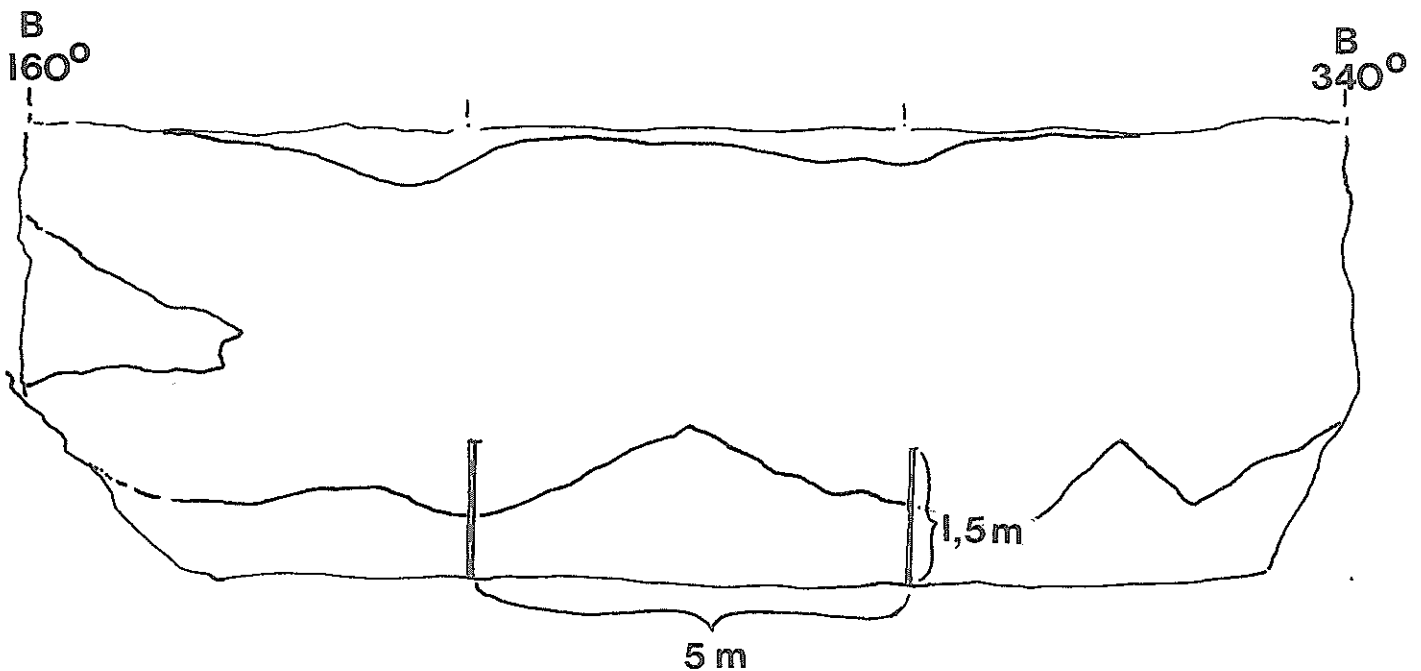
5.6.1. Selve profilerne opmåles lettest ved anbringelse af 1 meter eller f.eks. 5 meter markeringer for foden af profilet. Som markering er landmålerstokke velegnede, men andre former for markeringer - sten eller pinde - er naturligvis også anvendelige. Profilet optegnes lettest på kvadreret papir, og de vertikale dimensioner kan på tilfredsstillende vis indtegnes



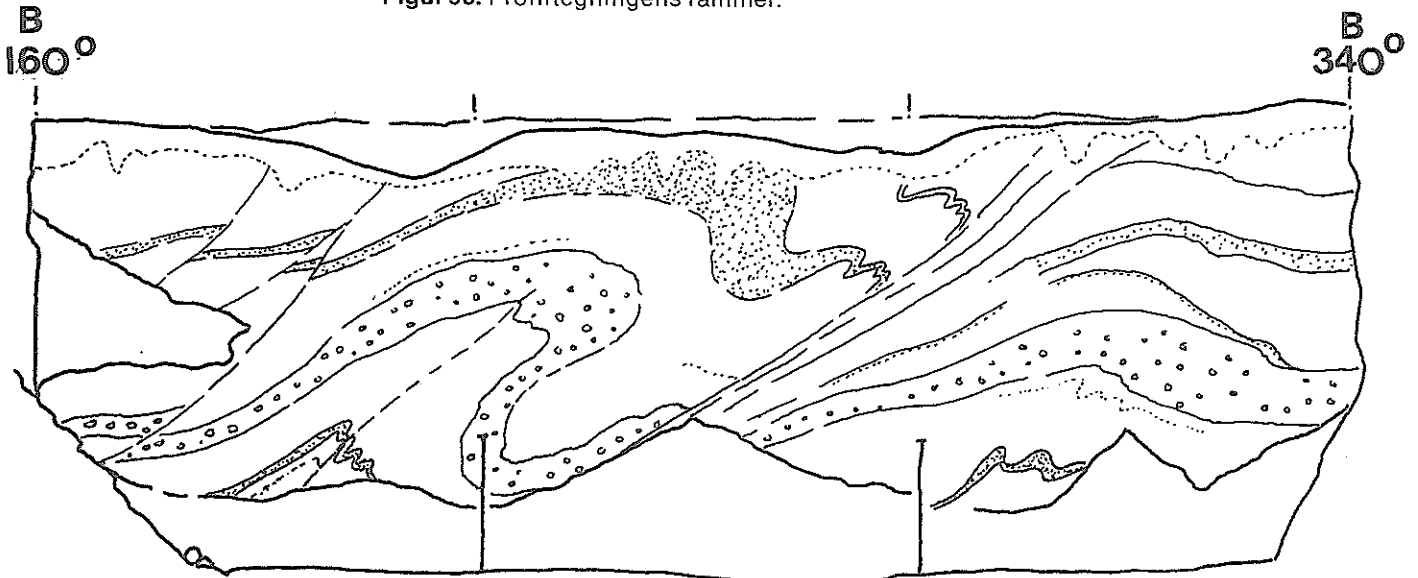
Figur 97. Kortskitse af råstofgrav med angivelse af profiler og fotovinkler.

ved fra en passende lang afstand at oprejse de horisontale afstande v.h.a. en blyant sigtet i den strakte arm. Inden indtegningen af de geologiske strukturer er det ofte hensigtsmæssigt først at skitsere profiltegningens rammer - profilets form og indtegne de ikke blottede arealer og f.eks. nedskredet materiale.

De tektoniske strukturer bør indtegnes i den form, de ses i profilet. Det er vigtigt i første omgang kun at indtegne de strukturer, der kan rummes i profilets skala og ikke fortabe sig i detaljer, selv om disse er nok så interessante og iøjnefaldende, idet man er tilbøjelig til at overdimensionere disse. I anden omgang skitseres de strukturelle detaljer i en større og



Figur 98. Profiltegningens rammer.



Figur 99. Profiltegningen med de geologiske strukturer indtegnede.

mere passende skala med målangivelse, og detailskitsens placering i profilet angives. Hvis man har mulighed for at anvende fotografering og disponere over billederne indenfor et passende tidsrum, d.v.s. inden profilet evt. ved gravning har ændret sig, eller bedst at anvende et polaroidkamera, er dette naturligvis en fordel. Fotografiet afbilder imidlertid alle detaljer også geologisk irrelevante og forstyrrende forhold som f.eks. skygger. Det må derfor stærkt anbefales også at fremstille det tegnede profil med de, ganske vist forenkledede, men alligevel geologisk betydningsfulde, linier. Endelig kan man jo tegne profilet på fotografiet.

Det må anbefales, at man tager sig god tid til optegning af profilet, idet man ved den stadige iagttagelse som regel opnår en stadig større forståelse af de enkelte formers indbyrdes sammenhæng og ved selve tegnearbejdet løbende gør nye iagttagelser og opdagelser - f.eks. af skæringsforhold, vergensrelationer og lignende, der vil være af betydning for dokumentationen, beskrivelsen og målearbejdet.

Profiltegningen skal helst være nået til en tilfredsstillende afslutning, inden målearbejdet tager sin begyndelse. Dette fordi man uvægerligt gennem målearbejdet især i løse sedimenter ødelægger eller ændrer profilet, således at de gennem vind og vands virksomhed udmodellerede og mere markerede træk går tabt.

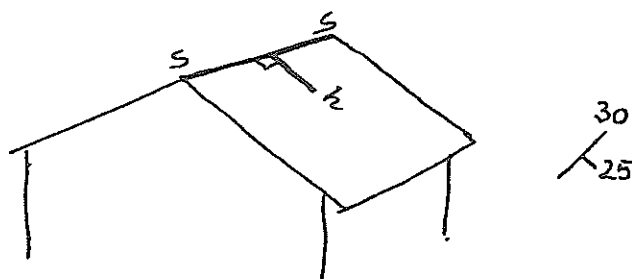
Målearbejdet

5.6.2. Ved profiltegningen er der skabt et overblik over strukturernes indbyrdes sammenhæng og måske en begyndende forståelse af det dynamiske forløb, der har ført til dannelsen af strukturerne. Det er imidlertid først gennem målearbejdet og behandlingen af målingerne, at der skabes dokumentation for strukturernes sande rumlige forhold, idet som tidligere nævnt de tilfældige snit, som råstofgravenes vægge repræsenterer, kan forvride og "overdimensionere" strukturernes sande former. En relativt simpel og blød fold kan således ved snit parallelt med foldningsaksen fremtræde som en liggende, næsten isoklinal fold. Et sandt billede af deformationsmønstret opnås først ved snit parallelt med bevægelsesretningen d.v.s. vinkelret på foldningsaksen eller vinkelret på forkastningsplanerne. Sådanne sande snit kan først etableres, når de rumlige geometriske forhold er fastlagt ved målinger.

Målingerne foretages med et kompas som retninger regnet fra 0° til 360° og med et klinometer, en hældningsmåler, som enten kan være indbygget i kompasset som en løsthængende nål, eller som blot kan være en nål centreret i en gradskala. Hældninger fastlægges i grader regnet fra horisontal 0° til vertikal 90° .

Måling af planer

Planerne fastlægges ved to målinger, strygningen eller retningen af fladens skæring med horisontalplanet og hældningen, der er den vinkelrette på strygningen i planet. Opfatter man planet som en tagflade, er strygningen retningen af tagryggen og hældningen tagfladens største vinkel, der er vinkelret på tagryggen. Da et tag - som regel - har to tagflader, og der således er to mulige hældninger om samme strygning, må hældningen forsynes med en retningsangivelse, for at man kan skelne, hvilken tagflade man har målt. Planer kan være lagflader, forkastningsplaner, sprækker, men kan også være imaginære planer som aksialplaner (symmetriplaner) i folder.

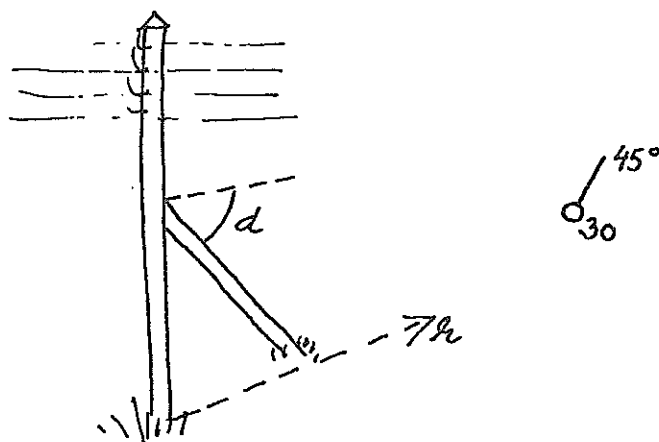


Figur 100. Strygningen s-s og hældningen h samt symbolet for det målte plan, der her stryger 30° og hælder 25° mod sydøst.

Måling af linier

Linier fastlægges også ved to målinger - retningen og dykket. Retningen måles i dykretningen, idet linien projiceres lodret op i horisontalplanet, og dykket er den vinkel, linien danner med horisontalen i dette lodrette projektionsplan. En skråstiver til en telefonpæl har således retning væk fra telefonpælen i det plan, der dannes af skråstiver og pæl, mens dykket er skråstiverens vinkel med pælen minus 90° (idet dykket regnes ud fra horisontalen).

Det er som regel ikke muligt umiddelbart i profilet at etablere tilstrækkeligt sikre målbare elementer. Indmålingerne finder lettest og sikrest sted ved at fremstille passende snit i strukturerne med f.eks. en dolk eller murerske. Hvis det er muligt, skæres to vertikale snit vinkelret på hinanden fortringsvis i strygning- og hældningsretningen, der så direkte kan måles.



Figur 101. Retningen r og dykket d for en linie. Ved siden af er vist symbolet for en foldningsakse med retningen 30° og et dyk på 45° .

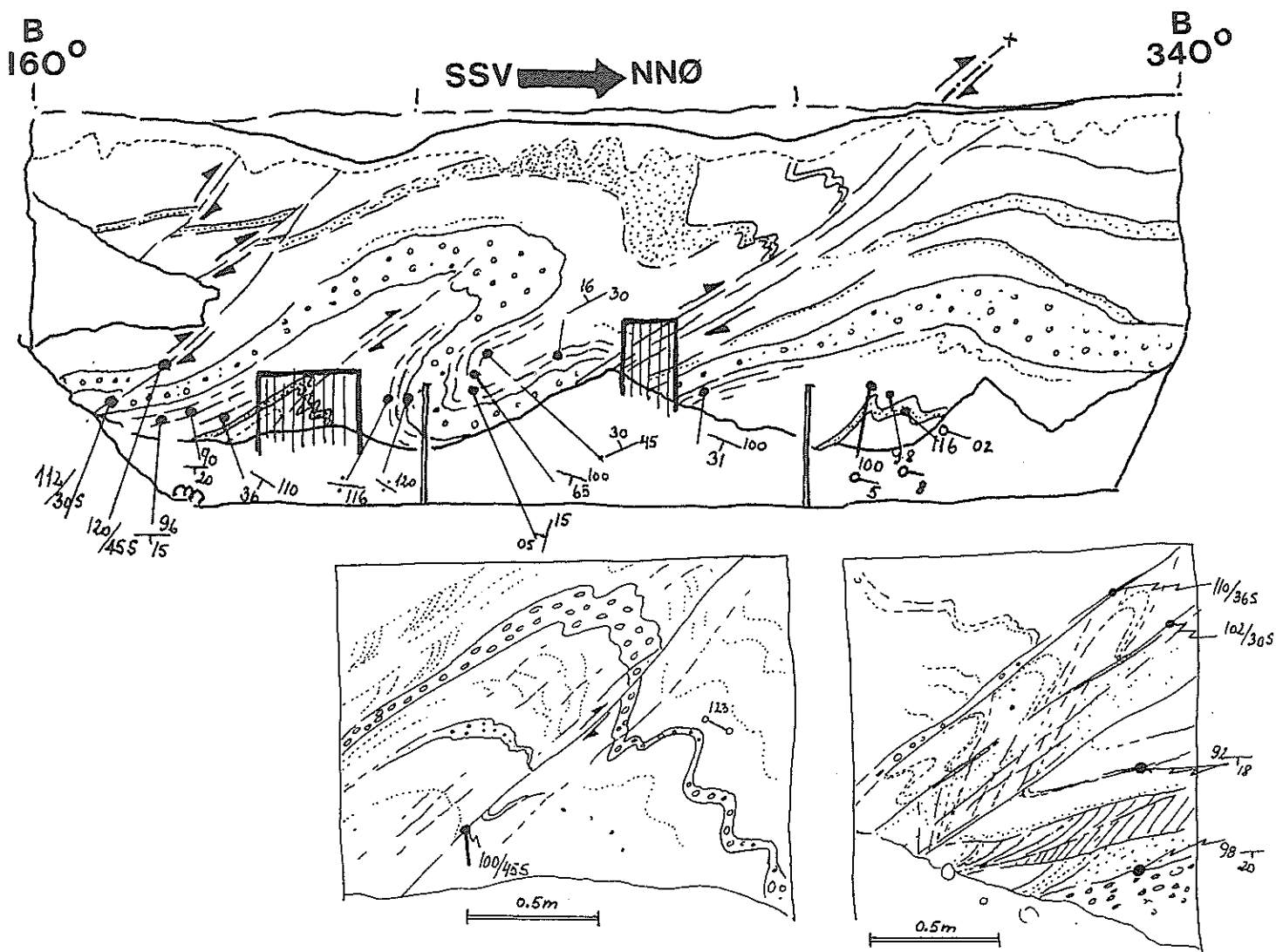
Er dette ikke muligt, kan man lave to tilfældige vertikale snit og måle snitfladernes retninger og hældningen af lagsporet på disse flader og derefter konstruere den sande laghældning på en stereografisk projektion (jf. 4.5.1).

Lineære strukturer som f.eks. foldningsakser måles enklest ved gennem flere snit i strukturen af etablere et indtryk af aksens retning og dyk, der derefter kan markeres med en blyant eller en pind, der presses ind i profilet, der derefter måles. I strukturer, der indeholder en vertikal lagstilling, bør denne ofres særlig opmærksomhed, idet denne er udtryk for aksens retning. Aksens dyk findes derefter i et snit i vertikalens retning som sporet af et hældende lagplan.

De målte orienteringer opføres, hvis det er muligt af pladshensyn, direkte på profilretningerne. Hvis der er udført mange målinger, opføres disse i lister med omhyggelig reference til målestedet på profiltegningerne.

5.7. Behandling af målematerialet

For at skabe et overblik over de udførte målinger og deres eventuelle sammenhæng, spredthed, karakteristiske variationer og grupperinger kan det være nyttigt at behandle målematerialet grafisk. Dette må helst finde sted allerede under feltarbejdet, således at det mønster der tegner sig, eventuelt allerede inddrages på stedet i det videre målearbejde og i tolkningsprocessen. Et værktøj til sådan grafisk behandling er den stereografiske projektion, der også kan anvendes til simple analyser og konstruktioner.



Figur 102. Profiltegningen fra fig. 99 med målinger påført samt resultatet af tolkningen udtrykt i bevægelsesforløbet. Desuden er de to detailtegninger fra profilet vist.

Stereografiske projektioner

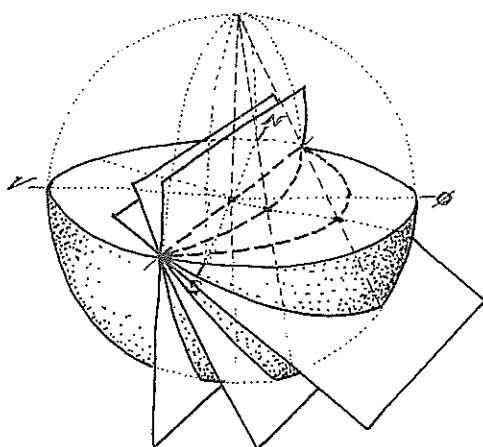
5.7.1. En stereografisk projektion er en afbildning af en halvkugle med gradinddelinger - en halv globus. Er snittet langs ækvator tales om en Billings projektion, er snittet langs en længdegrad tales om enten et Wulff net, hvor længde- og breddelinierne overalt står vinkelret på hinanden, og hvor der er tale om en vinkeltro projektion, eller om et Schmidt net, hvor længde/bredde nettet er arealtro. I det følgende anvendes Wulff net, der er det almindeligst brugte. Schmidt net anvendes ved statistiske analyser af et stort mælemateriale.

Man kan anvende den stereografiske projektion enten ved betragtning af halvkuglen som øvre eller nedre. Almindeligvis betragter man i tektoniske analyser nedre halvkugle, men bør aligevel altid angive, hvilken halvkugle man har anvendt.

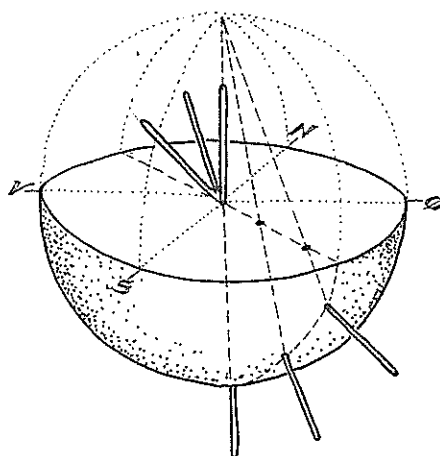
Afbildning af planer og linier

5.7.2. Et hældende plan vil i den stereografiske projektion afbildes som en storcirkel, der er en projektion af planets skæring med kuglefladen, idet projektionspunktet er øvre halvkugles polpunkt. På samme måde vil en linie projiceres som et punkt, det punkt, hvor linien skærer halvkuglen projiceret op i det horisontale plan med øvre halvkugles toppunkt som projektionspunkt. Et vertikalt plan vil således afbildes som en ret diagonal linie og en vertikal linie som et punkt i centrum af den stereografiske projektion, mens et horisontalt plan og en horisontal linie vil afbildes som hele den stereografiske projektions omkreds og to punkter på omkredsen.

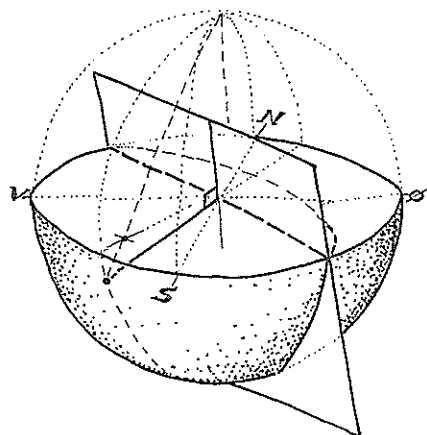
Man er på denne måde ved hjælp af den stereografiske projektion i stand til at sammenligne målte linier og planer, idet de henføres til samme referencepunkt - kuglens centrum - og



Figur 103. Et vertikalt og to hældende planer betragtet i nedre halvkugle. Projektionen af planerne afbildes som storcirkler, der angives som punkterede linier. Det vertikale plans "storcirkel" er en ret linie. (Se i øvrigt fig. 106).



Figur 104. En vertikal og to dykkende linier betragtet i nedre halvkugle. Deres projektioner afbildes som punkter (se fig. 107).

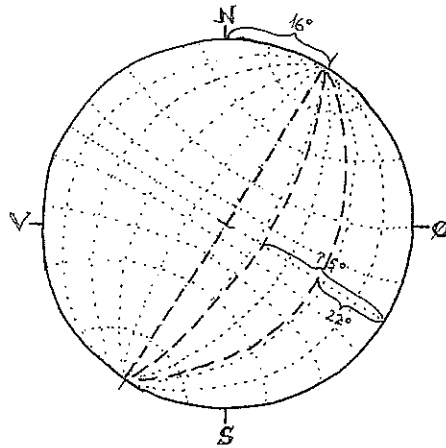


Figur 105. Et plan betragtet i nedre halvkugle visende planets projektion som en storcirkel og plannormalens projektion som et punkt (se fig. 108).

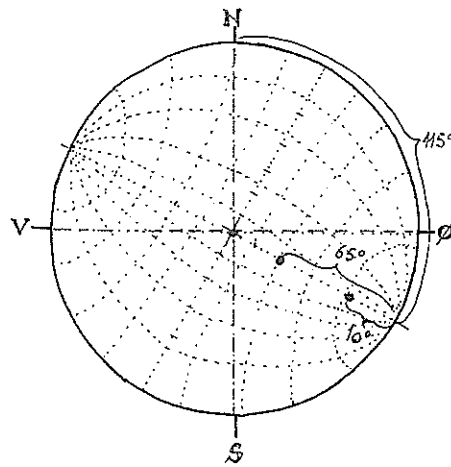
man vil kunne måle vinkler mellem linier og planer. Man er ligeledes i stand til at observere grupperinger og variationsmønstre mellem målinger. Det er derfor ofte at foretrække, hvis der er tale om mange målinger af planer, ikke at afbilde disse som storcirkler, da mange hinanden skærende storcirkler let bliver helt uoverskuelige, men i stedet afbilde planerne ved disses normaler, således at hvert plan repræsenteres ved et punkt i den stereografiske projektion.

Anvendelse af Wulff net

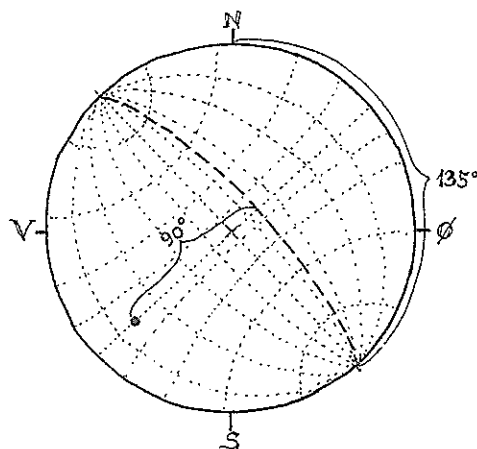
5.7.3. I praksis udfører man afbildningen af måledata ved at anbringe et stykke transparent papir over en trykt gengivelse af en stereografisk projektion (f.eks. et Wulff net) med en nål eller tegnestift gennem centrum, således at det transparente papir kan roteres i forhold til det trykte net. På transparentpapiret markeres nettets omrids og de fire verdenshjørner, og det underliggende net drejes ind i den målte strygningsretning. Det målte plans storcirkel vil herefter kunne tegnes på transparentpapiret ved at tælle det målte antal grader fra centrum ud langs det underliggende nets "ækvatorlinie" i hældningens retning. Ønsker man at afhilde planet ved dets normal tælles $90^\circ \div$ hældningen langs "ækvatorlinien", men modsat hældningsretningen. Man kan også tælle hældningens værdi ind fra den modstående periferi, og planet markeres med et punkt. En linie afbildes på tilsvarende vis ved at rotere nettet i forhold til transparentpapiret til nettet er orienteret i liniens retning. Liniens dyk fremkommer ved at tælle den målte værdi ind fra polpunktet i periferien og linien afbildes som en prik eller ved et symbol f.eks. foldningsaksens.



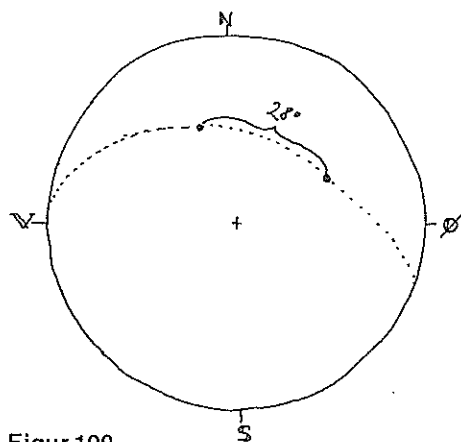
Figur 106. De tre planer fra fig. 103 plottet i et Wulff-net diagram. Strygningen er 16° og hældningen vertikal, 75° SØ og 22° SØ. Planerne er markerede som storcirkler. Positionen af det undrørliggende, trykte net er angivet ved prikket stregsignatur, mens det overliggende diagram med verdenshjørneangivelser er fuldt optrukket.



Figur 107. De tre linier fra fig. 104 plottet i et Wulff-net diagram. Retningen er 115° , mens dykkene er vertikal, 65° og 10° . Orienteringen af det underliggende trykte net (prikkede linier) og det overliggende transparente diagram (fulde linier) er vist.



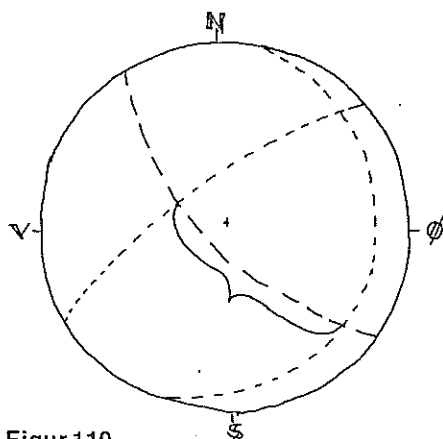
Figur 108. Planet fra fig. 105 plottet i et Wulff-net diagram, dels som storcirkel og dels som plannormal. Strygningen er 135° og hældningen 75° NØ.



Figur 109.

Vinklen mellem to linier

5.7.4. Det er muligt på en let måde at måle vinkler mellem f.eks. linier eller planer på den stereografiske projektion. Vinklen mellem to linier (på projektionen afbildet som punkter) findes ved at rotere de to punkter, så de falder på en storcirkel, hvorefter gradantallet mellem de to punkter langs storcirklen kan måles (fig. 109).



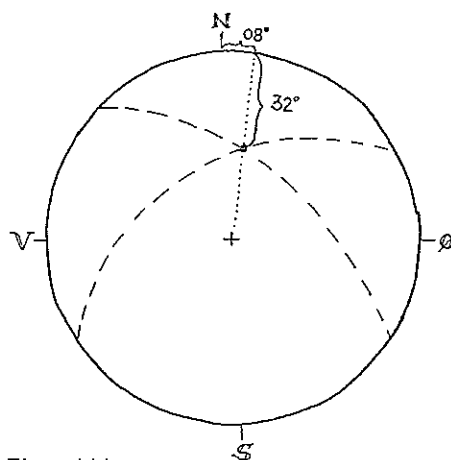
Figur 110.

Vinklen mellem to planer

5.7.5. Det samme gælder mellem to punkter repræsenterende plannormaler. Er planerne afsat som storcirkler, bliver man nødt til at konstruere den storcirkel, der er vinkelret på begge planstorcirklerne. Vinklen er da gradantallet mellem de to planstorcirklers skæringspunkter med den konstruerede normalstorcirkel langs med denne (fig. 110).

Skæringslinien mellem to planer

5.7.6. Skæringslinien mellem to planer, f.eks. forkastningsplaner, kan ligeledes let konstrueres ved at indføre de

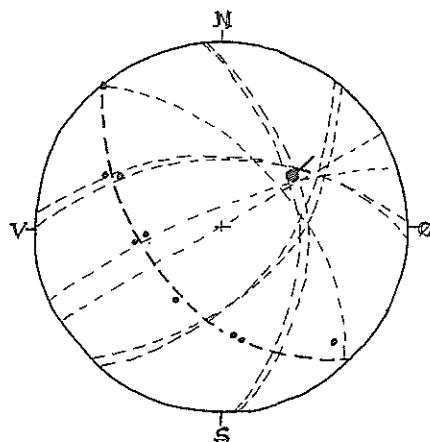


Figur 111.

målte planer i den stereografiske projektion som storcirkler. Det punkt, hvor de to storcirkler skærer hinanden - som repræsenterer skæringslinien - roteres hen på det underliggende nets polforbindelseslinie. Herefter kan skæringsliniens retning aflæses som vinklen mellem polpunktet (på periferien) og nordmærket på transparentpapiret, mens dykket er gradantallet fra periferien ind langs det rette polforbindelseslinie til planstorcirklernes skæringspunkt (fig. 111).

Konstruktion af foldningsakser

5.7.7. Det kan i mange tilfælde også være en fordel at konstruere foldningsaksen i en fold, især hvis denne er af store dimensioner og ikke kan måles direkte. I en fold vil foldningsaksen være den linie, der er fælles for alle lagplaner i folden. Foldningsaksen vil derfor være den linie, hvor lagplanerne - i det ideelle tilfælde - skærer hinanden. På den stereografiske projektion burde derfor alle lagplanernes storcirkler skære hi-



Figur 112. Konstruktion af foldningsakse ud fra en række lagplanmålinger i en foldestruktur. Lagplanerne er dels plottet som storcirkler og dels som lagplannormaler. Det ses, at storcirklerne danner en sværm af skæringer. Med svært stiplede linie er gennemsnitsstorcirklen for lagplannormalerne angivet og normalen hertil er vist med foldningsakse signatur. Aflæsning af retning og dyk udføres som vist i fig. 111.

nanden i samme punkt, foldningsaksen. Da der er en vis måleusikkerhed ($\pm 2-5^\circ$), vil storcirklerne derfor i praksis danne en sværm af skæringspunkter. Hvis man derfor i stedet indfører lagplanerne som lagnormaler og altså punkter, skal disse danne en zone (en pi-zone) omkring en storcirkel. Normalen til denne gennemsnitsstorcirkel er derfor en bedre bestemt foldningsakse, hvis retning og dyk herefter kan bestemmes. I realiteten kan man nøjes med to lagplanmålinger til foldningsaksebestemmelsen, og er den ene en vertikal lagstilling (der angiver foldningsaksens retning), har man i de fleste tilfælde en tilfredsstillende bestemmelse.

Kritisk anvendelse af stereografiske projektioner

5.7.8. Ved brugen af den stereografiske projektion til analyse af måledata, må man være opmærksom på, at disse tages ud af deres sammenhæng i profilet, og at man let kommer til at sammenligne planer og linier, der ikke har noget med hinanden at gøre. Projektionerne må derfor anvendes med kritik sådan at forstå, at man hele tiden er klar over, hvilke data fra hvilke strukturer man behandler. På den anden side kan netop en anvendelse også være en ansporing til opdagelsen af særlige komplekse forhold som f.eks. dobbeltfoldning eller hinanden overprægede forkastningssystemer. Endelig kan mærkelige målinger, der måske falder helt uden for mønstret, afsløres som eventuelle fejlmålinger.

5.8. Tolkningen

Deformationernes dynamik og kronologi

5.8.1. Gennem profiltegning og opmåling etableres efterhånden et indtryk af eventuelle strukturelle enheder og deres indbyrdes sammenhæng. Foldningsakser og overskydninger vil angive orienteringen af kompressionsmønstret, og folderenes overskipningsretning vil oplyse om transportretningen i kompressionsmønstret. En sådan konklusion er et væsentligt tolkningselement. Man må imidlertid ikke være blind for, at det strukturelle mønster kan udvise en sådan kompleksitet, at det må antages, at der er tale om flere aldersforskellige deformationsretninger. Er det muligt at adskille disse, kan der sluttelig opstilles flere istryksretninger. Et endeligt mål må være at sætte de lokale tolkninger i relation til det regionale mønster og forsøge at placere den pågældende råstofforekomst kronologisk og stratigrafisk.

Deformationernes mekanik

5.8.2. Som nævnt indledningsvis vil det også være af betydning at tolke deformationen mekanisk ud fra de strukturelle former. Dette er forholdsvis ligetil med hensyn til den stive deformation - den forkastningsdominerede deformation. Kombineret med en bevægelsesanalyse vil man kunne afgøre om der er tale om lateral kompression og dermed istryk eller extension og dermed højst sandsynligt kollaps- eller skred-strukturer.

Den laterale kompression kan imidlertid mekanisk give sig udtryk i alle grader af plastisk deformation over bøjning til mere eller mindre gennemgribende forskydningsbevægelser (shear bevægelser) udtrykt i foldeformerne. Ikke ualmindeligt er dette kombineret med dannelsen af større flage- eller overskydningsstrukturer, således som det kendes fra en lang række af vore kystklinter (Møns klint, Røgle klint og Lønstrup klint). Dele af flagerne kan være bevarede relativt upåvirkede af de tektoniske bevægelser og som sådan måske netop udgøre en råstofforekomst som eksempelvis grus. En erkendelse af den tektoniske situation for en sådan forekomst vil selvsagt være af stor betydning i råstoffkortlægningen.

Endelig som en anden yderlighed, hvor de mekaniske forhold er udtrykt ved en plastisk flydning, skal opmærksomheden henledes på ret intense tektoniske strukturer, der ofte optræder i begrænsede partier, og hvor bevægelsesmønstret er kompressivt, men ofte ret kaotisk. Transportretningen kan være nedefra og opefter, men også ofte lateral. Der er i forbindelse med sådanne strukturer observeret en række intrusive relationer i forbindelse med lerholdigt "struktureløst" materiale - moræner. Intrusivt moræner er imidlertid ikke altid til stede i sådanne tektoniske situationer, der formentlig er et resultat af en ekstrem og koncentreret mobilisering af næsten flydende materiale fra den optøede zone under permafrostzonen. En tolkning af tektoniske forhold ad disse baner er nærliggende i områder, hvor sedimenterne i øvrigt er relativt uforstyrrede. Er der derimod tale om et i forvejen glacialtektonisk gennembevæget miljø, vil en erkendelse af sådanne "sub-permafrost" mobilisater sikkert være yderst vanskelig.

Deformationer af begrænset udbredelse

5.8.3. Som et aspekt dels i observationsfasen og dels i tolkningsfasen af registreringen kommer det forhold, at de tektoniske forstyrrelser ofte er begrænsede til niveauer eller af-

grænsede dele af råstofgravene. Dette er allerede omtalt for flagestrukturers og "subpermafrost" mobilisators vedkommende. Det er således ikke ualmindeligt, at det kun er den øvre del af profilerne, der er deformerede. Dette er ofte tilfældet, hvor der er tale om en overliggende moræne, og det er her selvsagt afgørende for tolkningen, om der er tale om en bevægelseszone i isen, der rækker ned i underlaget, eller om der er tale om bevægelser i forbindelse med senere omplaceringer af morænen som flow-till. Også hvor en overliggende moræne ikke er tilstede, kan deformationer i forbindelse med periglaciale fænomener som iskiler og andre permafrostfænomener (kryoturbationer). En anden afgrænset strukturel situation kan forekomme i de marginale dele af råstofforekomsten og således være vidnesbyrd om en stødsidekompression i forbindelse med isbevægelsen eller en marginal kollaps eller skred.

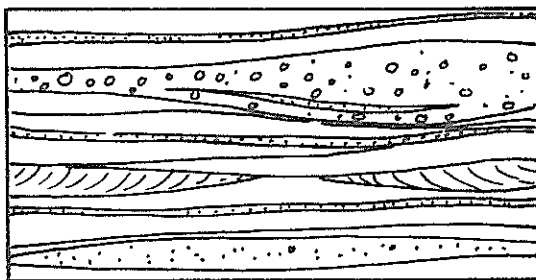
Inddragelse af geomorfologiske forhold i tolkningen

5.8.4. I tolkningen af de tektoniske forhold i råstofgravene vil det naturligvis være oplagt at inddrage de geomorfologiske forhold i overvejelserne og argumentationen. Er forekomsten beliggende i isolerede bakkeformer, åsstrukturer, bakkerækker, i hedeslettemorfologi eller terrasser eller i et landskab af plateau karakter - en moræneflade - vil dette ud fra de herskende teorier om dannelsen af sådanne landskabsformer kunne understøtte tolkningsprocessen. Mange af de eksisterende råstofgrave er vel netop åbnet på baggrund af den karakteristiske geomorfologiske form, i hvert fald når det drejer sig om åse, dødisformer og terrasser. Den tektoniske historie er vel også i de fleste tilfælde i overensstemmelse hermed, men der må stærkt advares imod, at en forhåndsviden om den geomorfologiske situation kommer til at virke som styrende dias i observations- og målearbejdet. Det er på ingen måde sikkert, at selv en anerkendt ydre geomorfologisk model stemmer med de indre strukturelle forhold.

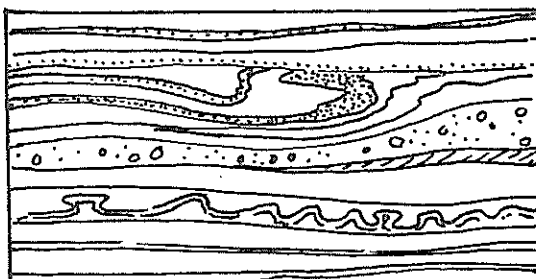
5.9. Tektoniseringsgraden

Som nævnt indledningsvis og som angivet ved skemaet s. 170 skal tektoniseringsgraden i den enkelte råstofgrav bedømmes. Et enkelt og operativt bedømmelsesgrundlag er skitseret i nedenstående skema, baseret på en kategorisering i udeformerede eller svagt deformerede, moderat deformerede

UDEFORMERET

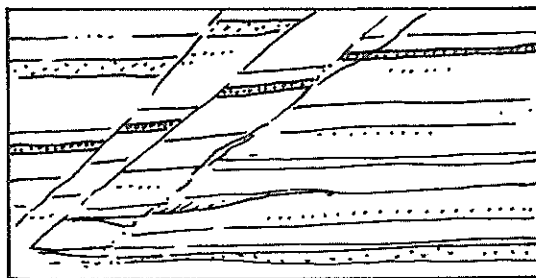


Profilerne viser uforstyrret horisontal lagdeling.

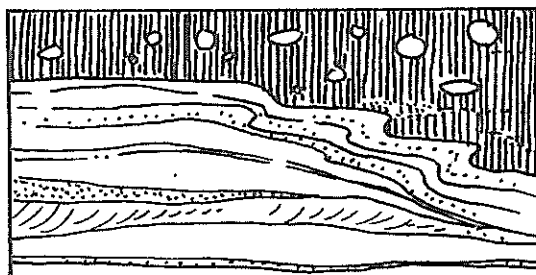


Profilerne viser forstyrret horisontal lagdeling, men det kan vises, at strukturerne er pene-kontemporære.

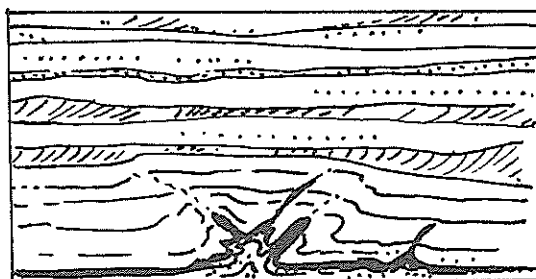
SVAGT DEFORMERET



Profilerne viser mindre, lokale forkastninger - overvejende normalforkastninger.



Profilerne viser overfladetil-knyttede lokale deformationer enten i forbindelse med flyde-moræne eller permafrost-fænomener (kryoturbationer).



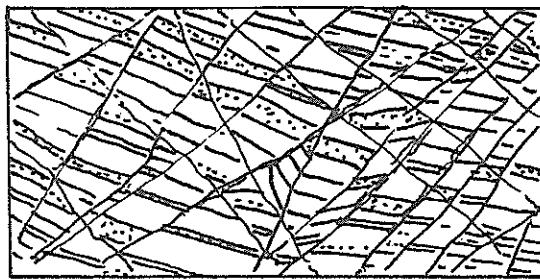
Profilerne viser dybtliggende, lokale deformationer i forbindelse med mobiliseret under-lag.



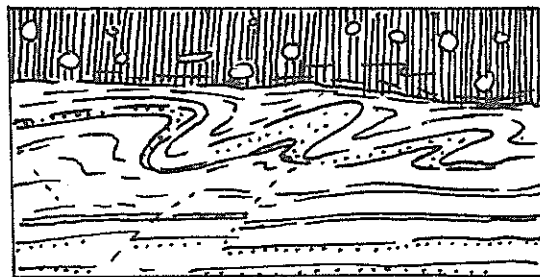
Profilerne viser som helhed svag, hældende (kippet) lag-stilling.

Figur 113.

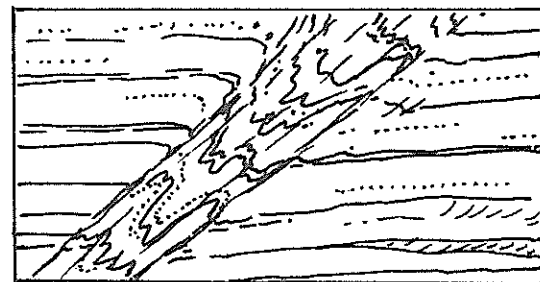
**MODERAT
DEFORMERET**



Profilerne er som helhed gennembevæget med normalforkastninger.



Profilerne viser overflade- eller morænetilknyttet systematisk kompressiv deformation (isotryks- eller medslæbsdeformation uden væsentlig transport).



Profilerne viser lokal zonepræget deformation som er kompressiv med overskydningstendenser.

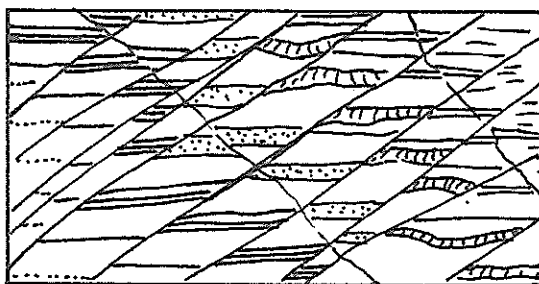


Profilerne viser dybtliggende men mere udbredt deformation, der evt. kan nå højere op i profilerne. Transport nedefra op eller begrænset lateral. Deformationen må antages at hænge sammen med mobiliseret underlag.

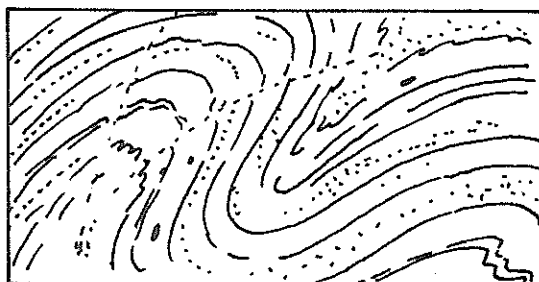
Figur 114.

og stærkt eller voldsomt deformerede forekomster. En yderligere kategorisering vil kunne gives ved at anføre den mekaniske karakter af deformationen som f.eks. forkastningsbetinget (stiv eller extensiv), foldningsbetinget (plastisk kompressiv), overskydningsbetinget (stiv eller plastisk kompressiv). Hertil kommer, at størrelsesordenen af de strukturelle former kan anføres ved betegnelserne mikro-, meso- og makro-, hvor mikro- vil kunne rummes i målestokken 1:1 til 1:10, meso- i målestokken 1:10 til 1:100 og makro- i målestokken 1:100 til 1:1000 og derunder. Det må understreges, at den her foreslåede anvendelse af mikro-, meso- og makro- begreber ikke helt svarer til den i tektonisk nomenklatur almindeligvis brugte.

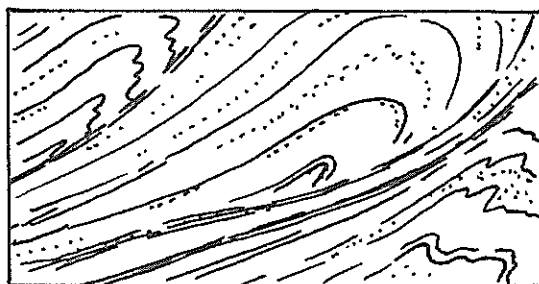
**STÆRKT (VOLDSOMT)
DEFORMERET**



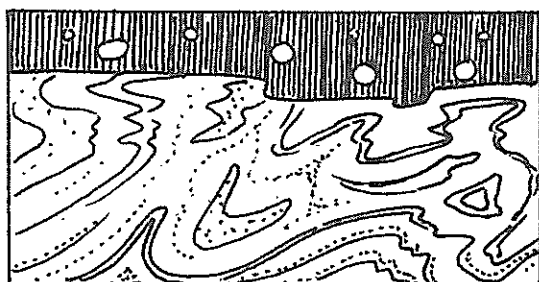
Profilerne viser intensiv forkastningsaktivitet overvejende af revers type og med en betydelig transport.



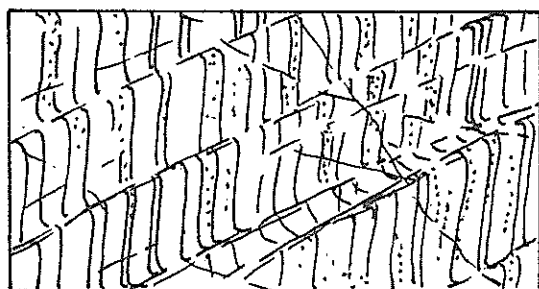
Profilerne viser større foldningsstrukturer tydende på gennembevægelse af materialerne.



Profilerne viser flagestrukturer vekslede med moræneler eller prækvartære materialer. Betydelig transport.



Profilerne viser polyfase deformationer med større foldestrukturer og overskydninger.



Profilerne viser vertikal, subvertikal eller eventuel inverteret lagstilling.

Figur 115.

En tektoniseringsgrad i en råstofforekomst vil således f.eks. kunne udtrykkes som: 1) Svagt deformeret med forkastningsbetingede mikroformer eller 2) moderat deformeret med foldningsbetingede mesoformer eller 3) stærkt deformeret med overskydningsbetingede makroformer og foldningsbetingede

mesoformer, eller 4) stærkt deformeret med forkastningsbetingede mesoformer.

Endvidere vil man naturligvis som i vejrmeldingerne kunne modificere skalaen ved at tale om "svag til moderat", "moderat til stærk" og måske reservere udtrykket "voldsom" til den helt ekstreme "orkan".

Ovennævnte typer af tektoniseringsgrader er naturligvis ikke udtømmende, og der vil i praksis også kunne blive tale om en lang række overgangstyper og blandingsformer. Hertil kommer, at angivelser af tektoniseringsgrad i nogen grad vil være subjektiv og betinget af den enkelte observatørs erfaringsgrundlag.

6. Råstofkvaliteter belyst ved feltundersøgelser af råstofgrave

af Rud Friborg

De råstoffer, der kan tænkes undersøgt, er sand-, grus- og stenmaterialer, kalk og kridt, flint, ler (bl.a. kaolin, mergel og teglværksler), kiselgur og diatomejord, granit, gnejs, sandsten, skifer samt tørv og brunkul. Forekomst- og udvindingsforholdene er således, at interessen for feltundersøgelse af kvaliteter i praksis er koncentreret om sand-, grus- og stenmaterialerne. Derfor er det kun disse, der omtales her.

Disse materialer bruges først og fremmest i bygge- og anlægssektoren, hvor de blandt andet finder anvendelse som tilslag til beton og som vejbefæstelse. Hvert enkelt formål stiller specifikke krav til råstofferne. Kravene er fastlagt i Dansk Standards norm nr. DS 401, og er uddybet i den øvrige speciallitteratur. Her skal omtales de egenskaber, hvortil der stilles krav.

6.1. Kornstørrelsesparametre

De parametre, der oftest stilles krav til, knytter sig til kornstørrelsen.

Der eksisterer en lang række termer, som vedrører kornstørrelsen. I forskellige sammenhænge er samme betegnelse ofte defineret forskelligt. I forbindelse med kvalitetsvurderinger er det hensigtsmæssigt at benytte Dansk Ingeniørforenings nomenklatur for sand-, grus- og stenmaterialer (DS 404). Under alle omstændigheder er det anbefalelsesværdigt i enhver sammenhæng at nævne, hvilket nomenklatursystem, der er benyttet.

De mest brugte kornstørrelsesparametre er graderingen, uensformighedstallet, sandækvivalenten samt den nominelle maksimal- og minimalkornstørrelse.

Graderingen

6.1.1. Graderingen, gradueringen og kornstørrelsesfordelingen er synonyme. Til klasseinddelingen benyttes ifølge DS 404 klassegrænserne 0,075 - 0,125 - 0,25 - 1 - 2 - 4 - 8 - 16 - 31,5

- 63 mm, mens der i en række danske sedimentologiske sammenhæng bruges følgende inddeling: 0,06 - 0,2 - 0,6 - 2 - 6 - 20 - 60 - 200 mm.

Til karakterisering af de enkelte kornstørrelsesklasser (fraktionerne) benyttes de to tal, der hhv. angiver maskevidderne i den sigte, der netop tilbageholder fraktionen, samt den nærmeste større maskevidde, der er anvendt ved den pågældende sigtning. Verbale betegnelser som f.eks. sandfraktionen kan også benyttes. Derimod betegner "sand" et sandmateriale ifølge DS 404.

Sondringen mellem en fraktion og et materiale er vigtig. Et par termer skal nævnes her:

Filler betegner i betontechnik fraktionen mindre end 0,25 mm, mens den tilsvarende grænse i vejteknik sættes ved 0,075 mm.

Grus er i teknisk sprogbrug et materiale, der består af sandfraktionen og stenfraktionen. Grænsen mellem disse fraktioner sættes i betontechnologi ved 4 mm og i vejteknologi ved 2 mm (DS 404).

Kornstørrelsen og de relaterede parametre kan vurderes groft i felten. En mere præcis beskrivelse fås ved en egentlig sigteanalyse.

Prøver til sigtning skal mindst have følgende masse:

Maksimalkornstørrelse (mm)	Prøvestørrelse
større end 31,5	40 kg
16 - 31,5	5 kg
8 - 16	700 g
2 - 8	200 g
mindre end 2	100 g

Sigtningen foretages som beskrevet i DS 405.9.

Uensformighedstallet

6.1.2. Uensformighedstallet er defineret som $U = d_{60}/d_{10}$ hvor d_{60} og d_{10} betegner kornstørrelserne svarende til henholdsvis 60% og 10% gennemfald ved en sigteanalyse. Hvis uensformighedstallet er større end 5 siges materialet at være velgraderet eller velgradueret. Udtrykket er en analog til sedimentologiens sorteringskoefficienter, men må ikke forveksles med det råstoftekniske begreb "sortering", der angiver et materiales nominelle minimal- og maksimumkornstørrelse.

Maksimal- og minimal kornstørrelse

6.1.3. Maksimalkornstørrelsen angiver den standardmaskevidde i en sigtesøjle, der lader hele materialet passere, medens den nominelle maksimalkornstørrelse angiver den nærmeste mindre standardmaskevidde, såfremt denne lader mindst 90% af materialet passere.

Minimalkornstørrelsen benyttes kun for materialer uden gennemfald på sigte 0,075 mm. Den betegner den største maskevidde i standardsigtesøjlen, der tilbageholder hele materialet. Den nominelle minimalkornstørrelse benyttes for materialer med op til 20% gennemfald på sigte 0,075 mm. Den betegner den mindste standardsigte, som lader 5-20% passere. Hvis ingen sigte opfylder denne betingelse, anvendes den mindste standardssigte, som lader 0-5% passere (DS 404).

Sandækvivalenten

6.1.4. Sandækvivalenten - SE - er et mål for forholdet mellem groft og fint materiale. Ved hjælp af dette udtryk kan materialets plastiske egenskaber vurderes. Sandækvivalenten bestemmes som angivet i DS 405.10. Bestemmelsen kan ikke udføres i felten.

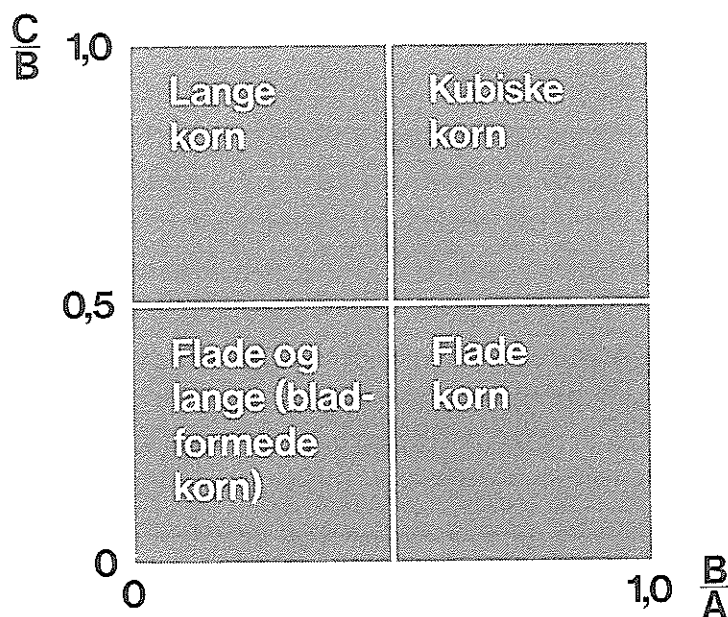
6.2. Kornform

Kornformen er af betydning for blandt andet tilslagsmaterialer. Kompakte korn (kubiske) giver en let bearbejdelig betonblanding, hvis vandforbrug er forholdsvis ringe, mens lange og flade korn giver en "strid" betonblanding med et stort vandbehov.

Kornformen bestemmes ud fra en prøve, som anses for repræsentativ for en stratigrafisk enhed. Prøven sigtes med maskevidderne 2 - 4 - 8 - 16 - 31,5 - 63 mm. Fra hver fraktion udtages en tilfældig delprøve med mindst 100 korn. Den omtrentlige vægt af disse prøver ses i tabellen.

Fraktion, mm	2-4	4-8	8-16	16-31,5	31.5-63
100 korn, g	5	40	350	2500	20000
300 korn, g	15	120	1050	7500	60000

Fraktionerne undersøges hver for sig. Korn mindre end 8 mm bedømmes visuelt. For korn større end 8 mm måles længde (A-aksen), bredde (B-aksen) og tykkelsen (C-aksen). Forholde-



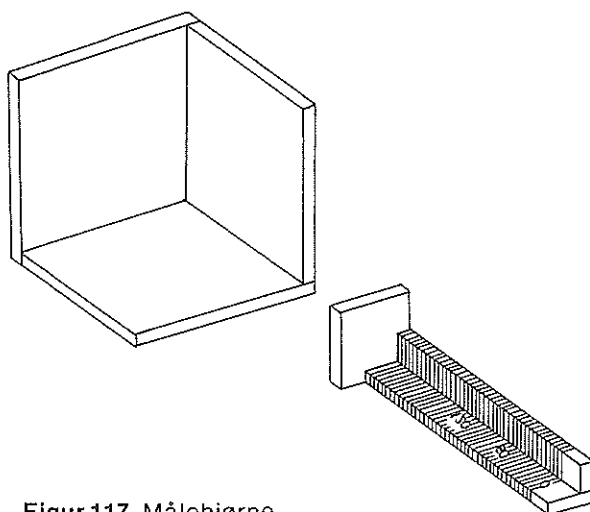
Figur 116. Skema til klassifikation af kornform.

ne C/B og B/A beregnes. Kornformen klassificeres i overensstemmelse med fig. 116. Klassifikationen, der afviger fra sædvanlig sedimentologisk praksis, er fastsat af Dansk Standardiseringsråd i DS 405.6.

Opmålingen af akserne udføres lettest med et målehjørne og en parallelføringsplade (se fig. 117).

Målehjørnet er sammensat af tre på hinanden vinkelrette plader. Parallelføringspladen er forsynet med en styrearm med millimeterskala. Skalaens nulpunkt skal være anbragt i en afstand fra parallelføringspladens forside svarende til målehjørnets indvendige sidelængde.

De fire korngruppers relative andel i den enkelte fraktion angives i masseprocent. Ved hjælp af håndsigtning og tabellen kan man i felten få et groft skøn over kornformernes massefordeling. Det bedste resultat fås, hvis prøverne undersøges i laboratoriet. I så fald følges prøvningsmetode DS 405.6.



Figur 117. Målehjørne.

6.3. Bjergartsfordeling

Bjergartsfordelingen angives som masseprocent af fraktionerne 2-4, 4-8, 8-16, 16-31,5 og 31,5-63 mm ifølge DS 405.1. Ved feltundersøgelser vil det være mest praktisk at koncentrere sig om en enkelt fraktion. Fraktionen 8-16 mm kan anbefales. For de mindre fraktioner kan det være svært at foretage bjergartsbestemmelsen uden mikroskop. Desuden tiltager andelen af monomineralske korn med aftagende kornstørrelse, hvorved et mindre nuanceret billede opnås. Forskellene i den kvantitative bjergartsfordeling fra fraktion til fraktion, d.v.s. den granulære variation, bevirker bl.a., at flint i visse dele af landet måske kan dominere fraktionen 16-31,5 mm i så høj grad, at informationen fra andre bjergarter delvis undertrykkes. Fraktionen 31,5-63 mm er for upraktisk at arbejde med, da en prøve med 300 korn vejer ca. 60 kg.

Til bjergartsanalyse i felten vil man med henblik på kvalitetsanalyser få det optimale udbytte ved at håndsigte ca. 300 korn i fraktionen 8-16 mm og derpå klassificere dem. Det ret store antal forskellige bjergartstyper, der findes i de fleste danske kvartære aflejringer, bevirker, at bjergartsanalysen bliver behæftet med for stor usikkerhed, hvis der kun tælles f.eks. 100 sten.

Makroskopisk analyse af bjergartsfordelingen i en given fraktion betegnes "stentælling" i dansk geologisk tradition. Resultaterne kan indgå i vurderingen af en råstofforekomsts kvalitet, men tillige benyttes til stratigrafisk analyse sammen med andre metoder.

I råstofteknik benyttes ofte bjergartsgrupperne granit, flint, kalk og kridt samt "andre bjergarter". Ved denne simple klassificering defineres komponenterne således:

Granit omfatter egentlig granit samt lignende bjergarter med tilsvarende styrke og hårdhed. I praksis vil det sige de fleste magmatiske og metaforfe bjergarter ("Krystalline bjergarter").

Flint omfatter tæt flint, porøs flint, opal o.l., samt korn, der overvejende består af sådanne bjergarter.

Kalk og kridt er defineret ved, at kornene bruser med fortyndet saltsyre (10% HCl).

Til en række formål er ovenstående inddeling for simpel. Kornenes fysiske styrke, frostsikkerhed, alkalireaktivitet og øvrige kemiske aktivitet er parametre, der kan belyses bedre på baggrund af en mere nuanceret bjergartsinddeling. En sådan

kan tillige bruges som et stratigrafisk hjælpemiddel. En meget nuanceret bjergartsinddeling giver en ringe merbelastning ved analysearejdet. Det er altid muligt at forenkle resultaterne, mens den modsatte vej ikke er farbar. Derfor skal nedenstående inddeling anbefales:

Flint, tæt, kalkfri (kalcedon flint).

Flint, tæt, kalkholdig (kalkkalcedon flint).

Flint, porøs, kalkfri (opal flint).

Flint, porøs, kalkholdig (kalkopal flint).

Andre kiselbjergarter.

Andre kemisk reaktive korn.

Magmatiske og metamorfe bjergarter, hårde.

Magmatiske og metamorfe bjergarter, smuldrende.

Kalksten fra Senon og Danien.

Kalksten, andre.

Sand- og siltsten, hårde.

Sand- og siltsten, smuldrende.

Lerskifer.

Lerrullesten.

Porøse sten defineres som partikler, der klæber til tungen (DS 405.7) *Tætte* korn defineres som partikler, der ikke klæber til tungen. *Smuldrende* korn kan knuses med hånden på et fast underlag (DS 405.7) *Stærke* (hårde) korn kan ikke knuses med hånden på et fast underlag.

Andre kiselbjergarter omfatter palæozoiske silicifikater, moler og lignende, forkislet paleocæn mergel ("hundelever") m.m.

Andre kemisk reaktive korn omfatter 1) pyrit, markasit, lernjerner og brunjernsten samt 2) sulfater og zeoliter. Disse mineraler er skadelige i bl.a. beton. Den første gruppe udvider sig ved omdannelse og kan derved fremkalde revner, den sidste reagerer kemisk med cementen og svækker derved betonen.

Porøsiteten og porediametren er svære at bestemme. I praksis vurderer man i stedet kornene 1) med "tungeprøven", 2) ud fra vandabsorption eller 3) densitet. De to sidste parametre bestemmes i laboratoriet eller forskriften i DS 405.2 og 495.4. Desuden er det almindeligt derefter at udføre funktionsprøving med hensyn til frostbestandighed efter indstøbning i beton under standardiserede betingelser.

6.4. Andre kvalitetsparametre

Humusindholdet

6.4.1. Humus i betontilslagsmaterialer medfører en forringet hærkning og bør derfor undgås. I sand, grus- og stenmaterialer til andre formål kan koldforbrænding af et eventuelt betydende humusindhold medføre sætninger.

Humusindholdet kan vurderes visuelt i felten. Ofte kan det være svært at skelne humus fra manganholdige udfældninger. Hvis frisk brintoverilte, H_2O_2 , hældes på manganudfældninger, sker der en kraftig momentan opbrusning. Hældes det derimod på humus indtræder opbrusningen langsommere. Dette forhold kan benyttes ved feltbedømmelsen. Et mere præcist udtryk opnås i laboratoriet som anvist i DS 405.3.

Kornoverfladen

6.4.2. Kornoverfladen er en vigtig faktor ved betontilslagsmaterialer, idet cementbindingen er stærkere på ru end på glatte overflader. Afrundingsgraden og ruheden kan klassificeres efter Larsen (1962).

Kornenens afrundingsgrad er væsentligst betinget af aflejningsprocesserne, mens overfladens ruhed i hovedsagen er bestemt af materialets indre opbygning. Tæt flint og mineral-korn er typiske eksempler på materialer med glat overflade, og sandsten er typen på korn med ru overflade.

7. Vejledning i indsamling af data fra råstofgrave

af Jens Morten Hansen

7.1. Introduktion

I de foregående kapitler er beskrevet en række grundlæggende principper og metoder, som er af betydning for de personer, der skal indsamle geologiske data fra råstofgrave. For at dette kan ske på betryggende vis, er det naturligvis betydningsfuldt, at de personer, som forestår dataindsamlingen, har en klar fornemmelse af, hvad de forskellige data kan bruges til, ligesom det er vigtigt at have en fornemmelse af de forskellige oplysningers indbyrdes betydning og grad af væsentlighed. Derigennem opnår man på den ene side at de indsamlede oplysninger ikke er mangelfulde på væsentlige punkter, og at man på den anden side ikke anvender tid på indsamling af betydningsløse oplysninger.

For at dette kan ske på en hurtig og sikker måde, er der udarbejdet 4 skemaer til feltbrug, som ved en korrekt udfyldning vil indeholde de oplysninger, man har brug for, forudsat at råstofgraven er i en sådan forfatning, at de ønskede observationer kan foretages.

Hertil kommer, at en konsekvent brug af disse skemaer vil gøre den geologiske datamængde så tilpas homogen m.h.t. oplysningernes kvalitet og detaljeringsgrad, at de forholdsvis let vil kunne indgå i en samlet analyse af en lang række råstofgeologiske forhold på amts- og landsplan.

7.2. Hvor ofte er det fordelagtigt at beskrive råstofgravene

Der kan næppe opstilles nogen generel regel for, hvor ofte man vil have udbytte af at beskrive en råstofgrav, da dette er helt afhængigt af forekomstens homogenitet. Går man ud fra, at alle råstofgrave vil blive beskrevet mindst én gang, er spørgsmålet derfor, hvornår man kan have udbytte af at besøge graven igen. Afgørende herfor kan være forhold som graveintensiteten, geologiens kompleksitet, mængden af ubesva-

rede spørgsmål ved første besøg og råstofgravens økonomiske betydning.

Er graveintensiteten f.eks. høj kan det være overordentligt værdifuldt med jævne mellemrum at følge bestemte geologiske strukturer for at opnå en bedre forståelse af forekomstens rumlige forhold såvel med hensyn til bestemte sedimentære enheder som til tektoniske strukturer.

Er graven placeret i et geologisk komplekst område kan det ligeledes være værdifuldt med gentagne besøg for at opnå en tilstrækkelig forståelse af de tektoniske/sedimentologiske forhold.

En del steder anvendes gravemetoder, som vanskeliggør indsamling af de ønskede data. I sådanne grave kan hyppige besøg være nødvendige for overhovedet at kunne sammenstykke sedimentologiske og tektoniske profiler.

Hertil kommer, at enkelte lokaliteter kan indtage en nøglestilling i forståelsen af et områdes geologi. Sådanne lokaliteter, som ikke nødvendigvis er råstofgrave, men kan være kystklinter, vejgennemskæringer o.l., er det naturligvis betydningsfuldt at have et indgående kendskab til, da det på mange måder vil kunne lette analysen af områdets råstofgrave.

7.3. Opmåling af gravomrids

Formål

7.3.1. Et af de forhold, som råstofloven af 1977 forudsætter belyst ved råstofkortlægningen, er pålidelige tal for de gravede råstofmængder. Dette er nødvendigt især for at kunne foretage en råstofhusholdning, idet en økonomisering med råstofferne forudsætter, at man på den ene side har kendskab til omfanget af de allerede gravede mængder, og at man på den anden side har kendskab til omfanget af reserver og ressourcer.

De gravede mængder indberettes årligt til DGU. Imidlertid er der kun regnskabsmæssig kontrol med disse indberetninger. Da det imidlertid forholder sig sådan, at en ofte meget stor del af de opgravede mængder ikke anvendes, men lægges tilbage i gravene efter frasortering af mere værdifulde materialer, betyder det, at der faktisk graves væsentligt mere end indberetningerne antyder, hvorfor det er nødvendigt at foretage opmåling af gravomridsene og gravedybderne. Dette kan ske på flere måder, hvoraf man må vælge den eller de

fremgangsmåder, som bedst tjener de formål, man i de enkelte amtskommuner ønsker fremmet.

Den her beskrevne metode, som omfatter opmåling ved hjælp af almindelige feltgeologiske håndinstrumenter, er i langt de fleste tilfælde tilstrækkelig til at belyse størrelsesordenen af de allerede gravede mængder og til at give en tilstrækkelig nøjagtig placering af de opmålte geologiske profiler. Ønsker man derimod opmålinger, som skal kunne bære en retssag eller lignende er det nødvendigt at lade opmålingerne foretage med landmålerudstyr eller ved hjælp af luftfotos i målestokken 1:10.000 eller mere.

Opmåling med kompas

7.3.2. Denne opmålingsmetode giver en nøjagtighed, som afhængigt af gravens form, størrelse og uregelmæssighed kan variere en del. Store, uregelmæssige eller rodede grave giver således tal, der kan afvige mere end 10% fra virkeligheden, mens grave på en størrelse mindre end 300×300 m og af nogenlunde koncentreret form vil give tal, som afviger mindre end 10% fra virkeligheden.

Gravomridset måles ved, at man på et velvalgt sted udlægger en basislinie, hvis endepunkter markeres med to landmålerstokke. Basislinien udlægges således, at vinklerne fra de fremtrædende punkter i graven, som ønskes fastlagt, til basisliniens endepunkter ikke bliver for spidse, hvilket normalt vil sige ca. 30° . Kan dette ikke lade sig gøre, må man udlægge mere end en basislinie. Afstanden mellem basisliniens endepunkter udmåles med målebånd. Ved hjælp af kompasset måles basisliniens retning. Derefter indtegnes basislinien på skema 1, således at den har den rigtige retning, idet *nord på skema 1 altid er mod papirets overkant*. Herefter vælges en målestok, således at hele graven kan afbildes på skemaet. Basisliniens endepunkter markeres i overensstemmelse med den valgte målestok.

På alle gravens fremtrædende punkter anbringes landmålerstokke. Herefter anbringer man sig ved stokken i den ene ende af basislinien og ved hjælp af kompasset måler man retningen til hver enkelt af landmålerstokkene. Sigtelinierne indtegnes på skema I. Dette sker lettest ved, at man efter hver måling lægger kompasset på skemaet uden at dreje på gradsskalaen, således at nordpilen i bunden af kompasset er parallel med de N-S gående linier i skemaet. Linealen på kompassets kant angiver da sigteliniens retning. Sigtelinien tegnes da så-

ledes, at den skærer det endepunkt på basislinien, hvorfra den er målt. Sigtelinien nummereres derefter med et nummer svarende til den indmålte landmålerstok. Når alle landmålerstokke er indmålt fra den ene ende af basislinien gentages ovenfor skitserede procedure fra basisliniens anden ende. Herefter vil skæringspunkterne mellem linier med samme nummer angive placeringen af landmålerstokke med tilsvarende nummer. Herefter kan gravomridset let tegnes. I en del tilfælde vil det være lettere at foretage kompasmålingerne fra gravens fremtrædende kanter mod basislinien.

Opmåling af gravedybder

7.3.3. Gravedybderne måles lettest enten direkte (små gravedybder) eller ved hjælp af klinometeret i bunden af kompasset eller hellere ved hjælp af en såkaldt træhøjdemåler, der er betydeligt mere præcis. I gravens overkant anbringer man en pløk, hvortil en uelastisk snor af bestemt længde er fastgjort. Snoren udspændes derefter i øjenhøjde mellem opmåleren og pløkken. Med træhøjdemåleren eller klinometeret måles derefter vinklen mellem det vandrette plan og sigtelinien. Gravedybden udregnes derefter som sinus til vinklen gange snorens længde, hvortil skal lægges opmålerens øjenhøjde. Har man en snor med markering af længderne 10 m, 20 m, 30 m og 40 m kan tabellen side 157 anvendes. En fotokopi kan evt. pålimes feltskriveunderlaget.

Endelig skal det nævnes, at gravedybderne kan måles ret præcist på en hurtig og overordentlig simpel måde. Ved at tage en trådsigte i den ene hånd og holde trådsigten i en bestemt afstand fra øjet, kan man tælle antallet af masker svarende til højden af de tidligere opstillede landmålerstokke.

Ved på samme måde at tælle antallet af masker svarende til skrænterne, kan man ved simpel regning finde gravedybderne under hver landmålerstok.

Gravedybde (meter)					
Vinkel 90°-skala	Vinkel 100°-skala	Afstand til gravens overkant			
10 m	20 m	30 m	40 m		
10	11	1.7	3.5	5.2	6.9
12	13	2.1	4.2	6.2	8.3
14	16	2.4	4.8	7.3	9.7
16	18	2.8	5.5	8.3	11.0
18	20	3.1	6.2	9.3	12.4
20	22	3.4	6.8	10.3	13.7
22	24	3.8	7.5	11.3	15.0
24	26	4.1	8.1	12.2	16.3
26	29	4.4	8.8	13.1	17.5
28	31	4.7	9.4	14.1	18.8
30	33	5.0	10.0	15.0	20.0
32	36	5.3	10.6	15.9	21.2
34	38	5.6	11.2	16.8	22.4
36	40	5.9	11.8	17.6	23.5
38	42	6.2	12.3	18.5	24.6
40	44	6.3	12.9	19.3	25.7
42	47	6.7	13.4	20.1	26.8
44	49	7.0	13.9	20.9	27.8
46	51	7.2	14.4	21.6	28.8
48	53	7.4	14.9	22.3	29.7
50	56	7.7	15.3	23.0	30.6
52	58	7.9	15.8	23.6	31.5
54	60	8.1	16.2	24.3	32.4
56	62	8.3	16.6	24.9	33.2
58	64	8.5	17.0	25.4	33.9
60	67	8.7	17.4	26.0	34.6
62	69	8.8	17.6	26.5	35.3
64	71	9.0	18.0	27.0	36.0
66	73	9.1	18.3	27.4	36.6
68	76	9.3	18.5	27.8	37.1
70	78	9.4	18.8	28.2	37.6
72	80	9.5	19.0	28.5	38.0
74	82	9.6	19.2	28.8	38.4
76	84	9.7	19.4	29.1	38.8
78	87	9.8	19.6	29.3	39.1
Hertil skal lægges øjenhøjden					

7.4. Udfyldning af skema 1: Beskrivelse af råstofgrav, gravomrids (fig. 118)

I rubrikken "Gravens beliggenhed" gives en verbal beskrivelse af gravens beliggenhed, f.eks. "1500 m VSV for Sjørup". I rubrikken "Råstoffets art" angives den råstofkode (jvf. Vejledning i råstofkortlægning, fredningsstyrelsen 1977), som

BESKRIVELSE AF RÅSTOFGRAV		SIDE _____
		ANTAL SIDER _____
GRAVENS BELIGGENHED		KORTBLAD:
		J. NR. AMT.
RÅSTOFFETS ART:		J. NR. DGU:
UTM - KOORDINATER Ø - V [][][][][][] N - S [][][][][][]	TERRÆNKOTE FRA [][][] M TIL [][][] M	LAVESTE BUNDKOTE [][][] M
OMRIDS AF GRAV:	DATO:	DAGBOGS NR.
<!-- Grid lines --> <!-- Content --> Figur 118		
INDTEGN BELIGGENHED AF SEDIMENTOLOGISKE OG TEKTONISKE PROFILER HUSK MÅLESTOK.		ANTAL ARK:

Figur 118. Skema til beskrivelse af gravomrids (skema 1).

svarer til det gravede råstof. Såfremt der er uoverensstemmelse mellem det faktisk gravede råstofs art og den på B-2 kortet angivne art, noteres dette. UTM-koordinaterne angiver gravens midtpunkt med højst 100 m's afvigelse. Det er mest praktisk at anvende et system, hvorefter Danmark er inddelt i 2 zoner, således at Jylland og Øerne ligger i zone 32, mens Bornholm ligger i zone 33. DGU's råstofgeologiske database er indrettet således, at man i den først rubrik for Ø-V-koordinaterne skriver "2", såfremt lokaliteten ligger i zone 32, og skriver "3", såfremt lokaliteten ligger i zone 33 (Bornholm). De resterende rubrikker udfyldes helt med betydende cifre. I rubrikken "Terrænkote" angives den maximale og minimale terrænkote i hele meter for gravens overkant. I rubrikken "Laveste bundkote" angives ligeledes i hele meter gravens laveste bundkote. Disse tal udledes af kurvebilledet på Geodætisk Instituts 4-cm kort. I rubrikken "Dagbogs nr." angives opmålerens reference nr. til de øvrige skemaer og til eventuelle supplerende notater. Det anbefales at anvende dato og klokkeslæt for ankomsttidspunktet, da dette er lettere at huske end f.eks. løbenumre, og da det sikrer, at alle de optagne oplysninger på de øvrige skemaer dateres. I rubrikken "Kortblad" angives nummeret på det 4-cm kort, hvorpå graven er placeret. I rubrikken "J.nr." angives det eller de journalnumre, som er anført ved den pågældende sag på B-2 kortet.

I rubrikken "Omrids af grav" tegnes omridset således som omtalt ovenfor. Gravedybden (skrænthøjden) måles et tilstrækkeligt stort antal steder, således at den udgravede mængde kan beregnes. De målte skrænthøjder angives langs det tegnede gravomrids, f.eks. således: "S = 10.5 m". Er graven delt i flere niveauer, skal dette tydeligt fremgå af tegningen og skrænthøjderne mellem de forskellige niveauer angives. Er gravens bundrelief eller overkant meget uregelmæssig, kan det være en fordel at angive koterne for både bunden og overkanten en række steder, f.eks. således "K = 67 m".

Målestokken angives tydeligt ved f.eks. at angive med en streg, hvor mange tern der går på 10 eller 100 m. En nordpil bør altid angives, selv om man konsekvent har nord mod skemaets overkant.

Når de tektoniske og sedimentologiske profiler er opmålt, angives deres placering på skemaet med klammer eller pile med angivelse af de enkelte profilers art og reference nr., f.eks. pil: "Sed. profil nr. 1" eller klamme "Tek. profil nr. 3".

7.5. Opmåling af sedimentologiske profiler

De for den sedimentologiske opmåling grundlæggende teorier, principper og metoder er beskrevet i kapitel 2, 3 og 4. Disse forhold vil derfor ikke blive behandlet yderligere.

Til målearbejdet har man brug for en række værktøjer o.l., som til dels er afhængige af den enkelte opmålers personlige smag. Som standardudstyr må dog regnes skovl eller spade, graveske, lommekniv, kompas m. klinometer, lup, tomme-stok, målebånd, hjælm samt en hensigtsmæssig beklædning. For udvalgte steder i graven tegnes sedimentologiske profiler. Hertil benyttes legenden side 164.

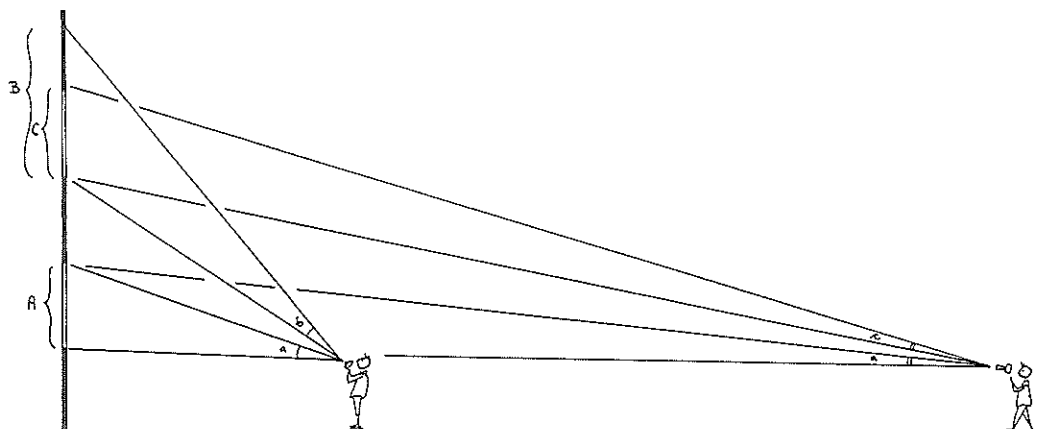
Antallet af profiler, som skal tegnes, afgøres på stedet ud fra indtrykket af sedimentets laterale variation. Når sedimentet kun varierer lidt, kan man nøjes med et enkelt profil, som da placeres således, at det giver et repræsentativt billede af gravens sedimentpakke. Når sedimentet varierer meget, d.v.s. når der sker egentlige ændringer i de råstofmæssigt interessante lags tykkelse, tegnes flere profiler, som hver for sig giver repræsentative billeder af gravens forskellige dele.

7.6. Fotografisk dækning af sedimentære sekvenser

Det sedimentologiske profil beskriver på relativt entydig vis den vertikale faciesudvikling, ligesom den giver en række oplysninger om transportretning, lithologi m.m. Metodens svaghed ligger i de begrænsede muligheder den har for umiddelbart at illustrere laterale faciesskift. Denne mangel kan der rådes bod på ved en passende fotografisk dækning af egnede profiler. Enhver gravbeskrivelse vinder således ved at være forsynet med billeder af sedimentologisk repræsentative partier af graven.

Det har vist sig praktisk at anvende et fast målforhold, hvor billedets korte side (24 mm på negativet) svarer til ca. 4 m. Dette målforhold giver et rimeligt indtryk af de enkelte lags beskaffenhed. For at få mest mulig information om den laterale variation tages billederne med den længste side parallelt med lagene. I det nævnte målforhold betyder det, at de fleste grusgravsprofiler kan dækkes af 2-4 billeder.

Det gør udmåling af lagtykkelser o.l. mere sandfærdige, hvis fotograferingen foretages med telelinse (fig. 119). Samtidig kompenserer brug af telelinse i nogen grad for variationer i



Figur 119. Principskitse, som viser fordelene ved at bruge telelinse til fotografisk dækning af vertikale profiler.

profiloverfladens hældning samt ujævnheder. Hvor man f.eks. med normallinsens arbejdsafstand ser op på undersiden af et højtsiddende, fremspringende, vandret lag, så medfører telelinsens arbejdsafstand, at man i højere grad betragter laget lagparallel. Det giver et sandfærdigere indtryk af lagets tykkelse og medfører desuden, at partier umiddelbart over fremspring bliver synlige.

I princippet bør man anvende så stor en brændvidde som muligt. Derved opnås den største grad af parallelitet i strålegangen fra motiv til fotograf. I praksis har en brændvidde på 135 mm vist sig udmærket anvendelig.

7.7. Udfyldning af skema 2: Sedimentologisk profil (fig. 120-124)

Der måles udelukkende virkelige lagtykkelser, d.v.s. lagenes tykkelse måles vinkelret på lagplanerne. Tykkelserne angives i søjlen "METER", idet man begynder i bunden af profilet (den stratigrafiske bund) og akkumulerer lagtykkelserne opad. Er lagsøjlen uforstyrret eller svagt forstyrret angives koten ved bunden af profilet. I søjlen "LITHOLOGI" tegnes den lithologiske signatur for de enkelte lag, således at signaturs tykkelse svarer til lagets tykkelse (fig. 120 og 121). Afrundingsgraden af kornene angives med bogstavssymboler (fig. 124) i søjlen "AFRUNDINGSGRAD". Sorteringsgraden angives ligeledes med bogstavssymboler (fig. 124) i søjlen "SORTERINGSGRAD".

Sedimentstrukturen angives i søjlen "SEDIMENTSTRUKTURER" (fig. 122 og 123). Legenden er udformet således, at de signaturer, der anvendes, stort set svarer til strukturernes

udseende i de mest sigende tværsnit. Der skal især lægges vægt på at beskrive lagenes og strukturernes form og størrelse korrekt. Hvor der er tale om erosionsstrukturer, som eroderer underlaget partielt (f.eks. kanaler), tegnes disse ligeledes som kanaler, der skærer sig ned i underlaget, således at både underlagets og erosionsstrukturens sedimentstrukturer angives.

Kornstørrelserne angives i søjlerne "KORNSTØRRELSE", idet middelkornstørrelsen (evt. kornstørrelsen af den fine fraktion i bi- eller polymodale sedimentter) angives med linier, mens max. kornstørrelsen angives med krydser. Kornstørrelsen af sand- og grusaflejringer kan med lidt øvelse angives med ret stor præcision, men bør stedvist kontrolleres med sigtninger. Til feltbrug kan man fremstille en såkaldt kornstørrelseslineal (fig. 125), som forøger præcisionen af middelkornstørrelsesangivelsen. Max. kornstørrelsen beskriver størrelsen af de største klaster (korn) i laget. Klasternes størrelse bør måles med en målestok. Hvert kryds, der sættes, svarer således til en måling. Nederst på skemaet er angivet de tre mest anvendte kornstørrelsesinddelinger, således at de kornstørrelser, som den enkelte geolog måtte "have i fingrene" direkte kan relateres til hinanden.

I søjlen "KLAST %" angives den skønnede procentuelle mængde af klaster. Det vil sige, man skal forsøge at angive mængden af de korn, som er klart større end sedimentets grundmasse. En meget stor del af danske smeltevandsaflejringer viser en klar bimodal kornfordeling, hvilket i de fleste tilfælde vil sige, at sedimentet består af matrix og klaster. Mængden af klaster kan variere fra 0 til 100%. En omhyggelig vurdering af klast-procenten er vigtig af flere grunde, dels fordi tallet giver et godt billede af den sedimentære proces, og dels fordi råstofproduktionen meget ofte knytter sig til lag, som består af matrix og klaster, men hvor man kun er interesseret i klasterne. Da det ofte vil kræve prøver i størrelsen 50-100 kg at give en laboratiemæssig beskrivelse af klast-procenten, vil det ofte være værdifuldt at have et sæt stormaskede sigter og en vægt med i felten for at foretage en nøjagtig vurdering af klast-procenten. Under alle omstændigheder bør man jævnligt efterprøve de skønnede værdier.

Strømretningsbestemmelser bør foretages overalt, hvor det er muligt, da strømretningerne og deres variation er af stor betydning for kortlægningen af de enkelte råstoflegemer og for prospekteringen af bestemte kvaliteter. Hvor det er mu-

ligt, bør strømretningsangivelsen baseres på et antal målinger, som eventuelt plottes på et Lambert net. Typen af struktur, som ligger til grund for strømretningsbestemmelsen, vil i reglen fremgå af søjlen for sedimentstrukturer, hvorfor det i langt de fleste tilfælde vil være tilstrækkeligt at give strømretningen som en pil med gradtalsangivelse. For oversigtlighedens skyld bør man tegne pilen, så den omtrent peger i den rigtige retning i forhold til kompasrosen øverst i søjlen "STRØMRETNING". Gradtallet skal altid angive det verdenshjørne, mod hvilket vandet løb og aldrig omvendt. Strømretningsbestemmelser bør fortrinsvis foretages på planare skrålejringer, småribber og imbrikationer, hvorimod trugkrydslejringer bør undgås, medmindre man kan bestemme trugets axeretning. Såfremt der foretages flere strømretningsbestemmelser, end der er plads til i søjlen, omgives målingerne med en klamme, som klart henviser til det lag, hvori målingerne er foretaget. I foldede sedimenter bør strømretningsangivelserne ledsages af strygnings- og hældningsmålinger af det nærmeste lagplan, således at strømretningen kan rettes op hjemme.

Såfremt der udtages prøver eller fotograferes, angives prøvens eller billedets nummer i søjlen "PRØVE OG FOTO NR." ud for det niveau, som prøven eller billedet refererer til. Såfremt der er behov for det, hvilket normalt ikke skulle være tilfældet, er der gjort plads til en verbal beskrivelse af sedimentet i søjlen "BESKRIVELSE". Denne søjle bør derfor hovedsagelig bruges til angivelse af observationer, som ikke kan rummes i skemaets øvrige søjler.

I rubrikken "BEMÆRKNINGER" er der gjort plads til bemærkninger, som kan støtte geologens hukommelse i bearbejdningen af de indsamlede data.

SEDIMENTOLOGISK PROFIL NR. _____										SIDE _____				
UTM-KOORD. _____ Ø - V - N - S					J. NR. _____ AMT _____					DGU _____				
BESKRIVELSE	Afrundings- grad	Sorterings- grad	METER	LITHO- LOGI	SEDIMENT- STRUK- TURER	KORNSTØRRELSE					KLAST %	STROM- RETNING N v + Ø S	PRØVE OG FOTO NR.	
						SILT	SAND	GRUS	STEN	BLOKKE				
Blokke			10											
Sten			9											
Grus			8											
Sand, groft			7											
Sand, mellemkornet			6											
Sand, fint			5											
Silt			4											
Ler			3											
Muld, sandet			2											
Muld, siltet			1											
Muld, leret														
KOTE:														
DAGBOGS NR.											N.G.I. SKALA (mm)			
BEMÆRKNINGER:											WENTWORTH'S SKALA (mm)			
											Ø - SKALA			

Figur 120. Legende for lithologiske signaturer, som anvendes ved beskrivelse af sedimentologiske profiler (skema 2).

SEDIMENTOLOGISK PROFIL NR. _____										SIDE _____														
UTM-KOORD. _____ Ø - V - N - S					J. NR. _____ AMT _____ DGU _____																			
BESKRIVELSE	Afrundings- grad	Sorterings- grad	METER	LITHO- LOGI	SEDIMENT- STRUK- TURER	KORNSTØRRELSE					KLAST %	STRØM- RETNING N V + Ø S	PRØVE OG FOTO NR.											
						SILT	SAND	GRUS	STEN	BLOKKE														
Kul og brunkul																								
			10	└┐																				
Tørv				└┐																				
			9	└┐																				
Skrivekridt og slamkalk				c c																				
				c c																				
			8	c																				
Bryozokalk				B B																				
				B B																				
			7	B																				
Koralkalk				K K																				
				K K																				
			6	K K																				
Leret kalk				- -																				
			5	- -																				
Kalk, kalksten				- -																				
			4	- -																				
Kemiske udføeldnin- ger, angiv arten			3	▨																				
Moroeneler (leret till)				△																				
			2	△																				
Moroenesand (sandet till)				M																				
			1	M																				
Moroenegrus (gruset till)				◇																				
				◇																				
KOTE:																								
DAGBOGS NR.						0.6	0.2	0.6	2	6	20	60	200	500	1000	2000	N.G.I. SKALA (mm)							
BEMÆRKNINGER:						0.075	0.125	0.250	0.5	10	20	40	80	160	320	640	1250	2500	5000	10000	20000	WENTWORTH'S SKALA (mm)		
						e	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	θ	SKALA

Figur 121. Legende for lithologiske signaturer, som anvendes ved beskrivelse af sedimentologiske profiler (skema 2).

SEDIMENTOLOGISK PROFIL NR. _____											SIDE _____												
UTM-KOORD. _____					J. NR. _____					AMT _____		DGU _____											
BESKRIVELSE	Afrundings- grad	Sorterings- grad	METER	LITHO- LOGI	SEDIMENT- STRUK- TURER	KORNSTØRRELSE					KLAST %	STRØM- RETNING N + S	PRØVE OG FOTO NR.										
						SILT	SAND	GRUS	STEN	BLOKKE													
Pladeformede lag																							
Kileformede lag			10																				
Linseformede lag			9																				
Isolerende kanaler			8																				
Ingen struktur (massivt)			7																				
Plane skrålejninger			6																				
Konkave skrålejninger			5																				
Konvekse skrålejninger			4																				
Trugskrå - lejninger			3																				
Vandret migrerende små skrålejninger			2																				
Klatrende ribber			1																				
KOTE:																							
DAGBOGS NR.																							
BEMÆRKNINGER:																							
						0.06	0.2	0.6	2	6	20	60	200	500	1000	2000	N.G.I. SKALA (mm)						
						0.075	0.250	0.5	10	20	40	80	160	320	640	1250	2500	WENTWORTH'S SKALA (mm)					
						0	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	0 - SKALA

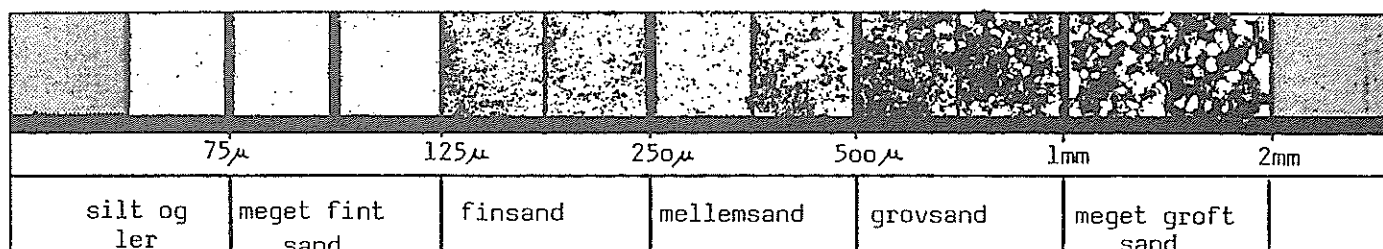
Figur 122. Legende for sedimentstrukturelle signaturer, som anvendes ved beskrivelse af sedimentologiske profiler (skema 2).

SEDIMENTOLOGISK PROFIL NR. _____										SIDE _____												
UTM-KOORD. _____					J. NR. _____					AMT _____		DGU _____										
BESKRIVELSE	Afrundings- grad	Sorterings- grad	METER	LITHO- LOGI	SEDIMENT- STRUK- TURER	KORNSTØRRELSE					KLAST %	STRØM- RETNING N V + Ø S	PRØVE OG FOTO NR.									
						SILT	SAND	GRUS	STEN	BLOKKE												
Vandret lagdeling			10																			
Dårlig vandret lagdeling			9																			
Varv			8																			
Imbrikation			7																			
Isoleret gruslag (1-2 korn tykt)			6																			
Belastnings-strukturer			5																			
Iskilestruk-turer o.l.			4																			
Kryotur - bation			3																			
Slumpfolder			2																			
Normal - eller revers- forkastning			1																			
Større diskordans																						
KOTE :																						
DAGBOGS NR.						0.06	0.2	0.6	2	6	20	60	200	500	1000	2000	N.G.I. SKALA (mm)					
BEMÆRKNINGER:						0.075	0.125	0.250	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0	16	32	64	125	250	500	1000	2000	WENTWORTH'S SKALA (mm)
						ø 4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	Ø- SKALA

Figur 123. Legende for sedimentstrukturelle signaturer, som anvendes ved beskrivelse af sedimentologiske profiler (skema 2).

SEDIMENTOLOGISK PROFIL NR. _____											SIDE _____			
UTM-KOORD. _____					J. NR. _____					AMT _____		DGU _____		
BESKRIVELSE	Afrundings- grad	Sorterings- grad	METER	LITHO- LOGI	SEDIMENT- STRUK- TURER	KORNSTØRRELSE					KLAST %	STRØM- RETNING N + S	PRØVE OG FOTO NR.	
						SILT	SAND	GRUS	STEN	BLOKKE				
Kantede korn	K													
Butkantede korn	B		10											
Afrundede korn	A		9											
Ringe sortering		R	8											
Moderat (normal) sortering		N	7											
Velsorteret		V	6											
Målt strømretning			5										↓ 205°	
Skønnet strømretning			4										←	
Strygning og hældning af kippede lagplaner			3										45° 80° SØ	
Strygning og hældning af kippede skrålejringer			2										160° 50° Ø	
Konstrueret strømretning			1										↗ 45°	
KOTE:														
DAGBOGS NR.						0,06 0,2 0,6 2 6 20 60 200 500 1000 2000					NG.I. SKALA (mm)			
BEMÆRKNINGER:						0,075 0,125 0,250 0,5 1 2 4 8 16 32 64 125 250 500 1000 2000					WENTWORTH'S SKALA (mm)			
						ø 4 3 2 1 0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11					ø - SKALA			

Figur 124. Legende for signaturer, der anvendes ved beskrivelse af afrundingsgrad, sorteringsgrad og strømretninger i de sedimentologiske profiler (skema 2).



Figur 125. Eksempel på kornstørrelseslineal.

7.8. Opmåling af tektoniske profiler

De for den tektoniske profilopmåling grundlæggende teorier, principper og metoder er beskrevet i kapitel 5. Disse forhold vil derfor ikke blive behandlet yderligere.

Det bør indledningsvis nævnes, at tektoniske profilopmålinger er noget vanskeligere at bringe ind i en skematiseret form end de sedimentologiske profilopmålinger, hvilket primært knytter sig til det forhold, at tektoniske strukturer generelt er så store, at man ikke uden videre kan grave dem fri og derved afdække det strukturelle mønster på en umiddelbart entydig måde. Man er derfor ofte afhængig af, ved hjælp af en række målinger af lagstillinger, at kunne foretage en vurdering af strukturernes rumlige forhold.

Det foreslåede skema er derfor indrettet således, at der kun er plads til de basale oplysninger, hvorpå analysearbejdet baseres, hvilket vil sige, at der er plads til en skitse af det tilfældige snit, som råstofgravens skrænter viser samt plads til notering af kompasmålinger.

Til profilbeskrivelsen har man brug for det samme udstyr, som er nævnt i afsnit 7.5.

For udvalgte steder i graven tegnes tektoniske profiler. Disse steder udvælges således, at de giver et repræsentativt indtryk af tektoniseringsgraden samt af tektoniske strukturer, som er væsentlige for forståelsen af områdets rumlige forhold, tektoniske stilart og stratigrafi. Således bør man på den ene side ikke undervurdere betydningen af at registrere og skitsere profiler, der viser mindre voldsomhed, d.v.s. mindre tektoniserede former, mens man på den anden side ikke skal underdrive betydningen af at skitsere f.eks. istryktektoniske strukturer, som kan være af væsentlig betydning for korrelationen mellem områdets forskellige råstoflegemer. Dette subjektive indslag i profilopmålingen undgås nemmest ved at tegne alle nogenlunde blottede profiler, hvilket i langt de fleste grave er en absolut overkommelig opgave.

7.9. Udfyldning af skema 3:

Tektonisk profil (fig. 126)

I skemaets ternede øverste del skitseres de tektoniske strukturer, således som de ser ud i gravens skrænter. Et hvilket som helst målestokforhold kan anvendes, idet det dog normalt vil være hensigtsmæssigt at lade 1 tern svare til 1 m².

graven angives på skema 1 (omrids af grav). Eventuelle detaljer, som ønskes fremhævet, skitseres ligeledes på et nyt skema.

De skitserede lags lithologi bør angives på skitsen, således at grus og sten angives med boller, sand med prikker og ler med lagparallelle, stiplede linier. Særligt fremtrædende lagplaner indtegnes med linier.

Kompasmålinger (strygning og hældning, retning og dyk) noteres i rubrikkerne under skitsen samtidig med, at målingens placering i profilet angives på skitsen med et tal, der refererer til målingens nummer. Ved måling af forkastninger (herunder også overskydninger) angives forkastningens art. Dette kan nemmest ske ved forkortelser: PN for postsedimentære normalforkastninger, PR for postsedimentære reversforkastninger, SN for synsedimentære normalforkastninger, SR for synsedimentære reversforkastninger, L for lateralforkastninger og med angivelse af H og V for henholdsvis højre- og venstreforkastninger, samt O for overskydninger.

Har man et polaroidkamera til rådighed kan det være en fordel at fotografere profilerne og anvende fotografierne i stedet for blyantsskitser. De tektoniske strukturer bør trækkes op med tusch i så tilfælde. Under alle omstændigheder er det værdifuldt at fotografere de vigtigste tektoniske strukturer (se kapitel 5) af hensyn til analysearbejdet.

I rubrikken "BEMÆRKNINGER" er der plads til kortfattede vurderinger af de tektoniske strukturer, samt til bemærkninger, som er af værdi ved den senere klassifikation af tektoniseringsgraden.

7.10. Beskrivelse af råstofkvalitet

For at opnå mulighed for at kunne kortlægge forskellige råstofkvaliteter er det nødvendigt, at man kan sammenkæde kvalitetsbetegnelser og -krav med naturlige parametre, som for det første er karakteristiske for de forskellige råstoflegemer, og som for det andet kan bestemmes uden iværksættelse af omfattende laboratorieundersøgelser. Det er derfor af afgørende betydning for kortlægningen og op søgningen af bestemte råstofkvaliteter, at disse kvaliteter kan føres tilbage til naturgivne størrelser. Dette implicerer, at normer og standarder for forskellige råstofkvaliteter må defineres på basis af parametre, som står i direkte sammenhæng med de naturlige

råstofforekomster. Råstofkvalitetsbeskrivelsen må derfor hvile på nogle helt grundlæggende størrelser, hvoraf de vigtigste er kornstørrelsen, sorteringen, lejringsforholdene og de enkelte korns kemiske og fysiske beskaffenhed.

I kapitel 3 og 5 er metoder til beskrivelse af kornstørrelse, sortering og lejringsforhold beskrevet, mens der i kapitel 6 er beskrevet forskellige metoder til bestemmelse af de enkelte korns fysiske og kemiske beskaffenhed. I praksis vil en analyse af bjergartsfordeling og kornform på en væsentlig måde kunne supplere de sedimentologiske og tektoniske profiler med oplysninger om de enkelte korns beskaffenhed. Derfor omhandler skema 4 en simpel metode til fastlæggelse af disse parametre. En komplet udfyldning af skema 2, 3 og 4 vil således rumme de mest grundlæggende oplysninger om en råstofforekomst, hvoraf bygningstekniske - og andre - kvalitetskrav kan afledes.

Herudover rummer skema 4 oplysninger om, hvilke varebetegnelser de opgravede sedimenter forhandles under. Det vil give mulighed for sammenkædning af varebetegnelser og naturlige råstofforekomster og dermed muliggøre kortlægning af og ressourceøkonomisering med bestemte kvaliteter, som i modsætning til de naturlige forekomster ikke er direkte karterbare. Betydning af at kunne foretage denne sammenkædning mellem varebetegnelse og råstofforekomst fremgår tydeligt af, at helt identiske råstofkvaliteter kan have mange forskellige varebetegnelser, og at mange forskellige råstofkvaliteter kan fremstilles af en enkelt råstofforekomst.

7.11. Udfyldning af skema 4: Beskrivelse af råstofkvalitet m.v. (fig. 127)

På repræsentative steder i de opmålte sedimentologiske profiler udtages tilstrækkeligt store prøver. Disse sigtes som angivet i kapitel 6, idet det anbefales, at man udtager fraktionen 8-16 mm og foretager bjergartsfordelingsanalysen på denne fraktion. Selve analysen foregår lettest på den måde, at man udtager et antal tilfældige korn (helst ikke under 300), som alle skal bestemmes i forhold til skemaets bjergartsinddeling. Derefter sorterer man de enkelte korn i bunker, som hver svarer til en af skemaets bjergartskategorier. Når alle korn er sorteret tælles antallet af korn i hver bjergartskategori og tallene anføres i skemaet.

Kornformen kan bestemmes ved anvendelse af et målehjørne, eller man kan blot visuelt bedømme om kornene overvejende er 1) lange, 2) kubiske, 3) flade og lange eller 4) flade.

I rubrikken "ANVENDTE VAREBETEGNELSER" anfører man efter samtale med personalet, hvilke varebetegnelser de forskellige fraktioner forhandles under, ligesom man ved eventuelt at studere sorterværket, når det er i drift, eller ved at spørge personalet, angiver den omtrentlige procentuelle andel af de forskellige fraktioner (varebetegnelser).

I rubrikken "PRODUKTIONSAPPARAT" angiver man hvor mange og hvilke typer maskiner, der anvendes i råstofgraven. I rubrikken "UANVENDTE MATERIALER" angives hvilke fraktioner, som ikke sælges, men bliver liggende i graven, og hvor stor en del af hele den opgravede mængde dette materiale andrager. Det uanvendte materiales art vil i reglen være defineret ved en maximal korndiameter, som direkte svarer til en maskestørrelse i sorterværket. Ved samtale med personalet vil det i reglen være muligt at få ret præcise tal på, hvor stor den relative mængde af det uanvendte materiale er, f.eks. ved sammenligning af hvor mange grabfulde, der skal fyldes i sorterværket for at give en grabfuld salgbart materiale. Ved vådgravning kan det imidlertid være vanskeligt at få pålidelige tal for mængden af uanvendte materialer, da disse for en stor dels vedkommende frasorteres, inden de kommer op til vandoverfladen. Her må man foretage et skøn over, hvor mange m³ salgbart materiale, der kommer ud af at opgrave et bestemt areal til en bestemt dybde. Man bør her være opmærksom på, at man ved vådgravning ofte anvender meget store rumfang for at få relativt små mængder salgbart materiale.

I rubrikken "GRUNDVANDSSTAND" angiver man koten for grundvandsspejlet, såfremt dette kan ses eller pejles. Såfremt der foregår grundvandssænkning ved bortledning af grundvand angives dette i rubrikken "GRUNDV. SÆNKNING".

I rubrikken "SKØNNET GRAVEINTENSITET" angives skønsmæssigt, hvor store materialemængder, der er fjernet fra graven i en periode på f.eks. et år. Dette tal kan udledes af gravens størrelse mellem to besøg. I rubrikken "INDBERETTET PRODUKTION" anføres den til DGU indberettede produktion. Forholdet mellem dette tal og graveintensiteten over en længere periode skulle da være sammenligneligt med mængden af anvendte materialer.

BESKRIVELSE AF RÅSTOFKVALITET M.V.															SIDE	
UTM - KOORD.										J. NR.						
Ø — V — N — S										AMT					DGU	
PRØVE UDTAGET VED M. 1 SEDIMENTOLOGISK PROFIL NR.	FLINT, TÆT, KALKFRI	FLINT, TÆT, KALKH.	FLINT, PORØS	ANDRE KISELBJA.	GRUNDFJELDSBJA. HÅRDE	GRUNDFJELDSBJA. SMULDRENDE	SENØN OG DANIELN KALKSTEN	ANDRE KALKSTEN	SAND OG SILTSTEN HÅRDE	SAND OG SILTSTEN SMULDRENDE	LERSTEN	LERKLUMPER	ANDRE HÅRDE	ANDRE SMULDRENDE	KORNFØRM	FRAKTION
ANVENDTE VAREBETEGNELSER:								PRODUKTIONSAPPARAT:								
BETEGNELSE	% ANDEL	FRAKTION														
UANVENDTE MATERIALER:										AF TOTALE % RÅSTOFMÆNGDE						
ART										- ca.						
GRUNDVANDSSTAND: KOTE					M.					GRUNDV. SÆNKNING ☐ JA, ☐ NEJ						
BEMÆRKNINGER:																
ER GRAVNINGEN OPHØRT? ☐ JA, ☐ NEJ										UNDERSØGT AF:						
SKØNNET GRAVEINTENSITET					INDBERETTET PRODUKTION					DATO:						
M ³ pr.					M ³ pr. År											

Figur 127. Skema til beskrivelse af råstofkvalitet m.v. (skema 4).

8. Udvalgt litteratur

Allen, J.R.L., 1964: Studies in fluvial sedimentation: Six cyclothems from the lower old red sandstone, Anglo-Welsh basin. - Sedimentology, 3 (3): 163-198.

Allen, J.R.L., 1968: The nature and origin of bed-form hierarchies. - Sedimentology, 10: 161-182.

Allen, J.R.L., 1970: Physical Processes of Sedimentation. Earth Science Series I. - Unwin University Books, London: 248 pp.

Allen, J.R.L., 1970: Studies in fluvial sedimentation: A comparison of fining-upwards cyclothems, with special reference to coarse-member composition and interpretation. - Journ.Sed.Petrol. 40 (1): 298-323.

Allen, J.R.L., 1971: A theoretical and experimental study of climbing ripple crosslamination, with a field application to the Uppsala esker. - Geografiske Ann. (A): 157-187.

Bluck, B.J., 1974: Structures and directional properties of some valley sandur deposits in southern Iceland. - Sedimentology, 21: 533-554.

Boothroyd & Ashley, 1975: Process, bar morphology and sedimentary structures on braided outwash fans. - SEPM Spec. Publ., 23: 193-222.

Boothroyd & Nummedal, 1978: Proglacial braided outwash: A model for humid alluvial-fan deposits. - Fluvial Sedimentology, edited by Miall: 641-668.

Brooks, N.H., 1958: Mechanics of streams with movable beds of fine sand. - Trans.Am.Soc.Civil Eng., 123: 526-549.

Cant, J.D., 1978: Development of facies model for sandy braided river sedimentation: Comparison of the South Saskatchewan River and the Battery Point Formation. - Fluvial Sedimentology, edited by Miall: 627-640.

Cant, J.D. and Walker, R., 1978: Fluvial processes and facies sequences and the sandy braided South Saskatchewan River, Canada. - Sedimentology, 25: 625-648.

Church, M. and Gilbert, R., 1975: Proglacial fluvial and lacustrine environments. - SEPM Spec. Publ. 23: 22-100.

Collinson, J.D., 1970: Bedforms of the Tana River, Norway. - Geografiske Ann., 52 (A): 31-56.

Collinson, J.D., 1978: Vertical sequence and sand body shape in alluvial sequences. - Fluvial Sedimentology, edited by Miall: 577-586.

Dansk Ingeniørforening, 1977: Norm for sand-, grus- og stenmaterialer. 2. udgave november 1977. Dansk Standard DS 401.

Dansk Ingeniørforening, 1977: Nomenklatur for sand-, grus- og stenmaterialer. 2. udgave november 1977. Dansk Standard DS 404.

Dansk Standardiseringsråd: Prøvemetoder for sand-, grus- og stenmaterialer, DS 405.

Doeglas, D.J., 1962: The structure of sedimentary deposits of braided rivers. - Sedimentology, 1: 167-190.

Engelund, F. og Hansen, E., 1967: A Monograph on sedimenttransport in alluvial streams. - Teknisk Forlag 1972: 1-62.

Eynon, G. and Walker, R., 1974: Facies relationships in Pleistocene outwash gravels, Southern Ontario: A model for bar growth in braided rivers. - Sedimentology, 21: 43-70.

Fredningsstyrelsen, 1975: Råstofressourcer og deres anvendelse. 128pp.

Fredningsstyrelsen, 1981: Forsøgskortlægning af råstoffer, Fase 2, Sdr. Tranders.

Gry, H. og Søndergård, B., 1958: Flintforekomster i Danmark. Com. Alkali Reactions in Concrete, Copenhagen. - Progress Rep. D 2: 1-63.

Gustavson, T.C., 1974: Sedimentation on gravel outwash fans, Malaspina Glacier Foreland, Alaska. - Journ. Sed. Petrol., 44(2): 374-389.

Harms, J.C., Southard, J.B., Spearing, D.R. & Walker, R.G., 1975: Depositional Environments as interpreted from Primary Sedimentary Structures and Stratification Sequences. - Society of Econ.Palaeont.Mineral., Short Course No. 2, Dallas: 161 pp.

Harrison, S.S., 1975: Turbidite origin of glaciolacustrine sediments, Woodcock Lake, Pennsylvania. - Journ. Sed. Petrol., 45(3): 738-744.

Joplin, A.V. & Walker, R.G., 1968: Morphology and origin of ripple-drift cross-lamination, with examples from the Pleistocene of Massachusetts. - Journ. Sed. Petrol., 38(4): 971-984.

Karz, I., 1966: Secondary currents and the configuration of a natural stream bed. - Journ.Geophys.Research, 71(12): 3109-3112.

Larsen, G., 1959a: Grus til betonstøbning. - Meddr.dansk geol. Forening., 14(2): 77-95.

Larsen G., 1959b: Petrografisk undersøgelse af betongrus - Hvorfor og hvordan. - Beton-Teknik, 3: 73-104.

Larsen G., 1962: Danske betongrusmaterialers kornform og kornoverflade. - Nordisk Beton, 2: 171-178.

Leopold, L.B., Wolman, G.M. & Miller, J.P., 1964: Fluvial Processes in Geomorphology. - W.H. Freeman & Company San Francisco: 522 pp.

Miall, A.D., 1973: Markov chain analysis applied to an ancient alluvial plain succession. - Sedimentology, 20: 347-364.

Miall, A.D., 1974: Paleocurrent analysis of alluvial sediments: A discussion of directional variance and vector magnitude. - Journ. Sed.Petrol., 44: 1174-1185.

Miall, A.D., 1976: Palaeocurrent and palaeohydrologic analysis of some vertical profiles through a Cretaceous braided stream deposit, Banks Island, Arctic Canada. - Sedimentology, 23: 459-483.

Miall, A.D., 1977: A review of the braided river depositional environment. - Earth Sci.Rev., 12: 1-62.

Miall, A.D., 1978: Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: A summary. - Fluvial Sedimentology, edited by Miall: 597-604.

Reineck, H.-E. & Singh, I.B., 1975: Depositional Sedimentary Environments. - Springer Verlag, Berlin: 439 pp.

Richardson, P.D., 1968: The generation of scour marks near obstacles. - Journ.Sed.Petrol., 38(4): 965-970.

Rusnak, G.A., 1957: The orientation of sand grains under conditions of "unidirectional" fluid flow. - Journ.Geol., 64(4): 384-409.

Rust, B.R., 1971: Structure and process in a braided river. - Sedimentology, 18: 221-245.

Rust, B.R., 1972: Pebble orientation in fluvial sediments. - Journ.Sed.Petrol., 42(2): 384-388.

Rust, B.R., 1973: Fabric and structure in glaciofluvial gravels. - SEPM Spec.Publ., 23: 238-248.

Rust, B.R., 1978: A classification of alluvial channel systems. - Fluvial Sedimentology, edited by Miall: 187-197.

Rust, B.R., 1978: Depositional models for braided alluvium. - Fluvial Sedimentology, edited by Miall: 605-625.

Saunderson, H.C., 1973: Sedimentology of the Bramton Esker and its associated deposits: An empirical test of theory. - SEPM Spec.Publ., 23: 155-176.

Smith, N.D., 1970: The braided stream depositional environment: Comparison of the Platte River with some Silurian rocks, North central Appalachians. - SEPM Reprint No. 3: 156-176.

Østrem, G., 1973: Sediment transport in glacial meltwater streams. - SEPM Spec.Publ., 23: 101-122.