

Faglige resultater 2024

Udgivet af De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS)
Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet

Faglige resultater 2024

Redaktion: Lisbeth Flindt Jørgensen

Særudgivelse

Udgives kun elektronisk på www.geus.dk

- Marts 2025

ISSN: 1903-105X

ISBN: 978-87-7871-617-0

Rapporten har været forelagt GEUS' bestyrelse den 4. marts 2025.

© De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS)
Øster Voldgade 10, 1350 København K.
Telefon: 3814 2000
E-post: geus@geus.dk
www.geus.dk

Indhold

RESUME	3
Indledning.....	4
Fremtidens GEUS.....	5
Værdiskabende data.....	10
Videndeling.....	14
Klimaforandringer og -tilpasning.....	17
Grøn energi og geologisk lagring.....	23
Naturen vi lever i	28
Vores drikkevand.....	33
Mineralske råstoffer til fremtiden.....	37
Kampagner i 2024.....	41
Kvantitative indikatorer.....	43
Forkortelser	44

RESUME

GEUS' medarbejdere har i løbet af 2024 arbejdet med ca. 600 faglige og organisatoriske projekter. De væsentligste aktiviteter er beskrevet i GEUS' Resultatplan 2024–2027 & Arbejdsprogram 2024.

Af større resultater kan nævnes, at GEUS fortsatte og fuldførte den i 2022 påbegyndte seismiske kortlægning af geologiske strukturer, hvor der kan være potentiale for deponering af CO₂ i undergrunden på land og kystnært. Kortlægningen er afrapporteret til myndigheder og interessenter, og data er stillet frit til rådighed. Desuden er der arbejdet med projekter vedrørende CO₂-injektion i udtjente olieletter i Nordsøen samt om konsekvenser og om monitoring af lagring. GEUS og DTU arbejder på at sikre et geofagligt oplyst grundlag for etablering af CCUS-partnerskaber (*Carbon Capture, Usage and Storage*). GEUS indgår også i projekter om brintlagring (*Power-to-X*) samt i projekter om geotermi og varmelagring, bl.a. et EU-projekt, hvor der skal udvikles en metodisk tilgang til estimering af reservoiregenskaber forud for igangsættelse af boring. Endelig er der igangsat projekter om biokul, der udgør en alternativ metode til CO₂-lagring.

GEUS har også i 2024 arbejdet med vurderinger af forsyningssikkerhed og værdikæder af globale, geologiske ressourcer, som er kritiske i forhold til den grønne omstilling. Videncenter for mineralske råstoffer og materialer (MiMa) har bistået Erhvervsstyrelsen i dennes forhandling om kritiske mineraler i EU. Et større projekt om kortlægning af marine områder egnet til etablering af havvind er videreført.

På det arktiske område fortsatte GEUS' monitoringsaktiviteter, fortrinsvis i PROMICE, GEM og GC-Net. GEUS bidrager også til viden om klimaændringer og effekter på kryosfæren og oceanerne. Ligeledes fortsatte GEUS den geologiske kortlægning af Grønland i samarbejde med myndigheder og andre forskningsinstitutioner.

På vandområdet fortsatte GEUS samarbejdet med Aarhus Universitet i et projekt rettet mod at forbedre den nationale retentionsmodel for kvælstof fra udvaskning under marker til havet. Projektet udføres for Ministeriet for Grøn Trepert og har sigte mod reguleringen på bedriftsniveau. Ligeledes fortsatte samarbejdet med bl.a. DMI og Klimadatastyrelsen om national varsling af oversvømmelse. GEUS har også sammen med Aarhus Universitet (DCE og DCA) afsluttet et projekt til Klima-, Energi-, og Forsyningsministeriet om beregning af CO₂ emissioner af landbundsjord. Der arbejdes også med klimatilpasningsprojekter, og som noget nyt, er der for alvor taget fat på begrebet tørke, også i en dansk kontekst.

I relation til data kan det nævnes, at GEUS indgår i arbejdet med at modernisere Jupiter-databasen (den nationale boringsdatabase, der også indeholder grundvands-, drikkevands- og miljødata). Der er også igangsat et større arbejde i regi af Havnaturfonden bl.a. med henblik på at få samlet, harmoniseret og lagret data indsamlet i projekter i forbindelse med havvindenergi.

Hvad angår den administrative og organisatoriske del af institutionen, er der udarbejdet nye politikker med hensyn til personale og ledelse, og implementering igangsat, bl.a. i relation til en ny HR-strategi. I løbet af efteråret blev transition til Statens IT afsluttet, og GEUS har udbygget egen IT-organisation til varetagelse af de opgaver, der skal løses internt. Projektet med ombygninger af laboratorier blev iværksat i løbet af første halvdel af 2024.

Med hensyn til de syv kvantitative indikatorer blev måltallet for videnskabelige artikler med peer-review, hvor GEUS-medarbejdere er førsteforfattere, ikke nået med 56 artikler mod måltallet på 85. Måltallet for medforfatterskaber blev heller ikke nået med 115 mod måltallet på 130. Målet om 12 artikler i egne serier blev lige netop ikke nået, idet der blev udgivet 11 i 2024, heraf én stor monografi. Måltallet på 12 professorer blev nået med 17 professorer ansat i, eller adjungeret ved, GEUS eller universiteter. Medarbejdere i GEUS bidrog til vejledning af syv ph.d.-studerende, der opnåede grad, hvilket er under måltallet på 12. Desuden medvejledte GEUS-medarbejdere 40 ph.d.-studerende ved udgangen af oktober 2023 mod måltallet på 35. Derudover var GEUS-medarbejdere i løbet af året medvejledere for 40 master-studerende (heraf opnåede 20 grad), hvilket er under måltallet på 50.

Indledning

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) er ansvarlig for den videnskabelige udforskning af de geologiske forhold i Danmark og Grønland med tilhørende sokkelområder. GEUS er en uafhængig forskningsinstitution under Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (KEFM). En del af GEUS' aktiviteter udføres desuden som opgaver i tilknytning til andre danske ministerier og Naalakkersuisut (Grønlands Selvstyre).

GEUS skal drive forskning på højeste internationale niveau om forhold, som er af betydning for udnyttelsen og beskyttelsen af Danmarks og Grønlands geologiske naturværdier. GEUS skal endvidere foretage kortlægning, overvågning, dataindsamling, dataforvaltning og formidling om de nævnte forhold. GEUS har en bestyrelse, der sikrer institutionens forskningsuafhængighed.

Statslige institutioner skal udarbejde en årsrapport. Der gælder særlige regler for indhold og omfang af årsrapporter (jf. Økonomistyrelsens 'Vejledning om årsrapport for statslige institutioner, 2024'), og det er derfor ikke muligt at rapportere GEUS' faglige aktiviteter i denne. 'Faglige resultater 2024' er en kortfattet gennemgang og vurdering af årets faglige resultater som et selvstændigt supplement til den økonomiske gennemgang af institutionen præsenteret i Årsrapport for regnskabsåret 2024. Både Årsrapport og Faglige resultater forelægges GEUS' bestyrelse.

Denne faglige afrapportering følger strukturen i Resultatplan 2024–2027 & Arbejdsprogram 2024 og giver en status for året nåede resultater. De faglige aktiviteter er organiseret inden for GEUS' otte strategiske temaer og mål, defineret i GEUS' Strategi 2024–2027.

Fremtidens GEUS

Resultatplan 2024-2027:

GEUS understøtter medarbejdernes helhedsorientering, samfundsforståelse og udsyn gennem gode rammer for karriereplanlægning og -udvikling. Grundlaget for denne indsats er GEUS' værdier, som de underliggende politikker bygger på, herunder de ledelsesprincipper, som er udstukket i GEUS' ledelsesgrundlag, og som er omdrejningspunktet for den fælles udvikling af ledelsesgruppen. I strategiperioden vil der være fokus på, at GEUS' værdier også afspejles i en ny lønpolitik.

Med henblik på at understøtte en kultur, hvor den enkelte agerer ud fra et helhedshensyn og proaktivt bidrager med sin viden og sine kompetencer, iværksættes en række konkrete indsatser i løbet af strategiperioden. Disse indsatser vil blive nærmere beskrevet i en særskilt HR-strategi.

Den nye stillingsstruktur for GEUS' videnskabelige personale skal implementeres i perioden sammen med en ny professorplan. I denne sammenhæng skal der arbejdes målrettet med mål, midler og rammer for publicering, herunder at skabe og understøtte en stærk og tværgående publiceringskultur i GEUS.

Trivsel og gode rammer for medarbejderne er en vigtig forudsætning for, at GEUS kan løse de opgaver der påhviler os. Der vil derfor i strategiperioden være fokus på trivsel, bl.a. ved gennemførelse af trivselsundersøgelser og chefevalueringer, og konkret opfølgning på disse.

GEUS overgår i de kommende år til Statens IT (SIT) for så vidt angår den administrative del af understøttende IT. Der vil være stor fokus på at sikre en god overgang til SIT for alle medarbejdere, således at medarbejderne oplever dette positivt og uden udfordringer for det daglige arbejde. Samtidig vil GEUS opbygge en ny IT-enhed, der skal sikre, at det faglige netværk fungerer optimalt. Der vil i perioden blive opbygget et nyt og agilt IT-miljø, hvor GEUS selv - i samarbejde med SIT - drifter (virtuelle) servere, storage og GEUS' eget fagnetværk mv. med dertilhørende sikkerhed.

Der vil også i perioden være stor fokus på sikkerheden omkring GEUS' IT, herunder at GEUS opfylder de statslige og internationale sikkerhedskrav. Dette vil kræve opbygning af kompetencer indenfor cybersikkerhed, der kan sikre en tilfredsstillende opfyldelse af de sikkerhedsmæssige krav. Sikkerhedsmæssigt vil der i fremtiden også blive stillet store krav til administrationen af GEUS' mobiltelefoner til tjenestelig brug.

I strategiperioden iværksættes en større renovering af GEUS' laboratorier, men der vil også ske en gennemgang af lokalerne på Øster Voldgade 10 for evt. renovation af kontorlokaler, fællesarealer mv. Endvidere forventes det, at GEUS vil indgå i et samarbejde med Bygningsstyrelsen og Gefion for den fremtidige anvendelse af lokalerne i hele komplekset i forbindelse med Københavns Universitets udflytning. Dette for at fremtidssikre GEUS' adgang til og optimale anvendelse af lokalerne.

I de seneste år har GEUS implementeret en fuldt forretningsunderstøttende økonomistyring. I den kommende periode vil økonomistyringen blive løftet til næste niveau, så strategiske og forretningsdrevne beslutninger kan dataunderstøttes. Dette vil dels ske via en videreudvikling af den samlede økonomimodel og ressourcestyring til fuldt ud at kunne anvendes i et flerårsperspektiv, hvor kapacitetsomkostninger og finansieringsdele kan fremskrives over tre år. Desuden vil der være fokus på forbedret brugerorienteret IT-understøttelse af såvel budgetlægning som rapportering, også i et flerårigt perspektiv. Et sidste punkt i den kommende strategiperiode er et forbedret fokus på risikostyring og intern finansiell kontrol for at sikre, at kommende krav fra Finansministeriet overholdes, samtidig med at risikostyringen afstemmes til forretningsunderstøttende formål.

Temaet indeholder tre strategiske mål:

Strategisk mål:

GEUS skal være en organisation i udvikling, som kan navigere i forhold til skiftende samfundsmæssige prioriteringer, og hvor medarbejdere og ledere trives og udvikler sig, så viden og kompetencer kommer samfundet til gavn.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Udarbejdelse af ny HR-strategi.
- Iværksættelse af proces for ny værdibaseret lønpolitik for GEUS.
- Optimering af rammer for medarbejdere og lederes fælles arbejde med karriereplanlægning- og udvikling.
- Implementering af ny stillingsstruktur for det videnskabelige personale og professorplan, herunder udarbejdelse af retningslinjer for brugen af den nye *tenure-track* program for forskere og forfremmelsesprogrammet til professorer.

Understøttende aktiviteter:

- Udarbejdelse af nyt kommissorium for GEUS' ligestillingsudvalg, som afspejler den nye ligestillingspolitik, hvor der er et mere bredt fokus på mangfoldighed.
- Gennemførelse af chefevaluering.
- Evaluering af *onboarding* og videreudvikling for *offboarding*.

Strategisk mål:

GEUS vil udvikle sin infrastruktur, herunder implementere driftsstærk, agil og sikker IT, som lever op til tidens krav om cybersikkerhed.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Fuld etablering af GEUS' netværk og løsning i forhold til *Virtual Desktop Infrastructure* (VDI) (servere og storage mv.).
- Etablering af fælles *firewall* mellem SIT og GEUS til sikring af de relevante medarbejders adgang til faglige netværk mv. *Firewall*'en administreres af GEUS med rapporteringspligt til SIT.
- Transitionen af overgangen til SIT er gennemført, således at SIT har udleveret Statens IT-arbejdspladsmaskiner (SIA-maskiner) til alle medarbejdere i GEUS, og funktionaliteten er sikret.
- Alle arbejdstelefoner i GEUS er overgået til og administreres af SIT.

Understøttende aktiviteter:

- Ombygning af GEUS' laboratorier (Unilabprojektet) på Øster Voldgade 10.
- Færdiggørelse af laboratorie- og værkstedsfaciliteter i Tåstrup, herunder opmagasineringsfaciliteter til GEUS' nye seismiske køretøjer og udstyr.
- Fortsat udvikling af GEUS' beredskabsplan – internt og eksternt.
- Fuld udbygning af GEUS' vognpark til feltarbejde mv.
- Installation af nødstrøm og UPS (*uninterruptible power supply*) på kritisk udstyr.
- Afdækning af fremtidigt set-up og finansiering af ny båd til marine undersøgelser, herunder opgaveportefølje, forretningsmodel, logistik og muligheder for tilknyttede værkstedsfaciliteter i Århusområdet.

Strategisk mål:

GEUS vil udvikle samspillet mellem faglighed og forretning for at sikre en strategisk styring af ressourcer til teknologisk fornyelse.

Aktiviteter i 2024:

- Implementering af nyt budgetsystem, der kan håndtere flerårsbudgettering og *pipeline*-styring samt levere integreret flowstyring i forbindelse med budgetprocesser. Kontrakt for implementering ventes indgået med leverandør efter udbud ultimo 2023.
- Revision af budget- og planlægningsprocesser, så disse indarbejder rullende treårs-*forecast*, og hvor processer og arbejdsgange tilrettelægges effektivt i forhold til mulighederne i det nye budgetsystem.
- Revision af de digitale rapporteringsplatforme og værktøjer i forhold til anvendelighed for brugere samt i forhold til det flerårige perspektiv.
- Indkøb og implementering af risikostyringssystem, der kan understøtte første version af en intern finansiell kontrol og risikostyring samt opstart af processer for intern finansiell kontrol.
- Kompetenceudvikling af medarbejdere i Økonomi & Kontrakter samt uddannelse til og oplysning af GEUS' medarbejdere i øvrigt i forhold til ovenstående initiativer.

Understøttende aktiviteter:

- Modning af udbuds- og kontraktjuridiske funktion som følge af uddannelses- og opstartsforløb. Der vil være fokus på udbredelse af nye standardkontrakter samt tilrettelæggelse af funktionens fremadrettede funktioner samt services som bindeledet mellem forretningen og de koncernfælles og fællesstatslige udbuds- og indkøbsfunktioner.
- Strømlining af arbejdsgange og processer i regnskabsenheden i samarbejde med Statens Administration. Fokus vil være på sanering af ældre arbejdsgange, transparens i forhold til sagsgange mellem forretning, enhed samt Statens Administration og dimensionering af opgaver.
- Modning af EU-enheden med fokus på ny grundlæggelse arbejdstilrettelæggelse samt beskrivelser af processer og kvalitetskrav til disse.

Status for 'Fremtidens GEUS' ved udgangen af 2025:

I forhold til organisatorisk udvikling er HR-strategien vedtaget. En ny, værdibaseret lønpolitik forventes at blive implementeret i 2025. GEUS' nye stillingsstruktur, der blev aftalt som led i Overenskomst2024, træder i kraft den 1. april 2025, og forberedelser til implementering er i gang. Desuden kan nævnes, at et nyt kommissorium for GEUS' udvalg for ligestilling og diversitet er vedtaget, ligesom konceptet for *onboarding* er blevet evalueret.

Kommissorium for GEUS' forskningsudvalgs er opdateret, og udvalget er udvidet med de nyansatte professorer. Sammen med Akademikerklubben i GEUS afholdt udvalget i juni en intern, velbesøgt temadag om forskning.

Arbejdet med optimering af rammerne for karriereplanlægning og -udvikling er afspejlet i et SU-godkendt arbejdsprogram for GEUS' kompetenceudvalg. Fokusområder er bl.a. at skabe opmærksomhed om mulighederne for kompetenceudvikling, gennemgang af MUS-standardspørgerammen med særligt øje for, om spørgsmålene dækker både faglige, personlige og organisatoriske kompetencer samt kompetenceudviklende initiativer inden for brugen af generativ *artificial Intelligence* (AI).

Efter det endelige snit mellem GEUS og Statens IT blev underskrevet i slutningen af 2023, har begge parter i tæt samarbejde arbejdet på at gennemføre implementeringen af rammerne. Udrulningen af SIA-computere og MIA-mobiltelefoner er gennemført og vel modtaget.

GEUS har etableret egne nye servere, netværk og VDI i et sikret datacenter, og har hjemtaget alle faglige systemer fra Statens IT. Afviklingen af teknisk gæld og styrkelse af processer fortsætter ind i 2025 som en prioritet. Derudover er der brugt en del ressourcer på at skifte til et nyt og tidssvarende, skalérbart og datatabssikret lagringssystem fra IBM.

Laboratorierenoveringen under Unilab-projektet er igangsat og forløber planmæssigt, og ved årets udgang er den første af de fire etager stort set færdiggjort. Projektet forventes tilendebragt med udgangen af 2025. Uafhængigt heraf er der udført en gennemgribende ombygning og modernisering af det eksisterende HRMS-laboratorium, der forventes idriftsat august 2024. Endelig er der indrettet et DNA-laboratorium samt et rum til kernescanning på Hørsvinget i Tåstrup.

Der har i løbet af året været dialog med Bygningsstyrelsen om GEUS' fremadrettede tilstedeværelse på ØV10, når KU forventeligt fraflytter komplekset med udgangen af 2026.

I 2024 er indretningen af tre nye tjenestebiler afsluttet, og disse er nu fuldt idriftsat sammen med et nyt bookingsystem, så bilerne kan anvendes uden direkte involvering af betjentstuen.

Det viste sig vanskeligt i praksis at få de tekniske lag i det nye budgetsystem til at fungere sømløst med resten af GEUS' forretnings IT. Det blev derfor besluttet at introducere systemet gennem to testforløb i produktionen, hvor halvdelen af GEUS' afdelinger udførte en budgetopfølgning hhv. en grundbudgettering i det nye system, mens den anden halvdel lagde budgetter i de hidtidige systemer og processer. Testen forløb grundlæggende fint, og resterende udfordringer er håndteret primo 2025. Systemet går i fuld produktion ved første budgetopfølgning 2025 med fuldt og flerårigt grundbudget for 2026 i efteråret 2025.

GEUS implementerede Statens Digitale Indkøb (indkøbs- kontrakt- og faktureringsystem) i en minimums-model i 2024. Det fulde system forventes implementeret ultimo 2025.

Det er besluttet *ikke* at indkøbe et risikostyringssystem til finansielle processer, men i stedet fokusere systemet på IT-sikkerhedsmæssige problemstillinger. Arbejdet med finansielle kontroller fortsatte i 2024 med etablering af en række digitale BI-rapporter, der bl.a. understøttede årsafslutningsprocessen for 2024. Arbejdet fortsætter i 2025 i koncernfælles regi.

Grundet prioritering af ressourcer samt Økonomistyrelsens meldinger om implementeringskadence for Statens Digitale Indkøb, blev de digitale rapporteringsplatforme i øvrigt ikke revideret i 2024. Arbejdet udføres i 2025 i stedet.

Værdiskabende data

Resultatplan 2024-2027:

Geologiske data har en lang række anvendelsesområder inden for energi-, klima-, og miljøområdet. Den grønne omstilling medfører bl.a. en mere alsidig anvendelse af geologiske råstoffer og undergrunden til energiudnyttelse og -lagring, som sætter nye krav til geologiske data - både i form af et behov for data, der kortlægger hidtil ubeskrevne dele af undergrunden, men også understøttende teknologiske løsninger, hvorigennem de geologiske data kan udstilles.

Som nationalt geologisk datacenter vil GEUS, i samarbejde med relevante parter, arbejde for at overvåge, indsamle og stille autoritative data og viden til rådighed for myndigheder, uddannelsesinstitutioner samt private og udenlandske aktører. I forbindelse med indsamling vil GEUS digitalisere felt- og laboratoriearbejde og sikre flere relevante data fra geologiske undersøgelser i centrale databaser ved hjælp af nye indberetningsplatforme. Lagringsmulighederne bliver udvidet, så 3D-data og andre lagringstunge dataprodukter kan modtages og udstilles.

GEUS vil i samarbejde med nationale og internationale samarbejdspartnere have fokus på at udvikle og innovere nye geodatateknologier. GEUS vil f.eks. udnytte nye datakilder, datatyper og teknologier, hvor inddragelse af kunstig intelligens, *machine learning*, geostatistik, virtuelle forskningsmiljøer og øvrige geodatateknologier gør det muligt at anvende nye automatiserede processer til at indhente viden, der tidligere enten ikke var mulige, for tidskrævende og/eller omkostningsfulde. Vi vil samtidig gradvist flytte til *open source*-løsninger og udnytte dette skifte strategisk i fremtidigt datasamarbejde.

GEUS vil bidrage til at styrke de fælleseuropæiske dataplatforme og samarbejde med andre nordiske og europæiske geologiske undersøgelser gennem erfaringsudveksling, projektudvikling og ved at udbrede brugen af "FAIR*-principperne" i dataformidling. Fx vil GEUS fortsætte sin førende rolle i det fortsatte samarbejde mellem de europæiske geologiske undersøgelser i det EU-støttede program 'A Geological Service for Europe' – GSEU, bl.a. i forhold til udvikling og videreførelse af *EuroGeoSurvey's* (EGS) dataformidlingsplatform *A European Geological Data Infrastructure*, EGDl. GEUS er både koordinerende i dette arbejde og væsentlig bidrager på de tekniske løsninger.

GEUS vil i samarbejde med brugere udforske og implementere nye dataudstillingsmetoder og være aktivt deltagende i open source-initiativer som QGIS og PostgreSQL samt basere dataudstilling på åbne standarder for at sikre størst mulig frihedsgrad i dataanvendelsen. GEUS vil desuden udvikle en model for udstilling af autoritative og veldokumenterede data, som kan bruges som beslutningsgrundlag i den offentlige forvaltning.

Med øget politisk interesse følger større behov for transparens i dataarbejdet. Fremadrettet skal GEUS ikke alene formidle viden men også blive bedre til at udstille historik og metoder anvendt i datahåndteringen, så databrugere kan inddrage datakvalitet som forbehold i deres tolkninger. Nye dataløsninger skal tage hensyn til dette og give mulighed for at gemme og udstille denne information sideløbende med den aktuelle viden.

En øget anvendelse af undergrunden til flere formål kræver også en udvidelse af den fysiske planlægning fra den overfladebundne todimensionale fremvisning til en tredimensional, som indeholder undergrunden. Det kræver geologiske data i tid og rum, hvor inddragelse af geodatateknologier gør det muligt at anvende nye automatiserede processer til at indhente viden som beskrevet ovenfor. GEUS vil også arbejde på at udvikle en dynamisk 3D-model af undergrunden, som løbende opdateres automatisk, bl.a. ved hjælp af *machine learning*, når nye data indrapporteres.

*FAIR: Findability, Accessibility, Interoperability and Reusability

Temaet indeholder to strategiske mål:

Strategisk mål:

GEUS vil arbejde for, at alle geologiske data indsamles, forvaltes og stilles til rådighed via gængse platforme og teknologier, så de kan danne beslutningsgrundlag og skabe værdi for beslutningstagere, myndigheder, uddannelsesinstitutioner samt private og udenlandske aktører.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Udvikling af ny model for digital grund- og drikkevandsforvaltning i Danmark som del af Initiativ nr. 38 (Monitering af grundvand og sikring af rent drikkevand) i Regeringens Digitaliseringsstrategi i samarbejde med Miljøstyrelsen og Danmarks Miljøportal.
- Frigivelse af dybe undergrundsdata, så alle aktører kan få lige og fri adgang til både nye og ældre data om undergrunden.
- Fortsat fokus på rollen som dataformidler i EuroGeoSurvey-samarbejdet og virke for et europæisk samarbejde og vidensdeling i EGD.

Strategisk mål:

GEUS vil bidrage til udvikling og innovation af nye geodatateknologier sammen med relevante institutioner og igennem internationale samarbejder.

Aktiviteter i 2024:

- Udvikling og test af nyt 3D modelleringskoncept, der inddrager probabilistiske og *machine learning* baserede metoder i kombination med geologisk forståelse i genereringen af et geologisk modelleringskoncept, der kan anvendes på nationalt plan. Modelleringskonceptet vil blive testet i et pilotområde.
- Udvikling af nye metoder i regi af Innovationsfondsprojekt, hvor der arbejdes med generering af information om geologiske råstoffer ved brug af overfladenære geofysiske metoder i kombination med probabilistiske metoder og *machine learning*.
- Arbejde med udvikling af *machine learning* baseret værktøj for genkendelse af organisk materiale for at bestemme afsætningsmiljø samt effektivisering af analyser.

Andre aktiviteter, der understøtter 'Værdiskabende data':

- Tilgængeliggørelse af kortprodukter i QGIS, som i dag er den foretrukne open source-software for arbejde med GIS-data.
- Udvidelse af mindst en databaseløsning, så datahistorik og -kvalitet registreres og formidles til brugerne.
- Videreudvikling og opdatering af GeoWebportal med ny data og tolkninger fra dansk undergrund i forhold til udnyttelse for geotermi, *Carbon Capture and Storage* (CCS) samt energilagring.
- Udvikling af en ny korttjeneste med grønlandske topografiske områder og stednavne i samarbejde med Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur (SDFI) og Grønlands stednavneregister.
- Udbygning af den marine råstofdatabase MARTA med henblik på integration af data fra undersøgelse af havvind, kortfattede ressourcerapporter for de enkelte råstofområder samt data fra natur- og habitatkortlægning. Udbygningen vil ske i samarbejde med Miljøstyrelsen og Energi- styrelsen.
- Indsamling af metadata fra tyndslib, inkl. fotografering og registrering.
- Videreudvikling af *automated quantitative mineralogy machine learning*, så diagenetiske over- voksninger kan kvantificeres.

Status for 'Værdiskabende data' ved udgangen 2024:

Projektet om udvikling af ny model for digital grund- og drikkevandsforvaltning er påbegyndt. Projektet ejes af Miljøstyrelsens grundvandskortlægning med Danmarks Miljøportal og GEUS som underleverandører. I første fase kortlægges de eksisterende systemer og processer, hvorefter det fremtidige system beskrives. Denne fase fortsætter ind i 2025, hvor projektet skal risikovurderes i Statens it-råd. Herefter forventes en udviklingsfase frem til udgangen af 2026.

Der er søgt og bevilliget midler gennem Havnaturfonden til udbygning af GEUS' undergrundsarkiv, så GEUS også bliver national databank for marine geodata indsamlet i forbindelse med vindenergi projekter til havs. Opgaven løftes i samarbejde med blandt andre Miljøstyrelsen, Energistyrelsen og Danmarks Miljøportal. Analysefasen blev igangsat ultimo 2024 og fortsætter de næste år med fokus på dataredning af historiske dataindsamlinger. Projektet forventes færdigt i 2030.

GEUS fastholder sin rolle som dataformidler i EGS-samarbejdet, både gennem GSEU-projektet og som systemansvarlig for EGDI, der i stadig stigende grad er den centrale platform for paneuropæiske, geologiske dataprodukter. GEUS har desuden styrket sin rolle i EGS-ekspertgruppen inden for geoenergi og lagring. I denne sammenhæng vurderes også kravene til databehandling i forbindelse med det netop vedtagne EU-direktiv *Net Zero Industry Act*, som vedrører datafremstilling i forhold til CO₂-lagring i undergrunden. Endelig kan nævnes, at GEUS har bidraget til at fremhæve vigtigheden af dataindsamling og -behandling i forhold til EGDI og geotermi samt CCS og dermed styrket GEUS stilling som ansvarlig for EGDI.

Oversættelse af kortprodukter til open source-værktøjet QGIS forløber planmæssigt med et til to nye produkter lanceret i *Dataverse* hver måned.

GEUS har bidraget til den koncernfælles klimadigitaliseringsstrategi med fokus på at forberede og frigive data om undergrunden til beslutningsstøtte i forbindelse med den grønne omstilling. Dermed er en bred vifte af GEUS' forskningsområder inddraget i flere konkrete forslag, der er udarbejdet til Departementet.

Der er igangsat et projekt, der har til formål at identificere, indsamle, klassificere og registrere de geologiske data, der ikke er omfattet af anden registrering, digitalt i GEUS efter en fast procedure.

Der er oprettet en dataportal på GEUS' hjemmeside, hvor alle GEUS' dybe undergrundsdata er stillet frit til rådighed. Denne portal øger overblikket for de myndigheder, universiteter og private aktører, der har interesse i de dybe undergrundsdata, fx i forbindelse med CO₂ lagring i undergrunden, geotermi eller anlæg til vindmølleparker. Der er gratis adgang til at downloade seismiske data (2D og 3D) samt data fra de dybe brønde, der er boret både på land og til havs.

Der er iværksat et afklaringsarbejde omkring fremtidig opbevaring og udveksling af overfladenære geofysiske data i et perspektiv med både europæisk og international vinkel. Sammen med Miljøstyrelsen arbejdes der på at udvikle et alternativ til indrapporteringsformat for den danske GERDA-database (der dækker 40% af landets øverste undergrund), så der opnås et udvekslingsformat med et større, internationalt fundament og en anvendelse af tidssvarende, fleksibel teknik, så data bliver lettere at anvende.

Gennem flere forskningsprojekter arbejdes der målrettet med udvikling af nye numerisk baserede metodikker til direkte, automatiseret estimering af litologiske og geologiske parametre for den overfladenære undergrund fra forskellige datatyper. Målet er at understøtte arbejdet med den helt overfladenære geologi, såsom grundvandsbeskyttelse, råstofkortlægning på land, estimering af geotekniske parametre, geohazards ved *offshore* vindmølleprojekter, risiko for alvorlige følger af induceret seismicitet ved CCS og dyb geotermi mv. De udviklede metodikker er inddraget i flere nye forskningsansøgninger samt oplæg til Forskningsreserven 2026. I 2024 er det lykkedes ikke kun at udvikle de grundlæggende metoder, men også at sætte dem i spil i den forskningsbaserede rådgivning for en vandforsyning. Således er der på dette felt opnået en god synergi mellem forskningen og den forskningsbaserede rådgivning.

Videndeling

Resultatplan 2024-2027:

GEUS' data og viden skal i endnu højere grad bringes i spil dér, hvor det giver samfundet værdi. Derfor vil GEUS styrke sin synlighed og arbejde for gøre viden og data let at tilgå, forståelig og brugbar over for omverdenen.

For at komme i mål vil GEUS styrke den strategiske kommunikation med en kommunikationsstrategi og -politik, der skal sikre en rettidig og målrettet kommunikation til udvalgte medier og målgrupper.

Der vil være fokus på at identificere konkrete geofaglige aktuelle emner, hvor en strategisk kommunikationsindsats kan gøre nytte, og der vil blive gennemført kommunikationskampagner på baggrund af dette.

Som en del af kommunikationsstrategien vil GEUS have øget fokus på pressecarbejde og digital tilstedeværelse, hvor en supplerende digital strategi skal hjælpe med at prioritere GEUS' indsatser på digitale platforme. GEUS vil stå til rådighed for journalister og andre, der efterspørger viden, og selv byde ind i forbindelse med relevante og aktuelle emner, hvor GEUS kan bidrage med fakta og faglighed – både via medierne, via egne platforme og via direkte kontakt til beslutningstagere og interessenter.

Herudover vil GEUS have fokus på formidling i Grønland bl.a. gennem formidlingssamarbejder med relevante aktører og synlighed i de grønlandske medier.

GEUS vil ligeledes fortsat bidrage til den geovidenskabelige dannelse i samfundet gennem GEUS' bidrag i det populærvideenskabelige tidsskrift Geoviden, der er målrettet gymnasieniveau, og GEUS Bulletin, der formidler geovidenskab på akademisk niveau.

For at gøre GEUS' viden og data let at tilgå, forståelig og brugbar for GEUS' interessenter og partnere via gængse platforme og teknologier vil GEUS have fokus på dialog med slutbrugere for at blive klogere på deres behov. På den måde kan GEUS løbende tilpasse produkter, så de imødekommer slutbrugernes behov og lever op til tidens krav, herunder krav om tilgængelighed. Særligt geus.dk vil have fokus, hvor der skal arbejdes med en ny brugervenlig struktur.

GEUS vil desuden have fokus på at udvikle den visuelle kommunikation i form af f.eks. video, grafik, interaktive figurer og animation, da de er en vigtig forudsætning for, at data og viden forstås. Derudover vil GEUS ud fra et brugerperspektiv fortsat arbejde med at forbedre præsentationen og tilgængeligheden af data og viden på platforme såsom geus.dk og GEUS Bulletin, så GEUS' output opleves som relevante og lettilgængelige.

GEUS vil yderligere arbejde med den interne kommunikation, så samarbejde og videndeling understøttes på tværs af organisationen.

Temaet indeholder to strategiske mål:

Strategisk mål:

GEUS vil synliggøre sine mange kompetencer over for omverdenen gennem målrettet videndeling og formidling i Danmark, Grønland og internationalt, så viden og data kommer i spil og bidrager til at løse udfordringer inden for energi-, klima- og miljøområdet.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Udarbejdelse og implementering af kommunikationsstrategi- og politik for GEUS med ophæng i GEUS' nye forretningsstrategi. Strategien udbygges med en presse- samt en digital strategi.
- Udarbejdelse af en agil plan for de tiltag, der ifølge den digitale strategi skal søsættes, i prioriteret rækkefølge ved brug af et *roadmap*.
- Udarbejdelse af en kommunikationsplan, der giver overblik over GEUS' planlagte kommunikationsindsatser i 2024. Planen skal indeholde minimum tre større kommunikationsindsatser med afsæt i ét eller flere af de strategiske temaer fra forretningsstrategien.
- Udgivelse af Geoviden og videreudvikling af onlineuniverset jf. aftale med Geocenter Danmark.
- Udgivelse af *Annual Volume* samt minimum to *Special issues* af GEUS Bulletin.
- Deltagelse i minimum tre udvalgte arrangementer, der henvender sig til relevante målgrupper, f.eks. Kulturnat i Danmark og i Grønland samt en naturfaglig messe.

Strategisk mål:

GEUS vil gøre sin viden og data mere lettilgængelig, forståelig og brugbar over for specifikke målgrupper, så omverdenen ikke går glip af værdiskabende viden og data.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Opdatering af geus.dk påbegyndes med udgangspunkt i relevante brugeranalyser samt strategiske hensyn.
- Oprydning i interne platforme og eksterne hjemmesider.
- Opdatering af GEUS Bulletins hjemmeside.
- Udvikling og øget brug af visuel formidling (f.eks. animationer).

Andre aktiviteter, der understøtter 'Videndeling':

- Rådgivning, opsætning og udsendelse af GEUS' nyhedsbreve.
- Branding af GEUS, fx profilbeklædning, bildekoration, visitkort mv.
- Drift af *Makerspace* herunder *Virtual Reality* og 3D-print.
- Udarbejdelse af figurer til artikler mv., posters, materiale til workshops, messer og konferencer.
- Design af rapporter og indhold til GEUS' rapporter.
- Løsning af grafiske opgaver for institutioner i KEFM i regi af 'Koncernfælles Tegnestue'.

Status for 'Videndeling' ved udgangen af 2024:

I 2024 er der udarbejdet en ekstern kommunikationsstrategi, som er godkendt af GEUS' direktion og præsenteret for GEUS' bestyrelse i december 2024. Strategien er desuden versioneret i en længere udgave samt en digital vejledning og en visuel strategi, der primært henvender sig til ansatte i afdelingen Presse og Kommunikation. Der er yderligere udarbejdet en kommunikationsplan, som giver et løbende overblik over GEUS' kommunikationsindsatser de kommende år. Implementeringen af strategien er påbegyndt.

I forhold til større kommunikationsindsatser var der i begyndelsen af året fokus på jordskredet ved *Nordic Waste*. I den forbindelse er budskaber for to rapporter kommunikeret på geus.dk samt diverse sociale medier, og der er lavet kobling til naturlige landskred. Yderligere er der opnået stor opmærksomhed fra presse og medier både nationalt og internationalt i forbindelse med studie om et fjeldskred ved Dickson Fjord.

Der er også arbejdet på en kommunikationsindsats i forbindelse med CCS, men arbejdet er sat i bero af strategiske hensyn. GEUS har yderligere forsøgt sig med en mindre kampagne om råstoffer – både kritiske råstoffer og de basale råstoffer i DK, men det har desværre været meget svært at få mediernes opmærksomhed om emnet. Derudover var der en kampagne om kortlægning i Grønland hen over sommerperioden.

Der har desuden været et fokus på at kommunikere mere målrettet til befolkningen i Grønland. I forbindelse med kortlægningsprojektet i Ilulissat, der fandt sted i sommer, foregik dele af kommunikationsindsatsen på grønlandsk og ved brug af Facebook, en af grønlandernes foretrukne kommunikationskanaler. Derudover er der lavet nye *roll-ups* på grønlandsk, som kontoret i Nuuk bl.a. kan bruge til Kulturnatten i januar 2025.

Geoviden har de seneste år været præget af forsinkelse, så leverancer fra det foregående år er trukket ind i det efterfølgende kalenderår. Årets sidste blad fra 2023 blev således først udgivet i april 2024. Leverancerne for 2024 er nu stort set i mål med to magasiner (ét om fortidens klima og ét om vulkaner). Derudover er der udsendt en miniudgivelse i form af en plakat om ledefossiler, og en digital værdikæde for kritiske råstoffer til Geovidens hjemmeside er stort set klar til udgivelse.

GEUS deltog i 2024 i flere arrangementer, bl.a. Kulturnatten i Grønland, *Big Bang*-messe i Odense samt *Science Expo* i Forum. Derudover deltog flere eksperter ved Folkemødet. Koncernen deltog ikke i Kulturnat i København i år grundet manglende ressourcer.

Af specifikke aktiviteter kan nævnes, at der er gennemført en brugeranalyse på geus.dk, og at oprydningen i digitale platforme er påbegyndt. Derudover er der lavet et omfattende forarbejde til en stor opdatering af geus.dk, der er mere brugerfokuseret, herunder udkast til ny struktur, nye temsider mv.

I forhold til GEUS Bulletin er *Annual Volume* og *Special Issues* udgivet. Opdateringen af bulletinens hjemmeside sker primo 2025.

Endelig kan nævnes, at afdelingen har været på kursus i *Explainer*-video, som kan danne grundlag for det videre arbejde med at lave mere digitalt indhold til hjemmesiden.

Klimaforandringer og -tilpasning

Resultatplan 2024-2027:

Viden om fortidens klima er central for at forstå nutidens og fremtidens klima. I de kommende år vil GEUS udbygge sin rolle som førende aktør inden for overvågning og forskning i kryosfæren og det polare klima. Helt centralt er Program for Overvågning af Grønlands indlandsis (PROMICE) og *Greenland Climate Network* (GC-net). Lokale gletsjere overvåges i GlacioBasis-programmet under *Greenland Ecosystem Monitoring* (GEM) programmet. Desuden deltager GEUS i projekter i regi af *European Space Agency* (ESA) og EU, hvor formålet er at udvikle dataprodukter baseret på nye satellitbaserede sensorer. Data distribueres frit og mange af dem i nær realtid, og de kan således anvendes af alle som indikatorer for klimaændringerne, som grundlag for studier til forståelse af drivende processer, til validering samt i regionale og globale vejr- og klimamodeller.

Procesforståelse og observationer er nøglen til forbedret modellering og dermed til at reducere usikkerhed på forudsigelser af klimaforandringer og effekter heraf. GEUS vil derfor udføre og tiltrække forskningsprojekter, som tilvejebringer nye data, procesforståelse og modellering af klimaet fremover. Hvor muligt, vil eksisterende overvågningsaktiviteter blive benyttet i udformningen af projekter som en omkostningseffektiv platform for indsamling af data.

For at sikre så stor samfundsværdi som muligt af GEUS' klimaovervågning og forskning, vil vi bidrage til udarbejdelse af klimavurderinger for internationale instanser som for eksempel *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) og *Arctic Monitoring and Assessment Programme* (AMAP).

Kendskab til de naturlige variationer i klimasystemet over årtier, århundreder og årtusinder, og endnu længere tilbage i geologisk tid, opnås ved at rekonstruere tidserier over klima-, miljø- og natursystemer, som kan anvendes i forbindelse med processtudier og modellering. Indsamling og analyser af sedimentkerner, samt anvendelse og udvikling af nye proxies, herunder fossilt DNA, er centralt i denne forbindelse. GEUS' indsats vil fokusere på kryosfæren og oceanernes rolle i klimasystemet samt klimaforandringernes konsekvenser, i havene omkring Grønland og i det arktiske og nordatlantiske område. I disse områder kan forandringerne have irreversible konsekvenser for eksempelvis Indlandsisens masse, havniveau og havcirkulation, optøning af permafrost, biodiversitet og økosystemer. Endelig vil der på national og international plan blive arbejdet med at udrede den palæoklimatiske og kryologiske udvikling i og omkring Grønland over en kvartær-cenozoisk tidsskala, dvs. de sidste 20–30 millioner år.

GEUS vil indgå i samarbejder og netværk med danske, grønlandske og internationale institutioner med henblik på at sikre nationale og internationale fondsmidler til forskningen, samarbejde om togter og feltarbejde og søge at udvide forskningen til at omfatte nye emner som eksempelvis permafrost.

GEUS vil også opbygge viden om effekten af vejrmæssige ekstreme som oversvømmelse, tørke og havniveaustigning på det hydrologiske kredsløb, bl.a. gennem en målrettet indsats for overvågning af det terrænnære grundvandsspejl samt procesforståelse af den terrænnære hydrologi med fokus på ekstreme i Danmark. Ekstremer vil blive modelleret for at kunne forudsige udbredelse af oversvømmelser og tørke til brug for klimatilpasning og oversvømmelsesvarsling.

Endelig vil GEUS bidrage med en øget forståelse af effekten på grundvandets kvalitet af forskellige klimatilpasningsløsninger som fx lokale infiltrationsløsninger i bynære områder og *managed aquifer recharge* (MAR). På denne måde bidrages med forskningsbaseret viden så tiltag, der løser én samfundsmæssig udfordring, ikke giver anledning til afledte udfordringer i andre dele af vandkredsløbet.

Temaet indeholder tre strategiske mål:

Strategisk mål:

GEUS vil med overvågning, processtudier og modellering spille en central rolle i forståelsen af klimaforandringer i Arktis og konsekvenserne af Indlandsisens massetab lokalt, regionalt og globalt.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Monitoring af Indlandsisens rand, herunder drift og kvalitetssikring af klimastationer samt opdatering af massetabsprodukter, ishastighedskort og isudbredelseskort.
- Monitoring af indlandsisens akkumulationsområder, herunder drift og kvalitetssikring af klimastationer, vurdering af nedbør og sneakkumulering gennem in-situ dataindsamling samt anvendelse af nye GPS-teknologier.
- Overvågning af lokale gletsjere i regi af GEM, herunder årlig GlacioBasis-massebalance og servicering af klimastationer på iskappe i A.P. Olsen Land nær Zackenberg i Nordøstgrønland samt fortsat overvågning af Chamberlain-gletsjeren i Nordvestgrønland.
- Ledelse og deltagelse i projekter for ESA og EU-Copernicus (EU's jordobservationsprogram) vedrørende nye satellitdata-produkter og modellering for Arktis samt deltagelse i nye ansøgninger vedrørende udnyttelse af satellitdata.
- Studier af processerne bag lagring og genfrysning af smeltevand i Indlandsisen på basis af in-situ observationer og satellitobservationer.
- Opstart af arbejdet i '*Center for ice-sheet and sea-level predictions*' med formål at lave nye havniveauprojektioner til IPCC's *Seventh Assessment Report* (AR7).
- Afslutning af projekt vedrørende målinger af permafrost i klippeskråninger og sammenhængen med klimaforandringer samt udforskning af muligheden for at initiere egentlig overvågning af permafrost.
- Input til AMAP om klimaindikatorer med vægt på klimaekstremer og *tipping points* for Indlandsisen og arktiske gletsjere.

Strategisk mål:

GEUS vil bidrage med viden om klimaforandringer og konsekvenserne heraf i et geologisk tidsperspektiv, herunder forståelse af "tipping points".

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Kortlægning af kystudviklingen fra slutningen af 1800-tallet for en række lokaliteter i Danmark samt udvikling af database over relativt havniveau i omkring Grønland.
- Anvendelse af fossilt DNA til at undersøge økosystemers reaktion på klimaforandringer ud for Grønlands vestkyst.
- Rekonstruktion af Holocæne havstrømsforandringer omkring Grønland og samspil med iskappedynamik.
- Rekonstruktion af samspillet mellem klimaforandringer, havis og marin biodiversitet i Arktis.
- Indsamling af borekerne med marine sedimenter i Danmark med henblik på rekonstruktion af variationer i Golfstrømmen under Eem mellemistiden.
- Modellering af Indlandsisens udvikling over tidsskala på årtusinder.
- Pliocæn palæoceanografisk modellering i Baffinbugten i samarbejde med Institut for Geovidenskab og Naturressourceforvaltning under Københavns Universitet.
- Bidrag til forståelse af, hvordan havstrømme og klimasvingninger påvirker marine økosystemer omkring Island gennem deltagelse i det tværfaglige, dansk-islandske forskningscenter *Interdisciplinary Research Centre on Ocean, Climate, and Society* (ROCS) hjemhørende på GLOBE.
- Studier af klimavariationer i perioden Pliocæn-Pleistocæn i det arktiske kontinentale miljø, bl.a. ved brug af isotopdata fra speleothemer i samarbejde med international forskningsgruppe.

Strategisk mål:

GEUS vil spille en central rolle i opbygningen og formidlingen af viden om hydrologiske ekstreme og deres effekter via overvågning, processtudier og modellering til klimatilpasning og varsling i samarbejde med danske partnere.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Etablering af et forbedret datagrundlag for planlægning af vandafhængige aktiviteter i HIP-plattformen (Hydrologisk Informations- og Prognosesystem) ved at udvikle prognosesimuleringer for grundvandsstand og vandløbsafstrømning (15 dage, dgl. værdier) til brug for klimatilpasning.
- Bidrag til udvikling af et system for national varsling af oversvømmelser, bl.a. gennem opbygning af statistiske værktøjer for at visualisere og tilgængeliggøre resultater fra overvågning og den hydrologiske modellering.
- Udvikling af metode til observationsbestemt oversvømmelsesudbredelse fra vandløb baseret på satellitdata.
- Igangsættelse af processtudier af vandkvalitet fra lokale infiltrationsanlæg i bynære områder.
- Belysning af MAR-løsningers påvirkning af grundvandskvaliteten samt bidrag til udvikling af *next-generation* hybrid-løsninger i forbindelse med MAR.

Andre aktiviteter, der understøtter 'Klimaforandringer og -tilpasning':

- Integration af isovervågning i national sammenhæng gennem deltagelse i udvikling af forskningsinfrastrukturen *Greenland Integrated Observing System*.
- Afrapportering af forskningsresultater fra projekt i Ghana om betydning af fremtidens klima og arealanvendelsesændring for vandkredsløbet.
- Etablering af hydrologisk model for en sønderjysk by med henblik på at forstå højtstående grundvand i forbindelse med klimaændringer.
- GEUS er sagkyndig i Naturskaderådets tørkeskadeordning.
- Afsøgning af muligheder for medlemskab af International Continental Scientific Drilling Program (ICDP) samt *Integrated Ocean Drilling Program* (IODP) med henblik på deltagelse i internationalt samarbejde samt adgang til data og resultater.
- Udvikling af multidisciplinær metode til at fingerprinte sedimenter fra større grønlandske udløbsgletsjere og dermed spore gletsjerrandsdynamik tilbage i tiden ved at analysere havbunds-sedimentkerner.
- Igangsætning af analysearbejde af muslinger og foraminiferer fra en række vibrokerner med henblik på bidrag til en økologisk baseline for Nordsøen samt til forståelse for, hvordan Nordsøens miljø og klima har udviklet sig i tiden siden seneste mellemistid.

Status for 'Klimaforandringer og -tilpasning' ved udgangen af 2024:

Overvågningen af Grønlands indlandsis og gletsjere er forløbet planmæssigt, og der er gennemført felt-kampagner, for vedligeholdelse af klimastationerne i GC-Net på det indre af indlandsisen og PROMICE stationerne langs randen af indlandsisen samt opgraderet måleudstyr til måling af afstrømningen fra Watson River som en del af GIOS. Derudover er GEM-stationerne på gletsjerne ved Zackenberg og på Disko besøgt. Der udgives løbende data fra PROMICE og GC-Net, herunder daglige opdateringer af massetabet fra indlandsisen, og der er udviklet et værktøj til at distribuere nær-realtids-data fra GEUS' klimastationer til vejrforudsigelser, som nu er under implementering i samarbejde med DMI og WMO. GEUS deltager i to nye EU-projekter med bidrag til yderligere anvendelse af data fra isovervågningsprojekterne til procesforståelse af forandringerne i den arktiske kryosfære.

GEUS har bidraget til en række projekter for ESA og EU-Copernicus, hvor der blandt andet leveres albedo- og klimastationsdata, udvikles nyt produkt for kælvningsfluksen for indlandsisen, og bidrages til udviklingen af en 'digital tvilling'. GEUS er desuden optaget i 'Mission advisory group' i forbindelse med udvikling af to nye ESA-satellitter der blandt andet kan anvendes til isovervågning. Der er blev installeret nye in-situ instrumenter (APRes) til at måle smeltevand i indlandsisen ved tre GC-Net stationer og udført radarmålinger for af firn-struktur. Der er i samarbejde med DTU Space igangsat to nye projekter som bidrager til ISMIP (*Ice sheet model intercomparison project*) og har til formål at forbedre prognoserne for havniveaustigninger.

GEUS har leveret input til *Arctic Report Card*, *Copernicus European State of the Climate* og *AMAP Arctic Climate Change Update*.

Der er udført en række projekter vedrørende på kryosfæren og oceanernes rolle i klimasystemet i et længere tidsperspektiv, bl.a. et studie, som baseret på sedimentkerner fra de seneste årtusinder har påvist en korrelation mellem marinterminerende gletsjeres sedimentproduktion og deres overfladeafsmeltning. To borer på henholdsvis 10 og 50 meters dybde er gennemført ved Nørre Lyngby i Nordjylland og er under analyse med formålet at rekonstruere Golfstrømmens variationer under Eem-tiden. Der er opnået en ekstern bevilling til et XRF-instrument, som vil effektivisere og forbedre analyserne væsentligt.

Et projekt om klimaforandringer, havis og marin biodiversitet i Arktis er startet, og data fra *IODP Expedition 400* bearbejdes for at forstå Grønlands iskappes respons på opvarmning. Samme kerne anvendes også til at undersøge potentialet for deep-time-DNA-konservering i sedimentkerner. Der er gennemført et model-studium om betydningen af en forbindelse mellem Indlandsisen og den Inuitiske Iskappe for udviklingen af Indlandsisen under den sidste isafsmeltning.

GEUS er blevet medlem af UArctic, et netværk for arktisk forskning og undervisning.

På det danske område er der arbejdet intenst med hydrologiske ekstremer som oversvømmelse, højtstående grundvand og vandstand i vandløb, og som noget nyt er der for alvor taget fat på ekstrem tørke. Der er etableret en webplatform til visualisering af målinger og statistik af den aktuelle dybde til grundvandet for tilgængelige online målinger, som repræsenterer det øverste grundvand, samt statistik for dagligt opdaterede modelsimuleringer af dybde til øverste grundvand og vandløbsafstrømning fra den Nationale Hydrologiske Model. Simuleringerne kører i realtid og viser to-døgns prognoser til brug for bl.a. oversvømmelsesvarsling, hvor der er udviklet en metode til kortlægning af oversvømmelsesudbredelse fra vandløb vha. radar-satellitdata. Udvikling og anvendelse af metoden er blevet indsendt til en videnskabelig journal (under review), og metoden er overleveret til Klimadatastyrelsen for at blive integreret i deres processeringspipeline for Sentinel-1-data. Til brug for klimatilpasning er der etableret et setup med produktion og udstilling til Klimadatastyrelsens HIP-platform af dagligt opdaterede 10-døgns prognose simuleringer af grundvandsstand og vandløbsafstrømninger. Desuden er påbegyndt en undersøgelse af virkningen af bremsning af overfladevand i vandløb og efterfølgende retention (*slow hydrology*) for både at imødegå oversvømmelsesrisici i byer og opfyldning af overfladenære grundvandsmagasiner til brug under tørkesituationer.

GEUS har i samarbejde med danske partnere fået til opgave at indsamle og udbygge viden om tørke i dansk kontekst. Der er indsamlet og opbygget viden om, hvordan tørke normalt analyseres, behandles og karakteriseres i dansk og international kontekst. Derudover er der udført omfattende valideringsundersøgelser af den Nationale Hydrologiske Models evne til at simulere tørker. Historiske forekomster af tørke i Danmark er blevet undersøgt med modellen, og indledende undersøgelser af koblingen mellem modelresultater og tørkerelaterede konsekvenser for landbrug, sætningsskader og natur er blevet udført.

For så vidt angår studier af vandkvalitet relateret til forskellige typer af infiltrationsløsninger, er der flere aktiviteter i gang, både i forbindelse med bynære infiltrationsløsninger, hvor et projekt med undersøgelse af vandkvaliteten fra flere forskellige infiltrationsanlæg på tværs af Europa er blevet afsluttet – og i forskellige projekter med fokus på MAR.

På det marine område er der arbejdet med baseline-studier af Nordsøens havbund med henblik på at belyse kilder til metanudsivning. Geofysiske data med fauna og mikrobeanalyser fra kerner kombineres, især med fokus på muslinger og bentske foraminiferer som økologiske nøgleparametre. Arbejdet bidrager til forståelsen af Nordsøens miljø og klima både før og efter den menneskeskabte påvirkning. Yderligere inddrages problemstillingen om CO₂-udsivning, og der arbejdes på at etablere vidensrammerne for en *offshore* CCS- baseline. Her anvendes i stor grad de data, der er indsamlet i forbindelse med kortlægning for Energistyrelsen, der derved nyttiggøres til flere formål.

Grøn energi og geologisk lagring

Resultatplan 2024-2027:

Viden om den dybereliggende undergrund er et vigtigt instrument i forbindelse med den grønne omstilling, hvor lagring af CO₂, brint og andre energiformer samt geotermi er helt centrale elementer for nå de danske mål i forbindelse med reduktion af udledning af drivhusgasser.

I de kommende år vil GEUS fortsætte med at udbygge viden om strukturer til brug for lagring både *on-* og *offshore*. GEUS vil også bidrage til udvikling og iværksættelse af overvågning, der belyser den naturlige *baseline* for specifikke nøgleparametre forud for evt. kommende CO₂-lagring samt bedst muligt overvåger integriteten af et givet geologisk CO₂-lager. Derudover skal overvågningen belyse risici ved eventuelle udslip, fx for danske grundvandsressourcer. Derudover vil GEUS undersøge og understøtte alternative muligheder for lagring af CO₂, fx i biokul samt belyse mulige sideeffekter på natur og miljø af forskellige alternative CO₂-lagringskoncepter.

Desuden vil GEUS udføre modelbaseret forskning koblet til laboratorieanalyser for at opnå en bedre forståelse af lagringsmuligheder og energiudnyttelse. Laboratorieresultater vil gennem anvendelse af numeriske modeller blive opskaleret til reservoirskala. Særligt de langsigtede effekter på reservoir, forseglingsbjergart og infrastruktur såsom cement vil være afhængige af kemiske reaktioner, og det er derfor væsentligt at kunne beskrive disse reaktioner og deres effekter. Dette vil GEUS gøre gennem konsolidering af husets ekspertise inden for eksperimentelle studier og numerisk modellering af interaktionen mellem det, der lagres i undergrunden, fx CO₂ inkl. urenheder, og det, der bringes i kontakt hermed, som reservoirbjergart eller cement.

GEUS vil understøtte udviklingen af nye metoder og teknikker, der kan afhjælpe udfordringer forbundet med udnyttelse af dybtliggende formationsvand til varmeproduktion i geotermiske anlæg og for energilagring. GEUS vil styrke forståelsen af energilagringspotentialer og -risici i Danmark med henblik på at kunne rådgive myndigheder og private aktører mv.

Geofysiske målinger er en væsentlig datakilde og bidrager til et solidt beslutningsgrundlag i den grønne omstilling. Med GEUS' nyindkøbte seismiske udstyr til onshore indsamling af seismiske data, vil GEUS kunne indsamle data i forbindelse med kontraktarbejde for eksterne partnere og udbygge vidensniveauet for myndighederne. Desuden kan relevante forskningsdata indsamles i datatynde områder i forbindelse med fx geotermi, CO₂- og anden energilagring. I forhold til marin kortlægning vil GEUS forbedre indsamlingen af seismiske data gennem forskning og udvikling, som samtidig vil bidrage til den forskningsbaserede rådgivning af myndigheder og industri, eksempelvis i forbindelse med etablering af energiøer og vindmølleparker. Dataindsamling vil ske i tætte forskningssamarbejder i ind- og udland, og GEUS yder således - gennem sin forskning og forskningsbaserede rådgivning - en betragtelig indsats i udviklingen af disse metoders anvendelse på hele geobranchens vegne.

Temaet indeholder to strategiske mål:

Strategisk mål:

GEUS vil bidrage til den grønne omstilling ved at tilvejebringe data om lagringsmuligheder af CO₂, brint og energi og en grøn udnyttelse af undergrunden under sikre forhold.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Endelig afrapportering fra den seismiske dataindsamling i de otte udvalgte områder *on-* og *nearshore* Danmark, der er velegnet for CO₂-lagring.
- Opstart af projekt relateret til lagring af CO₂ i biokul som supplement til geologisk lagring samt som bidrag til vurdering af mulige sideeffekter på miljø og grundvand.
- Deltagelse i udvikling af overvågningsbehov af kommende geologiske CO₂-lagre både på land og til havs gennem udvikling af nye teknikker i samarbejde med eksterne interessenter og myndigheder.
- Opstart af laboratorieforsøg for sikker og effektiv lagring af brint.
- Udvikling af efterforskningsmetoder i forhold til at styrke forståelsen af energilagringspotentialer og mindske risici ved strategisk satsning på produktion af geotermi i Danmark.

Strategisk mål:

GEUS vil udvide sin geofysiske kortlægningskapacitet og gennem forskning og samarbejde med andre interessenter bidrage til det geologiske vidensfundament for at anvende geologien aktivt i den grønne omstilling.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Forskningsbaseret rådgivning i regi af projekt for Energistyrelsen om geologisk screening af det danske havområde med henblik på mulighederne for havvind, herunder videre udbygning af GEUS' kapacitet for indsamling, processering og anvendelse af *ultra-high-resolution* multi-kanal-seismik (UHRS).
- Etablering af ny viden og nye forskningsaktiviteter i forbindelse med begravede dale i det danske havområde og identifikation af risici for geohazards for marin infrastruktur baseret på nye seismiske data fra den geologiske screening for havvind i kombination med den forskningsbaserede viden omkring begravede dale på land.
- Afsøgning af mulighederne for en bredere udnyttelse af GEUS' nye overfladenære marine kortlægningskapaciteter relateret til marin infrastruktur gennem nye forskningsansøgninger.
- Deltagelse i netværksaktiviteter med andre geologiske undersøgelser omkring Østersøen for vidensdeling om havvindsprojekter.

Andre aktiviteter, der understøtter 'Grøn energi og geologisk lagring':

- Fortsættelse af samarbejde og projekter i Sydøstasien om havvind mv.
- Fortsat fokus på den kommunikative del af CCS i forbindelse med den grønne omstilling.
- Fortsat tilbyde GEUS' ekspertise til private aktører på kortlægning af undergrunden i forbindelse med identifikationen af mulige CO₂-lagre.
- Gennemførelse af laboratorieforsøg med henblik på at afklare potentialet for CO₂-injektion i kalk- og sandstensreservoirer.
- Fortsat styrkelse af forståelsen vedrørende forsegling af CO₂-lagre med henblik på sikker lagring.
- Modelbaserede studier med henblik på forbedret reservoirforståelse i forhold til flow og geomekanik.
- Bidrag til processtudier, der kan skabe grundlag for mere sikker drift af geotermiske anlæg.
- Indsamling af seismiske data i forbindelse med afdækning af mulighederne for termisk og anden midlertidig energilagring.
- Indsamling af seismiske data i forbindelse med et muligt EUDP-finansieret geotermiprojekt på Als.
- Indsamling af seismiske data i forbindelse med at udvide vidensgrundlaget om saltdiapirer i Danmark, der kan udnyttes til lagring af brint og anden energilagring.
- Bidrag til viden om vandkraftressourcer i Grønland.

Status for 'Grøn energi og geologisk lagring' ved udgangen af 2024:

I juni blev der tildelt tre onshore efterforskningslicenser til CO₂-lagring på land, og de enkelte operatører er i fuld gang med arbejdet og forberedelserne til det videre arbejde. GEUS har etableret tæt kontakt med de tre grupper af licensindehavere for at understøtte deres arbejde i forbindelse med licenserne. Dette arbejde omfatter blandt andet forståelsen af reservoirer, etablering af baseline-data, overvågning og forsegling af de udvalgte strukturer, samt sparring om borgermøder og anden kommunikation til borgerne og lokale myndigheder. GEUS' kernelaboratorium er desuden blevet videreudviklet til at kunne udføre specialdesignede analyser, hvilket styrker forskningen inden for CO₂-lagring.

I forhold til overvågning i forbindelse med CO₂-lagring, arbejdes der med en række aktiviteter knyttet til tolkning og modellering af data fra laboratorieforsøg, hvor reaktioner mellem forskellige typer af bjergarter og cement testes. Der er bl.a. etableret en gruppe af forskere med specifikke kompetencer inden for modellering af flerfaseprocesser, der involverer reaktioner mellem CO₂, vand og fast materiale såsom cement og bjergarter. Derudover arbejdes der i forhold til overvågning i grundvandszonen med udvikling af en række forskellige koncepter, der skal bidrage til at skabe en sikker baseline-monitoring, inden CO₂ påtænkes lagret i undergrunden. Samtidig skal arbejdet bidrage til en velfunderet fremtidig overvågning af de væsentlige parametre. Der findes pt. ikke guidelines til denne type af overvågning, hvorfor aktiviteterne indeholder et væsentligt element af forskning og udvikling, hvor der arbejdes med koblet forståelse af hydrogeologiske og geokemiske elementer.

Der har været stor interesse fra både industrien, medierne og ministeriet for det nystartede projekt om biokul, som udgør en alternativ metode til CO₂-lagring. Departementet har desuden bedt GEUS udvikle emissionskoefficienter for biokul sammen med bl.a. Aarhus Universitet.

Der er opnået en Horizon-bevilling til videreudvikling af geotermiske projekter, hvor GEUS har et stort bidrag. Projektet starter op i september. I et af disse skal der udvikles en ny metodisk tilgang til at lave mere nøjagtige forudsigelser, forud for boring, af reservoireregenskaber og dermed reducere udvindingsrisikoen.

I forhold til i højere grad at kunne vurdere om geologisk CO₂-lagring kan udføres på sikker vis, er der gennemført en række aktiviteter knyttet til tolkning og modellering af data fra laboratorieforsøg, hvor reaktioner mellem forskellige typer af bjergarter og cement testes. Som et resultat af denne faglige indsats er der bl.a. etableret en gruppe af forskere med specifikke kompetencer inden for modellering af flerfaseprocesser, der involverer reaktioner mellem CO₂, vand og fast materiale såsom cement og bjergarter. Derudover er der i forhold til overvågning i grundvandszonen arbejdet med udvikling af en række forskellige koncepter, der skal bidrage til at skabe en sikker baseline-monitoring, inden CO₂ påtænkes lagret i undergrunden. Samtidig skal arbejdet bidrage til en velfunderet fremtidig overvågning af de væsentlige parametre. Der findes pt. ikke guidelines til denne type af overvågning, hvorfor aktiviteterne har indeholdt et væsentligt element af forskning og udvikling, hvor der arbejdes med koblet forståelse af hydrogeologiske og geokemiske elementer.

Der er udført test i Stenlilleområdet, hvor der er indsamlet seismiske data med GEUS' ny erhvervede vibroseismiske udstyr. Målet var at demonstrere, at GEUS kan håndtere indsamling, processering og tolkning af 2D seismisk indsamling. Derudover deltog GEUS i et geotermiprojekt på Lesbos i Grækenland med de nye vibratortrucks. GEUS har ønske om at indsamle seismiske data i forbindelse med afsøgning af yderligere potentielle områder for CO₂-lagring og geotermi samt til afdækning af tilstedeværelsen af saltdiapirer i Danmark, der på sigt kan udnyttes til lagring af brint og andre energiformer, og undersøger muligheden for finansiering gennem diverse fonde og udbud. Der er allerede opnået bevilling til at undersøge naturlige forekomster af brint i Danmark, og der arbejdes videre med at søge fonde i regi af et europæisk konsortium for udvikling af efterforskningsmodeller.

GEUS har netop afsluttet den seismiske processering af ca. 8.500 km ultrahigh-resolution multikanal-seismik, der er udført som del af opgave for Energistyrelsen. I projektet afdækkes geologisk risiko i forbindelse med etablering af havvind, hvor potentielt geoteknisk ustabile formationer kortlægges. I projektet er der anvendt nye metoder inden for seismisk processering, hvor investeringer i nyt udstyr og målrettede ansættelser har

resultateret i nye organisatoriske kapaciteter og positive resultater. Ved udgangen af 2024 er de første leverancer af nye, landsdækkende kort leveret til styrelsen, hvor kortene beskriver potentielt risikofyldte formationer i de øverste ca. 50-100 m under havbunden. Dette landsdækkende datasæt danner fundamentet for igangværende og kommende forskningsprojekter, hvor både geologiske, geotekniske samt metodiske elementer udvikles. Der etableres nye kortlægningsmetoder, og udvikles nye inversionstekniske, numeriske metoder. Yderligere er der indsendt flere nye projektansøgninger med forskningsperspektiver inden for bl.a. palæoklima og baseline studier, bl.a. i relation til dekommissionering af *offshore* olie- og gasindvindingsfaciliteter.

Ud over de faglige rådgivnings- og forskningsaktiviteter søger GEUS aktivt at understøtte den grønne omstilling inden for vindenergi i både EU og globalt. Således initierede og afholdt GEUS i starten af året den første "*Baltic Sea Windfarm Workshop*" i Aarhus med deltagelse fra Sverige, Finland, Estland, Polen, Tyskland samt en repræsentant fra GSEU. Ligeledes er GEUS involveret i et DANIDA-støttet projekt i Vietnam sammen med flere danske partnere, både universiteter og rådgivere.

Der er fortsat dialog med grønlandske interessenter om at bidrage med viden om udviklingen i vandkraftressourcer, blandt andet i forbindelse med udvidelsen af værket ved Buksefjorden.

Naturen vi lever i

Resultatplan 2024-2027:

Naturgenopretning og fremtidig arealanvendelse i et foranderligt klima står højt på den europæiske dagsorden. GEUS vil i de kommende år udbygge forskningen i forståelsen af naturlige processer, som fx er styrende for udviklingen af økosystemer.

Derfor vil GEUS bl.a. forbedre vidensgrundlaget om samspil mellem grundvand, overfladevand og forskellige naturtyper samt økosystemer, bl.a. ved hjælp af data fra geologisk information, geofysik, satellitsystemer og ny sensorteknologi mv. samt gennem videreudvikling af felt- og modelstudier. Der vil særligt blive sigtet mod at undersøge den naturlige hydrologis betydning for biodiversiteten i takt med samfundsønsket om genopretning af natur og økosystemer. Samtidig opbygges viden til understøttelse af EU's Vandrammedirektiv.

Vidensgrundlaget om sammenhæng mellem det hydrologiske kredsløb og emission af drivhusgasser fra lavbundslande vil ligeledes blive udbygget, både gennem overvågning og gennem modellering af de hydrologiske forhold på feltlokaliteter. Desuden vil GEUS undersøge sammenhænge mellem hydrogeokemiske processer i den umættede og mættede zone og emissionen af drivhusgasser for derigennem at skabe et vidensgrundlag til vurdering af de betydende parametre for emissionen af drivhusgasser i forskellige geologiske miljøer. Da kulstof- og kvælstofomsætningen i grundvandet er af betydning både for udvaskning af næringsstoffer til vandmiljøet samt for den generelle stofomsætning i grundvandet, vil GEUS' viden på dette område også blive udbygget.

GEUS vil endvidere understøtte en bæredygtig forvaltning af havbundens naturressourcer og natur. bl.a. gennem udviklingen af en multifunktionel havbundsmodel. Målet er en fulddækkende og detaljeret 4D-havbundskortlægning og -modellering af diversitet og dynamik ift. geologi, morfologi og substrater samt naturtyper og habitater. GEUS vil desuden fortsat bistå til Danmarks Havstrategi og Havplan, bl.a. gennem at udvikle og udvide indikatorer for havbundens integritet med fokus på strukturer og funktioner samt deres tilstand, herunder kvantificere fysisk forstyrrelse og tab af havbund. Herigennem bidrager til et fundament for at vurdere og evaluere udpegning af marine beskyttede områder. Endelig vil GEUS deltage i videreudvikling af kortlægningen af marine naturtyper og habitater i skandinavisk og europæisk kontekst med fokus på sammenhæng på tværs af nationale maritime grænser.

Samarbejdspartnere fra andre fagmiljøer, fx indenfor nedbringelse af emissioner, økologi, biodiversitet eller marine naturtyper og habitater, vil blive opsøgt med henblik på samarbejde i nye udviklings- og forskningsprojekter, og GEUS' viden og erfaringer vil blive bragt i spil internationalt, hvor dette er relevant.

En konsekvens af klimaforandringerne er en øget forekomst af fjeld- og landskred i Danmark og Grønland. GEUS vil igennem en række multidisciplinære forskningsprojekter forsøge at forstå vigtige faktorer, der påvirker skredfrekvensen, herunder den smeltende permafrost i Grønland og periodisk øget grundvandsstand i Danmark.

Endelig får overvågning af kritisk infrastruktur en stadig større bevågenhed i den aktuelle politiske situation som Danmark befinder sig i, og der er GEUS' seismologiske tjeneste en stadig mere relevant spiller med overvågning af jordskælv og andre rystelser af undergrunden.

Temaet indeholder tre strategiske mål:

Strategisk mål:

GEUS vil bidrage med viden om grundvandets kvantitative og kvalitative betydning for overfladevandet ved opretholdelse af naturtyper og økosystemer.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Udarbejdelse af konceptuel forståelsesmodel for den menneskeskabte påvirkning af grundvandsafhængige terrestriske økosystemer.
- Vurdering af kemisk og kvantitativ påvirkning af grundvandsafhængige terrestriske økosystemer.
- Monitorering af hydrologien i naturlig urørt skov.
- Afsøgning af muligheder for etablering af samarbejde med stærke aktører inden for andre fagmiljøer, herunder muligheder for fælles forskningsansøgninger.

Strategisk mål:

GEUS vil levere ny viden om den geologiske og hydrogeologiske kontrol af kulstof- og kvælstofkredsløbene, herunder emission af drivhusgasser fra landbrugsjord og samspillet mellem omsætning af kulstof og kvælstof og vandkvalitet i det hydrologiske kredsløb.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Etablering af feltlokalitet i Vietnam i forhold til hydrologiske undersøgelser og modellering som input til estimering af drivhusgasemissioner fra vådområder.
- Videreudvikling af hydrologiske modeller med henblik på at belyse grundvandsstdynamik for danske lavbundslande.
- Udbygning af viden om kvælstofomsætning i grundvandet, både i form af felt- og laboratorie-baserede processtudier og omsætning af viden fra disse til anvendelse i regionale transportmodeller.
- Undersøgelser af koblingen mellem nitratomsætning i grundvandet og deraf afledte risici for øget emission af drivhusgasser fra grundvandet.
- Indsendelse af mindst én større forskningsansøgning med henblik på at øge forståelsen af de styrende processer for nitrat- og/eller kulstofomsætning i grundvandet og deraf afledte effekter for grundvandskvaliteten.
- Afsøgning af muligheder for at hjemtage projekt om udvaskning af organisk bundet kvælstof fra forskellige typer af landbrugsjord for derigennem at øge forståelsen af betydningen af udvaskning af N-puljen til vandmiljøet.

Strategisk mål:

GEUS vil bidrage med forskning og viden om geosystemers betydning for det biologiske kredsløb, biotoper og habitater samt bio-og geodiversitet i det marine miljø.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Udvikling af morfologiske kort og geodiversitetskort i udvalgte områder i det marine miljø og kystzonen baseret på eksisterende data.
- Videreudvikling af automatiske og optimerede metoder til klassifikation af substrattyper, geomorfologiske enheder samt naturtyper og (habitater) med anvendelse af statistiske naboanalyser og *Artificial Intelligence/machine learning*.
- Videreudvikling af best practice til kortlægning og overvågning af geodiversitet, naturtyper og habitater i det marine miljø og kystzonen på baggrund af fulddækkende og detaljeret kortlægning mv.
- Tolkning af data fra Nordsøen med henblik på vurdering af indflydelsen af olie/gas-indvinding forud for dekommissionering af platforme.
- Koordination af udvikling af moduler til beslutningsstøtte i forhold til kystsårbarhed og placering af havvindmølleparker i EU-projektet GSEU - *A Geological Service for Europe*.
- Koordination af produktion og videreudvikling af det europæiske habitatkort EUSeaMap i EU-projektet EMODnet *Seabed Habitats*.

Andre aktiviteter, der understøtter 'Naturen vi lever i':

- Fortsat arbejde med at vurdere mulighederne for etablering af et geologisk slutdepot for Danmarks radioaktive affald.
- Fortsat beredskabsarbejde i forbindelse med Kontinentalsokkelprojektet for udvidelse af Kongerigets territorie ud over 200 sømil.
- Fortsat udbygning af GEUS' ekspertise inden for seismologi til både jordskælvforskning og overvågning af kritisk infrastruktur.
- Forskning i historiske og nylige fjeldskred i Grønland og deres relation til klimaforandringerne.
- Forskning i sammenhængen mellem grundvandsniveau og skredbevægelser på Røsnæs som del af en Geocenterprojekt.
- Deltagelse i ansøgninger om udvikling af kombineret rum-, luft- og skibsbåren kortlægning og overvågning af geodiversitetskomponenter, naturtyper og i det marine miljø og kystzonen.
- Videreudvikling af samarbejde med Geodatastyrelsen om fulddækkende og detaljeret havbunds-kortlægning rettet mod opbygningen af en multifunktionel havbundsmodel.
- Samarbejde med Miljøstyrelsen omkring udvikling af teknisk anvisning for kortlægning af naturtyper.
- Opstart af ph.d.-projekt om metoder til fremskrivning af økosystemer og hydrologi med fokus på grundvandsafhængige økosystemer.

Status for 'Naturen vi lever i' ved udgangen af 2024:

Sammenhængen mellem biodiversitet og hydrologi er bredt anerkendt, men de underliggende dynamikker er underbelyst, særligt i dansk kontekst. En af Danmarks få urørte skove, der tidligere har været intensivt monitoreret i forhold til biologi, monitoreres nu også hydrologisk, og de første dataanalyser er påbegyndt for at undersøge sammenhængen mellem grundvandsstanden og biologi. Kontakten mellem grundvand og grundvandsafhængige terrestriske naturtyper (GATØ) er også underbelyst og især den menneskeskabte påvirkning af GATØ. Der er i år i samarbejde med Aarhus Universitet (AU) udarbejdet en foreløbig konceptuel forståelsesmodel for påvirkning til brug for Miljøstyrelsens vurdering af kemisk og kvantitativ påvirkning fra grundvandsforekomsterne på GATØ. Forståelsesmodellen danner grundlag for konsekvensanalyser, der er udviklet til risiko- og tilstandsvurdering af, hvorvidt vandindvinding eller forurening med næringsstoffer i tilknyttede grundvandsforekomster har en potentiel negativ påvirkning af GATØ.

GEUS undersøger også hydrologiens rolle i drivhusgasemissioner fra vådområder, både i og udenfor Danmark med feltlokaliteter i Vietnam og Norge, hvor der i år er udført feltarbejde i Norge, og lignende undersøgelser er under etablering i Vietnam, hvor lokaliteten er udvalgt, og udstyr er ankommet. Der er etableret yderligere grundvandsstandsmålinger på danske lavbundjorde og indsamlet eksisterende måledata fra tidligere projekter. Der er desuden udviklet en hydrologisk model til at belyse grundvandsstandsdynamik i både nutidigt og fremtidigt klima for Tuse Å-systemet nær Holbæk samt for Åmosesystemet, hvor der er stor interesse for de hydrologiske aspekter af jordudtagning og drivhusgasemissioner. GEUS har bidraget til KEFMs opdaterede nationale emissionsopgørelse for organiske jorde, hvor grundvandsstanden er afgørende for CO₂-udledning.

Viden om omsætning og transport af kvælstof i grundvandet er vigtig i forhold til potentiel udvaskning af næringsstoffer til vandmiljøet. GEUS har forbedret sin viden om geokemiske forhold i grundvandsmagasiner i kalkformationer samt om geokemiens betydning for omsætningen af nitrat. Der er gennemført feltstudier og laboratoriestudier samt udviklet en konceptuel forståelsesmodel for omsætning. Forståelsesmodellen samt nye metoder for landsdækkende modellering af søer, dræn, distribution af arealanvendelse og geologisk usikkerhed er blevet bygget ind i den nationale kvælstofmodel og danner grundlag for beregning af kvælstoftransport til vandmiljøet og bestemmelse af kvælstofretentionen. Der er desuden hjemtaget og opstartet to projekter i samarbejde med AU med fokus på kvælstofudvaskning og -omsætning i grundvandet. Det ene projekt har fokus på en bedre forståelse af betydningen af organisk bundet kvælstof for den samlede pulje af kvælstof, der udvaskes til grundvandet. Det andet projekt undersøger jordbrugskalkningens betydning for omsætning af kvælstof og kulstof under landbrugsarealer.

Projektet om en langsigtet løsning for Danmarks radioaktive affald har i 2024 skiftet ressortministerium fra Uddannelses- og Forskningsministeriet til Ministeriet for Samfundssikkerhed og Beredskab. I denne forbindelse er der taget kontakt til det nye ressortministerium med henblik på at kunne fortsætte GEUS' aktiviteter i projektet. Der er desuden etableret et samarbejde med Dansk Dekommissionering med henblik på at udarbejde et samlet teknisk oplæg til det videre arbejde mod slutdeponering af det radioaktive affald.

Der arbejdes løbende med udbygning af GEUS' ekspertise inden for seismologi til både jordskælvsforskning og overvågning af kritisk infrastruktur, bl.a. gennem øget forskning og test af DAS (*Distributed Acoustic Sensing*) for at undersøge, hvorvidt denne teknologi kan anvendes i denne sammenhæng.

Kontinentalsokkelprojektet for udvidelse af Kongerigets grænser udover 200 sømil er i et stadigt beredskabsstadium med vedligehold og tilgængelighed af data samtidig med at der forsøges at lave tolkningsamarbejder på tværs af grænser.

Der er blevet arbejdet på videnskabelige artikler vedr. fjeldskred i Grønland, bl.a. var en GEUS-medarbejder førsteforfatter på en artikel i *Science* om fjeldskredet i Dickson Fjord i Østgrønland med en lang række internationale medforfattere. Der er via Forskningsreserven 2025 søgt og bevilliget midler til et projekt om kortlægning og overvågning af landskred i Danmark. Desuden er der indsendt en projektansøgning om øget forståelse af sammenhængen mellem fjeldskred og klimaforandringer.

I perioden er der gennem flere projektet arbejdet med marin dataindsamling og tolkning, både i forhold til kortlægning af havbunden i form af morfologi og geodiversitet til bl.a. habitatkortlægning, men også i forhold til kortlægning af den dybereliggende kvartære geologi. Der er ligeledes indgået aftaler om nye projekter på det kystnære område. Aktiviteterne har også en europæisk dimension, idet GEUS er en fremtrædende aktør i EMODnet sammenhæng. Specifikt kan nævnes, at Havnaturfonden blev etableret i 2024 som et initiativ for genopretningen af naturen og biodiversiteten under havoverflade. Arbejdet er fordelt på tre spor: digitalisering, kortlægning og reetablering, hvor GEUS deltager aktivt i de to første. Ved udgangen af 2024 var de formelle rammer for et meget nært samarbejde mellem MST og GEUS på området etableret, og i GEUS blev arbejdet med digitalisering af marine data fra havvindsundersøgelser mv. igangsat.

Vores drikkevand

Resultatplan 2024-2027:

Ferskvandsressourcen er under stærkt pres fra intens arealanvendelse samtidig med, at den danske drikkevandsforsyning stadig ønskes baseret på rent og rigeligt grundvand. Dette stiller krav til øget viden om grundvandets kvantitet og kvalitet for at kunne sikre fremtidige generationers behov.

I strategiperioden vil GEUS styrke forståelsen af det integrerede ferskvandssystem med fokus på menneskeskabte påvirkninger af overfladevand og grundvand via bl.a. dræning, naturgenopretning, skovrejsning, byudvikling og vandindvinding i Danmark og internationalt. GEUS vil samtidig forske i at målrette geologiske, hydrologiske og geokemiske modelleringstilgange med fuld udnyttelse af nye og eksisterende data, der vil sikre det faglige grundlag for at forstå menneskeskabt påvirkning af ferskvandssystemets kvantitative og kvalitative tilstand.

Der vil også blive forsket og videreudviklet numeriske modeller til beskrivelse af grundvandets strømningsveje fra terræn til grundvandsmagasiner for bedre at kunne udpege områder, der skal beskyttes. Samtidig sigtes mod at udvikle ny overvågning for at beskytte ressourcerne og videreudvikle samt udbygge *grundvandsstanden.dk*, som er et onlinesystem, der overvåger grundvandsstanden i realtid. Der vil også blive arbejdet på at videreudvikle og forske i nye geologiske modelleringsmetodikker baseret på en kombination af geostatistik og *machine learning*, således at geologisk forgrundsviden kan inddrages aktivt i den forskningsbaserede rådgivning.

GEUS vil fortsat bidrage til den nationale grundvandsovervågning (GRUMO) gennem afrapportering af tilstand og udvikling i GRUMO-stationsnettet og i det grundvand, der indvindes til drikkevandsformål. Der vil være fokus på at anvende dateringer af grundvandet i videst muligt omfang, så udviklingstendenser om kan vurderes i forhold til indsatser for grundvandsbeskyttelse. Virkemidler, der tages i anvendelse i strategiperioden, kan formentlig ikke inden for den gældende strategiperiode erkendes i overvågningens data, men de anvendte metoder udvikles til at tjene som illustration af den fremtidige anvendelse i forbindelse med vurdering af effekten af nye virkemidler.

Der skal desuden etableres et grundlag for at vurdere, hvor det er væsentligt at skabe ny viden om menneskeskabte påvirkninger. Der er derfor dels brug for at skabe et bedre overblik over, hvilke antropogene stoffer, der findes i grundvandet, dels at udvikle metoder til at vurdere, hvilke af disse stoffer, det er mest relevant at skabe øget viden om. GEUS vil derfor både bidrage til udvikling og implementering af nye analysemetoder for grundvand og drikkevand samt i samarbejde med andre fagmiljøer bidrage til udvikling af beslutningsstøttetværktøjer for myndigheder og vandforsyninger. GEUS' forskning i skæbnen af miljøfremmede stoffer i grundvandet vil i stor udstrækning tage afsæt i denne indsats for at kunne målrette vidensopbygningen i forhold til de mest relevante stoffer, og nye analysemetoder vil blive inddraget for at skabe nye erkendelser. Med afsæt i en datadrevet tilgang bidrager ligeledes til studier af, hvad den menneskeskabte påvirkning af grundvandets og drikkevandets kvalitet betyder for folkesundheden.

Temaet indeholder to strategiske mål:

Strategisk mål:

GEUS vil bidrage med metoder til at udpege grundvandsdannende områder i landet og den geostatistiske usikkerhed forbundet hermed.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Udbygning af GEUS' netværk for overvågning af grundvandsstand (grundvandsstanden.dk).
- Indarbejdelse af nye data (fx geologi, hydrologi, dræn, arealanvendelse mv.) fra en række projekter udført for Miljøstyrelsen i 2023 i Den Nationale Hydrologiske Model (DK-modellen).
- Videreudvikling af koncepter for simulering af geologisk modelusikkerhed og resulterende usikkerhed på afgrænsning af grundvandsdannende oplande. Arbejdet baseres på erfaringer og resultater fra tidligere forskningsprojekter og forskningsbaseret rådgivning.
- Fortsat udvikling af datatolkning og- præsentation i forbindelse med grundvandsovervågningen.
- Bidrag til øget datering af grundvandet og anvendelse af viden herfra i bl.a. grundvandsovervågningen.

Strategisk mål:

GEUS vil bidrage til at skabe mere sikker viden om menneskeskabt påvirkning af ferskvandssystemets kvantitative og kvalitative tilstand i Danmark og internationalt.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Fortsat udvikling af HRMS-baserede analysemetoder til analyse af grundvand og drikkevand.
- Udvikling af samarbejdet med toksikologer og sundhedsforskere for at bidrage til at samfundets fokus rettes mod de mest relevante miljøfremmede stoffer og for at bidrage til studier af effekten af menneskeskabte påvirkninger af ferskvandssystemet.
- Anvendelse af nyudviklede metoder i egne forskningsprojekter vedrørende miljøfremmede stoffers skæbne i vandkredsløbet.
- Bidrag til øget viden om miljøfremmede stoffers skæbne i grundvandet, herunder særligt stoffer med stor samfundsmæssig fokus, fx PFAS, pesticider og biocider, men også endnu ikke erkendte udfordringer.
- Etablering af forbedret forståelse af den geografiske variation i omsætning af nitrat.
- Indsamling af grundvandsdata fra alle europæiske geologiske undersøgelser til at undersøge grundvandskvantitet og -kvalitet i regi af EU-projektet GSEU - *A Geological Service for Europe*.
- Udvikling af system til forudsigelse vedrørende grundvandskvantitet baseret på fluktuationer og trends i grundvandsstanden samt undersøge hvilke naturlige og menneskeskabte faktorer, der forklarer variationen og trenden af grundvandskvalitet på europæisk skala, ligeledes i regi af GSEU.

Andre aktiviteter, der understøtter 'Vores drikkevand':

- Bidrag til cirkulære løsninger for spildprodukter i forbindelse med indvinding af drikkevand, fx genvinding af kritiske råstoffer fra slam fra filtre i vandværker.
- Etablering af indikatorer for bæredygtig vandindvinding ved kildepladser.
- Monitering til (ved hjælp af naturens gammastråling) at bestemme den del af nedbøren, som bliver opfanget af markafgrøde (interception), og derfor ikke infiltrerer ned i jorden og danner grundvand.

Status for 'Vores drikkevand' ved udgangen af 2024:

GEUS har udvidet sit nationale netværk (www.grundvandsstanden.dk) for målinger af terrænnært grundvand i realtid med 43 nye stationer. Fokus for nye stationer har været områder i byer og det åbne land med erkendte udfordringer af grundvandsbetingede oversvømmelser.

Der er udviklet nye metoder for landsdækkende hydrologisk modellering af søer, dræn og distribution af arealanvendelse, og disse er blevet indbygget i DK-modellen. Resultatet er allerede anvendt af Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø i deres vandplansarbejde med yderligere karakterisering af grundvandsforekomsterne. Der arbejdes løbende med tolkning og præsentation af disse data samt øvrige data i grundvandsovervågningen i takt med at styrelsens dataindsamling ændres i løbet af årene. Fx er der indsamlet yderligere dateringsdata i 2024, som kan understøtte fx tolkninger af den overvågede vandkvalitet.

Internationalt har GEUS spillet en aktiv rolle i vidensdeling og udvikling af metoder til at forudsige grundvandskvantitet på europæisk plan gennem observerede og modellerede variationer i grundvandsstanden. I regi af GSEU har GEUS bidraget til en række workshops om *machine learning* til at understøtte analysen af variationen i grundvandsstand. GEUS har også bidraget til udvikling af en europæisk grundvandsmoniteringsdatabase (*European Groundwater Monitoring Database*, EUGM), som skal indgå i EGD. Baseret på data i EUGM og EGD er der analyseret på trends i grundvandsstanden, der kan understøtte analyser af bæredygtig vandindvinding samt lokalisering af modstandsdygtige grundvandsforekomster i forhold til tørke. I GSEU-regi er der desuden bidraget til metoder til overvågning og evaluering af grundvandskvalitet inkl. trends på europæisk plan samt kortlægning af eksterne påvirkninger, som styrer menneskeskabt forurening af grundvand.

Aktiviteter vedrørende grundvandskvalitet har desuden omfattet videreudvikling af HRMS-baserede analysemetoder til anvendelse i forskellige dele af drikkevandsværdikæden. Aktiviteterne er bl.a. sket i konkrete projekter, hvor der samarbejdes med hele vandbranchen for at finde nye måder, hvorpå disse nye datatyper kan anvendes samt kommunikeres på en god og let forståelig måde. De nye metoder har derudover været anvendt i egne forskningsprojekter, herunder særligt projekter rettet mod undersøgelse af risici for grundvandsforurening i bynære infiltrationsprojekter rettet mod klimasikring, men også i Varslingssystem for udvaskning af pesticider til grundvand (VAP). Flere projekter, der er afsluttet i 2024, har bidraget med ny viden om specifikke stoffers skæbne i grundvandssystemer, herunder et projekt om dannelse af trifloureddikesyre (TFA) fra pesticider. TFA er den mindste PFAS, der findes, og den er påvist i stort omfang i det danske grundvand. Det er derfor væsentligt at etablere bedre viden om kilder til netop dette stof, og pesticider som kilde er ikke tidligere blevet undersøgt. Projektet har desuden bidraget med viden om, at TFA kan bruges til en første grov vurdering af en grundvandsprøves alder, da TFA-indholdet i dansk grundvand er steget stort set lineært siden 1960'erne. Andre projekter er enten lige hjemtaget eller opstartet med fokus på andre stoffer, herunder øvrige PFAS-forbindelser samt nitrifikationshæmmere. Der er desuden hjemtaget at større projekt vedrørende grundvandsbeskyttelse og stofomsætning i grundvandsmagasiner, og der er indgivet en patentansøgning med fokus på genvinding af arsen fra okkerslam fra vandværker.

Ved udgangen af 2024 er der etableret en ny rammeaftale med Miljøstyrelsen om grundvandskortlægning for perioden 2024-2027. Det ambitiøse arbejdsprogram indeholder flere komponenter med en forskningsmæssig vinkel. Der er blandt andet planlagt arbejde med prækvarteret med etablering af en landsdækkende 3D forkastningsdatabase, arbejde med kalkmagasiner samt sekvensstratigrafiske undersøgelser af Miocæn gennem biostratigrafiske dateringer af nye borer og tolkning af nye seismiske data. Ligeledes indgår et afdækkende arbejde for kvalitetssikring og portabilitet i forhold til overfladenære geofysiske data, samt et større arbejde omkring usikkerheder i hydrologisk modellering.

Mineralske råstoffer til fremtiden

Resultatplan 2024-2027:

Vigtigheden af tilstrækkelige mineralske råstoffer er trådt endnu mere tydeligt frem i forbindelse med den grønne omstilling. Øget viden om ressourcer og forsyningskæder er helt centrale elementer i denne sammenhæng.

Der eksisterer ikke i dag en samlet og dynamisk ressourceopgørelse og database, der omfatter råstoffers kvalitet, kvantitet og beliggenhed, for både land og hav i Danmark. Som en central del af grundlaget for udviklingen af en national strategi for danske geologiske råstoffer som sten, grus, sand, ler og kalk, vil GEUS i strategiperioden bidrage til udviklingen af et klassifikationssystem, der omfatter disse ressourcer både på land og i havet. Samtidig vil det være et mål at bidrage til en national råstofstrategi, der omhandler kortlægning og udvinding af geologiske råstoffer i danske områder samt oprettelsen af en national database til registrering af udnyttelse og reserver. Desuden vil GEUS forbedre indsamlingen af geofysiske data som en del af den forskningsbaserede rådgivning til myndigheder og råstofindustrien. Dette skridt er rettet mod at reducere den geografiske usikkerhed i identifikationen af områder egnet til råstofudvinding.

I Grønland vil GEUS fortsætte den geologiske kortlægning i strategiske indsatsområder, der er gunstige for kritiske mineraler, eller som er vigtige for forståelsen af den geologiske opbygning. Kortlægningsindsatsen vil løbende blive planlagt og gennemført i samarbejde med grønlandske samarbejdspartnere. Digitale og trykte geologiske kort for de pågældende områder vil blive udgivet, ligesom de mange data, der naturligt bliver indsamlet som en del af kortlægningsindsatserne, vil blive gjort tilgængelige for efterforskningssekskaberne via den fælles dataportal greenmin.gl. GEUS vil desuden afdække behovet for luftbåren geofysisk og arbejde på at skaffe finansiering til gennemførelse af indsamling af geofysiske data i de dele af Grønland, der endnu ikke er dækket. Endelig vil mulighederne for at skaffe ekstern finansiering til forskningsprojekter med henblik på understøttelse af mineralefterforskningen i Grønland, blive afsøgt.

Gennem forskningsprojekter og rådgivningsopgaver vil GEUS' Videnscenter for Mineralske Råstoffer og Materialer (MiMa) fortsætte arbejdet med at opbygge viden om værdikæder samt forsyningsikkerhed og målrette denne viden til politikere, virksomheder og borgere. Indsatsen vil fokusere på de råstoffer, der har størst økonomisk og strategisk betydning for samfundet, ikke mindst de råstoffer, der indgår som fundament for grønne energikilder. Et vigtigt fokusområde vil være cirkulær økonomi, og gennem analyser af primære og sekundære materialestrømme vil GEUS bidrage til en bæredygtig udnyttelse af jordens ressourcer. Dette gøres bl.a. igennem en række studier til belysning af alternative kilder til primære råstoffer såsom væsker, ligesom forskningen i muligheden for råstofekstraktion fra industriaffald såsom flyveaske fra forbrændingsanlæg vil fortsætte. Med den øgede nationale og europæiske fokus på kritiske og strategiske råstoffer, er MiMas ydelser i øget grad efterspurgt. Denne tendens ses også i andre europæiske lande, der i disse år arbejder på at opbygge tilsvarende nationale videnscentre. MiMa har eksisteret i ti år, hvilket gør centeret til et af de ældste af sin art i Europa. Den nuværende MiMa-bevilling udløber med udgangen af 2024, og der vil derfor blive arbejdet aktivt på en forøgelse og permanentgørelse af bevillingen.

Temaet indeholder tre strategiske mål:

Strategisk mål:

GEUS vil med udarbejdelse af et klassifikationssystem og kortlægning af danske råstoffer til lands og til havs bidrage til udformning af en national strategi for danske råstoffer.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Udarbejdelse af første iteration på et fælles klassifikationssystem, med et første overordnet overblik over de samlede råstofressourcer på tværs af land og hav.
- Indsamling af nye seismiske data og råstofboringer til havs.
- Tolkning og rapportering af data indsamlet for Miljøstyrelsen med henblik på kortlægning af råstoffer i fællesområder og potentielle fællesområder forud for beslutning om eventuel genudpegning.

Strategisk mål:

GEUS vil i samarbejde med grønlandske partnere gennemføre geologisk og geofysisk kortlægning i Grønland for at understøtte lokalisering af forekomster af kritiske mineraler til den grønne omstilling.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Afholdelse af feltarbejde i Ilulissat-området.
- Klargøring af tre 1:100.000 kortblade fra Nordøstgrønland til internt review.
- Udarbejdelse og indsendelse af mindst to videnskabelige artikler fra Nordøstgrønland.
- Ny, udvidet udgave af det digitale, sømløse 1: 100 000 kort over Syd- og Sydvestgrønland.

Strategisk mål:

GEUS vil opretholde et vidensberedskab om globale primære og sekundære råstofstrømme og råstofferne forsyningskæder.

Specifikke aktiviteter i 2024:

- Udarbejdelse af værdikædeundersøgelser for metaller tilhørende platingruppen.
- Udarbejdelse af fakta-ark om to kritiske råstoffer, herunder sjældne jordartsmetaller.
- Slutrapportering af det nordiske projekt *Nordic Sustainable Minerals* omhandlende sporbarhed og genanvendelse af mineralske råstoffer.
- Materialestrømsanalyse og scenariemodeller for batteriråstoffet litium.

Andre aktiviteter, der understøtter 'Mineralske råstoffer til fremtiden':

- Afsøgning af mulige geofysiksselskaber til udførelse af *Full Tensor Gradiometry*-undersøgelser.
- Deltagelse i ansøgning til Horizon Europe vedrørende efterforskning af dybe forekomster af kritiske råstoffer.
- Måltrettet arbejde mod forøgelse og permanentgørelse af bevillingen til MiMa.
- Analyse af muligheden for at ekstrahere kritiske råstoffer fra væsker.
- Afsøgning af mulighederne for at udvikle forskning og forskningsprojekter, der understøtter og videreudvikler en datadrevet tilgang til råstofestimering og -kortlægning.
- Gennemførelse af geokemiske analyser indsamlet under feltkampagne i Østgrønland i 2023.

Status for 'Mineralske råstoffer til fremtiden' ved udgangen af 2024:

På det danske område er der udarbejdet en foreløbig opgørelse for Miljøministeriet og Danske Regioner over de reelt tilgængelige råstoffer i Danmark. Dette inkluderer såvel land- som havområdet, og der er i samme forbindelse udarbejdet en første version af et ensrettet klassifikationssystem. Arbejdet er af-rapporteret med henblik på videreudvikling, og indholdet er anvendt i forbindelse med indspil til både Finanslovsforslag 2026 og indspil til Forskningsreserve 2026. Derudover har GEUS fået tildelt en opgave med marin råstofkortlægning i indre danske farvande samt Nordsøen for Miljøstyrelsen, hvilket blev gennemført i efteråret.

GEUS har gennem flere projekter arbejdet med udvikling af nye, numeriske metoder til understøttelse af datadreven kortlægning af råstoffer fra data. Desuden er der udviklet nye numeriske metoder, der kan oversætte elektromagnetisk geofysiske data direkte til litologi og kornstørrelser. Disse metoder vil fremadrettet blive indarbejdet i GEUS' forskningsbaserede rådgivning og på sigt kunne understøtte en storskala, datadrevet estimering af råstofforekomster på national skala. Eksisterende geofysiske data (der dækker 40% af Danmarks areal) i den nationale geofysiske database GERDA samt nye data indsamlet med dronebårne elektromagnetiske metoder (en teknologi der p.t. testes af danske aktører) anvendes også ved disse estimeringer. På denne måde søger GEUS at målrette sin applikationsnære forskning mod samfundsmæssige problemstillinger og behov.

På Grønland er der arbejdet med flere geologiske kortlægningsprojekter, bl.a. arbejdes der videre med data fra Nordøstgrønland, hvor der har været feltarbejde de seneste år. Dette har indtil videre ført til en videnskabelig artikel om strukturelle data fra Traill Ø, og desuden er et af de planlagte fem kortblade klargjort til ekstern review. Tre kortblade fra Vestgrønland er desuden tæt på færdiggørelse og forventes publiceret i 2026, hvilket også gælder seks kortblade fra Thuleområdet. Derudover afholdtes der i sommer en vellykket feltsæson omkring Ilulissat, hvor syv felthold kortlagde delområder med henblik på udgivelse af et geologisk kort i 2026. Der arbejdes ligeledes videre med det digitale, sømløse 1:100 000 kort over Syd- og Sydvestgrønland. Arbejdet går planmæssigt, og data forventes klar med udgangen af året.

Der blev i MiMa arbejdet med faktaark om sjældne jordartsmetaller samt litium, tantal og niobium, og disse blev publiceret i 2024, ligesom tidligere publicerede faktaark også blev opdateret. MiMa har desuden i haft fokus på batteriråstoffet litium og udarbejdet videnskabelige artikler herom. Derudover er et samarbejdsprojekt med en ekstern partner om råstofpotentialet i væsker afsluttet og rapporteret til kunden. Endelig blev der lavet slutrapportering for projektet *Nordic Sustainable Minerals*, hvor der er arbejdet med sporbarhed og genanvendelse af mineralske råstoffer, og der blev afholdt afsluttende workshop i projektet i september måned.

Det lykkedes ikke at få permanentgjort MiMa, da centrets finanslovsbevilling blev fjernet fra FFL25.

Kampagner i 2024

GEUS arbejder med kampagner, et instrument der skal være med til at gøre GEUS' strategi og Resultatplan mere levende og fleksibel. Kampagner kan igangsættes undervejs i strategiperioden, løber over en kortere periode (typisk et år), kræver et tværgående samarbejde mellem områder og afdelinger, og kan i visse situationer give input til et ny strategisk tema eller mål, der indarbejdes i strategien. Dermed sikres, at GEUS' arbejde og strategi løbende tilpasses den samfundsmæssige udvikling.

I 2024 var der to kampagner:

Generativ AI i GEUS - Afsøgning af mulighederne for anvendelse af kunstig intelligens som et supplerende værktøj og kortlægning af, hvor GEUS som forskningsinstitution kan udnytte de teknologiske muligheder mest optimalt og korrekt.

Generativ AI er en gren af kunstig intelligens (AI), der beskæftiger sig med at analysere og generere nyt indhold i form af billeder, tekst, lyd m.m., baseret på eksisterende data, som den er blevet trænet på ved brug af *machine learning*- og *deep learning*-teknologier.

Generativ kunstig intelligens er blevet en populær teknologi, og mens der er bekymring om virkningen af dets anvendelse i nogle sammenhænge, har der også vist sig potentielle innovative fordele, der kan bidrage effektivt til opgaveløsning i mange organisationer. Disse omfatter f.eks. automatisering af gentagne og tidskrævende processer, øget hastighed i databehandling af store og komplekse datasæt.

Kampagnens mål er at grundlægge trædestenene for at GEUS kan anvende generativ AI hensigtsmæssigt og i overensstemmelse med anbefalinger og retningslinjer. Der er behov for at indsamle viden om teknologierne, udforske mulighederne, høste erfaringer fra praktisk anvendelse, opnå et udbredt kendskab blandt kolleger og styrke kompetencer. Sidst men ikke mindst skal ledelse og medarbejdere i GEUS have et godt grundlag for at træffe bevidste valg om, hvor integreret generativ AI bedst kan bidrage til opgaveløsningen i GEUS.

Kampagnen gennemføres med deltagelse af mindst fem afdelinger i GEUS.

Status ved udgangen af 2024:

Der er gennemført interne brugerundersøgelser om holdningen til og brugen af AI i GEUS, hvorefter der er afholdt workshops med træningssessioner for medarbejderne, og mini-sessioner mellem forskere og øvrige medarbejdere, hvor erfaringer er blevet delt. Der blev lavet et forsøg med udvikling af en generativ, trænet *GeusGPT* med fokus på geovidenskabeligt indhold fra GEUS' publikationer. Kampagnen afsluttes i første kvartal 2025 med anbefalinger til GEUS-medarbejdere om brugen af generativ AI samt et idékatalog for AI-projekter.

En kampagne fra 2023 videreføres:

GEUS vs. TNO.

Kampagnen 'GEUS-TNO-samarbejde' fortsætter i 2024 og gennemføres som et samarbejdsprojekt mellem TNO i Holland og GEUS om gensidig udveksling af kompetencer primært inden for geomekanik og 3D geologisk numerisk modellering, hvor GEUS ønsker et hurtigt løft af kompetencer.

Kampagnen gennemføres i et samarbejde mellem fire afdelinger og er afsluttet med udgangen af 2024.

Status ved udgangen af 2024:

En to-dages workshop i juni resulterede i aftaler om flere fremtidige samarbejdsinitiativer inden for CO₂, data og geotermi. Herunder blev der også talt videre om fælles Horizon 2025-ansøgning samt videreudvikling af vidensdeling. Den fælles ansøgning er nu igangsat med forventet deadline i september 2025 under call'et: HORIZON-CL5-2025-02-D3-26: *European investment atlas of potential CO₂ storage sites*. Datasamarbejde mellem institutionerne udvikles løbende, blandt i regi af EGDI samt i forbindelse med GSEU

og EMODnet Geology. Senest har GEUS hjulpet TNO med import af nye 3D-modeller i EGD, og der er gennem et kortere ophold hos TNO opnået indsigt i deres arbejde med modellering omkring beskrivelse af de litologiske parametre af den overfladenære geologi.

I forbindelse med kampagnen har der i to omgange været kortere udstationering af GEUS-medarbejdere ved 3D modelleringsgruppen ved TNO, samt afholdt en todages workshop ved TNO med deltagelse af en større delegation fra GEUS, hvor numerisk 3D geologisk modellering og automatisering af selve modelleringsprocessen var i fokus.

Kvantitative indikatorer

Følgende indikatorer er opstillet for henholdsvis langsigtet videnopbygning og forskeruddannelse ved GEUS:

	Indikatorer	Mål (antal)*				Resultater
		2024	2025	2026	2027	2024
Langsigtet videnopbygning	Videnskabelige artikler i internationale tidsskrifter med peer-review – førsteforfatterskaber	85	85	85	85	56
	Videnskabelige artikler i internationale tidsskrifter med peer-review - medforfatterskaber	130	130	130	130	115
	Videnskabelige artikler i GEUS Bulletin	12	12	15	15	11
Forsker-uddannelse	Professorer, inkl. adjungerede ved universiteter	12	12	12	14	17
	Ph.d.-grader med GEUS-vejleder	12	12	12	12	7
	Igangværende ph.d.-studerende med GEUS-vejleder pr. 1. november	35	35	35	35	40
	Vejledning af masterstuderende i året	50	50	50	50	40

*Bemærk: måltal er justeret i 'Resultatplan 2024-2027 og Arbejdsprogram 2025'.

Af de syv indikatorer blev to nået og fem ikke nået.

Måltallet for videnskabelige artikler med *peer review*, hvor GEUS-medarbejdere er førsteforfattere, var 85 og blev ikke nået med 56 artikler i 2024. Måltallet på 130 artikler med GEUS-medarbejder som medforfattere blev heller ikke nået med 115 artikler. Målet om 12 artikler i egne serier blev lige netop ikke nået, idet der blev udgivet 11 i 2024, heraf én stor monografi.

Måltallet på 12 professorer blev nået, da der ved udgangen af året var i alt 17 professorer ansat i eller tilknyttet GEUS, heraf 15 ansatte (to af disse adjungerede ved KU) samt to tilknyttet GEUS ved adjungering. To af de ansatte professorer er desuden adjungeret ved KU eller DTU. Yderligere en professor tiltræder i 2025. Der blev i efteråret 2023 opslået otte professorater ved GEUS, hvilket udløste den forventede stigning i antallet i løbet af 2024, da der ved starten af året kun var otte professorer ansat i GEUS, heraf tre adjungeret ved KU eller DTU.

Medarbejdere i GEUS bidrog i 2024 til vejledning af syv ph.d.-studerende, der opnåede grad, hvilket er under måltallet på ti. GEUS-medarbejdere medvejledte 40 ph.d.-studerende ved udgangen af oktober 2024, hvilket er over måltallet på 35. Endelig var GEUS-medarbejdere medvejledere for 40 master-studerende (heraf opnåede 20 grad) i løbet af året, hvilket er under måltallet på 50.

Forkortelser

AI	Artificial intelligence
AMAP	Arctic Monitoring and Assessment Programme
AU	Aarhus Universitet
CCS	Carbon Capture and Storage
DAS	Distributed Acoustic Sensing
DK-model	Den Nationale Hydrologiske Model
EGDI	European Geological Data Infrastructure
EGS	EuroGeoSurveys, The Geological Surveys of Europe
EMODnet	The European Marine Observation and Data Network
ESA	European Space Agency
EU-Copernicus	EU's jordobservationsprogram
EUGM	European Groundwater Monitoring Database
FAIR	Findability, Accessibility, Interoperability, and Reusability
GC-net	Greenland Climate Network
GEM	Greenland Ecosystem Monitoring
GEUS	De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland
GERDA	GEUS' geofysikdatabase
GIOS	Greenland Integrated Observing System
GLOBE	Tværfagligt institut under Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet på Københavns Universitet
GRUMO	Den landsdækkende grundvandsovervågning (i NOVANA – det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen)
GSEU	A Geological Service for Europe
HIP	Hydrologisk Informations- og Prognosesystem
Horizon Europe	EU's forsknings- og innovationsprogram 2021-2027
HR	Human Resources
HRMS	High Resolution Mass Spectrometry
ICDP	International Continental Scientific Drilling Program
IODP	International Ocean Discovery Program
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KEFM	Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet
MAR	Managed aquifer recharge
MARTA	GEUS' marine råstofdatabase
MiMa	Videnscenter for Mineralske Råstoffer og Materialer
PFAS	Perfluoroalkylstoffer
PROMICE	Program for Overvågning af Grønlands Indlandsis
ROCS	Interdisciplinary Research Centre on Ocean, Climate, and Society
SDFI	Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur
SIT	Statens IT
SU	Samarbejdsudvalg
TFA	Trifluoreddikesyre
UHRS	Ultrahigh-resolution multikanalseismik
UPS	Uninterruptible Power Supply
VAP	Varslingssystem for udvaskning af pesticider til grundvand
VDI	Virtual Desktop Infrastructure
WMO	World Meteorological Organization