



ÅRSBERETNING FOR 1999

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse
Miljø- og Energiministeriet

IN MEMORIAM



Anne Marie Nielsen
20.5.1944 – 9.10.1999

I 1999 mistede GEUS sin bestyrelsesformand igennem næsten 3 år efter kort tids sygdom. Anne Marie Nielsen var cand.polit. og kom fra det private erhvervsliv. Men hendes interesse for GEUS og den forskning, der var knyttet til naturen, havde ikke noget med hendes professionelle karriere at gøre, den kom fra hjertet. Det var ikke specifikt geologien, der havde hendes særlige bevågenhed. Men geologien var for hende den del af naturen, der dannede fundamentet for den levende natur og rammerne for livets udfoldelse.

I den ånd sagde hun også ja til at påtage sig hvervet som bestyrelsesformand, da hun blev opfordret dertil af miljø- og energiminister Svend Auken. Hun ville gerne være med til at sikre ordentlige rammer og arbejdsbetingelser for en af Danmarks store sektorforskningsinstitutioner. En særlig attraktion for hende var det, at Grønland hørte med til institutionens virkefelt. I Grønland har hun vandret i de mest øde områder bl.a. omkring Thule og i Østgrønland. I Vestgrønland har hun i telt og bidende kulde, i varme og storm sammen med sin mand, på naturens præmisser fulgt Moskusokserne i deres daglige færden i perioder året rundt, og dokumenteret det i form af mange timers videooptagelser til en film til Danmarks Radio.

Hun har som bestyrelsesformand bidraget til at sikre rammerne for GEUS' virke i mange år fremover. GEUS fik i hendes formandsperiode det lovmæssige grundlag for institutionens opgaver som sektorforskningsinstitution på plads: Bekendtgørelsen om GEUS af 28. juni 1999. GEUS' opgaver i Grønland og på Færøerne skulle indarbejdes på en ny måde i forhold til de gamle aftaler fra DGU- og GGU-tiden. Det lykkedes i hendes periode at udvikle samarbejdet med Færøerne til en ny samarbejdsaftale, der tilgodeså den større grad af selvstændighed, som færingerne ønskede i forbindelse med de geologiske undersøgelser. I forhold til Grønland blev samarbejdet intensiveret i takt med at Hjemmestyret fik overdraget ansvaret for forvaltningen af råstofområdet.

Hun engagerede sig personligt i sammensætningen af GEUS' nye direktion efter Ole Winther Christensens pludselige død i efteråret 1998. Hun lagde meget vægt på at sikre institutionens faglige integritet og selvstændighed som uafhængig sektorforskningsinstitution. Hvad de økonomiske forhold angår var Anne Marie meget kontant. Hun var hurtigt til at gå bag tallene i regnskaber og budgetter, hvis der var svagheder. Man skulle være velforberejdet, når man gik til møde med Anne Marie Nielsen. Hun var konstruktiv til at finde løsninger og nye måder at håndtere tingene på. Som mødeleder var hun åben og lyttende, og i stand til at drage konkrete konklusioner, når tiden var inde.

Anne Marie Nielsen har kun ved enkelte lejligheder mødt GEUS' personale samlet. Den ene gang var ved personalekonferencen i foråret 1999, hvor hun meget spændende og præcist beskrev sit syn på GEUS' rolle som forskningsinstitution og på det ansvar, som institutionen havde for at tilvejebringe viden og faglig rådgivning af international kvalitet. Mange politiske beslutninger på energi-, råstof-, natur- og miljøområdet var afhængige af GEUS' faglige aktiviteter. Medarbejderne fik her et klart budskab fra GEUS' øverste chef om institutionen set i et samfundsmæssigt perspektiv.

Selv om Anne Marie Nielsen kun var bestyrelsesformand i en relativ kort periode, har hun sat adskillige fingeraftryk på institutionens virke. For os, der kom tæt ind på livet af hende, vil hendes personlighed stå klart i vores erindring mange år fremover.

Æret være hendes minde.

Martin Ghisler

Udgivet af
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS)
Miljø- og Energiministeriet, 2000

ISBN: 87-7871-079-0
ISSN: 1396-3317

Omslag: Peter Warna-Moors
Tegning: Henrik Klinge Pedersen, Stefan Sølberg, m. fl.
Billedtekster: Knud Binzer
Foto: Peter Warna-Moors, Jakob Lautrup, Kristian Kloth,
Agnete Steenfelt, H.K. Schönwandt og Adam A. Garde
Tilrættelæggelse og teknisk redaktion Peter Warna-Moors
Redaktion: Knud Binzer og Arne Dinesen
Tryk: From & Co

Beretningsafsnit, regnskabs- og økonomioversigt samt oversigt over
GEUS' produktion er udarbejdet og redigeret ud fra tekster og
oplysninger i Virksomhedsregnskab for 1999.
De øvrige afsnit bortset fra specialartiklerne er udarbejdet og
redigeret på grundlag af oplysninger fra afdelinger og sekretariat.

Forsidebilledet er fra Strandegård Dyrehave syd for Fakse Ladeplads.

©
Danmarks og Grønlands
Geologiske Undersøgelse (GEUS)

Thoravej 8
DK 2400 København NV
Danmark
Telefon: 38 14 20 00
Telefax: 38 14 20 50
E-post: geus@geus.dk
Internetsted: www.geus.dk



INDHOLD

7	FORORD
	BERETNING:
8	GENERELT OM INSTITUTIONEN OG ARBEJDET
11	ARBEJDET PÅ PROGRAMOMRÅDERNE
11	Databanker, informationsteknologi og generel formidling
15	Vandressourcer
21	Energiråstoffer
27	Mineralske råstoffer og Grønlandskortlægning
33	Natur og miljø
38	ØKONOMI 1999
40	REGNSKAB FOR 1999
41	GEUS' FORMIDLINGSVIRKSOMHED
	SPECIALARTIKLER:
43	GEUS' PRØVE- OG BOREKERNEBANK OG UDRUSTNINGSMAGASIN
51	MINERALEFTERFORSKNING I EN DIGITAL VERDEN
67	INDVINDING AF OLIE FRA DE DANSKE KALKFELTER
79	VANDRESSOURCER - ET OMRÅDE AF STOR STRATEGISK BETYDNING
92	GEUS' ORGANISATION
94	GEUS' BESTYRELSE
97	GEUS' LEDELSE
99	GEUS' AFDELINGER





ÅRSBERETNING FOR 1999

Billede udeladt

FORORD

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS) udsender i år 2000 tre institutionsredegørelser for arbejdet i 1999.

Den foreliggende "Årsberetning 1999" rummer en kortfattet gennemgang af aktiviteter og resultater, regnskabs-, økonomi- og produktionsoversigter samt en oversigt over afdelingernes arbejdsområder.

Hovedvægten er lagt på det faglige arbejde bl.a. med artikler, hvor udvalgte emner inden for programområderne belyser aspekter af GEUS' mangesidige geologiske arbejdsopgaver.

GEUS' tidligere publicerede "Virksomhedsregnskab 1999" indeholder mere detaljerede oplysninger om sammenhængen mellem økonomiforhold og den geologisk faglige indsats. Virksomhedsregnskabet tjener tillige som endelig afrapportering af GEUS' resultatkontrakt for perioden 1997-99.

"Publikationskatalog 1999" er en registrering af årets formidlingsaktiviteter på de enkelte program- og delprogramområder og på de strategiske indsatsområder.

Virksomhedsregnskab og Publikationskatalog kan læses på GEUS' internetsted (www.geus.dk). Begge udgivelser kan rekvireres i papirudgave ved henvendelse til GEUS.

Efter Anne Marie Niensens død i efteråret 1999 fungerede direktør Anders Bækgaard som formand i GEUS' bestyrelse året ud. 1. januar tiltrådte overlæge Per Buch Andreasen som ny bestyrelsesformand.



Per Buch Andreasen
Bestyrelsesformand



Martin Ghisler
Administrerende Direktør



Området nær Mestersvig ved Kong Oscar Fjord i Østgrønland.

Udsigt mod vest fra flyvepladsen ved Mestersvig til den nordlige del af Stauning Alper med bjergmassivet Akselborg (1760 m.) til venstre og Syltoppene (1860 m.) til højre i billedet. Bjergarterne er kaledonsk foldede (ca. 400 mio. år siden) øvre proterozoiske (700 mio. år gamle) og nedre paleozoiske (500 mio. år gamle) sedimente (kalksten og lerede bjergarter). Bjergene spejler sig i en midlertidig opstået smeltevandsø. Til venstre uden for billedet ligger Store Blydal med den nu nedlagte mine i Blyklippen.

BERETNING

GENERELT OM INSTITUTIONEN OG ARBEJDET

1999 var fortsat præget af et højt aktivitetsniveau. Det økonomiske resultat blev tilfredsstillende og gunstigere end forudset ved budgetlægningen.

Året var det sidste i 3-årsperioden for GEUS' første resultatkontrakt. En ny kontrakt, der dækker perioden 2000-2003, er indgået mellem miljø- og energiministeren og GEUS' bestyrelse.

De lovgivningsmæssige rammer for GEUS' virksomhed er blevet opdateret med Bekendtgørelse nr. 570 af 28. juni 1999.

I Bekendtgørelsen, der er udstedt i medfør af lov nr. 1076 af 20. december 1995 om sektorforskningsinstitutioner, anføres, at GEUS' hovedvirkefelt er Danmark og Grønland. GEUS' fremtidige virke på Færøerne vil foregå på baggrund af en bemyndigelse til at indgå aftaler om geovidenskabelige aktiviteter med relevante færøske myndigheder og kollegainstitutioner.

Den faglige indsats er organiseret i 5 programområder, hvor opgaverne løses i større eller mindre projektgrupper, som ofte bemandes på tværs af GEUS'

afdelingsstruktur. Programområderne vedrører:

- Databanker, informationsteknologi og generel formidling
- Vandressourcer
- Energiråstoffer
- Mineralske råstoffer og Grønlandskortlægning
- Natur og miljø

GEUS deltager sammen med en række andre forskningsinstitutioner i centerdannelser, som finansieres af Det Strategiske Miljøforskningsprogram (SMP). Et af centrene (Grundvandsgruppen) arbejder under SMP 96 med "Pesticider og Grundvand". Et andet center (BIO-PRO), som er startet under SMP 98, beskæftiger sig med "Biologiske processer i forurennet jord og sediment". I begge tilfælde varetages centeradministrationen af GEUS.

Såvel GEUS som Geologisk Institut ved Københavns Universitet er værtsinstitution for Dansk Lithosfærecenter (DLC).

DLC, hvis forskningsfelt angår fundamentale forhold og processer i jordskorpen, hører i administrativ henseende ind under GEUS, men er ikke omfattet af GEUS' resultatkontrakt. Den overordnede faglige ledelse varetages af Danmarks Grundforskningsfond, som efter en positiv international evaluering bevilgede yderligere midler (85 mio. kr.), således at en videreførelse af centerets aktiviteter er sikret frem til 31. januar 2004.

Sammen med Geologisk Institut, Geologisk Museum og Geografisk Institut ved Københavns Universitet samt Dansk Lithosfærecenter er GEUS i færd med at realisere et Geocenter på Østervoldgade 10 i København. Indflytning i centerbygningerne påregnes for GEUS' vedkommende at kunne finde sted i begyndelsen af 2002.

GEUS' internationale engagement har i de senere år haft et stigende omfang, ikke mindst med bistand til kompetenceopbygning hos samarbejdspartnere i den 3. verden samt Mellem- og Østeuropa. I 1999 var GEUS beskæftiget med ca. 100 opga-

ver af international karakter. Det er hensigten at søge samarbejdet med lande i Sydøstasien, Afrika og Sydamerika udbygget i de kommende år.

Af "Publikationskatalog 1999" (se www.geus.dk) fremgår, at de samlede aktiviteter på formidlingsområdet har været særdeles omfattende. På 12 ud af de 13 formidlingskategorier, som er opregnet i resultatkontrakten, lever produktmængden i 1999 op til de opstillede måltal, og i flere tilfælde ligger produktionen et godt stykke over måltallene. Det gælder f.eks. for kategorierne "Artikler i internationale videnskabelige tidsskrifter", "Artikler i egne serier (m. referee)", "Konferencebidrag" og "Offentligt tilgængelige rapporter". På side 41 findes en oversigt over nøgletallene for GEUS' formidlingsvirksomhed.

Det økonomiske resultat i 1999 er tilfredsstillende. Det lykkedes at opnå et driftsmæssigt overskud på 1.4 mio. kr. mod et underskud i 1998 på ca. 8 mio. kr. Resultatet skyldes en stram økonomistyring og udskydelse af enkelte instrumentinvesteringer. Personalet har udvist bety-

delig fleksibilitet, således at kompetencer fra de enkelte programområder har kunnet udnyttes i forbindelse med løsning af en række opgaver, som ikke var forudset ved årets start.

Af GEUS' samlede årsværksforbrug i 1999 på 378 blev 89 årsværk anvendt på opgaver med relation til Grønland. Omsætningen i forbindelse med Grønlandsopgaverne var 55,5 mio. kr., hvoraf 33 mio. kr. stammer fra GEUS' Finanslovsbevilling og 12 mio. kr. fra Grønlands Hjemmestyres Råstofdirektorat. De resterende 10,5 mio. kr. består af midler fra forskningsfonde og Miljø- og Energiministeriets Energiforskningsprogram (EFP) samt af indtægter ved løsning af opgaver for internationale olie-selskaber.

I GEUS' "Virksomhedsregnskab 1999" (se www.geus.dk) findes mere detaljerede oplysninger om sammenhængen mellem de økonomiske rammer og den faglige indsats. Der gøres desuden rede for indsatsen set i forhold til målsætningerne i GEUS' første resultatkontrakt. Virksomhedsregnskabet rummer

statusopgørelse for hvert af de 26 udpegede strategiske indsatsområder, og det beskrives i hvilken udstrækning de kvantitative resultatmål er opfyldt ved resultatkontraktens udløb.

I de efterfølgende beretningsafsnit vedrørende GEUS' 5 programområder omtales et udvalg af de faglige aktiviteter og de opnåede resultater i 1999.





ÅRSBERETNING FOR 1999

Billede udeladt

Kystklint ud mod Lillebælt ved Børupskov.

Mange af kystklinerne langs med Lillebælt består af tydeligt lagdelte sedimenter som på billedet. Lagene er afsat i tertiærtiden og grundige studier har vist, at lagene kan inddeles i flere såkaldte sekvensstratigrafiske enheder. Denne indsigt har bl.a. åbnet mulighed for påvisning af dybtliggende grundvandsreservoarer og udpege områder med sandaflejringer i den midtjyske undergrund med et muligt indhold af tungminerale.

ARBEJDET PÅ PROGRAMOMRÅDERNE

Databanker, informationsteknologi og generel formidling

Resourceindsats	Realiseret 98	Budget 99	Realiseret 99	Budget 00
Årsværksforbrug	73	74	72	75
Samlet omsætning (mio. kr.)	40,8	43,0	42,0	41,7
Heraf basismidler (mio. kr.)	35,1	37,8	36,4	37,0
Ekstern finansiering (mio. kr.)	5,7	5,2	5,6	4,7
Ekstern finansieringsgrad	14%	12%	13%	11%

Hovedopgaven på programområdet består i håndtering af de enorme datamængder, som især i løbet af de seneste ca. 70 år er bragt til veje i forbindelse med efterforskning, udnyttelse og beskyttelse af et vidt spænd af geologiske naturressourcer. Størsteparten af de pågældende data, der omfatter resultater fra feltundersøgelser, borer, geo-

fysiske registreringer, laboratorieanalyser m.v., er indberettet til GEUS i medfør af lovgivning på vandforsynings-, undergrunds- og råstofområdet. GEUS har som fagdatacenter ansvar for, at den indhøstede erfaringsmasse i videst muligt omfang kan nyttiggøres, når nye aktiviteter og forholdsregler planlægges.

Databankindsatsen vedrører registrering, opbevaring og vedligeholdelse af det omfangsrige materiale. Samtidig arbejdes der løbende på at gøre flest mulig informationer tilgængelige i digital form ved hjælp af elektroniske medier.

Opbevaringen af de ofte dyrt tilvejebragte prøver fra de geologiske formationer har hidtil fundet sted på flere GEUS-adresser. Ombygningen af Øster Voldgade 10 til geocenter-formål har givet anledning til en mere rationel løsning på den ressourcekrævende lagringsopgave. Efter aftale med Hjemmestyrets Råstofdirektorat er et stort materiale af borekerner fra malmgeologiske undersøgelser i Grønland overflyttet til et magasin ved Sønder Strømfjord Lufthavn. Prøvemateriale fra Danmark, herunder et meget stort antal formationsprøver fra dybdeboringer efter olie og naturgas og fra vandboringer, er for fremtiden placeret i en effektiv indrettet magasinbygning på Valhøjs Allé i Rødovre.

Rødovremagasinet rummer desuden alt udrustningsmateriel til feltarbejde i Grønland samt måleudstyr, som anvendes ved geologiske undersøgelser til havs.

Satsningen på at opbygge integrerede informationssystemer på miljø- og undergrundsområderne er videreført i 1999.

I begge tilfælde har det vist sig, at opgaven er vanskeligere og tager længere tid end forudset.

Den tidligere ZEUS database med oplysninger om de geologiske lagserier, der er truffet i vandboringer, blev i 1998 overført til miljøinformationssystemet JUPITER. I 1999 er der arbejdet med forberedelse af Jupitersystemet til inkorporering af de nuværende emneopdelte baser vedr. grundvandskemi, pejlinger af variationer i grundvandspejlets beliggenhed, drikkevandskemi og størrelsen af grundvandsressourcerne. Det har desuden vist sig nødvendigt at sætte flere kræfter end påregnet ind på at tilrette og kvalitetskontrollere mange af de oplysninger, som indgår i de emneopdelte baser, før overførsel til JUPITER kan gennemføres.

Databasen GERDA, der indgår som element i JUPITERSystemet, er taget i brug via internet. GERDAbasen rummer resultater fra geofysiske under-

søgelser, som amterne lader udføre som led i bestræbelserne på at etablere beskyttelseszoner i vandindvindingsområder.

Informationssystemet på undergrundsområdet rummer data fra efterforskning og produktion af olie og naturgas i Danmark. Det pågældende system, SAMBA, drives i fællesskab af Energistyrelsen og GEUS. Det eksisterende RDBbaserede system, der fungerer som indeks til samtlige data i arkiver og prøvemagasiner, er under omformning til et nyt Oraclebaseret system, som kan anvendes af relevante pcbrugere i de to institutioner. Fremstillingen af programmet til overførsel af data fra den nuværende udgave af SAMBA til det Oraclebaserede system er afsluttet i 1999. I det nye system er desuden fremstillet en prototype for skærm-billede med de generelle funktioner, der skal bruges ved opdatering af basen og ved udtræk.

Fra og med 1992 er SAMBA-systemet udvidet fra alene at omfatte data fra boringer til også at omfatte olie/gasrelaterede seismiske undersøgelser. I løbet

af 1999 er seismikregistreringen i SAMBA ajourført, således at i alt ca. 31.000 seismogrammer (inkl. samtlige processerings-udgaver) nu figurerer i basen.

Opgaverne på formidlingsområdet har bestået i udarbejdelse af institutionsrapporter som Virksomhedsregnskab 1998, Årsberetning 1998, "Review of Greenland Activities 1998", Publikationskatalog 1998 og Arbejdsprogram 1999 samt i opdatering og udbygning af GEUS websted (www.geus.dk). Der blev udgivet 4 numre af det populærvidenskabelige tidsskrift "GEOLOGI - Nyt fra GEUS" med emner, der spænder fra "Landbrugslandskabet gennem 2000 år", "Færøernes kontinentalsokkel – forventninger om oliefund", "Øresund - Den faste forbindelse og kystmiljøet", "Guldfund og pladetektonik - Den ketilidiske bjergkædedannelse i Sydgrønland" til "Mariager Fjord - en fjorddals historie".

Formidlingsaktiviteterne omfatter desuden GEUS' biblioteksvirksomhed samt forskellige former for redaktionelt og grafisk arbejde.

Økonomieresultatet på programområdet blev i 1999 lidt gunstigere end forventet i budgettet. Investeringen i forbedrede magasinforhold betød, at trækket på GEUS' basismidler øgedes i forhold til 1998.





ÅRSBERETNING FOR 1999

Billede udeladt

Vandressourcer

Ressourceindsats	Realiseret 98	Budget 99	Realiseret 99	Budget 00
Årsværksforbrug	68	64	74	64
Samlet omsætning (mio. kr.)	37,1	46,9	44,7	43,3
Heraf basismidler (mio. kr.)	22,7	34,6	29,0	28,8
Ekstern finansiering (mio. kr.)	14,4	12,3	15,7	14,5
Ekstern finansieringsgrad	39%	26%	35%	33%

Hovedopgaverne på programområdet går ud på at skabe overblik over størrelsen og fordelingen af de tilgængelige grundvandsressourcer i Danmark og i at klarlægge forhold og processer, som har betydning for grundvandets kvalitet.

Under en projektkontrakt med Miljø- og Energiministeriet er der i de seneste år satset stærkt på opbygningen af en landsdækkende vandressourcemodel, der forsøger at tage højde for samtlige faktorer, som er bestemmende for grundvandsmængderne. Det gælder f.eks. nedbør, fordampning, afstrøm-

ning på jordoverfladen, nedsivning gennem de øverste jordlag samt grundvandsmagasinernes egen-skaber og udstrækning. Modelopbygningen foregår i samarbejde med DMU, der bidrager med data vedr. afstrømning og arealanvendelse, og med DHI, hvis beregningsprogrammel, MIKE SHE, er et væsentligt element i vandressourcemodellen. Supplerende moduler til MIKE SHE fremstilles af DHI og GEUS i fællesskab ved hjælp af en bevilling fra Erhvervsfremmestyrelsen.

I 1997 og 1998 var arbejdet især koncentreret om at udforme geologiske modeller for Fyn og Sjælland. I 1999 er der fortrinsvis arbejdet med Jylland, hvor de geologiske forhold omkring grundvandsmagasinerne, der er knyttet til både tertiære

(miocæne) og kvartære aflejringer, er særligt komplicerede. Igangværende undersøgelser af lejningsforholdene i det midt- og sønderjyske Miocæn ved hjælp af sekvensstratigrafisk metodik (se også under Programområde 3: Energiråstoffer) tyder på, at udstrækningen af de miocæne, vandførende sandformationer vil kunne kortlægges med langt større præcision end hidtil.

Det jyske modelkoncept, som ved årets slutning var opstillet for Syd- og Vestjylland fra landegrænsen nordpå til Limfjorden, adskiller sig fra konceptet, som blev benyttet ved modelleringsarbejdet på Fyn og Sjælland. I Jyllands modellen er der således introduceret sikrere afstrømningsberegninger, herunder angående vandudvekslingen mellem grundvand og vandløb. End-

videre er den tidligere anvendte geologiske "lagkagemodel" afløst af en model, hvor jordlagene er opdelt i "celler" med en lagtykkelse på 10 m og en vandret udstrækning på 1 km x 1 km. Formålet med den landsdækkende model er bl.a. at fremstille et detaljeret beregningsværktøj, som kan bruges til at belyse variationerne i vandmængderne, som efter at være sivet ned tilføres de enkelte grundvandsmagasiner henad vejen. Ønsket om detaljering må imidlertid afvejes med et modsat rettet ønske om overkommelig computertid. Det er derfor valgt at arbejde med en geologisk model, som omfatter i alt 16 beregningslag (dvs. ned til en dybde af 160 m).

I 1999 er der udviklet 2 supplerende moduler til MIKE SHE. Det ene modul, "GeoEditor", er et GIS-baseret grafisk redskab, der sætter brugeren i stand til at opstille, tolke og afprøve geologiske modeller på grundlag af de foreliggende data fra boringer og geofysiske undersøgelser. Det andet modul, "UZ-editor", der også er GIS-baseret, muliggør indlæsning af data vedrørende lagene nærmest jordoverfladen, bl.a. data fra GEUS' jordartskortlægning.

Arbejdet med opbygning af den landsdækkende vandressource-model blev bedømt i maj 1999 under medvirken af et eksternt panel med brugerrepræsentation. Panelet påpegede, at projektet er ambitiøst, men at målsætningerne synes rimelige og gennemførlige, dog med forsinkelse i forhold til den oprindelige tidsplan. Panelet gjorde opmærksom på et behov for øget forskning i processerne, der er knyttet til dannelsen af nyt grundvand. Det tilstræbes at råde bod på denne mangel, bl.a. er der igangsat et ph.d. projekt, der sigter mod at udvikle forbedrede metoder til kvantificering af den arealmæssige variation i grundvandsdannelsen.

Sideløbende med indsatsen på vandressourcemodellen foregår en renovering af GEUS' net af pejlestationer. Registreringen af svingningerne i grundvandsspejlets beliggenhed er i en længere årække foregået manuelt på ca. 100 stationer fordelt over landet. Ved udgangen af år 2000 påregnes GEUS-nettet at bestå af 10 stationer, der er monteret med nyudviklet udstyr til "online"-transmission af data, samt ca. 40 stationer med automatisk registrering. I forbindelse med den kommende revision i 2002

af programmet for grundvandsovervågning tilstræbes det at etablere et mere finmasket pejlenet ved koordinering af GEUS' indsats på området med den tilsvarende indsats i amternes og de større vandforsyningsregi.

EU-projektet PALAEAUX fokuserer på mulighederne for indvinding af dybtliggende grundvand i europæiske kystzoner, hvor vandforsyningsproblemerne kan være store, bl.a. på grund af mange turistbesøg. I projektet undersøges mængde og kvalitet såvel af gammelt grundvand, der er dannet under sidste istid, som af ungt grundvand, der er infiltreret inden for de seneste år.

IGEUS rapporten "Grundvandsovervågning 1999" angives, at den vejledende grænseværdi for nitrat på 25 mg/l i 1998 ligesom i året før er overskredet i 25% af vandprøverne fra de filtersatte intervaller i Vandmiljøplanens overvågningsboringer. Organiske mikroforureninger, d.v.s. klorede kulbrinter, aromatiske kulbrinter og fenoler er i perioden 1989-1998 fundet i henholdsvis 14%, 23% og 11% af overvågningsfiltrerne, altså i samme størrelsesorden som i perioden 1989-1997, hvor de tilsvarende

tal var 13%, 21% og 12%. Proceduren for godkendelse af pesticider er i de senere år skærpet markant, og en del pesticider er blevet forbudt. På trods af disse forholdsregler øges antallet af påviste pesticidtyper (inkl. nedbrydningsprodukter) i grundvandet fortsat. Øgningen må tilskrives en kombination af forsinkelseffekten, der er knyttet til nedsivningen, udvidet analyseprogram og forbedret analyseteknik. Mens antallet til og med 1997 lå på 46, var det ved udgangen af 1998 oppe på mindst 56.

GEUS' forskning på pesticidområdet er især udført som led i det tværinstitutionelle samarbejde i Grundvandsgruppen under Det Strategiske Miljøforskningsprogram. Grundvandsgruppens indsats på delprogrammet "Pesticider og Grundvand" startede i 1996 og skulle efter den oprindelige plan være afsluttet med udgangen af 1999. Nogle af aktiviteterne blev imidlertid forsinket, og SMP-ledelsen har godkendt, at uforbrugte projektmidler kan anvendes i år 2000. Arbejdet er organiseret i 3 projekter, hvoraf to er rettet mod forhold og processer, som har betydning for, om pesticider bindes, nedbrydes eller transporte-

res, dels i jordlagene over grundvandsspejlet, dels i grundvandsmagasinerne. I det tredje projekt søges resultaterne fra de to andre projekter integreret i form af beregningsmodeller, som kan bidrage til at belyse risikoen for spredning af pesticider i lokale og regionale vandindvindingsområder. Det udestående arbejde i 2000 vedrører især beregningsmodellerne samt videreførelsen af nogle sent igangsatte ph.d. projekter.

Fra GEUS' side er der bl.a. bidraget med detaljerede undersøgelser af de hydrauliske forhold, som er knyttet til opsprækket moræneler og til smeltvandssand, og som har betydning for mulighederne for vandgennemstrømning og dermed for risikoen for transport af pesticider gennem den umættede zone over grundvandsspejlet. GEUS har også været stærkt impliceret i analyser vedrørende binding og bakteriel nedbrydning af pesticider i grundvandsmagasinerne og i undersøgelser af pesticiders opførsel i vådområder. Endelig er GEUS ansvarlig for udviklingen af en beregningsmodel, der dækker et regionalt vandindvindingsområde.

Grundvandsgruppens resultater viser, at pesticider kan transporteres gennem rodhuller og sprækker ned til mindst 5 m dybde. Det er sandsynligt, at sprækker fungerer som aktive strømningsveje ned til mindst 10 m dybde i lerområder. Det er sandsynligvis forklaringen på mange af de senere års pesticidfund i de øverste grundvandsmagasiner, og på at en række pesticider opfører sig anderledes end forventet. Når pesticiderne først er nået ned i grundvandsmagasinerne, foregår nedbrydningen meget langsomt, eller den går helt i stå. Opbygning af basal viden om pesticider i Grundvandsgruppens regi kan givetvis udnyttes i de kommende års bestræbelser på at beskytte grundvandet mod yderligere forurening.

Pesticidfundene i det senest dannede grundvand har givet anledning til, at GEUS sammen med Danmarks JordbrugsForskning (DJF), DMU og Miljøstyrelsen er i færd med at etablere et varslingsystem, der giver mulighed for at registrere godkendte pesticider, som mod forventning transporteres i lagene over grundvandsspejlet og truer med at forurene grundvand eller overfladevand. Varslingssystemet

består af 6 repræsentative forsøgsmarker fordelt over landet. Markerne, hvoraf 4 ligger på lerjorde og 2 ligger på sandjorde, dyrkes efter fastlagte sædskifteplaner, og regelret pesticidbehandling finder sted. En omfattende dataindsamling foregår bl.a. ved hjælp af pejle- og prøvetagningsboringer, udstyr til måling og udtagning af porevand, hyppige pesticidanalyser og kontinuert måling af nedbøren. På forsøgsmarkerne på lerjord suppleres med indsamling af drænvand, og der anbringes 18 m lange horisontale prøvetagningsfiltre i en dybde af 3,5 m under terræn. I 1999 er drift og prøve-tagning igangsat på forsøgsmarker ved Tylstrup i Vendsyssel, Store Jyndevad i Sønderjylland og Fårdrup i Vestsjælland.

Pesticidforskning finder desuden sted under en projektkontrakt med Miljø- og Energiministeriet samt under Det Tværministerielle Pesticidforskningsprogram. Arbejdet under projektkontrakten er især rettet mod udvikling af immunkemiske analysemetoder. I forbindelse med et ph.d. studium er der i samarbejde med Statens Seruminstitut og Exiqon fundet frem til en immunkemisk analyse for BAM,

der er et hyppigt optrædende nedbrydningsprodukt fra "bypesticidet" dichlobenil. Metoden, der er godkendt af Miljøstyrelsen, har en detektionsgrænse på 0,02 mikrogram eller mindre, og det nødvendige prøvevolumen er mindre end 1 ml. Samtidig er analysen betydeligt billigere end en konventionel BAM analyse, og resultatet kan leveres senest et døgn efter prøvemodtagelsen. Metoden er derfor egnet til screening af BAM forurenede områder. Ved hjælp af en bevilling fra Forskningsministeriets SUE-program er det sikret, at der kan arbejdes videre med udvikling af immunkemiske analyser for andre pesticidtyper. Udover Serum instituttet, Exiqon og GEUS deltager Mikroelektronikcentret og Institut for Miljøteknologi ved DTU i SUE projektet. GEUS' arbejde under Det Tværministerielle Pesticidforskningsprogram er nævnt under GEUS' programområde vedr. Natur og miljø".

Projektet "Fracflow", der er EU-finansieret, udføres sammen med det israelske Ben Gurion Universitet, British Geological Survey og Institut für Angewandte Geologie, Karlsruhe. Projektet har til formål at undersøge såvel organiske som

uorganiske forureningselementers opførsel i opsprækkede kalkbjergarter, herunder det danske "skrivekridt", samt at pege på mulige afhjælpningsforanstaltninger. GEUS har i 1999 bidraget ved etablering af feltstudier på lokaliteter ved Sigerslev på Stevns og Drastrup nær Ålborg samt ved mikrobiologiske og hydrogeologiske undersøgelser.

Sammen med ASIAQ i Nuuk arbejder GEUS på at vurdere det grønland-ske potentiale for udnyttelse af vandkraft som energikilde. Potentialet synes ikke mindst knyttet til afstrømningen fra snedækket. I 1999 er der udført sporstofstudier på en række lokaliteter i Tasersuaq bassinet for at forbedre indsigten i strømnings- og magasineringsprocesserne, som foregår i snedækket, og dermed i smeltevandsafstrømningen og dens variation i tid. Inkludering af denne viden i de hydrologiske beregningsmodeller vil øge muligheden for at forudsige kraftige og hurtige afstrømningsforløb, således at grundlaget for dimensionering af vandkraftanlæg bliver sikrere.

GEUS har forestået ledelsen af et større projekt vedr. grundvandsbeskyttelse i det forurenede distrikt, øst for Moskva. Projektet, der primært finansieredes under DANCEEordningen, udførtes i et samarbejde mellem det russiske ministerium for naturressourcer, de lokale miljømyndigheder, VSEGINGEO (russisk forskningsinstitut for hydrogeologi og ingeniørgeologi), Environment Modelling Center ved Rigas Tekniske Universitet, Krüger International Consult A/S og GEUS.

De vigtigste resultater af projektet, der løb fra maj 1998 til april 2000, er:

- (a) Udarbejdelse af en 3D geologisk model og en kalibreret 3D strømningsmodel for hele distriktet;
- (b) Fremstilling af kort vedr. udnyttede grundvandsmagasiner sårbarhed med angivelse af områder og lokaliteter, hvor strenge beskyttelsesforanstaltninger og lokal overvågning bør gennemføres;
- (c) Fremstilling af kort over steder med særlig høj forureningsrisiko;
- (d) Konstatning af en udbredt grundvandsforurening med organiske stoffer;

- (e) Udførelse af supplerende undersøgelser på to lokaliteter med særlig stærk forurening: Timokhovo (der formentlig er den største losseplads i Europa) og Akrikhin;
- (f) Udførelse af 17 undersøgelserboringer;
- (g) Etablering af en miljødatabase;
- (h) Forbedring af VSEGINGEO's muligheder for at udføre miljøundersøgelser og bearbejde data som følge af tilført know-how og computerudstyr;
- (i) Udarbejdelse af forskrifter for implementering af udbedrende foranstaltninger på Timokhovo lossepladsen.

Som i 1998 er programrådets antal af artikler i internationale tidsskrifter i 1999 på niveau med Resultatkontraktens måltal. Antallet af konferencebidrag, erhversrelaterede artikler samt notater m.v er større end i 1998, formentlig et udtryk for god interesse fra brugernes side. Rapportantallet er faldet i forhold til 1998. 1999-tallet ligger dog fortsat betydeligt højere end Resultatkontraktens måltal.

Programrådets årsværksforbrug og den samlede omsætning er vokset betragteligt i forhold til 1998, mens den eksterne finansieringsgrad er faldet. Merforbruget hænger primært sammen med varslingsystemet, hvis etablering har været vanskelig at planlægge, hvorfor der også ses markante afvigelser i forhold til budgettet for 1999.





ÅRSBERETNING FOR 1999

Billede udeladt

Energiråstoffer

Ressourceindsats	Realiseret 98	Budget 99	Realiseret 99	Budget 00
Årsværksforbrug	108	95	97	88
Samlet omsætning (mio. kr.)	62,1	55,5	52,1	56,3
Heraf basismidler (mio. kr.)	38,0	31,6	30,2	30,3
Ekstern finansiering (mio. kr.)	24,2	23,9	21,9	26,0
Ekstern finansieringsgrad	39%	43%	42%	46%

På dette programområde består GEUS' hovedopgave i at bidrage til et solidt fagligt grundlag dels for en effektiv efterforskningsproces, dels for at den størst mulige andel af olie- og gasmængderne, som er til stede i de påviste reservoirer, kan indvindes.

På efterforskningsområdet er der i 1999 opnået interessante resultater angående dannelsen af olie i Centralgraven. Det har vist sig, at kullag fra Mellem Jura er kildebjergart for olie, som er akkumuleret i Harald- og Lulita-

felterne, der ligger nordligst i den danske del af Centralgraven. Det er også påvist, at udbredelsen af de oprindelige, kuldannende sumpe og afstanden til de daværende kyster spiller ind på oliens kemiske sammensætning. Konstateringen af, at kul kan give anledning til oliedannelse er vigtig i efterforskningsmæssig sammenhæng. Det betyder, at de geologiske forudsætninger for at gøre oliefund kan være opfyldt flere steder end hidtil antaget.

Nyopstilling af en dinoflagellat-baseret zoneinddeling til støtte for detaljerede sekvensstratigrafiske undersøgelser af den mio-cæne lagserie i Midt- og Sønderjylland igangsættes. Der er ingen forventninger til, at disse lag rummer kulbrinter i kommercielle mængder, men aflejringerne

kan anskues som analoge til olie/gasførende sandreservoirer i Nordsøområdet, og lejringsforholdene kan studeres i østjyske kystkliner. Udover at tjene som model for klastiske olie/gas-reservoirer har de sekvensstratigrafiske undersøgelser betydning i vandforsyningsmæssig sammenhæng. I den mio-cæne lagserie findes tykke sandformationer, som formentlig kan rumme store udnytbare grundvandsmængder.

Det flerårige samarbejde med Vietnam Petroleum Institute (VPI) er kommet til en foreløbig afslutning i 1999. Samarbejdet, der har været muliggjort ved bevillinger fra Energiforskningsprogrammet (EFP-94 og EFP-97) samt fra DANIDA, har især været koncentreret om at gennemføre integrerede geolo-

En 3D seismisk arbejdsstation på GEUS.

Store datamængder gør det nødvendigt med matematisk databearbejdelse f.eks. ved hjælp af en seismisk arbejdsstation.

På skærmen til venstre ses et omtrent vandret snit igennem en olieproducerende struktur i Nordsøen ("Syd Arne" strukturen); til højre ses et lodret snit igennem strukturen, hvor man kan se, hvordan lagene er blevet bøjet af den opstigende struktur.

GEUS har i en årrække ydet bistand til bl.a. vietnamesiske oliemyndigheder med overførsel af teknologi og knowhow om udstyr som ses på billedet.

giske, geofysiske og geokemiske studier af det tertiære Song Hong Bassin, der ligger i Tonkin Bugten og de tilgrænsende dele af Det Sydkinesiske Hav. Vestlige olieselskaber har i første halvdel af 1990'erne udført 17 efterforskningsboringer i et område på ca. 50.000 km², og der er gjort en række subkommercielle fund. Området har hidtil været betragtet som primært en gasprovins, men nytolkningen tyder på, at der også kan være mulighed for olieforekomster. Sideløbende med den konkrete opgaveløsning, der bl.a. er varetaget ved langtids udstationering af 3 GEUS-medarbejdere i Hanoi, er der lagt vægt på kompetenceopbygning i den statslige, vietnamesiske olie/gas-sektor. DANIDA midlerne har således betydet, at to arbejdsstationer med tilhørende programmel til interaktiv geologisk og geofysisk tolkning har kunnet anskaffes og indkøres ved VPI. Endvidere har adskillige VPI-medarbejdere gennemgået jobtræning på GEUS. Der er flere eksempler på, at den overførte teknologi og know-how også nyttiggøres i bredere sammenhæng.

For Grønlands vedkommende har GEUS en vigtig opgave i at bidrage med geologisk og geofysisk dataindsamling og formidling af viden om områdets prospektivitet med henblik på at tiltrække den internationale olieindustri. Rapportering af en række yderligere undersøgelser har fundet sted i 1999. Det drejer sig om resultater fra sedimentologiske, biostratigrafiske og organisk geokemiske undersøgelser af prøver fra boringer og daglokaliteter på Nuussuaq. Endvidere er der gennemført og offentliggjort tolkning af seismiske og andre geofysiske data fra Disko-Nuussuaq-Svarthuk regionen og fra havområdet udfor Sydvestgrønland.

Olieudsviningerne i Vestgrønland har vakt betydelig interesse blandt olieselskaberne, siden de første analyserbare fund blev gjort i 1992. Området med konstaterede udsivninger er udvidet fra nogle få km² til mange tusinde km², idet lokaliseringsarbejdet fra og med 1996 har været finansieret af Grønlands Hjemmestyre. I 1999 blev udsivningernes nordgrænse på Svarthuk fastlagt, og en række resultater fra tidligere analyseprogrammer publiceredes.

Det SNF-støttede TUPOLAR-projekt, der har været koncentreret om geologiske forhold og processer, som kan have ført til olie- og malmforekomster i sedimentbassinerne i Øst- og Nordgrønland, er afsluttet. Resultaterne er opsummeret i GEUS Rapport 1999/54, hvor der findes en oversigt over de 66 artikler 59 foredragsabstracts, som på daværende tidspunkt var udkommet som resultat af projektet.

På Råstofdirektoratets foranledning er der udarbejdet en ny olieeftersøgningsstrategi for Grønland. GEUS har medvirket ved udarbejdelsen, der bl.a. er foregået på baggrund af mange års geologiske undersøgelser i Vestgrønland. GEUS bidrager også til, at interesserede olieselskaber får kendskab til strategi og efterforskningspotentialer.

Der blev i 1999 indgået aftale med Storbritannien om sokkelgrænsen inden for 200 sømil fra Færøerne. GEUS' rådgivning i de langvarige forhandlinger har vedrørt dels geologiske forhold af betydning for anvendelsen af artikel 76 i FN's havretskonvention, dels mulighederne for olie/gasfund i omtvistede arealer.

På *indvindingsområdet* er PRIORITY-samarbejdet mellem Mærsk Olie og Gas A/S, DTU/Institut for Kemiteknik, Geoteknisk Institut og GEUS om at øge den basale viden om den danske Nordsøsektors kalkstensreservoarer fra Nedre Kridt videreført. Reservoirtypen, der forekommer på Valdemar- og Addafelterne samt under hovedreservoarerne fra Øvre Kridt og Danien på Tyra-, Roar- og Syd Arne-felterne, rummer anselige oliemængder, som imidlertid er svære at indvinde. I projektets første fase er der på GEUS især sat ind på Valdemarfeltet, hvorfra der er etableret en database vedr. tolkning af petrofysiske logs og borekerneanalyser. Reservoirlagene er zoneinddelt på baggrund af mikropalæontologiske analyser, og de enkelte zoners reservoir egenskaber er karakteriseret. Desuden er Valdemarfeltets strukturgeologiske udviklings historie beskrevet, og der er gennemført en analyse af sprækketyper og sprækkefordeling i reservoiret.

Produktionsmulighederne fra Roarfeltets Øvre Kridt/Danien-reservoir er undersøgt i samarbejde med Ødegaard A/S og

COWI. GEUS' andel i projektet, som var finansieret under EFP-97, har bestået i kortlægning af porøsitet- og permeabilitets-egenskaberne fordeling samt af variationerne i kulbrintemætning i reservoiret. Kortlægningen og den efterfølgende beregning af de tilstedeværende kulbrintemængder er foretaget ved hjælp af geostatistiske metoder og med støtte i de seismiske data fra feltet.

I et projekt under EFP-99 undersøges mulighederne for at øge olieindvindingen fra kalkreservoarer ved hjælp af forskellige injektionsteknikker (dels alternerende injektion af vand og gas (WAG), dels samtidig injektion af vand og gas (CGW)).

Projektet omfatter tre sammenhængende delaktiviteter:

- (a) eksperimentelle og teoretiske studier af trefasefortrængning ved WAG/CGW-injektion;
- (b) computerstudier af trefasefortrængning ved brug af en matematisk porennetværksmodel;
- (c) transformering af matematiske funktioner for relativ permeabilitet for vand, olie og gas fra porennetværksmodel til reservoirniveau.

I 1999 blev der arbejdet med eksperimentelle studier af sammenhængene mellem de basale transportmekanismer, reservoirtvæskernes egenskaber og det porøse netværks struktur. En eksperimentel opstilling til undersøgelse af trefasestrømning ved hjælp af fysiske porennetværksmodeller (mikromodeller) foreligger. Resultaterne fra disse undersøgelser er formuleret som et regelsæt og indbygget i en matematisk porennetværksmodel. I 2000 fortsattes undersøgelserne af WAG/CGW-injektionsprocesser parallelt med computerstudier baseret på matematiske porennetværksmodeller og eksperimentelle studier baseret på mikromodeller.

Siden 1980 har GEUS deltaget i "North Sea Chalk Research Programme", der er et forskningssamarbejde, som er organiseret af det norske Oljedirektorat og Energistyrelsen samt en række olieselskaber, der har interesser i Nordsøens olie- og gasforekomster i kalkreservoarer. GEUS har senest arbejdet med at undersøge forskellige typer af heterogenitet i reservoirtvæskerne og den indflydelse, de pågældende "uregelmæssigheder" har på strøm-

ningsmulighederne under forskellige skalaforhold. Der er opstillet en procedure for modellering og opskalering af heterogeniteternes effekt på retningsbestemte afvigelser i reservoirbjergarternes permeabilitet, og udvalgte metoder er indbygget i et nyudviklet programmel.

I 1999 afsluttedes EU/JOULE-projektet "Equivalent volume modelling of dual porosity/dual permeability hydrocarbon reservoirs", hvor GEUS har samarbejdet med en række udenlandske partnere. Dette projekt har ført til forbedret indsigt i sprække-dannelse, sprækkegeometri og strømningssproces, når det gælder opsprækkede reservoirer. Der er desuden opnået viden om forhold, som skal tages i betragtning ved opskaleringsprocedurer, og om optimal behandling af data i forbindelse med brug af forskellige typer af strømningssimulatorer. Projektet har belyst sprækkernes effekt på den effektive permeabilitet og dermed på strømningmulighederne i et reservoir. En procedure for karakterisering og modellering af sprækker samt for opskalering af sprækkeeffekten er opstillet.

GEUS' forskningsindsats på olie/gasområdet gennem den seneste 5 års periode blev i efteråret 1999 evalueret af et internationalt panel. Evalueringens resultatet, der generelt var meget positivt, er offentliggjort i GEUS Rapport 1999/69. Panelet pegede dog også på områder, hvor indsatsen kan forbedres. GEUS' direktion arbejder løbende på, at institutionen kan leve op til evalueringens konstruktive anbefalinger.

I 1998-rapporten fra den af Energistyrelsen nedsatte arbejdsgruppe vedr. mulighederne for i højere grad end nu at udnytte geotermisk energi blev der foretaget en systematisk vurdering af de geotermiske ressourcer, som står til rådighed for en række danske byer med fjernvarmeanlæg. Rapporten førte ikke til aktiviteter i 1999, men på Finanslov 2000 er der afsat 20 mio. kr. til nærmere afklaring af forsyningsmulighederne. Det påregnes derfor, at konkrete efterforskningsaktiviteter kan være gennemført inden udgangen af 2001.

I EU-sammenhæng er der betydelig interesse for deponering af CO₂ i egnede undergrundsformationer. GEUS er involveret i de nødvendige forundersøgelser og har fået overladt ledelsen af et EU finansieret udredningsprojekt.

I 1999 ligger antallet af internationale artikler og især af konferencebidrag som i 1998 markant højere, end resultatkontraktens måltal angiver. Antallet af offentligt tilgængelige rapporter, erhvervsrelaterede artikler og GEUS notater er derimod faldet. Det store antal fortrolige rapporter vedrører dels kommercielle serviceopgaver, dels forskningsprojekter, som bygger på data, der er fortrolige i henhold til undergrundslovgivningen.

Såvel årsværksforbruget som pengeomsætningen var på dette programområde markant mindre end i 1998.



Cass Fjorden i Washington Land i nordvest Grønland. I en af Grønlands mest afsidesliggende og ugæstmilde egne har GEUS' videnskabelige, geologiske kortlægning påvist forekomsten af mineraliseringer, som har tiltrukket den internationale mineindustri. Mineselskabet Platinova har således gennemført prøveboringer efter bly og zink i det nordøstlige Washington Land.



ÅRSBERETNING FOR 1999


Billede udeladt



ÅRSBERETNING FOR 1999

Billede udeladt

Mineralske råstoffer og Grønlandskortlægning



Resourceindsats	Realiseret 98	Budget 99	Realiseret 99	Budget 99
Årsværksforbrug	67	61	71	59
Samlet omsætning (mio. kr.)	52,9	43,5	54,0	39,2
Heraf basismidler (mio. kr.)	29,7	27,5	30,3	25,1
Ekstern finansiering (mio. kr.)	23,2	16,0	23,7	14,1
Ekstern finansieringsgrad	44%	37%	44%	36%

Hovedparten af aktiviteterne på programområdet vedrører basal geologisk kortlægning og mineral efterforskning i Grønland. Andre væsentlige aktiviteter er knyttet til mineralske råstoffer i Danmark med omgivende farvande. Lejlighedsvist udføres geologiske undersøgelser i forbindelse med større danske anlægsarbejder. Endelig er der i de seneste år løst forundersøgel-sesopgaver i forbindelse med rådgivning på mineralområdet til lande i den 3. verden.

Sandsuger på togt i Århus Bugt.

Der indvindes store mængder sand og grus fra havbunden i de indre danske farvande. GEUS har deltaget i kortlægningen af forekomsten af de mineralske råstoffer på havbunden i samarbejde med Skov og Naturstyrelsen, der har det administrative ansvar for reguleringen af indvindingen i de danske havområder.

Den regionale oversigtskortlægning af de isfrie områder i Grønland (i alt ca. 410.000 km²) er langt fremme, idet 11 ud af 14 kortblade er udgivet indtil nu. Om fremstillingen af de resterende 3 kortblade i skala 1:500.000 kan følgende oplyses:

Kortblad nr. 9, Lambert Land: Kortbladet dækker området mellem 78° og 81° N i den nordligste del af Nordøstgrønland. Feltarbejdet udførtes i somrene 1993-1995. Kortfremstillingen omfatter 4 trin, hvoraf de 3 første er afviklet tidligere, mens trin 4 var nær afslutning ved udgangen af 1999, hvor første prøvetryk forelå. Kortbladet udgives i 2000.

Kortblad nr. 11, Kong Oscar Fjord: Kortbladet dækker området mellem 72° og 75° N i den syd-

ligste del af Nordøstgrønland. Kortlægningen foregår på baggrund af et topografisk arbejds-kort, der er udtegnet ved GEUS i skala 1:100.000. Bearbejdning af observationer og indsamlet bjergartsmateriale fra feltarbejdet, der foregik i somrene 1997 og 1998, er langt fremme. En række foreløbige resultater er publiceret, og en arbejds-konference med deltagelse af projek-tets mange eksterne samarbejds-partnere fandt sted i foråret 1999. Kompilationen af kortbladet i skala 1:500.000 var halvvejs gennemført i 1999. Kortbladsudgivelsen ventes at kunne ske i 2001.

Kortblad nr. 6, Kane Basin: Det afsluttende feltarbejde gennemførtes i Inglefield Land i Nordvestgrønland (ca. 78° N) og i Washington Land i

Nordgrønland (ca. 81° N) i sommeren 1999. Det omfattende materiale er nu under bearbejdning med sigte på kortbladsudgivelse i 2002.

Der er gennemført pladetektoniske studier og geologisk kortlægning i skala 1:100.000 i den sydligste del af den ca. 1.800 mio. år gamle foldekæde, Ketiliderne, mellem Lindenow Fjord og Kap Farvel i Sydøstgrønland. Det kortlagte område svarer til ca. et halvt kortblad. Medarbejdere fra Kingston University (U.K.), University of Exeter (U.K.) og Geological Survey of Canada deltog i arbejdet, der primært finansieredes af National Environmental Research Council (U.K.) og støttedes af SNF. Det påvist, at regionen strukturelt og aldersmæssigt udgør en direkte fortsættelse af tidligere undersøgte områder længere mod nord. Resultatet er en væsentlig brik i den samlede pladetektoniske tolkning af Ketiliderne. Undersøgelserne bidrager også til at forklare den geologiske baggrund for guldminaliseringerne i Sydgrønland. En let tilgængelig artikel om emnet findes i GEOLOGI - Nyt fra GEUS, 1999 nr. 3.

Med udgangspunkt i tidligere undersøgelser i Dansk Lithosfærecenters regi af de tertiære basalter i Blossesville Kystområdet i Østgrønland og i tilsvarende undersøgelser af de færøske basalter er det lykkedes at korrelere de to lavaserier i detaljer på tværs af Atlanterhavet. Resultatet, der tyder på, at der også kan være ligheder mellem den østgrønlandske og den færøske præ-basaltiske sedimentserie, har vakt interesse blandt olie-selskaber, som påtænker aktiviteter på den færøske sokkel.

Som led i undersøgelser af basalt-dækkerne i Disko Bugt området, hvor feltarbejdet især foregik i perioden 1981-1992, er 2 kortblade i skala 1:100.000 færdigkomprimeret og sat i teknisk produktion. Det drejer sig om kortbladene 69V1S Uiffaq og 69V2N Pingu. Kortene, der kompletterer dækningen af Disko-øen, er af relevans for de aktuelle olie- og malmgeologiske undersøgelser i området. Desuden er 15 artikler vedr. Disko Bugt områdets prækambriske geologi samt et oversigtskort i skala 1:250.000 publiceret i *Geology of Greenland Survey Bulletin* 181.

I 1999 er endvidere 8 tidligere publicerede kortblade i skala 1:100.000 vektoriseret. Kortbladene, som er 60Ø1N Lindenow Fjord; 63V1S Grædefjord; 63V2S Sinarssuk; 63V2N Kangiata nuna; 62V1N Fiskefjord; 64V2N Ivisartog og 65V2N Isukasia, er således klar til GIS-anvendelse i ArcView- eller ArcInfoformat.

GEUS' opgaver i forbindelse med målrettet mineralefterforskning løses i tæt samarbejde med Grønlands Hjemmestyres Råstofdirektorat, som finansierer en række af aktiviteterne. Opgaverne går bl.a. ud på at tilvejebringe og formidle data og undersøgelsesresultater, som har efterforskningsmæssig værdi, og som kan stimulere den internationale mineindustri's interesse for det grønlandske mineralpotentiale.

Geofysiske data indeholder information om de geologiske strukturers udbredelse i dybden. Geofysiske undersøgelser er derfor et vigtigt supplement til den geologiske kortlægning, som i Grønland oftest er begrænset til jordoverfladen. I forlængelse af de foregående 5 års intensive, flybårne indhentning af geofysiske data fra andre egne i Grønland er der i projektet

AGS Greenland 1999 gennemført et omfattende måleprogram vedr. magnetfeltet i det sydlige Vestgrønland. Flyopmålingerne omfatter ca. 141.000 liniekilometer og dækker et område på ca. 60.000 km². Kort og data fra AGS Greenland 1998 blev frigivet i marts 1999. Tilsvarende er resultaterne fra AGS Greenland 1999 frigivet i foråret 2000.

"Suprasyd"-projektet, der startede i 1993, består i en systematisk registrering af alle prioriterede og relevante geologiske data, der kan bruges ved evaluering af mineralressourcerne i det Ketilidiske område syd for 62 N i Sydgrønland. To hovedopgaver indgår i projektet. Den første hovedopgave går ud på at overføre data fra arkiver og databaser til et enkelt digitalt medie, således at data kan GISbearbejdes og redigeres. Materialet placeres desuden på en interaktiv cd-rom, som kan udnyttes af mineselskaber og geovidenskab i almindelighed. Den anden hovedopgave består i at gennemføre en selvstændig evaluering af områdets mineralressourcer.

De digitale data inkluderer fortegnelse over indsamlet prøvemateriale, geologiske kort, registrering af arkiveret kortmateriale, oplysninger om mineraliseringer, geofysiske kort og data, geokemiske kort og data, resultater af kemiske analyser af bjergarter, dateringsdata, satellitmosaikker med tilhørende informationer samt fortegnelse over litteratur og rapporter. De nævnte data forelå i digitalt format ved udgangen af 1999, og den tekniske sammenstilling og redigering af materialet til cd-rom var igangsat. Cdromfremstillingen ventes afsluttet i foråret 2000. Gennemgangen af arkiver og overførslen til digitalt medie har været mere tidskrævende end forudset. De indhøstede erfaringer vil blive udnyttet ved løsningen af tilsvarende opgaver andre steder i Grønland.

Som led i ressourceevalueringen er der sammenstillet data for ca. 100 identificerede mineraliseringer og geokemiske regioner. De Ketilidiske formationer synes at rumme betydelige chancer for guldforekomster. Der er tale om to forskellige mineraliseringstyper, dels guldmineraliseringer, der er relateret til hydrotermale omdannel-

ser i sene "calc-alkaline" vulkanitsekvenser, dels en dominerende mineraliseringstype, som er relateret til sen-Ketilidiske strukturelle zoner og højtemperatur kvartsgange. Desuden er der knyttet basemetalmineraliseringer til Ketilidiske mafiske intrusioner, ligesom en række mineraliseringer af specielle metaller som niob og tantal findes i forbindelse med alkaline intrusioner i Gardar provinsen i Narsaq - Narssarsuaq området. Rapport vedr. ressourceevalueringen forelå i udkast sidst i 1999.

Modellering af den østgrønlandske, tertiære Skærgårdsintrusions form og indre struktur kombineret med de tilstedeværende ædelmetal mineraliseringer samt prisudviklingen på ædelmetal området har givet anledning til en markant opvurdering af brydningsværdigheden. Den palladium dominerede del af mineraliseringen har hidtil været udeladt i vurderinger af intrusionens ressourcemæssige potentiale.

Nye undersøgelser har vist, at der i intrusionen stedvis findes palladium koncentrationer på op til 3 g pr. ton bjergart i en brydningseget tykkelse. Dette

har medført, at et nyt efterforsknings-selskab har indgivet licensansøgning på området.

I Grønland var der i 1999 40 licenser i kraft på mineralområdet, hvilket er en nedgang på 16 i forhold til 1998. Licenserne er især udstedt i Vestgrønland. Selskabsinteressen er p.t. hovedsagelig rettet mod mulige diamantforekomster, med guld og zink som de næstvigtigste mål for efterforskningen.

Med finansiering fra Rådet for Ulandsforskning og i samarbejde med DMU, University of Dar es Salaam og Tanzanias Geologiske Undersøgelse er der i 1999 gennemført et pilotprojekt i Tanzania. Projektet vedrørte en vurdering af de igangværende efterforskningsaktiviteter samt en undersøgelse af de miljømæssige konsekvenser af tidligere og nuværende mineraludvinding. Der udarbejdedes planer for et længerevarende samarbejde med de tanzanianske institutioner.

I Danmark har det råstofrelaterede arbejde i 1999 mest været koncentreret om teglværksler og titanminerale.

Med hensyn til teglværksler er der i samarbejde med Skov- og Naturstyrelsen iværksat en generel undersøgelse af de danske lerkvaliteter, og der er i denne forbindelse indsamlet en række data. Der er desuden sat ind på at finde frem til geofysiske metoder, som er egnede til råstoflokalisering. Forekomster af såvel teglværksler som bentonit er kortlagt ved hjælp af stang-slingram-metoden, og den efterfølgende boringskontrol har vist, at metoden fungerer effektivt. Endelig er der foretaget konkret lerefterforskning for to teglværker i Ribe Amt. Mere end 600 borer er udført, og en målsætning om at finde ler til mindst 10 års forbrug er foreløbig nået for det ene teglværks vedkommende.

Efterforskningen i Midt- og Vestjylland af tungminerale, som indeholder metallerne titanium og zirkonium, er videreført. Arbejdet udføres for det amerikanske firma DuPont og omfatter en række geofysiske undersøgelser og borer. Analyserne af det optagne prøvemateriale foretages af GEUS. I samarbejde med DuPont er der udviklet en analyseprocedure til karakterisering af indhold, sammensætning og konstørrelse for ca. 10 forskellige

tungmineralers vedkommende. Denne procedure har også vist sig anvendelig på prøver fra udenlandske forekomster af tungminerale.

Programområdets formidlingsaktiviteter har i 1999 været omfattende, især når det gælder artikler i egne serier, konferencebidrag og offentligt tilgængelige rapporter. Antallet af internationale artikler er lavere end i 1998, dog fortsat større en resultatkontraktens måltal.

Såvel årsværksforbrug som omsætning har ligget på et betydeligt højere niveau end forudset ved budgetlægningen for 1999. En medvirkende årsag til den større omsætning er, at Hjemmestyrets Råstofdirektorat besluttede at fremskynde de flybårne geofysiske undersøgelser og derfor bevilgede flere midler end forventet til dette formål. Desuden blev indtægterne fra forskningsfonde og lokale myndigheder samt ved kommercielle opgaver større end påregnet ved årets start. Det øgede træk på basismidler hænger sammen med en investering i nyt laboratorieudstyr som led i Geocenter-samarbejdet.



Billedet viser en del af et østgrønlandsk sedimentbasin. Udsigt til Kap Stosch fra Finsch Øer.



ÅRSBERETNING FOR 1999

Billede udeladt



ÅRSBERETNING FOR 1999

Billede udeladt

Natur og miljø

Ressourceindsats	Realiseret 98	Budget 99	Realiseret 99	Budget 00
Årsværksforbrug	46	48	42	44
Samlet omsætning (mio. kr.)	25,8	27,4	24,6	24,1
Heraf basismidler (mio. kr.)	13,8	14,7	13,9	12,8
Ekstern finansiering (mio. kr.)	12,0	12,7	10,6	11,3
Ekstern finansieringsgrad	46%	46%	43%	47%

Arbejdet på programområdet har til formål at tilvejebringe viden om naturens tilstand og udvikling gennem de senere årtusinder. Herved tilstræbes at forbedre mulighederne for at kunne skelne mellem naturbetingede miljændringer og de ændringer, som menneskenes forskelligartede aktiviteter giver anledning til.

Under programområdet udføres således en række projekter, hvis fællestræk er, at de med få undtagelser vedrører geologiske lag, som er afsat

under istiden eller derefter. Enemæssigt spænder projekterne fra klimaudvikling, landskabsudvikling og kystzoneproblematik til jordartskortlægning og jordforurening. Nogle eksempler er omtalt i det følgende.

Vedr. *klimaudviklingen* er der opnået en række interessante resultater i 1999. Undersøgelser af senglaciale sedimente i Grønland har givet indblik i det daværende plante- og dyreliv og i de stedfundne ændringer i havniveauets beliggenhed. Studier af diatoméer og chironomider (dansemyg) i vestgrønlandske søsedimenter har ført til rekonstruktion af temperaturforholdene i den tidlige del af Holocæn (perioden efter istiden). De to uafhængigt opstillede temperaturkurver er sammenfaldende, og begge kurver viser

et temperaturminimum for omkring 8.200 år siden.

Ved studier af borekerner fra havbunden mellem Skotland og Island er det påvist, at den første intensivning af den såkaldte "thermohaline cirkulation" i Nordatlanten begyndte umiddelbart efter, at den sidste nedisning havde passeret sit maksimum, d.v.s. for ca. 19.000 år siden og samtidig med en hurtig øgning i solindstrålingen ved 65° N.

Den resulterende varmetransport syd fra har muligvis fremkaldt kraftigere kælvning fra gletscherne og derved udløst en "Heinrich-hændelse", hvor isbjergene smelter, og sedimentmaterialet "dropes" på havbunden. Den "thermohaline cirkulation" var stærkest i perioden

Udsigt mod Prinsesse Caroline Mathildes Land og Hekla Sund fra toppen af Lynn Ø, Nordøstgrønland. På billedet ses Aage Berthelsens Gletsjer og Spærre Gletsjer, der løber ud i Hekla Sund. Resultatet af studier af gletsjere og af den grønlandske indlandsis belyser bl .a. den globale klimaudvikling. Endvidere giver målinger af afsmeltningsforløbet fra udvalgte iskapper og gletsjere mulighed for en bedre planlægning og placering af vandkraftværker i Grønland.

ca. 7.000 - ca. 3.500 år før nu, sammenfaldende med at klimaet i Nordvesteuropa var forholdsvis varmt. For første gang er det også lykkedes at påvise et fald i intensiteten af den "thermohaline cirkulation" i forbindelse med klimaforværringen, der satte ind for ca. 3.500 år siden. Borekernestudierne tyder på, at ændringerne i intensiteten af den "thermohaline cirkulation" er indtruffet med regelmæssige mellemrum, idet de fremherskende periodelængder er ca. 1.400 og ca. 700 år. Dette svarer til de rapporterede periodelængder, når det gælder svingninger i solpletintensiteten.

Flere igangværende projekter omhandler *landskabets udviklingshistorie*. Den fælles baggrund for projekterne er, at der ved studier af søsedimenter, der er afsat inden for de seneste ca. 6.000 år, er påvist en nær sammenhæng mellem vegetation og arealanvendelse i søernes opland (afspejlet i pollendata), jorderosion (afspejlet i sedimentologiske data), søvandets totalfosforkoncentration (afspejlet i diatomédadata) og søens vegetation af vandplanter (afspejlet i planterester).

I projektet AGRAR 2000, der med fællesfinansiering fra 4 forskningsråd udføres i samarbejde med Nationalmuseet, DMU, Danmarks Jordbrugs-Forskning samt Københavns Universitet og Aarhus Universitet, er der i første omgang koncentreret på at sikre den faglige interaktion mellem delprojekterne, som er igangsat med mindre tidsmæssige forskydninger. Projektet er indledt med, at der er skaffet overblik over de relevante pollendata. Disse data viser, at de grove træk i kulturlandskabet har rod tilbage til i hvert fald Yngre Bronzealder. Der er desuden fundet indikatorer på, at dyrkning af rug først er indført i hedeområderne og senere på de bedre jorde, og at foldudbyttet ved korndyrkning på Sjælland i 1200-tallet var forholdsvis højt og blev afløst af et udbyttefald. I efteråret 1999 fortsattes med indsamling af data til kalibrering af pollenspektrier i forhold til arealkategorier. En række kriterier blev opstillet med henblik på at finde frem til egnede sølokaliteter, hvorefter ca. 50 søer valgtes til nærmere undersøgelser. I den resterende del af året blev der hentet sedimentkerner op fra 12 søer, og prøver af kernerne er efterfølgende sendt til datering ved

hjælp af bly 210 -teknik i laboratorier i Danmark og England. Sideløbende er arbejdet fortsat med opbygning af en model vedr. forholdet mellem pollendata og arealkategorier samt med planlægning af GIS-behandling og indhentning af kulturhistoriske data.

I det beslægtede projekt "Foranderlige Landskaber", hvor et omfattende centersamarbejde finansieres af Det Strategiske Miljøforskningsprogram (SMP 97), arbejdes på GEUS bl.a. med udredning af landskabshistorien omkring Dallund Sø på Nordfyn. Ved at kombinere analyser af pollen, planterester og diatoméer med analyser af søsedimenternes fysiske egenskaber har det været muligt at finde frem til hovedtrækkene i den skiftende arealanvendelsesindflydelse på søens vandkvalitet. I den yngste del af Ældre Stenalder har der øjensynlig været tæt skovvækst i søens opland, og søen har været næringsfattig. Skovrydningen begynder i Yngre Stenalder, sammenfaldende med øget jorderosion og en let stigning i søvandets fosforkoncentration. I løbet af Bronzealderen vokser mængden af urtepollen langsomt og jorderosion og fosforkoncentration tiltager.

I ældre jernalder øges andelen af urtepollen meget hurtigt som udslag af en markant udvidelse af det åbne landskab. Uheldigvis er der ikke bevaret diatomé indikatorer fra denne periode, muligvis på grund af kraftig jorderosion og sedimenttilførsel til søen. Diatoméindholdet i lagene, der er afsat senere i Jernalderen, er stærkt ændret og tyder på højere fosforkoncentration. Derefter topper fosforkoncentrationen, før der indtræffer et hurtigt fald hen mod slutningen af Jernalderen. I Vikingetiden begynder mængden af kornpollen at vokse, og jorderosion og fosforkoncentration øges igen. I Middelalderen synes skovrydningen at være gået stærkt og søen at være blevet næringsrig. Efter Middelalderen spores et fald i jorderosion og fosforkoncentration, men bedringen er kun kortvarig. Et maksimum i fosforkoncentrationen i søvandet omkring 1935 falder sammen med et maksimum af byggpollen.

I maj 1999 organiserede GEUS en international workshop med temaet "Longterm dynamics of natural European forest ecosystems". Et udgangspunkt var bl.a. de mængderige erfaringer om udviklingen i naturskovene

ved Draved i Sønderjylland og Løvenholm på Djursland. En publikation med de mangesidige indlæg om forholdet mellem skov, jordbund, klima og mennesker og om relevant forskningsmetodik er under forberedelse.

Kystzone problematik behandles som led i GEUS' arbejde med at overvåge miljømæssige konsekvenser ved anlægget af den faste forbindelse over Øresund. Gennem nogle år er der foretaget opmålinger og undersøgelser af kystforløb og havbund på begge sider af Sundet og ved Saltholm.

Sammen med Kystinspektoret gennemføres endvidere en grundig undersøgelse af den vestjyske kystzone mellem Lodbjerg og Blåvandshuk. Projektet har til formål at etablere en geologisk model, der kan bruges i vurderingen af forholdet mellem kysterosion og sandtransport på havbunden, og som kan danne grundlag for egnede foranstaltninger til sikring af kyststrækningen. I 1999 er et område fra kysten og ud til en havdybde på 25 m kortlagt ved hjælp af seismik og "side scan sonar", og der er udført 71 boreriger med "vibracore"-udstyr. I selve strandzonen er der udført 13

boreriger, og fra kysten og ca. 5 km ind i land er der foretaget jordartskortlægning og indsamlet andre data. Ved årets udløb var strækningen mellem Limfjorden og Ringkøbing Fjord dækket med data. Samtidig er grundlaget for en vurdering af den nutidige kystudvikling væsentligt forbedret, idet sediment-sammensætning og -dynamik i det kystnære område er analyseret. Der er desuden skaffet rede på beliggenheden af udnyttelige sandressourcer i området.

Jordartskortlægning er i 1999 fortrinsvis foretaget i tilknytning til det ovennævnte kystzone projekt i Vestjylland. Der er udgivet et digitalt kort over Danmarks jordarter i målestok 1:200.000. GEUS er engageret i flere forskningsaktiviteter med tilknytning til *Jordforurening*.

I et projekt, der foregår under Det Tværministerielle Pesticid-forskningsprogram som led i delprogrammet "Eksposering, effekt og skæbne af sulfonylurea herbicider i agro-økosystemer og tilgrænsende miljøer", er GEUS beskæftiget med at undersøge, hvorledes de såkaldte pesticid "minimidler" opfører sig i jord, herunder med risikoen

for udvaskning. Der er bl.a. sat ind på at studere betydningen af jordens pH-værdi og af indholdet af organiske stoffer. Det er påvist, at minimidlerne hurtigt spaltes til to nedbrydningsprodukter ved lave pH-værdier. Jorde kan imidlertid være så sure, at det mikrobiologiske grundlag for den videre nedbrydning ikke er til stede. I sammenligning med en standardjord med pH 6 var nedbrydningen i jorde med pH 8 yderst begrænset på trods af, at det fornødne mikrobiologiske grundlag findes. Det skyldes, at den indledende spaltning af minimidlerne bremses stærkt ved så høje pH-værdier. Hvis minimidlerne spaltes kunstigt ved lav pH-værdi, før de tilsættes til jorde med pH 8, vil omsætningen i disse jorde være på højde med omsætningen i standardjorden med pH 6, mens den videre nedbrydning fortsat udebliver i jord med pH 3. I projektet arbejdes også med at isolere de bakterier, som nedbryder minimidlerne. Studier med sådanne bakterier vil muligvis kunne bidrage til at øge kendskabet til, hvilke nedbrydningsprodukter der dannes fra minimidlerne. Dette kendskab er på

nuværende tidspunkt særdeles mangelfuldt. På den måde vil nedbrydningsprodukternes mobilitet og udvaskningspotentiale i forhold til minimidlernes formentlig kunne bestemmes.

Andre og meget vidtspændende aktiviteter på jordforureningsområdet foregår i "Center for biologiske processer i forurenede jord og sediment", forkortet BIOPRO. I denne centerdannelse, der finansieres af Det Strategiske Miljøforskningsprogram (SMP 98), og hvis ledelse og administration varetages af GEUS, arbejder 10 forskningsinstitutioner sammen dels om at undersøge effekten af en lang række forureningselementer (eksempelvis aromatiske kulbrinter, tungmetaller, kviksølv) på mangfoldigheden af levende organismer (primært bakterier), som er knyttet til de øverste jordlag, dels om at udvikle kontrollerbare biologiske metoder, hvorved de uønskede stoffer kan bindes i jordlagene eller nedbrydes.

Programrådets formidlingsindsats i 1999 er faldet i forhold til 1998. Det gælder især antallet af internationale artikler og konferencebidrag. Indenfor næsten alle formidlingskategorier er produktionen dog fortsat betydeligt større end forventet i resultatkontrakten.

Årsværksforbrug, pengeomsætning og den eksterne finansieringsgrad var lavere end i 1998 og lavere end de budgetmæssige forventninger. Området har haft god adgang til at opnå forskningsmidler fra eksterne kilder, men midlerne har ikke i alle tilfælde i tilstrækkelig grad været med til at dække de faktiske omkostninger.



Fyrretræsstub fortæller miljøhistorie.

Fyr og birk var de første skovtræer, der indvandrede til Danmark efter den sidste istid; de blev dog ret hurtigt fortrængt af hassel lind og eg. I Elsborg mose på Djursland, hvor stubben på billedet er fundet, holdt fyrreskoven stand indtil for godt 7000 år siden. Så blev klimaet fugtigere og mosen mere vandfyldt og fyrretræerne druknede. De udgåede stammer blev stående, men sattes i brand af lynnedslag. Alt brændte bortset fra den våde stub, som blev bevaret for eftertiden i mosens tørvelag. Den voldsomme skovbrand afsløres af den forkullede top på stubben. Aldersbestemmelse af stubben ved hjælp af kulstof-14 metoden viser at Fyreskoven brændte for 7200 år siden.

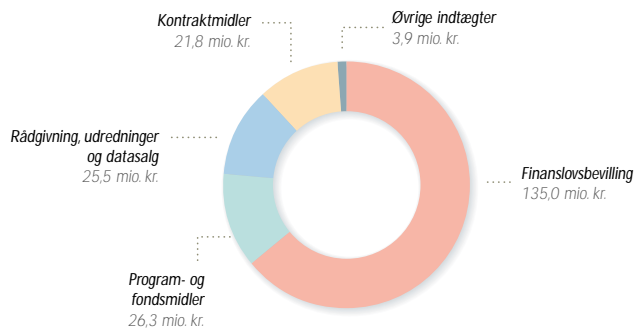


ÅRSBERETNING FOR 1999

Billede udeladt

ØKONOMI 1999

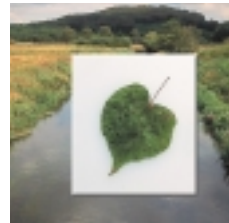
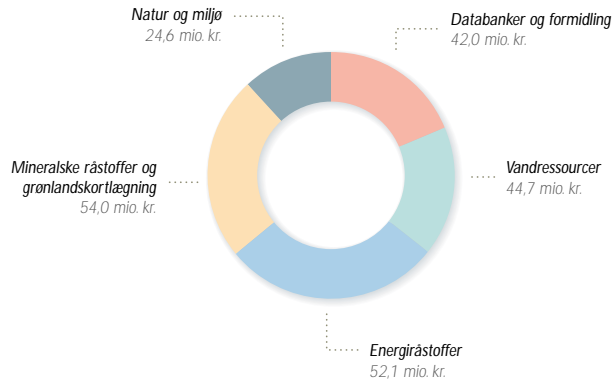
Indtægter fordelt på indtægtskilder (1999)



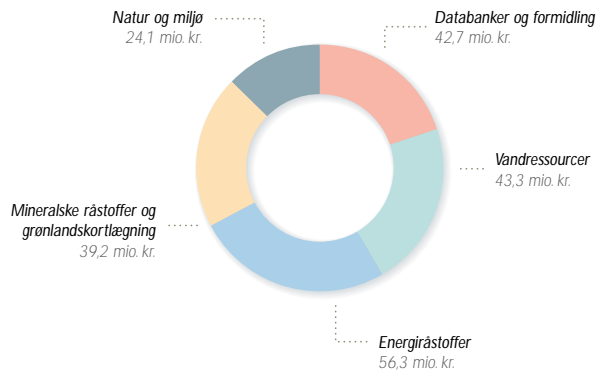
Figurerne viser oversigtligt de økonomiske ressourcer som GEUS (eksklusive DLC) havde rådighed over i 1999 (indtægter), og hvorledes disse blev fordelt på programområder (udgifter), samt det budgetterede forbrug i 2000 (udgiftsbudget). Basisoplysninger er taget fra Virksomhedsregnskabet for 1999 og alle tal er afrundede.

I Virksomhedsregnskabet findes en detaljeret resultatanalyse af GEUS' samlede virksomhed og af de enkelte programområder (se www.geus.dk).

Udgifter fordelt på programområder (1999)



Udgiftsbudget fordelt på programområder (2000)



REGNSKAB FOR FINANSÅRET 1999

Regnskab for finansåret 1999

(mio.kr.)	Bevillinger (FL)	Regnskab
Udgifter		
Lønninger	120.9	128.0
Øvrige driftsudgifter	109.7	107.0
I alt udgifter	230.6	235.0
Indtægter		
Nettotal (bevilling)	135.0	135.0
Driftsindtægter	95.6	96.1
I alt indtægter	230.6	231.1
Årets resultat	-	-3.9
Beløb overført fra 1998	-	26.3
Opsparing (beløb at overføre til 2000)		22.4

Regnskabet viser GEUS' (inklusive DLCs) økonomiske dispositioner i 1999. Udgifterne var 235.0 mio. kr. GEUS' drift blev dækket dels af finanslovbevillingen og dels af indtægter ved salg af ydelser og data, forskningsbevillinger m.m. Indtægterne var 231.1 mio. kr. Regnskabsmæssigt var der et underskud på 3,9 mio. kr. Driftmæssigt var der et overskud på 1.4 mio. kr. Omtrent 40% af GEUS' indtægter i 1999 kom fra eksterne kilder. Et mere detaljeret regnskab findes i Virksomhedsregnskabet for 1999 (se www.geus.dk).

GEUS' FORMIDLINGSVIRKSOMHED

Resultatindikatorer

Programområder

	Databanker og formidling	Vandressourcer	Energiråstoffer	Mineralske råstoffer	Natur og miljø	1999
Langsigtet videnopbygning						
Antal artikler i internationale videnskabelige tidsskrifter/publikationer (m. referee)	-	15	31	14	23	83
Antal videnskabelige artikler i egne serier (m. referee)	-	-	3	18	4	25
Antal videnskabelige publikationer i øvrigt (u. referee)	-	3	1	1	4	9
Antal publicerede geologiske kort	-	-	-	-	1	1
Antal tematiske kort	-	1	-	5	4	10
Antal conferencebidrag	3	47	90	61	51	252
Løbende faglig opgaveløsning, rådgivning og formidling						
Antal offentligt tilgængelige rapporter	2	18	9	21	23	73
Antal fortrolige rapporter	-	-	38	2	1	41
Antal erhvervsrelaterede artikler	-	20	7	9	5	41
Antal notater, udtalelser, redegørelser m.v. (GEUS notater)	4	30	17	24	7	82
Generel formidling						
Antal institutionsrapporter (årsberetning, arbejdsprogram, projektkatalog, strategiplan)	8	-	-	-	-	8
Antal populærvidenskabelige artikler	24	-	-	-	-	24
Antal avisartikler, foredrag, udstillinger m.v.	43	-	-	-	-	43
Samlet formidling	84	134	196	155	123	692



Uddrag fra Virksomhedsregnskabs skema med resultatindikatorer. Tallene viser oversigtligt GEUS' produktion udtrykt som antal "formidlingsenheder" inden for de nævnte "resultatindikatorer" fordelt på programområder. Bortset fra GEUS-notater findes en fuldstændig publikationsliste på GEUS' internetsted: www.geus.dk