

125 års geologisk forskning for samfundet

*vand
energi
råstoffer
natur
klima*



ÅRSBERETNING 2013

DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER FOR DANMARK OG GRØNLAND
KLIMA-, ENERGI- OG BYGNINGSMINISTERIET

GEUS fejrede sin 125 års fødselsdag

Den 4. april 2013 var det 125 år siden den første geologiske undersøgelse i Kongeriget Danmark blev født. Danmarks Geologiske Undersøgelse, DGU, blev oprettet i 1888 og i 1946 blev Grønlands Geologiske Undersøgelse, GGU, oprettet. I 1995 blev de to institutioner fusioneret til Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, der i 2007 fik sit eget lovgrundlag og navneændring til De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland – GEUS.

Gennem 125 år har GEUS leveret viden til samfundet for at sikre rent drikkevand og et godt miljø og for at fremme en rentabel og bæredygtig udnyttelse af byggematerialer, mineraler, olie og gas og varme i undergrunden.

Opgaverne har været forskellige igennem tiden. Mens undergrunden forbliver nogenlunde konstant, ændrer de teknologiske muligheder og samfundets behov for geologisk viden sig hele tiden. I GEUS' barndom var råstoffer som mergel, brunkul, tørv, ler og grus af stor betydning. I dag er det i langt højere grad drikkevand, energiresourcer, industrimineraler og klimaændringer, der sætter dagsordenen. Uanset de ændrede arbejdsopgaver er udfordringen for GEUS imidlertid den samme. Som national undersøgelse har organisationen pligt til at søge svar på de geologiske spørgsmål, som samfundet har størst behov for at få belyst.

GEUS fejrede fødselsdagen sammen med kolleger, samarbejdspartnere, interessenter og andre indbudte gæster fra indland og udland. Dagen blev markeret med en række faglige foredrag, og Klima-, Energi- og Bygningsminister Martin Lidegaard talte ved dagens arrangement. Over 200 mødte frem for at høre de 11 foredrag inden for GEUS' kerneområder: energi, råstoffer, vand og natur og klima, hvor både inviterede foredragsholdere og GEUS' egne medarbejdere var på programmet.



Forord

2013 blev et skelsættende år, idet GEUS kunne fejre, at det var 125 år siden Kongeriget fik sin første geologiske undersøgelse. Jubilæet i april 2013 blev en festlig markering. Med en bred europæisk deltagelse og indlæg fra Canada illustreredes det, at ambitionerne om øget internationalisering i GEUS Strategi 2012 er godt i vej.

Året har været produktivt og målene i GEUS' resultatkontrakt er i det væsentligste opfyldt. Samtidigt har GEUS levet op til den intensiverede styring og målfastsættelse, der præger hele Staten. GEUS har i 2013 investeret i yderligere opbygning af ekspertise på to af vores kerneområder: grundvandskortlægning og mineralske råstoffer.

Den nuværende afgiftsfinansierede grundvandskortlægning er planlagt færdiggjort i 2015, og GEUS har søgt at udnytte den opbyggede ekspertise i nye opgaver. Dette har allerede i 2013 givet betydelig gevinst, bl.a. ved sammen med Aarhus Universitet og danske firmaer at skabe opgaver i asiatiske lande, der ser den danske vandforvaltning som rollemodel. På mineralområdet har interessen aldrig været større, og GEUS har bidraget med faglig viden, både gennem de konkrete faglige vurderinger og ved deltagelse i en række arbejdsgrupper. Arbejdet vil danne grundlag for politiske beslutninger og følgelovgivning inden for Rigsfællesskabet, hvor der især har været fokus på udnyttelse af uran og sjældne jordarter. Som respons på det stigende behov for viden om mineraler, forsyningssikkerhed og ressourceadgang – og de krav fremtiden vil stille til erhvervslivet – åbnede GEUS i 2013 Videncenter for Mineralske Råstoffer og Materialer (MiMa).

En anden skelsættende begivenhed var åbningen af GEUS' kontor i Nuuk. GEUS er nu permanent til stede i det grønlandske samfund hver eneste dag. Modtagelsen var overvældende, interessen stor og den formidlingsindsats kontoret allerede har ydet er værdsat. Kan GEUS medvirke til at få unge til at søge uddannelse inden for geofagene, vil et vigtigt skridt i udviklingen af Grønland og landets naturressourcer være taget.

På alle GEUS' øvrige områder har aktiviteten også været høj. Der har været stor fokus på klimaforskningen, hvor Indlandsisens tilstand og de ændrede vejrforhold har sat gang i vurdering og modellering af konsekvenserne af klimaændringer i Danmark og globalt. GEUS har i årets løb løst en række opgaver i samarbejde med interessenter med ansvar for landets infrastruktur.

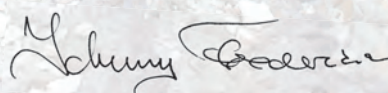
På energiområdet har mange nye projekter om udnyttelse af jordens varme set dagens lys, og GEUS har rådgivet i langt de fleste og således bidraget til omstillingen til vedvarende energi.

Endelig har GEUS leveret grundlaget for yderligere en submission for udvidelse af kontinentalsoklen (Nordøstgrønland) i henhold til FN's havretskonvention.

Det har været et år, hvor mange nye initiativer har skabt et godt grundlag for fremtiden.



Minik Rosing
Bestyrelsesformand



Johnny Fredericia
Direktør

Stor udvidelse af den nationale boringsdatabase

GEUS' landsdækkende Jupiter-database er den fællesoffentlige database for geologi, grund- og drikkevand. Databasen, som indeholder oplysninger fra over 240.000 borer, indgår i Danmarks Miljøportal sammen med andre landsdækkende databaser med natur- og miljøoplysninger. Databasen bliver dagligt brugt af medarbejdere i kommuner, regioner og styrelser, som arbejder med forvaltningen af grundvand, miljø og råstoffer. I 2013 er der arbejdet med at udvide Jupiterdatabasen, så offentlige myndigheder selv kan indlæse de af deres borer, som ikke er omfattet af indberetningspligten, fx borer fra forureningsundersøgelser og geotekniske borer.

Udvidelsen omfatter udvikling af webservices, så brugerne kan indberette og læse data for selve borerne og deres opbygning, luftkemi og sedimentkemi og indlæse og udtrække oplysninger fra blandingsprøver indsamlet på overfladen. Udvidelsen af Jupiter-databasen omfatter også oplysninger om påbud og dispensationer i henhold til Vandforsyningsloven, som en del af projektet DIADEM ved Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter. DIADEM-projektet skal give nem adgang via internettet til en række offentlige oplysninger, der er nødvendige i forbindelse med ejendoms-handel. Endelig har GEUS udviklet webservices, som giver adgang til data fra Jupiter for GeoScene3D-programmet, der er et modelleringsværktøj, som bl.a. anvendes i grundvandskortlægningen.



Europæiske ressourcer og fælles infrastruktur for geologiske data

I de seneste år har GEUS arbejdet på flere EU-støttede forskningsprojekter, der skal fremme udvekslingen af geodata på tværs af landene i Europa. Der er tale om projekter, som støtter EU's INSPIRE direktiv om opbygning af en fælles europæisk infrastruktur for geografisk information, så man lettere kan udveksle data hen over landegrænserne. To af projekterne blev afsluttet i 2013. EuroGeoSource projektet har harmoniseret data om energi- og mineralressourcer og gjort dem tilgængelige via en fælles dataportal. Der er tale om oplysninger om olie og gas samt data om forekomsten af metaller, industrimineraler og byggematerialer som sand, grus og ler. Det er alle vigtige ressourcer for Europa, og dataportalen skal være med til at stimulere investeringer i en bæredygtig udnyttelse af råstofferne.

I det andet projekt Geo-Seas har man harmoniseret geologiske og geofysiske data for de europæiske havområder og ligeledes gjort dem tilgængelig via en dataportal. Oplysninger om dybder og havbundens topografi og geologi er uundværlige for miljøbeskyttelse, råstofindvinding til havs og etableringen af fx søkabler, pipelines eller havvindmøller. Den nye dataportal vil lette adgangen til de mange marine data, som i dag ligger hos nationale geologiske undersøgelser og havforsknings-institutioner i Europa. Desuden deltager GEUS i EGDl-Scope projektet, som er i gang med at forberede en fælles europæisk infrastruktur for geologiske data. Projektet skal udvikle en plan for implementeringen af det system, som også kan danne en fælles ramme for resultaterne af tidlige og igangværende geodataprojekter.



Sømløst geologisk kort over Grønland – 1:500 000

I forbindelse med GEUS' 125 års jubilæum blev der torsdag den 4. april offentliggjort et sømløst geologisk kort over Grønland i skala 1:500 000, som i digital form er tilgængelig via GEUS' hjemmeside. Kortet er baseret på 14 kort i skala 1:500 000 publiceret af GEUS i perioden 1971–2004. Kortet integrerer geologien i én samlet harmoniseret signaturforklaring omfattende i alt 443 bjergartsenheder. Webkortet er også en platform for forskellige typer af feltdata som fx skråbilleder, skannede feltkort, publicerede kort og profiler og integrerer information fra GEUS' databaser. Kortet er en del af GEUS' bidrag til det globale projekt OneGeology, som har til formål at skabe et digitalt geologisk kort over hele verden. På jubilæumsdagen blev kortet præsenteret i sin fulde skala som en 5,5 x 3,5 m stor megaposter, og baggrunden for kortets tilblivelse blev fremlagt ved et minisymposium fredag den 5. april, hvor også webkortets mange forskellige muligheder blev demonstreret.

Bog om 125 års udforskning af undergrunden

GEUS udgav bogen 'Vi, de jordbundne – Glimt af GEUS gennem 125 år' i forbindelse med sit jubilæum. Bogen fortæller historien om GEUS' 125 år lange udforskning af undergrunden – først i Danmark og senere i Grønland og på Færøerne, og den placerer de opgaver, som organisationen igennem sit virke har bidraget til at løse, i en samfundsmæssig sammenhæng. I forordet skriver administrerende direktør Johnny Fredericia: "Med bogen ønsker vi at give et indblik i organisationen og dens samfundsmæssige betydning i fortid og nutid, samt dens mulige bidrag til løsning af fremtidige udfordringer for samfundet, når det gælder den jord, vi lever af og på. Vi fokuserer i bogen på opgaverne i en samfundsmæssig kontekst frem for den snævre institutionshistorie. Undertitlen 'Glimt af GEUS gennem 125 år' er valgt for at signalere, at det ikke er hensigten med bogen at dække hele tidsrummet eller alle aspekter, men netop glimt af GEUS".

Klimaændringer øger risiko for udvaskning af minimidler

Udvaskningen af mange pesticidtyper til grundvandet vil ikke blive forøget af klimaændringerne. Men for lav-dosis ukrudtsmidler – de såkaldte minimidler – ser de forventede klimaændringer imidlertid ud til at kunne give øget udvaskning. Det viser en undersøgelse bygget på modelberegninger af pesticidudvaskningen til grundvand og vandmiljø baseret på oplysninger om scenarier for fremtidens klima, afgrødevalg og pesticidanvendelse. Ændringer i landbrugsdriften i det fremtidige klima er vurderet på baggrund af studier af landbruget i Sydtykland og Nordfrankrig, der har et klima i dag, som det vi forventer at få omkring 2050. Det er hovedresultatet fra forskningsprojektet PRE-CIOUS, som blev afsluttet af GEUS, Aarhus Universitet og DMI. Projektet er støttet af Miljøstyrelsens pesticidforskningsprogram.



Bedre beregninger af klimaets påvirkning af vandkredsløbet

Beregninger viser, at vandkredsløbet i Danmark vil blive påvirket væsentligt af klimaændringerne. Der vil sandsynligvis blive både oversvømmelser og periodevis mere vandmangel. I 2013 afsluttede GEUS projektet HYACINTS, som har udviklet bedre redskaber til at vurdere, hvor stor påvirkningen bliver både på landsbasis og lokalt. Projektet har arbejdet med dels at koble meteorologernes klimamodel direkte sammen med den hydrologiske model, som beregner vandets strømninger i jorden og på overfladen, dels at vurdere usikkerhederne i beregningerne.

Grundelementerne er den regionale klimamodel, HIR-HAM, fra Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) og GEUS' nationale hydrologiske model – DK-modellen, som nu kan foretage koblede beregninger og dermed bedre kan beskrive virkeligheden, hvor jordoverfladen og atmosfæren konstant påvirker hinanden.

Den anden del af projektet har vurderet usikkerhederne i beregningerne, og det er nu muligt at vurdere, hvor realistiske prognoserne er. Dette arbejde har omfattet en analyse og vurdering af usikkerheden i hele kæden af beregninger, som spænder fra beregninger i den globale klimamodel til beregninger af grundvandsstrømning, hvor fx lokale jordparametre er en af de styrende faktorer. Resultaterne viser, at usikkerhederne i høj grad er afhængig af, hvad modellen bruges til. Usikkerheden i klimamodellen har en større betydning end usikkerheden i grundvandsmodellen ved overordnede vandbalanceberegninger, som fx hvor meget vand, der løber igennem en given å. Men det forholder sig omvendt, hvis man bruger modellen til at beregne, hvorfra vandet strømmer ned mod en bestemt drikkevandsboring, fx i forbindelse med en forurening i oplandet. HYACINTS projektet blev ledet af GEUS og havde deltagere fra flere danske forskningsinstitutioner, rådgivende firmaer, vandselskaber og myndigheder, og det blev støttet økonomisk af Det Strategiske Forskningsråd.



På vej mod hydrologiske korttidsprognoser

Flere ekstreme vejsituationer som fx skybrud og de deraf følgende oversvømmelser har skabt et stort behov for korttidsforudsigelser og realtidsvarsling til samfundet. GEUS har derfor startet et projekt, som skal udbygge den nationale hydrologiske model – DK-modellen, så den løbende kan beregne udviklingen i overflade- og grundvandet i hele Danmark. Modellen holder bl.a. regnskab med grundvandstanden, vandindholdet i jorden og afstrømningen i vandløb, og konsekvensen af fx et skybrud er i høj grad afhængig af, om jorden er vandfyldt eller tør. I løbet af året er der indgået en aftale med Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) om levering af korttidsvejrvarslingsdata til et pilotprojekt, som er i gang med at udvikle værktøjer til håndtering af denne type data i den hydrologiske model. Desuden er der gennemført en brugerundersøgelse blandt kommuner, vandselskaber, rådgivere, landmænd og andre interessenter for at identificere hvilke typer hydrologiske data, der er behov for, og i hvilken form de ønskes leveret.

Grundlag for nye vandplaner

GEUS har i 2013 arbejdet med udvikling af den nationale vandressourcemodel, den såkaldte DK-model, i forbindelse med Naturstyrelsens udarbejdelse af nye vandplaner. De danske vandplaner indeholder opskriften på, hvordan vi i Danmark vil nå målsætningen i Vandrammedirektivet om 'god tilstand' for vandløb, søer, den kystnære del af havet og grundvand. Modeludviklingen har omfattet udbygning af modellens vandløbsnetværk, så man er i stand til at lave mere detaljerede beregninger af, hvordan menneskeskabte eller naturlige ændringer påvirker afstrømningen i vandløbene.

Endvidere er der udviklet en metode til at anvende modellen til afgrænsning af grundvandsforekomster og dermed koble modelberegningerne sammen med aktuelle målinger af grundvandskvalitet med henblik på at vurdere grundvandets tilstand. DK-modellen er et centralt element i udvikling af en ny landsdækkende model, der kan beskrive transporten og omsætningen af kvælstof. Den nye model skal anvendes i vandplanerne til vurdering af, hvordan man mest effektivt kan regulere kvælstofudledningen til vandmiljøet. Dette arbejde udføres sammen med Aarhus Universitet og DHI.



Afgrænsning af kontinentalsoklen ved Grønland

Danmark ratificerede FN's havretskonvention i 2004, som åbner mulighed for at gøre krav på undergrundens og havbundens ressourcer uden for 200 sømylegrænsen. Eventuelle krav skal primært dokumenteres med oplysninger om havdybder og sedimenttykkelser. Fem områder er i spil: ét område i det Arktiske Ocean, to ud for hhv. Nordøstgrønland og Sydgrønland og to områder hhv. nordøst og sydvest for Færøerne.

I løbet af året har GEUS arbejdet med datadokumentationen for området ud for Nordøstgrønland, og den 26. november afleverede Regeringen og Grønlands Selvstyre den videnskabelige dokumentation for deres krav på kontinentalsoklen i dette område til FN's Kommissionen for Kontinentalsoklens Grænser (CLCS). Det gælder et område på ca. 62 000 km² uden for 200 sømylegrænsen mellem Grønland og Svalbard. Lignende dokumentation for krav på kontinentalsokkel i området ud for Sydgrønland blev indsendt i 2012 og for områderne nordøst og sydvest for Færøerne i henholdsvis 2009 og 2010. Kontinentalsokkelprojektet finansieres af Uddannelses- og Forskningsministeriet med bidrag fra det færøske Landsstyre, og arbejdet foregår i et samarbejde mellem GEUS og flere institutioner fra Danmark, Færøerne og Grønland.

Ny vurdering af Danmarks skifergaspotentiale

En ny vurdering af Danmarks skifergasressourcer blev offentliggjort af den amerikanske geologiske undersøgelse, USGS, på et møde hos GEUS i begyndelsen af december. I dette studie har GEUS leveret den geologiske viden til opgørelsen, mens USGS har lavet selve vurderingen af de danske skifergasressourcer. USGS har anvendt den samme vurderingsmetodik, som de bruger til vurderinger af de amerikanske og andre landes skifergasressourcer. USGS opgør Danmarks potentielle skifergasressource til 186 mia. Nm³ (normalkubikmeter) gas, fordelt med 119 mia. Nm³ til havs og 67 mia. Nm³ på land. USGS' vurdering omhandler den teknisk indvindbare skifergasressource, hvilket vil sige, at det er den mængde gas, som kan indvindes med den nuværende teknologi. Der er således ikke taget stilling til, om det også er rentabelt at indvinde gassen. Vurderingen er forbundet med en usikkerhed på +/- 100 % fra 0 mia. Nm³ gas til 356 mia. Nm³. Den store usikkerhed afspejler de komplicerede geologiske forhold i undergrunden, samt at der endnu ikke er fundet skifergas i borer i Danmark. Vi er i et meget tidligt stadie af efterforskningen og vidensopbygningen, og det er nødvendigt at skaffe ny viden især fra borer, hvis man skal nedbringe usikkerheden på vurderingen.



Forøget olieindvinding med CO₂

Selv om vi i løbet af årene er blevet bedre og bedre til at få olien ud af kalken i Nordsøen, så er den forventede olieindvinding fra de danske kalkfelter stadig kun omkring 30 pct. af den olie, der ligger i felterne. Der forskes i udviklingen af nye metoder, som kan øge olieindvindingen fra den tætte kalk i Nordsøen, bl.a. ved at pumpe CO₂ ned i reservoirerne. CO₂ fortynder olien og får den til at flyde lettere mod produktionsbrøndene. GEUS deltager i et projekt ledet af Maersk Oil, som er i gang med at undersøge, hvordan CO₂ påvirker strømningen af olie og vand i kalk med sprækker, som er almindelige i kalkreservoirer. I løbet af året har geologerne foretaget strømningseksperimenter i laboratoriet ved tryk og temperaturer identiske med et nordsøfelts reservoir. Sidst på året er de gået i gang med at etablere en ny forsøgsopstilling, hvor man kan lave de tilsvarende strømningseksperimenter på større borekerner, hvor der optræder sprækker. Projektet foregår i et samarbejde med det norske firma PERA, og det finansieres af forskningsprogrammet Joint Chalk Research, som drives af en gruppe olieselskaber med aktiviteter i Nordsøen.



Geotermisk energi og jordvarme

Klimaændringerne kalder på nye energiløsninger, der kan nedbringe udslippet af CO₂ til atmosfæren. Og det er målet, at Danmark skal være uafhængig af fossile brændsler i 2050. Undergrunden i Danmark indeholder en stor grøn energiressource i form af geotermisk varme i reservoirer i 1–3 km's dybde, og af jordvarme, hvor man udnytter temperaturerne i de øverste 100–200 m i såkaldte jordvarmeboringer.

For at bidrage til en øget udnyttelse af den geotermiske energi har GEUS i 2013 analyseret udbredelsen og omdannelsen af dybtliggende reservoirsandsten, så vi kan få en bedre forståelse af deres geotermiske potentiale. Og geologerne arbejder fortsat med at samle relevante geologiske data i et GIS-system, som kan vise områder, hvor der er særligt gode muligheder for etablering af et geotermisk anlæg. Der bliver således udarbejdet tematiske kort over de geologiske nøgleparametre og aspekter, der er af betydning for de geotermiske produktionsegenskaber. Endvidere bliver der arbejdet med udvikling af et prospekt- og risikoanalyseværktøj til vurdering af dybe geotermiske ressourcer.

Inden for jordvarme har GEUS i løbet af året foretaget målinger af jordprøvers termiske egenskaber og temperaturen i udvalgte borer, og har arbejdet med at sammenstille oplysninger om den overfladenære geologi og jordens termiske egenskaber. Geologerne har også udført modelberegninger af grundvands- og varmestrømning i jorden for at vurdere miljøpåvirkningen og for at få viden til at kunne etablere rentable og optimalt fungerende anlæg. Endelig er der blevet arbejdet med at opbygge en brugervenlig database med relevante data fra undersøgelserne af den dybe jordvarme, og der er etableret en webapplikation, hvor brøndborere, sagsbehandlere og rådgivere kan trække oplysninger om geologi og jordens termiske egenskaber ved planlægning af nye jordvarmeanlæg.



Nyt Videncenter for Mineralske Råstoffer og Materialer

Verdens ressourcer og råstoffer er under stigende pres på grund af befolkningstilvæksten og en voksende middelklasse med flere millioner af nye forbrugere. I maj åbnede GEUS Videncenter for Mineralske Råstoffer og Materialer (MiMa), der skal analysere om der vil være tilstrækkelige mængder af mineralske råstoffer tilgængelige for samfundet i fremtiden. MiMa tager afsæt i GEUS' forskningsbaserede viden og kapacitet på råstofområdet, og trækker på eksisterende faglige netværk. Viden om råstofforsyningen og eventuelle knaphedsproblemer vil blive gjort tilgængelige for danske og grønlandske myndigheder, beslutningstagere, virksomheder og NGO'er.

"Middelklassen på verdensplan eksploderer i antal og det lægger selvsagt et stort pres på verdens ressourcer, der jo ikke er ubegrænsede. Derfor er det en rigtig god nyhed, at GEUS åbner et nyt videncenter, der kan hjælpe til at skabe overblik over verdens ressourcer og virksomhedernes adgang til nødvendige råstoffer i deres produktion", sagde Klima-, Energi- og Bygningsminister Martin Lidegaard i forbindelse med åbningen. MiMa forestår selv undersøgelser og analyser af forhold relateret til råstoffernes værdikæde fra efterforskning til fremstilling, og vil derudover udføre rekvirerede opgaver fra myndigheder, industrien og rådgivningsfirmaer, hvor dette har en samfundsmæssig relevans.



Kritiske mineraler til vigtige industrier

Økonomisk vækst i nye regioner betyder et øget globalt behov for råstoffer. Det gælder kritiske mineraler til højteknologisk anvendelse, men også andre mineraler. GEUS har i 2013 haft fokus på kritiske mineraler gennem feltundersøgelser i Grønland og igennem samarbejdsprojekter med industrien og andre forskningsinstitutioner, bl.a. i europæisk regi. I løbet af året er der gennemført malmgeologiske, petrologiske og mineralogiske undersøgelser i Gardar Provinsen i Sydgrønland for at vurdere og forstå dannelsen af flere forekomster af kritiske mineraler – herunder sjældne jordarters metaller (REE), niobium og tantal. Projektet foregår i samarbejde med prospekteringselskaber, som er aktive i Gardar Provinsen med henblik på at skabe incitament for yderligere investeringer i efterforskning og minedrift. På EU-plan deltager GEUS i projektet EURARE, som skal udvikle fundamentet for en industri, der skal sikre den fremtidige forsyning af REE-råstoffer og produkter til Europas vigtige sektorer som fx bilindustrien, elektronikindustrien og den kemiske industri. Arbejdet omfatter bl.a. en kortlægning af REE-ressourcer i EU og udvikling af miljørigtige og effektive ekstraherings- og raffineringsteknologier.



Undersøgelser af Grønlands mineralressourcer

I 2013 har GEUS gennemført flere aktiviteter for at vurdere Grønlands mineralressourcer. Geologerne har arbejdet med sammenstilling af geologiske og mineralogiske data fra Syd-østgrønland, som er indsamlet i felten fra 2009–2012 og fra juni til september blev der foretaget en flybåren aeromagnetisk opmåling i området omkring Tasiilaq. Bearbejdningen af data har især fokuseret på skorpeudviklingen og de malmdannende processer i grundfjeldet og intrusioner i Skjoldungen-regionen. I den sydlige del af Peary Land i Nordgrønland undersøgte geologerne en række lokaliteter med sedimentære forekomster af zink, som er et af de meget efterspurgte metaller på verdensplan, og i Trail Ø- og Hurry Inlet-områderne i det centrale Østgrønland blev der indsamlet data til tjek af flybårne hyperspektrale målinger, som blev indsamlet i 2012 i forbindelse med mineralefterforskning i området. Endelig blev der i december afholdt en international workshop på GEUS, hvor wolframpotentialet i Grønland blev evalueret af et panel med eksperter fra forskningsverdenen og industrien. Flere af årets aktiviteter er finansieret af Departementet for Erhverv, Råstoffer og Arbejdsmarked ved Grønlands Selvstyre.

Kortlægning af marine råstoffer

I Danmark graver vi efter råstoffer på land til bygge- og anlægsopgaver. Den stigende indvinding på land er i nogle områder i konflikt med ønsker om at bevare landskaber og natur. GEUS arbejder derfor med at finde egnede råstoffer til havs, som kan udnyttes på en bæredygtig måde. I en række prioriterede områder i de indre danske farvande er der for Naturstyrelsen udført en detaljeret sammenstilling af eksisterende geofysiske og geologiske data. Det er gjort for at kortlægge de marine råstofforekomster og få oplysninger om råstofftyper, deres dannelsesmåde, mængde og begrænsninger i forbindelse med indvinding. I det store potentielle råstofområde på Kriegers Flak i den danske del af Østersøen er der udført en detaljeret tolkning af mulige råstofforekomsters udbredelse, dannelsesmåde, mængder og kvalitet. Tolkningen er baseret på et meget omfattende datasæt fra Energinet.dk, som er indsamlet i forbindelse med forundersøgelser for en vindmøllepark. Råstofferne vurderes til at være den potentielt største fremtidige ressource for kvalitetsråstoffer til hovedstadsområdet.

GEUS har desuden lanceret en webbaseret marin råstofdatabase for Naturstyrelsen, som indeholder opdateret information om de marine råstofområder i de danske farvande. Databasen er en del af GEUS' maringeologiske database, MARTA, som indeholder flere typer data, fx rapporter om råstofundersøgelser, maringeologiske metadata og oplysninger om prøver hentet op fra havbunden. Der er også udarbejdet en rapport over kortlagte sandressourcer i de indre danske farvande for Kystdirektoratet til brug for planlægningen af fremtidig kystbeskyttelse. Endeligt er der udført råstofkortlægning i Nordsøen for råstofbranchen.

Hjemmeside samler viden om isen i Arktis

Opvarmningen i Arktis er betydelig og i de senere år har der været rekordstor afsmeltning af sne og is. Indlandsisen i Grønland bliver mindre hvert år, og smeltevandet bidrager til den stigende vandstand i havet. Havisen i Arktis bliver tyndere, og arealet med is bliver mindre, og i sommeren 2012 var havisens udbredelse den mindste, man har registreret. Grønland og Danmark har en særlig interesse i at følge, hvordan det går med de store ismasser i Arktis, og i 2013 åbnede en ny hjemmeside, Polarportal.dk, hvor alle kan følge med i, hvad der sker med isen – næsten mens det sker. Det opgøres hver uge, hvor meget Indlandsisens størrelse har ændret sig, og for at sætte det i globalt perspektiv vises samtidig, hvor meget denne afsmeltning har bidraget til det globale havniveau.

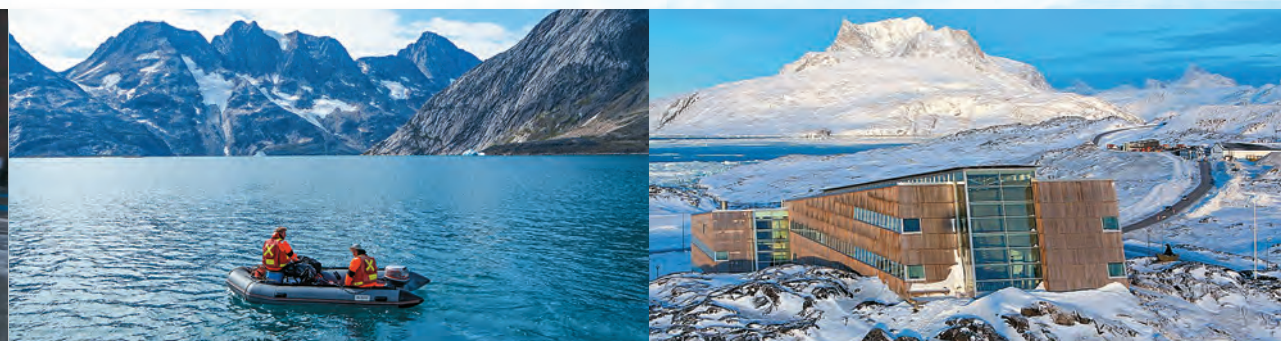
Oplysningerne på hjemmesiden er baseret på en omfattende mængde data, som hver dag indsamles og bliver bearbejdet af førende danske forskningsinstitutioner. De giver fx svar på, hvor meget det smelter på Indlandsisens overflade, hvor meget is der brækker af gletsjerne, og hvor udbredt havisen er. Polarportalen drives i et samarbejde mellem DMI, GEUS og DTU Space, og data stammer blandt andet fra overvågningsprogrammet PROMICE på Indlandsisen, som ledes af GEUS.



Klimaeffekt på hydrologi og afstrømning

Sydøstdanmark får markante stigninger i vandløbenes maksimumafstrømning, mens vandløb i Nord- og Østjylland kan forvente mere begrænsede stigninger frem mod 2050. Det viser beregninger med en landsdækkende hydrologisk model, som GEUS har lavet for Naturstyrelsen. Beregningerne er foretaget ved hjælp af ni forskellige fremskrivninger af klimaet. De største ændringer i maksimumafstrømningen i vandløbene er på over 50 %. De forventes at forekomme i Sydøstdanmark i områder med lerede jorde, hvor meget af vandet strømmer af på overfladen efter regnskyl. I Østjylland, Nord- og Vestjylland får man mere moderate stigninger på mellem 10 og 25 %. I sommerperioden 1/5–1/10 er stigningerne endnu mere markante. Konsekvensen af de ekstreme afstrømninger i vandløbene kan i perioder føre til opstuvning af vand, som vil kunne forplante sig op igennem dræn-, regnvands- og kloaksystemer, og dermed øge risikoen for oversvømmelser. Undersøgelsen viser derfor, at det ikke er tilstrækkeligt alene at planlægge efter et ændret havniveau og skybruds-trusler fx i byområder, men at man også skal tage højde for maksimumafstrømningen i vandløbene. Resultaterne af beregningerne er tilgængelige på portalen www.klimatilpasning.dk, sammen med tilsvarende vurderinger af grundvandsniveauet, så kommunerne hurtigt kan få et overblik over omfanget af problemerne, og hvor de i fremtiden kan opstå.





Gashydrat ud for Vestgrønland

Der er fundet indikationer på, at der findes gashydrat i havbunden i Disko Bugt-området i Vestgrønland. Det er et af resultaterne fra projektet PERMAGAS, som GEUS afsluttede i 2013. Gashydrat er gas med en is-lignende struktur, som dannes i sedimenterne under havbunden ved de rette tryk- og temperaturforhold. Gashydrat indeholder store mængder af drivhusgassen metan, som kan frigives i takt med, at havtemperaturen stiger, og gashydrat har derfor et potentiale til at forstærke den igangværende globale opvarmning.

Det er oplysninger fra seismiske data og korte borer i havbunden samt modelberegninger, som har bragt forskerne på sporet af gashydrat i grønlandske farvande. Der skal dog flere undersøgelser og borer til for endeligt at dokumentere tilstedeværelsen og mængden af gashydrat i området. Gashydrat har også et potentiale som energiressource, og de første længe-revarende testproduktioner planlægges i Japan og Alaska inden for de næste to år. PERMAGAS projektet, som blev ledet af GEUS, har også undersøgt klimaændringernes påvirkning af permafrosten på land. Det er et Geocenter Danmark projekt og det har endvidere fået støtte fra Dansk Center for Havforskning.

Udvikling af en 3D geologisk model er begyndt

GEUS har i 2013 taget fat på at udvikle et koncept for opbygning af en landsdækkende digital 3D geologisk model. Det er målet, at modellen skal integrere boringer, geofysik, geokemi m.m. med den kvartærgeologiske overfladekortlægning og den marine havbunds-kortlægning, som løbende udføres og kompiles på GEUS. Samtidig påtænkes tolkninger fra detaljerede lokale geologiske modeller indarbejdet i 3D-modellen, fx data fra den nationale grundvandskortlægning og viden om den dybere undergrund. For Grønland sigter GEUS ikke på en landsdækkende model, men derimod på detaljerede modeller af afgrænsede områder med specifikke geologiske problemstillinger og interessante mineraler.

Den digitale 3D-model vil blive et dynamisk produkt, der løbende skal opdateres og vedligeholdes med nye data. Modellen skal blive et lettilgængeligt fælles grundlag for analyser og beregninger, og den skal fungere som grundlag og fælles reference for opbygning af lokale eller regionale modeller til forskellige formål. Etablering og udvikling af den landsdækkende model bliver en langvarig opgave, men adgangen til et sådan værktøj vil sikre, at administrationen, beskyttelsen og brugen af både grundvand og andre geologiske ressourcer som fx råstoffer, varme eller køling sker på det bedst mulige grundlag.

Sikring af vandforsyning til Singapore

Singapore ønsker, at grundvand i fremtiden skal være en del af vandforsyningen. Et konsortium med dansk deltagelse skal i gang med at undersøge muligheden for at indvinde grundvand i Singapore og gøre det til et stabilt element i vandforsyningen. Konsortiet, der består af DHI-Singapore og det singaporeanske ingeniørfirma Surbana med GEUS i rollen som rådgivende ekspert inden for primært geologi og geofysik, blev udvalgt til at løse opgaven blandt flere tilbudsgivere af Public Utility Board, som er ansvarlige for vandforsyningen i Singapore. Hidtil har vandforsyningen i Singapore primært været baseret på en kombination af overfladevand fra inddæmmede bassiner, afsaltet havvand og vand importeret fra nabolandet Malaysia. Forventningerne til Singapores ekspansion er store, og behovet for vand vil stige i takt hermed. En mulig indvinding af grundvand inden for østatens meget begrænsede areal vil derfor være af største betydning for sikring af den fremtidige vandforsyning.

GEUS skal i første fase levere den geologiske og geofysiske ekspertviden, der skal til for at kunne opstille en grundvandsmodel, som er et vigtigt redskab til at vurdere mulighederne for at indvinde grundvand i Singapore på en bæredygtig måde. Projektet er faseinddelt og første fase skal sammenstille og evaluere eksisterende oplysninger og vurdere behovet for nye data.

Bæredygtig forvaltning af råstoffer i Malawi

Interessen for udnyttelse af de mineralske råstoffer i Malawi er stor. Udnyttelse af mineralske råstoffer er en kilde til vækst og velfærd, men hvis udnyttelsen ikke forvaltes ordentligt, kan råstofferne føre til fattigdom og miljøkatastrofer. Det er baggrunden for et nyt verdensbankprojekt, som netop skal sikre, at Malawis råstoffer forvaltes på en bæredygtig måde. Bag projektet står GEUS og to engelske firmaer Land Use Consultant Ltd. og Planning Green Future samt to konsulenter fra Malawi. Det nye projekt er en del af verdensbankprogrammet 'Malawi Mining Governance and Growth Support Program', som skal udvikle en bæredygtig forvaltning af Malawis mineralske råstoffer. Projektet skal lave en gennemgribende analyse af råstofsektoren – en så kaldt Strategic Environmental and Social Assessment (SESA), hvis primære mål er at hjælpe med at hæve de miljømæssige, sociale og økonomiske standarder i råstofsektoren. GEUS skal vurdere geologien, mineralpotentialet, strukturen af den offentlige administration i mineralsektoren og de nationale planer for sektoren. Endelig deltager GEUS også i den miljømæssige vurdering.



Aftale om samarbejde med Indonesien

Rammen for et fremtidigt samarbejde mellem Geological Agency of Indonesia (GAI) og GEUS blev lagt den 25. juni, da direktør Dr. Sukhyar fra GAI og administrerende direktør Johnny Fredericia fra GEUS underskrev en Memorandum of Understanding (MoU). I denne forbindelse mødtes også kolleger fra de to institutioner, på GEUS og senere på GAI i Bandung, for at diskutere det fremtidige samarbejde. Det er aftalt, at samarbejdet i første omgang vil foregå på vandområdet men senere skal udvides til også at omfatte energiområdet. På vandområdet skal GEUS og GAI i fællesskab styrke kortlægningen og forvaltningen af Indonesiens grundvandsressourcer, på centralt og regionalt niveau, ved at overføre viden om effektive geofysiske kortlægningsmetoder og træne indonesiske kolleger i tolkning af disse data. Og på datasiden kan GEUS hjælpe med at etablere og drive geologiske og geofysiske databaser. Endelig skal GEUS hjælpe indoneserne med at udarbejde administrative vejledninger til sikring af en bæredygtig indvinding af grundvand til drikkevandsformål. På energiområdet har GAI udtrykt interesse for at samarbejde inden for kortlægning af geotermisk energi og opbygning af databaser, som anvendes i forvaltningen af olie- og gasressourcer.



Forbedret småskala minedrift i Etiopien

GEUS har i nogle år arbejdet sammen med Geological Survey of Ethiopia (GSE) og Ministry of Mines (MoM) om markedsføringen af Etiopiens mineralressourcer over for den internationale mineindustri. Dette arbejde følges nu op af et projekt, som skal træne medarbejdere i MoM og i de enkelte provinser i alle aspekter af småskala minedrift. Projektet er finansieret af Danida midler, administreret af den danske ambassade i Etiopien. MoM skønner, at en million mennesker arbejder med den slags minedrift og har etableret et funktionelt system til at kanalisere opkøb af guld gennem en bank og videre til Nationalbanken. Dette resulterede i et opkøb af næsten 10.000 kg guld til regeringen. Udvinning af guldet foregår som oftest under meget ringe sikkerhedsforhold og med en teknologi, som kan forbedres betydeligt og dermed øge udbyttet. På denne måde kan man bidrage til at reducere fattigdommen i landområderne og påvirkningen af miljøet. Projektet gennemføres i samarbejde med et andet projekt finansieret af Verdensbanken og den japanske regering, som har et større fokus på, hvordan kvindernes rolle i småskala minedrift kan forbedres.



Nyt geologisk kontor i Nuuk

I september åbnede GEUS nyt kontor i Nuuk i Grønland. Kontoret skal styrke samarbejdet med den grønlandske administration, industrien og akademiske samarbejdspartnere i Grønland og sikre en fortsat opbygning af geologisk viden i Grønland. Det skal blandt andet ske gennem undervisning på skoler og lærestalter og gennem foredrag og ekskursioner og endelig ved etablering af nye samarbejder med både offentlige og private interessenter. Kontoret er indtil videre bemannet med en kontorleder og én geolog bosiddende i Grønland, mens én til flere forskere fra GEUS i Danmark løbende vil være udstationeret i Nuuk. Kontoret holder til i lokaler på Grønlands Naturinstitut, som GEUS i forvejen samarbejder med. "Udskiftning af det videnskabelige personale og jævnlige besøg af forskere fra GEUS i Danmark skal bidrage til at levere hurtig og relevant rådgivning og viden fra hele vores organisation. Det er GEUS' ambition, at vores kontor bliver indgangen hertil og ikke vil opleves som en lille satellit", sagde direktør Johnny Fredericia i sin tale ved åbningen.



Fire prismodtagere i 2013

Fire medarbejdere fra GEUS modtog i 2013 priser for deres arbejdsindsats. I marts modtog seniorforsker Adam Garde Danmarks Geologipris 2012 for sit store videnskabelige arbejde, der førte til beskrivelsen af resterne af et gigantisk meteoritnedslag ved Maniitsoq i Vestgrønland. I september modtog seniorrådgiver Peter Friis Møller, Bodil Pedersen Fondens Natur- og miljøpris 2013 for hans mange undersøgelser af naturskoven i Danmark og for hans omfattende formidling af sin store viden om skov og natur. Sidst på året fik adjungeret seniorforsker Anker Weidick overrakt Richardson medaljen fra International Glaciological Society for sine mange års forskning og kortlægning af ændringerne af Grønlands gletsjere. Endelig fik forskningsprofessor Kim Esbensen overrakt Pierre Gy Sampling Gold Medal for sine mange nye anvendelser af teorien for, hvordan man udtager repræsentative prøver og hans mangeårige undervisning i den samme teori.



GEUS-medarbejder fulgte den olympiske ild til Nordpolen

Den olympiske ild var på en lang rejse rundt før vinter-OL i Sotji i februar 2014, og et af de udfordrende rejsemål var Nordpolen. I oktober 2013 stævnedes den store russiske atomisbryder 50 let Pobedy ud fra Murmansk med retning mod Nordpolen, godt 1300 sømil ude i Polhavet. Med ombord var repræsentanter fra de otte medlemslande i Arktisk Råd, som på Nordpolen løb stafet med den olympiske ild. Den danske repræsentant var Christian Marcussen fra GEUS. Han har siden 2002 været projektleder for den grønlandske del af Kontinentalsokkelprojektet, som har til opgave at identificere og dokumentere de områder, hvor Rigsfællesskabet kan gøre krav på nye havbundsområder. I de seneste år har han været leder af fire isbryderekspeditioner med den svenske isbryder Oden i Polhavet og ud for Nordøstgrønland, og på ekspeditionen i 2007 var den kraftige russer 50 let Pobedy med som støtteskib.



Foto: Sergey Dolya

Ekspeditionsfilm fra Grønland

'Første boringer i Isua jernmalmen' er bare ét af de filmklip, som GEUS nu har gjort tilgængelige på www.geus.dk: Ekspeditionsfilm fra Grønland. Her finder man filmklip fra historiske geologiske ekspeditioner og frigivne film fra mineselskaber, som har søgt efter råstoffer i Grønland. Hjemmesiden henvender sig til folk, som interesserer sig for ekspeditioner i Grønland, den geologiske udforskning af landet og jagten på landets mange råstoffer. Filmklippene stammer fra gamle smalfilm i GEUS' arkiver, som er digitaliseret og dermed gjort tilgængelige for et større publikum.

Viden efterspurgt på udstillinger

GEUS har i årets løb ydet faglig bistand og materialer til to store udstillinger. I februar åbnede særudstillingen 'Jagten på råstoffer' i Økolariet i Vejle. På udstillingen kan man få viden og oplevelser om de mange råstoffer, som vi mennesker er så afhængige af, og man kan lære, hvordan geologerne finder frem til dem. Grønlands mineraler, som er meget aktuelle, har en fremtrædende plads på udstillingen, som blev så stor en succes, at Økolariet har besluttet at fortsætte udstillingen i 2014 i en reduceret udgave. I september åbnede Louisiana udstillingen ARKTIS, som var en mægtig og facetteret mosaik af indtryk, der førte os på sporet af en verden, der på én gang er underskøn, skræmmende, råstærk og skrøbelig. Nogle af effekterne på udstillingen er udlånt af GEUS. Det drejer sig om et stykke af Lomonosov-ryggen, som er en ca. 1.800 kilometer lang bjergkæde på havbunden af Polarhavet, samt en prøve af havbunden ved Nordpolen, gemt i et lille glas.



Nøgletal for 2013

Mere detaljerede nøgletal for GEUS' virksomhed findes i Årsrapport – Regnskabsåret 2013 og i Faglige resultater 2013. Begge kan læses på www.geus.dk – publikationer – institutionsrapporter.

Antal medarbejdere: **338**

Antal faglige projekter: **687**

REGNSKAB 2013

i mio. kr.

Indtægter	305,1
Nettotal (Bevilling)	134,1
Driftsindtægter	171,0
Udgifter	314,9
Lønninger	179,5
Øvrige driftsudgifter	135,4

FORMIDLINGSVIRKSOMHED

Langsigtet videnopbygning

Artikler i internationale videnskabelige tidsskrifter/publikationer	188
Videnskabelige publikationer iøvrigt	4
Konferencebidrag med abstract eller poster	171

Løbende faglig opgaveløsning, rådgivning og formidling

Offentligt tilgængelige rapporter	61
Fortrolige rapporter	60
Notater, udtalelser, redegørelser m.v.	61

Generel formidling

Institutionsrapporter (årsberetning m.v.)	8
Generel og populærvidenskabelig formidling	138
Heraf populærvidenskabelige foredrag	75

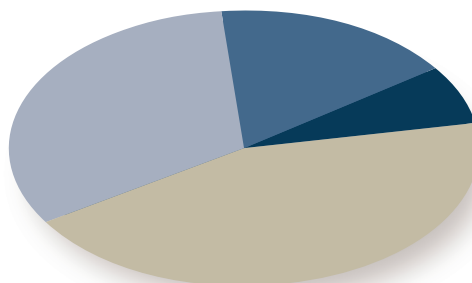
Brug af GEUS web

Besøg på www.geus.dk	510.000
Anvendelse af GEUS' webkort-services	2,4 mio.

FORSKERUDDANNELSE MED GEUS VEJLEDER

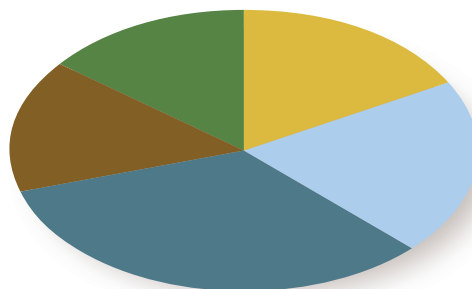
Igangværende ph.d.-studerende	71
Afsluttede ph.d.-grader	10

Indtægter fordelt på indtægtskilder i mio. kr.



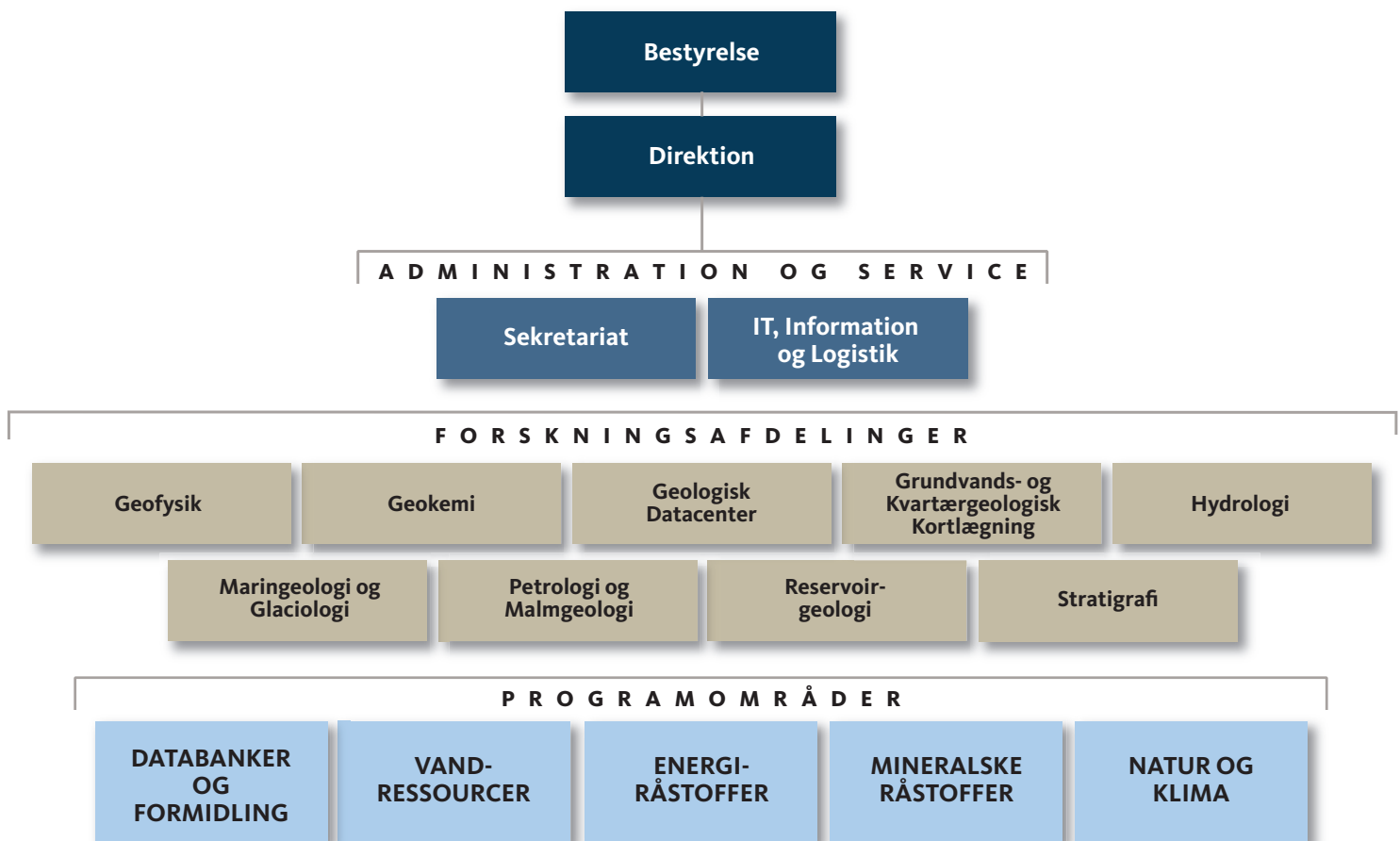
Finanslov- og tillægssbevillingslov:	134,1
Program- og fondsmidler:	99,3
Øvrig samfinansieret kontraktforskning:	51,1
Kommercielle kontrakter og datasalg:	20,6

Udgifter fordelt på programområder i mio. kr.



Databanker og formidling:	53,9
Vandressourcer:	63,4
Energiråstoffer:	104,4
Mineralske råstoffer:	48,5
Natur og klima:	44,7

Organisation



GEUS havde i 2013 ni forskningsafdelinger og to administrative/serviceafdelinger. Det faglige arbejde foregår på fem programområder, hvor opgaverne løses i projektgrupper i en matrix-struktur.

Programområde:

Databanker og formidling

Opbevaring, kvalitetssikring og formidling af geologisk viden og data. Målet er at sikre, at data- og prøvesamlinger er på et kvalitetsniveau, så de kan anvendes til løsning af opgaver inden for overvågning, beredskab, rådgivning og forskning. Desuden omfatter programområdet it-opgaver, der sikrer velfungerende og moderne it-værktøjer ved GEUS samt formidling til den videnskabelige verden og offentligheden.

Programområde: Vandressourcer

Viden til optimal forvaltning af vores vandressourcer. Indsatsen rettes mod vandets kredsløb, vandressourcernes størrelse og kvalitet, grundvandsbeskyttelse samt transport og omsætning af miljøfremmede stoffer i vandmiljøet med

hovedvægt på grundvandet. Indsatsen danner udgangspunkt for myndighedsrådgivning samt rådgivning af regioner og kommuner.

Programområde: Energiråstoffer

Viden til efterforskning og udnyttelse af Danmarks og Grønlands energiråstoffer. Arbejdet omfatter egne forskningsprojekter og internationalt samarbejde inden for olie/gas og vedvarende energi. Den indsamlede viden danner grundlag for GEUS' rådgivning af myndigheder i Danmark og Grønland samt i et vist omfang løsning af opgaver for erhvervslivet.

Programområde: Mineralske råstoffer

Videnskabeligt grundlag for en målrettet og miljømæssig forsvarlig udnyttelse af mineralforekomster i Grønland og

Danmark. Arbejdet omfatter geologisk kortlægning og undersøgelser for mineralske råstoffer i Grønland samt myndighedsbehandling og rådgivning for Grønlands Selvstyre. Desuden udføres undersøgelser i forbindelse med råstoffer og anlægsarbejder i Danmark og internationalt.

Programområde: Natur og klima

Belysning af forhold, der i Danmark og Nordatlanten, har ført til nutidens klima og miljø. Det er et mål at forbedre mulighederne for at kunne skelne mellem naturbetingede og menneskeskabte miljøændringer. Programområdet omfatter også kortlægning af de geologiske forhold på landoverfladen og havbunden samt jordskælvsforskning og -overvågning.

De Nationale Geologiske Undersøgelser
for Danmark og Grønland (GEUS)
Klima-, Energi- og Bygningsministeriet

Øster Voldgade 10
1350 København K
Danmark

Telefon: 38 14 20 00
Telefax: 38 14 20 50
geus@geus.dk
www.geus.dk



ISBN: 978-87-7871-377-3