

Geologisk kortlægning i Grønland – og hvorfor

Af Niels Henriksen

Fotos: Jakob Lautrup (Grønlandsfotos) og Anne Vibeke Leth

Behovet for en kortlægning af et lands geologiske forhold er baseret på det simple faktum, at man må vide noget om landets opbygning for at kunne forholde sig til anvendelsen og beskyttelsen af dets naturrigdomme og naturgivne forudsætninger. Endvidere har ethvert civiliseret og udviklet samfund behov for videnskabeligt og undervisningsmæssigt at have viden om og indsigt i de materialer og processer, der ligger til grund for landets geologiske opbygning, også set i relation til de omgivende nationer og i en global sammenhæng. Specielt er mulighederne for fund af mineralske råstoffer og energiråstoffer (olie og gas) baseret på et solidt indblik i landets geologiske udvikling.

En geologisk kortlægning består i en registrering af forskellige bjergartsenheders forekomst og udbredelse og sammentegning af resultaterne på et kort, der er en hensigtsmæssig måde at præsentere de indsamlede data på. Kortene fremstiller sædvanligvis de bjergartsenheder, der forekommer ved jordens overflade, og enhederne vises med for-

skellige signaturer eller farver. Endvidere kan man på kortene anføre en række andre stedrelaterede geologiske feltobservationer, f.eks. målinger af bjergartsenhedernes rumlige geometri (strukturgeologi), angivelse af prøveindsamlinger, angivelse af enhedernes aldersrelationer m.v. Kortene er det datagrundlag, der sammen med de geologiske basisundersøgelser giver brugerne et overblik over et områdes geologiske opbygning. Kortene kan herefter benyttes til at vurdere områdernes ressourcepoten-

Niels Henriksen, statsgeolog, mag.scient., leder af den geologiske kortlægning i Grønland. Ansat først ved Grønlands Geologiske Undersøgelse (GGU) og efterfølgende ved Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS). Har deltaget i det geologiske kortlægningsarbejde i Vestgrønland, Østgrønland og Nordgrønland og har gennem en årrække forestået en række store geologiske ekspeditioner til fjerntliggende dele af Grønland. N. Henriksen har kompileret en række af de udgivne GGU/GEUS-kort og har deltaget i publicering af de videnskabelige resultater fra en lang række af de ekspeditioner, der er gennemført siden Henriksen som ung studenterassistent begyndte sit Grønlandsarbejde i 1953.

tiale og kan danne udgangspunkt for en videre efterforskning.

Geologisk kortlægning i Grønland

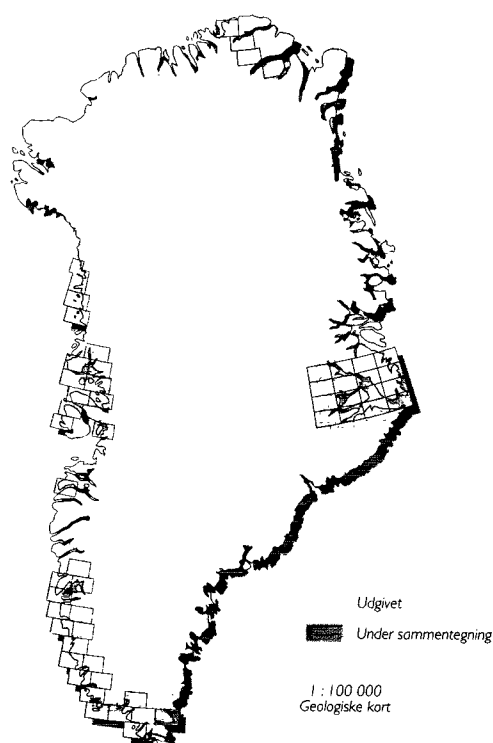
I de fleste europæiske og nordamerikanske lande tog den geologiske kortlægning form i begyndelsen af forrige århundrede, og siden da er den blevet udbygget og systematiseret og fortsætter stadig med udarbejdelse af mere og mere detaljerede kort. De fleste lande arbejder med systematiske kortbladsserier i målestok 1:50.000 (1 cm på kortet svarer til 500 m i terrænet) eller 1:100.000 (1 cm på kortet svarer til 1 km). Selv om der har været arbejdet med disse opgaver i mange år, er der ingen lande, der har nået et punkt, hvor kortlægningen er endeligt afsluttet. Det stadigt udbyggede kendskab til de geologiske processer gør det nemlig nødvendigt med mellemrum at ajourføre de geologiske kort og eventuelt at nytegne dem. Kortene tilstræber at være objektive registreringer og burde dermed være »tidløse«, men forståelsen og tolkningen

af indholdet afhænger af den aktuelle faglige videnstatus, hvilket til tider medfører behov for nye supplerende dataindsamlinger og justerede forudsætninger for selve kortlægningen. For eksempel har teorien om pladetektonik, som fremkom i begyndelsen af 1970'erne, leveret en ny overordnet ramme til forståelse og tolkning af de geologiske processer. Denne forståelse har givet anledning til en nytolkning af den strukturelle udvikling adskillige steder i Grønland.

Det isfrie landområde i Grønland omfatter et areal på ca. 410.000 km², hvilket er ca. 1/3 mere end de britiske øer (Storbritannien og Irland). I Grønland begyndte den systematiske geologiske kortlægning tidligst i Østgrønland (Lauge Koch-ekspeditionerne 1926-58), medens kortlægningen i Vestgrønland indledtes i 1946 af det tidligere GGU. Fra begyndelsen tog kortlægningen sigte på at etablere en rekognosceringsviden, men fra midten af 50'erne indledte GGU en systematisk kortlægning i 1:100.000 i Ivittuut-området i Sydvest-



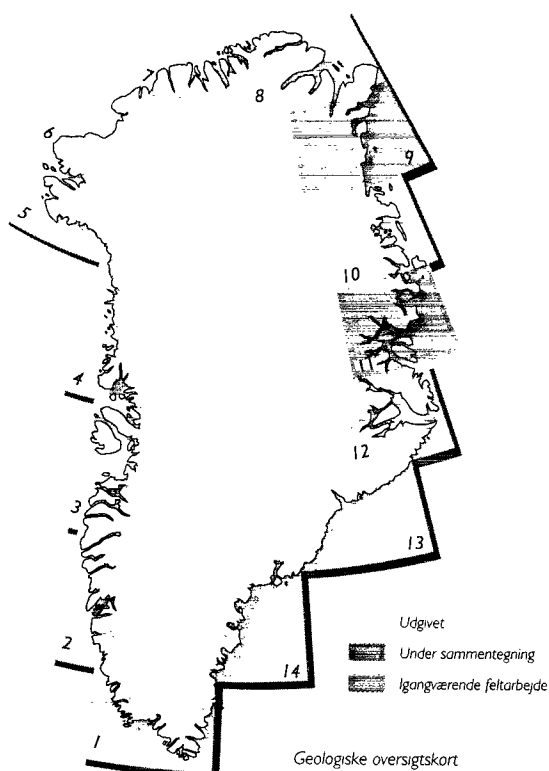
■ Fig. 1. Geologisk 1:100.000 kort over Ivittuut-området i Sydvestgrønland publiceret i 1968. Kortet er ca. 60 x 90 cm stort.



■ Fig. 2. Indexkort der viser status for GGU/GEUS' geologiske kortlægning primo 1998.

grønland (fig. 1). I løbet af de følgende årtier udbyggedes denne kortlægning gradvist til at omfatte store dele af det sydlige Vestgrønland, og fra 1968-72 udvidedes aktiviteten til også at omfatte Scoresby Sund-området i Østgrønland efter indstillingen af Lauge Koch-ekspeditionerne i 1958.

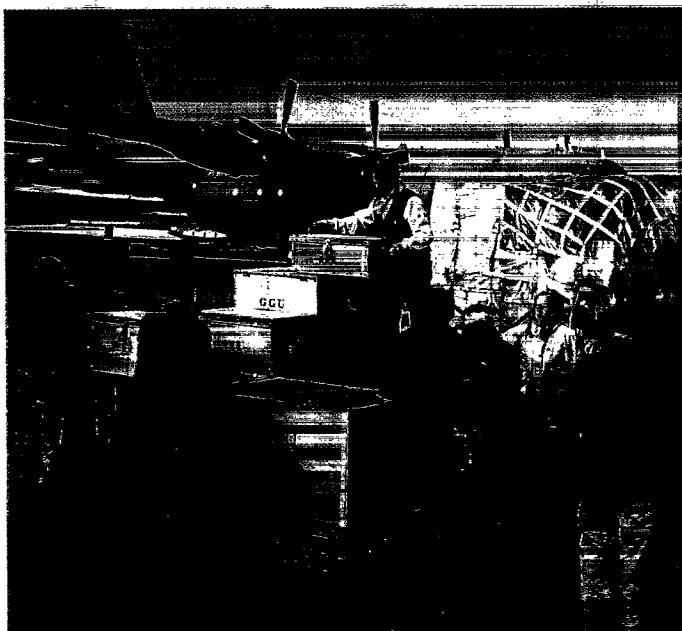
Selv om der var god fremdrift i 1:100.000 kortlægningen, blev det snart klart, at man måtte ændre strategi for at få indhentet viden om de mest fjerntliggende og utilgængelige dele af Grønland inden for en overskuelig tid. Derfor begyndte man fra 1964 sideløbende med den hidtidige kortlægning også at arbejde i fjerntliggende områder og indsamle data til udarbejdelse af geologiske



oversigtskort i 1:500.000 (1 cm på kortet svarer til 5 km). Med arbejde i denne oversigtsform blev det muligt at dække hele Grønland med et kortværk på 14 kortblade og at afslutte denne indsats inden for en overskuelig årrække. På nuværende tidspunkt er 12 af de 14 kort færdigkarterede, og 11 af kortene er trykt og udgivet (fig. 2). De resterende to oversigtskort afsluttes i løbet af få år, og dermed er denne del af kortlægnings målsætninger blevet opfyldt.

Hvordan foregår den geologiske kortlægning i Grønland?

Selv om Grønland er stort, og der er mange områder, hvorfra der kun findes begrænsede oplysninger, tager alle kort-



■ Fig. 3. Kortlægningen af de ubeboede områder i Nord- og Østgrønland bliver gennemført med udsendelse af ekspeditioner.

lægningsopgaverne udgangspunkt i de tidligere undersøgelser, hvis resultater findes i videnskabelige publikationer og forskellige dataarkiver. Dermed sikrer man sig, at der sker en løbende vidensopbygning, og at unødigt dobbeltarbejde undgås.

Dernæst forberedes indsatsen gennem faglig og praktisk planlægning, der ofte begynder mere end et år før det første feltarbejde. Mange områder i Grønland ligger langt fra beboede steder, og her er det nødvendigt at gennemføre feltarbejdet baseret på en ekspeditionsteknik, hvor al transport til og fra området samt den interne transport gennemføres af ekspeditionen selv ved hjælp af chartrede skibe, fly og helikoptere.

De faglige forberedelser begynder hyppigt med studier af flyfotos. På grund af den særdeles gode blotnings-

grad i Grønland, hvor geologien ofte direkte kan iagttages på de nøgne klipper, foreligger der et væld af informationer i de eksisterende flyfotos. Fra disse kan man skitsere en række af de geologiske grænser og strukturer, der ses på billederne, og dermed kan der udtegnes et foreløbigt kort, der anvendes som basis for de efterfølgende feltundersøgelser.

Feltarbejdet udføres af grupper af geologer, assistenter og praktisk støttepersonale med varierende størrelse fra få personer til større samlede ekspeditioner med op til 40 deltagere. Feltarbejdet udføres i reglen i sommermånederne, hvor fjeldet er snebart og tilgængeligt for direkte observationer. Arbejdsgrupperne omfatter sædvanligvis geologer med forskellige specialer, der hver løser specifikke faglige opgaver.

Når et område skal kortlægges, væl-

■ Fig. 4. I næsten alle områder af Grønland har tidligere geologers indsats dannet et værdifuldt udgangspunkt for de nyere undersøgelser og kortlægning.



ges først en skala for arbejdet – dvs. man udstikker retningslinier for, hvor detaljeret kortet skal være. Sædvanligvis arbejdes der i felten i en skala, der er meget mere detaljeret end den, hvori kortet til sidst publiceres (trykkes). Er målet f.eks. et kort i 1:100.000, arbejdes (karteres) der hyppigt i 1:20.000 i felten. Hermed sikres, at den etablerede basisviden er større end den publicerede information. Den detaljerede feltinformation gemmes i et kortarkiv, der er tilgængelig for eventuelle andre brugere. Den valgte karteringsskala afhænger af formålet. Til oversigtskortlægningen arbejdes der i 1:100.000 i felten, medens forskellige detailstudier af mineraliserede områder kan foregå i 1:10.000 eller endnu mere detaljeret. I Grønland arbejdes generelt med basiskartering fra 1:20.000 til 1:100.000. Til sammenligning kan anføres, at feltkarteringen i

Storbritannien foregår i 1:10.000, altså 10 gange mere detaljeret end den målestok, hvori man i Grønland indsamler data til oversigtskortene.

Den geologiske kortlægning er som regel overfladekortlægning – altså registrering af, hvad der direkte kan iagttages ved terrænets overflade. Under arbejdet må geologerne besøge hele området, der omfattes af kortlægningen, enten med transport med skib eller helikopter, og dernæst videre til fods. Afhængigt af kortlægningsskalaen og blotningsgraden må geologen hele tiden tage stilling til, hvordan dataindsamlingen foretages mest hensigtsmæssigt, og hvor mange oplysninger og prøver, der skal indsamles. Ofte er dækningsgraden meget varierende, således at der i nøgleområder anvendes megen tid, medens man imellem nøgleområder kan benytte sig af sin detailviden til at ekstrapolere

og dermed komme hurtigere gennem et givet areal. Selve kortlægningen omfatter, at grænseforløb mellem forskellige bjergartstyper indtegnes på kortet. Sådanne grænser kunne f.eks. være grænser i en given yngte lagserie mellem kalksten og sandsten, eller i et grundfjeldsområde mellem gnejs og granit. Samtidigt registreres bjergartens lagstilling, og her vil fladtliggende lagserier som regel kunne aftegnes med et grænsemønster, der ligner højdekurver, medens bjergarter, der er blevet deformet ved bjergkædefoldning, vil aftegne et geometrisk mønster, der ligner uregelmæssige bølgeformer.

Sideløbende med den egentlige kortlægning foretager geologerne en række forskellige observationer, der bidrager til forståelsen af områdets geologiske udviklingshistorie. Primært observeres de relative aldersfølger mellem de forskellige bjergartstyper, og dernæst foretages en række målinger af bjergartens strukturer. Dette danner baggrund for konstruktion af 3-dimensionale modeller for bjergarternes rumlige udbredelse (fig. 5 og 6). Endvidere foretages observation og vurdering af en række basale geologiske forhold, så som bjergartstype, mineralindhold, evt. fossilindhold, mineraliseringsindikationer, omdannelsesgrad m.v. Der indsamles prøver til senere laboratorieundersøgelser, hvor bjergartssammensætningen (petrologi), den kemiske sammensætning (geochemi), aldersbestemmelser (geokronologi), fossilbeskrivelser (palæontologi), sedimentanalyser (sedimentologi) m.v. indgår. Alle observationer refereres til bestemte feltlokaliteter, der sædvanlig-

vis anføres på kortet samtidigt med, at geografiske koordinater samt højde over havet registreres.

Efter en samlet bearbejdelse af hele materialet og rentegning af feltkortene indgår disse basisdata som grundlag for en sammentegning (kompilering) af de endelige geologiske kort, der udgives som farvetrykte kort ved siden af videnskabelige artikler, der beskriver og tolker områderne eller dele deraf.

Målsætningen for den geologiske kortlægning

I Grønland har råstofeftersforskningen og den videnskabelige udforskning gået hånd i hånd i det geologiske arbejde lige fra den spæde start i begyndelsen af forrige århundrede. Da GGU's systematiske kortlægning i 1:100.000 blev påbegyndt, valgtes Ivittuut-området i Sydvestgrønland som det første målområde, idet man helt bevidst ønskede at studere regionen omkring Grønlands eneste producerende mine, hvor der var blevet brudt kryolit gennem mere end 100 år. Kortlægningen omkring Ivittuut blev gennem det næste årti udvidet til Sydgrønland, hvor der var stor interesse for de mineraliseringer med uran mv., der var påvist ved Narsaq i Ilímaussaq-intrusionen. Kortlægningsopgaverne blev altså tilrettelagt i lyset af de økonomisk-geologiske perspektiver, der tegnede sig.

Den generelle målsætning for den geologiske kortlægning med tilhørende basisundersøgelser er i dag at gennemføre en grundlæggende geologisk udforskning af Grønlands meget varierede og sammensatte geologiske opbygning for at etablere et grundlag både for

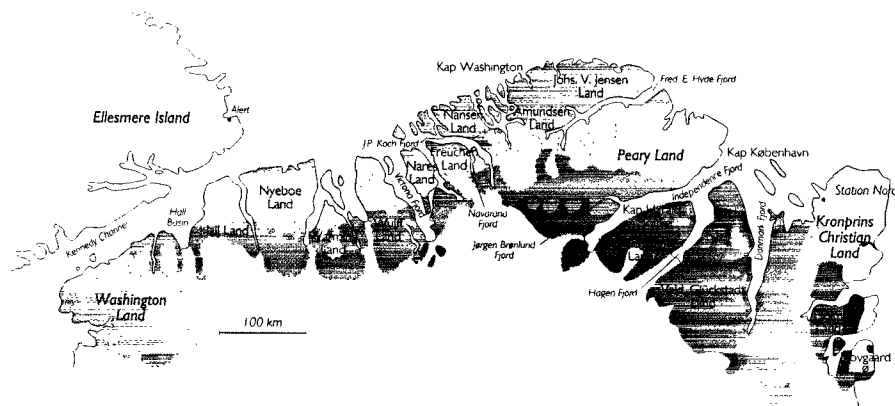


Fig. 5. Geologisk skitsekort over Nordgrønlands geologi, der domineres af fladtliggende sedimentære lagserier fra Proterozoikum og ældre Palæozoikum.

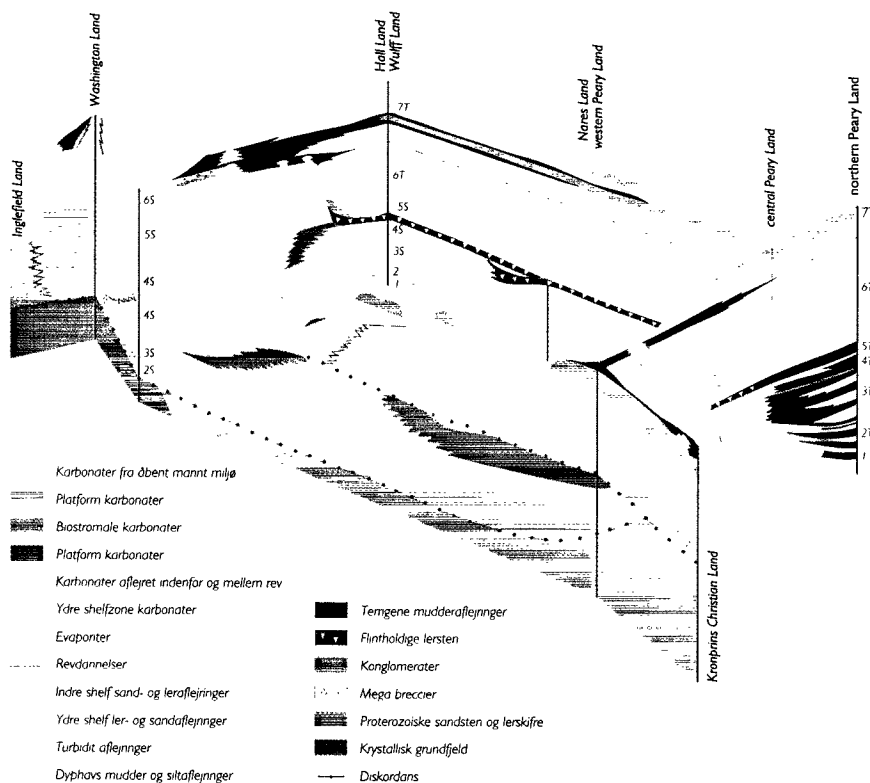
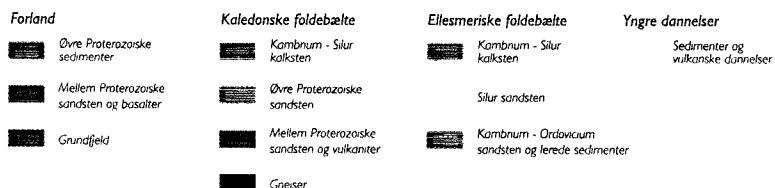


Fig. 6. Blokdiagram (konstrueret fra de geologiske kort), der viser den 3-dimensionale opbygning af den sedimentære lagserie i Nordgrønland. Fra Higgins et al., 1991.

forskning og mineral- og kulbrintesøgning. Indsatsen foregår i et internationalt videnskabeligt miljø med et integreret samarbejde mellem forskere fra GEUS og forskere fra danske og udenlandske geovidenskabelige institutioner.

Den ovennævnte målsætning, der er formuleret i forbindelse med GEUS' resultatkontrakt og arbejdsprogram, er i nøje overensstemmelse med den vurdering, man har fra Grønlands Hjemmestyre om kortlægningens betydning for de grønlandske erhvervsudviklingsmuligheder. Der er fra Hjemmestyrets Råstofdirektoratet peget på behovet for at fastholde den løbende indsats med basiskortlægning og formidling af informationer og data. Endvidere ønskes mulighed for en øget og mere målrettet indsats i områder med et højt råstofpotentiale samt en indsats i mindre kendte områder for at søge at åbne nye områder for efterforskningsaktiviteter.

I disse år er den private efterforskningsaktivitet i Grønland meget stor, og især tiltrækker det sydlige Vestgrønlands mineralpotentiale sig stor interesse. Der er her uddelt efterforskningskoncessioner i næsten hele området fra det sydligste Grønland til Nordre Strømfjord, en strækning på ca. 1000 km. Herudover er der uddelt spredte koncessioner i både Nord- og Østgrønland. Selskabernes efterforskning tager alle steder udgangspunkt i den eksisterende viden, der primært er indeholdt i GEUS' publicerede materiale (kort og afhandlinger) samt i tilgængelige arkiver og databaser. Det skal i denne sammenhæng også nævnes, at GEUS ud over geologisk kortlægning

også udfører andre typer af kortlægning, primært geofysisk og geokemisk kortlægning. Den økonomiske dimension af den private efterforskningsaktivitet er i disse år 2-4 gange så stor som den, der anvendes af det offentlige på det basale arbejde. Dette afspejler klart, hvor motiverende den offentlige indsats er for den private efterforskningsindsats. At dette også udtrykkes klart af selskabernes, fremgår bl.a. af en pressemeddelelse, efterforsknings-selskabet Platinova A/S udsendte 22/10 97, hvori de anfører: »Det er vigtigt at bemærke, at resultaterne af det langsigtede geologiske kortlægningsarbejde udført af GEUS (Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse) har været gode redskaber for den nuværende efterforskningsindsats.« Bemærkningen er anført i pressemeddelelsens omtale af selskabets nye diamantfund i Vestgrønland, der repræsenterer en efterforskningsaktivitet, der direkte kan føres tilbage til GEUS' tidlige basisindsats på dette område.

En anden indikation på brugernes, herunder prospekterings-selskabernes interesse for resultaterne af den geologiske kortlægning og de basale undersøgelser i Grønland er størrelsen af GGUs og GEUS' salg af kort og afhandlinger.

Der er siden 1969 solgt ca. 500 geologiske kort pr. år og ca. 900 afhandlinger og rapporter pr. år.

Den fremtidige kortlægning i Grønland

Med den nuværende arbejdsindsats vil oversigtskortlægningen i 1:500.000 blive afsluttet inden for de næste ca. 5 år. Som det fremgår af ovenstående, er

■ Fig. 7. En samlet bearbejdelse af hele materialet og rentegning af feltkortene indgår som basisdata og er grundlag for de endelige geologiske kort.



kortlægningsarbejdet i Grønland imidlertid langt fra færdigt.

Det må forudses, at de ældste oversigtskort i 1:500.000 skal opdateres. Desuden fortsættes 1:100.000 serien, hvori der indtil nu er udgivet ca. 50 kort. Der vil fortsat være behov for kort i denne skala, og behov for detailstudier i områder med højt råstofpotentiale. Endvidere har udviklingen af digitale teknikker revolutioneret kortfremstillingen. Digitale kort er blevet vigtige produkter, og de eksisterende geologiske kort er i øjeblikket under omarbejdning til digital form. Dermed er der også skabt mulighed for en øget sammenstilling af geologiske kort med andre kort (f.eks. geofysiske og geokemiske kort) og andre typer af data til helt nye kort-

typer med store mængder af kombineret og lettilgængelig information.

Det geologiske kortlægningsarbejde må også i de kommende mange år baseres på de klassiske feltarbejdsmetoder, hvor geologerne må indsamle data og prøver i felten, men samtidig må nye digitale arbejdsmetoder tages i anvendelse ved bearbejdning og opbygning af databaser. Hermed vil den basale geovidenskabelige indsats kunne gå hånd i hånd med en målrettet udnyttelse af nye værktøjer og digitale medier til formidling af resultaterne. Kortlægningen må udvikle sig i pagt med tiden – men den er som sådan kommet for at blive.

Artiklen har været trykt i årsberetning 1997 fra Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse.