

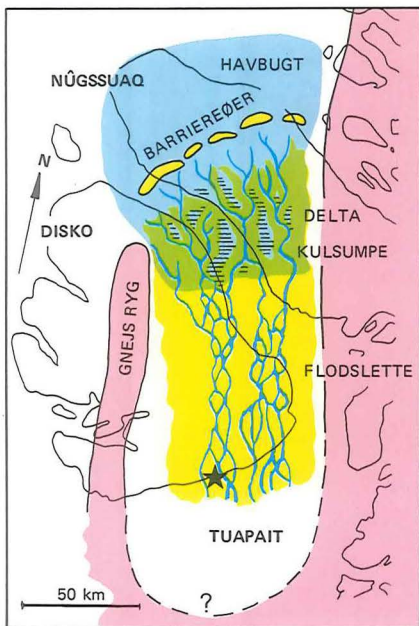
AFLEJRINGER I

FLETTEDE FLODER

af Gunver Krarup Pedersen og Morten Willaing Jeppesen

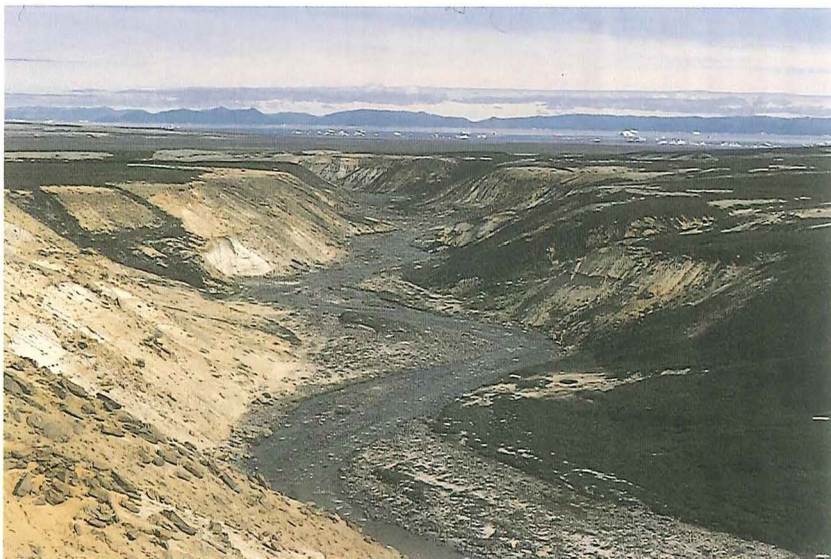
I Kridt- og Tertiærtiden fandtes der i Vestgrønland et stort flodsystem, der dækkede store dele af den nuværende ø, Disko, og den nordfor liggende halvø, Nûgssuaq. Floden afvandede de sydfor liggende landområder, og under sit løb mod nord opbyggede floden både en flodslette og tæt ved udløbet et delta i den datidige havbugt (fig. 1).

I slette-området bestod floden af et fletværk af flere mindre kanaler, der var adskilt af sandbanker, og denne flodtype kaldes derfor en 'flettet flod' (eng.: braided river). Kanalernes form og placering skiftede hyppigt, hvorfor sandbankerne sjældent er bevaret fuldstændigt. Nogle gange eksisterede bankerne dog så længe på samme sted, at de højestliggende dele blev dækket af vegetation. Planteforsteninger fra de gamle sandbanker har været anvendt til datering af flodens alder, og kullag, der stedvis ligger inde i sandet, vidner om et varmere klima end det nuværende.



Figur 1. Kortet giver indtryk af forholdene i en del af Vestgrønland i Kridttiden, hvor store dele af Disko og halvøen Nûgssuaq var dækket af et flodsystem med delta og kulsumpe i den nordlige del ved udløbet. Den beskrevne lokalitet, Tuapait, ligger på sydkysten af Disko. Kortet er modificeret efter GGU's Kulrapport, 1982.

I dag kan man studere den gamle flods aflejringer i op til 1000 m's højde i kystklinter, flodskrænter og andre naturlige snit i bjergene, og det er muligt for geologerne at få et indtryk af den gamle flod. I forbindelse med en række undersøgelser i sommeren 1986 blev der således foretaget opmålinger i de gamle flodaflejrede sandsten ved Tuapait på det sydlige Disko. I det følgende skal to udsnit omtales nærmere, ikke på grund af, at de er typiske og almindeligt forekommende, men mere fordi de er gode illustrationer af aflejringsprocesserne i flettede floder.

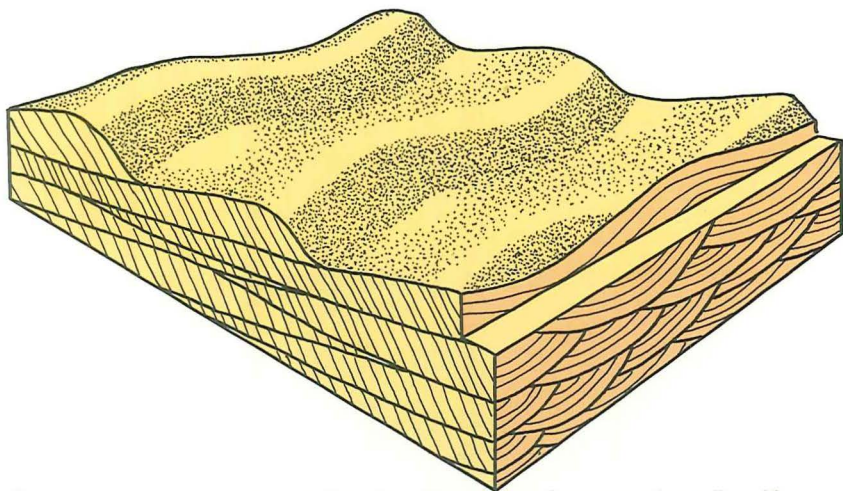


Figur 2. Landskabsbillede fra det nordøstlige Disko. I flodskrænterne ses hvide sandaflejringer fra Kridttiden, og i baggrunden ses isbjergene i Vaigat og fjeldene på Nûgssuaq.

Om sedimentation i floder

Floder transporterer både grovkornede og finkornede sedimenter. Det grovkornede materiale er overvejende sand, men også grus og småsten, som flyttes langs bunden af flodløbet, hoppende eller trillende (eng.: bed load). De mere finkornede sedimenter, som silt og ler, findes derimod svævende i vandet (eng.: suspension load), og hvis strømhastigheden i floden er stor, vil også en del af det finere sand kunne transporteres i suspension.

Transporten af sedimentpartikler langs bunden er ikke en jævn og stadig bevægelse, men derimod dannes en række bundformer, der til stadighed flyttes. Bundformerne er nogle steder under opbygning, andre steder er de udsat for erosion. 3 bundformer er særlig vigtige i sandede, flettede flodsystemer, nemlig småribber, megaribber og barrer (eng.: ripples, dunes og transverse bars).



Figur 3. Sammenhængen mellem bundform og sedimentstruktur. Bundformen er her småribber med svagt bugtede ribberygge. I snit kaldes strukturen småskala trugkrydslejrning, den opstår, fordi sandet til stadighed flyttes fra ribbernes stødside til deres læside.

Småribber er 3-5 cm høje og omkring 10-15 cm lange, og de kendes af alle, der har stået og set ned i et lille vandløb. Har man ventet længe nok, har man også set, at ribberne flyttede sig, idet strømmen til stadighed transporterer sediment op ad stødsiden og aflejrer det på læsiden (fig. 3). Ribberne vandrer altså og danner sedimentstrukturen *småskala krydslejrning*.

Megaribber er større, med højder på 10-50 cm og 1-5 meters afstand mellem ribberyggene. Vandrende megaribber i flettede floder danner oftest strukturen *storskala trugkrydslejrning*.

Barrer er store og relativt flade bundformer, som er 20-200 meter lange med en 0,5 - 3 meter høj læside. Aflejrning på læsiden giver ophav til sedimentstrukturen *storskala tabulær krydslejrning*. Hvor flere barrer vokser sammen, opbygges komplekse sandbanker (eng.: sand flats), som delvis er tørre og ligger som øer i floden.

I gamle flodaflejringer kan de nævnte bundformer kun sjældent iagttages direkte, men i lodrette snit ses sedimentstrukturene og kan danne udgangspunkt for en sedimentologisk tolkning af flodens tidligere udseende og geologisk udvikling.

Flodsedimenterne ved Tuapait

Blotningen ved Tuapait er et 10-15 meter højt og 100 meter langt snit i sandede sedimenter, der karakteriseres af storskala krydslejrning. Det nuværende profil er

næsten parallelt med den oprindeligt fremherskende strømretning. Her skal vi se nærmere på 2 snit gennem aflejringerne, det første illustrerer opbygningen af en sandbanke dannet af flere strømretninger, mens det andet snit viser den trinvis opbygning af en barre.



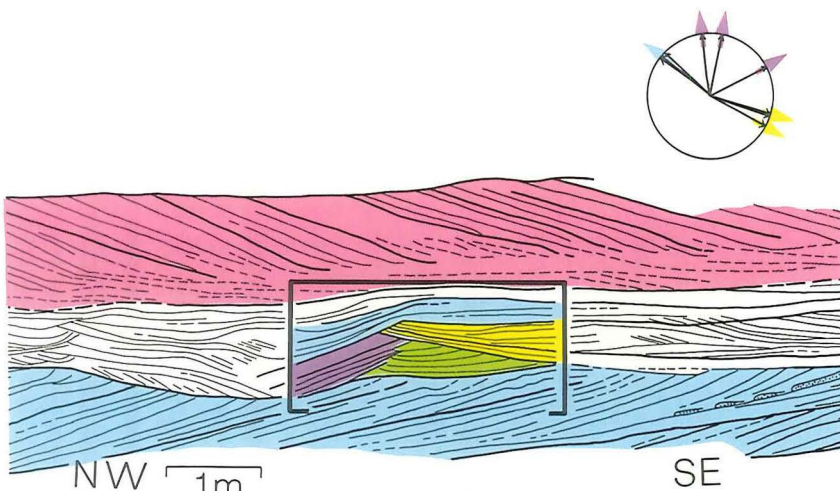
Figur 4. Modsat hældende sandlag, der tilsammen opbygger en lav sandtunge.

Lokalitet 1

Lokalitet 1 er vist på fig. 4 og 5. Fotografiet viser storskala krydslejring i gulligt mellemkornet sand, og midt i billedet ses lag, som hælder væk fra hinanden. Lagene er fremhævet med forskellige farver på figur 5, og fordelingen af strømretningerne er vist på strømrosen.

Profilet ved lokalitet 1 består af 3 enheder. Den nederste krydslejrrede enhed (angivet med blå) viser flodens hovedstrømningsretning og er dannet som aflejring på læsiden af en barre. Den øverste enhed (angivet med rød) repræsenterer ligeledes en barredannelse. Det var imidlertid umuligt at komme op og måle strømretningen her, men billedet giver indtryk af, at den aflejrende strøm har været meget tæt på den retning, der er vist med de orange strømpile, altså næsten modsat rettet.

Den mellemste enhed (angivet med grønt, orange og lilla) er opbygget af modsat hældende lag, som tydeligvis er aflejret omtrent samtidigt. Strømrosen viser en spredning i strømretningerne inden for 125° , men der ses en tydelig gruppering. Det kan virke ejendommeligt, at man inden for så lille et område kan finde



Figur 5. Skitse af sandtungen samt de omkringliggende lag. De forskellige farver viser sammenhørende lag, og strømrosen (en kompasrose) viser, hvilken strømretning vandet havde, da de enkelte enheder blev aflejret. Den nederste storskala krydslejrrede enhed, der er vist med blå, repræsenterer den overordnede strømretning på lokaliteten.

tre forskellige strømretninger, hvoraf den ene endda er præcis modsat rettet hovedstrømningsretningen, - som om vandet var begyndt at løbe baglæns. Såvel sedimentationsforløbet som strømningsmønsteret kan imidlertid forklares ved hjælp af figur 6. Punkterne A, B og C viser udviklingen.

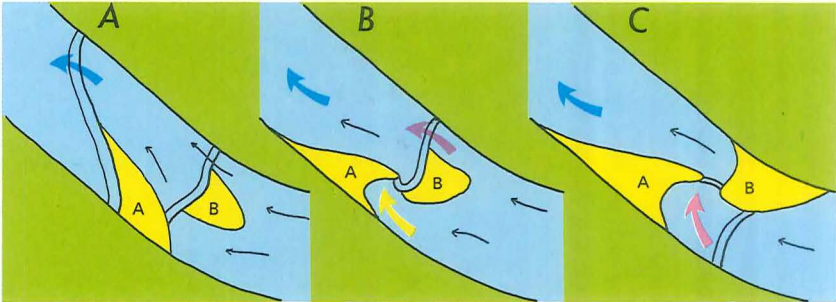
A. En barre vandrer nedstrøms og danner storskala krydslejring. På et tidspunkt ligger barren relativt stille, og der opbygges en sandbanke, som delvis er tørlagt.

B. Den efterfølgende barre (B) indhenter derved barre A og bremses op under dannelsen af en kerne. Herved ændres barrefronten, fordi vandet tvinges udenom kernen, og samtidig styres retningen af sandbanken A. I læsiden af den begyndende sandbanke fås to strømretninger, der løber mod hinanden og som opbygger en lang lav tunge af sand (fig. 7) foran barren. Denne sandtunge (fig. 7) draperes (overlejres) i fig. 5 af lag, der viser samme strømretning som i barre A, og denne drapering er derfor vist med blå farve. Draperingen skyldes formodentlig en kortvarig overskylning af kernen i sandbanke B, antagelig på grund af en øget vandføring i flodsystemet.

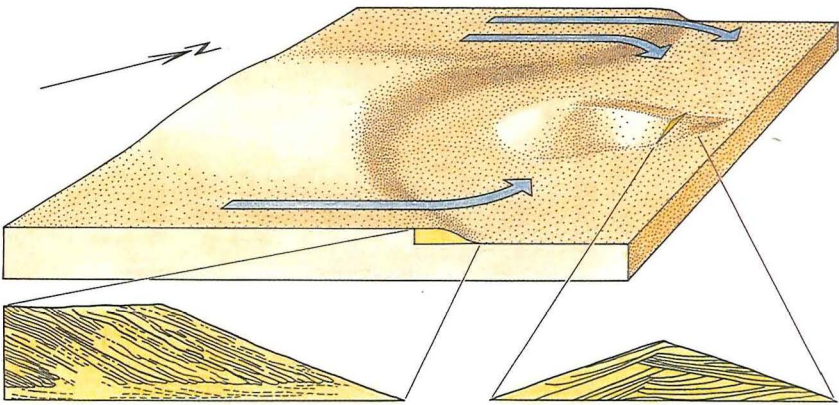
C. En ny barre overhaler barre B og giver den øverste krydslejrrede enhed (i fig. 5). Man kunne tænke sig, at sandbanke B vokser ind mod flodløbets østre bred. Derved lukkes for den 'lilla strømretning' og den 'orange strømretning' kommer til at dominere. Barre C vil derfor følge i denne strømretning.

Dette sedimentationsforløb kan nu forklare strukturen (i fig. 5) ud fra processer, som finder sted i nuværende floder. Det kan imidlertid ikke udelukkes, at

en lignende struktur kan opbygges ved andre aflejningsprocesser. Flere tolkningsmuligheder vil ofte være mulige, og usikkerheden vil være stor, når man kun har et enkelt snit til rådighed. Vi synes dog, at den fremsatte tolkningsmodel passer godt med vore øvrige felt-iagttagelser.



Figur 6. Den formodede udvikling af flodløbets udseende på det tidspunkt, da sedimenterne på lokalitet 1 blev aflejret.



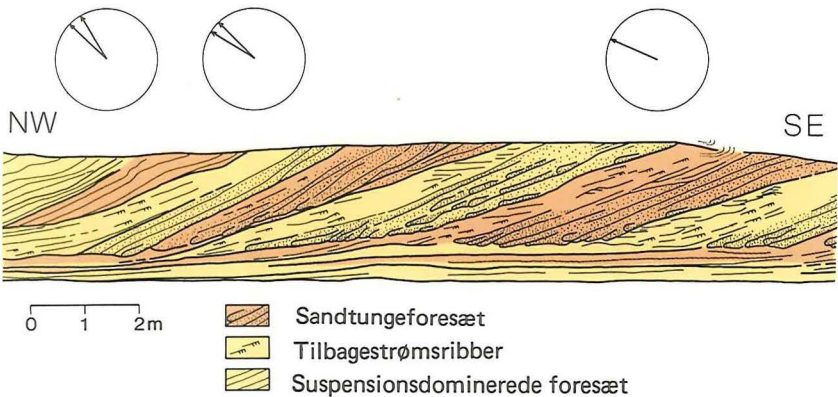
Figur 7. Skematisk tegning fra fronten (læsiden) af barre B med det højere midterparti og de to afbøjede strømretninger, der opbygger en lang, lav sandtunge foran barren B. Detailtegningerne viser dels snit gennem sandtungen vinkelret på strømmens retning, og dels et snit gennem barren parallelt med strømretningen.

Lokalitet 2

Lokalitet 2, der ses på fig. 8 og 9 repræsenterer et snit gennem en barre med en række træk, der fortæller om aflejningsprocesserne i floden. Barren er opbygget



Figur 8. Lokalitet 2 med den undersøgte barre centralt i billedet. Det ses, at barren er opbygget af en række enheder, der er adskilt af reaktivationsflader.



Figur 9. Skitse af den del af barren, der er længst tilbage i fig. 8. De to farver adskiller aflejringsenhederne, der hver især omfatter foresæt af nedskridende sandtunger samt tangentielle foresæt, der går kontinuert over i bundsættene. Strømretningsmålingerne viser, at barren er opbygget i en periode med næsten konstant strømretning.

af grågult mellemkornet sand, der optræder som en storskala krydslejret tabulær enhed med en konstant palæo-strømretning. Som det ses på fig. 9 består barren af flere identiske enheder, der gentages, specielt er det tydeligt i den midterste del af fig. 9. Hver aflejningsenhed består nemlig af foresæt dannet af nedskridende sandtunger, fulgt af tangentielle foresæt, som er sammenvævede med tilbagestrømsribber.

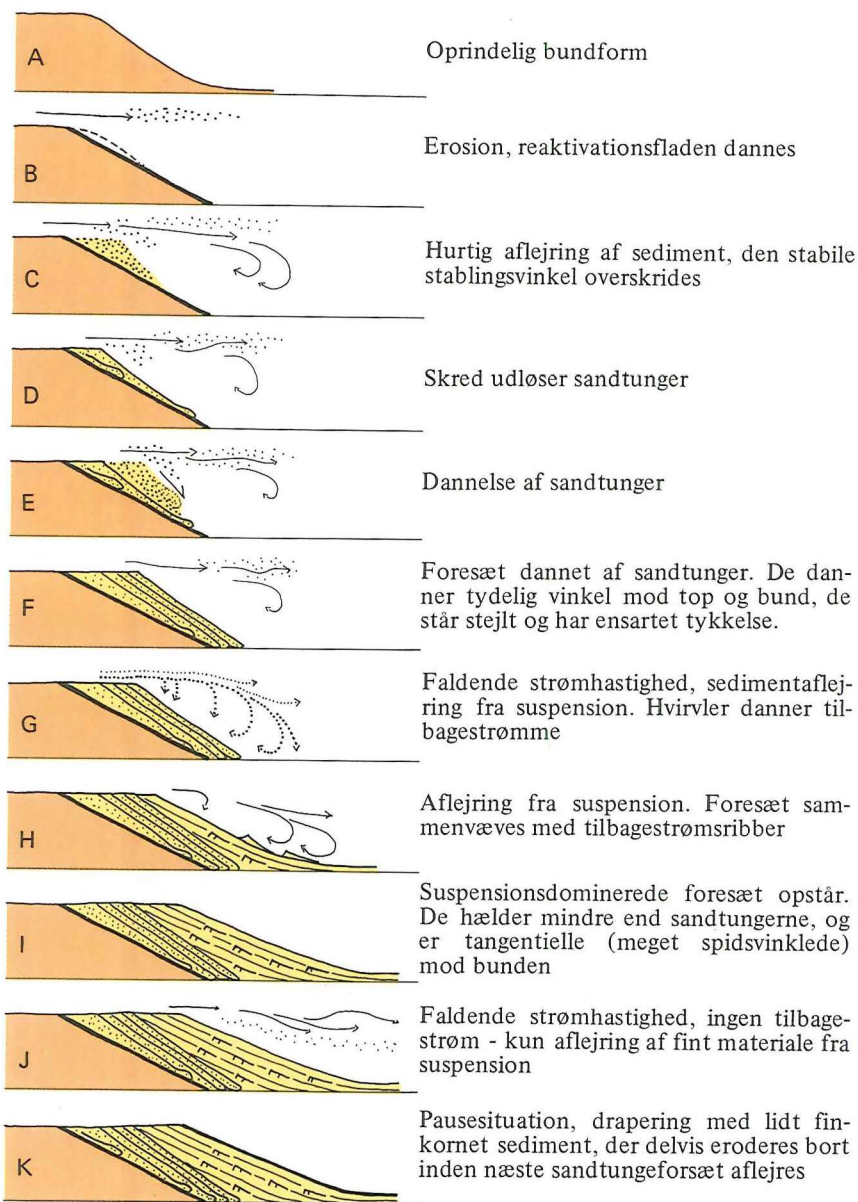
Sandtungeforesættene (eng.: sandflow cross strata) består af grovkornet sand og meget grovkornet sand. De danner en skarp vinkel med de underliggende bundsæt (fig. 10), og deres dannelse er skitseret på fig. 11.

De tangentielle foresæt består derimod af mellemkornet sand og har en tydelig udviklet zone, hvor foresæt og bundsæt væves sammen ved hjælp af tilbagestrømsribber. Disse foresæt har en lavere hældning end sandtungeforesættene. Denne vekslen mellem de to foresættypen illustrerer variationer i strømhastigheden (og dermed transportevnen) i flodløbet.

Aflejringsenhederne adskilles af reaktivationsflader, dvs. flader, som er dannet under pauser i sedimentationen. Længden af disse pauser kendes ikke, men den konstante strømretning tyder på, at der kun har været kortvarige ophold. Reaktivationsfladerne ses tydeligt på billedet (fig. 12), fordi de står frem med et lille relief.



Figur 10. Detailbillede af den nederste del af nedskridende sandtungeforesæt. De fleste korn, der kan ses, er 2-3 mm i diameter, og sammen med mindre iøjnefaldende partikler giver det en gennemsnitskornstørrelse på ca. 1 mm.



Figur 11. *Dannelsen af en enkelt aflejringsenhed på en barres læside.*



Figur 12. Udsnit af en barre, som vist på fig. 9. To enheder er adskilt af en lavt-hældende reaktivationsflade. Herover ses foresæt med stejlere hældning.

Sedimentationsforløbet har været dette (se også fig. 11): Hver cyklus indledtes med høj strømhastighed, hvorunder kun grovkornet sediment aflejredes, først og fremmest på den øverste del af barrens læside (11, C). Herefter udløstes skred i form af sandtunger, når den stabile stablingsvinkel blev overskredet (11, D). I den periode, hvor sandtungeforesættene dannedes, var strømmen så stærk, at praktisk taget alt sediment, som var finere end mellemkornet sand blev holdt i suspension (11, F). Så snart strømhastigheden faldt lidt, ændredes aflejningsprocesserne på barrens læside, idet dannelsen af sandtunge-foresæt op-hørte og afløstes af sedimentation fra suspension i vekselvirkning med dannelse af tilbagestrømsribber (11, G-H). Disse foresæt har en lavere hældning, de er tangentielle, og der ses en tydelig sammenfletning mellem foresæt og bundsæt. Processerne har muligvis været fulgt af en kortere pause, inden dannelsen af næste sedimentationsenhed.

Figur 9 viser de nederste 2 meter af en barre, som opad er afskåret af en erosionsflade. Barren kan have været væsentlig højere på aflejringstidspunktet. Om dimensionerne af det flodløb, hvor barren aflejredes, vides ikke meget, men formodentlig har gennemsnitsdybden været mindst 5 meter. Nærliggende blotninger viser snit gennem ca. 20 meter dybe kanaler med tilgroningskullag på toppen.

Kommentarer

De sedimentologiske undersøgelser og beskrivelsen af flodaflejringerne fra Tuapait på Disko fortæller om nogle specielle processer i et flettet flodsystem, og om de tilhørende bundformer. Sådanne informationer giver et mere nuanceret indtryk af det konkrete flodsystem og måske også oplysninger om flettede floder i almindelighed. Men det skal fremhæves, at to lokaliteter, som de beskrevne, sjældent er nok til at afgøre, om sedimentationen foregik i en flettet eller i en mæandrerende flod. Tolkninger om type og udseende bygger på mange observationer fra talrige lokaliteter samt på sammenligninger med observationer fra nutidige floder. De viste lokaliteter repræsenterer således kun øjebliksbilleder af et flodsystems lokale udvikling, men bidrager på den anden side med oplysninger, der kan give en mere præcis opfattelse af udviklingen.

Det er ikke muligt at studere flettede floder og deres bundformer i det nutidige danske landskab. Derimod kan man let komme til at se nærmere på strukturer, der er dannet i istidens flettede floder, idet det fortrinsvis er flettede floders aflejringer, der opbygger de sandede og grusede flader, hvori de fleste grusgrave er anlagt.

Vi håber, at dette lille indblik i sedimentologiske arbejdsmetoder giver læserne lyst til selv at undersøge nogle sand- og grusaflejringer og til selv at forestille sig de tidligere smeltevandsfloders natur.



Figur 13. Flodaflejringer med indlejrede kullag fra sydkysten af Nugssuaq. Det er samme flettede flodsystem, som det beskrevne fra det sydlige Disko.